

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
FACULTAD DE ARQUITECTURA



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

MONTEVIDEO 2015

**DIPLOMADO EN CONSTRUCCIÓN
DE OBRAS DE ARQUITECTURA**

HORMIGON TRANSLUCIDO

Adriana Luisi Buchelli

Tesis para la obtención del Diploma de Especialización en
Construcción de Obras de Arquitectura

MONTEVIDEO
2015

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
FACULTAD DE ARQUITECTURA

**DIPLOMADO EN CONSTRUCCIÓN
DE OBRAS DE ARQUITECTURA**

HORMIGON TRANSLUCIDO

Adriana Luisi Buchelli

Trabajo Final presentado como parte de los
requisitos para la obtención del Diploma de
Especialización en Construcción de Obras de
Arquitectura

MONTEVIDEO
2015

Este trabajo ha sido juzgado adecuado para la obtención del Diploma de Especialización en Construcción de Obras de Arquitectura y aprobado por el Orientador y por el Tribunal Examinador del Curso de Posgrado.

Orientadora: Prof., Dra. Arqta. Gemma Rodríguez

Tribunal Examinador:

Arq. Andrés Ridao

Arq. Duilio Amándola

Ms. Sc., Ing. Gonzalo Cetrángolo

MONTEVIDEO, MARZO DE 2015

Resumen

En este trabajo se introduce primeramente información sobre el hormigón translúcido (HT): historia, patentes, etc... Luego se estudian las posibilidades de la elaboración de hormigón translúcido con materiales disponibles en Uruguay. El hormigón translúcido (HT) desarrollado en este trabajo es un micro-hormigón de alto desempeño, que incluye cemento, agregados finos, aditivos y fibras ópticas. La estructura de este hormigón permite el paso de luz, dependiendo del porcentaje de fibra óptica empleado. Se presentan resultados de resistencia a compresión y de resistencia a la flexión a diferentes edades, absorción de agua y resistencia a altas temperaturas de HT elaborados con 5 % de fibra óptica, comparando los resultados con una referencia sin empleo de dicha fibra. Los resultados obtenidos muestran que si bien la resistencia a compresión disminuye con el empleo de fibra óptica es viable su empleo alcanzándose resistencias superiores a 60 MPa a los 28 días de edad.

Abstract

In this paper, first information about translucent concrete (HT) is introduced: history, patents, etc..., then the chances of making translucent concrete with materials available in Uruguay are studied. The translucent concrete (HT) developed in this work is a high-performance micro-concrete, including cement, fine aggregates, admixtures and fibers. The structure of the concrete allows the passage of light, depending on the percentage of fiber used. Results of compressive strength, water absorption and high temperature resistance of HT with 5 % of optic fibers are presented; for comparison a reference without fiber is included. The results show that although the compressive strength decreases with the use of optic fibers is viable their employment reaching over 60 MPa of compressive resistance at the age of 28 days.-

Índice

1. Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Estructura	3
1.4 Limitaciones	3
1.5 Aplicaciones en la industria de la construcción en nuestro país	4
2. Capítulo 2: Estado del Arte	5
2.1 El Hormigón traslúcido	5
2.2 Características, productos y aplicaciones	10
2.2.1 Litracon.....	10
2.2.2 Luccon.....	14
2.2.3 I-Light.....	18
2.2.4 ILUM	20
2.2.5 Resumen de Características	24
3. Capítulo 3: Investigación experimental	25
3.1 Planeamiento de la Investigación	25
3.2 Materiales	27
3.2.1 Fibra Óptica	28
3.2.1.1 Características.....	28
3.2.1.2 Tipo de fibra óptica	30
3.3 Procedimiento de elaboración y curado de las muestras.....	35
3.4 Método de ensayo a emplear	41
4. Capítulo 4: Resultados obtenidos y discusión	52
4.1 Resistencia a Compresión	52
4.2 Resistencia a Flexión	53
4.3 Absorción capilar	54
4.4 Resistencia a alta temperatura	55

5. Capítulo 5: Conclusiones Finales	57
Referencias Bibliográficas	59
Anexo I (Componentes)	61
Anexo 1.1 – Ficha técnica del Portland CPN-40	62
Anexo 1.2 – Ficha técnica de la fibra óptica “Comercial 1”	68
Anexo 1.3 – Ficha técnica de la fibra óptica “Estatal”	70
Anexo II (Patentes)	72
Anexo 2.1 – Patente LiTraCon Europea	73
Anexo 2.2 – Patente LiTraCon Estados Unidos	94
Anexo 2.3 – Patente LUCCON Estados Unidos	107
Anexo 2.4 – Patente Ilum México.....	118
Anexo III – (Artículos)	122
XXXVI Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural (2014)	123

1. Introducción

1.1 Introducción

La historia del hormigón constituye un capítulo fundamental en la historia de la construcción. Es el material de construcción por excelencia más empleado desde hace cincuenta años (*C. Simonnet, 2009*).

Se podría pensar en que juega un papel importante en el diseño del hormigón su puesta en obra, el desempeño que debe tener; la dosificación es muy importante en el resultado final del hormigón, y por lo tanto en su estructura. Además hay que tener en cuenta, que una de las principales ventajas de este material de construcción es su capacidad de adaptación a las circunstancias en cada caso, que en gran parte puede obtenerse mediante el dominio del arte de la dosificación (*E. Neville, 2000*).

Todo material tiene ventajas y desventajas, además ellas se acentúan ante exigencias cada vez mayores con nuevos retos tecnológicos. Por lo que, un material, como el hormigón formado por cemento, agregados, aire y agua, aun correctamente dosificado, presenta limitaciones en determinadas situaciones.

Por ello, en el hormigón, se introdujeron ciertas modificaciones en su constitución o en su tecnología, por medio de la incorporación de otros componentes (adiciones minerales y aditivos químicos), que permiten mejorar las características y propiedades del material, obteniendo mayor variedad de ventajas, como por ejemplo, incremento en la impermeabilidad, mejor trabajabilidad, disminución del calor de hidratación y la expansión térmica, mejor resistencia final, entre otros.

Así, el empleo de fibras (acero y plásticas), plastificantes y superplastificantes, materiales puzolánicos, escorias de horno de fundición, microsílice, filler calcáreo, aireantes, residuos, entre otros productos, es cada vez más habitual en determinadas aplicaciones, siendo una tendencia de futuro por las nuevas exigencias constructivas que se vienen desarrollando en la actualidad. No obstante, el modo en que se utilizan estos componentes se basan, en general, en las indicaciones del fabricante, normativa y en el buen criterio y experiencia de la persona que diseña la mezcla. Indistintamente del procedimiento que se utilice para la dosificación de un hormigón, resulta imprescindible, un buen conocimiento de los componentes y de la influencia de ellos en la dosificación y propiedades resultantes para erigir construcciones durables, resistentes, estéticas, ambientalmente amigables.-

Con la incorporación de estos componentes, han dejado de ser hormigones convencionales, y han pasado a la categoría de hormigones especiales; en ella se puede encontrar gran variedad: hormigón de alta resistencia (HAR), hormigón de alto desempeño (HAD), hormigón autocompactante (HAC), hormigones livianos, hormigones proyectados, hormigón con fibras y otros.

Dentro de los hormigones especiales se ubicarían los Hormigones de Alto Desempeño (HAD), o High Performance Concrete (HPC) por su denominación en inglés (*ACI, 1996*);

que serían la máxima representación de la evolución de la tecnología del hormigón ya que constituyen un conjunto muy amplio dentro del cual hay muchos subconjuntos (hormigones de alta resistencia, hormigones autocompactantes).

Como los hormigones impiden que la luz pase a través de ellos, razón por la cual tampoco es posible distinguir cuerpos, colores y formas; para superar eso surgió un hormigón especial denominado hormigón translúcido.

Entonces, el hormigón translúcido, se ubicaría en la categoría de los hormigones especiales. Es un material innovador, recientemente en estudio y que todavía no se ha comercializado en todo el mundo, ya que pocos países lo han incorporado y aplicado. Para hacer frente a éstos nuevos requerimientos, y/o desempeño, es necesario conocer el comportamiento mediante el estudio de diferentes propiedades.

Entre el hormigón convencional y el hormigón translúcido, si bien hay diferencia de costos, por la utilización de aditivos, fibras, y otros componentes, merece su estudio porque es necesario contemplar las posibles prestaciones a obtener como la translucidez, estética, buenas terminaciones y otras características; virtudes que pueden tener una gran aceptación, brindando ambientes más luminosos.

1.2 Objetivos

Objetivo Principal:

El objetivo principal de la investigación, es estudiar las posibilidades de la elaboración de hormigón translúcido con materiales disponibles en el país.

Objetivos Específicos

1. Introducir en el país información y conocimiento original sobre el hormigón translúcido.
2. Determinar una combinación adecuada de materiales que posibilite producir un prototipo de hormigón translúcido.
3. Caracterizar propiedades del hormigón translúcido endurecido elaborado en Uruguay.

1.3 Estructura

El trabajo se estructurará en cinco capítulos.

El capítulo uno, corresponde a la introducción donde se presenta y justifica la temática a abordar en el trabajo, los objetivos del mismo, su estructura y limitaciones.

El capítulo dos, aporta preferentemente el estado del arte en relación al material, la historia sobre él, describiendo los más usados en todo el mundo, sus aplicaciones y características, también los requisitos a cumplir.

El capítulo tres, presenta el planeamiento de la investigación experimental, los componentes y dosificación a emplear, los métodos de ensayo a aplicar. Los componentes a utilizar en el diseño de hormigón translúcido, serán accesibles en el mercado local y/o regional.

Y el capítulo cuatro, presenta los resultados obtenidos para su discusión.

El capítulo cinco, presenta las conclusiones finales y sugerencias para futuras investigaciones.

Finalmente se incorpora la bibliografía y anexos, donde figuran entre otros las patentes relacionadas a los hormigones translúcidos presentados en el capítulo dos.

1.4 Limitaciones

Esta tesis cuenta con algunas limitaciones, una es el tiempo acotado, dado que es un trabajo final de Diplomado, que se tiene que desarrollar en seis meses.

Otro aspecto a tomar en cuenta, es que la fibra óptica es un material totalmente nuevo para nuestro país y relativamente nuevo a nivel mundial. Hay poca disponibilidad de fibra óptica en el mercado local; esta fue apareciendo en el proceso de la tesis.

Como se tuvo dificultades en conseguir la fibra óptica, su búsqueda implicó un atraso en el proceso de la tesis, logrando conseguir la adecuada para éste estudio.

No se cuenta con muchas referencias bibliográficas, en revistas internacionales indexadas; no se conocen sus características, ya que no se han estudiado sistemáticamente sus propiedades; se realizaron varios trabajos de fin de grado a nivel mundial, que no se da a conocer en profundidad su contenido.

1.5 Aplicaciones en la industria de la construcción en nuestro país.

Hasta el momento no se ha utilizado el hormigón traslúcido en el Uruguay. Más adelante, se mencionará como el hormigón traslúcido se puede aplicar de diversas maneras en diferentes ambientes exteriores e interiores, como tabiquería interior, muros en fachada, pisos interiores y exteriores, elementos en diseños de interiores, esculturas, etc.

Como producto que genere el paso de la luz, por ejemplo, pocas empresas en nuestro país son importadores y vendedor del ladrillo de vidrio de diversos diseños. Este artículo tradicional en la arquitectura de otras épocas, volvió al primer plano en todo el mundo y lo hace paulatinamente en Uruguay. Es una de las tantas soluciones prácticas que dinamiza la arquitectura en nuestro país, que permite el paso de la luz, al igual que otros materiales como el acrílico y vidrio.

Sería posible que las empresas locales pudieran importar, y mejor aún, la posibilidad de producir un hormigón traslúcido que pueda ser aplicable en nuestro país.

Una de las aplicaciones que se podría realizar, es en el diseño de interiores en mobiliario como mesas pequeñas, bancos, mesadas para baños y cocinas; al ser un material traslúcido se ven los agregados, permite el pasaje de la luz, provocando un buen aspecto estético en los diseños. También es posible su aplicación en la tabiquería interior y fachada exterior; aplicable en algunos sectores del edificio; aplicable en vivienda unifamiliar y edificios públicos, principalmente en la enseñanza, para brindar mayor iluminación en los ambientes, contribuye a generar ambientes más amplios.

2. Estado del arte

2.1 El Hormigón translúcido.

Se plantea una reseña histórica bibliográfica sobre el material hormigón translúcido, sus aplicaciones, patentes, proyectos concretos, ensayos y prototipos encontrados.

Fue en el año 1999 que Bill Price, arquitecto y profesor de la Universidad de Houston, presentó una propuesta innovadora, cambiando el espectro académico y profesional del área de la arquitectura y la construcción: el hormigón translúcido, aunque comenzó su estudio en relación al desarrollo de este nuevo material un año antes.

En la entrevista para la revista X-Ray Arquitectura Metropolis, Bill Price, manifiesta que en conjunto con Robert Dunay (Decano asociado al Departamento de Arquitectura y Director de Diseño Industrial), definieron al hormigón translúcido, como: *"Translucent concrete might give us the ability to deal with some of the attributes of concrete - strength, stability, and molding - but also give the qualities people normally associate with glass. This would have both large - and small - scale applications"*, esto se traduce como: *"El hormigón translúcido podría darnos la capacidad para hacer frente a algunos de los atributos del hormigón - fortaleza, estabilidad y moldeo - pero también dar las cualidades que normalmente asociamos con el vidrio, lo que tendría aplicaciones a pequeña y gran escala."* (Shulman K., 2001).

Además habla de su trabajo junto a Rem Koolhaas en Rotterdam, y comenta que su inspiración proviene de una pregunta del propio Koolhaas: *"Could we make the concrete translucent?"*, dice Price: *"Rem was very much into researching transparency"*.

Las primeras muestras de hormigón translúcido que produjo Bill Price fueron en setiembre de 1999, y al año siguiente, 2000, se realizaron ensayos de compresión y resistencia a la flexión en muestras pequeñas, trabajando en conjunto con algunos fabricantes, para acelerar su investigación. No se dispone de datos de los resultados obtenidos experimentalmente por Price.

Puso en marcha el proyecto fabricando una maqueta de un teatro a escala planificando y revolucionando el futuro (Figura 2.1). Surgieron algunos problemas que ponían en duda la posibilidad real de obtener un material con estas características, como por ejemplo, el precio, que según Price, sería cinco veces mayor que el del hormigón convencional, está ello todavía en investigación. El producto de Price, se logra con el uso de polímeros y vidrio molido para transmitir la luz, creando una serie de productos de hormigón translúcido, como paneles, ladrillos y bloques (Hart S., 2005).

La meta de Price no era crear un producto, sino una serie de productos de hormigón translúcido (paneles, ladrillos y bloques). En la actualidad, continúa experimentando con la mezcla en busca de versiones cada vez más delgadas en paneles con píxeles (Figura 2.2). Estos paneles, tienen aproximadamente 3 cm de espesor con un 35 % de transmisión de luz; otros de 2,5 cm de espesor transmiten la luz un 25 %. La trasmittancia no está determinada por el espesor, por lo que un panel de 25 cm podría transmitir la misma cantidad de luz.

Para un proyecto en Corea del Sur, desarrolló otro prototipo, un ladrillo transparente que mide 10 cm x 30 cm x 60 cm; con estas unidades, se construyeron dos muros aprox. de 5,50 m x 5,50 m de altura (estabilizados con cables), teniendo espesores aproximados entre 5 cm a 5,8 cm.

La transmisión no está determinada por el espesor. Entonces, un panel de 25 cm podría transmitir la misma cantidad de luz.

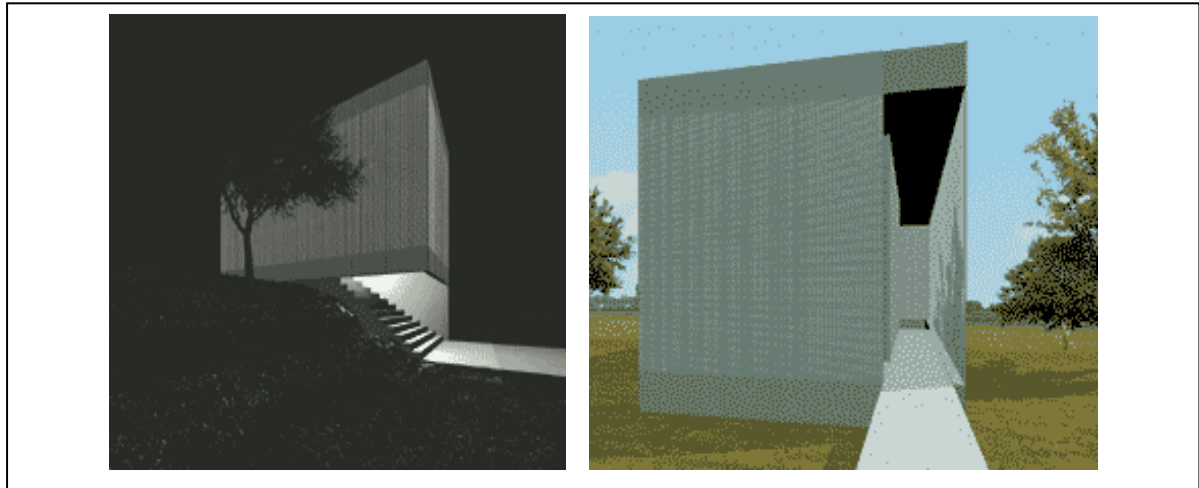


Figura 2.1 – Capilla de píxeles propuesta por Bill Price con Scott McGhee – hormigón traslúcido (Hart S., “Concrete Gets Glamorous in the 21st Century”, Continuing Education Center, From Architectural Record, enero 2005, www.continuingeducation.construction.com)

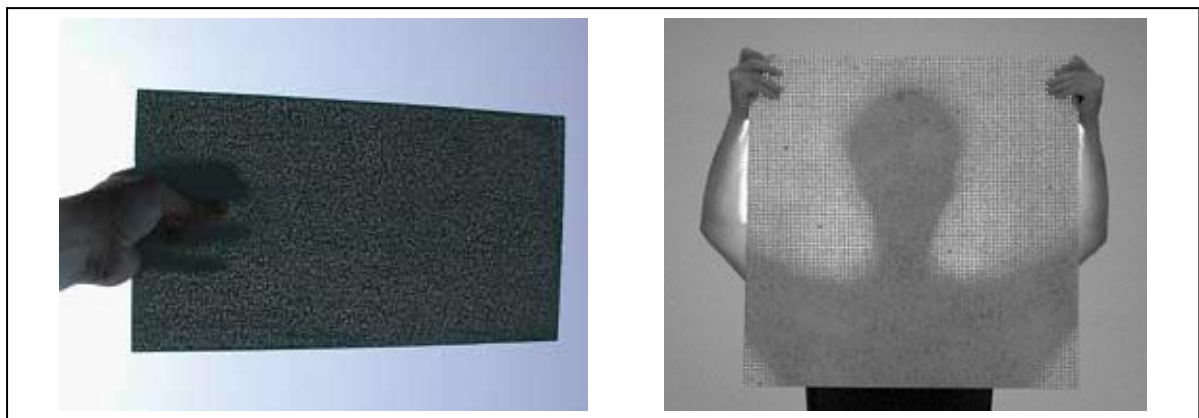


Figura 2.2 – Paneles delgados, con aprox. 3 cm de espesor con un 35 % de transmisión de luz; otro de 2,5 cm de espesor y transmite la luz 25 % (Hart S., “Concrete Gets Glamorous in the 21st Century”, Continuing Education Center, From Architectural Record, enero 2005, www.continuingeducation.construction.com).

Luego de Bill Price, encontramos a Will Witting, arquitecto y profesor de la Universidad de Detroit Mercy en Michigan – EEUU, quien diseñó un prototipo de panel de hormigón traslúcido mezclando arena blanca, cemento portland blanco y hebras cortas de vidrio. Estos paneles son delgados como una moneda en el centro y con 1 cm de espesor en los bordes. Los ensayos en laboratorio mostraron que eran demasiado frágiles para soportar el viento y la lluvia (Aitcin, online GaliciaCAD – www.galiciacad.com, fecha no disponible).

En el año 2001, Áron Losonczi, arquitecto húngaro, realizó una mezcla de hormigón y fibra óptica que dio como resultado un nuevo tipo de material que dejaba pasar la luz. La resistencia del material que desarrolló es igual que el hormigón tradicional, pero permite ver las siluetas del exterior (*artículo digital Arquimaster con referencia en la página oficial de LitraCon, fecha no disponible*). Este fue el primer hormigón translúcido que se comercializó y actualmente se comercializa bajo la marca **“LitraCon”** (Light Translucent Concrete). Para conformar la mezcla, se disponen miles de fibras ópticas de un diámetro que puede ir de los 2 μm a los 2 mm en capas o en celdas, en forma paralela a las dos caras del bloque. Por este motivo, las sombras originadas en el lado más iluminado aparecen en el otro lado destacando su contorno, lo que da la impresión de que el espesor del muro de hormigón desaparece.

Se expusieron diversos prototipos en exposiciones por varias partes del mundo: Museo Nacional de la Construcción de Washington (USA), BAU2005 en Munich; Big Sight en Tokio, etc., como ejemplo de ellos se presenta la Figura 2.3. Se exhibieron prototipos en colores: gris, blanco, marrón, y rojo; como también lisos, con relieve, que depende de los moldes utilizados. Ofrece diferentes textura, color y expresión arquitectónica.



Figura 2.3 – LitraCon. Exhibición en la exposición “Liquid Stone” en el Museo Nacional de la Construcción, Washington (www.litracon.hu).

En el año 2004, aparece otra variante pero similar al LiTraCon, llamado **“Luccon”**, producido por la compañía alemana Heidelberg Cement AG, pero empleó otro método de fabricación: reduciendo la cantidad de fibras ópticas, pero siendo éstas de mayor espesor y disponiéndolas en forma encadenada, dando como resultado líneas de luz, que se ejemplifican en la Figura 2.4 (www.luccon.com y www.hogar.mapfre.com/noticia/1461/material-luccon-un-iluminado-hormigon-transparente).

El cemento y los áridos empleados tienen una granulometría muy fina, con la mezcla se producen bloques y placas prefabricadas que pueden ser taladrados, pulidos o cortados. Según los artículos del National Building Museum establecen que la solidez y consistencia del hormigón translúcido es equivalente a la de hormigones de alta resistencia; tiene una conducción de luz que prácticamente es sin pérdidas a través de las fibras ópticas, permitiendo luces, sombras y colores (incluso a través de paredes gruesas). Luccon es una pasta gris y blanca, pudiéndose realizar con ella piezas hasta de un tamaño de 270 cm x 70 cm x 3 cm (www.nbm.org/liquid_stone, artículos: *Liquid Stone New Architecture in Concrete*, Nov 2010; *Liquid Stone A New Architecture in Concrete*, 2009; y *Liquid Stone Exhibition News Release*, 2008).



Figura 2.4 – Ejemplo del producto Luccon (www.luccon.com)

En la Figura 2.5, este producto fue presentado en varias exposiciones, como en el “480”, “Salone Internainale Del Mobile 2009” en Milán, Luccon junto con el Arq. Kengo Kuma, y en revistas como por ejemplo en Weekend Magazin Vorarberg.



Figura 2.5 – Exposición del producto Luccon (Kuma K., Pavillion en Milán, Design Week 2009)

En el año 2005, en Italia, aparece el llamado “***l-light***”, producido por el grupo internacional Italcementi; con él elaboraron un panel de hormigón prefabricado, compuesto por la combinación de un 96 % de hormigón, 4 % de fibra óptica y resinas.

Fue desarrollado por el arquitecto italiano Giampaolo Imbrighi, encargado de diseñar el Pabellón Italiano para la Expo Shanghai 2010. En la Figura 2.6, se presenta como una solución clara: “*el desarrollo de un material a base de hormigón capaz de transmitir la luz*”. Para la exposición, se conformaron paneles con dimensiones de 500 mm x 1000 mm x 500 mm y un peso de 50 kg, cada uno conteniendo más de 50 filas de resinas en un diseño rectangular y garantizando al menos el 20 % de transparencia (www.italcementigroup.com).

El enfoque de Italcementi en relación al material es low-tech o sea “mínima tecnología” y por tanto, más accesible, según la empresa. En palabras del Director de Innovación de la compañía, Enrico Borgarello, “*la capacidad del hormigón con resina plástica para*

capturar la luz es mayor, en tanto la resina contiene un ángulo visual más amplio que la fibra óptica”. Esta característica, “aumenta las propiedades transparentes del material y la luminosidad de los edificios que lo incorporan” (www.italcementigroup.com).

El grupo empresarial establece que tiene una posibilidad de comercialización del 50 %, está a la espera de la aprobación de la patente, no teniendo decidido si estará disponible mundialmente (Berazaluze, 2011).



Figura 2.6 – Pabellón Italiano en la Expo de Shanghai 2010 (www.italcementigroup.com)

En México, en el año 2005, dos estudiantes de Ingeniería civil de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) de Azcapotzalco, Joel Sosa y Sergio Omar Galván, crearon una versión del hormigón traslúcido, llamado “**llum**”.

En la Figura 2.7, se puede observar un ejemplo del producto llum. A partir del año 2006, está en trámite de patentarse en México y en otros países; ellos fundaron la Empresa “Concretos Traslúcidos”. Desde hace un año, son apoyados financieramente por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) de México para trámites de certificaciones y patentes. También la empresa italiana Italcimenti ha presentado una oferta para comprar la Empresa.

Con este material se producen bloques de diferentes tamaños, siendo el máximo de 120 cm x 60 cm, con un espesor de 5 cm, y manifiestan que es un 30 % más liviano que el hormigón tradicional, manteniendo las mismas características de fraguado y resistencia (www.concretotraslucido.com).

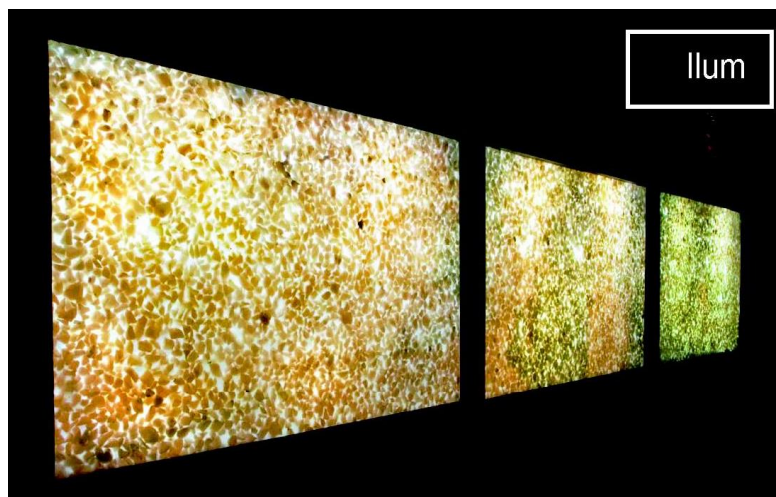


Figura 2.7 – Ejemplo del producto llum (www.concretotraslucido.com)

Cabe observar que en todas las referencias mencionadas anteriormente el material con el cual se hace el hormigón translúcido no contiene agregado grueso por lo que desde el punto de vista técnico podría ser considerado un micro-hormigón especial.

2.2 CARACTERÍSTICAS, PRODUCTOS Y APLICACIONES.

Las aplicaciones del hormigón translúcido que se han producido por distintas partes del mundo se encuentran basadas en el empleo de los productos llamados Litracon, Luccon, I-light, e Ilum. A continuación se exponen las características, los productos que comercializan cada empresa y aplicaciones existentes.

2.2.1 LitraCon

Fue el primer producto disponible para su comercialización en el mundo del hormigón translúcido, es una combinación de fibras ópticas y micro-hormigón y se produce en bloques de construcción prefabricados.

Según información del fabricante, debido al pequeño tamaño de las fibras, se mezclan en el hormigón convirtiéndose en un componente más del material generando una mezcla homogénea en su estructura interna y en la superficie, lográndose un producto final pulido. Con respecto a su forma es en bloques prefabricados, con 96 % de hormigón y 4 % de fibra óptica, una densidad de 2100 – 2400 kg/m³, resistencia a la compresión de 50 MPa resistencia a la tracción – doblado de 7 MPa. Con respecto al tamaño, un máximo de 1200 mm x 400 mm, un espesor entre los 25 mm y los 500 mm. Otros tamaños (de menor tamaño) de bloques están disponibles bajo pedido. Los colores que se presentan en Figura 2.8, en blanco, gris y negro, y otros colores están disponibles bajo pedido.

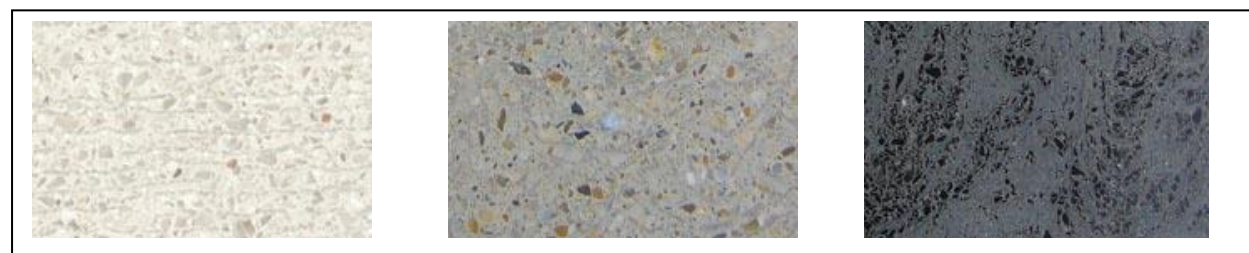


Foto 2.8 LiTraCon – colores en blanco, gris y negro (www.litracon.com)

Con el hormigón traslúcido LitraCon, se comercializan tres tipos de productos:

- i. **Litracon:** fue el primer producto en el mundo en comercializarse en bloques prefabricados a base de cemento y fibras ópticas. Es aplicable en muros interiores no portantes y decoración (Figura 2.9).

Se patentó en Europa con fecha 10/07/2008, con el número 08776250.6, correspondiéndole el número de aplicación internacional PCT/HU2008/000084 y el número de publicación internacional WO 2009/007765 con fecha 15/01/2009. La patente completa Europea y la patente completa de Estados Unidos, con el nro. 8091303, se ubica en el Anexo II.



Figura 2.9 Litracon

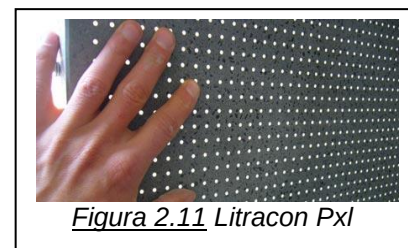
El resumen, la patente establece que dicha invención se refiere a un bloque de construcción con propiedades translúcidas entre una primera superficie y una segunda superficie, espaciadas entre ellas; las propiedades translúcidas se proporcionan por elementos translúcidos que se extienden entre las superficies de contorno y que están espaciados entre sí. El bloque está formado por un material tipo que llena los espacios entre los elementos translúcidos, y tiene rigidez suficiente como para conservar su forma y posición bajo el efecto de fuerzas aplicadas por el llenado del material.

El elemento translúcido está interconectado (tipo tejido) para constituir una estructura integral. Por lo tanto, el objeto de esta invención es proporcionar un bloque de construcción translúcido, que supere las técnicas anteriores, que pueda ser producido fácilmente a un bajo costo y en tamaños arbitrarios, no hay necesidad de aplicar costosos componentes, así como para proporcionar una solución para la fijación de la posición relativa de los elementos translúcidos, ya sea entre sí o en moldes en el caso de la producción de bloques de construcción más gruesos o más delgados. En el resumen se citan algunos documentos de patente y publicaciones tomados como referencias bibliográficas.

- ii. **Litracube Lamp:** es una lámpara de mesa, ver Figura 2.10, con un diseño en prisma y un tamaño de 221 mm x 175 mm x 175 mm, el material utilizado es de hormigón traslúcido LiTracon, vidrio y acero inoxidable, con un peso de 10 kg, conexión a corriente eléctrica E14 / 220V / 60W máximo. En cuanto al color se encuentra en blanco (www.litracon.com). Es aplicable en decoración de interiores.



- iii. **Litracon pXL:** Contrariamente a los anteriores, en éste producto no hay fibras ópticas para la transmisión de la luz, es un nuevo producto en forma de paneles, a base de cemento y resinas plástica, pero consta de una unidad especialmente formada y patentada de plástico. Los puntos de luz aparecen con distribución regular en la superficie de los paneles al igual que los píxeles en una pantalla LCD.



Los paneles están reforzados y pueden ser posicionados al ras del suelo en altura, haciendo la instalación más fácil. Los puntos de luz aparecen con distribución regular en la superficie de los paneles pXL al igual que los píxeles en una pantalla LCD. Es aplicable en exteriores, no es portante.

Tiene una forma de fabricación industrializada y al utilizar resinas plásticas, lleva hacer que el nuevo material pXL tenga en un rango de precio más accesible que el LiTraCon. Según el fabricante, es fácil crear patrones o logotipos incluso de colores fuera de los píxeles. Es posible crear no sólo paneles lisos, sino también objetos 3D con formas dobladas o curvas, y cuerpos huecos. Entre muchos otros, esta opción puede dar ideas para diseñar por ejemplo, estatuas públicas o mobiliario urbano iluminado. Se trata de paneles prefabricados con refuerzos, constituidos en un 96 % de hormigón y un 4 % de PMMA (polimetilmetacrilato – acrílico obtenido por polimerización del metacrilato de metilo), con una densidad de 2100 – 2400 kg/m³, tamaños que van desde un mínimo de 1200 mm x 600 mm x 40 mm, a un máximo de 3600 mm x 1200 mm x 60 mm, otros tamaños se realizan por pedido.

Con LiTraCon hay muchos proyectos realizados, ver Figura 2.12 hasta Figura 2.16, se presentan una variedad de diseños en esculturas, paredes interiores, logos, escritorios, decoración, y exposiciones.



Figura 2.12 – Proyectos realizados de escultura (www.litracon.com)



Figura 2.13 – Proyectos realizados de logos (www.litracon.com)

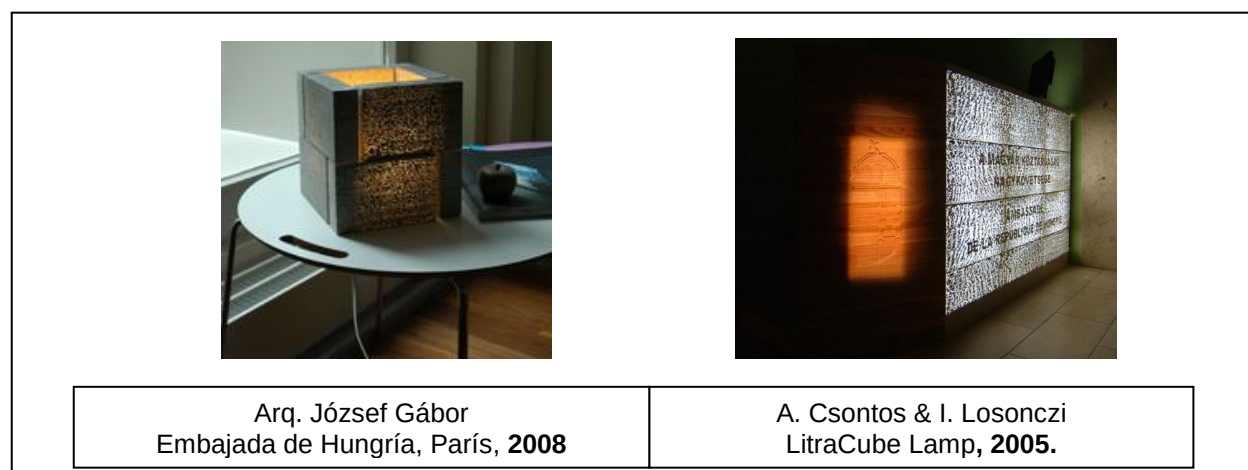


Figura 2.14 – Proyectos realizados de escritorios y decoración (www.litracon.com)



Figura 2.15 – Proyectos realizados de exposiciones (www.litracon.com)



Figura 2.16 – Proyectos realizados de paredes interiores (www.litracon.com)

2.2.2 *Luccon*

Luccon fue patentado en Estados Unidos, con fecha 13/08/2009, con el número US2009/0200703 A1. La patente completa se ubica en el Anexo II.

En resumen, la patente genera una invención presentando un método y dispositivo para producir bloques moldeados hechos con materiales aglomerantes hidráulicos, fibras, esterillas, telas unidas y tejidos embebidos en el mismo, se emplea para hacerlos un encofrado compuesto de un bastidor y una base móvil verticalmente. La base se ajusta primero a una cierta altura que corresponde a la altura de una capa de aglomerante hidráulico y luego se coloca las fibras, esterillas, telas unidas o tejidos. El encofrado se llena hasta su borde superior con un mortero en base a aglomerante hidráulico. Las fibras, esterillas, telas unidas y tejidos se insertan en el material fresco en la orientación deseada, y la base de los encofrados reduce luego la altura. Estos pasos se repiten hasta que la base de los encofrados no puede reducirse aún más.

En la patente se presentan diferentes puntos donde se hace una breve descripción de este hormigón translucido, entre ellos se tienen:

- i) El bloque moldeado, producido según la patente, se puede utilizar para obtener bloques más pequeños por medio de corte hacia arriba transversalmente y longitudinalmente, pero siempre en la dirección de las fibras.
- ii) Como aglomerante hidráulico es adecuado usar cemento portland y cemento portland con escorias.
- iii) La matriz puede contener aditivos y/o adiciones naturales y/o artificiales.
- iv) Las adiciones son, por ejemplo, puzolanas naturales y artificiales, pigmentos de color, polímeros dispersados, polvos de piedra, etc. Las cantidades típicas son, por ejemplo, 3 % al 8 % en peso para pigmentos de color y hasta 30 % en peso para cenizas volantes, polvos de piedra, etc.
- v) Los aditivos son, por ejemplo, agentes inclusores de aire, fluidificantes, plastificantes, aceleradores, retardadores, etc. Las cantidades presentes de cada uno pueden llegar a ser del 5 % en peso, aunque en casos individuales ha llegado hasta 10 % en peso.
- vi) Son utilizadas arenas, gravillín o piedra partida para lograr una distribución uniforme y densa de las fibras ópticas, y mezclar con un tamaño máximo de agregado de aproximadamente 2 mm han mostrado tener éxito. La relación de masa cemento/arena es generalmente 1/1 o 1/3.
- vii) Las fibras empleadas son fibras ópticas.

El hormigón traslúcido **Luccon**, se comercializa en cuatro tipos de productos:

- i. **Luccon:** son paneles compuestos de microhormigón de alta resistencia con fibras ópticas organizadas en forma de tejido o tela translúcida de fibra óptica que son colocadas por capas en moldes prefabricados. Con el corte del panel se obtienen elementos con formas y espesores variables. Está disponible en varios colores, tamaños y tratamientos de las superficies. Es aplicable en muros interiores y decoración interior. Se producen en dimensiones de 120 cm x 60 cm x 2 cm, 200 cm x 70 cm x 2,5 cm, 250 cm x 70 cm x 3 cm, y 270 cm x 70 cm x 3 cm. Otros tamaños fuera de lo estándar son bajo pedido. El espesor es de 20 mm (otros espesores también bajo pedido). Los colores disponibles están en lava, gris y blanco (otros colores bajo pedido). Su procesamiento consiste en Corte, biselado, perforación y buñido. Según información del fabricante, tiene una resistencia a la compresión mayor a 90 MPa, resistencia a la tracción por flexión mayor a 12 MPa, una densidad aparente de 2100 – 2300 kg/m³.



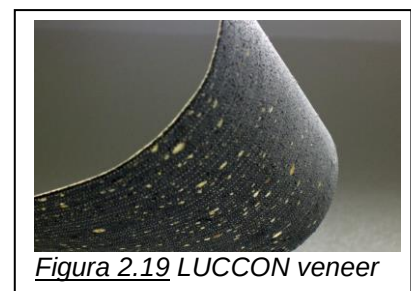
- ii. **LUCCOtherm:** son bloques con aislamiento térmico, compuestos de microhormigón con granulometría muy fina, fibras ópticas y aislamiento térmico integrado. Es aplicable en muros exteriores pero también en losas.

Según información del fabricante, es resistente a las heladas y al salitre. Por información del producto presente, el proceso del producto consiste en pegado, cortado, lijado, perforación, lustrado; en cuanto a sus dimensiones, son bloques estándar de hasta 250 cm x 80 cm, con un espesor de 15 cm, con una conducción térmica de hasta 0,18 W/m², y una resistencia a los UV.

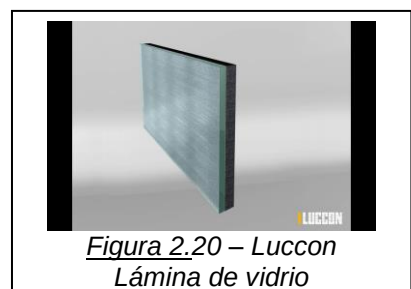


- iii. **LUCCON veneer:** son láminas con dimensiones de hasta 100 cm x 50 cm y con 8 mm de espesor, compuesto de hormigón traslúcido con fibra óptica o con fibra de cuarzo. El proceso del producto consiste en cortar, pegar, perforar, etc. La característica principal del producto es la flexibilidad tridimensional a través de revestimiento con lámina de soporte y por información disponible son resistentes a los rayos UV.

Es aplicable en la ingeniería automotriz y marítima (en yates); como decoración.



- iv. **LUCCON / láminas de vidrio:** Mediante una técnica especial que permite combinar el producto Luccon con vidrio de seguridad o aislamiento se constituye una unidad indivisible, brillante, con superficie transparente de hormigón para fachadas, escaleras, pavimentos, muebles; presenta incontables posibilidades en la arquitectura y el diseño.



Los proyectos realizados del producto Luccon que se presentan desde la Figura 2.21 hasta la Figura 2.27, corresponden a diferentes empleos (diseño de interiores, escaleras, escritorios, etc.).

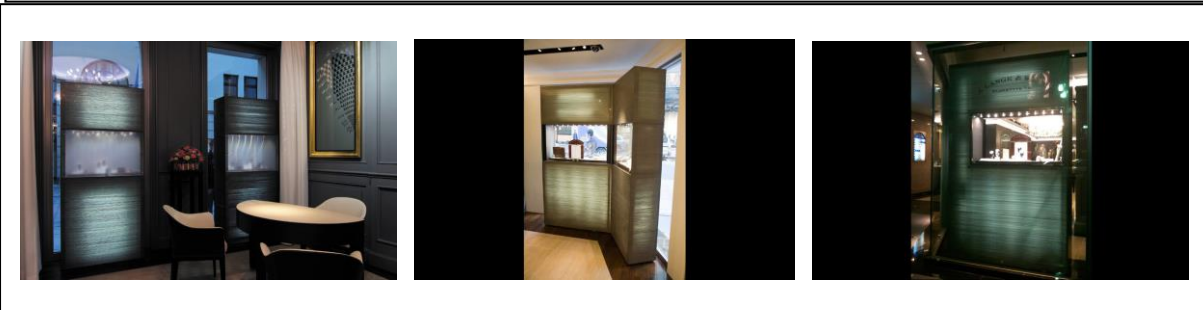
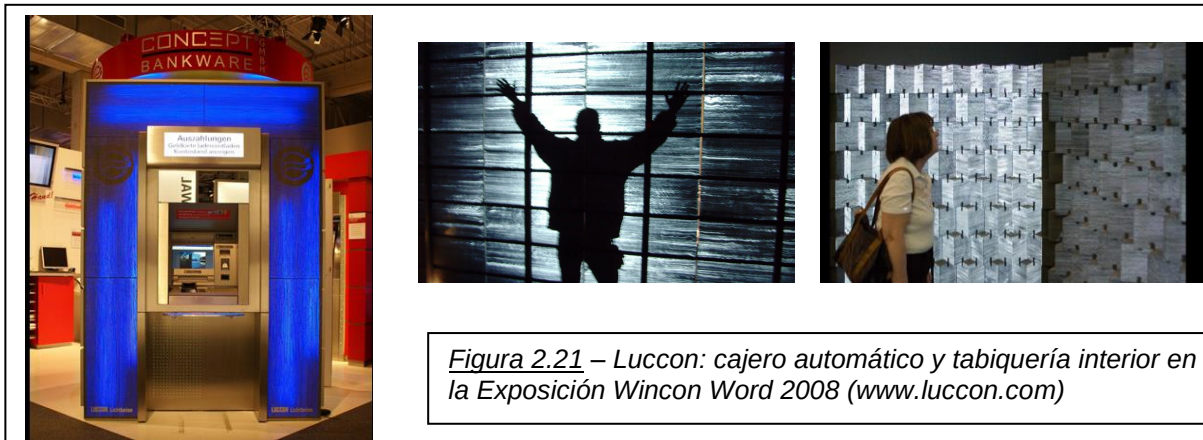


Figura 2.22 – Luccon: Proyectos realizados en el interior del edificio: Relojería Lange & Soehne en Dresden, Shanghai, Katharinengurg, Tokyo y Hang Zhou (www.luccon.com)

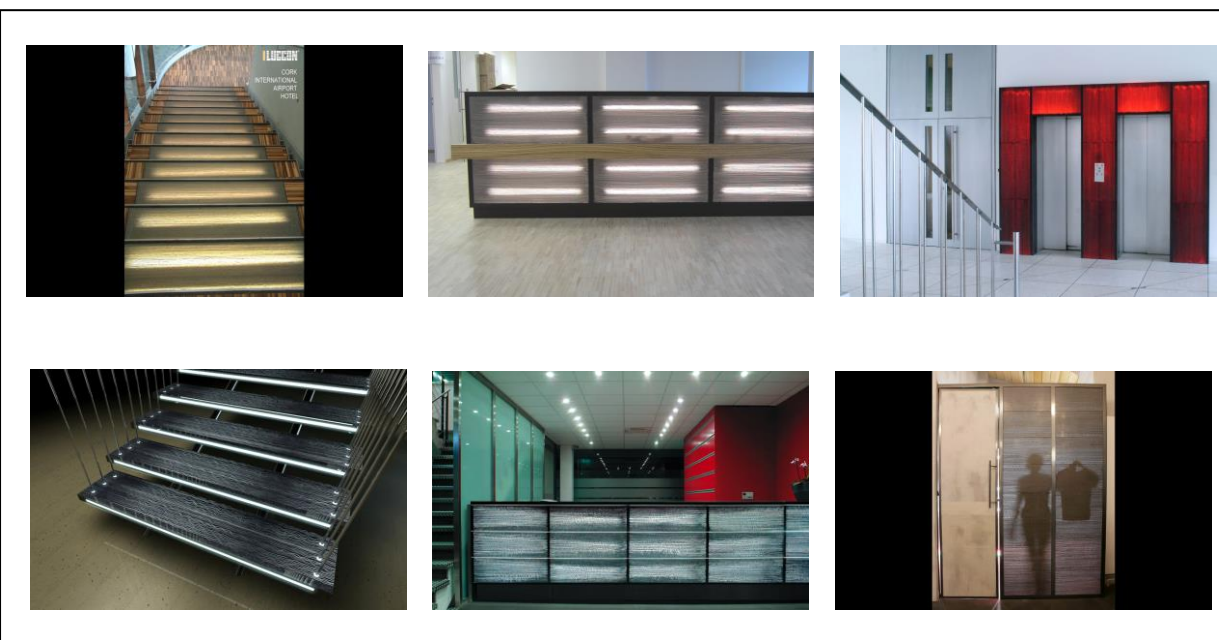


Figura 2.23 – Luccon: proyectos realizados en espacios interiores: escaleras, escritorios, paredes interiores (www.luccon.com)



Figura 2.24 – Luccon: ejemplo de lavatorios para baños públicos. (www.luccon.com)



Figura 2.25 – Luccon: proyectos realizados en espacios exteriores: muros exteriores, esculturas, etc. (www.luccon.com)

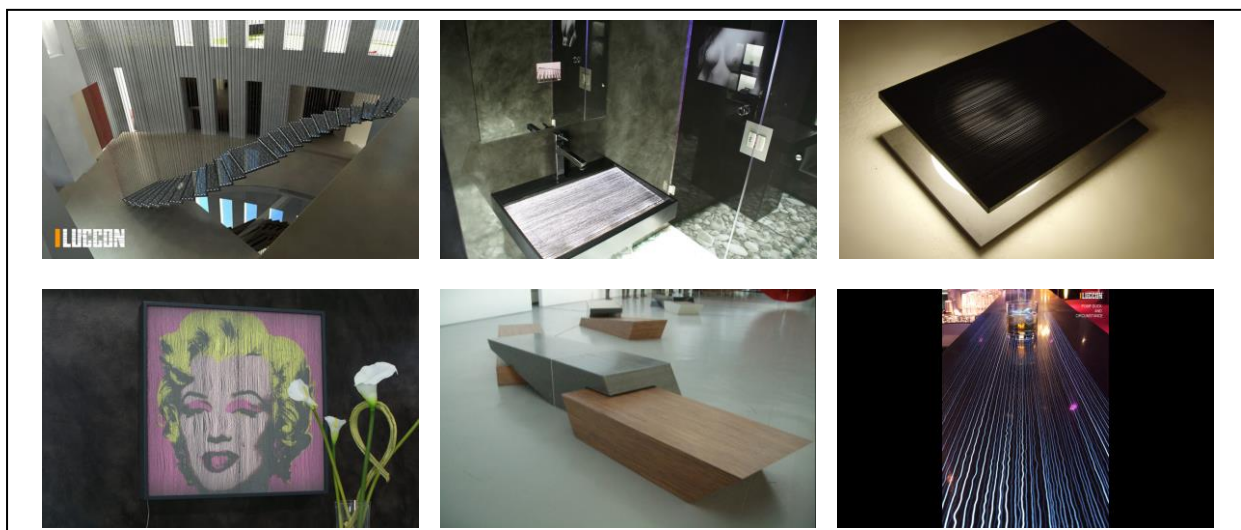


Figura 2.26 – Luccon, y los Arq. Kuma K. y Lipparini M., McClellan B. e Gast I.: proyectos realizados en espacios interiores y decoración: tabiquería, lavatorios y mesa de living, banco cuadro y mostrador (www.luccon.com)



Figura 2.27 – Luccon: proyectos realizados de bancos en espacios exteriores: parques, plazas, etc. (www.luccon.com)

2.2.3 I-Light

El hormigón traslúcido **I-light**, es comercializado por el grupo internacional Italcementi en paneles. Se está a la espera de la patente y aún no se ha decidido si estará disponible mundialmente (Berazaluze, 2011).

Según figura en información suministrada por el fabricante, está compuesto de resinas especiales y hormigón. Este producto – hormigón traslúcido – ha sido desarrollado para cumplir con los requisitos específicos de diseño arquitectónico de las paredes exteriores del Pabellón italiano de la Expo Mundial 2010 en Shanghai. Las propiedades de fluidez de la mezcla permiten la unión de la resina en el panel, combinando la robustez y transmisión de luz, tanto hacia el interior como hacia el exterior.

También exponen, que las dimensiones de los paneles son: espesor 50 mm, largo 1000 mm, ancho 500 mm, una masa de 50 kg, conteniendo más de 50 filas de resinas adaptándose a una forma rectangular con una transparencia de aprox. entre 18 % y 20 % (como porcentaje con respecto a la superficie total). En relación a ensayos de envejecimiento después de más de 1 año de exposición natural al aire libre no se observó degradación en ensayos realizados en el Politécnico de Milán. En cuanto a la resistencia a la flexión, el límite elástico es de 1,92 MPa con prueba interna (desplazamiento controlado), y las tensiones máximas: 7,70 MPa – Prueba Interna (desplazamiento controlado), donde el endurecimiento por deformación comportamiento plástico (sin material suelto / separado, se observó durante la fase de post-pico).

En la Tabla 2.1 se presenta la composición, propiedades mecánicas, y características con la incorporación de resina del producto I-light.

Composición		
Cemento	52,5 R de tipo I	Para asegurar un rápido endurecimiento y alta resistencia.
Selección de arena / grava con tamaño de partícula adecuada	Silicio / calcárea	Para obtener un esqueleto granular compacto
Fibras de acero inoxidable	Para proporcionar alta tenacidad (ductilidad)	
Fibras de polipropileno	Para minimizar el riesgo de craqueo en edades tempranas	
	Para atenuar fenómenos lentos de deformación	

Propiedades mecánicas:		
Resistencia a la compresión	65 MPa	EN 12390-3
Resistencia a la flexión	10 MPa	EN 12390-5
Módulo de elasticidad	39000 MPa	UNI 9771

Características con la incorporación de resina:		
Resistencia a la tracción	65 MPa	ISO 527-1/-2
Módulo de tracción:	3200 MPa	ISO 527-1/-2
Elongación a la rotura	3 %	ISO 527-1/-2
Factor de transmisión (óptica)	92 %	DIN 5036
Resistencia al fuego	Clase B2	DIN 4102
Resistencia a los rayos UV	Bueno	Ensayo propio
Resistencia química	Bueno a los ácidos y álcalis	Ensayo propio

Tabla 2.1 – Características del I-Light

En cuanto a la versatilidad de los paneles, se presenta en las Figuras 2.28 y 2.29, donde se muestra que se puede cambiar el color de las resinas, formato interior de la rejilla del panel, dimensión del panel y color del mortero. Además puede ser utilizado como elementos decorativos, en balcones, cubierta del tejado, paredes, pisos, escaleras y, terrazas.



Figura 2.28 – Características de los paneles.



Figura 2.29 – Sectores en donde se puede utilizar I-light.

Además, establecen los fabricantes, que en relación a su performance y costos, los componentes de la resina permiten capturar más la luz que las fibras ópticas, ya que generan un cono de luz más grande para pasar a través de la superficie. La transmisión de la luz del componente de las resinas es igual a un vidrio, siendo más tenaz que los productos que contienen fibra óptica. Su costo es por lo menos 10 veces menor que el mismo material obtenido utilizando fibras ópticas, y laboratorios de Universidades están trabajando para cuantificar la cantidad de ahorro de energía para cada diseño de panel (www.italcementigroup.com/NR/rdonlyres/49249D50-295F-44BB-8C85-D8013E11B820/0/i_light_brochure.pdf).

Hasta el momento se ha aplicado solamente en el Pabellón italiano de Expo Shanghái 2010, presentándose en las Figuras 2.30 y 2.31. Se construyeron 3774 bloques de 500 mm x 1000 mm x 50 mm y de 50 kg hormigón traslúcido, como también paneles, cubriendo una superficie de 1887 m², representando el 40 % del total del Pabellón.

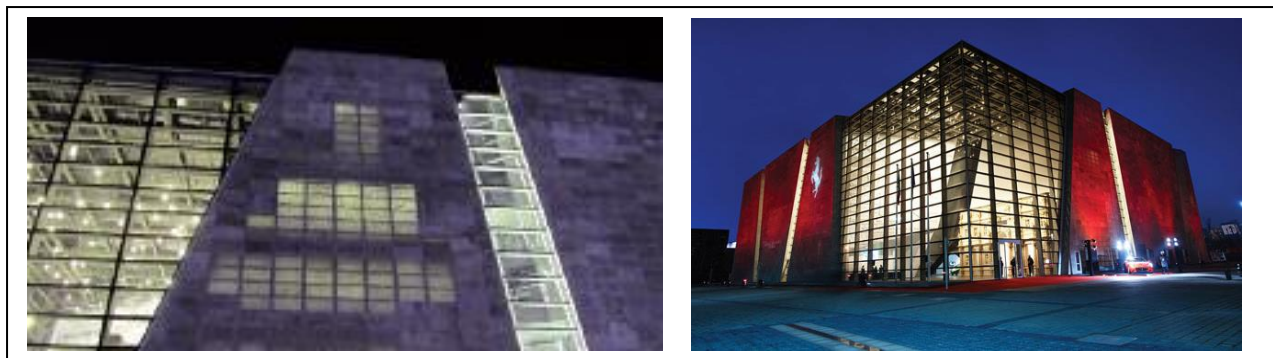


Figura 2.30 – Fachadas principales, edificio con 3774 bloques de hormigón traslúcido, representa el 40 % del total del edificio. Pabellón italiano para la Expo Shangai 2010 (www.italcementigroup.com)

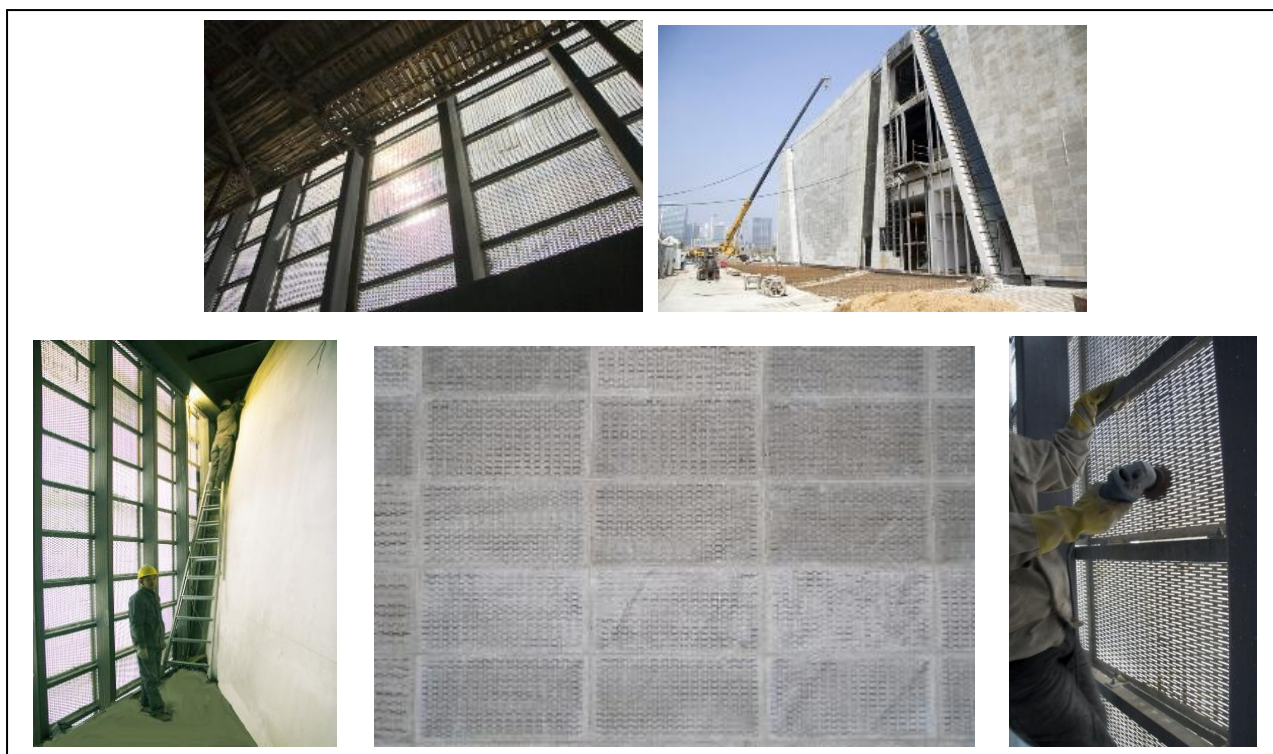


Figura 2.31 – Proceso de construcción y ubicación de los paneles del Pabellón italiano para la Expo Shanghai 2010 www.italcementigroup.com)

2.2.4 ILUM – “Concreto Traslúcido”

Según información suministrada por los fabricantes, cumple con los requisitos de las normas oficiales mexicanas. Es un hormigón polimérico a base de una mezcla mineral de óxidos metálicos, polímeros, agregados finos y agregados gruesos, además posee propiedades mecánicas mejoradas del hormigón convencional, con niveles de paso de luz hasta de un 80 %.

Se gestionó la patente en México con fecha 17/10/2005 con número de solicitud PA/a/2005/011140, y se concedió con fecha 29/06/2009 con el número MX267847B. Solo cuenta con un resumen y no establece especificaciones técnicas concretas, se presenta en el Anexo II.

Las dimensiones en que se fabrican son de: 120 cm x 60 cm, 50 cm x 50 cm, 45 cm x 45 cm; 30 cm x 30 cm espesores de 2 cm, 2,5 cm y 5 cm.

En cuanto a la resistencia a la compresión es mayor a 60 MPa y como mínimo de 45 MPa, la resistencia a la flexión es de 2,55 MPa, deformación de flexión máxima de 1,55 mm, la resistente a la corrosión es buena, es resistente a la acción de los sulfatos de Calcio, Magnesio y Sodio, al ataque de los ácidos Sulfúrico, Clorhídrico y Sódico, y resistente al hidróxido de Sodio, Potasio y Calcio. Presenta una permeabilidad del 0,05 %, un módulo de elasticidad de 24 GPa y un peso volumétrico de hasta un 30 %.

La colocación en sitio se diferencia con la del hormigón tradicional en que requiere de un encofrado especial y de personal calificado por la empresa Concretos Translucidos, para su aplicación. No se recomienda utilizar tachos para su transporte. Los agregados a utilizar pueden ser cualquier tipo de agregado pétreo poroso, no pudiéndose utilizar agregados orgánicos ni de superficie lisa. En la transmisión de la luz, depende del espesor de la placa, tipo y tamaño del agregado, lo mínimo que se alcanza es a distinguir las siluetas.

En lo térmico, es mejor en comparación que el vidrio, metal y hormigón tradicional.

Por lo que se puede aplicar en pisos, muros, cubiertas para cocina, placas para lavabos, tragaluces, mamparas, lambriz, ventanas ciegas, escritorios, cabeceras, buros, repisas, bancos, mesas de centro, lámparas, macetas, entre otros.

Tiene una vida útil de 50 años, validada por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UAM. Además posee propiedades fungicidas, lo cual lo hace útil en aplicaciones clínicas y de laboratorios.

La empresa que lo fabrica comercializa dos productos:

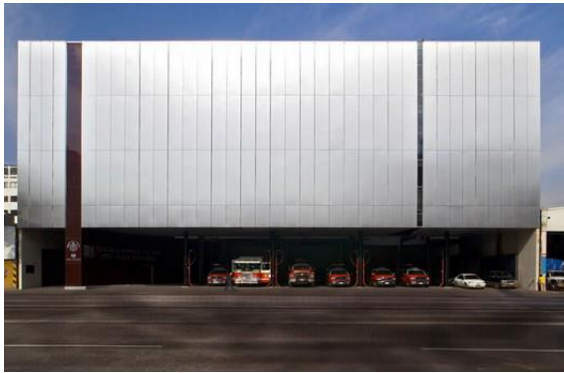
- i. **ILUM:** piezas prefabricada de hormigón traslúcido. El Ilum es un hormigón translúcido de alta resistencia. El cual se puede pedir con o sin agregados, en diferentes dimensiones o colados en sitio. Las dimensiones son las mencionadas anteriormente.
- ii. **Aditivo Ilum:** Aditivo para la producción de un hormigón que permite el paso de la luz y mejora algunas importantes características mecánicas.

Hasta el momento el único proyecto realizado con el producto ILUM, es la Estación de Bomberos Ave Fénix, de la Delegación Cuauhtémoc, en México D.F., diseñados por los Arq. Pardo F. y Amezcua J., en el año 2006, que se presenta en la Figura 2.32.

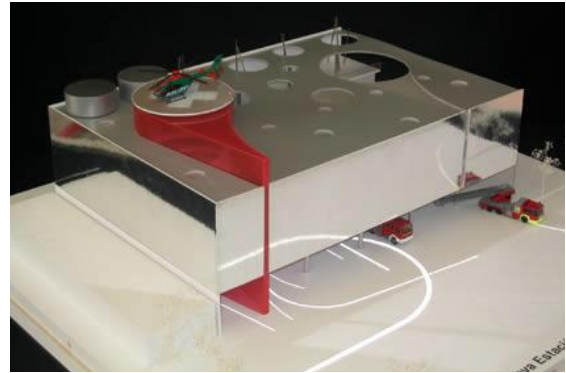
El proyecto funciona en el exterior como una caja elevada con volumen de gran tamaño que refleja la ciudad, mientras que en el interior diferentes espacios están interconectados por perforaciones redondas que permiten una circulación horizontal y vertical, iluminación y usos.

Debido a las condiciones del sitio y el programa, que en adición a las áreas básicas requeridas para una estación de bomberos, se entretejen espacios públicos y privados incorporando programas de capacitación y consulta para el público en general, así como la llamada “bomberoteca” (biblioteca de bomberos).

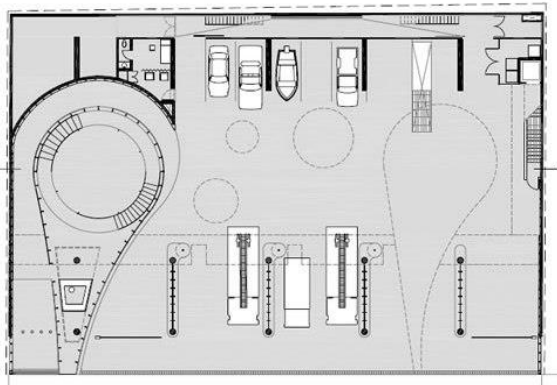
El helipuerto es una plataforma de 20 m x 22 m, flotando sobre la azotea por medio de una estructura y una base de hormigón translúcido, que permite el paso de luz a los patios interiores.



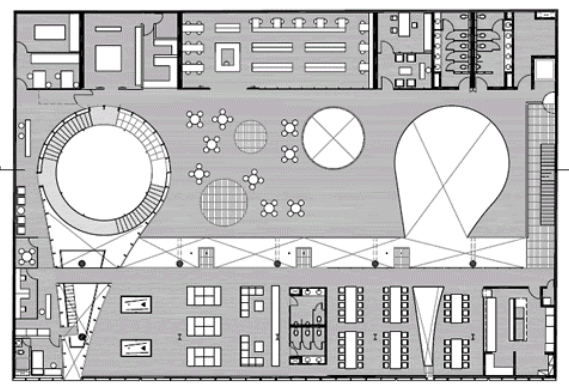
Fachada Principal



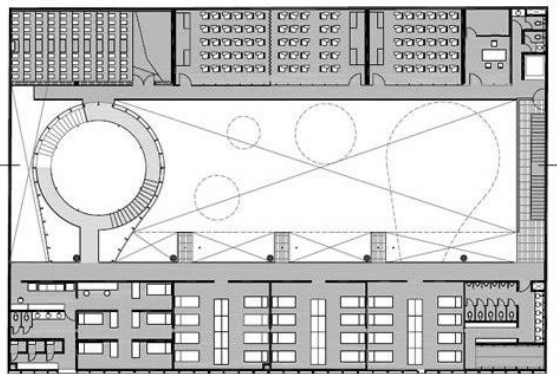
Maqueta



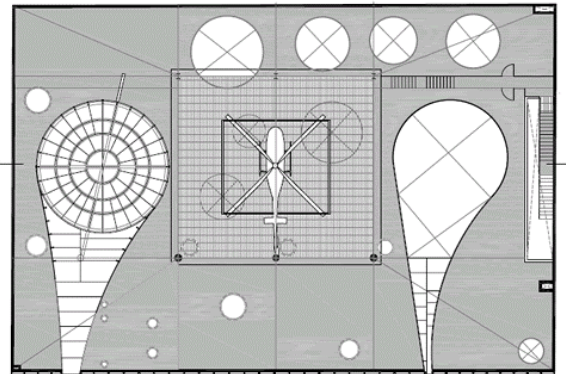
Planta Subsuelo



Planta baja



Planta Alta



Planta Azotea

Figura 2.32 – Fachadas, maquetas y plantas de la Estación de Bomberos.

En otros proyectos recientes, se incorporó placas Ilum sobre las fachadas, uno es en el Edificio inaugurado en el año 2010 corresponde al Museo Soumaya en la Ciudad de México y el otro es un proyecto todavía no construido que corresponde al Edificio ICA – Ing. Civiles Asociados, también de la Ciudad de México, ver Figuras nro. 2.33 y 2.34.



*Figura 2.33 – Museo Soumaya en la Ciudad de México - Estudio LAR y Arq. Fernando Romero
Escultura hiperbólica irregular - Fachada de HT - Inauguración finales de 2010*



Figura 2.34 - Proyecto Edificio ICA (Ing. Civiles Asociados) Mexico D. F. – sin construcción.

2.2.5 Resumen de las Características

En la Tabla 2.2 se presentan las propiedades más significativas disponibles en la literatura de los hormigones translúcidos mencionados en los puntos anteriores. Se puede observar que se dispone de muy poca información sobre las propiedades de los hormigones translúcidos que se comercializan a nivel mundial, lo cual justifica la realización del presente trabajo pionero en la temática desde el punto de vista técnico.

Tabla: Propiedades más significativas disponibles del HT

Unidad	LiTraCon	Luccon	I-ligth	Ilum
Densidad kg/m ³	2100-2400	2100-2300	nd	nd
Resist. Compresión MPa	50	90	65	60-45
Resist. Flexión MPa	nd	nd	10	2,55
Resist. Rayos UV	nd	Muy buena	nd	Buena

nd: no disponible

Tabla 2.2 - Propiedades de los hormigones translúcidos que se comercializan mundialmente.

En la Tabla 2.3 se presentan todas las características disponibles.

Tabla: Características del hormigón translúcido de los diferentes productos

	LiTraCon			I-LIGHT	ILUM	LUCCON			
	LiTraCon	Litracube Lamp	Litracon pXL			Luccon	LUCCOthem	LUCCON veneer	LUCCON / laminas de vidrio
Material utilizado	micro-hormigón + fibra óptica	hormigón traslúcido LiTraCon, vidrio y acero inoxidable	hormigón + acrílico (polimetilmetacrilato)	hormigón + resinas	hormigón + polímeros	micro-hormigón + fibra óptica	Micro - hormigón + fibra óptica + aislamiento térmico	hormigón translúcido con o sin fibra óptica	hormigón + vidrio seguridad o aislamiento
Forma	bloque prefabricado	Prisma	paneles prefabricados con refuerzo	Bloque y paneles	Bloque	Bloque	Bloque	Lámina	Lámina
Tamaño	1200x400mm	221x175x175mm	1200x600x40mm - 3600x1200x60mm	1000x500mm	120x60cm, 50x50cm, 45x45cm; 30x30cm	120x60x2cm, 200x70x2,5cm, 250x70x3cm, 270x70x3cm.	250x80cm	100x50cm	100x50cm
Espesor	25mm - 50mm.	-----	-----	50mm	2cm 2.5cm 5cm	20 mm	15 cm	0,8 mm	0,8 mm
Densidad	2100-2400 kg/m ³	-----	2100-2400 kg / m ³	-----	-----	2100 - 2300 kg/m ³	-----	-----	-----
Peso	10 kg	-----	-----	50 kg	-----	-----	-----	-----	-----
Colores	Blanco Gris Negro	Blanco Gris Negro	-----	-----	-----	Lava, gris y blanco	-----	-----	-----
Resistencia a la compresión	50 N/mm ²	-----	-----	65 MPa	600kg/cm ² - 450 kg/cm ²	90 N/mm ²	-----	-----	-----
Resistencia a la flexión	-----	-----	-----	10 MPa	2.55 KN	-----	-----	-----	-----
Resistencia a la tracción - doblado	7 N/mm ²	-----	-----	65 MPa	-----	12 N/mm ²	-----	-----	-----
Módulo de elasticidad	-----	-----	-----	1,92 MPa	24,320 Kg/cm ²	-----	-----	-----	-----
Conducción térmica	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,18 W/m ²	-----	-----
Resistencia UV	-----	-----	-----	bueno	-----	-----	muy alta	muy alta	muy alta

Tabla 2.3 – Características disponibles de los hormigones translúcidos que se comercializan.

3. Investigación experimental

3.1 Planeamiento de la Investigación

A partir de la recopilación de bibliografía, normativas vigentes, datos y antecedentes desde la creación del hormigón traslúcido, su procedencia, aplicación y evolución para la industria de la construcción; en la parte experimental este trabajo se centrará en las posibilidades de su realización con materiales que se comercializan o están disponibles en nuestro país, así como la caracterización de algunas de las propiedades más importantes del material.

Por lo presentado en la sección anterior la mayoría de los hormigones translúcidos que se comercializan a nivel mundial son realizados en base a micro-hormigón con fibras ópticas.

En la búsqueda de los componentes adecuados para la elaboración de hormigón traslúcido, la fibra óptica es el más importante a estudiar. Dentro de la disponible en nuestro país se encuentran cables de transmisión de datos para telecomunicaciones que suministran e instala una Empresa Estatal y también los que comercializa una Empresa Privada. También, Empresas Distribuidoras, importan y comercializan artefactos luminosos decorativos cuyo principal componente es la fibra óptica.

Los cables de la Empresa Estatal, en su interior, cuentan con varios cables con protección (entre 8 a 24) y en cada uno cuenta con dos o más fibras ópticas de color blanco y azul; éste cable tiene características monomodo. El cable que comercializa la Empresa Privada, en su interior, también cuentan con varios cables protectores (solo 8) y en cada uno cuenta con una fibra óptica incolora; éste cable tiene característica multimodo. Los artefactos decorativos luminosos que comercializa otra Empresa Privada cuentan con la fibra óptica incolora libre de protección con características multimodo.

Por lo cual, primeramente se hizo un estudio previo a los efectos de seleccionar la fibra óptica más adecuada para la elaboración del hormigón traslúcido; en él, se estudia la influencia del tipo de fibra óptica (monomodo o multimodo).

En relación al micro-hormigón empleado para la elaboración del hormigón traslúcido, en el Proyecto ANII FMV 2009-1-2717 – Proyecto I+D. Cabe observar que *“Investigación, Desarrollo y Aplicación de Micro-Hormigón de alto desempeño para infraestructura urbana, vivienda social y construcción edilicia.”*, realizado en el Instituto de la Construcción desde marzo de 2011 hasta mayo de 2013, se ejecutó un programa experimental del cual para este trabajo se seleccionó un micro-hormigón de alto desempeño medio-rico (Rodríguez de Sensale et al. 2012), estudiándose el efecto de la inclusión de fibras ópticas en él según lo indicado en el párrafo anterior.

Con la dosificación del micro-hormigón seleccionada y 5 % en peso de la fibra seleccionada en el estudio previo, en este trabajo final de Diplomado se realizaron probetas de hormigón traslúcido, estudiándose la resistencia a la compresión a diferentes edades (7, 28 y 56 días), resistencia a la flexión a los 28 días, absorción de

agua a los 28 días y resistencia a la temperatura (100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C y 600 °C) a los 28 días.

Para ello se realizarán distintos prototipos de hormigón traslúcido, estudiándose las diferentes variables vinculadas a la inclusión de fibra óptica, extrayéndose testigos en probetas de 5 cm x 5 cm x 5 cm para el estudio de la resistencia a la compresión, resistencia a la temperatura y resistencia a la absorción. En testigos con probetas de 4cmx4cmx16cm se intentó estudiar la resistencia a la flexión.

Con los resultados alcanzados se hizo un análisis estadístico básico a los efectos de obtener parámetros básicos (media, desviación estándar, coeficiente de variación).

En la Figura 3.1 se presenta un organigrama del trabajo final de Diplomado realizado para el estudio del hormigón traslúcido.

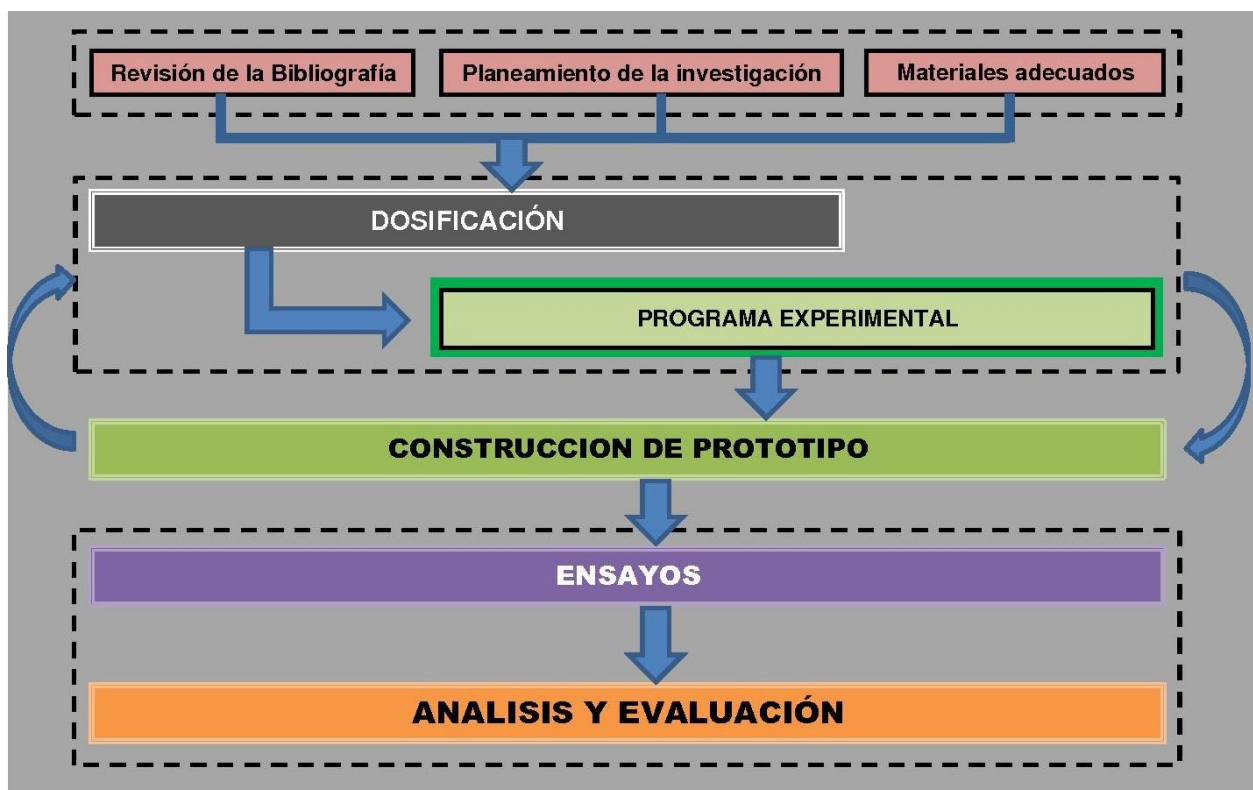


Figura 3.1 Cronograma de estudio del hormigón traslúcido.

3.2 Materiales

Los componentes para conformar el hormigón traslúcido a realizar en la parte experimental son los siguientes:

- 1) **Cemento Portland:** Cemento Portland Normal CPN40, procedente de una de las fábricas de nuestro país. Se adjunta ficha técnica en el Anexo I.
- 2) **Agregado fino:** natural, proveniente de río, siendo una arena terciada cuya distribución granulométrica se presenta en la Figura 3.2 para lo cual se realizó un estudio granulométrico según norma UNIT 248:2002. Observándose que mayoritariamente es más gruesa que la arena clase I, recomendable para su empleo en hormigón; lo cual es recomendable para micro-hormigón ya que al tener mayor cantidad de cemento que un hormigón convencional, se pueden emplear agregados más gruesos.

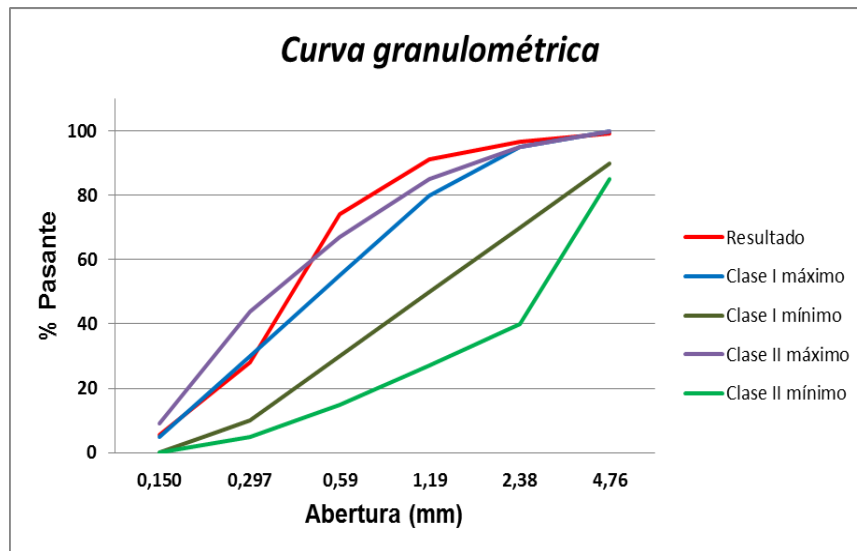


Figura 3.2 – Gráfica de la curva granulométrica

- 3) **Aditivo:** superfluidificante, en base a policarboxilatos, densidad 1,10 kg/l.
- 4) **Agua:** de la red de agua potable, a temperatura ambiente.
- 5) **Fibra óptica,** siendo el principal componente para la obtención del hormigón traslúcido, debido al principio de confinamiento de la luz, fue hecho un estudio previo a los efectos de seleccionar la fibra más adecuada para su empleo en el hormigón traslúcido.

A continuación se realiza una descripción de la fibra óptica (componente principal del hormigón traslúcido).

3.2.1 Fibra Óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED.

Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio y superiores a las de cable convencional. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

3.2.1.1 Características:

- a) La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas.
- b) La determinación de la totalidad de los parámetros ópticos y geométricos de las fibras ópticas empleadas en la fabricación del cable utilizadas en nuestro país, se realiza siguiendo las indicaciones de las recomendaciones G 651, G 652, D y G 657 A de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU).
- c) Cada filamento consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto índice de refracción, pero rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor. Cuando la luz llega a una superficie que limita con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuanto mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, se habla entonces de reflexión interna total.
- d) En el interior de una fibra óptica, la luz se va reflejando contra las paredes en ángulos muy abiertos, de tal forma que prácticamente avanza por su centro. De este modo, se pueden guiar las señales luminosas sin pérdidas por largas distancias.
- e) Las características más destacables de la fibra óptica en la actualidad son:
 - Cobertura más resistente: La cubierta contiene un 25 % más material que las cubiertas convencionales.
 - Uso dual (interior y exterior): La resistencia al agua y emisiones ultravioleta, la cubierta resistente y el funcionamiento ambiental extendido de la fibra óptica contribuyen a una mayor confiabilidad durante el tiempo de vida de la fibra.

- Mayor protección en lugares húmedos: Se combate la intrusión de la humedad en el interior de la fibra con múltiples capas de protección alrededor de ésta, lo que proporciona a la fibra, una mayor vida útil y confiabilidad en lugares húmedos.
 - Empaquetado de alta densidad: Con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible se consigue una más rápida y más fácil instalación, donde el cable debe enfrentar dobleces agudos y espacios estrechos. Se ha llegado a conseguir un cable con 72 fibras de construcción súper densa cuyo diámetro es un 50 % menor al de los cables convencionales.
- f) Los principios básicos de su funcionamiento se justifican aplicando las leyes de la óptica geométrica, principalmente, la ley de la refracción (principio de reflexión interna total) y la ley de Snell. Su funcionamiento se basa en transmitir por el núcleo de la fibra un haz de luz, tal que este no atraviese el revestimiento, sino que se refleje y se siga propagando. Esto se consigue si el índice de refracción del núcleo es mayor al índice de refracción del revestimiento, y también si el ángulo de incidencia es superior al ángulo límite.
- g) De acuerdo a su diseño, se establece la estructura del cable: La aplicación a que se destine el cable determinará en todos los casos su estructura. En cualquier caso, han de tenerse en cuenta los siguientes factores:
- 1) Elongación prevista: será pequeña en cables subterráneos y grande en el caso de cables submarinos o de tendido aéreo.
 - 2) Resistencia mecánica y tensión de trabajo admisible.
 - 3) Protección contra humedades.
 - 4) Tipo y grado de elementos agresivos ambientales, que determinarán las características mecánicas y químicas de los materiales plásticos a utilizar.
 - 5) Pérdidas adicionales causadas por curvaturas y microcurvaturas.
 - 6) Capacidad del cable: pequeña en cables destinados a aplicaciones de gran velocidad y cables monofibra o bifibra para instalaciones de interior, y grande para los cables de enlace de centrales telefónicas y de distribución.
 - 7) Procedimiento de empalme, aspecto muy importante a considerar cuando el número de fibras es grande, pudiendo determinar en estos casos la elección de estructuras modulares de cable.

Los cinco primeros factores determinan la elección del tipo y dimensiones del recubrimiento de la fibra (Figuras 3.3 y 3.4), debiendo optar entonces por:

- a. Estructura holgada o libre, en la que la fibra y su recubrimiento primario quedan inmersos en un fluido viscoso que los aísla parcialmente de los esfuerzos externos y humedades.
- b. Estructura ajustada, donde la fibra está embutida por extrusión en un material plástico resistente.

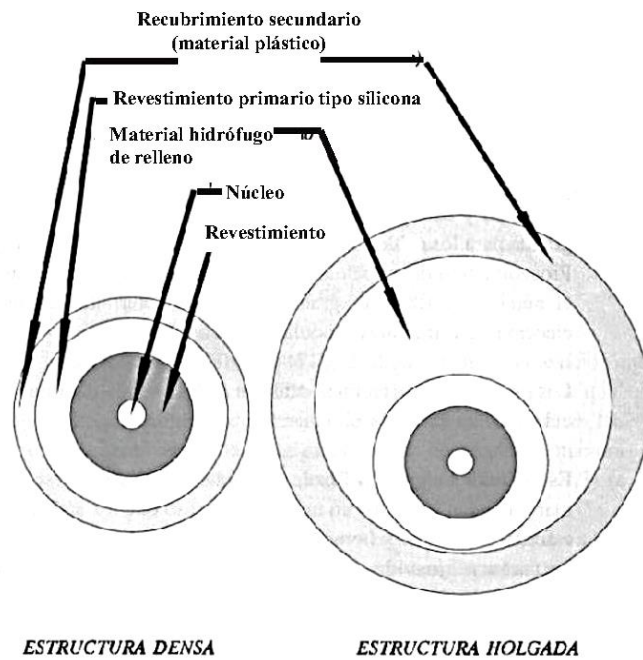


Figura 3.3 – Tipos de estructura del cable de fibra óptica.

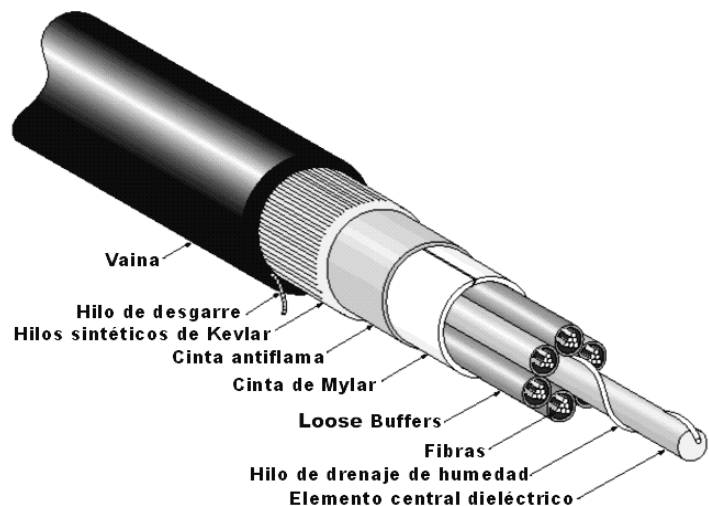


Figura 3.4 – Diseño del cable de la fibra óptica

3.2.1.2 Tipos de fibra óptica:

Las diferentes trayectorias que puede seguir un haz de luz en el interior de una fibra óptica se denominan modos de propagación.

Según el modo de propagación tendremos dos tipos de fibra óptica: multimodo y monomodo, como se puede apreciar en la Figura 3.5.-

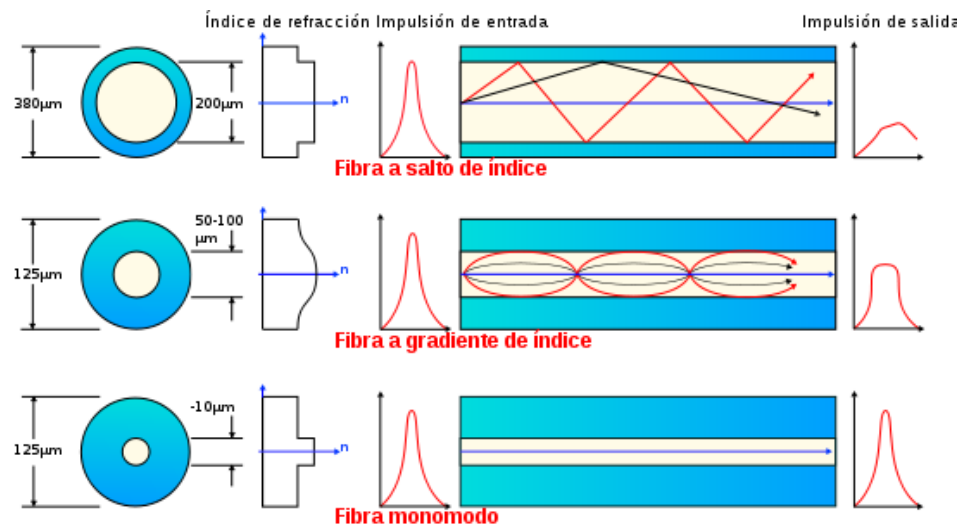


Figura 3.5 – Diversos tipos de propagación de la fibra óptica – monomodo y multimodo

Fibra monomodo: Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 μm) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gb/s).

Fibra multimodo: Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km, es simple de diseñar y económico.

El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos dos tipos de fibra multimodo:

- **Índice escalonado:** en este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal.
- **Índice gradual:** mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante, tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales.

Además, según el sistema ISO 11801 para clasificación de fibras multimodo según su ancho de banda se incluye el formato OM3 (multimodo sobre láser) a los ya existentes OM1 y OM2 (multimodo sobre LED).

- OM1: Fibra 62,5/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores.
- OM2: Fibra 50/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores.

En la Tabla 3.1 se presentan los tipos de fibra óptica utilizados en este trabajo, siendo los disponibles en Uruguay.

FIBRA OPTICA								
Nombre	Proveedor	Procedencia	Tipo	Indice	nucleo/rec (mm)	Atenuación Maxima		Aplicaciones
						1310/1550 nm (db/km)	850/1310 nm (db/km)	
I	Estatat	Brasil y Argentina	Monomodo	Lineal	9/125	0,4 / 0,25	n/c	Telecomunicaciones /TV por cable, redes LAN de larga distancia y alta velocidad
II	Comercio Local	Brasil	Multimodo	Gradual	50/125	n/c	3,5 / 1,5	Para láser para redes LAN GbE. Distribución de videos y distancias moderadas
III	Comercio Local	China	Multimodo	Gradual	100/140	n/c	9,5 / 5	Captura mayor cantidad de luz - diseño y dispositivo automatización industrial

Tabla 3.1 – Fibra óptica disponibles en Uruguay

En cuanto a la fibra óptica I, una Empresa Estatal donó cables de fibra óptica tipo monomodo (*Figura 3.6*). Se presenta como cable de fibra óptica para telecomunicaciones (*características ver Anexo I*), es del tipo de cable con estructura holgada: la fibra se encuentra envuelta en un recubrimiento primario coloreado de acetato de celulosa de unos 6 μm de espesor y 150 μm a 250 μm de diámetro. El recubrimiento secundario es un tubo de material plástico de 1,5 mm a 3 mm de diámetro y espesor de 0,25 mm, dependiendo del número de fibras que aloje, relleno de grasa de silicona, que evita la entrada de humedad. La silicona debe ser hidrófuga y estable al menos entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se ensamblan por grupos de 6, 8, 10 o 12, recubiertos de polietileno, y todos ellos alrededor de un elemento central resistente de poliamida aromática (aramida) de 0,7 mm a 4 mm, normalmente Kevlar 49. Lo más normal es que este elemento quede separado del conjunto de tubos de fibras que lo rodean por una almohadilla. Esta disposición constituye un elemento básico.

Como la fibra óptica se encuentra en su interior, se procedió a desarmar el cable obteniendo cuatro (4) cables plásticos rígidos tipo recubrimiento de diferentes colores: azul, rojo, amarillo, blanco; en el interior de cada recubrimiento con una estructura holgada se encuentra dos (2) fibras ópticas de color azul y blanca, ver *Figura 3.7*.-



Figura 3.6 – Cable de Fibra Óptica I tipo monomodo.

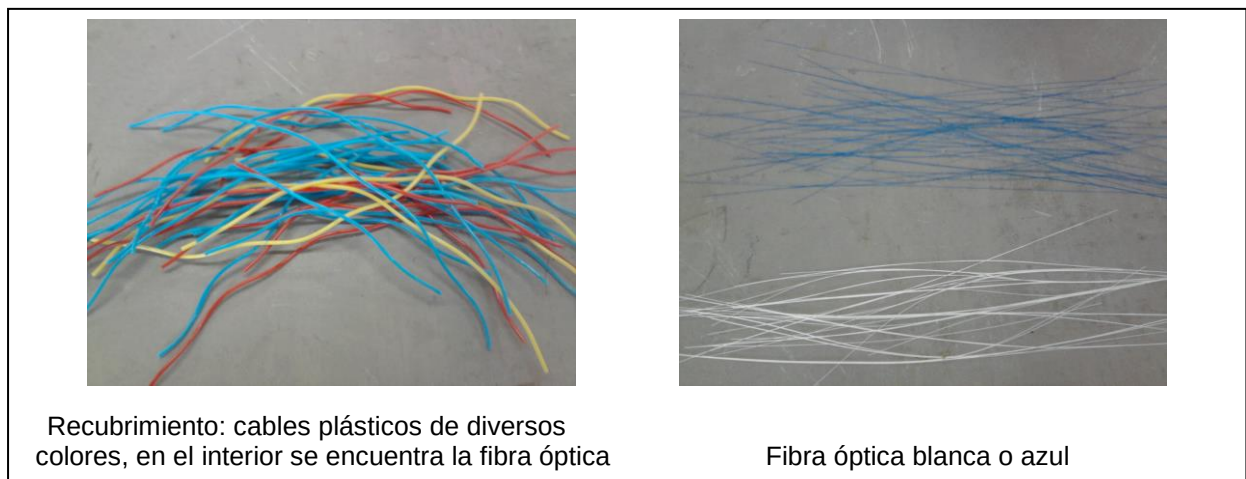


Figura 3.7 – Fibra Óptica I tipo monomodo.

La Fibra Óptica II, suministrada por una Empresa Privada del mercado local, corresponde al tipo multimodo (*características ver Anexo I*). Se comercializa como cable de fibra óptica para telecomunicaciones, es del tipo de cable con estructura ajustada: el recubrimiento primario es una capa de barniz de acetato de celulosa de 6 μm de espesor o resinas de silicona de unos 20 μm . La segunda capa, colocada sobre la anterior por extrusión, va directamente sobre ella y tiene un espesor aproximado de 0,5 mm a 1 mm. La identificación de la fibra dentro del cable se hace coloreando el recubrimiento secundario. Entre ambos recubrimientos se sitúa a veces una capa amortiguadora.

Se presenta como cable de telecomunicaciones tipo multimodo; como la fibra óptica se encuentra en su interior, también se procedió a desarmar, obteniendo ocho (8) cables plásticos flexibles tipo recubrimiento de diversos colores: blanco, negro, rojo, azul, amarilla, marrón y naranja; en el interior de cada recubrimiento con estructura ajustada se encuentra una fibra óptica incolora (*Figura 3.8*).

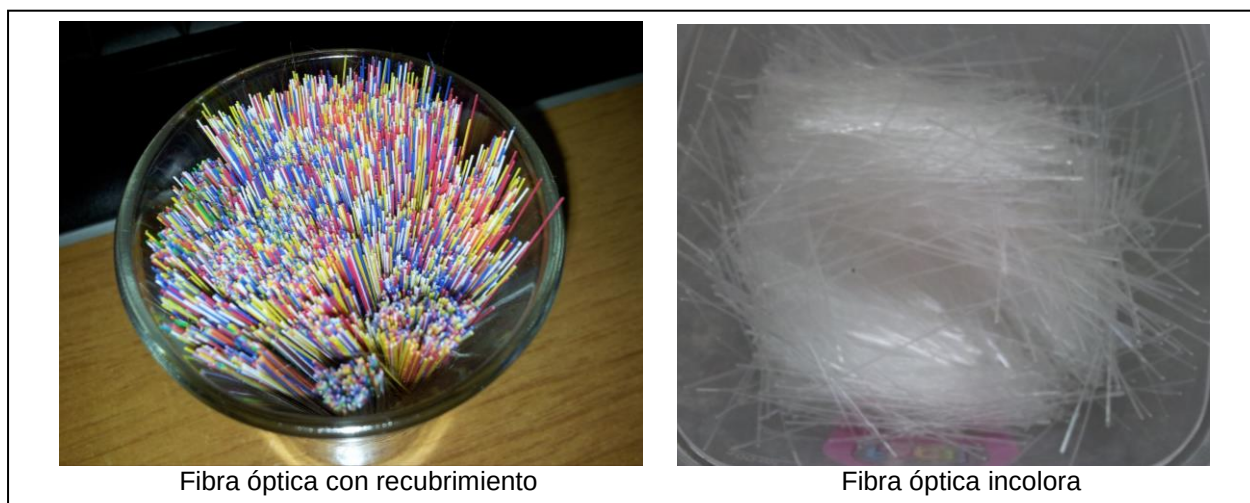


Figura 3.8 – Fibra Óptica II tipo multimodo.

La Fibra Óptica III, suministrada por otra Empresa Privada del mercado local, con características multimodo (por su conformación); comercializa diseños decorativos con fibra óptica (*Figura 3.9 y 3.10*). Estos artículos son importados de China, y se utiliza la fibra óptica con características a la anterior pero de mayor diámetro (100/140 mm); cuentan con la fibras ópticas a la vista, por lo cual, se retiraron en forma sencilla.

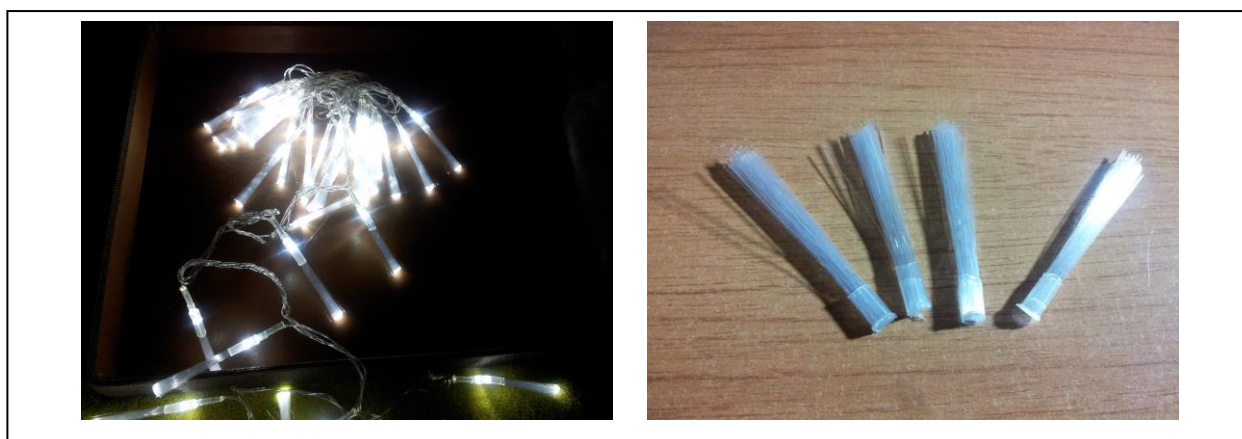


Figura 3.9 – Fibra óptica III tipo multimodo, disponible en luces de navidad.

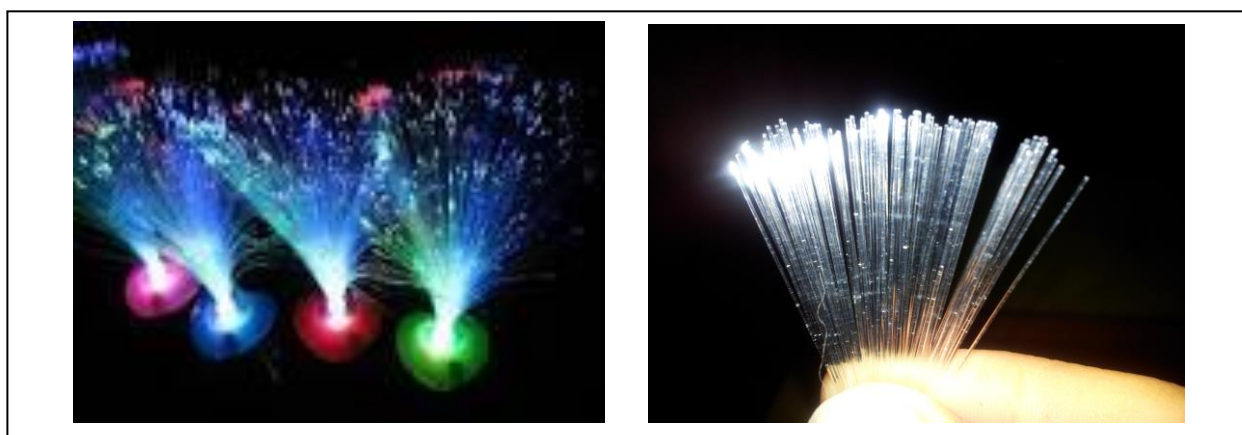


Figura 3.10 – Fibra óptica III tipo multimodo, diseños luminosos de mesa.

3.3 Procedimiento de elaboración y curado de las muestras.

Se realizó un estudio previo tentativo para establecer la posibilidad de la realización de un hormigón translúcido. Para ello se utilizó la Fibra Óptica I, porque hasta ese momento era la única suministrada, y se realizaron dos muestras llamadas “Muestra 1” y “Muestra 2”.

A partir de ellos, se generó el hormigón translúcido, con variaciones entre las dos muestras en relación a la inclusión de la fibra óptica en el micro-hormigón.

La “Muestra 1” cuenta con fibra óptica con recubrimiento y la “Muestra 2” cuenta con fibra óptica sin recubrimiento plástico. Se mantuvo la misma cantidad de fibra óptica en las dos muestras, pero varía su porcentaje debido a que varía su peso por la incorporación o no del recubrimiento.

Muestra 1					
Material	Unidad	Cantidad	%	rel. a/c	rel. a/a
Cemento portland ANCAP	gs.	856	35,00	0,30	0,12
Arena fina	gs.	1286	52,59		
Aditivo	gs.	3	0,12		
Agua	gs.	255	10,43		
Fibra óptica con recubrimiento *	gs.	45,5	1,86		
* Se utilizó 3 tandas de fibra óptica con recubrimiento, cuenta con 2 fibras ópticas en cada recubrimiento. O sea, cada tanda con 21 fibras de 15,3 gs. aprox.					

Tabla 3.2 – Cantidades de material utilizado en la muestra nro. 1

Muestra 2					
Material	Unidad	Cantidad	%	rel a/c	rel. a/a
Cemento portland ANCAP	gs.	856	35,00	0,30	0,12
Arena fina	gs.	1286	52,59		
Aditivo	gs.	3	0,12		
Agua	gs.	255	10,43		
Fibra óptica sin recubrimiento*	gs.	7,8	0,32		
* Se utilizó 3 tandas de fibra óptica sin recubrimiento. En cada tanda cuenta con 21 fibras de 2,60 gs. aprox.					

Tabla 3.3 – Cantidades de material utilizado en la muestra nro. 1

En la Figura 3.11 hasta la Figura 3.13 se presentan las muestras serradas transversalmente donde se observan las fibras ópticas a simple vista con pasaje de luz a través de ellas, respectivamente.



*Muestra 1
Fibra óptica con recubrimiento plástico*



*Muestra 2
Fibra óptica sin recubrimiento*

Figura 3.11 – Muestra 1 y 2 a simple vista



Figura 3.12 – Muestra 1 con fibras ópticas con recubrimiento – pasaje de la luz.



Figura 3.13 – Muestra 2 con fibras ópticas sin recubrimiento – pasaje de la luz.

Como conclusión preliminar, de este estudio previo se observó pasaje de luz de un lado al otro de las muestras y que en si es posible generar un hormigón translúcido, también se realizó para establecer la pre-viabilidad del pasaje de luz de un lado al otro en la muestra.

Sí, efectivamente se observa la transmitancia de luz.

La cantidad de fibra óptica que se utilizó en cada una fue muy poca, por lo que es recomendable aumentar dicha cantidad para mejorar la efectividad y la función de ser un hormigón translúcido.

En una segunda etapa, a los efectos de seleccionar la fibra óptica para realizar el hormigón translúcido a estudiar en este trabajo se hizo otro estudio preliminar mediante la colocación en micro-hormigón de las diferentes fibras ópticas, verificando el pasaje de luz de un lado al otro en la probeta. Si bien en todas ellas se observó transmitancia de luz con el empleo de las diferentes fibras ópticas disponibles, la Fibra Óptica III fue la que se seleccionó para la parte experimental de este trabajo ya que la transmitancia de luz era mayor con su empleo, ver Figura 3.14, con a, b, c de igual porcentaje de fibra óptica colocadas en igual cantidad de capas; ello concuerda con los valores de las características de las fibras presentadas en la Tabla 3.1 (página 35).

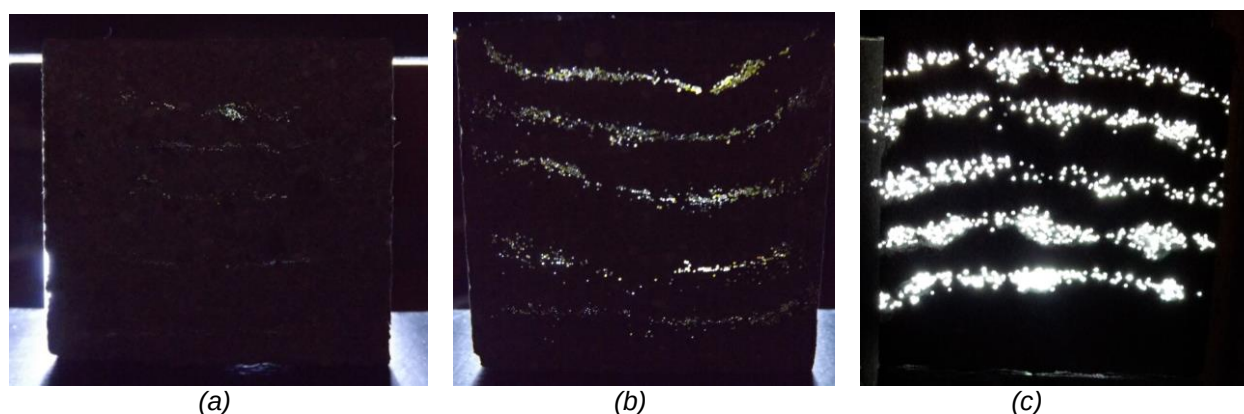


Figura 3.14 – Transmisión de luz con 5 % de las distintas fibras disponibles colocadas en 5 capas:
(a) Fibra Óptica I; (b) Fibra Óptica II; (c) Fibra Óptica III.

Con los resultados obtenidos de los estudios previos, en este trabajo final de Diplomado, para la realización del hormigón translúcido se realizaron probetas de micro-hormigón de alto desempeño con dosificación que se presenta en Tabla 3.4, desarrollada en el Proyecto ANII FMV 2009-1-2717, “*Investigación, Desarrollo y Aplicación de Micro-Hormigón de alto desempeño para infraestructura urbana, vivienda social y construcción edilicia*”; dicha dosificación corresponde a la clase medio-rico (Rodríguez de Sensale et al. 2012).

Agua/cemento	Cemento (kg/m³)	Arena (kg/m³)	Agua (kg/m³)	Superplastif. (kg/m³)
0,30	856	1286	255	3

Tabla 3.4 – Dosificación del micro-hormigón empleado para las probetas de HT.

El procedimiento para la preparación de las probetas se realizó siguiendo la Norma UNIT 513:1978. Título: Cementos. Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica. Y para el curado se siguió la Norma UNIT 1081:2002. Título: Hormigón. Procedimiento para la preparación y curado de probetas.

Se confeccionó un total de 72 probetas; 66 probetas corresponden a las cúbicas de 5 cm x 5 cm x 5 cm y 6 probetas para las prismáticas de 4 cm x 4 cm x 16 cm. Por cada molde, se pueden realizar 3 muestras, por lo cual se hicieron 24 coladas de micro-hormigón por molde.

Para su confección, se cuentan con moldes de acero utilizados comúnmente en el laboratorio del IC y cuentan con verificación que asegura el cumplimiento de las especificaciones establecidas en la norma, la Figura 3.15 es relativo a los moldes cúbicos.



Figura 3.15 – Molde de acero cúbicos de 5cm x 5cm x 5cm.

Al realizar muestras con fibra óptica, se procede a su incorporación por capas, en un total de 5 capas de fibra óptica entre capas de micro-hormigón pasta, ver Figura 3.16 relativo a la división de la fibra óptica y ver Figuras 3.16 al 3.19 relativa a elaboración de muestras cúbicas.



Figura 3.16 – División de las cantidades de fibra óptica para la incorporación por capas en los moldes



Figura 3.17 – Procedimiento del llenado entre capas de pasta y fibra óptica.



Figura 3.18 – Procedimiento del llenado entre capas de pasta y fibra óptica



Figura 3.19 – Llenado total del molde.

En el procedimiento de hacer el micro-hormigón, se realizan los siguientes pasos: se pesa cada material según la dosificación estipulada; la arena se pasa por el tamiz nro. 4 - Ø 4,76 mm (0,187); se mezclan los ingredientes para generar la pasta, y luego en estado fresco se verifica el explayamiento con la mesa de sacudida.

Se realiza el colado en cada probeta que contiene tres separaciones para tres muestras.

Una vez transcurrido las 24 h, las probetas fueron desmoldadas e identificadas para realizar el curado. El curado fue húmedo hasta la edad del ensayo, colocando las probetas en un recipiente con agua saturada de cal, ver Figura 3.20 proceso de curado.

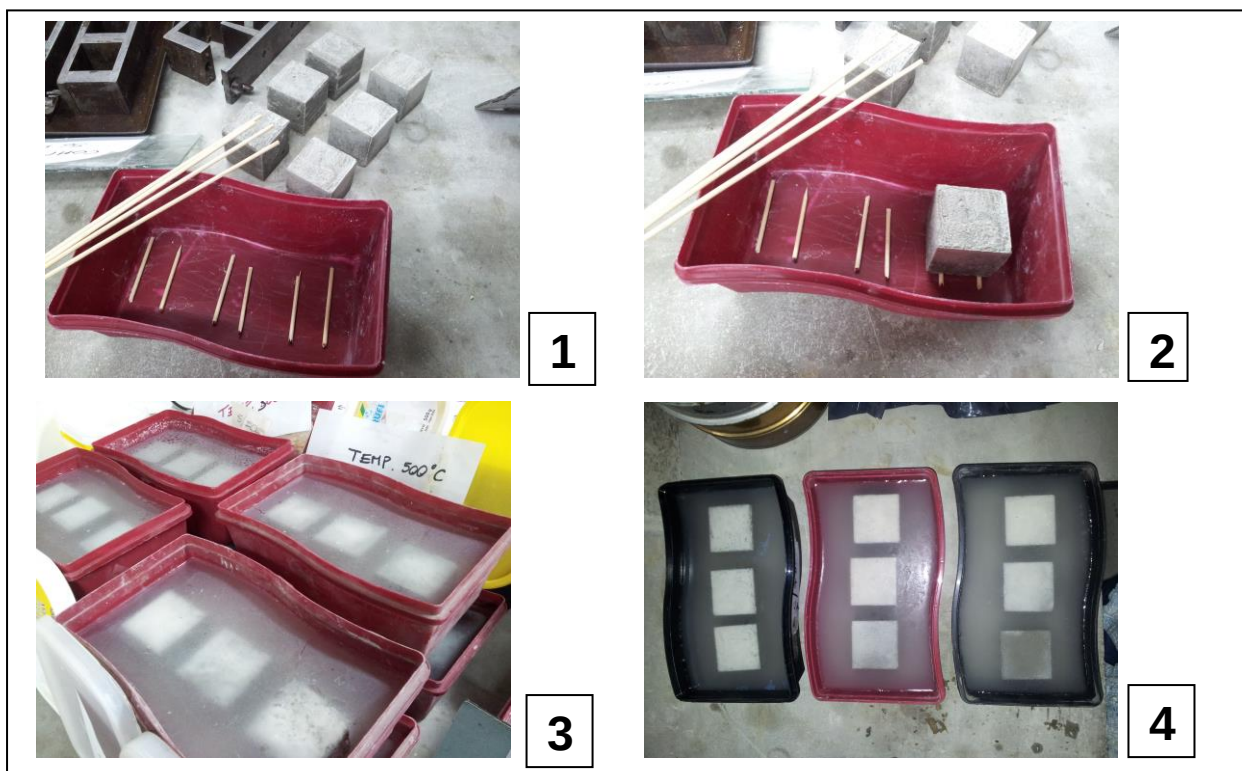


Figura 3.20 – Procedimiento del curado

A continuación se muestran una serie de figuras generales del proceso de confección y de las muestras quedando a la espera para la realización de los ensayos (Figuras 3.21 y 3.22).



Figura 3.21 – Muestras para diversos ensayos en el proceso del curado.



Figura 3.22 – Muestras para realizar ensayos y otras en el proceso de curado.

3.4 Métodos de Ensayo a emplear

En este punto se establece el tipo de muestras de acuerdo al ensayo a estudiar.

Como hemos visto anteriormente, se utiliza un hormigón de alto desempeño (MHAD), que en estado fresco, se verifica el asentamiento del micro-hormigón con el ensayo de la mesa de sacudidas.

En estado endurecido, se estudian probetas cúbicas de 5 cm x 5 cm x 5 cm de arista con ensayos para la resistencia a la compresión, absorción, resistencia a la temperatura. También se elaboran probetas prismáticas de 4 cm x 4 cm x 16 cm para ensayo de la resistencia a la flexión.

Para evaluar la resistencia a compresión se hicieron 18 probetas cúbicas de 5 cm de arista, corresponde a 9 probetas con fibra óptica al 5 % y 9 probetas sin fibra óptica de acuerdo a las edades estipuladas: 7, 28 y 56 días de acuerdo a la norma UNIT-ISO 679:2009.

La máquina de ensayo utilizada es CONTROLS PILOT 4, se encuentra en el Laboratorio del Instituto de Construcción.

En el proceso del ensayo, se midieron las aristas de todas las muestras cúbicas, obteniendo como resultado 51 cm x 51 cm x 51 cm, para poder introducir datos exactos a la máquina; como la sensibilidad a un 10 %, y una velocidad de 2400 N/s según norma (Figura 3.2).



Figura 3.23 – Máquina Controls Pilot 4

En las probetas cúbicas para la incorporación a la máquina no se necesita preparación, debido a que el molde utilizado permite asegurar la planitud, perpendicularidad y paralelismo de las caras. Cabe destacar que la probeta cúbica se ensaya en cualquiera de los ejes perpendiculares al del llenado del molde (*Figura 3.24*). Se presenta en la *Figura 3.25* las muestras ensayadas.

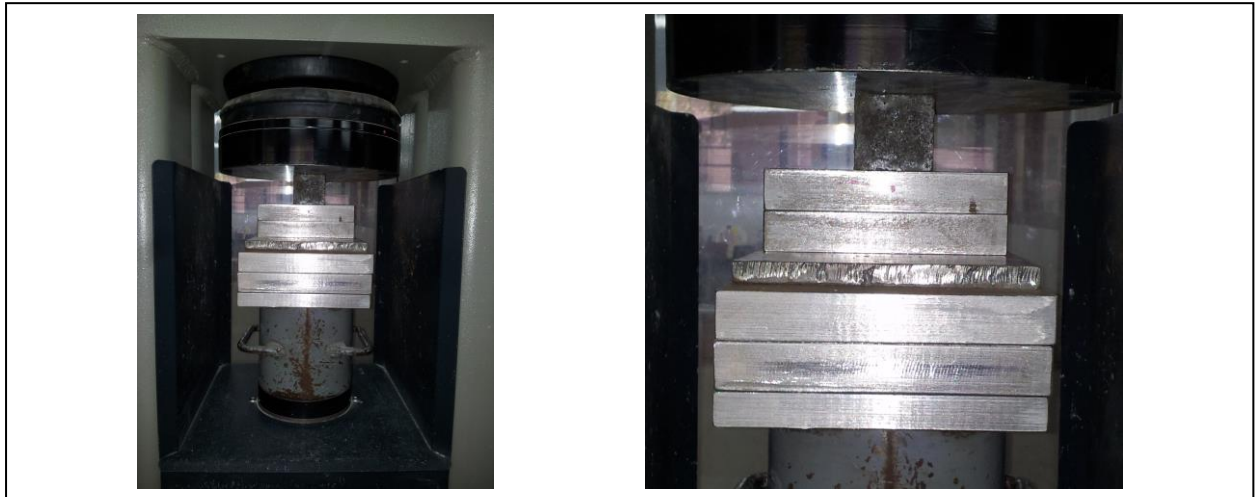


Figura 3.24 – Ubicación de la muestra dentro de la máquina.



Figura 3.25 – Muestras ensayadas para la resistencia a la compresión

Para el ensayo de la resistencia a la flexión se cuenta con 6 probetas prismáticas; 3 con fibra óptica al 5 % y 3 sin fibra óptica, y todas a la edad de 28 días, según norma UNIT-ISO 679:2009.

También se utilizó la máquina CONTROLS PILOT 4 (*Figura 3.23*) pero con las características adecuadas para realizar el ensayo a flexión: compuesto por dos cilindros de acero como apoyo y una carga en su eje central (*Figura 3.26*).

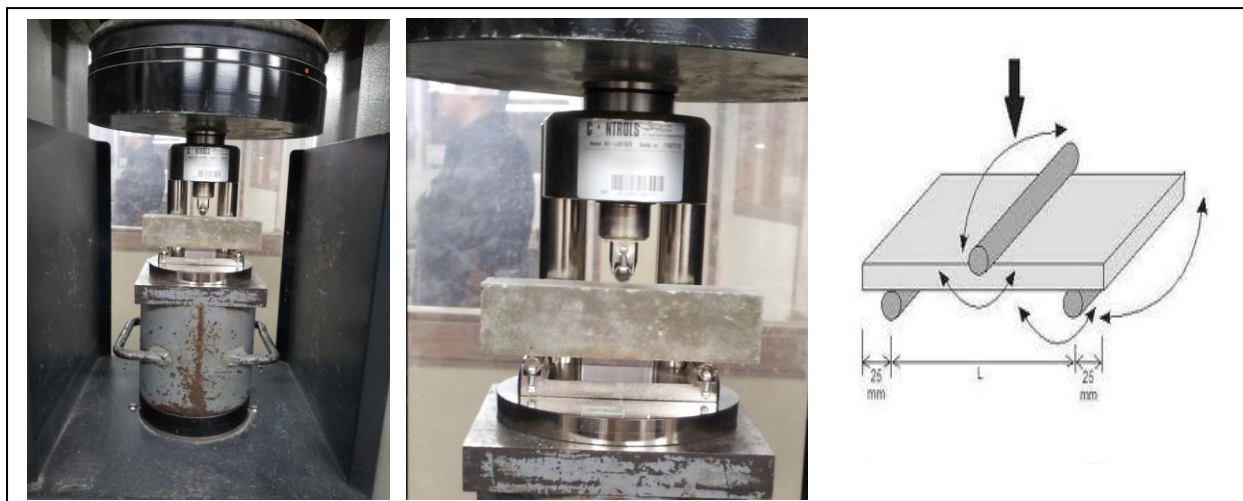


Figura 3.26 – Ubicación de la muestra en el ensayo de la resistencia a la flexión.

Las muestras prismáticas se rompen por la aplicación de una carga centrada en el eje. La distancia entre apoyos debe ser, como mínimo, tres veces la arista del prisma. Además los prismas deben situarse en posición transversal respecto a cómo salieron del molde y centrados respecto a la carga.

Cada probeta, se ensaya a flexión aplicando una carga centrada F_f , a una velocidad de 50 N/s sobre la probeta biapoyada con una luz de 100 mm, determinando su resistencia a flexión (R_f) en MPa según la ecuación:

$$R_f = \frac{1,5 \cdot F_f \cdot l}{b^3}$$

Dónde:

F_f = carga aplicada (N)

l = distancia entre apoyos = 100 mm

b = lado de la sección cuadrada de la probeta = 40 mm

En la Figura 3.27 se aprecian dos tipos de rotura, el de la derecha corresponde a la muestra sin fibra óptica, y la izquierda corresponde a la muestra con fibra óptica.

Sumando en la Figura 3.38, se puede observar el comportamiento de rotura de las muestras: aquellas muestras sin fibra óptica presentan rotura total en dos secciones; y las muestras con fibra óptica con rotura total en dos secciones pero mantuvo la conformación de la pieza debido a que la fibra óptica actuó como elemento de costura entre ambas partes.



Figura 3.27 – Muestras en el ensayo de resistencia a la flexión.

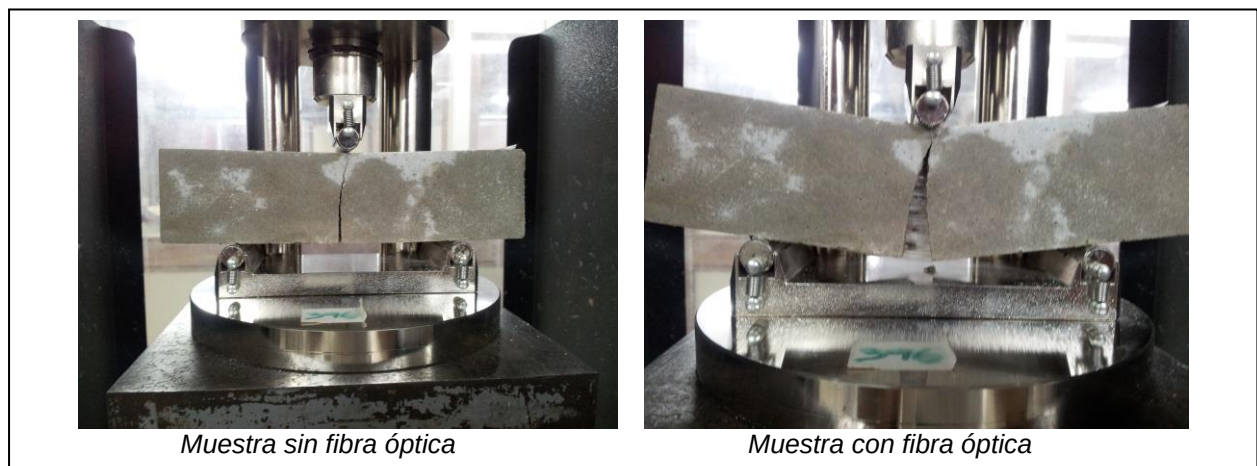


Figura 3.28 – Rotura del ensayo de la resistencia a la flexión.

Para el ensayo de absorción capilar de agua se realizaron probetas cúbicas de 5cm de aristas, utilizándose la norma de ensayo Swiss Standard - SIA 162/1 – Succión Capilar, para determinar la capacidad de absorción capilar del hormigón en estudio a los 28 días de edad, debiendo ser secadas previamente las probetas hasta tener el peso constante.

Primeramente, una vez desmoldadas cada muestra, se procede a la etapa de curado con agua saturada con cal por un período de 28 días (*Figura 3.29*).

Cumplido este período, las muestras fueron quitadas del curado, se secaron con un paño y se dejó secar a temperatura ambiente por un periodo de 7 días.



Figura 3.29 – Período de curado de las muestras para el ensayo de absorción.

Luego, las muestras se colocaron en un recipiente plástico, separadas del fondo, y con una altura de agua $3 \text{ cm} \pm 1 \text{ mm}$. Se recabaron datos del ensayo, en cuanto al peso: en estado seco, 1 h (60 min.) y 24 h (144 min.) con agua en función del tiempo.

El ensayo por absorción se realiza por capilaridad. Los fenómenos capilares influyen en los mecanismos de transporte de líquidos en el hormigón, dadas las características de su sistema de poros, que puede asimilarse a un conjunto de tubos cilíndricos paralelos y de muy pequeño espesor. La absorción capilar es el mecanismo de transferencia de líquidos más rápido. Una herramienta confiable para caracterizar la estructura de poros en forma comparativa, es la determinación de la capacidad de absorción capilar.

A los tiempos estipulados, las muestras se sacaron del agua, se secaron con un paño y se pesaron determinando su masa. Para cada muestra, en el instante de la lectura (t), se determinó el incremento de la masa.

A partir de las leyes de Darcy y de Laplace, es posible deducir que el peso de agua absorbida por unidad de superficie (W/A) en el tiempo (t) se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{W}{A} = S * \sqrt{t}$$

S = capacidad de absorción capilar.

A = área de la muestra

W = peso de agua absorbida

Para el estudio de la resistencia a altas temperatura, del hormigón sin y con fibra óptica se sometieron probetas cúbicas de 5cm de arista a los 28 días de edad a temperaturas de 100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C y 600 °C durante 1 hora.

Para esto, se realizaron 36 probetas; 3 probetas con fibra óptica y 3 probetas sin fibra óptica para ensayar a cada rango de temperatura, todas a la edad de 28 días.

Una vez desmoldadas las muestras, se procede a la etapa de curado con agua saturada con cal por un tiempo de 28 días.

Cumplido este período, las muestras fueron quitadas del curado, se secaron con un paño y se dejó secar a temperatura ambiente por un periodo de 7 días.

Luego, en grupos de 6 probetas (3 con fibra y 3 sin fibra) se colocan en una bandeja de acuerdo a la temperatura a ensayar, ver Figura 3.30.

La máquina de ensayo utilizada es un HORNO CMC 100 – COMACO – Prefabricado, con aplicación de hasta una temperatura de 1000 °C, ésta se encuentra en el Laboratorio del Instituto de Construcción (Figura 3.31).

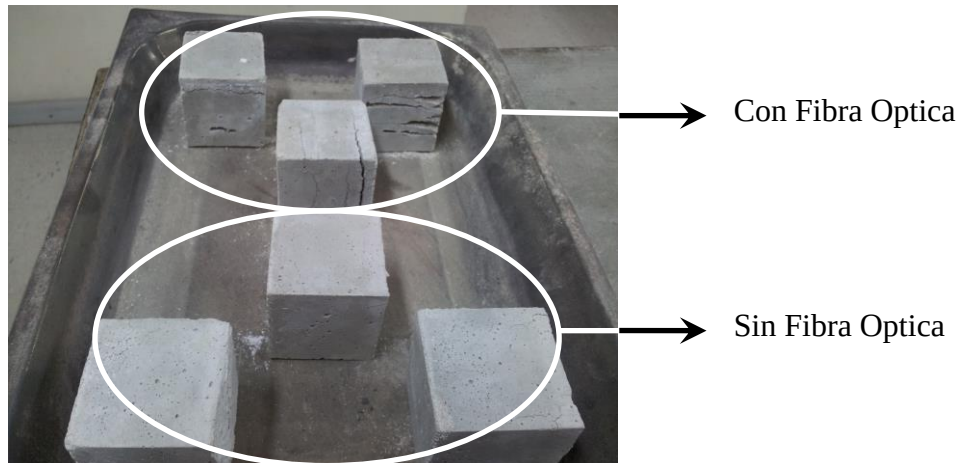


Figura 3.30 – Muestras sacadas del horno



Figura 3.31 – Horno CMC 100 a alta temperatura.

A las 24 h se sacan las muestras de horno y se realiza el ensayo a compresión según Norma UNIT–ISO 679:2009.

Con respecto a las propiedades térmicas del hormigón, no sólo sufre deformaciones cuando cambia la temperatura, sino también variaciones en su resistencia. Según la temperatura supere los 100 °C, el agua inicialmente añadida se evapora, induciendo cambios en la constitución del hormigón.

Luego de volver a la temperatura ambiente eran ensayadas a compresión uniaxial, ya que el hormigón con la temperatura también sufre variaciones en su resistencia (Mehta y Monteiro 1993; Neville 2011).

En la Figura 3.32 se observa el comportamiento de las muestras frente a las altas temperaturas: en todas las muestras presenta escurecimiento en el propio hormigón a medida que aumenta la temperatura, con mayor incidencia en las muestras con fibra óptica dejando residuos de fibra chamuscadas.



Figura 3.32 – Muestras sacadas del horno

Las muestras con fibra óptica, a temperatura de 100 °C mantiene inalterable la fibra óptica, si éstas fueron alteradas por el calor su observación es imperceptible a la vista (Figura 3.33).

Aquellas muestras que se aplica temperatura de 200 °C, la fibra óptica ya tiene indicios de quemado en sus extremos (Figura 3.34).

Para las muestras que se aplica temperatura 300 °C (Figura 3.35), comienza el proceso de quemado de la fibra óptica desde el exterior hacia el interior, se observa restos del material de fácil disgregación y coloración marrón en las secciones donde se encuentra la fibra óptica (propio del quemado de un material de fácil combustión como es la fibra – vidrio o material plástico).

A partir de la temperatura de 400 °C hasta los 600 °C (Figuras 3.36 a la 3.38), se observa la falta de la fibra óptica, hasta la ausencia total de la misma quedando huecos de aire en el volumen de hormigón con presencia de residuos tipo ceniza.



Figura 3.33 – Muestra a temp. 100 °C



Figura 3.34 – Muestra a temp. 200 °C



Figura 3.35 – Muestra a temp. 300 °C



Figura 3.36 – Muestra a temp. 400 °C



Figura 3.37 – Muestra a temp. 500 °C



Figura 3.38 – Muestra a temp. 600 °C

Luego del proceso de la temperatura, se paso al proceso del ensayo a compresión. En general, las muestras con fibra óptica mantuvieron su conformación cúbica con agrietamiento en las cuatro caras libres y con pequeños daños en las caras cargadas en relación con las muestras sin fibra óptica.

Para las muestras sin fibra óptica, a medida que aumenta la temperatura, el volumen de la muestra genera una conformación típico de la compactación con las dos caras cargadas con poco daño y con agrietamiento y desprendimiento de material en forma progresivo a medida que aumentaba la temperatura sobre las cuatro caras libre; como por ejemplo se osbervar en la Figura 3.39 a temperatura mayor ensayada de 600 °C.

Del punto de vista visual, se observa en todas las muestras (con y sin fibra óptica) se observan fisuras debido a la absorción del agua y deformaciones producidas.

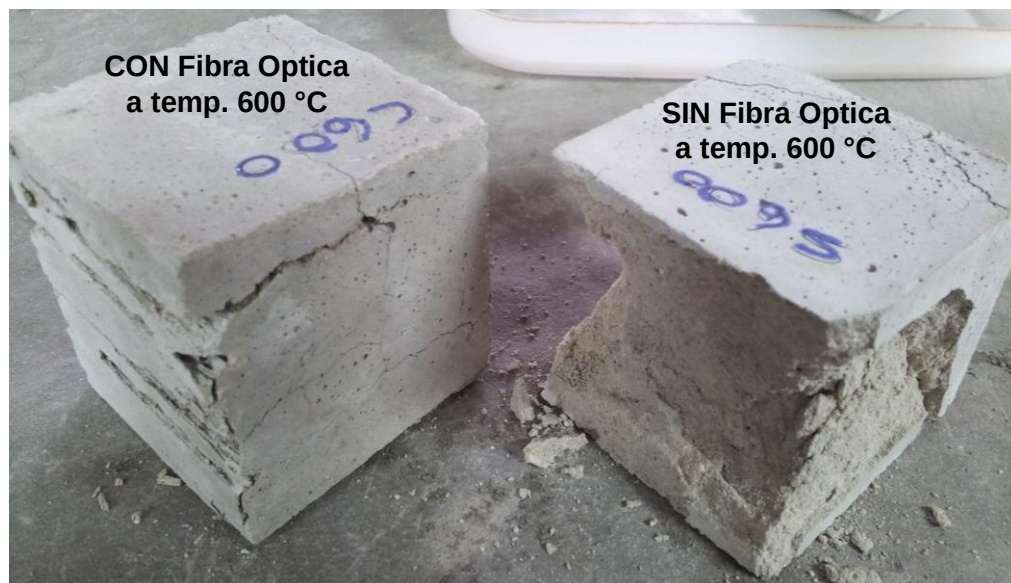


Figura 3.39 – Muestra a temp. 600 °C despues del ensayo a compresión



Figura 3.40 – Muestra a temp. 100 °C despues del ensayo a compresión – las muestras con y sin fibra óptica mantienen la coformación cúbica.

En la Figura 3.40, las muestras con y sin fibra óptica a temperatura 100 °C, después del ensayo a compresión mantienen su conformación volumétrica cúbica; observado pequeñas agrietas similar hacia las cuatro caras libres de carga.-

En la Figura 3.41, para la temperatura 400 °C se tiene la misma observación pero aumenta el agrietamiento en las cuatro caras libres de carga. En las Figuras 3.42 a la 3.47, se observa el mismo comportamiento pero con mayor incidencia a medida que aumenta la temperatura en los dos tipos de muestras (con y sin fibra òptica) hasta llegar a la fisura total al punto de desprendimiento de secciones en la muestra.



Figura 3.41 – Muestra a temp. 200 °C después del ensayo a compresión

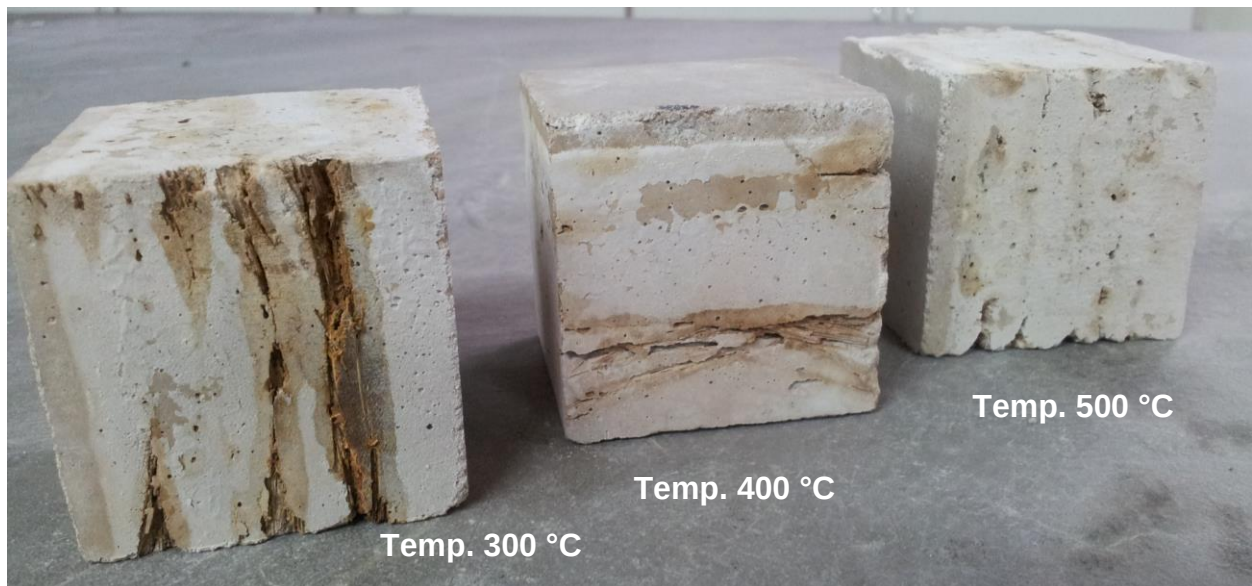


Figura 3.42 – Muestras CON fibra óptica sacadas del horno.



Figura 3.43 – Muestra a temp. 400 °C SIN fibra óptica después del ensayo a compresión



Figura 3.44 – Muestra a temp. 400 °C CON fibra óptica después del ensayo a compresión



Figura 3.45 – Muestra a temp. 500 °C CON fibra óptica después del ensayo a compresión



Figura 3.46 – Muestra a temp. 500 °C SIN fibra óptica después del ensayo a compresión

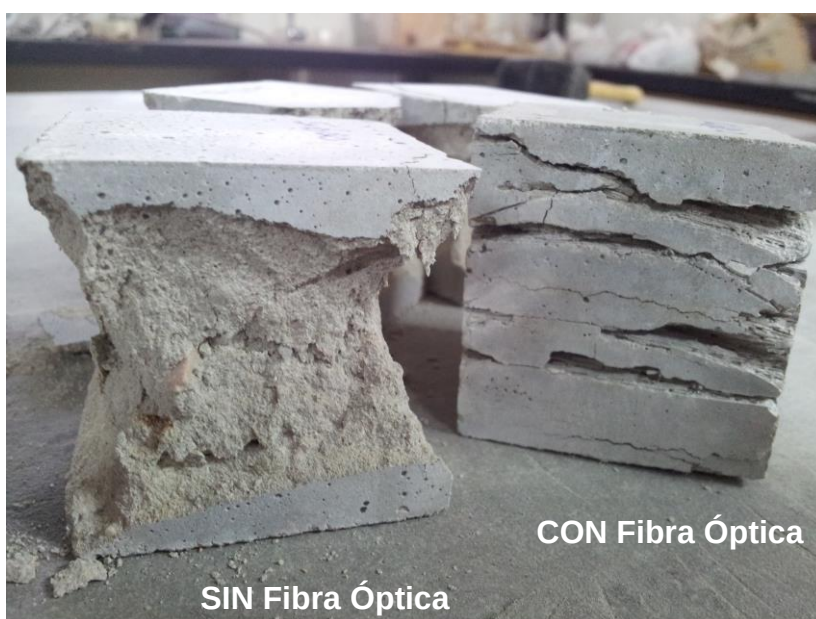


Figura 4.47 – Muestra a temp. 600 °C después del ensayo a compresión.

4. Resultados obtenidos y discusión

En este capítulo se presentan, analizan y discuten los resultados de los ensayos expuestos en el capítulo 3, correspondientes al estudio realizado sobre muestras de micro-hormigón de alto desempeño (MHAD) con 5 % de fibra óptica.

4.1 Resistencia a la Compresión

Los parámetros estadísticos básicos de los resultados obtenidos de la resistencia a compresión en las diferentes edades estudiadas se presentan en la Tabla 4.1, siendo F_c la resistencia media, σ la desviación estándar y CV el coeficiente de variación.

REGISTRO DE DATOS						
Edades	F_c (MPa)		σ (MPa)		CV (%)	
	c/Fop	s/Fop	c/Fop	s/Fop	c/Fop	s/Fop
7 días	45,37	56,89	0,64	1,40	1,13	1,98
28 días	63,84	70,09	1,48	2,46	2,32	3,51
56 días	72,96	83,86	1,66	2,28	1,96	2,33

Tabla 4.1 – Resistencia a compresión: parámetros estadísticos básicos.

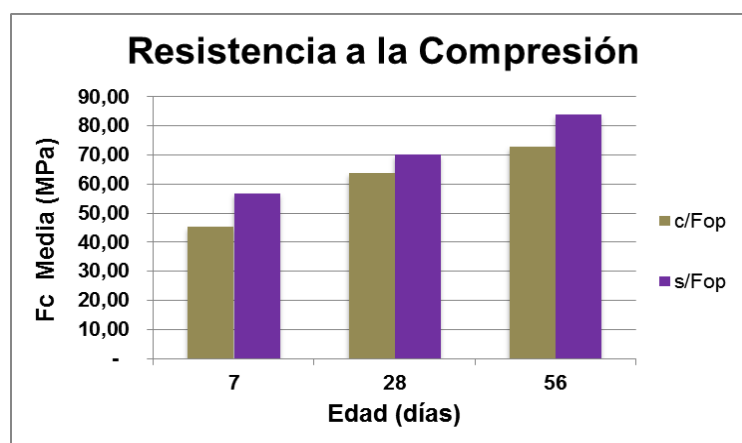


Figura 4.1 – Resistencia a compresión: comparación de resultados.

Los resultados obtenidos muestran que:

- A medida que aumenta la edad aumenta la resistencia a la compresión de las probetas sin y con fibra óptica.
- Si bien la resistencia a compresión disminuye con el empleo de fibra óptica con ellas se alcanzan resistencias superiores a 40 MPa, 60 MPa y 70 MPa a los 7, 28 y 56 días de edad, respectivamente.
- Los coeficientes de variación son excelentes ($< 5\%$), validando los resultados obtenidos.

4.2 Resistencia a la Flexión

Los parámetros estadísticos básicos de los resultados obtenidos de resistencia a flexión a la edad de 28 días se presentan en la Tabla 4.2, siendo R_f la resistencia media a flexión, σ la desviación standard y CV el coeficiente de variación.

REGISTRO DE DATOS						
Edades	c/Fop			s/Fop		
	R_f (MPa)	σ (MPa)	CV (%)	R_f (MPa)	σ (MPa)	CV (%)
28 días	7,11	0,29	4,10	14,61	0,95	6,47

Tabla 4.2 – Resistencia a compresión: parámetros estadísticos básicos.

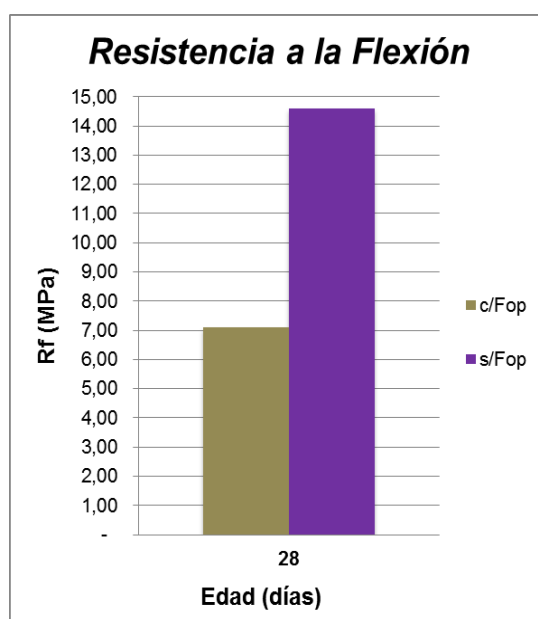


Figura 4.2 – Resistencia a compresión: comparación.

Los coeficientes de variación obtenidos son excelentes, validando los resultados obtenidos.

Del análisis estadístico básico surge que:

- Los resultados obtenidos son bastante homogéneos, teniendo coeficientes de variación cercanos al 5 %.
- La inclusión de fibra óptica tiene gran incidencia en la resistencia a la flexión, ya que disminuye un 51,33 % en relación a los resultados obtenidos en las muestras sin fibra óptica.

4.3 Absorción Capilar

En relación a la capacidad de absorción capilar del hormigón translúcido se estudian probetas sin y con fibra óptica; en la Tabla 4.3 se presentan los parámetros estadísticos básicos siendo P el peso, σ la desviación estándar y CV el coeficiente de variación.

REGISTRO DE DATOS							
Edades	Tiempo (min)	c/Fop			s/Fop		
		P (gs)	σ (MPa)	CV (%)	P (gs)	σ (MPa)	CV (%)
28 días	0	270,53	2,11	0,78	284,37	3,04	1,07
	60	273,77	1,89	0,69	287,20	1,66	0,58
	1440	276,13	2,15	0,78	289,10	1,56	0,54

Tabla 4.3 - Parámetros estadísticos básicos de los resultados obtenidos del ensayo de absorción capilar

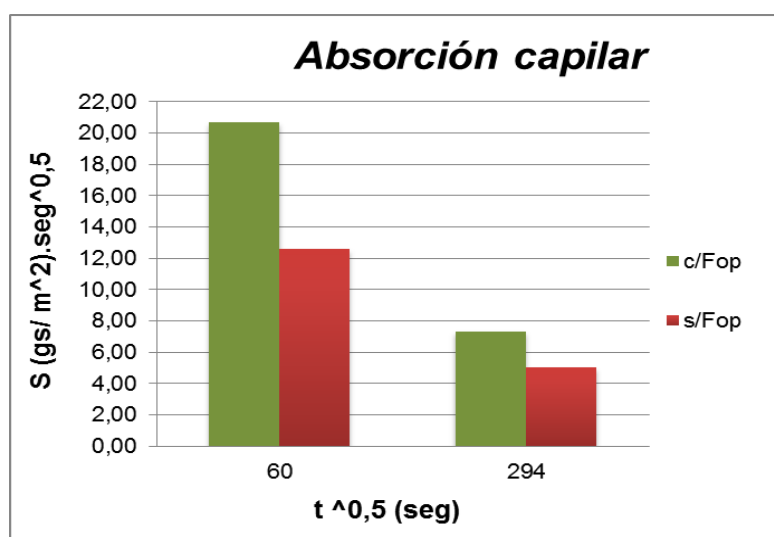


Figura 4.3 – Agua absorbida en función de la raíz cuadrada del tiempo.

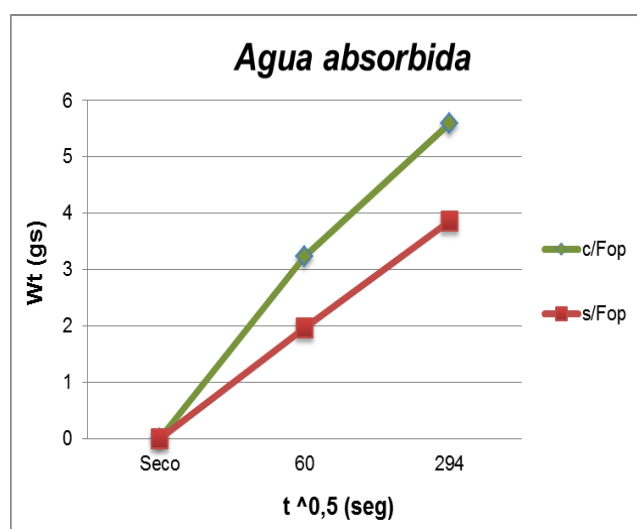


Figura 4.4 – Absorción capilar capacidad en función de la raíz cuadrada del tiempo.

En la Figura 4.3, se grafica la cantidad de agua absorbida por capilaridad W_t , en función de la raíz cuadrada del tiempo, observándose que aumenta la cantidad de agua absorbida en función del tiempo y con la inclusión de la fibra óptica.

En la Figura 4.4 se grafica la capacidad de absorción capilar S en función de la raíz cuadrada del tiempo, pudiéndose apreciar una disminución significativa de la capacidad de absorción a medida que pasa el tiempo.

Además se puede observar que las muestras con fibra óptica tienen mayor cantidad de agua absorbida, y mayor capacidad de absorción por capilaridad que las otras muestras tomadas como referencia, sin fibra óptica.

4.4 Resistencia a la temperatura

Con respecto al comportamiento ante altas temperaturas del hormigón sin y con fibra óptica, como la resistencia del hormigón cambia en relación con la temperatura, cuando ella supera los 100 °C el agua inicialmente añadida se evapora, induciendo cambios en la constitución del hormigón. En éste trabajo, se estudia la evolución de la resistencia a compresión desde 100 °C hasta 600 °C en probetas con 28 días de edad expuestas durante 1 hora; se aprecia el comportamiento en la Tabla 4.4, se presentan los parámetros estadísticos básicos siendo F_c la resistencia media, σ la desviación estándar y CV el coeficiente de variación y en la Figura 4.5.

Bajo los efectos de las altas temperaturas en ambos casos, sin y con fibra óptica la resistencia del hormigón disminuye en forma progresiva. Se observa en los dos tipos de muestras que hay pérdida de resistencia en forma paulatina al aumentar la temperatura de exposición.

Se observa también que:

- Las muestras sin fibra óptica muestran mayor resistencia que las muestras con fibra óptica.
- A medida que aumenta la temperatura, en las muestras con fibra óptica se reduce más rápidamente la resistencia compresión que en las sin fibra óptica.

REGISTRO DE DATOS							
Edades (días)	Temp. (°C)	c/FOp			s/FOp		
		F_c (MPa)	σ (MPa)	CV (%)	F_c (MPa)	σ (MPa)	CV (%)
28	100	37,16	0,49	1,31	38,58	0,48	1,26
28	200	32,56	0,19	0,58	31,80	0,85	2,66
28	300	31,66	0,03	0,10	29,72	0,32	1,06
28	400	25,46	0,43	1,67	28,32	0,57	2,01
28	500	12,95	0,43	3,33	17,86	0,48	2,69
28	600	12,54	0,41	3,29	15,17	0,53	3,51

Tabla 4.4 - Compresión de las mezclas en función de la temperatura.

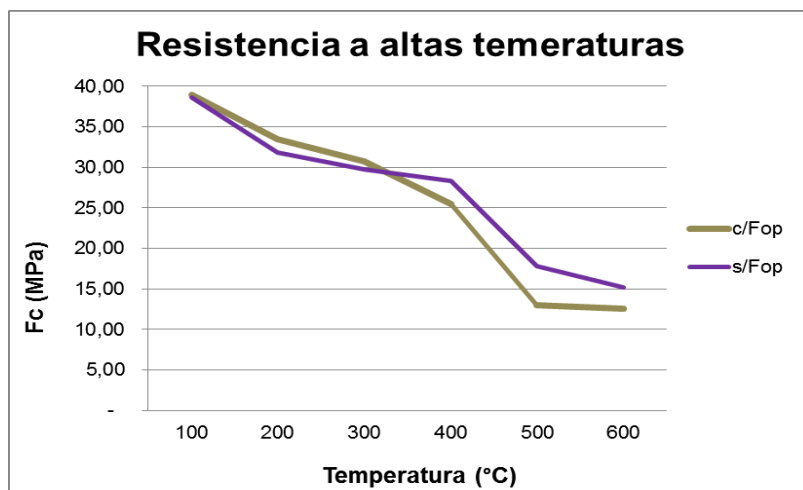


Figura 4.26 – Resistencia a la compresión media de probetas sometidas a altas temperaturas.

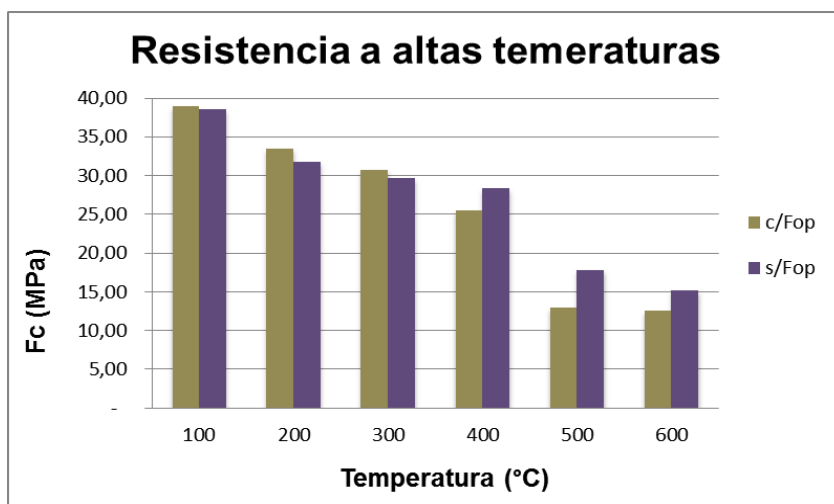


Figura 4.27 – Comparación de resistencias a la compresión.

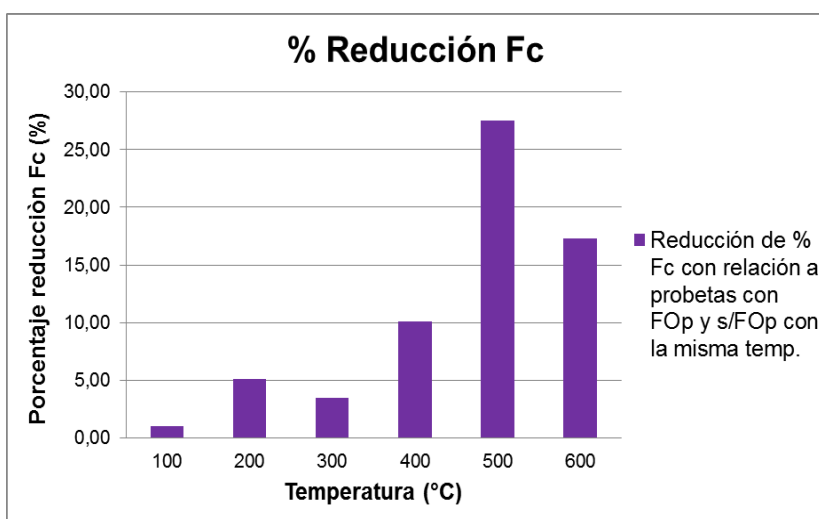


Figura 4.28 – Porcentaje de reducción de la resistencia a la compresión con relación a probetas con FOp y sin FOp sometidas a la misma temperatura.

5. Conclusiones Finales

Para este trabajo final de Diplomado se desarrolló en laboratorio un hormigón translúcido elaborado con materiales locales, que se caracteriza por tener alta resistencia a compresión, consistencia fluida en estado fresco ($A_s = 18 \text{ cm}$) y un contenido de 5 % de fibra óptica.

Se han estudiado algunas propiedades del hormigón translúcido desarrollado, como ser la resistencia a compresión, la resistencia a la flexión, la absorción capilar y la resistencia a altas temperaturas; a los efectos de comparación se usó un hormigón de igual dosificación sin fibra óptica.

Las conclusiones más importantes que se obtiene de la comparación de los resultados obtenidos son las siguientes:

i. En relación a la resistencia:

- ✓ Es notorio el aumento de resistencia a compresión con la edad tanto en las probetas realizadas con fibra óptica como sin ella.
- ✓ Si bien las probetas con fibra óptica tienen menor resistencia a compresión que las probetas de referencia sin fibra óptica, se tienen resistencias mayores a 45 MPa, 60 MPa y 70 MPa a los 7, 28 y 56 días respectivamente, con empleo de fibra óptica.
- ✓ En cuanto a la resistencia a la flexión, las probetas de referencia sin fibra óptica duplican su resistencia en comparación a las probetas con fibra óptica.

ii. En relación a la absorción capilar:

- ✓ Los resultados muestran que la capacidad de absorción capilar aumenta considerablemente a la hora, en las mezclas con y sin fibra óptica, reduciéndose considerablemente a las 24 h.
- ✓ En las probetas con fibra óptica, si bien el agua absorbida va aumentando progresivamente hasta las 24 h, se observa menor diferencia a lo largo del tiempo en relación a las probetas tomadas como referencia (sin fibra óptica).

iii. En relación a la resistencia a altas temperatura:

- ✓ Las probetas a la edad de 28 días, con y sin la incorporación de fibra óptica experimentan una reducción de la resistencia a compresión a medida que aumenta la temperatura (de 100 °C a 600 °C).

- ✓ Con el aumento de la temperatura, las probetas con fibra óptica reducen más rápido su resistencia mecánica con respecto a las probetas de referencia sin fibra óptica.
- ✓ En las temperaturas iniciales, las probetas con fibra óptica tiene mayor resistencia mecánica en comparación a las probetas de referencia sin fibra óptica, pero en las temperaturas finales la resistencia se revierte obteniendo mayor resistencia mecánica las probetas sin fibra óptica.
- ✓ Los resultados obtenidos en las probetas con y sin fibra óptica a diferentes temperaturas si bien parecen ser diferentes, no difieren significativamente desde el punto de vista estadístico.

Los resultados obtenidos muestran que es viable la realización de hormigón translúcido con materiales disponibles en el medio, alcanzándose resistencias superiores a 60 MPa a los 28 días de edad.

iv. Sugerencias para próximas investigaciones en relación a hormigón translúcido:

Finalmente, como sugerencia para futuras investigaciones en hormigón translúcido se tienen las siguientes:

- ✓ Estudiar la influencia de distintos porcentajes de fibras y cantidad de capas en las propiedades del hormigón translúcido.
- ✓ Estudiar la influencia de la incorporación de distintos tipos de fibras ópticas en las propiedades del hormigón translúcido.
- ✓ Estudiar la transmitancia de hormigones translúcidos con distintos porcentajes, tipos de fibras y cantidad de capas, para lo cual previamente hay que desarrollar un método de ensayo adecuado para ello.
- ✓ Estudiar la transmitancia de hormigones translúcidos en diferentes tipos de posicionamientos y direcciones de la fibra óptica.

Referencias Bibliográficas

- Aïtcin, P.C.(2013). Futuro del hormigón. Revista Online GaliciaCAD, www.galiciacad.com, <http://www.galiciacad.com/info/info.php3?idbcad=1342>.
- Barona, M. (2006). El concreto, de la translucidez a la transparencia. Revista CyT, Concreto Virtual, p. 46.
- Berazaluze, I.(2011) ¡Luz, más luz! Llega el cemento traslúcido. Revista Virtual, www.lainformación.com.
- Bösch, C. (2008). Artículo Luccon – Beton der Licht durchlässt, links Magazine www.luccon.com. Revista Weekend Magazin Vorarlberg.
- Frei, J. (2005). Artículo Luccon – Beton in völling neuem licht. Links Magazine. www.luccon.com. Revista Weekend Magazin Vorarlberg.
- Florsheim S. (2008). La Noche de la Ciudad Translúcida, Academic Journals Database, Revista de Urbanismo, v. 7, n. 12, p.280.
- Goho, A. (2005). Concrete Nation – Bright future for ancient material. Revista Science News online, v.167, n.1, p.7.
- Hart, S. (2005). Concrete Gets Glamorous in the 21st Century – Continuing Education Center. Architectural Record; www.continuingeducation.construction.com
- I-ligth. Página oficial del producto i-light, www.italcementigroup.com.
- Illum. Página oficial del producto, www.concretotraslucido.com
- Joachim, H. (2007). Artículo Luccon – Gelungener Lichtstreich. Revista Echo, n.10, p.32-33.
- Losonczi, A. (2008a). Construcción: LiTraCon: El nuevo bloque de concreto translúcido, <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/9882.html>.
- Losonczi, A. (2008b). LitraCon. Patente Europea WO 03/097954, Autor, cesionario e inventor. Aron Losonczi.
- Losonczi, A. (2009). LitraCon. Patente Estados Unidos US 8091303, Autor, cesionario e inventor. Aron Losonczi, también publicado como CN101784733A, CN101784733B, EP2179105A2, EP2179105B1, US20100281802, WO2009007765A2, WO2009007765A3.
- Losonczi, A.; Gutiérrez, J.S. and Ga S.O. (2010). Construcción: La composición química: Diferencia ineludible entre el LiTraCon y el Concreto Translúcido mexicano, <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/9883.html>.
- LitraCon. Página oficial del producto, www.litracon.com
- Luccon. Página oficial del producto, www.luccon.com

Mehta, P. and Monteiro, P.J.M. (1993). Concrete: Structure, Properties and Materials. Prentice – Hall Inc., second edition.

Mehl, R. (2005). LiTraCon: Transparent concrete causing a sensation, <http://www.bftonline.info/de>, Revista Mehl, BFT 03/2005, p. 66- 69.

Meyer, C. (2003). Glass concrete. Concrete International, v. 25, p. 55 – 58.

Neville, A.M. (2011). Properties of Concrete. Ed. Pearson, 5th Edition.

Selker, M.; Kamas, C. and Paldus, B. (2009). Luccon. Patente Estados Unidos, US2009/0200703 A1, Autor e inventor Mark Selker, Charles Kamas y Barbara Paldus, Cesionario Finesse Solutions Llc.

Shulman, K. (2001). X-Ray Architecture. Revista online Metropolis Mag, www.metropolismag.com.

Simonnet, C. (2009). “Hormigón, historia de un material”, Editorial NEREA - España.

Sobrado Maucaylle, S. (2011). Concreto traslúcido. Tesis de final de grado, Universidad Alas Peruanas (UAP).

Anexo I

(Componentes)

Anexo 1.1 – Ficha técnica del Portland CPN-40

Anexo 1.2 – Ficha técnica de la fibra óptica “Comercial 1”

Anexo 1.3 – Ficha técnica de la fibra óptica “Estatat”

Anexo 1.1 – Ficha técnica del Portland CPN-40



PORTLAND CPN- 40

DEFINICION

El Cemento Pórtland Normal ANCAP es el producto que se obtiene por la molienda conjunta de clinker Pórtland y sulfato de calcio. Se recomienda para la industria del hormigón elaborado, empresas constructoras, prefabricados y todos aquellos productores de hormigón de calidad, a gran escala.

USO

El uso final es para la construcción en general, en todos aquellos casos en que no se requieren características especiales, como: estructuras, pavimentos, puentes, alcantarillados, suelo cemento, canales, prefabricados, bloques, tejas de hormigón, etc.

CONSEJOS

Se aconseja dosificar en peso a fin de obtener resultados óptimos. En obras de pequeña envergadura se pueden dosificar los agregados en volumen aparente y el cemento de bolsas enteras (25kgs.) Para asegurar una buena conservación, el cemento envasado se debe estibar bajo techo, separado del piso y paredes, y protegido de corrientes de aire húmedo. Para evitar su compactación excesiva no conviene estibar en pilas de más de 10 bolsas de altura.

NORMAS DE CALIDAD

Cementos del Plata, fiel a la política de constante renovación, actualiza permanentemente sus controles asegurando el cumplimiento de las más estrictas normas de calidad internacionales. De este modo, el Cemento Pórtland ANCAP se ajusta holgadamente a las normas UNIT 20 de Uruguay e IRAM 50.000 de la Argentina.

PRESENTACIÓN

Bolsas de 50 kg de peso neto o a granel (para exportación).

COMERCIALIZACION

Cementos del Plata S.A.
Cno. Boizo Lanza s/n esq. Vigía CP. 12300
Teléfono central: 227 2842/43/44
Teléfono de atención al Cliente: (02) 220 1273
Mail de Atención al cliente: clientes@cemplata.com.uy
Web: www.cemplata.com.uy
Montevideo, Uruguay

CARACTERISTICAS

Resistencia a la compresión:
Res. a 2 días mayor a 10 MPa
Res. a 28 días mayor a 40 MPa

Tiempo de Fraguado
Inicial: 2 horas
Final: 4 horas

Presentación:
Bolsa de 25 kg o granel

Respuestas ampliamente superiores a las exigidas por la norma UNIT 20 de Uruguay e IRAM 50.000 de Argentina.



Ficha de Seguridad

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL USO DEL CEMENTO

1. NATURALEZA DEL PRODUCTO

El cemento es el resultado de la molienda conjunta de clinker, material calcáreo, regulador de fraguado y adiciones. El clinker se obtiene de la cocción a 1450°C de una mezcla de materiales calcáreos. Está compuesto principalmente por silicato y aluminato de calcio. Están presentes también en su composición pequeñas cantidades de cal, sulfatos de sodio, de potasio y de calcio.

2. PROPIEDADES FÍSICAS

Estado físico: sólido pulverulento de color gris.

Solubilidad en agua: la disolución en agua va acompañada de una precipitación inmediata de los hidratos que se forman. El fenómeno provoca un incremento de pH que puede alcanzar valores superiores a 11.

Densidad: aparente: 1kg/l (varía en función del grado de compactación); real: 3.15kg/l (puede variar ligeramente en función de las adiciones).

3. ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

○ Almacenamiento

Se recomienda su almacenamiento en medios secos y cerrados: sacos, bolsones, tolvas, silos. Evitar el contacto con la humedad.

○ Manipulación

Durante la manipulación, evitar la formación de nubes de polvo de cemento.

Evitar el contacto directo de la piel y las mucosas con el mortero o con el hormigón

No comer ni beber durante la realización de trabajos con cemento, para evitar que entre en contacto con la piel o la boca

○ Medidas individuales de protección

Protección respiratoria – En caso de presencia de polvo de cemento en el aire, usar mascarilla antipolvo

Protección ocular – En caso de riesgo de polvo o de proyección de pasta sobre los ojos, utilizar gafas. No deben usarse lentes de contacto cuando se trabaje con este producto.

Protección cutánea – Se recomienda el uso de ropa de trabajo impermeable, que evite el contacto prolongado de la piel con el cemento y sus productos derivados. Utilizar prendas de manga larga, guantes impermeables y botas impermeables.

Quitarse y lavar inmediatamente la ropa polvorienta o mojada con cemento. Lavarse la piel tras la exposición al polvo o al cemento húmedo.



Ficha de Seguridad

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL USO DEL CEMENTO

4. INFORMACIÓN SANITARIA

○ Inhalación

La inhalación de polvo de cemento en forma continuada puede provocar irritación de las vías respiratorias. Respirar polvo de cemento puede agravar los síntomas de enfermedades previamente diagnosticadas, tales como patologías respiratorias, bronquitis, enfisema o asma.

○ Contacto ocular

En caso de proyección de cemento sobre los ojos se puede producir irritación de los párpados, conjuntivitis e incluso, en casos extremos, lesión ocular.

○ Contacto con la piel

Cemento seco: Puede provocar sequedad de la piel seguida de irritación y molestias.

Cemento en contacto con piel húmeda o cemento mezclado con agua: La mezcla de cemento y agua da lugar a una pasta con un pH altamente básico como resultado de la hidratación de los silicatos y aluminatos de calcio. Puede provocar irritación y deshidratación de la piel y las mucosas. En caso de contacto prolongado sin protección para la piel, pueden aparecer lesiones como dermatitis, ulceraciones, o quemaduras cáusticas.

○ Ingestión

Pequeñas ingestas de polvo no son dañinas, pero en cantidades significativas pueden ocasionar dolores abdominales y/o irritación del tracto digestivo.

5. PRIMEROS AUXILIOS

○ Inhalación

Trasladar a la persona a un sitio donde pueda respirar aire fresco. Beber agua para limpiar la garganta y sonarse la nariz para eliminar el polvo. Conseguir atención médica tan pronto como sea posible.

○ Contacto cutáneo

Si el cemento está seco eliminar el máximo posible y después lavar abundantemente con agua.

Si está húmedo, lavar abundantemente con agua.

Quitar y limpiar a fondo las prendas, calzado, relojes, etc. manchados antes de volver a utilizarlos.

Solicitar asistencia médica siempre que se produzca irritación o quemadura cáustica.

○ Contacto ocular

Si el cemento o el cemento mezclado con agua, entra en los ojos, evitar la compresión y la introducción de instrumentos para eliminarlo. Lavar los ojos con abundante cantidad de agua por al menos 15 minutos y solicitar asistencia médica.



Ficha de Seguridad

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL USO DEL CEMENTO

- Ingestión

No inducir al vómito. Si la persona está consciente, enjuagar la boca para eliminar el material o el polvo, darle a beber gran cantidad de agua y buscar inmediatamente ayuda médica.

6. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

- Se recomienda la manipulación del cemento por vía neumática o en sistemas cerrados y desempolvados para evitar nubes de polvo.
- En caso de vertido accidental, se recomienda su recuperación mediante sistemas de aspiración.
- No verter el cemento a sistemas de cloacas y drenajes, ni a cuerpos de agua
- Los elementos que componen el hormigón endurecido se fijan de forma definitiva y son insolubles.

7. INDICACIONES PARTICULARES

- Las empresas usuarias del cemento disponen de procedimientos de buena práctica para su empleo, con relación a las precauciones de seguridad e higiene.
- El cemento no es un material inflamable o explosivo.
- Los distintos cementos se fabrican a partir de materias primas naturales conocidas, cumpliendo con estrictas especificaciones de fabricación, estando certificados de acuerdo a normas UNIT.

La información contenida en esta hoja de seguridad está basada en los conocimientos y la experiencia sobre el cemento y sus derivados en el momento de la edición de este documento.

Se llama la atención de los usuarios sobre los posibles riesgos que puede acarrear el empleo de un producto para usos diferentes para el que ha sido concebido.



Conservación de los cementos portland

Es sabido que los cementos portland son productos particularmente sensibles a la acción del agua y de la humedad, como así también a la compactación mecánica por compresión. Sin embargo, almacenado en condiciones correctas su duración es indefinida, por lo cual no es posible asignarle fecha de vencimiento.

Además de la modalidad a granel, Cementos del Plata S.A. entrega los cementos portland ANCAP CPN 40 y CPF 40, en bolsas de 50 kg, **de dos (2) pliegos de papel**.

Cada bolsa es rotulada automáticamente a la salida de las ensacadoras, con un sello que indica la planta, la fecha y la hora de su envasado.

Luego es entregada "on-line" inmediatamente de llenada, o es almacenada debidamente en la planta de origen o en la planta de distribución Manga hasta el momento de su entrega.

Esta última se efectúa por las modalidades:

F.O.T.: En planta sobre camión del cliente o contratado por el mismo, o:

C.I.F.: Al domicilio indicado por este último, mediante servicio de entrega a cargo de Cementos del Plata S.A.

A continuación se enumera una serie de recomendaciones, destinadas a optimizar la conservación del producto en su transporte y/o en su almacenaje en depósito u obrador del cliente:

1. Controlar el estado de las bolsas en el momento de su recepción, por parte del transportista del cliente en el momento de la carga (caso F.O.T.), o del responsable de su depósito (opción C.I.F.), aceptando sólo bolsas secas, sanas y con el producto "fresco", es decir blandas al tacto.
2. Tapar debidamente la carga mediante lonas en perfecto estado y colocadas según reglas de arte, de manera obligatoria en caso de lluvia o amenaza, y según el mejor criterio del transportista en los otros casos, pero siempre asegurando su arribo a destino con la totalidad de la carga seca.
3. Evitar absolutamente la mojadura de las bolsas durante su descarga, manipuleo y almacenamiento. Tener en cuenta no sólo las filtraciones por el techo, sino también la eventual condensación.
4. Conservarlas en depósito ventilado pero con cerramientos laterales, con piso de concreto o similar, bajo la menor humedad relativa ambiente que sea posible, separadas del piso sobre tarimas de madera (palets) con circulación inferior de aire.
5. Separar también las bolsas de las paredes, permitiendo su aireación lateral.

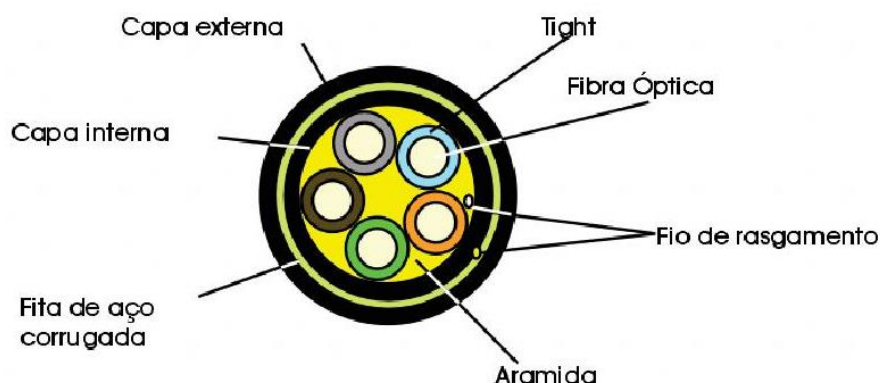
6. No es aconsejable estibar un palet sobre otro, salvo por un lapso no mayor a una semana. En ningún caso se recomienda apilar más de dos (2) palets llenos.
7. En caso de ser posible, y sobre todo para estadias prolongadas, tapar las estibas con polietileno. Para ello se aconseja colocar una hoja de este material en el piso antes de apoyar los palets, cerrándola luego por arriba de manera de cubrir totalmente las bolsas.
8. Asegurar una rotación bajo estricto sistema "f.i.f.o.", es decir usando el material en el mismo orden cronológico de su llegada.
9. Pese a todas las precauciones, el producto podría sufrir la llamada "compactación de bodega", de origen puramente mecánico por compresión, que no implica pérdida de propiedades por fragüe. En tal caso, para conseguir su desaglomeración y dejarlo nuevamente en óptimas condiciones de uso, suele ser suficiente con golpear levemente la bolsa por ambas caras sobre una superficie dura. Sólo si subsisten nódulos no destructibles con facilidad, puede sospecharse deterioro del producto y, aún en este caso, su capacidad remanente puede verificarse mediante análisis y ensayos de laboratorio.

AREA TÉCNICA – Cementos del Plata S.A.

Anexo 1.2 – Ficha técnica de la fibra óptica “Comercial 1”

IFT – 0176/06	Informativo Técnico Departamento de Engenharia	
Revisão/Data 00 / 12/09/06		
Folha :1/2	Assunto : LIGHT LAN ARMORED INDOOR/OUTDOOR FR Protegido contra roedores	

Os cabos ópticos proporcionam excelente performance de transmissão. Estes cabos foram desenvolvidos com uma proteção interna e externa especial para uso Indoor/Outdoor com capa em material retardante à chama e proteção contra roedores em fita de aço corrugado.



Aplicação

- Instalação interna / externa;
- Operam nas faixas de comprimento de onda de operação de 850nm, 1310nm e 1550nm.
- Cabo COG conforme definição da NBR 14705 onde esta classifica sua aplicação para uso vertical em tubulações com muita ocupação, em locais sem fluxo de ar forçado, em instalações de um mesmo ambiente ou em locais com condições de propagação de fogo similares a estas;
- Outras aplicações constantes da NBR 14705 podem ser fornecidas mediante consulta.

Características

- Excelente performance óptica e mecânica;
- Resistente à umidade e a raios UV;
- Os materiais termoplásticos utilizados para a construção deste cabo têm como característica de retardância à chama;
- Proteção contra roedores em fita de aço corrugado;
- Fibras com proteção secundária tight 900 µm.

Construção

Número de Fibras ópticas	2	4	6	8	10	12
Diâmetro Externo Nominal (mm)	10,3	10,5	10,9	12,0	12,4	12,6
Massa Líquida (kg /km)	131	136	147	167	174	178

Características Mecânicas e Ambientais

Características	Unidade	Valor
Raio Mínimo de Curvatura Sob Tensão Sem Tensão	mm	20 x o diâmetro do cabo 10 x o diâmetro do cabo
Resistência à Compressão	N	1000
Temperatura de Operação	°C	-20 até + 65

IFT – 0176/06	Informativo Técnico Departamento de Engenharia	
Revisão/Data 00 / 12/09/06		
Folha :2/2	Assunto : LIGHT LAN ARMORED INDOOR/OUTDOOR FR Protegido contra roedores	

Identificação das Fibras

Fibra Óptica	Cor	Fibra Óptica	Cor
1	Verde	7	Marrom
2	Amarelo	8	Rosa
3	Branco	9	Preto
4	Azul	10	Cinza
5	Vermelho	11	Laranja
6	Violeta	12	Água

Características das Fibras Ópticas

Fibra Óptica Monomodo

Atenuação Máxima em 1310nm (dB/km)	0,40
Atenuação Máxima em 1550nm (dB/km)	0,30

Fibra Óptica Multimodo 50/125

Atenuação Máxima em 850nm (dB/km)	3,5
Atenuação Máxima em 1310nm (dB/km)	1,5

Fibra Óptica Multimodo 62,5/125

Atenuação Máxima em 850nm (dB/km)	3,5
Atenuação Máxima em 1310nm (dB/km)	1,5

Fibra Óptica Multimodo 50/125 10 GB

Atenuação Máxima em 850nm (dB/km)	3,5
Atenuação Máxima em 1310nm (dB/km)	1,5

Designação do Cabo

LIGHT LAN ARMORED INDOOR-OUTDOOR FR YY-ZZ

Y – Número de Fibras Ópticas

Z – Tipo de Fibra Óptica SM, MM 50/125 ou MM62,5/125

FR – Cabo retardante à chama

ARMORED – Proteção contra roedores

Anexo 1.3 – Ficha técnica de la fibra óptica “Estatel”

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LAS FIBRAS OPTICAS Y DE LOS CABLES DE FIBRA OPTICA
Capítulo 1 ESPECIFICACIONES DE LAS FIBRAS OPTICAS A UTILIZAR

1.1 ESPECIFICACIONES DE LAS FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO

1.1.1.- La fibra óptica a ser adquirida por ANTEL debe ser monomodo y cumplir con todas las especificaciones de las recomendaciones G.652 D del ITU y las especialmente detalladas en el presente pliego de condiciones.

En caso de ser solicitado se podrán especificar fibras que cumplan con las recomendaciones G.657 A del ITU.

1.1.2.- La fibra monomodo deberá trabajar en el rango de longitud de onda de 1310nm, siendo aptas para trabajar a longitudes de onda en la región de 1550 nm.

1.1.3.- Se adoptarán fibras monomodo estándar con una atenuación máxima de:

0,35 dB/km a 1310 nm.

0,25 dB/km a 1550 nm.

1.1.4.- Diámetro del campo modal.

El valor nominal del campo modal a 1310 nm. será de 9,3 +/- 0,5 μm .

1.1.5.- Diámetro del revestimiento.

El diámetro del revestimiento será de 125 μm . +/- 1 μm

1.1.6.- Recubrimiento primario.

El recubrimiento primario será aplicado directamente sobre la fibra óptica en una o dos capas de compuesto de acrilato, silicona multicapa u otro material de características similares.

El valor nominal del diámetro exterior será de:

245 μm +/- 10 μm .

1.1.7.- Dispersión cromática.

El valor del coeficiente de dispersión cromática deberá cumplir con:

a) 1.-Para long. de Onda de 1330 nm 0,092 ps/(nm².km) pendiente de dispersión cromática

2.- El λ_o debe estar entre los siguientes puntos:

$$1301,5 \text{ nm} \leq \lambda_o \leq 1321,5 \text{ nm}$$

1.1.8.- Longitud de onda de corte

La longitud de onda de corte para la fibra cableada deberá ser:

$$a) \quad \lambda_{ccf} < 1260 \text{ nm}$$

1.1.9.- Error de concentricidad del núcleo con el revestimiento (core-cladding):

$$\leq 0.8\mu\text{m}$$

1.1.10.- Error de concentricidad del cladding-coating:

$$< 12\mu\text{m}$$

1.1.11.- No circularidad del revestimiento (cladding) :

$$< 1 \%$$

$$\text{Definido como :} \quad 1 - \frac{\text{Mínimo diámetro del revestimiento}}{\text{Máximo diámetro del revestimiento}} \times 100$$

1.1.12.- El coeficiente de PMD en la fibra deberá ser:

$$\leq 0.2\text{ps/ km}^{1/2}$$

Anexo II

(Patentes)

Anexo 2.1 – Patente LiTraCon Europea

Anexo 2.2 – Patente LiTraCon de Estados Unidos

Anexo 2.3 – Patente Luccon de Estados Unidos

Anexo 2.4 – Patente Ilum de Mexico

Anexo 2.1 – Patente LiTraCon Europea



WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION

Casa Servicios IP PCT Invencciones

PCT notables invenciones: hormigón translúcido

El concreto que se hace transparente mediante la incorporación de fibras ópticas de vidrio del grosor de un cabello. Elegido como uno de *tiempo* de la revista "mejores inventos de 2004."

HORMIGÓN TRANSLÚCIDO

Imagen:



(Foto: Cortesía de LiTraCon Bt 2001 - 2006)

Soliditud PCT:

- ([WO 03/097954](#)) Creación de bloque que comprende fibras de luz transmisión y un método para producir la misma

La selección de las referencias:

- Concreta en una nueva luz [[PDF](#)] *Revista de la OMPI*, abril 2006
- [Concreto Nación](#)
Science News, 01 de enero 2005
- [Material de Magic \(requiere registro\)](#)
de la revista Time, mejores inventos de 2004

Enlaces:

Oficial [LiTraCon sitio web](#)



(11) **EP 2 179 105 B1**

(12) **EUROPEAN PATENT SPECIFICATION**

(45) Date of publication and mention
of the grant of the patent:
03.08.2011 Bulletin 2011/31

(51) Int CL:
E04C 1/42 (2006.01)

(21) Application number: 08776250.6

(86) International application number:
PCT/HU2008/000084

(22) Date of filing: 10.07.2008

(87) International publication number:
WO 2009/007765 (15.01.2009 Gazette 2009/03)

(54) **TRANSLUCENT BUILDING BLOCK AND A METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME**

DURCHSCHEINENDER BAUSTEIN UND HERSTELLUNGSVERFAHREN DAFÜR

BLOC DE CONSTRUCTION TRANSPARENT ET SON PROCÉDÉ DE FABRICATION

(84) Designated Contracting States:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR
Designated Extension States:
AL BA MK RS

(72) Inventor: Losonczi, Aron
6640 Csongrád (HU)

(30) Priority: 11.07.2007 HU 0700475

(74) Representative: Farkas, Tamas et al
Danubia
Patent & Law Office LLC
Bajcsy-Zsilinszky út 16
H-1051 Budapest (HU)

(43) Date of publication of application:
28.04.2010 Bulletin 2010/17

(56) References cited:
EP-A- 1 970 179 WO-A-03/097954
WO-A-2006/070214 WO-A-2006/099874
DE-U1-202007 000 753 JP-A- 2006 220 981
JP-A- 2006 224 349 US-A- 3 492 384
US-A- 3 822 336 US-A- 5 297 772
US-A1- 2007 074 484

(73) Proprietor: Losonczi, Aron
6640 Csongrád (HU)

EP 2 179 105 B1

Note: Within nine months of the publication of the mention of the grant of the European patent in the European Patent Bulletin, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to that patent, in accordance with the Implementing Regulations. Notice of opposition shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

Description

[0001] This invention relates to a building block with translucent properties between a first boundary surface and a second boundary surface spaced from the first boundary surface, the translucent properties are provided by discrete translucent members extending between the boundary surfaces and they are spaced from one another, the building block is formed by a cast material filling the spaces between the translucent members, the translucent members have sufficient rigidity to preserve their positions under the effect of forces applied by the casting of the cast material, the translucent members are interconnected by means of connection elements to constitute an integral mechanical structure.

[0002] The natural inner illumination of buildings is provided by windows created on the walls, ceilings or roof structures and containing translucent or transparent materials having weatherproof properties. Generally, these openings present great unbroken surfaces, but it is common to apply transparent, translucent, coloured, dyed or water-clear windows of different sizes or esthetical illumination purposes, dimensions of which fit to the dimensions of the building blocks used, i.e. in the case of glass bricks to be built, that is transparent members are built in between load bearing members like bricks. The number and the sizes of the transparent members are limited by economical, static, heat insulating and mechanical requirements relating to the closure members, walls and roofs, as above, properties of the translucent materials cannot easily be conformed to the complex architectural requirements.

[0003] The patent document GB 794,864 discloses a solution relating translucent building member, where the pre-fabricated building members consisting of a translucent member and a framework are disposed between load bearing building elements. The framework makes the building strength of the member independent from the mechanical strength of the translucent member. However, its disadvantage that it requires correct fitting of discrete elements at predetermined locations during building of the wall structure.

[0004] Wide spreading of cold-hardening, in situ form worked or prefabricated cement based building elements allows embedding of translucent elements into the building elements. Such a solution is disclosed in patent document US 3,091,899, where glass strips embedded randomly in a binding material guide the light between the two sides of the element. The strips project from at least one surface of the element. Such projecting strips encumber the bricklaying job and the load bearing property of a wall consisting of such elements is limited to a great extent because of the risk of slipping at contact areas between the glass and binding material.

[0005] Improved handling and strength properties can be obtained by solutions applying glass fibres arranged in a binding matrix such as concrete. The patent document JP 2006224349 discloses a method comprising the steps of arranging a glass fiber fabric into a mould cavity, filling the mould cavity with concrete up to the-level of the fabric, and then repeating above procedure until the cavity is filled up. Disadvantage of this method is that it is very labour-intensive and the application of glass fibres involves extremely high costs.

[0006] Publication WO 03/097954 discloses a building block having translucent elements embedded in a structural building material cast in between the two surfaces of the building element, and both ends of the glass fibres are evenly distributed along the two surfaces. From the document US 2007/0074484 A1 a translucent concrete element is known, where glass fibres are spanned between two sheets of an auxiliary framework, then filling in the space among the fibres. Finally, moving away the sheets of the auxiliary framework, a translucent building block is obtained. Shortcoming of both solutions relates to their costs incurred by the application of glass fibres.

[0007] WO 03/097954 discloses a building block and a method of its production, where a bunch of glass fibres is continuously introduced into a longitudinal mould, while filling in the mould with a binding material matrix and upsetting it by vibration and/or pressure. The solidified element is cut across its cross section into elements, then preferably machining the surfaces thus obtained. An advantage of this solution is the continuous production, but applying glass fibres is a shortcoming also in this case.

[0008] A further common disadvantage of the solutions above that the translucent members are positioned randomly or the grouping of members is labour intensive or impossible.

[0009] Above shortcomings are intended to solve by the solution disclosed in document JP1219251, where openings are formed in a flexible or rigid retainer sheet, translucent members, i.e. glass prisms are placed in the openings, then covering the sheet by a concrete layer having a height according to the height of the prisms. After setting of the concrete layer the flexible sheet will be made away and at least one of the surfaces of the member has to be machined. In the case of a rigid retainer sheet, it remains on the surface. Disadvantage of this solution is that the adequate forming of the retainer sheet having no role in the light guidance requires further dead-works and costs, and remaining on the building member it restrains application thereof, in the case of removing it forms wastes, moreover, in the case of production of thicker building blocks or applying slimmer and/or less rigid translucent members there is no solution for fixing the relative position of the translucent members neither to each other nor to the mould, since the retainer sheet is in the largest possible distance from either of the surfaces of the building member, furthermore, the solution is inadequate for vertical production of building blocks in the absence of adequate fixing of the translucent members.

[0010] The patent document WO 2006/070214 discloses a light transmitting object and a method for manufacturing the same. The object comprises a substantially non-transparent solid material and rigid (non-flexible) inserts embedded

in it, and the inserts can be transparent. The surface of the light-transmitting object is partly formed by a part of the surface of the transparent elements. The inserts are fastened to each other either by using adhesive binding material or by the interposition of intermediate distance members, the whole forming together a skeleton which is exposed to the liquid cast material. In this solution the prefabricating of the so called skeleton by bonding the different elements requires an intensive and time consuming handwork and indirect-materials like gluing agents as well. The shape, size and orientation of the translucent elements can largely differ. In certain embodiments the translucent elements can be plates extending between opposite sides of the building block and dividing it respective parts, so that the cast material cannot penetrate through the plate and will not constitute a uniform cast body. The lack of a uniform cast body has a negative effect on the mechanical strength, stability and rigidity of the whole block. In further embodiments the elements define very small spacings between them or complex shapes, and the cast material cannot fill such spaces in a perfect way or cannot provide the required strength. The way the transparent elements are arranged cannot provide an appropriate accuracy needed to position this skeleton in a mould for producing a light-transmitting object. Furthermore, there is no adequate teaching about how a skeleton is to be fixed and positioned during pouring the solid material in the mould.

[0011] Therefore, an object of this invention is to provide a translucent building block, which overcomes the shortcomings of the prior art, namely it can be produced easily at a low cost and in arbitrary sizes, there is no need to apply expensive indirect materials, as well as to provide a solution for fixing the relative position of the translucent members either to each other or to the mould in the case of production of thicker building blocks or applying slimmer and/or less rigid translucent members. Another object of the present invention is to be able to arrange translucent or transparent figurations; signs, figures and even works of art in solid walls, appearing by means of either natural or artificial light.

Disclosure of the invention

[0012] To achieve the object of the present invention a translucent building block is provided, having at least two, a first and a second bounding surfaces, between which there is at least a part of a translucent member and cast material surrounding said member connected to a substantially flat retainer structure, and comprising at least one insert member arranged between the two bounding surface of the building block, the insert member consists of at least one retainer structure and at least one relatively rigid translucent member attached transversally to the retainer structure, and a first section of each translucent member is in contact with the first bounding surface and a second section of each translucent member is in contact with the second bounding surface, and sections of each translucent member are continuous in regard to guiding of light, or having a light guide material arranged therebetween.

[0013] Therefore, as claimed in claim 1., for the building block having translucent properties between said first boundary surface and said second boundary surface spaced from the first boundary surface, the translucent properties are provided by discrete translucent members extending between said boundary surfaces and being spaced from one another. Said building block is formed by a cast material filling the spaces between the translucent members, said translucent members have sufficient rigidity to preserve their positions under the effect of forces applied by the casting of said cast material. Said translucent members are interconnected by means of connection elements to constitute an integral mechanical structure. According to the invention, the translucent elements are arranged in at least one discrete group (forming an insert member for the building block), and being constituted by rods with respective closed cross sectional profile and said connection elements are constituted by at least one substantially flat retainer structure extending in transversal direction relative to said translucent elements and being connected to all of said translucent elements in said at least one group. A first section of the translucent elements which extend out from one side of the retainer structure is in contact with said first boundary surface and a second section of the translucent elements, which extend out from the other side of the retainer structure, is in contact with said second boundary surface. Said retainer structure has openings between said translucent elements for providing space for the cast material to flow in and to interconnect said two sides.

[0014] Preferably at least one fixing member is arranged on the retainer structure. The translucent member is provided with a fixing member.

[0015] The translucent member is a prism having a base terminated by at least one closed line. The Translucent member can be made of glass or plastic, i.e. PMMA /poly(methyl-metacrilate)/, PC /polycarbonate/, or COC /cycloolefine copolymer/. The retainer structure may be made of heat insulating material or its surface is covered by heat insulating material. Elements of a linear or bar-mat reinforcement might be arranged along the retainer structure, beside and/or between the translucent members. A reinforcement piece can be arranged in the openings formed on the retainer structure.

[0016] Further to the translucent building block the invention also discloses an insert member for forming a translucent building block, said member consisting of at least one relatively flat retainer structure and at least one relatively rigid translucent member attached thereto, and the translucent member has at least one section transversally projecting from the retainer structure, and sections of each translucent member are continuous in regard to guiding of light, or having a light guide material arranged therebetween.

[0017] The insert member is provided with opening and, optionally, with fixing member both formed on the retainer

structure. The retainer structure and translucent member may be made of the same material, or the retainer structure and translucent member can be made of different materials.

[0018] The translucent members can be mounted on the retainer structure, or the translucent members can be shaped in a single piece with the retainer structure.

5 [0019] The retainer structure may be made of heat insulating material or its surface can be covered by heat insulating material. The translucent member might be made of glass or plastic, i.e. PMMA /poly(metyl-metacrilate)/, PC /polycarbonate/, or COC /cycloolefine copolymer/.

[0020] Moreover, the invention discloses a method as well for manufacturing a translucent building block, and it comprises the steps of arranging a translucent member in a mould cavity delimited by at least a base surface and side walls, and filling the mould cavity with moulding material, letting the moulding material to be set, then removing the building block from the mould cavity, arranging one or more insert member(s) as translucent element comprising of at least one retainer structure and at least one translucent member having at least one section and transversally, protruding from the retainer structure in the mould cavity, then making contact between the sections of the translucent member and the base surface or side walls of the mould cavity, positioning and fixing the insert member(s) in the mould cavity.

15 [0021] Therefore, the method for manufacturing said building block according to claim 11 comprises the steps of arranging and positioning said integral mechanical structure in a mould cavity having at least opposing side walls and a bottom, so that said translucent members extend across said side walls, and filling the mould cavity with a fluid moulding material, and following the setting of the moulding material separating the building block and the mould cavity, and said arranging and positioning step comprises pressing slightly all of said translucent members by constraining said side walls together and by placing a resilient sheet between said translucent members and at least one of said side walls. Said resilient sheet is applied preferably at the interior of both of said walls.

[0022] The insert member(s) can be arranged in the mould cavity so as to support the insert member by the base surface, or to fit the insert member into holes formed according to the ends of the translucent members in the base surface.

25 [0023] It is also possible to fix the insert member to the base surface and/or to the side walls by means of a strap clamping and/or wire-like fixing means, and/or by applying load by means of reinforcement elements, or arranging the insert member(s) in the mould cavity so as to support the insert member by an other insert member, or supporting the insert member(s) by the side walls so as to fix the insert member by constraining it between the opposite side walls of a formwork around the moulding cavity.

30 [0024] The insert member(s) may be supported by the side walls so as to fit the insert member into holes formed according to the ends of the translucent members in the side walls, and the side walls delimiting the mould cavity can be provided with a liner made of a material having adequate elasticity or being able to become deformed locally if exposed to pressure.

35 [0025] The formwork might be clamped by means of bars passed through at least one opening and a hole formed in the side wall and fixed on the surface of the side walls opposite the mould cavity, and relieving the translucent members by means of a distance bar, i.e. a distance pipe, having at least the same length as the total length of the translucent members, and arranged parallelly around the bars, and optionally covering the surface of the retainer structure by heat insulating material.

40 [0026] Elements of a linear or bar-mat reinforcement can be arranged along the retainer structure, beside and/or between the translucent members and also a reinforcement piece may be positioned in the openings formed on the retainer structure.

[0027] In a preferred embodiment at least one of the bounding surfaces of the building block may be machined, after removing the building block from the mould cavity.

45 [0028] The invention further discloses a formwork for manufacturing a translucent building block, having at least two side walls delimiting a moulding cavity, and clamping means for fixing said side walls and the surfaces of the at least two opposite the side walls delimiting the mould cavity is provided with a liner made of a material having adequate elasticity or being able to become locally deformed if exposed to pressure.

[0029] The clamping means may consist of a bar passed through at least one hole formed in the sidewall and in the liner, and of a distance member arranged in the mould cavity and abutted against the surface of the liner facing the mould cavity.

50 [0030] The distance member might comprise i.e. a translucent member.

[0031] In a preferred embodiment the distance member can also consist of a distance bar, i.e. a distance pipe, having at least the same length as the total length of the translucent members, and arranged parallelly around the bars, where the difference between the total length of the distance bar and that of the translucent member is between 0 and twice of the thickness of the liner, and preferably less than the thickness of the liner.

55 [0032] Other preferred features of various embodiments of the building block the method according to the invention are disclosed in details hereunder and claimed in subclaims 2-10 and 12, respectively.

[0033] The invention will be disclosed now in details by demonstrating preferred embodiments referring to the attached drawings. In the drawings:

- Fig. 1. is a cross section of a preferred embodiment of the translucent building block according to the invention,
- Fig. 2. is a perspective view of a preferred embodiment of the translucent building block according to the invention, with a translucent lettering and figuration on the surface of the building block,
- 5 Fig. 2a. a broken perspective view of a preferred embodiment of the translucent building block according to the invention, with an even distribution of the ends of translucent members on the surface of the building block,
- Fig. 3a. and 3b. perspective views of preferred embodiments of the insert member essential to produce the building block according to the present invention,
- 10 Fig. 3c. shows a variant of the insert member according to the invention formed with two retainer structures,
- Fig. 4. shows a retainer structure of a preferred embodiment of the insert member according to the invention, with openings and the holes receiving translucent members,
- Fig. 5. shows a preferred embodiment of the insert member according to the invention, having translucent members shaped as annular cylinders,
- 15 Fig. 6. shows a lying formwork used to proceed the method according to the invention, with an insert member arranged therein,
- Fig. 7. shows a standing formwork used to proceed the method according to the invention, with an insert member arranged therein,
- 20 Fig. 7a., 7b., 7c., 7d. are enlarged views of details marked in Fig. 7.

Detailed description of preferred embodiments

[0034] Fig. 1. is a cross section of a preferred embodiment of the translucent building block according to the invention. The translucent building block 1 shown has at least two, namely a first and a second bounding surfaces 3. In order to have translucent property the building block 1 has to have at least one, a plurality in the drawing, relatively rigid translucent member 4 having surfaces - preferably but non exclusively - fairly polished, and arranged at least partly between the first and a second bounding surfaces 3, so that the translucent member 4 is surrounded by cast material 7. In this description the term "relatively rigid" means a mechanical property allowing the translucent member to bear forces acting in the course of the flow of cast material 7 during moulding, without permanent deformation. In a preferred embodiment not shown in the drawing the translucent members 4 may protrude beyond the bounding surfaces 2, 3, that is the translucent members 4 may poke out of the building block 1. In order to fix the translucent members 4 in desired relative positions to each other the translucent members 4 are arranged in a relatively flat retainer structure 5, which can hold a plurality of translucent members 4 together. The term "relatively flat" means in this description that the retainer structure 5 is preferably sheet like shaped. The retainer structure 5 may be formed as a grid having translucent members 4 arranged in grid points or along the grid bars, but it is possible to form it any other adequate way, i.e. as a planar retainer structure 5, or as a retainer structure 5 formed by curvatures like sheet having rippled surface. It is shown in the drawing, that the retainer structure 5 is shaped preferably as a sheet arranged between the two bounding surfaces 2, 3 in the building block 1 made. In a particular embodiment the retainer structure 5 forms one of the two bounding surfaces 2, 3, therefore, the retainer structure 5 is arranged between the two bounding surfaces 2, 3 in this particular embodiment, too.

[0035] With the embodiment shown in Fig. 1 a plurality of translucent members 4 is arranged on the retainer structure 5 so that the translucent members 4 are substantially perpendicular to the retainer structure 5, though the angle between the translucent members 4 and the retainer structure 5 can differ from the right angle, that is the translucent members 4 generally stand transversally to the retainer structure. Among the translucent members 4 openings 6 are formed in the retainer structure 5. Openings 6 serve to connect the parts of the cast material 7 forming the building block 1 divided by the retainer structure 5, by means of the cast material flown through the openings 6 during moulding. Reinforcement pieces 22 or bracing members, i.e. pins, hooks made of steel or plastic can be arranged in the openings 6 formed on the retainer structure (5) (Fig 1. and 2a.) or in the grid holes (in case of a grid like retainer structure 5 to further reinforce the connection between the parts of the building block 1 divided by the retainer structure. In a further advantageous embodiment (not shown in this Figure) bracing members 19, i.e. pins, hooks made of steel or plastic can be arranged in one or both sides of the retainer structure 5 attached thereto or formed in one piece therewith, in the place of the openings 6 or beside them, depending on mechanical requirements of building block 1 (Fig. 3a). It is also possible to arrange bracing members 20 on the translucent members 4, i.e. rings or the like, or to shape bracing members 20 on the translucent members 4 forming an undercut fixing the translucent member 4 inside the cast material 7. There is a possibility to arrange a linear or bar-mat reinforcement H well known in the art of armoured concrete, along the retainer structure 5 and beside and/or among the translucent members (4) (Fig 2a.). This reinforcement H may be connected to the reinforcement pieces 22 in the openings 6 or to bracing members 19, further enhancing the strength of the building block 1. The translucent members 4 arranged on the retaining structure 5 have in this embodiment a base shape of a

regular plane figure, i.e. a circle, a triangle or a polygon spaced apart by equal distances. The base of the translucent members 4 may have of course an irregular boundary, too. For example, on the retainer structure 5 might be arranged one or more translucent member(s) 4 having a base of figural contour, i. e. of a shape of a star or like. Moreover, translucent members 4 can be spaced apart by arbitrary or unequal distances, by means of which figures or letterings may also be formed on the surface of a building block 1. In this case the translucent member 4 have, in one hand, a base of arbitrarily guided contour, i.e. a letter, a number, or a figure, or, in the other hand, an adequate arrangement of translucent members 4, i.e. a figure or lettering formed by dots. The translucent member 4 may preferably be made of glass as inorganic material, or of an organic one as translucent plastic, i.e. PMMA poly(methyl-metacrilate), PC (polycarbonate), or COC (cyclo-olefin copolymer), etc.

[0036] As it has already been noted, translucent members are held together by a retainer structure 5. Retainer structure 5 and translucent members 4 held thereby together form an insert member 8, which can have varied shapes as above mentioned. Moreover, the same building block 1 might contain one or more insert members 8 depending on relation between the size of the insert member 8 and that of the building block 1, as well as on the desired size of translucent surface part of the building block 1. It can be shaped a building block 1 having boundary surfaces 2, 3 fully crowded by equally spaced apart translucent members' 4 ends, but at the same time a building block 1 having boundary surfaces 2, 3 containing translucent members' 4 ends in discrete areas can also be made (Fig 2).

[0037] Translucent members 4 are surrounded by cast and solidified cast material 7, preferably concrete. It must be noted, however, that the cast material 7 may not exclusively be concrete. As cast material one can use other building materials that pours well and then it solidifies, i.e. plaster. These materials, especially the concrete, have excellent heat conductivity, hence the building block 1 may be provided with a heat insulation delaying heat transfer between boundary surfaces 2, 3, but it does not form an obstacle to the light guidance of the translucent members 4, as well as it does not decrease the mechanical strength of the building block 1. therefore, in a preferred embodiment of the invention, the surface of the retainer structure 5 is covered by heat insulating material. In this case the retainer structure 5 is covered i. e. by expanded plastic foam sheet as heat insulating material, so as this sheet has openings only at places of translucent members 4, and reinforcement pieces 22 pierced into the foam may be placed in openings 6. In a most preferred embodiment of the invention the retainer structure 5 in itself is made of improved heat insulating material. i.e. expanded plastic foam sheet having openings corresponding to the translucent members 4 in place and size, and translucent members 4 are transversally received in these openings.

[0038] Fig. 3a. and 3b. show preferred embodiments of the insert member 8 essential to produce the building block 1 according to the present invention. Insert member 8 shown in Fig 3a. is formed of several translucent members 4 and a retainer structure 5, so as the translucent members 4 are arranged spaced apart of equal distances on the retainer structure 5. Translucent members 4 have a first section 9 and a second section 10 protruding from the one side and from the other side of the retainer structure 5, respectively. It can be shown in Fig. 3a. that the lengths of sections 9, 10 of the translucent members 4 are not equal in this embodiment, in order to locate the optional reinforcement H supported by the retainer structure 5 into a statically right mid position. Naturally, sections with equal lengths may also be used. In a further embodiment not shown in the drawing sections 9, 10 of the translucent members 4 protrude transversally, that is they have an angle inclined other than 90° to the plane of the retainer structure 5, moreover, they are optionally not parallel to each other. There is the only requirement in relation to the light guidance that the ends of the sections 9, 10 reach at least the boundary surfaces 2, 3 during production of the building element 1.

[0039] It is further shown in Fig. 3a. the retainer structure 5 has openings 6 formed among the translucent members 4. Openings 6 have a complex function. They serve to in one hand that in the mould cavity crowded with insert members the 8 cast material 7 may flow across the retainer structure 5, and in the other hand, the cast material flown across the openings 6 connect the parts of the building block 1 divided by means of the retainer structure 5. Moreover, the openings can receive reinforcement members 22, but not only the elements of a bar-mat structure, but i.e. pins, hooks made either of steel or plastic, or equivalent members.

[0040] In a further preferred embodiment, as this possibility has already been mentioned in relation of the Fig 1., bracing members 19, i.e. pins, hooks made of steel or plastic can be arranged in the retainer structure 5 attached thereto or formed in one piece therewith, in the place of the openings 6 or beside them (Fig 3a.). Bracing members 19 may be fixed on the retaining structure 5 i.e. by means of an adhesive or screw means, etc., well known in itself in the art. Further, also possible to arrange bracing members 20 on the translucent members 4, i.e. rings or the like, or to shape bracing members 21 on the translucent members 4 itself.

[0041] The translucent members 4 and the retainer structure 5 shown in Fig. 3a. and 3b. are made of the same material. This means generally, but not exclusively, that the insert member 8 are preferably formed as a one piece member made of a single material, i.e. PMMA poly(methyl-metacrilate), PC (polycarbonate), or COC (cyclo-olefin copolymer), etc, by way of injection moulding. Fig. 3b. shows a one piece made insert member 8 containing several translucent members 4.

[0042] However, particularly with the use of larger translucent members 4, the insert member 8 may be made of a single material, but in the form of an assembled structure, where the retainer structure 5 with the openings 6 is made of a plastic by way of injection moulding, and short stubs 11 are protruding at the places of the translucent members 4

(Fig. 3a.), into which sections 9, 10 injection moulded or cut from a rod may be attached by means of bores formed in their ends, by threads or close fit. Thus it is possible to form further openings 12 in the place of above mentioned short stubs 11, or both but in different locations, which openings 12 are similar to the openings 6 (Fig. 4.). In this embodiment the translucent members 4 having adequate diameter are fitted in the openings 12 by means of close or snap fit, or they may be attached or threaded to the stubs 11, etc., respectively. In a more preferable embodiment the function of openings 6 and 12 may be changed. Moreover, the assembled structure embodiment enables the translucent members 4 or their sections 9, 10 to be made of different kind of material having different colours.

[0043] As it has been mentioned above, both the single piece made and the assembled insert member 8 enables to be heat insulated. An insert member 8 made of a single piece may receive a heat insulating layer having openings to be pulled on the respective sections 9, 10 translucent members 4 and some other openings of which are aligned with the openings 6 of the retainer structure 5. Thus the surface of the retainer structure 5 is covered by the insulating layer. Also the assembled insert member 8 having openings 12 may be provided with heat insulating structure, but in this case the retainer structure 5 itself might be made of a heat insulating material, i.e. polystyrene cell foam. Thus the retainer structure 5 itself consists of a heat insulating layer.

[0044] The material of the insert member 8 is an organic material, preferably plastic, in the embodiment shown. However the insert member may be made of inorganic material as glass, nevertheless in the case of the assembled one, it is possible to make it of a combination of organic and inorganic materials, i.e. with a retainer structure 5 having openings 6, 12 and made of plastic foam, and with translucent members 4 made of glass or translucent plastic material arranged in the openings 6, etc. The sections 9, 10 of the translucent member 4 are prisms having a base that may be chosen almost arbitrarily, i.e. circle, ellipse, triangle, quadrilateral or a polygon, or a plane figure terminated by several regular or irregular lines.

[0045] Thus, in a further embodiment of the insert member 8 according to the invention, there is a possibility to arrange translucent members 4 in the retainer structure 5, which, unlike the embodiments above, has a base plane figure terminated by two regular or irregular lines along both the retainer structure 5 and the bounding surfaces 2, 3, i.e. figural lines or by two circles that is a circular ring, as shown in Fig. 5. In Fig 5. sections 9, 10 of the translucent members 4 arranged on the retainer structure 5 consist of prisms having a base of a circular ring, that is a cylinder ring in both sides of the retainer structure 5.

[0046] Although with the embodiments shown in the drawings the insert member 8 contains only one retainer structure 5, it is evident that embodiments having more than one parallel or angled retainer structures fall within the scope of the invention. These embodiments may be advantageous in case of long translucent members 4 (for thick building blocks 1). In this case the translucent members 4 have further section(s) N arranged between the retainer structures 5 (Fig. 3c). Therefore, in this description the first and second sections 9, 10 of the translucent members 5 project from a retainer structure 5 of the insert member 8 being most closer to a boundary surface of the building block 1. The sections 9, 10, N of each translucent member 4 are continuous in regard to guiding of light, or having a light guide material, i.e. the material if the retainer structure 5, arranged therebetween.

[0047] As it was mentioned above the mechanical strength of the building block 1 can be improved by arranging a linear or bar-mat reinforcement H along the retainer structure 5 and beside and/or among the translucent members 4. Reinforcement H may be even in contact the retainer structure 5. For preparing and filling the mould cavity 17 the adequate positioning and fixing of the reinforcement H might also be provided by the retainer structure 5. The distance between the translucent members 4 are designed so that the reinforcement H can be accommodated therebetween. Reinforcement H may be linear or bar-mat structured. The elements of the reinforcement H connecting the two side layers of the cast material can be introduced into the openings formed in the retainer structure 5.

[0048] The building block according to the invention may be produced by a method according to the invention disclosed as follows. The method for manufacturing a translucent building block 1 comprises the steps of arranging one or more insert member(s) 8 as translucent element comprising of at least one retainer structure 5 and at least one translucent member 4 having at least one section 9, 10, N and protruding transversally from the retainer structure 5 into the mould cavity 17 of a formwork 16 delimited by at least a base surface 14 and side walls 15. Making contact between the sections 9, 10 of the translucent member 4 and the base surface 14 or sidewalls 15 of the mould cavity 17, positioning and fixing the insert member(s) 8 in the mould cavity 7. In the embodiment shown in Fig. 6, that is in the case of near horizontal moulding, at least one insert member 8 is accommodated on the base surface 14, that is the insert member 8 is supported by the base surface 14. Then, the insert member 8 can be fixed and positioned in the mould cavity 17 of the formwork 16, i.e. by means of a strap clamping 17a and/or wire-like fixing means 17b, one end of which may be attached to the insert member 8 and the other one is fixed i.e. to the side wall 15, or by applying load by means of reinforcement H elements, i.e. by a bar-mat reinforcement H web superimposed from above onto the insert member 8. The wire-like fixing means 17b are preferably conducted across holes formed in the sidewalls 15 and the fixed there outside. The insert member 8 can be positioned and fixed by fitting the ends of the translucent members 4 into holes formed according to the size of the section 9, 10 ends in the base surface 14. Then the moulding cavity 17 and thus the openings 6 of the retainer structure 5 can be filled up with cast material 7 to be set, then removing the solidified building block 1 from the

mould cavity 17.

[0049] If the moulding cavity 17 is not filled up completely by cast material 7 up to the upper ends of the sections 9, 10 farthest the base surface 14, a part of these sections 9, 10 protrudes beyond a boundary surface 2, 3 of the building block 1, that is only a part of the translucent members 4 is located between the boundary surfaces 2, 3 of the building block 1. In this case, after removing the building block from the mould cavity 17, the upper boundary surface 2 of the building block 1 might be machined to bring into plain alignment the ends of the translucent members 4 and the upper boundary surface 2. It is a matter of course that the boundary surface 2 will not be machined for aesthetical reasons, thus the translucent members 4 will be protruded from the building block 1 to be build. If holes corresponding to translucent members 4 are formed on the base surface 14 as mentioned above, the translucent members 4 may protrude from the lower boundary surface 3, too. Of course, also these ends can either be machined off or not, at choice.

[0050] Base surface 14 can be covered fully or partly by insert members 8. The latter case one can make a building block having translucent property only in a part of the boundary surfaces 2, 3, i. e. it presents a lettering or a pictogram (Fig. 2. and 6.). The insert member may also be connected to each other.

[0051] In the case of in situ production or prefabrication of a building block 1 there may be a need to form it in a vertical formwork 16, i.e. as a wall (Fig 7.). In this embodiment of the method according to the invention the insert member 8 can be supported i.e. by an other insert member 8, that is a first insert member 8 will be placed onto the base surface 14 between the side walls of the formwork 15 so that adjusting the generatrices of the translucent members 4 substantially parallel to the base surface 14 and contacting the respective ends of section 9, 10 to the opposite side walls 15 of the formwork 16. Then imposing the next insert member 8 on the first one placed previously, so that the insert members 8 contact to each other i.e. by the edges of the retainer structure 5. This way one can fill in vertically the mould cavity 17 of the formwork 16. This process may be repeated in order to fill up the mould cavity 17 by insert members 8 totally or partly.

[0052] In a further preferred embodiment of the method according to the invention in the case of vertical production of the a translucent building block 1 the insert members 8 can be supported by fixing it to the side walls 15 of the formwork 16 rather than supported by the base surface 14 as above, by means i.e. of close fit by (constraining it between the opposite side walls 15) or fitting the insert members into holes formed according to the ends of the translucent members 4 in the side walls 15, or by gluing, etc., therefore the insert members 8 are supported by the side walls 15 anyway. Taking into account that the surfaces of the - particularly very large - formworks are rarely even and plain, moreover, the gluing and hole making mentioned above would be very time consuming or labour intensive, in a preferred embodiment of the invention at least the surfaces of the at least two opposite side walls 15 delimiting the mould cavity 17 is provided with a resilient liner, i.e. a sheet liner 15a made of a material having adequate elasticity or being able to become locally deformed if exposed to a pressure, and into which the ends of the translucent members 4 may be depressed, as it can be seen in the Figures 7a., 7b., 7d. The resilient sheet 15a may be made of gum or plastic chosen adequately, but i.e. glass fibre fabric sheet 15a is also applicable. Figures 7a., 7b., 7c., 7d. show enlarged cross sectional views of a building block 1 in the formwork 16 taken perpendicularly to the sidewalls 15. The surface of the building block 1 thus achieved may be machined off i.e. to be flat - in despite of its markedly aesthetic raw exterior - as previously disclosed.

[0053] At least two opposite side walls 15 of the formwork 16 showed in Fig. 7. can be fixed to each other by means of clamping means, which i.e. consists of a bar 6a passed through opening 6 and at least one hole formed in the side wall 15 and in the liner 15a - i.e. a threaded concrete steel bar 6a having nuts driven thereto outside the sidewalls 15 -, that is the side walls may be prestressed this way according to the size of the building block to be produced, if the translucent members 4, as spacers, can bear the necessary prestressing force without damage. Thus the bars 6a will remain inside the building block 1 prepared in the formwork 16 (Fig. 7., 7a., 7d.), acting as reinforcement pieces 22 demonstrated in Fig. 1. The end portions of the bars 6a protruding beyond the surfaces 2, 3 may be machined off, or it can be used as means for moving the building block 1 and/or for fixing of fittings, etc.

[0054] If the translucent members 4 placed into the formwork 16 are not able to bear without damages the force necessary to prestress the formwork 16 - from a large thickness V of the building block 1 to be produced - spacers or distance members i.e. a distance bar 6c or a distance, pipe having at least the same length or longer than the total length of the translucent members 4 can be arranged parallelly around the bars 6a to relieve the translucent members 4. In this case the difference between the total length of the distance bar 6c and that of the translucent member 4 is between 0 and twice of the thickness of the liner 15a, and preferably less than the thickness of the liner 15a. In this embodiment the distance bars 6a or spacers remained inside the building block 1 act as reinforcement pieces 22 demonstrated in Fig. 1, though reinforcement pieces 22 are also applicable if necessary. The outer surface of the distance bars 6c adjoining the material of the building block 1 may be roughed or provided with claws etc. in order to the better fixing. In an embodiment showed in Fig. 7b. the bar 6a can be conducted inside the translucent member 4 and it will be removable after the building block 1 has been finished.

[0055] It has been mentioned that the surface of the retainer structure 5 of the insert member 8 might be provided with heat insulating material, before filling up the mould cavity 17 by cast material 7, if necessary. However, the cast material 7 itself may consist of heat insulating material, i.e. concrete mixed with an admixture producing air holes or bubbles, or concrete mixed with polystyrene beads. Before filling up the moulding cavity 17 reinforcement pieces 22 or

reinforcement elements, i.e. distance bars 6c, can be arranged in the openings 6, and a bar-mat reinforcement H web known in the concrete art can be placed along the retainer structure 5 and among the translucent members 4, as disclosed above in connection of Fig. 2a. Reinforcement H may be connected to the reinforcement pieces 22 or conducted across the openings 6.

[0056] After the building block 1 removed from the moulding cavity 17, that is removing it from the formwork 16 or after the formwork 16 demolished etc., the surface of the building block 1 can be machined as necessary.

[0057] The main advantage of the translucent building block according to the invention against the solutions of the prior art is that it can be produced easily at a low cost and in arbitrary sizes, even at a building site, there is no need to apply expensive indirect materials forming wastes, as well as the fixing of relative position of the translucent members either to each other or to the mould in the case of production of thicker building blocks or applying slimmer and/or less rigid translucent members is provided. Moreover, even translucent or transparent figurations, signs, figures and or even works of art in can be provided in solid walls, appearing by means of either natural or artificial light.

Claims

1. Building block (1) having translucent properties between a first boundary surface (2) and a second boundary surface (3) spaced from the first boundary surface (2), wherein the translucent properties are provided by discrete translucent members (4) extending between said boundary surfaces (2,3) and being spaced from one another, wherein said building block (1) is formed by a cast material (7) filling the spaces between the translucent members (4), wherein said translucent members (4) have sufficient rigidity to preserve their positions under the effect of forces applied by the casting of said cast material, wherein said translucent members (4) are interconnected by means of connection elements to constitute an integral mechanical structure, and said translucent elements (4) are arranged in at least one discrete group and are constituted by rods with respective closed cross sectional profile, wherein said connection elements are constituted by at least one substantially flat retainer structure (5) extending in transversal direction relative to said translucent elements (4) and being connected to all of said translucent elements (4) in said at least one group, wherein a first section (9) of the translucent elements (4) which extend out from one side of the retainer structure (5) is in contact with said first boundary surface (2) and a second section (10) of the translucent elements (4) which extend out from the other side of the retainer structure (5) is in contact with said second boundary surface (3), wherein sections (9, 10, N) of each translucent member (4) are continuous in regard to guiding of light, or having a light guide material arranged therebetween, **characterized in that** said retainer structure (5) has openings (6) between said translucent elements for providing space for the cast material to flow in and to interconnect said two boundary surfaces (2, 3).
2. The building block as claimed in claim 1, **characterized in that** said retainer structure (5) has a thin sheet-like form.
3. The building block as claimed in claim 1, **characterized by** comprising at least one further retainer structure spaced from said first retainer structure (5) along the length of said translucent members (4) being also connected to all of said members (4), whereby said members having intermediary sections (N) between said first and second sections (9, 10).
4. The building block as claimed in any claim 1-3, **characterized in that** in said first, second and/or intermediate sections (9, 10, N) of said translucent members (4) shaped profiles or separate bracing members (20, 21) are provided for increasing the strength of connection to the cast material.
5. The building block as claimed in any claim 1-4, **characterized in that** the lengths of sections (9 and 10) of the translucent members (4) are different in order to locate the optional reinforcement (H) into a statically right mid position between said boundary surfaces (2, 3).
6. The building block as claimed in any claim 1-5, **characterized in that** reinforcement pieces (22) are inserted in said openings (6) to increase connection of the cast material between the two sides of said retainer structure (5).
7. The building block as claimed in any claim 1-6, **characterized in that** said spacing between said translucent members (4) is identical in all directions, and said retainer structure (5) comprises a carrier of a sheet material defining openings for the passage and connection of the associated translucent element (4).
8. The building block as claimed in any claim 1-7, **characterized by** comprising a plurality of said discrete groups, said groups forming areas of a predetermined visual pattern to be displayed by said block.

9. The building block as claimed in any claim 1-8, **characterized in that** said translucent members (4) and said retainer structure (5) are formed as a single integral body moulded by a transparent plastic material.
10. The building block as claimed in any claim 1-9, **characterized in that** said first and second boundary surfaces (2, 3) are parallel and the ends of said translucent members (4) flush with or slightly extending out of said boundary surfaces (2, 3).
11. Method for manufacturing the building block as claimed in claim 10, comprising the steps of arranging and positioning said integral mechanical structure in a mould cavity (17) having at least opposing side walls (15) and a bottom, so that said translucent members (4) extend between said side walls (15), and filling the mould cavity (17) with a fluid moulding material (7), and following the setting of the moulding material separating the building block (1) and the mould cavity (17), **characterized in that** said arranging and positioning step comprises pressing slightly all of said translucent members (4) by constraining said side walls (15) together and by placing a resilient sheet (15a) between said translucent members (4) and at least one of said side walls (15).
12. The method as claimed in claim 11, **characterized in that** said resilient sheet (15a) is applied at the interior of both of said walls (15).

Patentansprüche

1. Bauelement (1) mit lichtdurchlässigen Eigenschaften zwischen einer ersten Grenzfläche (2) und einer von der ersten Grenzfläche (2) beabstandeten zweiten Grenzfläche (3), wobei die lichtdurchlässigen Eigenschaften durch selbständige lichtdurchlässige Glieder (4) gewährleistet sind, die sich zwischen den Grenzflächen (2, 3) erstrecken und voneinander beabstandet sind, wobei das Bauelement (1) von einem gegossenen Formmaterial (7) gebildet ist, das die Räume zwischen den lichtdurchlässigen Gliedern (4) ausfüllt, wobei diese lichtdurchlässigen Glieder (4) eine ausreichende Steifheit aufweisen, um ihre Positionen unter der Wirkung der beim Gießen des Formmaterials auftretenden Kräfte zu bewahren, wobei die lichtdurchlässigen Glieder (4) mit Hilfe von Verbindungselementen miteinander verbunden sind, um eine integrierte mechanische Struktur zu bilden und diese lichtdurchlässigen Elemente (4) in wenigstens einer selbständigen Gruppe angeordnet und von Stäben mit entsprechendem geschlossenem Querschnittsprofil gebildet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente durch wenigstens eine im wesentlichen flache Haltevorrichtung (5) gebildet sind, die sich quer zu den lichtdurchlässigen Elementen (4) erstreckt und mit allen lichtdurchlässigen Elementen (4) in der wenigstens einer Gruppe verbunden ist, wobei ein erster Abschnitt (9) der lichtdurchlässigen Elemente (4), der sich über die eine Seite der Haltevorrichtung (5) hinaus erstreckt, ist im Kontakt mit der ersten Grenzfläche (2) und ein zweiter Abschnitt (10) der lichtdurchlässigen Elemente (4), der sich über die andere Seite der Haltevorrichtung (5) hinaus erstreckt, ist im Kontakt mit der zweiten Grenzfläche (3), und die Abschnitte (9, 10, N) jedes lichtdurchlässigen Gliedes (4) kontinuierlich hinsichtlich der Lichtführung sind oder ein lichtführendes Material zwischen sich aufweisen, wobei die Haltevorrichtung (5) zwischen den lichtdurchlässigen Gliedern (4) Öffnungen (6) hat, um für das Einfließen des Formmaterials einen Raum zu schaffen und die beiden Grenzflächen (2, 3) miteinander zu verbinden.
2. Bauelement (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung (5) eine dünne plattenartige Form aufweist.
3. Bauelement (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens eine weitere, von der ersten Haltevorrichtung (5) beabstandete Haltevorrichtung entlang der Länge der lichtdurchlässigen Glieder (4) aufweist, die auch mit allen lichtdurchlässigen Gliedern (4) verbunden ist, wodurch diese Glieder über zwischenliegende Abschnitte (N) zwischen den ersten und zweiten Abschnitten (9, 10) verfügen.
4. Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den ersten, zweiten und/oder zwischenliegenden Abschnitten (9, 10, N) der lichtdurchlässigen Glieder (4) Formprofile oder separate Verstärkungselemente (20, 21) für die Erhöhung der Festigkeit der Verbindung zum gegossenen Formmaterial vorgesehen sind.
5. Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längen der Abschnitte (9 und 10) der lichtdurchlässigen Glieder (4) verschieden sind, um die optionale Bewehrung (H) in einer statisch optimalen mittleren Position zwischen den Grenzflächen (2, 3) anzuordnen.

6. Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bewehrungselemente (22) in die Öffnungen (6) eingesetzt sind, um die Verbindung des gegossenen Formmaterials zwischen den beiden Seiten der Haltevorrichtung (5) zu verstärken.
- 5 7. Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen den lichtdurchlässigen Gliedern (4) in allen Richtungen gleich ist und die Haltevorrichtung (5) einen Träger für ein Plattenmaterial aufweist, der Öffnungen für den Durchtritt und Verbindung des zugeordneten lichtdurchlässigen Elementes (4) definiert.
- 10 8. Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Mehrzahl von selbstständigen Gruppen aufweist, welche Gruppen Bereiche eines durch das Bauelement anzuzeigenden vorbestimmten visuellen Musters bilden.
9. Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lichtdurchlässigen Glieder (4) und die Haltevorrichtung (5) einen einzigen, aus einem durchsichtigen Kunststoffmaterial geformten integrierten Körper aufweisen.
- 15 10. Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Grenzfläche (2, 3) zueinander parallel sind und die Enden der lichtdurchlässigen Glieder (4) mit diesen Grenzflächen (2, 3) fluchten, oder sie sich geringfügig über diese hinaus erstrecken.
- 20 11. Verfahren zur Herstellung eines Bauelementes gemäß Anspruch 10, bestehend aus den Schritten von Anordnung und Positionierung der integrierten mechanischen Struktur in einer Formhohlräum (17), die wenigstens gegenüberliegende Seitenwände (15) und einen Boden hat, so dass die lichtdurchlässigen Glieder (4) durch diese Seitenwände (15) hindurchragen, und Füllen des Formhohlraumes (17) mit einem fluiden Formmaterial (7), und nach dem Setzen des Formmaterials Trennung des Bauelementes (1) und des Formhohlraumes (17), **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Schritt von Anordnung und Positionierung alle lichtdurchlässigen Glieder (4) durch Zusammendrücken der Seitenwände (15) und durch Einlegen einer elastischen Platte (15a) zwischen die lichtdurchlässigen Glieder (4) und mindestens eine der Seitenwände (15) geringfügig zusammengepresst werden.
- 30 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die entsprechenden elastischen Platten (15a) an den inneren Seiten der beiden Seitenwände (15) angeordnet sind.

35 **Revendications**

1. Bloc de construction (1) ayant des propriétés translucides entre une première surface limite (2) et une seconde surface limite (3) espacée de la première surface limite (2), les propriétés translucides étant fournies par des membres translucides (4) discrets étendus entre lesdites surfaces limites (2,3) et étant espacés l'un de l'autre, ledit bloc de construction (1) est formé par une matière de moulage (7) remplissant les espaces entre les membres translucides (4), lesdits membres translucides (4) ayant une rigidité suffisante pour préserver leur positions sous l'effet des forces appliquées par le moulage de ladite matière de moulage, lesdits membres translucides (4) sont reliés par des éléments de connexion pour construire une structure mécanique intégrée, et lesdits éléments translucides (4) sont arrangés en au moins un groupe discret et sont constitués par des bâtons avec une section transversale fermée respective, **caractérisé en ce que** lesdits éléments de connexion sont constitués par au moins une structure porteuse (5) substantiellement plate étendant dans une direction transversale par rapport lesdits éléments translucides (4) et étant connectée à tous desdits éléments translucides (4) dans ledit au moins un groupe, un premier tronçon (9) des éléments translucides (4) lequel est en saillie d'un côté de la structure porteuse (5) est en contact avec ladite première surface limite (2) et un second tronçon (10) des éléments translucides (4) lequel est en saillie de l'autre côté de la structure porteuse (5) est en contact avec ladite seconde surface limite (3), et les tronçons (9, 10, N) de chaque membre translucide (4) sont continus concernant la photoconductivité, ou il est arrangé une matière photoconductrice entre eux, ladite structure porteuse (5) ayant des ouvertures (6) entre lesdits éléments translucides pour assurer de l'espace pour la matière de moulage pour s'écouler dedans et pour relier lesdites deux surfaces limites (2, 3).
- 55 2. Bloc de construction selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite structure porteuse (5) a une forme de fines lamelles.

EP 2 179 105 B1

3. Bloc de construction selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins une autre structure porteuse espacée de ladite première structure porteuse (5) le long desdits membres translucides (4), aussi étant connectée à tous desdits éléments translucides (4), par quoi lesdits membres ont des tronçons intermédiaires (N) entre lesdits premier et second tronçons (9, 10).
- 5 4. Bloc de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** dans lesdits premier, second et/ou intermédiaire tronçons (9, 10, N) desdits membres translucides (4) des profils formés ou des membres de renforcement séparés (20, 21) sont pourvus pour augmenter la force de liaison à la matière de moulage.
- 10 5. Bloc de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le longeur des tronçons (9 et 10) des membres translucides (4) sont différents afin de localiser l'armature (H) optionnelle à une position médiane statiquement optimale entre lesdites surfaces limites (2, 3).
- 15 6. Bloc de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** des pièces d'armature (22) sont insérées dans lesdites ouvertures (6) pour augmenter le raccord de la matière de moulage entre les deux cotés de ladite structure porteuse (5).
- 20 7. Bloc de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** ledit espacement entre lesdits membres translucides (4) est le même dans toutes les directions, et ladite structure porteuse (5) comprend un support d'une matière en feuille définissant des ouvertures pour le passage et raccord de l'élément translucide associé (4).
- 25 8. Bloc de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend une pluralité desdits groupes discrets, lesdits groupes formant des régions d'un motif prédéterminé pour être révélé par ledit bloc.
- 30 9. Bloc de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** lesdits membres translucides (4) et ladite structure porteuse (5) ayant un seul corps intégré moulé d'une matière plastique transparente.
- 35 10. Bloc de construction selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** lesdites première et seconde surfaces limites (2, 3) sont parallèles et les bouts desdits membres translucides (4) sont en alignement ou ils sont en saillie légèrement desdites surfaces limites (2, 3).
- 40 11. Procédé pour la préparation du bloc de construction selon la revendication 10 comprenant les étapes d'arrangement et de positionnement de ladite structure mécanique intégrée dans une cavité de moule (17) ayant au moins des parois latérales (15) opposés et un fond de manière que lesdits membres translucides (4) étendent à travers lesdites parois latérales (15) et de remplissage de la cavité de moule (17) avec une matière de moulage (7) fluide, et après le dépôt de la matière de moulage, de la séparation du bloc de construction (1) et de la cavité de moule (17), **caractérisé en ce que** lors ladite étape d'arrangement et de positionnement on presse légèrement tous les membres translucides (4) par serrage desdits parois latérales l'une contre l'autre et on pose une feuille élastique (15a) entre lesdits membres translucides (4) et au moins l'une desdits parois latérales (15).
- 45 12. Le procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les feuilles élastiques (15a) respectives sont arrangées sur le côté intérieur des deux parois latérales (15).

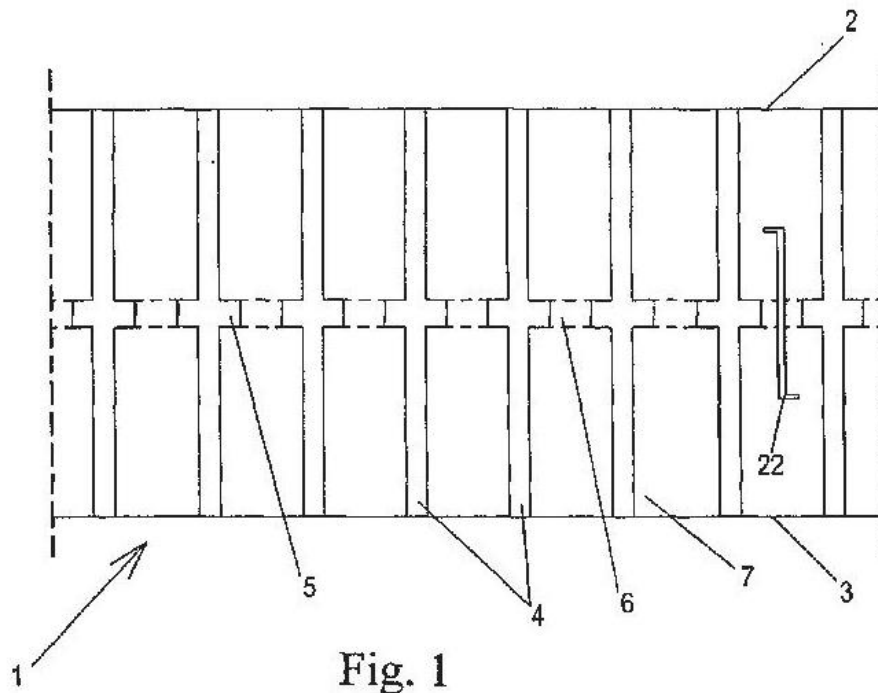


Fig. 1

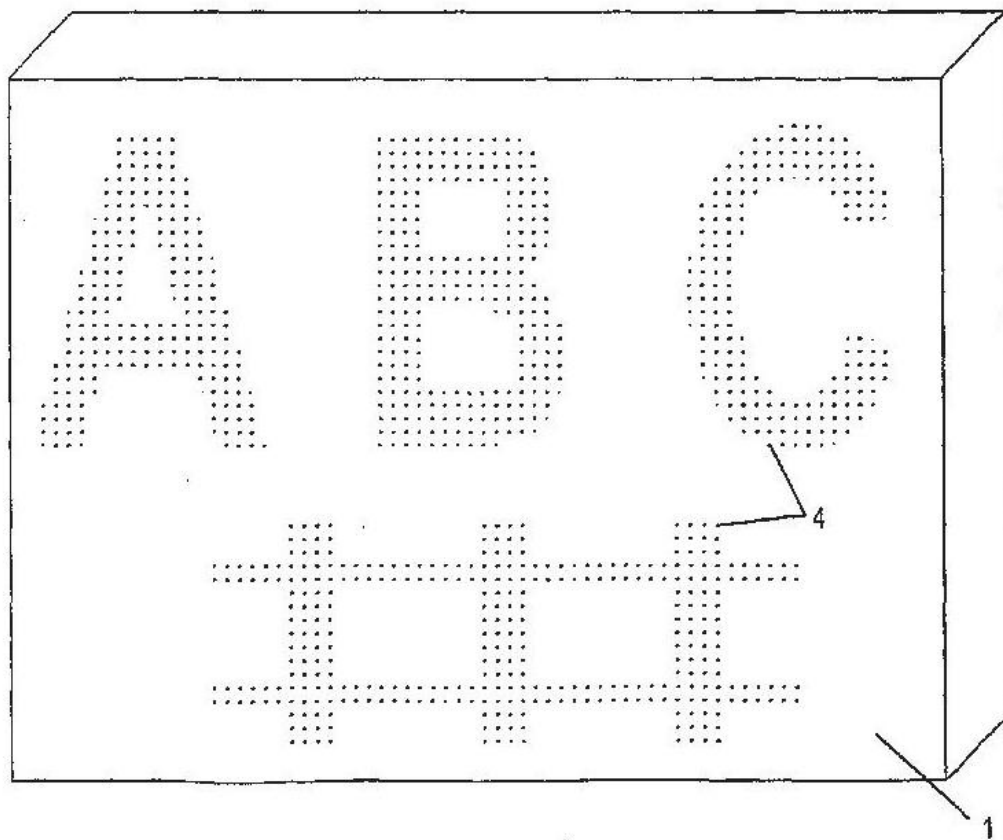


Fig. 2

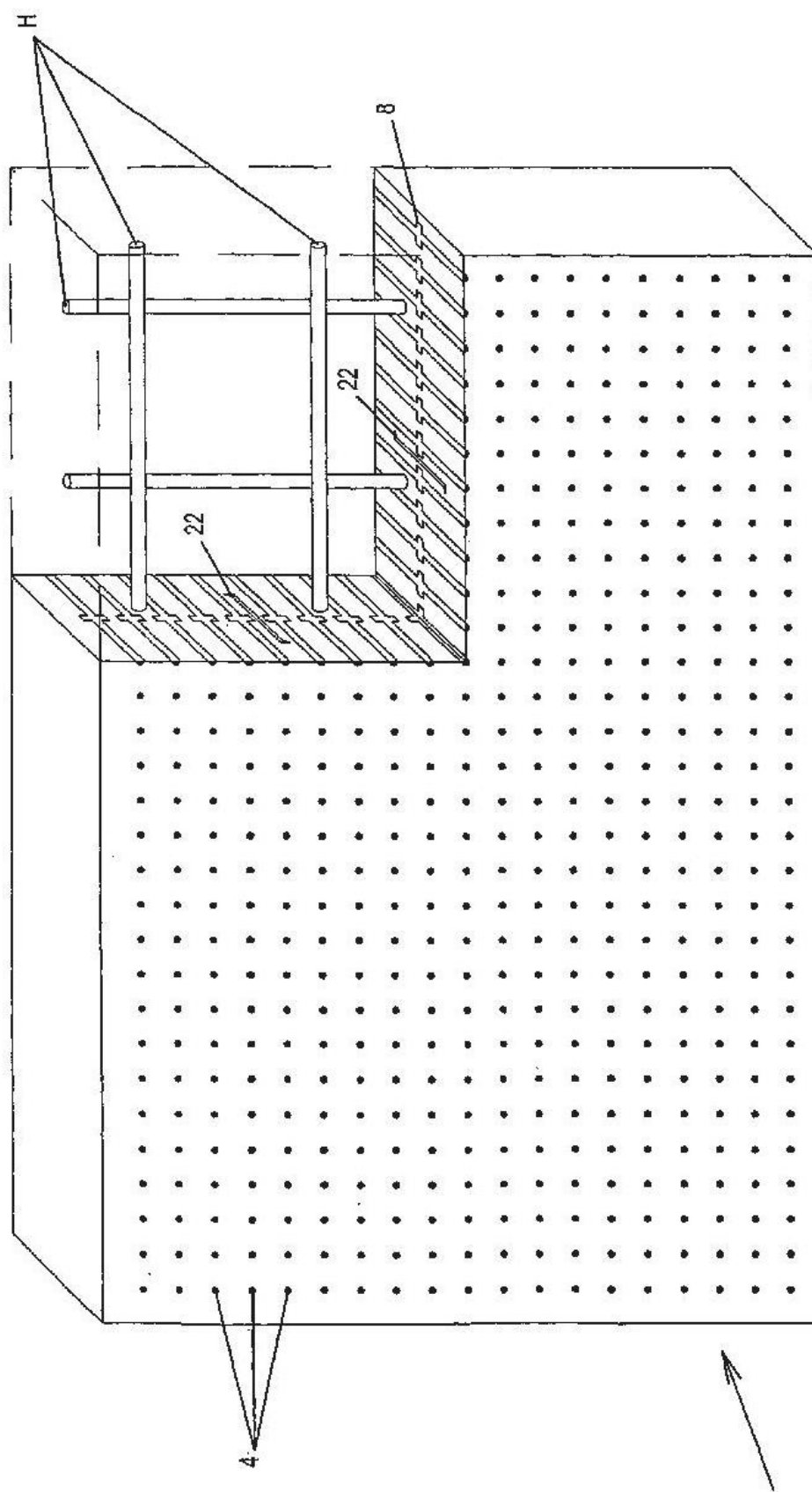


Fig. 2a

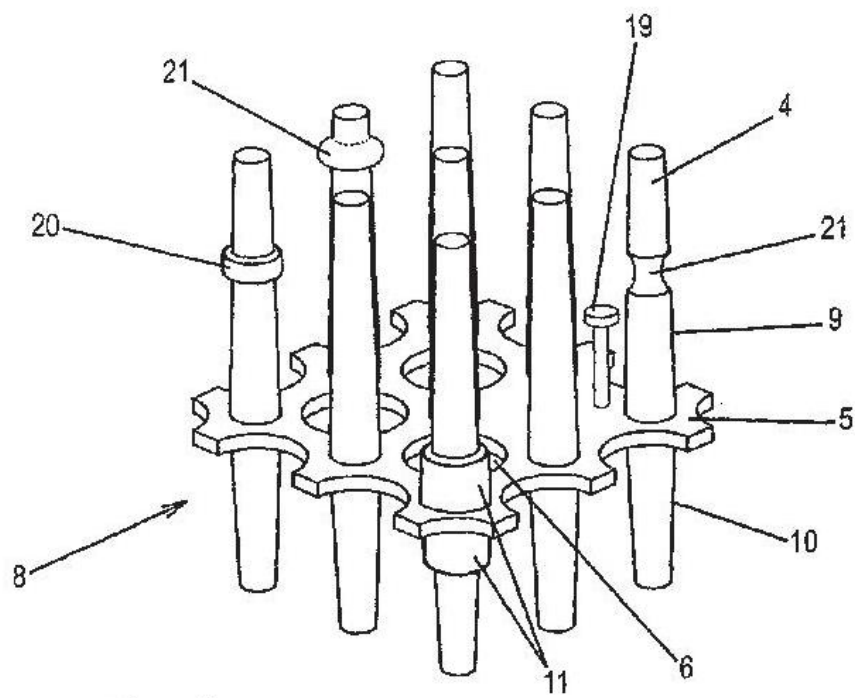


Fig. 3a

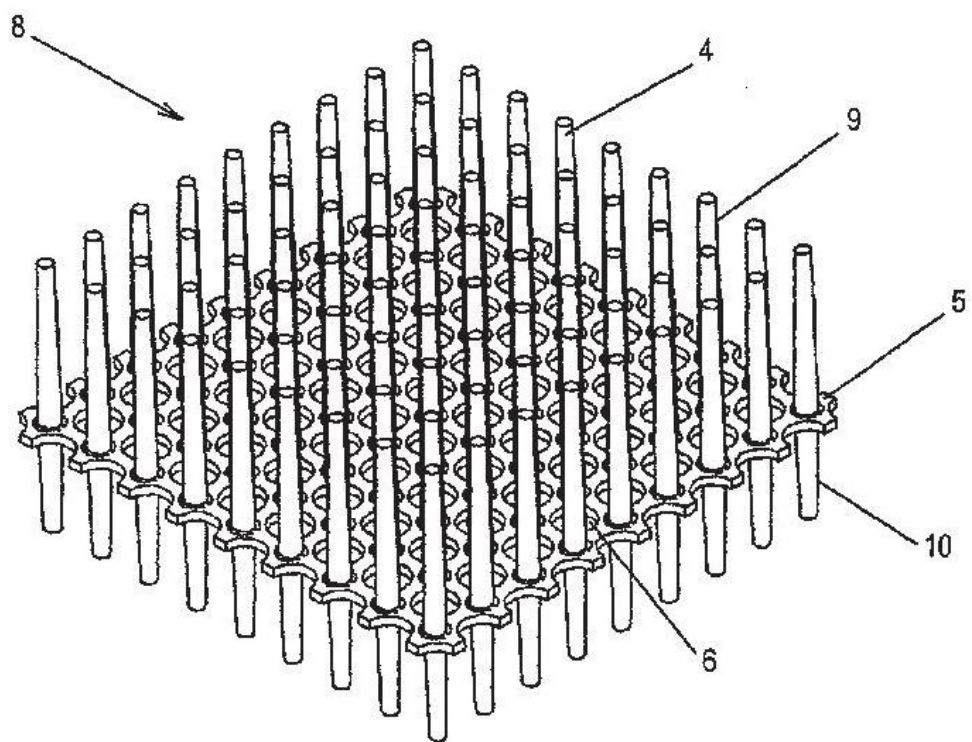


Fig. 3b

Fig. 3c

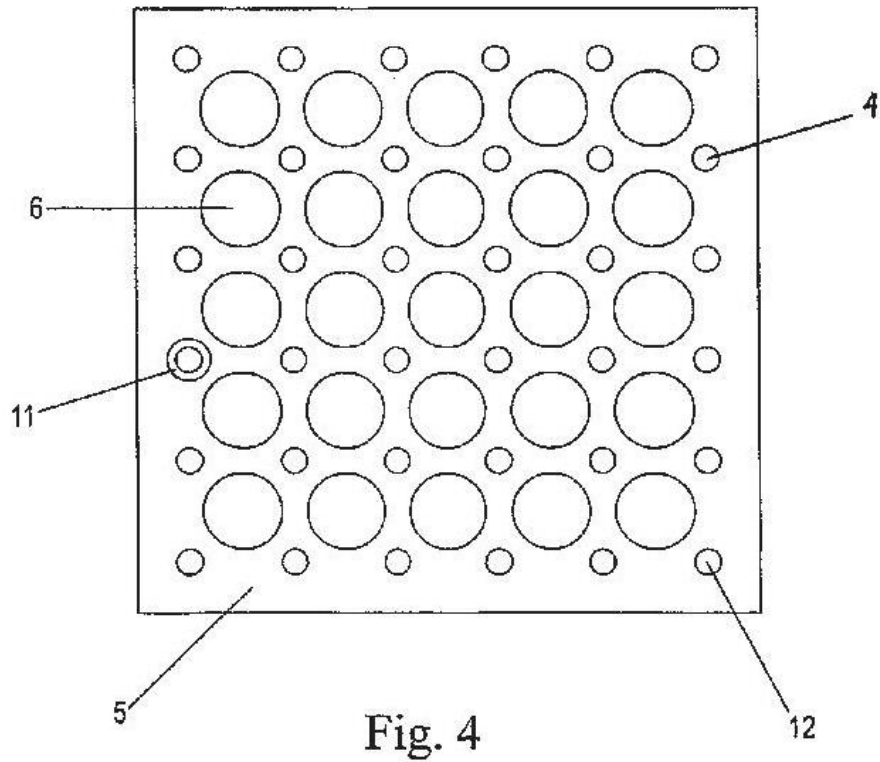
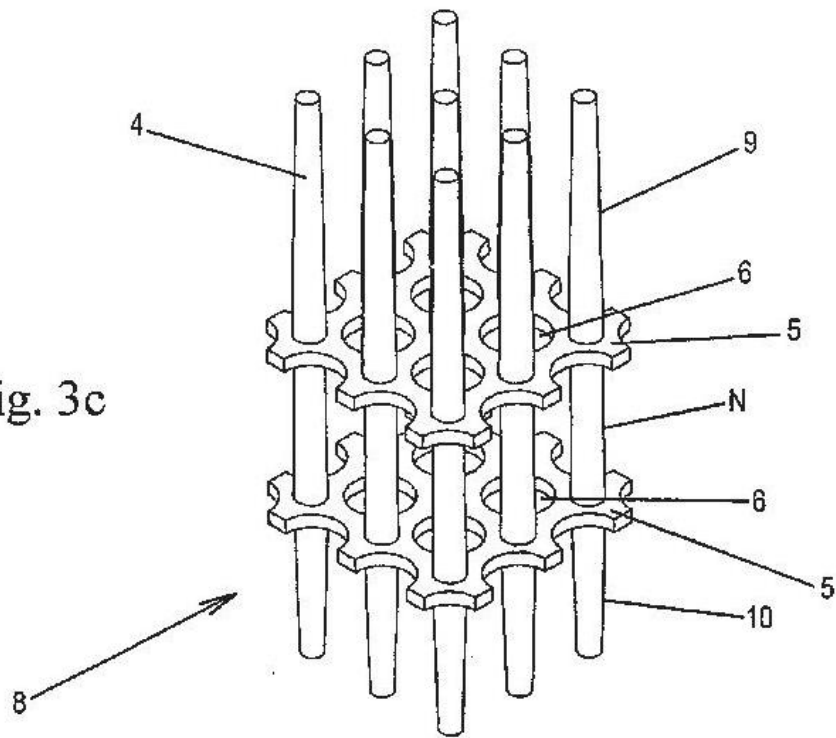


Fig. 4

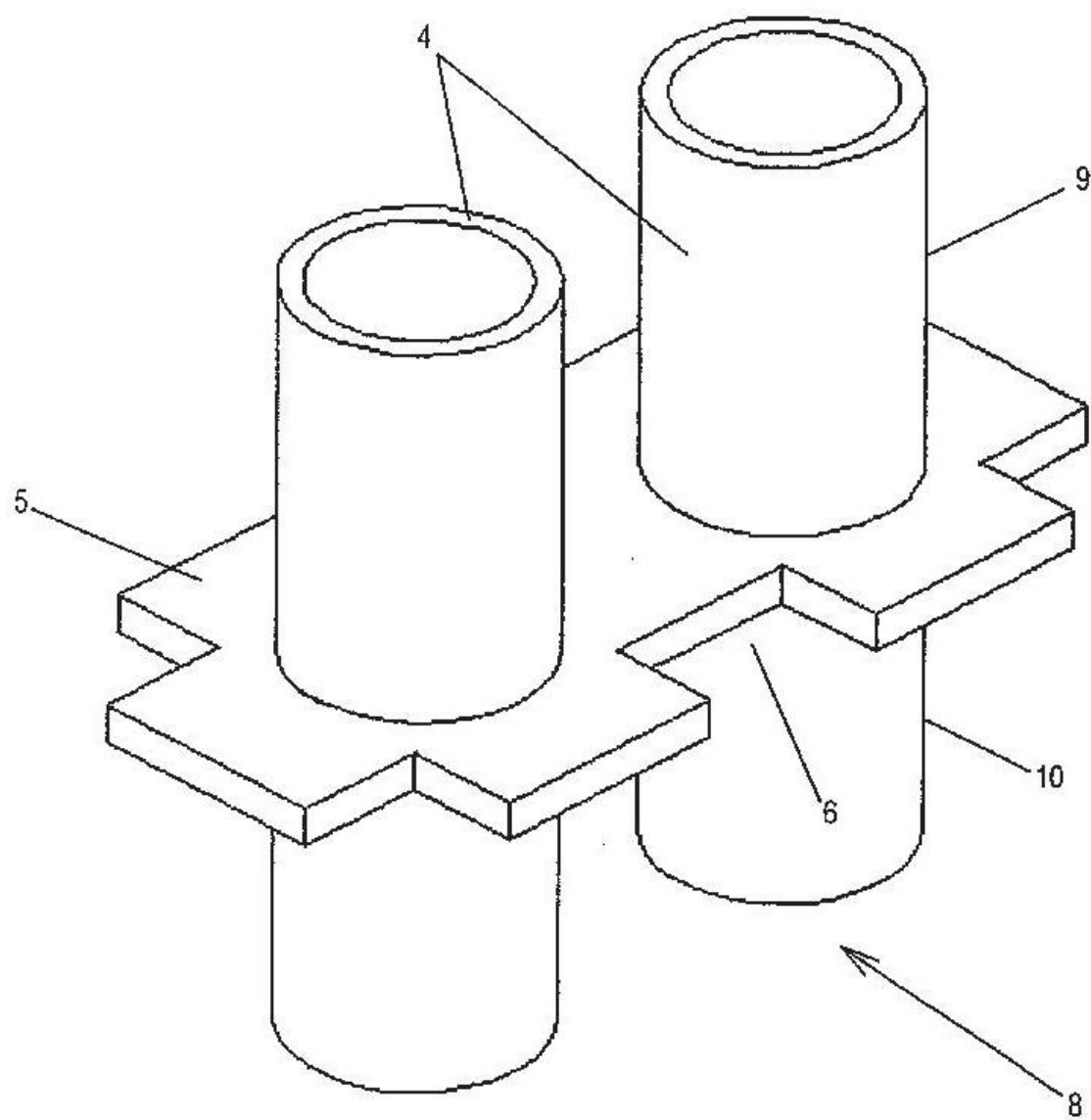


Fig. 5

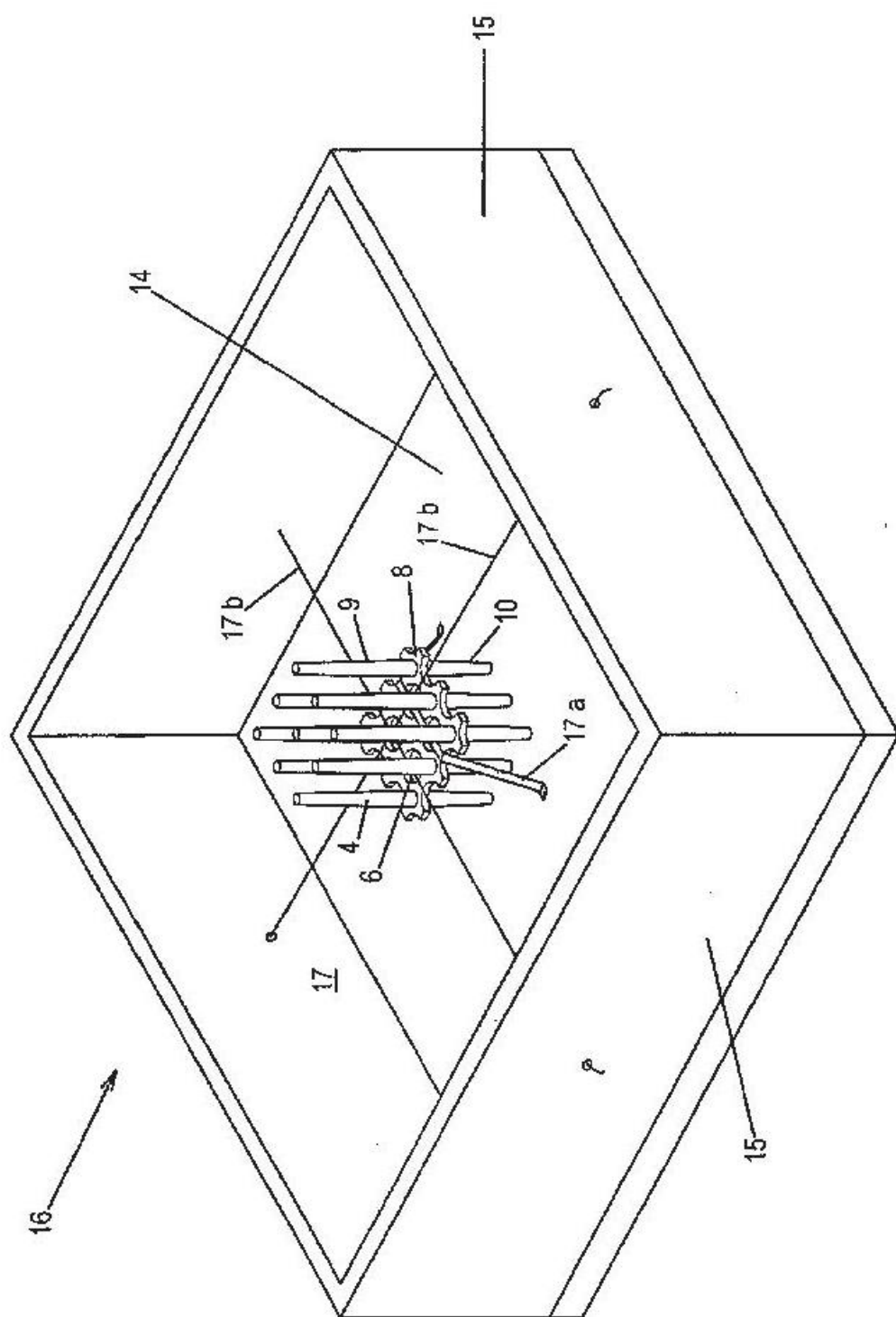
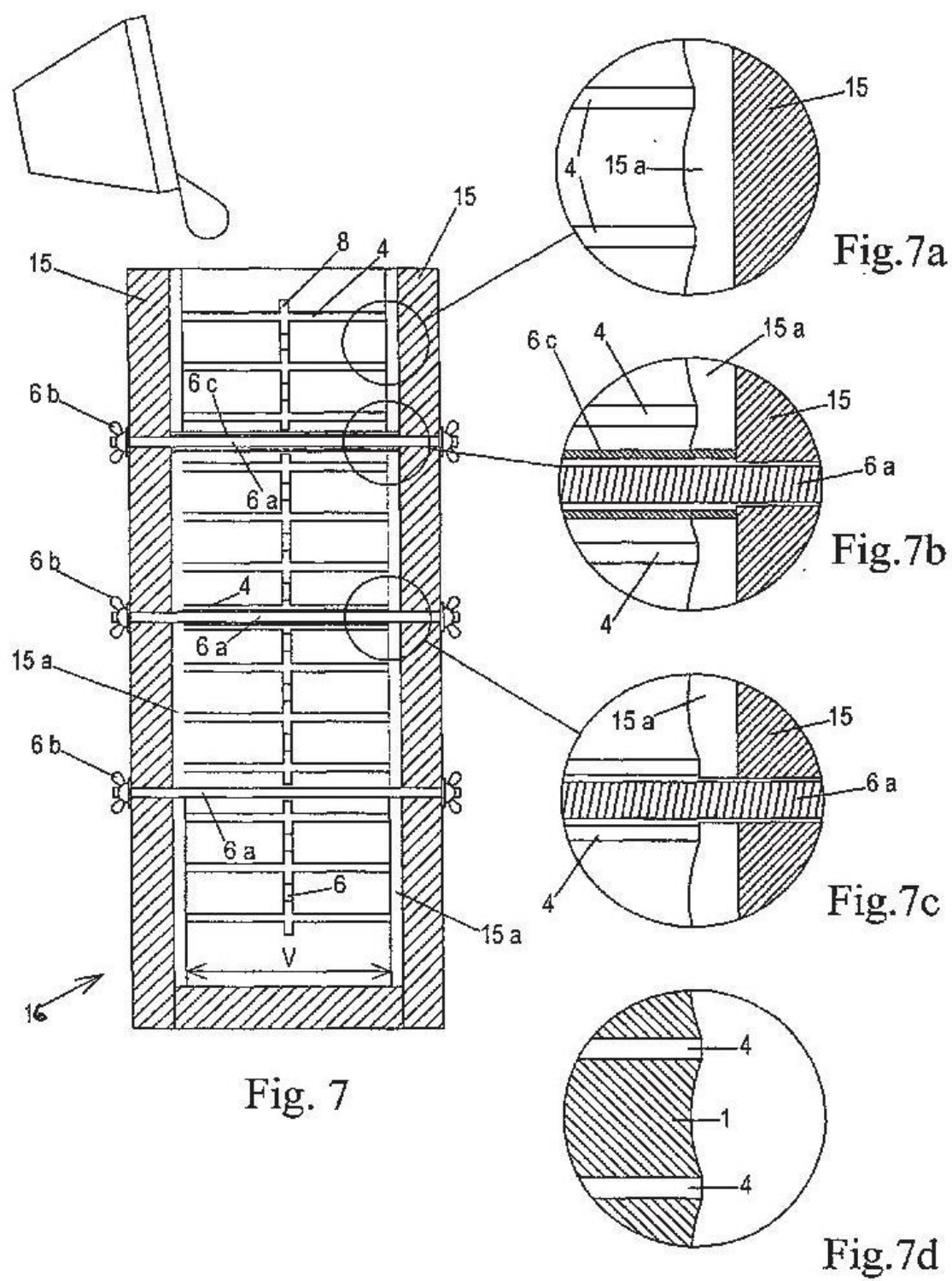


Fig. 6



REFERENCES CITED IN THE DESCRIPTION

This list of references cited by the applicant is for the reader's convenience only. It does not form part of the European patent document. Even though great care has been taken in compiling the references, errors or omissions cannot be excluded and the EPO disclaims all liability in this regard.

Patent documents cited in the description

- GB 794864 A [0003]
- US 3091899 A [0004]
- JP 2006224349 B [0005]
- WO 03097954 A [0006] [0007]
- US 20070074484 A1 [0006]
- JP 1219251 A [0009]
- WO 2006070214 A [0010]

Anexo 2.2 – Patente LiTraCon de Estados Unidos

Translucent building block and a method for manufacturing the same

UNITED STATES **Translucent building block and a method for**
PATENT 8091303 **manufacturing the same**

Patent Drawings: 7 figuras

Inventor: Losoncz

Date Issued: January 10, 2012

Application: 12/452,591

Filed: July 10, 2008

Inventors: Losoncz; Aron (Csongrad, HU)

Assignee:

Primary Examiner: Lillis; Eileen D

Assistant Examiner: Wendell; Mark

Attorney or Agent: Dowell & Dowell, PC

U.S. Class: 52/307; 52/306; 52/309.1; 52/309.13; 52/309.14; 52/503

Field Of Search: 52/307; 52/306; 52/309.1; 52/309.13; 52/309.14; 52/503;
52/309.15; 52/309.16; 52/596; 52/404.1; 52/600; 52/592.6;
52/592.5; 52/405.1; 52/604; 52/606; 52/608; 52/309.11;
52/426; 52/454; 52/677; 52/712; 52/707; 52/713; 52/714;
264/261

International Class: E04B 5/46; E04C 1/00; E04C 1/42

U.S Patent Documents:

Foreign Patent Documents: 794864; 1219251; 2006224349; 03/097954; 2006/070214

Abstract: A translucent building block and method of manufacturing the same where the block has at least two oppositely oriented outer surfaces between which extend a plurality of translucent members that are mounted to a retainer which supports the translucent members spaced inwardly of opposite free ends thereof which extend outwardly from the retainer to points adjacent the at least two outer surfaces and wherein a plurality of openings are provided through the retainer to permit passage of cast material during introduction of the material about the translucent members within a mold during a manufacturing process.

Claim: The invention claimed is:

1. A building block having translucent properties, comprising; a first boundary surface and a second oppositely oriented boundary surface spaced from the first boundary surface, a plurality of discrete translucent members extending between the first and second boundary surfaces and being spaced from one another, the translucent members being rods which are generally parallel to one another and having opposite ends that terminate generally at the first and second boundary surfaces when the building block is cast so that the opposite ends are visually apparent when the building block is viewed from outside the block, at least one retainer structure extending in a transverse direction relative to the translucent members and being positioned between the first and second boundary surfaces and the plurality of translucent members being connected so as to extend from opposite sides of the at least one retainer structure so as to thereby form one discrete group of translucent members having open spaces there between, the at least one retainer structure having a plurality of openings there through which are spaced between the plurality of translucent members such that, prior to casting of the building block, open spaces on opposite sides of the at least one retainer structure communicate with one another through said openings, the building block being formed by a self solidifying casting material filling the open spaces between the translucent members and the plurality of openings through the at least one retention structure, the translucent members have sufficient rigidity to preserve their positions under the effect of forces applied by a casting of the cast material, and the plurality of translucent members and the at least one retention structure forming a mechanical structure embedded within the building block.

Description: BACKGROUND OF THE INVENTION.

2. Field of the Invention. This invention relates to a building block with translucent properties allowing light transmission between spaced first and second boundary surfaces. The translucent properties are provided by discrete translucent members extending between the boundary surfaces and which are spaced from one another. The building block is formed by a cast material filling spaces between the translucent members. The translucent members have sufficient rigidity to remain in position within the building block under the effect of forces applied by the casting of the cast material. The translucent members are interconnected by retainer elements to constitute an integral mechanical structure. The invention is also directed to a method for producing a translucent building block incorporating the integral mechanical.

3. Brief Description of the Related Art. The natural inner illumination of buildings is provided by windows created in walls, ceilings or roof structures and containing translucent or transparent materials having weatherproof properties. It is also common to apply transparent, translucent, colored, dyed or water-clear windows of different sizes or aesthetic illumination purposes. Other types of transparent members are also built in between load bearing members like bricks. The number and the sizes of the transparent members are limited by economical, static, heat insulating and mechanical requirements relating to a structure.

The patent document GB 794,864 discloses a translucent building member, where the prefabricated building members, consisting of a translucent member and a framework, are disposed between load bearing building elements. The framework makes the building strength of the member independent from the mechanical strength of the

translucent member. However, its disadvantage is that it requires correct fitting of discrete elements at predetermined locations during building of a wall structure.

Embedding of translucent elements into in situ or prefabricated building elements is disclosed in patent document U.S. Pat. No. 3,091,899, where glass strips are embedded randomly in a binding material such that the glass strips guide light between two sides of a building element. The strips project from at least one surface of the building element. Such projecting strips encumber the bricklaying job and the load bearing property of a wall consisting of such elements is limited to a great extent because of the risk of slipping at contact areas between the glass and binding material.

Improved handling and strength properties can be obtained by applying glass fibers arranged in a binding matrix such as concrete. The patent document JP 2006224349 discloses a method comprising the steps of arranging a glass fiber fabric into a mold cavity, filling the mold cavity with concrete to a level of the fabric, and then repeating the procedure until the cavity is filled. Disadvantages of this method are that it is very labor intensive and the application of glass fibers involves extremely high costs.

Publication WO 03/097954 discloses a building block having translucent elements embedded in a structural building material cast in between the two surfaces of a building element, and both ends of the glass fibers are evenly distributed along the two surfaces. From the document US 2007/0074484 A1 a translucent concrete element is known, where glass fibers are spanned between two sheets of an auxiliary framework with spaces between the fibers being filled with a setting material. Thereafter, the sheets of the auxiliary framework are removed and a translucent building block is obtained. Shortcoming of both solutions relates to the costs incurred by the application of glass fibers.

WO 03/097954 discloses a building block and a method of its production, wherein glass fibers are continuously introduced into a longitudinal mold while filling the mold with a binding material matrix and settling the material by vibration and/or pressure. The solidified element is cut across its cross section into elements and thereafter machining the surfaces thus obtained. An advantage of this solution is the continuous production, but applying glass fibers is a shortcoming also in this case.

A further common disadvantage of the above methods is that the translucent members are positioned randomly or the grouping of members is labor intensive or impossible.

The above shortcomings are intended to be resolved by the method disclosed in document JP 1219251, where openings are formed in a flexible or rigid retainer sheet, translucent members, i.e. glass prisms are placed in the openings, and then covering the sheet by a concrete layer having a height according to the height of the prisms. After setting of the concrete layer the flexible sheet is removed and at least one of the surfaces of the member is machined. In the case of a rigid retainer sheet, it remains on the surface. Disadvantages of this method are that the adequate forming of the retainer sheet having no role in the light guidance and requires further work and costs, and when the sheet remains on the building member, it complicates completion of the member and removing it forms wastes. Moreover, in the production of thicker building blocks or when applying slimmer and/or less rigid translucent members, there is no method for fixing the relative position of the translucent members neither to each other nor to the mold, as the retainer sheet is positioned as far as possible from either of the

surfaces of the building member, furthermore, the method is inadequate for vertical production of building blocks in the absence of adequate fixing of the translucent members in place during production.

The patent document WO 2006/070214 discloses a light transmitting object and a method for manufacturing the same. The object comprises a substantially non-transparent solid material having rigid (non-flexible) inserts embedded in it, and the inserts can be transparent elements. The surface of the light-transmitting object is partly formed by a part of the surface of the transparent elements. The inserts are fastened to each other either by using adhesive binding material or by the interposition of intermediate spacer members, the whole forming together a skeleton which is embedded in a cast material. The inserts forming the skeleton are fastened to each other by means of bonding. However, a disadvantage of this solution is that prefabricating of the skeleton by bonding the different inserts requires an intensive and time consuming handwork and indirect materials like gluing agents as well. The shape, size and orientation of the translucent elements can largely differ. In certain embodiments the translucent elements can be plates extending between opposite sides of the building block and dividing it spaced parts, so that the cast material cannot penetrate through the plate and will not constitute a uniform cast body. The lack of a uniform cast body has a negative effect on the mechanical strength, stability and rigidity of the whole block. In further embodiments the elements define very small spacings between them or complex shapes, and the cast material cannot fill such spaces and thus cannot provide the required strength. Due to the way the transparent elements are arranged, it is practically impossible to achieve an accuracy needed to position this skeleton in a mold for producing a light-transmitting object. Furthermore, there is no adequate teaching about how a skeleton is to be fixed in position during pouring of a casting material in the mold. Consequently, this method is difficult to use on an industrial scale.

SUMMARY OF THE INVENTION

Therefore, an object of this invention is to provide a translucent building block, which overcomes the shortcomings of the prior art, namely, it can be produced easily at a low cost and in arbitrary sizes, there is no need to apply expensive additional materials, and provides a solution for fixing the relative position of the translucent members either to each other or to the mold. Another object of the present invention is to be able to arrange translucent or transparent configurations, signs, figures and works of art in solid walls, which are illuminated by either natural or artificial light.

To achieve the object of the present invention a translucent building block is provided, having at least two, a first and a second opposing outer surfaces, between which there extends a translucent member with cast material surrounding the member. The translucent member is connected so as to extend transversely from a substantially flat retainer structure to thereby form an insert for a mold and wherein the retainer structure has a plurality of openings there through through which casting material flows when being introduced into the mold. The translucent member is relatively rigid has a first end in contact with the first outer surface and a second end in contact with the second outer surface. Each translucent member is continuous for guiding of light through the building block or object.

According to the invention, the translucent elements are arranged in at least one discrete group (forming an insert member for the building block), and are formed by rods having solid cross sectional profiles and the at least one retainer structure extends transversely relative to the translucent elements and is connected to all of the translucent elements in at least one group. A first section of each of the translucent elements extends out from one side of the retainer structure to the first boundary or outer surface and a second section of each of the translucent elements extends out from the other side of the retainer structure to the second boundary or outer surface. The retainer structure also having openings between said translucent elements for providing space for the cast material to flow to interconnect the sections of the building block on opposite sides of the retainer structure.

Preferably at least one at least one fixing or anchoring member is secured to the retainer structure and the translucent member may also be provided with a fixing or anchoring member.

The translucent member is a prism that can be made of glass or plastic, i.e. PMMA/poly(methyl-metacrilate)/, PC/polycarbonate/, or COC/cycloolefine copolymer/. The retainer structure may be made of heat insulating material or its surface covered by heat insulating material. Elements of a linear or bar-mat reinforcement are arranged along the retainer structure, beside and/or between the translucent members. Additional reinforcement pieces can be arranged in the openings formed in the retainer structure.

Further, the translucent building block of the invention also discloses an insert member for forming a translucent building block, wherein the insert member consists of at least one relatively flat retainer structure and at least one relatively rigid translucent member attached thereto, and the translucent member has at least one section projecting from transversely relative to the retainer structure, and sections of each translucent member are continuous in regard to guiding of light.

The retainer structure and translucent members may be made of the same material, or the retainer structure and translucent member can be made of different materials.

The translucent members may be mounted on the retainer structure, or the translucent members can be formed integrally with the retainer structure.

Moreover, the invention discloses a method as well for manufacturing a translucent building block including the steps of arranging a translucent member in mold cavity delimited by at least a base surface and side walls, filling the mold cavity with casting material, letting the casting material set, then removing the building block from the mold cavity. The translucent member is connected to at least one retainer structure and has opposite ends extending from the at least one retainer structure to points of contact with the base surface or side walls of the mold cavity.

Therefore, the method for manufacturing the building block according to the invention includes the steps of arranging and positioning the integral mechanical structure in a mold cavity having at least opposing side walls and a bottom, so that the translucent members extend across and contact the side walls and then filling the mold cavity with a fluid casting material, and following the setting of the material, separating the building block from the mold cavity. During the arranging and positioning step pressing slightly all of said a slight pressure is applied to the ends of the translucent members by constraining or applying a force to the side walls and by placing a resilient sheet

between the translucent members and at least one of the side walls, wherein the resilient sheet distributes pressure evenly among the translucent members. The resilient sheets are applied preferably at the interior of both of the opposing side walls.

The insert member(s) can be arranged in the mold cavity so as to be supported by the base surface, or such that the ends of the translucent members are seated in holes formed in the base surface.

It is also possible to fix the insert member including the translucent members and the at least one retainer structure to the base surface and/or to the side walls by means of a clamping strap and/or wire-like ties, and/or by applying a force by means of reinforcement elements, or by arranging the insert member in the mold cavity so as to support the insert member by another insert member, or by supporting the insert member by the side walls so as to fix the insert member by constraining it between opposite side walls of a form defining the mold cavity.

The insert member(s) may also be supported by inserting ends of the translucent members into holes formed in the side walls of the mold and the mold cavity can be provided with a liner made of a material having adequate elasticity or being able to become deformed locally if exposed to pressure.

The form may be clamped by means of bars passed through at least one opening and a hole formed in the side walls and fixed on the outer surface of the opposite side walls of the mold, and relieving the translucent members by means of a spacer bar, i.e. a pipe having at least the same length as the total length of the translucent members, and arranged parallel to and around the bars, and optionally covering the surface of the retainer structure with heat insulating material.

Elements of a linear or bar-mat reinforcement can be arranged along the retainer structure, beside and/or between the translucent members and also a reinforcement piece may be positioned in the openings formed on the retainer structure.

In a preferred embodiment, at least one of the outer surfaces of the building block may be machined, after removing the building block from the mold cavity.

The invention further discloses a form for manufacturing a translucent building block, having at least two side walls defining opposite walls of a mold cavity, and clamping means for placing pressure on the side walls.

The clamping means may consist of a bar passed through at least one hole formed in the sidewall and in a liner, and of a spacer member arranged in the cavity and abutted against the surface of the liner facing the cavity.

The spacer member may include a translucent member. In a preferred embodiment the spacer member can also consist of a bar, i.e. a pipe, having at least the same length as the length of the translucent members, and arranged parallel to and around the bars, where the difference between the total length of the spacer bar and that of the translucent members is between zero and twice of a thickness of the liner, and preferably less than the thickness of the liner.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The invention will be disclosed in detail by describing the preferred embodiments referring to the attached drawings wherein:

FIG. 1 is a cross section of a preferred embodiment of the translucent building block according to the invention,

FIG. 2 is a perspective view of a preferred embodiment of the translucent building block according to the invention, with a translucent lettering and illumination design on the surface of the building block,

FIG. 2a is a perspective view having portions broken away of a preferred embodiment of the translucent building block according to the invention, with an even distribution of the ends of translucent members on the surface of the building block,

FIGS. 3a and 3b are perspective views of preferred embodiments of the insert member essential to produce the building block according to the present invention,

FIG. 3c shows a variant of the insert member according to the invention formed with two retainer structures,

FIG. 4 shows a retainer structure of a preferred embodiment of the insert member according to the invention, with openings and the holes receiving translucent members,

FIG. 5 shows a preferred embodiment of the insert member according to the invention, having translucent members shaped as annular cylinders,

FIG. 6 shows a mold form for practicing the method according to the invention, with an insert member arranged therein,

FIG. 7 shows an adjustable mold form for practicing the method according to the invention, with an insert member arranged therein,

FIG. 7a, 7b, 7c, 7d, are enlarged views of details marked in FIG. 7.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

FIG. 1 is a cross section of a preferred embodiment of the translucent building block according to the invention. The translucent building block 1 shown has at least two, namely a first and a second bounding or outer surfaces 3. In order to have translucent property the building block 1 has to have at least one, a plurality being shown in the drawing, relatively rigid translucent member 4 having surfaces, preferably but not exclusively, fairly polished, and arranged at least partly between the first and a second bounding surfaces 3, so that the translucent member 4 is surrounded by cast material 7. In this description the term "relatively rigid" means a mechanical property allowing the translucent member to withstand forces acting against the member in the course of the flow of cast material 7 during molding without permanent deformation. In a preferred embodiment not shown in the drawing, the translucent members 4 may protrude beyond the bounding surfaces 2, 3, that is, the translucent members 4 may extend out of the building block 1. In order to fix the translucent members 4 in desired relative positions to each other, the translucent members 4 are arranged in a relatively flat retainer structure

5, which can hold a plurality of translucent members 4 together. The term "relatively flat" means in this description that the retainer structure 5 is preferably sheet like in shape. The retainer structure 5 may be formed as a grid having translucent members 4 arranged in grid points or along grid bars, but it is possible to form it any other adequate way, i.e. as a planar retainer structure 5, or as a retainer structure 5 formed by a sheet having rippled or somewhat wavy surface. It is shown in the drawing, that the retainer structure 5 is shaped preferably as a sheet arranged between the two bounding surfaces 2, 3 in the building block 1. In a particular embodiment, the retainer structure 5 forms one of the two bounding surfaces 2, 3.

With the embodiment shown in FIG. 1a plurality of translucent members 4 are arranged on the retainer structure 5 so that the translucent members 4 are substantially perpendicular to the retainer structure 5, though the angle between the translucent members 4 and the retainer structure 5 can differ from the right angle, that is, the translucent members 4 may extend at other angles relatively transversely to the retainer structure. Openings 6 are formed in the retainer structure 5 between the translucent members. The openings 6 serve to connect the areas of the cast material 7 forming the building block 1 which are divided by the retainer structure 5 by allowing the cast material to flow through the openings 6 during molding. Reinforcement pieces 22 or bracing or interlocking members, i.e. pins, hooks made of steel or plastic can be arranged in the openings 6 formed on the retainer structure (5) (FIGS. 1 and 2a) or in grid holes (in case of a grid like retainer structure 5 to further reinforce the connection between the parts of the building block 1 divided by the retainer structure. In a further advantageous embodiment (not shown in this Figure) bracing members 19, i.e. pins, hooks made of steel or plastic can be arranged along one or both sides of the retainer structure 5 attached thereto or formed in one piece therewith, in the place of the openings 6 or beside them, depending on mechanical requirements of building block 1 (see FIG. 3a). It is also possible to arrange bracing or interlocking members 20 on the translucent members 4, i.e. rings or the like, or to shape bracing members 20 on the translucent members 4 forming an undercut fixing the translucent member 4 inside the cast material 7. There is a possibility to arrange a linear or bar-mat reinforcement "H" well known in the art of reinforced concrete, along the retainer structure 5 and beside and/or among the translucent members 4 (see FIG. 2a). This reinforcement "H" may be connected to the reinforcement pieces 22 in the openings 6 or to bracing members 19, further enhancing the strength of the building block 1. The translucent members 4 arranged on the retaining structure 5 have, in this embodiment, a shape of a planar figure, i.e. a circle, a triangle or a polygon spaced apart by equal distances. The shape formed by the translucent members 4 may have an irregular shape as well. For example, the translucent members may be arranged on the retainer structure 5 in a shape of a star or other figure or the like. Moreover, translucent members 4 can be spaced apart by arbitrary or unequal distances, by means of which figures or letters may also be formed on the surface of a building block 1. In this case the translucent member 4 have a cross sectional shape of an arbitrarily chosen configuration such as a letter, a number, or a figure, or have similar shapes such that an arrangement of translucent members 4 forms a figure or lettering formed, such as by dots. The translucent member 4 may preferably be made of glass as inorganic material, or of an organic material such as translucent plastic, i.e. PMMA poly(methyl-metacrilate), PC (polycarbonate), or COC (cyclo-olefin copolymer), and the like.

As it has already been noted, the translucent members are held together by a retainer structure 5. Retainer structure 5 and translucent members 4 held thereby together form

an insert member 8, which can have varied shapes as above mentioned. Moreover, the same building block 1 might contain one or more insert members 8 depending on a relation between the size of the insert member 8 and that of the building block 1, as well as on the desired size of the translucent surface portion of a surface of the building block 1. A building block 1 may have outer surfaces 2, 3 filled by ends of equally spaced translucent members, but a building block 1 may be formed having outer surfaces with only discrete areas formed by the ends of the translucent members. (see FIG. 2).

Translucent members 4 are surrounded by cast and solidified cast material 7, preferably concrete. It must be noted, however, that the cast material 7 may not exclusively be concrete. As cast material one can use other building materials that pour well and then solidifies, i.e. plaster. These materials, especially the concrete, have excellent heat conductivity characteristics, hence the building block 1 may be provided with a heat insulation material for resisting heat transfer between boundary surfaces 2, 3, but will not form an obstacle to the light guidance of the translucent members 4, and will not decrease the mechanical strength of the building block 1. In a preferred embodiment of the invention, the surface of the retainer structure 5 is covered by heat insulating material. In this case, the retainer structure 5 is covered, such as by an expanded plastic foam sheet as a heat insulating material. In this case, the insulating sheet has openings only at places where the translucent members 4, and reinforcement pieces 22 are present and where the openings 6 are present. In a most preferred embodiment of the invention the retainer structure 5 itself is made of improved heat insulating material, i.e. expanded plastic foam sheet having openings corresponding to the translucent members 4 in place and size, and the translucent members 4 are transversely received in these openings.

FIGS. 3a and 3b show preferred embodiments of the insert member 8 essential to produce the building block 1 according to the present invention. Insert member 8 shown in FIG. 3a is formed of several translucent members 4 and a retainer structure 5, with the translucent members 4 being arranged spaced apart at equal distances on the retainer structure 5. The translucent members 4 have a first section 9 and a second section 10 protruding from the one side and from the other side of the retainer structure 5, respectively. It can be shown in FIG. 3a that the lengths of sections 9, 10 of the translucent members 4 are not equal in this embodiment, in order to locate the optional reinforcement "H" supported by the retainer structure 5 in the central plane of the building block. Naturally, sections with equal lengths may also be used. In a further embodiment not shown in the drawings, sections 9, 10 of the translucent members 4 may extend at an angle inclined other than 90.degree. to the plane of the retainer structure 5, moreover, they are optionally not parallel to each other. The only requirement in relation to the light guidance is that the ends of the sections 9, 10 reach at least the boundary surfaces 2, 3 during production of the building element 1.

It is further shown in FIG. 3a that the retainer structure 5 has openings 6 formed among the translucent members 4. The openings 6 have a complex function. They serve to allow the cast material to flow through the retainer structure 5 and thereby connect the parts of the building block 1 on either side of the retainer structure 5. Moreover, the openings can receive reinforcement members 22, but not only the elements of a bar-mat structure, but others such as pins, hooks made either of steel or plastic, or equivalent members.

In a further preferred embodiment, as has already been mentioned in relation of the FIG. 1, bracing members 19, i.e. pins, hooks made of steel or plastic can be arranged in the retainer structure 5 attached thereto or formed in one piece therewith, in the place of the openings 6 or beside them (see FIG. 3a). Bracing members 19 may be fixed on the retaining structure 5 such as by means of an adhesive or screw means, etc., well known in itself in the art. Further, it is also possible to arrange bracing members 20 on the translucent members 4, i.e. rings or the like, or to shape bracing members 21 on the translucent members 4 itself.

The translucent members 4 and the retainer structure 5 shown in FIGS. 3a and 3b are made of the same material. This means generally, but not exclusively, that the insert members 8 are preferably formed as a one piece member made of a single material, i.e. PMMA poly(methyl-metacrilate), PC (polycarbonate), or COC (cyclo-olefin copolymer), etc, by way of injection molding. FIG. 3b shows a one piece made insert member 8 containing several translucent members 4.

However, particularly with the use of larger translucent members 4, the insert member 8 may be made of a single material, but in the form of an assembled structure, wherein the retainer structure 5 with the openings 6 is made of a plastic by way of injection molding, and short stubs 11 are provided which protrude about the translucent members 4 (see FIG. 3a), into which sections 9, 10 may be injection molded therein or which may be cut from a rod and secured therein by threads or by close friction fit. It is possible to form further openings 12 in the place of the above mentioned short stubs 11, or both but in different locations, which openings 12 are similar to the openings 6 (see FIG. 4). In this embodiment the translucent members 4 having adequate diameter are fitted in the openings 12 by means of close friction or snap fit, or they may be attached or threaded to the stubs 11. In a more preferable embodiment, the function of openings 6 and 12 may be changed. Moreover, the assembled structure embodiment enables the translucent members 4 or their sections 9, 10 to be made of different kind of material having different colors.

As has been described above, both the single piece made and the assembled insert member 8 can be heat insulated. An insert member 8 made of a single piece may receive a heat insulating layer having openings to be aligned with the respective sections 9, 10 of the translucent members 4 and some other openings of which are aligned with the openings 6 of the retainer structure 5. Thus the surface of the retainer structure 5 may be covered by the insulating layer. Also the assembled insert member 8 having openings 12 may be provided with heat insulating structure, but in this case the retainer structure 5 itself may be made of a heat insulating material, such as a polystyrene cell foam. Thus the retainer structure 5 itself consists of a heat insulating layer.

The material of the insert member 8 is an organic material, preferably plastic, in the embodiment shown. However the insert member may be made of inorganic material as glass, nevertheless, in the case of the assembled block, it is possible to make the block of a combination of organic and inorganic materials, i.e. with a retainer structure 5 having openings 6, 12 and made of plastic foam, and with translucent members 4 made of glass or translucent plastic material arranged in the openings 6. The sections 9, 10 of the translucent member 4 are prisms having ends that may be chosen almost arbitrarily, i.e. circle, ellipse, triangle, quadrilateral or a polygon, or a plane figure terminated by several regular or irregular lines.

Thus, in a further embodiment of the insert member 8 according to the invention, the retainer structure has a base plane figure terminated by two regular or irregular lines so as to appear notched on the edges. The translucent members 4 arranged on the retainer structure 5 consist of cylindrical prisms on both sides of the retainer structure 5.

Although with the embodiments shown in the drawings the insert member 8 contains only one retainer structure 5, it is evident that embodiments having more than one parallel or angled retainer structures fall within the scope of the invention. These embodiments may be advantageous in case of long translucent members 4 (for thick building blocks 1). In this case the translucent members 4 have further section(s) "N" arranged between the retainer structures 5 (see FIG. 3c). Therefore, in this description the first and second sections 9, 10 of the translucent members 5 project from a retainer structure 5 of the insert member 8 to a boundary surface of the building block 1. The sections 9, 10, N of each translucent member 4 are continuous so as to function to guide light there through.

As described above, the mechanical strength of the building block 1 can be improved by arranging a linear or bar-mat reinforcement "H" along the retainer structure 5 and beside and/or among the translucent members 4. Reinforcement "H" may be even in contact with the retainer structure 5. For preparing and filling the mold cavity 17 the adequate positioning and fixing of the reinforcement "H" may also be provided by the retainer structure 5. The distance between the translucent members 4 is redesigned so that the reinforcement "H" can be accommodated there between. Reinforcement "H" may be linear or a bar-mat structured. The elements of the reinforcement "H" connecting the two side layers of the cast material can be introduced into the openings formed in the retainer structure 5.

The building block according to the invention may be produced by a method according to the invention disclosed as follows. The method for manufacturing a translucent building block 1 comprises the steps of arranging one or more insert member(s) 8 as translucent elements including at least one retainer structure 5 and at least one translucent member 4 having at least one section 9, 10, N and protruding at a transverse angle from the retainer structure 5 into the cavity 17 of a mold 16. The mold includes at least a base surface 14 and side walls 15. The ends of these sections 9, 10 of the translucent members make contact with the base surface 14 or side walls 15 of the cavity 17, thereby positioning and fixing the insert member(s) 8 in the cavity 7. In the embodiment shown in FIG. 6, that is in the case of a horizontal mold, at least one insert member 8 is seated on the base surface 14, that is, the insert member 8 is supported by the base surface 14. Then, the insert member 8 can be fixed and positioned in the mold cavity 17 of the form 16, such as by means of a strap clamping 17a and/or wire-like fixing means 17b, one end of which may be attached to the insert member 8 and the other one of which is fixed to the side wall 15. The insert member may also be retained using a reinforcement "H" such as a bar-mat reinforcement "H" placed onto the insert member 8. The wire-like fixing means 17b are preferably extended through holes formed in the side walls 15 and then fixed outside the mold. The insert member 8 can be positioned and fixed relative to the mold by fitting the ends of the translucent members 4 into holes formed according to the size of the section 9, 10 ends in the base surface 14. After the insert member is fixed within the mold, the mold may be filled with a cast material.

If the cavity 17 is not filled completely by cast material 7 up to the upper ends of the sections 9, 10 farthest the base surface 14, a part of these sections 9, 10 protrudes beyond a boundary or outer surface 2, 3 of the building block 1. In this case, after removing the building block from the cavity 17, the upper boundary surface 2 of the building block 1 may be machined to bring into alignment the ends of the translucent members 4 and the upper boundary surface or wall 2. It is a matter of course that the boundary surface 2 will not be machined for aesthetical reasons, the translucent members 4 will protrude from the building block 1. If holes corresponding to translucent members 4 are formed on the base surface 14, as mentioned above, the translucent members 4 may also protrude from the lower boundary surface 3. Of course, these ends can either be machined off or not.

Base surface 14 can be covered fully or partly by insert members 8. In the latter case one can make a building block having translucent property only in a part of the boundary surfaces 2, 3. The insert members may also be connected to each other.

In the case of in situ production or prefabrication of a building block 1 there may be a need to form the block in a vertical mold 16, such as a wall (see FIG. 7). In this embodiment of the method according to the invention the insert member 8 can be supported such as by an other insert member 8. That is, a first insert member 8 will be placed onto the base surface 14 between the side walls of the mold so that the lengths of the translucent members 4 are substantially parallel to the base surface 14 and contacting the respective ends of section 9, 10 to the opposite side walls 15 of the mold. Then imposing the next insert member 8 on the first one so that the insert members 8 contact each other such as by the edges of the retainer structure 5. This way one can vertically fill the cavity 17 of the mold 16. This process may be repeated in order to fill the cavity 17.

In a further preferred embodiment of the method according to the invention in the case of vertical production of the a translucent building block 1, the insert members 8 can be supported by the side walls 15 of the mold 16 rather than being supported by the base surface 14 as above. The insert members may be urged to engage between the opposite side walls 15 or the insert members may be supported in holes formed in the side walls 15 to cooperatively receive the ends of the translucent members 4. Taking into account that the surfaces of particularly very large molds are rarely even and planar, moreover, the gluing and hole making mentioned above would be very time consuming or labor intensive, in a preferred embodiment of the invention at least the surfaces of the at least two opposite side walls 15 are provided with a resilient liner, such as a sheet liner 15a made of a material having adequate elasticity or being able to become locally deformed if exposed to a pressure, and into which the ends of the translucent members 4 may be depressed, as it can be seen in FIGS. 7a, 7b, 7d. The resilient sheet 15a may be made of gum or plastic, but glass fibre fabric sheet 15a is also applicable. FIGS. 7a, 7b, 7c, 7d show enlarged cross sectional views of a building block 1 in the mold 16 taken perpendicularly to the sidewalls 15. The surface of the building block 1 thus achieved may be machined to be flat.

At least two opposite side walls 15 of the mold 16 showed in FIG. 7 can be fixed to each other by means of clamping means, which consists of a bar 6a that is passed through opening 6 and at least one hole formed in the side wall 15 and in the liner 15a. The bar may be a threaded concrete steel bar 6a having nuts adjustably mounted thereto outside the sidewalls 15, that is the side walls may be pre-stressed this way according

to the size of the building block to be produced. If the translucent members 4 are used as spacers, they can withstand the necessary pre-stressing force without damage. Thus the bars 6a will remain inside the building block 1 prepared in the mold 16 (FIGS. 7, 7a, 7d), acting as reinforcement pieces 22 shown in FIG. 1. The end portions of the bars 6a protruding beyond the surfaces 2, 3 may be machined off, or they can be used as means for moving the building block 1 and/or for fixing of fittings, etc.

If the translucent members 4 placed into the mold 16 are not able to withstand the pressure forces without damage, a spacer bar 6c or pipe having at least the same length or longer than the total length of the translucent members 4 can be arranged parallel to and around the bars 6a to relieve the translucent members 4. In this case the difference between the total length of the bar 6c and that of the translucent member 4 is between zero and twice the thickness of the liner 15a, and preferably less than the thickness of the liner 15a. In this embodiment the bars 6a or spacers remain inside the building block 1 and act as reinforcement pieces 22 as shown in FIG. 1, though reinforcement pieces 22 are also applicable if necessary. The outer surface of the bars 6c adjoining the material of the building block 1 may be roughened or provided with claws etc. in order to facilitate anchoring within the casting material. In the embodiment shown in FIG. 7b the bar 6a can be introduced inside the translucent member 4 and it will be removable after the building block 1 has been finished.

It has been mentioned that the surface of the retainer structure 5 of the insert member 8 might be provided with heat insulating material, before filling the cavity 17 with casting material 7, if necessary. However, the casting material 7 itself may consist of heat insulating material, i.e. concrete mixed with an admixture producing air holes or bubbles, or concrete mixed with polystyrene beads. Before filling the cavity 17, reinforcement pieces 22 or reinforcement elements, such as spacer bars 6c, can be arranged in the openings 6, and a bar-mat reinforcement "H" web known in the concrete art can be placed along the retainer structure 5 and among the translucent members 4, as disclosed above in connection of FIG. 2a. Reinforcement "H" may be connected to the reinforcement pieces 22 or positioned across the openings 6.

After the building block 1 is removed from the mold cavity 17, the surface of the building block 1 can be machined as necessary.

The main advantage of the translucent building block according to the invention against the prior art is that it can be produced easily at a low cost and in arbitrary sizes, even at a building site. There is no need to apply expensive indirect materials which creates extra waste, as well as the fixing of relative position of the translucent members either to each other or to the mold in the case of production of thicker building blocks or applying slimmer and/or less rigid translucent members. Moreover, even translucent or transparent configurations, signs, figures and or even works of art can be provided in solid walls, appearing by means of either natural or artificial light.

Anexo 2.3 – Patente Luccon Estados Unidos



US 20090200703 A1

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication**
Halm

(10) **Pub. No.: US 2009/0200703 A1**

(43) **Pub. Date: Aug. 13, 2009**

(54) **METHOD FOR PRODUCING MOULDED BRICKS WITH FIBRES**

Publication Classification

(75) **Inventor: Jürgen Halm, Dielheim (DE)**

(51) **Int. Cl.**
B28B 1/16 (2006.01)
B29C 43/18 (2006.01)

Correspondence Address:
FOLEY AND LARDNER LLP
SUITE 500
3000 K STREET NW
WASHINGTON, DC 20007 (US)

(52) **U.S. Cl. 264/256; 425/404**

(57) ABSTRACT

(73) **Assignee: LUCCON Lichtbeton GmbH, Klaus (AT)**

The present invention relates to a method and device for producing moulded bricks made of hydraulically binding materials and with fibres, mats, bonded fabrics and wovens embedded therein, a formwork (1) composed of a frame (2) and a vertically movable base (3) being used. According to the invention, the base (3) is first adjusted to a height *s* below the top edge of the formwork, said height corresponding to the height of a layer of hydraulically binding material (5) and fibres, mats, bonded fabrics and wovens (6). The formwork (1) is then filled up to its upper edge with hydraulically binding material (5) by means of a mortar carriage (4). The fibres, mats, bonded fabrics and wovens are inserted into the fresh hydraulically binding material (5) in the desired orientation and the base (3) of the formwork (1) is subsequently lowered by a value corresponding to the height *s*. These steps are repeated until the desired height of the moulded brick is reached or until the base (3) of the formwork (1) may not be lowered further.

(21) **Appl. No.: 12/280,141**

(22) **PCT Filed: Feb. 15, 2007**

(86) **PCT No.: PCT/EP07/01302**

§ 371 (c)(1),
(2). (4) **Date: Nov. 14, 2008**

(30) Foreign Application Priority Data

Feb. 21, 2006 (DE) 10 2006 007 920.5

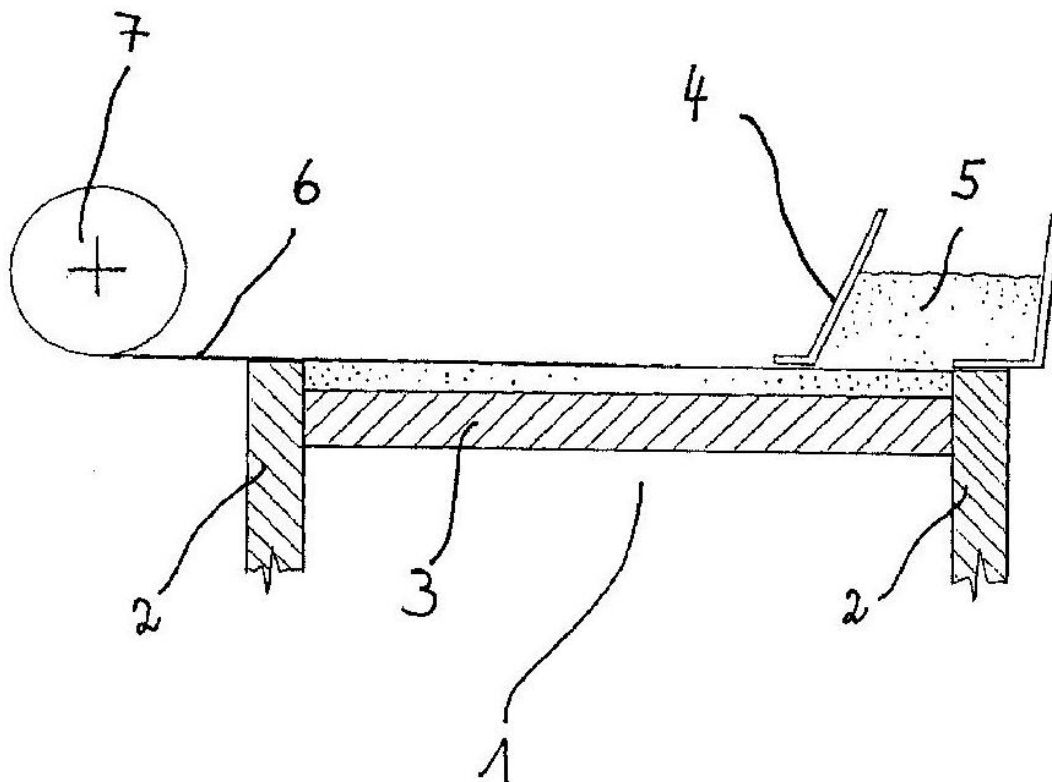


Fig. 1

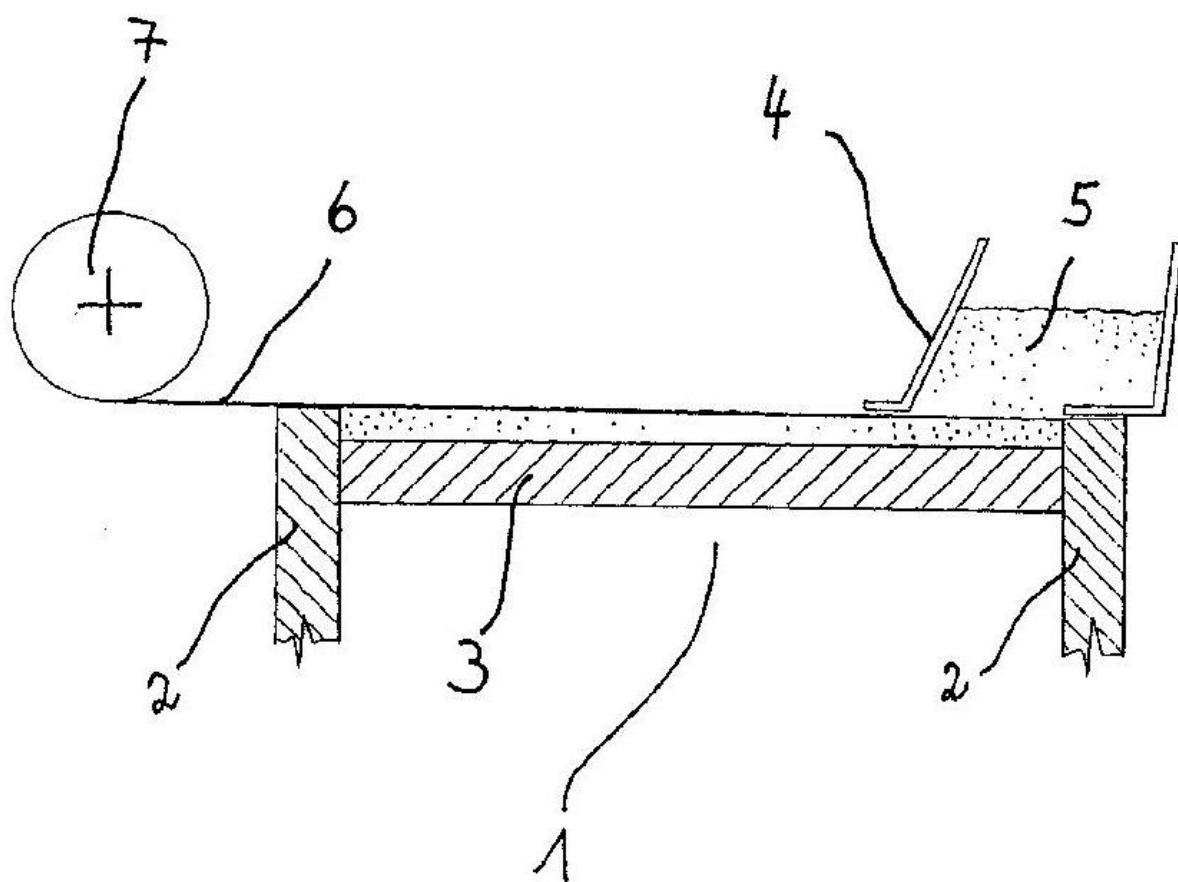


Fig. 2

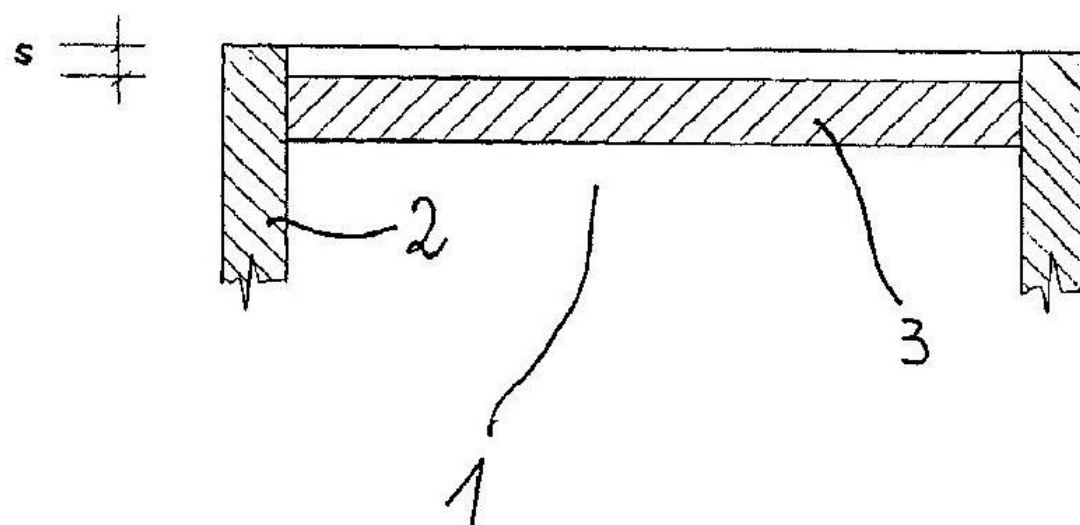


Fig. 3

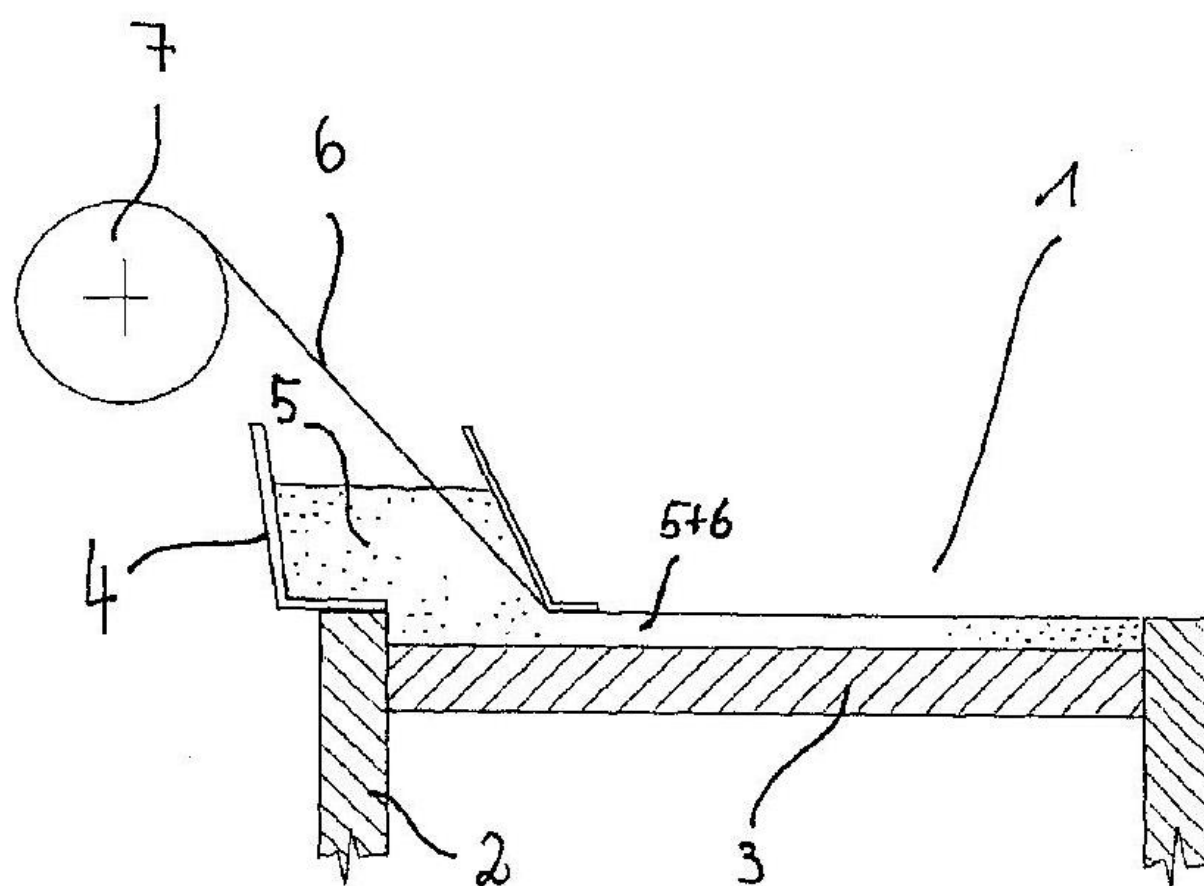


Fig. 4

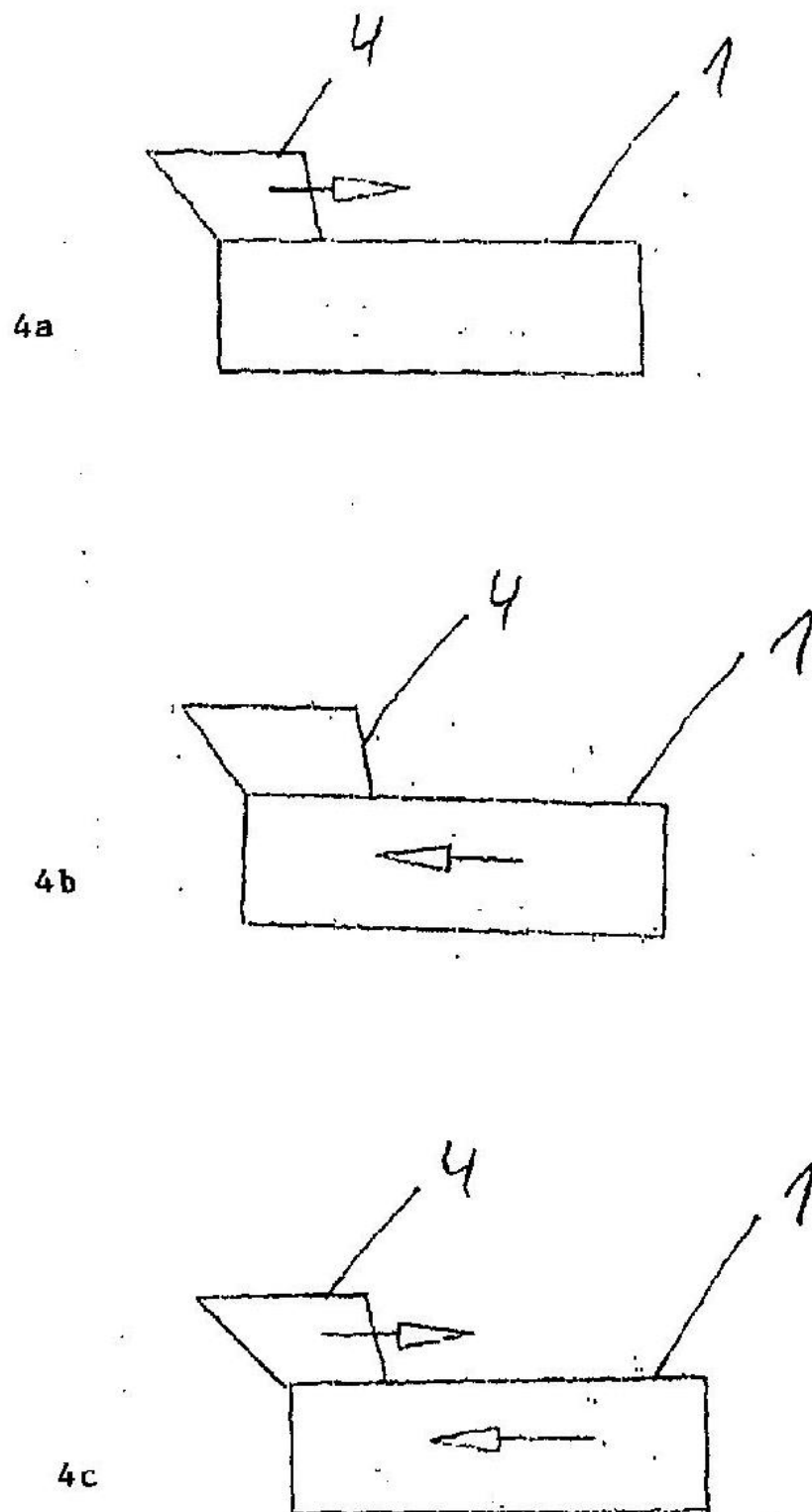


Fig. 5 a

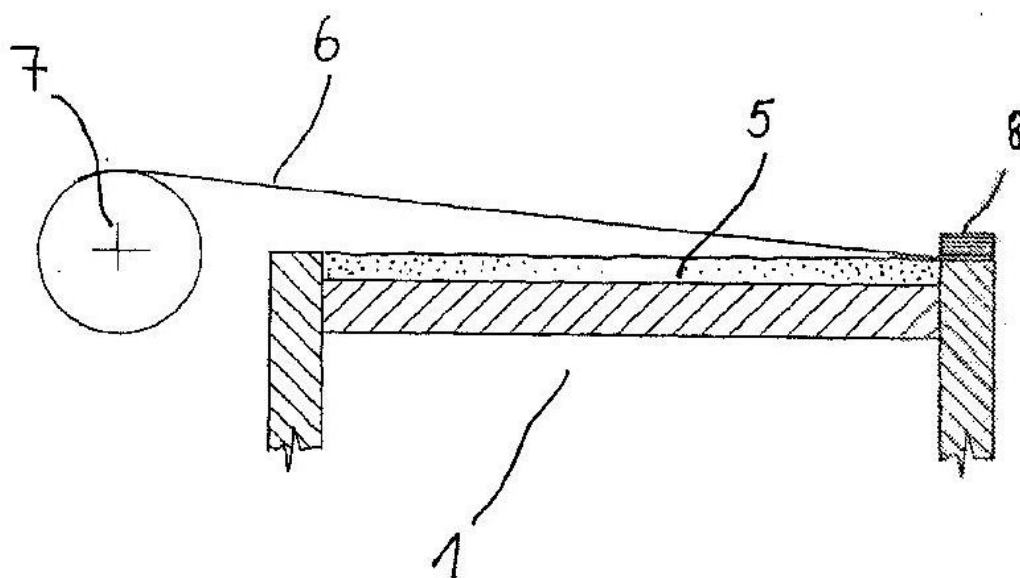


Fig. 5 b

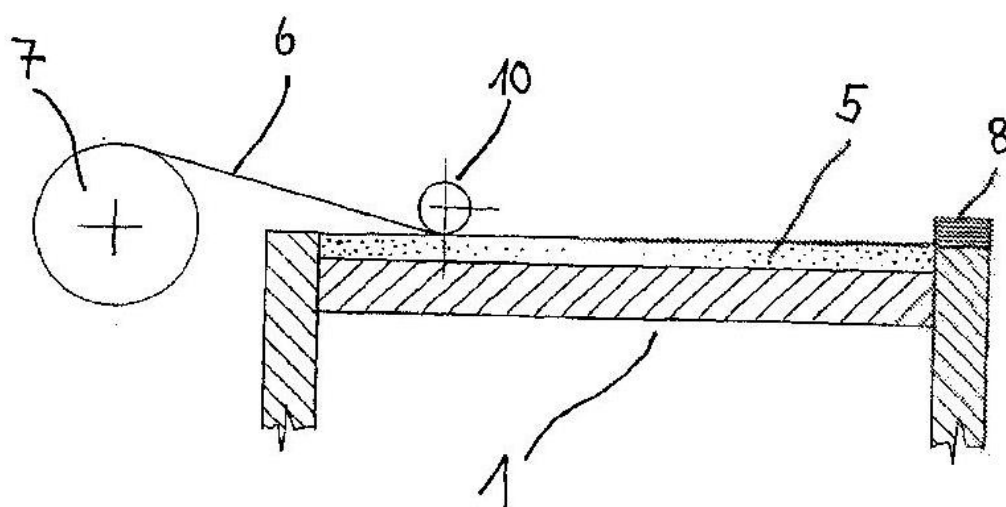


Fig. 5 e

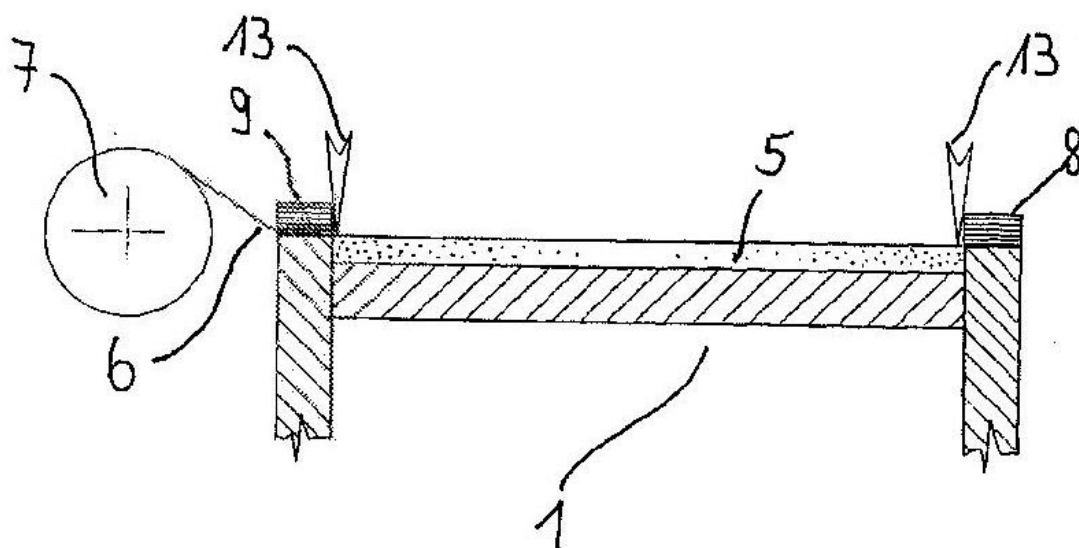


Fig. 5 f

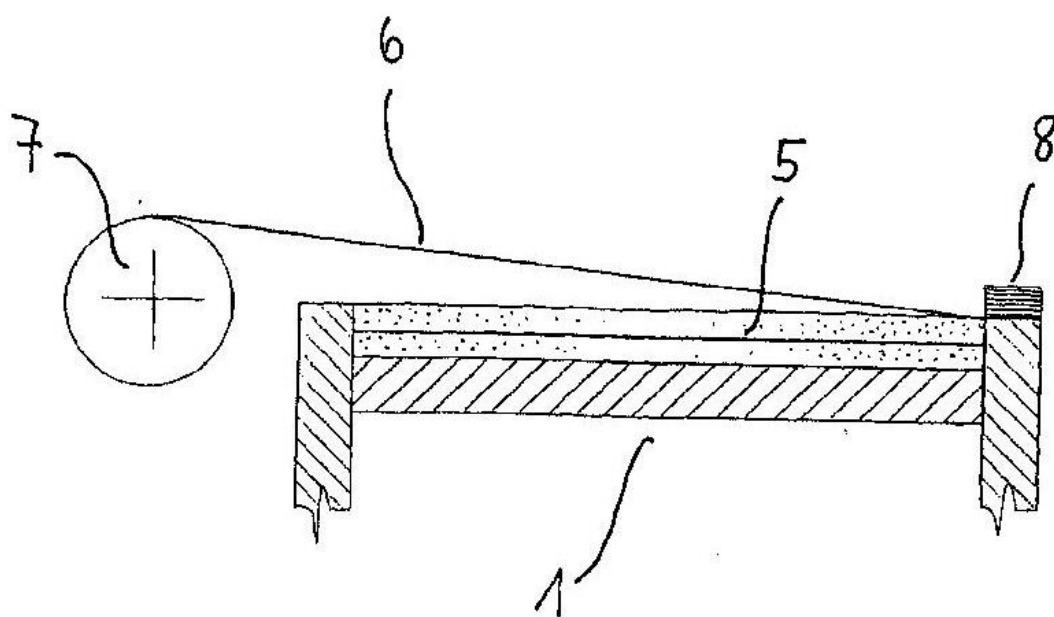


Fig. 5 e

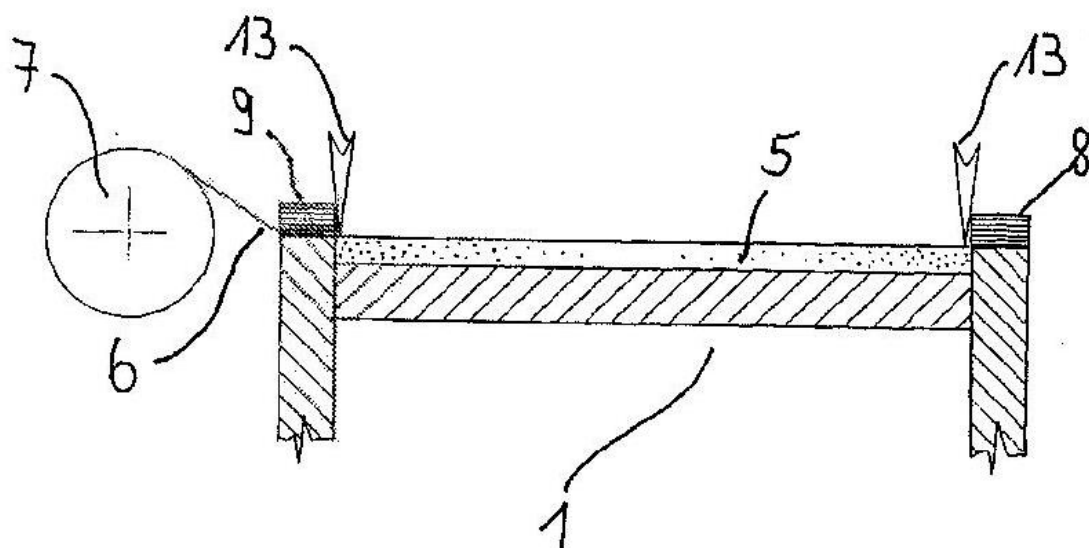
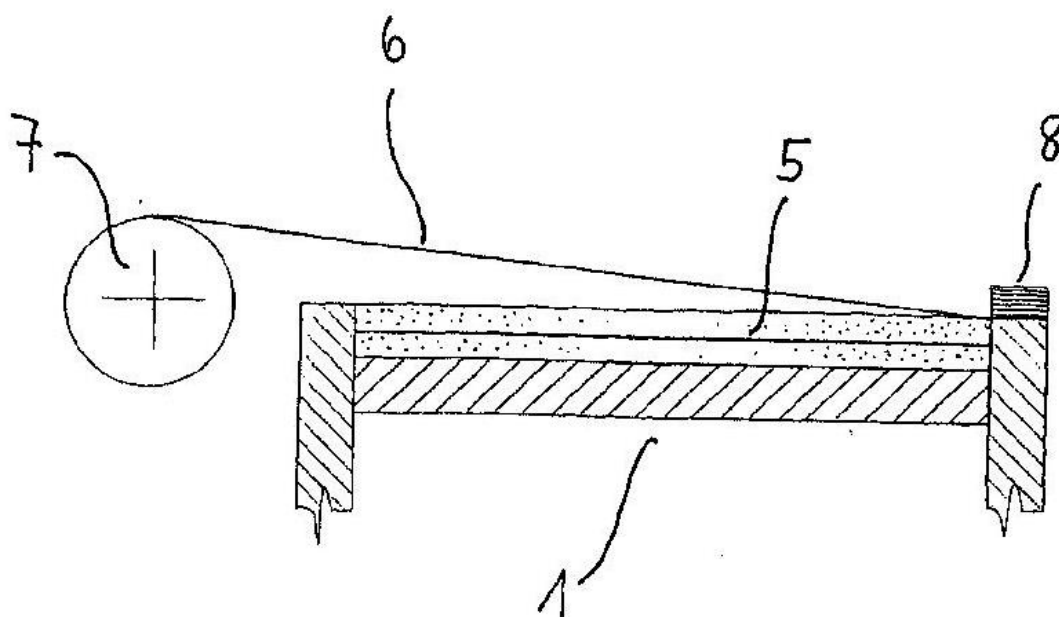


Fig. 5 f



METHOD FOR PRODUCING MOULDED BRICKS WITH FIBRES

[0001] The present invention relates to the production of molded blocks from a hydraulically setting compound, in which fibers, in particular optical fibers, are embedded.

[0002] Molded blocks of hydraulically setting compounds with integrated fibers have long been known. Hydraulically setting compounds, also referred to hereafter as a matrix, are understood as meaning concrete, fine-grained concrete, mortar, gypsum and similar materials, which generally contain a hydraulic binder, aggregates, additives, admixtures and water. Within the scope of the invention, reference is made to molded blocks, which are intended to include not only the classic blocks with a square or rectangular base area but also those with a triangular, trapezoidal or rhomboidal base area and all conceivable round forms, such as a circle, ellipse, etc.

[0003] The advancing development of optical fibers is increasingly lowering their costs. In addition, the demand for exclusive design effects is increasing. Under these boundary conditions, molded blocks of hydraulically setting or cast compounds in which optical fibers are embedded in such a way that light penetrates through the bricks have been proposed in DE 93 10 500 U and WO 03/097954.

[0004] However, the production process claimed in WO 03/097954 is complex and unsuitable for production on an industrial scale. It is important to achieve a constant supply and distribution of the matrix in the formwork. The maintenance of constant thicknesses for the individual layers of matrix or fiber is also problematic. DE 93 10 500 U says nothing about the question of production.

[0005] The object of the present invention was therefore to find a process by which fibers can be incorporated in molded blocks, in particular of concrete, with a fixed orientation.

[0006] This object is achieved by a process and a device for producing molded blocks from hydraulically setting compounds (matrix) and fibers embedded therein, in which a formwork comprising a frame with a vertically movable base is used. The base of the formwork is initially set to a defined height below the upper edge of the frame, filled with hydraulically setting compound, the fibers are placed on in the desired direction and incorporated into the compound, and then the base is lowered by a predetermined amount. The steps are repeated until the desired height of the molded block is achieved.

[0007] The molded block produced in this way can also be used to obtain smaller blocks by means of cutting it up transversely and longitudinally with respect to the direction of the fibers.

[0008] Cement is suitable in particular as the hydraulic binder for the matrix. Suitable cements are, for example, Portland cement, Portland slag cement, Portland fly-ash cement, Portland limestone cement, Portland composite cement and blast-furnace cement. Portland cement and Portland slag cement are preferred.

[0009] In a way known per se, the matrix may contain natural and/or artificial aggregates, admixtures and/or additives.

[0010] Admixtures are, for example, natural and artificial pozzolans, color pigments, polymer dispersions, stone dusts, etc.; typical amounts are, for example, 3 to 8% by weight for color pigments and up to 30% by weight for fly ash, stone dusts, etc.

[0011] Additives are, for example, air-entraining agents, liquefiers, plasticizers, accelerators, retarders, etc. If present, amounts of each of up to 5% by weight, in individual cases of up to 10% by weight, are used.

[0012] In principle, sand, gravel or stone chippings are used. To achieve a uniform and dense distribution of the light-conducting fibers, sand mixtures with a maximum size of aggregate of approximately 2 mm have proven successful. The mass ratio of cement and sand is generally between 1:1 and 1:3.

[0013] The fibers are, in particular, optical fibers, so that the molded blocks produced according to the invention are transmissive to light in the direction of the incorporated fibers. The process and the device are, however, also ideally suited to the embedding of other fibers, in particular where it is important that the arrangement and orientation of the fibers within the molded block can be set in a specific manner.

[0014] Accordingly, textile glass fibers, plastic fibers, carbon fibers, natural fibers, etc., come into consideration as fibers. Instead of individual fibers, it is also possible to incorporate mats, bonded fabrics, rovings or, with particular preference, woven fabrics, referred to hereafter as fabrics for short.

[0015] It goes without saying that the fibers and the hydraulically setting compound must be compatible with one another, as is the case for example with the known optical fibers of silicate glass and cement.

[0016] Furthermore, the proportion of the fibers in the matrix must be appropriately set to ensure the required strength and load-bearing capacity of the molded block. In the case of optical fibers, suitable proportions are, for example, 2 to 10% by volume, preferably 5 to 8% by volume, with which satisfactory light transmission is achieved.

[0017] The formwork is preferably to be adapted in width, length and depth to the desired dimensions of the molded blocks. For example, dimensions of 50 cm×200 cm are suitable. The depth, which determines the maximum height of the molded block, may be, for example, 50 cm. It is advantageous for the process and the device of the invention that the height can be freely varied within the range of the minimum height, determined by the height of a layer of hydraulic compound and fibers, and the depth of the formwork.

[0018] The formwork should consist of a material, or at least be provided inside with a material, from which the matrix becomes adequately detached to ensure damage-free demolding. The formwork materials that are used for precast concrete units are accordingly suitable. The use of release agents, as are likewise known from the production of precast units, is possible.

[0019] The adjustment of the base may be performed in a way not per se by means of a spindle drive, a hydraulic mechanism or the like. It is advantageous for the demolding, and for cleaning that may be necessary, if the side walls of the formwork are foldable.

[0020] Preferably used for introducing the matrix is a device such as that already known as a mortar carriage. Mortar carriages are used for the laying of large-format masonry units (bricks, aerated concrete, sand-lime blocks) by the thin-bed fixing technique (thin layer of mortar of a thickness of about 5 mm). This involves applying the masonry mortar to the upper side of each course of blocks with the aid of a mortar carriage. The mortar carriage is a rectangular metal box which is open at the top and bottom and the width of which coincides with the width of the blocks being used. It is filled

from above with mortar and subsequently pulled over the upper edge of a course of blocks in the longitudinal direction of the wall. A thin layer of mortar is applied to the upper side of the blocks via the open underside of the box and a defined gap.

[0021] Alternatively, the matrix may also be applied by means of a spraying device.

[0022] In a particularly preferred embodiment, the fibers or fabrics are kept on one or more rollers and, from there, are laid onto the compound and appropriately cut to the required length. This may preferably involve using a suitable device to stretch the fibers over the molding length and fix them, which advantageously avoids displacement of the fibers within the compound. Suitable for this, for example, is a clamping device, with which the fibers or fabrics are fixed on both sides of the formwork.

[0023] Alternatively, in particular in the case of stiff fibers, fibers that are already cut to length may be placed into the formwork.

[0024] The incorporation of the fibers or fabrics, and possibly simultaneous deaeration of the compound, is expediently performed by surface or external vibrators. A smoothing device with an integrated vibrating device can likewise be used.

[0025] In a preferred embodiment, the mortar carriage or the spraying device may be made to pass over the formwork and/or the formwork is moved under the mortar carriage or the spraying device. Particularly high rates of production can be realized if the formwork and the mortar carriage or at the spring device are made to move.

[0026] In a particularly preferred embodiment, the fibers or fabrics are introduced by the mortar carriage and so are brought into the formwork together with the hydraulically setting compound. This expediently involves deaeration of the compound by means of an internal or external vibrator on the mortar carriage.

[0027] With the process and the device according to the invention, patterns can also be created in the molded block. For this purpose, the fibers may be entirely or partially omitted in one or more layers.

[0028] The invention is to be explained in more detail on the basis of the accompanying figures, without however being restricted to the configurations described. Unless otherwise indicated, all values given in % refer to the weight.

[0029] In the figures:

[0030] FIG. 1 shows a diagram of a device according to the invention

[0031] FIG. 2 shows a diagram of a formwork at the beginning of production

[0032] FIG. 3 shows a diagram of an alternative device according to the invention

[0033] FIG. 4 shows variants of the process sequence

[0034] FIG. 5a-f show diagrams of a device according to the invention with a clamping device for fixing the fibers or fabrics in various stages of the process.

[0035] In FIG. 1, a device according to the invention is schematically represented. It comprises the formwork 1 made up of a frame 2 and a vertically movable base 3. Also provided is a mortar carriage 4, which fills the hydraulically setting compound 5 into the formwork 1 in a controllable amount. The fibers 6 are unrolled from a roller 7. Not represented are the drive of the base 3, the devices for cutting the fibers 6 to length and the smoothing device for incorporating the fibers.

[0036] According to the invention, at the beginning of production the base 3 of the formwork 1 is below the upper edge of the formwork with a defined difference in height *s*. This difference in height *s* corresponds to the height of a layer of hydraulically setting compound 5 and fibers 6. The mortar carriage 4 travels over the formwork 1 along the upper edge of the latter and thereby fills it with an amount of matrix 5 that can be exactly set. Subsequently, the fibers 6 required for one layer are placed onto the fresh surface of the matrix 5, either as individual fibers or as fabrics, incorporated with the smoothing device and cut to length.

[0037] For the next step, the base 3 of the formwork 1 is lowered by the height *s* of a layer comprising matrix 5 and fibers 6 and the filling operation is repeated in the same way. During the filling operation, the formwork 1 may be vibrated from the outside to deaerate the matrix 5, or compaction is performed by means of the smoothing device.

[0038] In FIG. 2, a formwork 1 of a device according to the invention is represented, the base 3 being in the uppermost position, which is set at the beginning of production.

[0039] FIG. 3 shows a variant of the device according to the invention, the same parts being denoted by the same designations. Here, the fibers 6 are unrolled from the roller 7 and incorporated in the matrix 5 in the mortar carriage 4. The filling with matrix 5 and fibers 6 is accordingly performed simultaneously. In the case of this embodiment, the mortar carriage 4 is preferably provided with an internal or external vibrator for deaerating the matrix 5; this dispenses with the need for a smoothing device, but it may also be integrated on the mortar carriage.

[0040] In FIG. 4, three variants of the device are represented. In the case of the first variant, represented in FIG. 4a, the mortar carriage 4 is movable and travels over the formwork 1, in order to fill it with the compound 5. In the case of the second variant, represented in FIG. 4b, the mortar carriage 4 is fixedly arranged and the formwork 1 is movable, so that the formwork 1 is made to pass along under the mortar carriage 4 for filling it with the compound 5. In the case of the third variant, represented in FIG. 4c, both the mortar carriage 4 and the formwork 1 are movable and are moved with respect to one another for the filling with the compound 5 and possibly also the fibers 6. This allows an increase in the production rate.

[0041] In FIG. 5a-f, the process sequence is shown and a corresponding device is schematically represented, a clamping device fixing the fibers or fabrics during the smoothing and cutting to length. The process sequence and the basic construction correspond to that of FIG. 1. Once the position of the light-conducting glass fibers 6 (individual fiber strands or fabrics) have been placed onto the fresh matrix layer 5, the glass layer 6 is fixed directly outside the formwork 1 on one side by a clamping device 8 (see FIG. 5a). Then, as shown in FIG. 5b, the glass layer 6 is pressed onto the surface of the matrix 5 by a pressing roller 10. In FIG. 5c it can be seen how the other side of the glass layer 6 is then also fixed by a clamping device 9. The clamping device 8, 9 may in this case be positioned in such a way that a certain tension is exerted on the glass layer 6. Then a smoothing and compacting operation is performed by a smoothing plate 11, which is represented in FIG. 5d. By analogy with the procedure in the case of a road paver, additional compaction energy can in this case be applied via the smoothing plate 11 by means of a vibrator 12.

[0042] Subsequently, as represented in FIG. 5e, the glass layer 6 is severed between the clamping devices 8 and 9 by a

suitable sawing device 13. The clamping devices 8, 9 thereby prevent displacement of the fiber layer 6 in the fresh matrix 5 both during the smoothing and compacting and during the severing of the fibers 6.

[0043] After the severing, the clamping device 8, 9 is released, the base 3 of the formwork 1 is lowered and it is filled again with matrix 5. Then the operation is repeated, see FIG. 5f.

[0044] The invention has been explained on the basis of the example of a rectangular block; other forms with triangular, trapezoidal, polygonal, round or curved base areas can also be analogously obtained by corresponding choice of the form of formwork. The walls may be made perpendicular or else inclined with respect to the base area. In addition, it is possible by mechanical finishing, for example sawing, to adapt the outer contour more specifically to desired forms.

[0045] Although the process has proven to be particularly successful in the case of light-transmitting blocks, it can also be advantageously used in the case of other fibers for which exact alignment is desirable.

List of Designations

[0046]	1 formwork
[0047]	2 frame
[0048]	3 base
[0049]	4 mortar carriage
[0050]	5 hydraulically setting compound/matrix
[0051]	6 fibers/fabrics
[0052]	7 roller (storing of the fibers/fabrics)
[0053]	8 clamping device
[0054]	9 clamping device
[0055]	10 pressing roller
[0056]	11 smoothing plate
[0057]	12 vibrator
[0058]	13 sawing device

1. A process for the production of molded blocks from hydraulically setting compounds and fibers, mats, bonded fabrics or woven fibers embedded therein, characterized in that a formwork made up of a frame and a vertically movable base is used, wherein

- a) the base is set to a height s below the upper edge of the formwork that corresponds to the height of a layer of hydraulically setting compound and fibers
 - b) the formwork is filled up to the upper edge with hydraulically setting compound by means of a mortar carriage or a spraying device
 - c) fibers, mats, bonded fabrics or woven fabrics are placed into the fresh hydraulically setting compound in the desired orientation, stretched over the upper edge of the formwork by a clamping device and fixed and are then cut to length
 - d) the base of the formwork is lowered by a height s , which corresponds to the height of a layer of hydraulically setting compound and fibers, and
- steps b) through d) are repeated until the desired height of the molded block is reached and/or the base of the formwork cannot be lowered any further.

2. The process as claimed in claim 1, wherein the hydraulically setting compound is a cement, to which aggregates, additives and or admixtures are possibly added.

3. The process as claimed in claim 2, wherein the hydraulically setting compound is a Portland cement, Portland slag cement, Portland fly-ash cement, Portland limestone cement, Portland composite cement, blast-furnace cement or a mixture thereof and contains an aggregate, preferably sand.

4. The process as claimed in claim 1, wherein the fibers, mats, bonded fabrics or woven fabrics are optical fibers, mats, bonded fabrics or woven fabrics.

5. The process as claimed in claim 1, wherein the fibers, mats, bonded fabrics or woven fabrics are unrolled from a roller and placed onto the hydraulically setting compound.

6. The process as claimed in claim 1, wherein, after being placed in, the fibers are incorporated in the hydraulically setting compound by a smoothing device.

7. The process as claimed in claim 1, wherein, instead of steps b) and c), the fibers are introduced into the hydraulically setting compound in the mortar carriage and the fibers are filled together with the hydraulically setting compound into the formwork up to the upper edge.

8. The process as claimed in claim 7, wherein the hydraulically setting compound is deaerated in the mortar carriage by an internal or external vibrator.

9. A device for the production of molded blocks from hydraulically setting compounds and fibers, mats, bonded fabrics or woven fabrics embedded therein, wherein it comprises a formwork made up of a frame and a vertically movable base as well as a mortar carriage or a spraying device, wherein a clamping device is provided for fixing the fibers, mats, bonded fabrics or woven fabrics.

10. The device as claimed in claim 9, wherein it comprises a smoothing device for incorporating the fibers, mats, bonded fabrics or woven fabrics in the hydraulically setting compound.

11. The device as claimed in claim 9, wherein an internal or external vibrator is provided on the formwork and/or the mortar carriage for deaerating the hydraulically setting compound.

12. The device as claimed in claim 9, wherein the mortar carriage or the spraying device can be moved over the formwork.

13. The device as claimed in claim 9, wherein the formwork can be moved under the mortar carriage or the spraying device.

14. The device as claimed in claim 9, wherein the mortar carriage or the spraying device and the formwork can be moved with respect to one another.

15. (canceled)

16. The device as claimed in claim 9, wherein the base of the formwork is adjustable by means of a spindle drive and/or a hydraulic mechanism.

17. The device as claimed in claim 9, wherein the frame of the formwork can be folded up.

* * * * *

Anexo 2.4 – Patente Ilum de México



JUNIO, 2009 | MÉXICO

GACETA DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

PATENTES, REGISTROS DE MODELOS DE UTILIDAD Y DE DISEÑOS INDUSTRIALES

Patentes

[12] Tipo de documento: Patente
 [10] MX 267 846 B
 [21] Número de solicitud: PA/a/2005/011139
 [72] Inventor(es): SERGIO OMAR GALVAN CAZARES; JOEL SOSA GUTIERREZ; Av. Insurgentes Sur 1871, Piso 6, Desp. 604, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
 [73] Titular: CONCRETOS TRANSLUCIDOS, S. DE R.L. DE C.V.; Av. Insurgentes Sur 1871, Piso 6, Desp. 604, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
 [74] Agente: JOSE ANTONIO MIRANDA L.; Campos Eliseos No. 345, 3er Piso, Col. Chapultepec Polanco, 11560, Distrito Federal
 [30] Prioridad (es):
 [51] Clasificación: C04B28/00 (2006-01)
 [54] Título: FORMULACION PARA OBTENER UNA MEZCLA DE CONCRETO CONDUCTIVO.
 [57] Resumen: Esta invención se refiere a un concreto conductivo que permite el paso de la energía eléctrica a través de él, pudiendo así lograr una protección catódica del acero de refuerzo y ser resistente a los ataques químicos. Con resistencias mecánicas más grandes que las de un concreto tradicional, con un peso volumétrico bajo, con características mecánicas que le permiten ser utilizado tanto estructural como arquitectónicamente y resistente a la corrosión debido a su formulación. Conductor de electricidad, con una absorción de agua baja, una deformación a la rotura muy baja. Lo que le da una gran estabilidad estructural. El objetivo de esta invención, es proporcionar un tipo de concreto totalmente diferente a los que actualmente existen en el mercado, gracias a su formulación, mezclado y características novedosas cuya principal característica es que reúne las ventajas de varios de los concretos existentes en el mercado, pero con la propiedad de ser conductor de electricidad y tener propiedades mecánicas físicas y químicas superiores a los existentes, así como un bajo peso volumétrico.

[12] Tipo de documento: Patente
 [10] MX 267 847 B
 [21] Número de solicitud: PA/a/2005/011140
 [72] Inventor(es): SERGIO OMAR GALVAN CAZARES; JOEL SOSA GUTIERREZ; Av. Insurgentes Sur 1871, Piso 6, Desp. 604, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
 [73] Titular: CONCRETOS TRANSLUCIDOS, S. DE R.L. DE C.V.; Av. Insurgentes Sur No. 1871, Piso 6, Despacho 604, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
 [74] Agente: JOSE ANTONIO MIRANDA L.; Campos Eliseos No. 345, 3er Piso, Col. Chapultepec Polanco, 11560, Distrito Federal
 [30] Prioridad (es):
 [51] Clasificación: C04B28/00 (2006-01)
 [54] Título: FORMULACION PARA OBTENER UNA MEZCLA DE CONCRETO TRANSLUCIDO.
 [57] Resumen: Esta invención se refiere a un concreto translúcido que permite el paso de la luz a través de él, pudiendo así distinguir los colores, formas y contornos. Con resistencias mecánicas más grandes que las de un concreto tradicional, con un peso volumétrico bajo, con características mecánicas que le permiten ser utilizado tanto estructural como arquitectónicamente. Conductor de electricidad, con una absorción de agua muy cercana a cero, Módulo de Young elevado, así como una deformación a la rotura muy baja. Lo que le da una gran estabilidad estructural. El objetivo de esta invención, es proporcionar un tipo de concreto totalmente diferente a los que actualmente existen en el mercado, gracias a su formulación, mezclado y características novedosas cuya principal característica es que reúne las ventajas de varios de los concretos existentes en el mercado, pero en la propiedad de ser translúcido.

[12] Tipo de documento: Patente
 [10] MX 267 848 B
 [21] Número de solicitud: PA/a/2005/012180
 [72] Inventor(es): SERGIO OMAR GALVAN CAZARES; JOEL SOSA GUTIERREZ; Insurgentes Sur No. 1871, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
 [73] Titular: CONCRETOS TRANSLUCIDOS, S. DE R.L. DE C.V.; Av. Insurgentes Sur 1871, Piso 6, Desp. 604, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
 [74] Agente: JOSE ANTONIO MIRANDA L.; Campos Eliseos No. 345, 3er Piso, Col. Chapultepec Polanco, 11560, Distrito Federal
 [30] Prioridad (es):
 [51] Clasificación: C04B28/00 (2006-01) C04B28/04 (2006-01) C04B28/34 (2006-01)
 [54] Título: MEZCLA DE CONCRETO FIBROREFORZADO RESISTENTE A LA CORROSION.
 [57] Resumen: Esta invención se refiere a un concreto de alta resistencia a la corrosión, así como bajo peso volumétrico, con resistencias mecánicas más altas que las de un concreto tradicional y con un peso volumétrico menor. El objetivo de esta invención, es proporcionar un tipo de concreto totalmente diferente a los que actualmente existen en el mercado, gracias a su formulación, mezclado y comportamiento mecánico novedoso, así como de su periodo de vida útil mayor que los demás concretos, dada su resistencia al ataque químico y a la corrosión.

[12] Tipo de documento: Patente
 [10] MX 267 849 B
 [21] Número de solicitud: PA/a/2000/009454
 [2106] Número de solicitud internacional: PCT/US1995/015985
 [11] Número de publicación internacional: WO 9620708
 [72] Inventor(es): A.K. GUNNAR ABERG; JOHN R. McCULLOUGH; EMIL R. SMITH; 6 Brickyard Lane, 01581, Westborough, MA, E.U.A.
 [73] Titular: SEPRACOR, INC.; 33 Locke Drive, 01752, Marlborough, MA, E.U.A.
 [74] Agente: JOSE F. HINOJOSA CUELLAR; Paseo de los Tamarindos 400 - A, Piso 9, Col. Bosques de las Lomas, 05120, Distrito Federal
 [30] Prioridad (es): US08/386,851 30/12/1994
 [51] Clasificación: A61K31/445 (2006-01)
 [54] Título: METODOS Y COMPOSICIONES PARA TRATAR RINITIS ALERGICA Y OTROS TRASTORNOS USANDO DESCARBOETOXILORATADINA.
 [57] Resumen: Se dan a conocer métodos que utilizan DCL, un derivado metabólico de loratadina, para el tratamiento de rinitis alérgica, y otros trastornos, mientras que se evita la posibilidad concomitante de efectos secundarios perjudiciales asociados con las antihistaminas no sedantes.

INSTITUTO MEXICANO DE
LA PROPIEDAD INDUSTRIAL
Dirección Divisinal de Sistemas
y Tecnología de la Información

Sección: SOLICITUDES

Mes: ABRIL

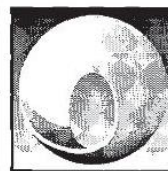
Año: 2007

Número: 001



PR/SO/2007/04/001

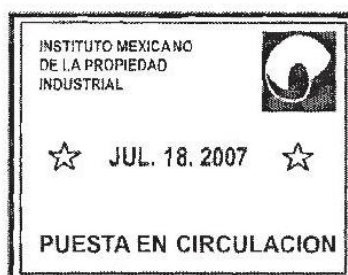
Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial



GACETA DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

MEXICO

SOLICITUDES DE PATENTE



ABRIL 2007

SECCION 1.- INVENCIONES, MODELOS DE UTILIDAD, DISEÑOS INDUSTRIALES Y ESQUEMAS DE TRAZADO DE CIRCUITOS INTEGRADOS.

En la presente sección se publicará la información relacionada con las solicitudes de patentes, patentes otorgadas, registros de modelos de utilidad, diseños industriales y esquemas de trazado de circuitos integrados, de conformidad con los artículos 30, 37, 52, 60 y 178 bis 7 de la Ley de la Propiedad Industrial.

Asimismo, se harán las publicaciones de las patentes otorgadas conforme a la Ley de Invenciones y Marcas o a las disposiciones aplicables de la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial¹.

La estructura de esta sección esta dividida en dos partes sustantivas, la primera, referente a las solicitudes de patentes², cambios de figura jurídica y negativas a la procedencia del recurso de reclamación; la segunda, consiste en las patentes otorgadas y registros de modelos de utilidad, diseños industriales y esquemas de trazado de circuitos integrados, así como los cambios de texto o dibujos en el título concedido.

Las fichas bibliográficas de las solicitudes de patentes contendrá los datos bibliográficos comprendidos en la solicitud respectiva, el resumen de la invención y, en su caso, el dibujo más ilustrativo o la fórmula química que mejor la caracterice, de conformidad con el artículo 39 del Reglamento de la LPI. La clasificación del documento está sujeta a la Clasificación Internacional de Patentes (IPC)³.

Las fichas bibliográficas de las patentes otorgadas tendrán la información relativa a: a) Número y clasificación de la patente; b) Nombre y domicilio de la persona o personas a quienes se expide; c) Nombre del inventor o inventores; d) Fechas de presentación de la solicitud y de prioridad reconocida en su caso, y de expedición; e) Denominación de la invención; f) Vigencia; g) Resumen de la descripción de la invención y acorde con las reivindicaciones protegidas y, en su caso, h) El dibujo más ilustrativo, la fórmula química principal o la secuencia de nucleótidos o aminoácidos, que determine el Instituto.

En la presentación de la información publicada se han incorporado las recomendaciones de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Así, se mantiene el empleo de Códigos Internacionales para la identificación de los datos publicados (INID) y se han incluido índices que facilitan el acceso a la información tales como el del contenido, el alfabético por nombre del titular, el ordenado de acuerdo a la Clasificación Internacional de Patentes, y en el caso de solicitudes de patente, un índice numérico de los documentos que se publican.

**Responsable de la Información Publicada
Dirección Divisional de Patentes**

¹ Las solicitudes de patentes presentadas conforme a la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial hasta antes del primero de octubre de 1994 y que no optaron por la aplicación de las disposiciones contenidas en el Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial (DOF 2-VIII-94).

² Consistente en las solicitudes de patente acorde con el artículo 52 de la Ley de la Propiedad Industrial (LPI), las solicitudes internacionales de patente conforme al Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT) y las publicaciones anticipadas solicitadas con base en el artículo 40 de la LPI.

³ Quinta edición.

Se describe una composición de resina para usarse en un sistema de aspersión de espuma para formar espuma de poliuretano. La composición de resina comprende un poliol de Mannich, al menos un poliol adicional diferente de un poliol de Mannich, y agente de soplado físico. El poliol de Mannich tiene una viscosidad de al menos 4,000 centipoise a 25°C. El agente de soplado físico se selecciona del grupo de hidrocarburos C₂ a C₇ no halogenados, volátiles, hidrofluorocarburos, hidroclorocarburos, y mezclas de los mismos. El agente de soplado físico está presente en una cantidad mayor de 10 partes por peso basado en 100 partes por peso de la composición de la resina. También se proporciona un método para formar la espuma de poliuretano, que comprende las etapas de proporcionar la composición de resina y un poliisocianato, mezclar la composición de resina con el poliisocianato en una cámara de mezclado para formar una mezcla, y descargar la mezcla desde una pistola surtidora conforme la composición de resina reacciona con el poliisocianato para formar la espuma de poliuretano.

- (21) Número de solicitud: PA/a/2005/011138
(22) Fecha de solicitud: 17/10/2005
(71) Solicitante(s): CONCRETOS TRANSLUCIDOS, S. DE R.L. DE C.V.; Insurgentes Sur No. 1781, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
(72) Inventor(es): SERGIO OMAR GALVAN CAZARES; JOEL SOSA GUTIERREZ; Insurgentes Sur No. 1781, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
(30) Prioridad (es):
(74) Agente: MIGUEL A. ESTEVA; Av. Revolución 1392, 2° Piso, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
(51) Int. Cl.

- C04B28/00 (2006.01)
(54) Título: FORMULACION PARA OBTENER UNA MEZCLA DE CONCRETO FIBROREFORZADO DE ALTA RESISTENCIA MECANICA Y BAJO PESO VOLUMETRICO.
(57) Resumen:
Esta invención se refiere a un concreto fibroreforzado de alta resistencia y bajo peso volumétrico, con resistencias mecánicas más altas que las de un concreto tradicional y con un peso volumétrico menor. El objetivo de esta invención, es proporcionar un tipo de concreto totalmente diferente a los que actualmente existen en el mercado, gracias a su formulación, mezclado y comportamiento mecánico novedoso.

- (21) Número de solicitud: PA/a/2005/011139
(22) Fecha de solicitud: 17/10/2005
(71) Solicitante(s): CONCRETOS TRANSLUCIDOS, S. DE R.L. DE C.V.; Av. Insurgentes Sur 1871, Piso 6, Desp. 604, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
(72) Inventor(es): SERGIO OMAR GALVAN CAZARES; JOEL SOSA GUTIERREZ; Av. Insurgentes Sur 1871, Piso 6, Desp. 604, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
(30) Prioridad (es):
(74) Agente: MIGUEL A. ESTEVA; Av. Revolución 1392, 2° Piso, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
(51) Int. Cl.

- C04B28/00 (2006.01)
(54) Título: FORMULACION PARA OBTENER UNA MEZCLA DE CONCRETO CONDUCTIVO.

- (57) Resumen:
Esta invención se refiere a un concreto conductivo que permite el paso de la energía eléctrica a través de él, pudiendo así lograr una protección catódica del acero de refuerzo y ser resistente a los ataques químicos. Con resistencias mecánicas más grandes que las de un concreto tradicional, con un peso volumétrico bajo, con características mecánicas que le permiten ser utilizando tanto estructural como arquitectónicamente y resistente a la corrosión debido a su formulación. Conductor de electricidad, con una absorción de agua baja, una deformación a la rotura muy baja. Lo que le da una gran estabilidad estructural. El objetivo de esta invención, es proporcionar un tipo de concreto totalmente diferente a los que actualmente existen en el mercado, gracias a su formulación, mezclado y características novedosas cuya principal característica es que reúne las ventajas de varios de los concretos existentes en el mercado, pero con la propiedad de ser conductor de electricidad y tener propiedades mecánicas físicas y químicas superiores a los existentes, así como un bajo peso volumétrico.

- (21) Número de solicitud: PA/a/2005/011140

- (22) Fecha de solicitud: 17/10/2005
(71) Solicitante(s): CONCRETOS TRANSLUCIDOS, S. DE R.L. DE C.V.; Insurgentes Sur No. 1781, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
(72) Inventor(es): SERGIO OMAR GALVAN CAZARES; JOEL SOSA GUTIERREZ; Insurgentes Sur No. 1781, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
(30) Prioridad (es):
(74) Agente: MIGUEL A. ESTEVA; Av. Revolución 1392, 2° Piso, Col. Guadalupe Inn, 01020, Distrito Federal
(51) Int. Cl.
C04B28/00 (2006.01)
(54) Título: FORMULACION PARA OBTENER UNA MEZCLA DE CONCRETO TRANSLUCIDO.
(57) Resumen:
Esta invención se refiere a un concreto translúcido que permite el paso de la luz a través de él, pudiendo así distinguir los colores, formas y contornos. Con resistencias mecánicas más grandes que las de un concreto tradicional, con un peso volumétrico bajo, con características mecánicas que le permiten ser utilizado tanto estructural como arquitectónicamente. Conductor de electricidad, con una absorción de agua muy cercana a cero, Módulo de Young elevado, así como una deformación a la rotura muy baja. Lo que le da una gran estabilidad estructural. El objetivo de esta invención, es proporcionar un tipo de concreto totalmente diferente a los que actualmente existen en el mercado, gracias a su formulación, mezclado y características novedosas cuya principal característica es que reúne las ventajas de varios de los concretos existentes en el mercado, pero en la propiedad de ser translúcido.

- (21) Número de solicitud: PA/a/2005/011258
(22) Fecha de solicitud: 20/10/2005
(71) Solicitante(s): FEDERICO MARTINEZ CEPEDA; Laguna de Mayrán No. 258, Col. Anáhuac, 11320, MIGUEL HIDALGO, Distrito Federal
(72) Inventor(es): FEDERICO MARTINEZ CEPEDA; Laguna de Mayrán No. 258, Col. Anáhuac, 11320, MIGUEL HIDALGO, Distrito Federal
(30) Prioridad (es):
(74) Agente: MANUEL ENRIQUE GUTIERREZ SEDANO; Av. Jacarandas 11, Jardines de San Mateo, 53240, Naucalpan de Juárez, Estado de México
(51) Int. Cl.
E04G11/00 (2006.01)

- (54) Título: PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA LA FABRICACION DE LAMINAS CON UN MIEMBRO PLANO Y COSTILLAS ESPACIADAS PARA CONSTRUCCION.

- (57) Resumen:
Se presenta una lámina para el colado de techos, totalmente diferente, la cual tiene como característica de comprender hacia su superficie, una multiplicidad de pinzas o protuberancias, las cuales terminan en forma de gota, lo cual permite incorporarse al concreto reforzado al igual como lo hacen las varillas y, de esa manera, quedar ahogadas en el concreto reforzado, suprimiéndose por consiguiente, varillas o alambros. A la vez se acompaña un procedimiento mejorado para la fabricación de láminas metálicas, formada por un miembro plano y una serie de costillas desplantándose del miembro plano, colocadas de manera espaciada, empleadas para el colado de techos, partiendo de rollos de lámina, donde el procedimiento comprende una serie de etapas secuenciales, partiendo del corte longitudinal de la lámina, para lograr un ancho adecuado; enseguida se obtendrá la multiplicidad de las costillas, localizadas de manera espaciada, donde dichas costillas quedan dispuestas por un doblez en forma de cola de milano, de gota invertida, ojillo, triángulo o formas diversas que permitan obtener la rigidez necesaria de la lámina y que a la vez la forma del doblez cumpla con el objetivo primordial de quedar troquelado con el concreto cuando este sea colado y haya fraguado, lo cual se logra por el paso de la lámina a través de una pluralidad de rodillos dobladores, posteriormente tendremos el estampado en el miembro plano, con relieves o estampados diversos, que además de proporcionar un medio de mayor adherencia del cemento a la lámina, dará una apariencia agradable y decorativa por la parte inferior, lo cual se logra por medio de un rodillo, finalmente se cortará automáticamente al tamaño predeterminado y aplicará el recubrimiento de protección para otros fines a la superficie inferior del miembro plano, como puede ser por pintura o alguna protección catódica. La lámina metálica obtenida por este procedimiento, goza de características mecánicas y estructurales apropiadas para ser empleada como elemento en el colado de losas de concreto, quedando incorporada dichas costillas ancladas al concreto, con características de resistencia aprobatorias a normas, y a la vez, la

Anexo III

(Artículos)

PRIMERAS EXPERIENCIAS URUGUAYAS CON HORMIGÓN TRANSLÚCIDO**FIRST EXPERIENCES WITH TRANSLUCENT CONCRETE IN URUGUAY**

Adriana Luisi Buchelli (P) (1); Gemma Rodríguez de Sensale (2)

(1) Arq., Estudiante Postgrado de Construcción de Obra en Arquitectura, IC, UDELAR, Montevideo, Uruguay

(2) Dr. Prof. Titular, IC-IEM, Universidad de la República (UDELAR), Montevideo, Uruguay.

Dirección para correspondencia: gemma@fing.edu.uy

Resumen

En este trabajo se introduce primeramente información sobre el hormigón translúcido (HT): historia, patentes, etc... Luego se estudian las posibilidades de la elaboración de hormigón translúcido con materiales disponibles en Uruguay. El hormigón translúcido (HT) desarrollado en este trabajo es un microhormigón de alto desempeño, que incluye cemento, agregados finos, aditivos y fibras ópticas. La estructura de este hormigón permite el paso de luz, dependiendo del porcentaje de fibra óptica empleado, haciéndolo ideal para el ahorro de luz eléctrica. Se presentan resultados de resistencia a compresión a diferentes edades, absorción de agua y resistencia a altas temperaturas de HT elaborados con 5% de fibra óptica, comparando los resultados con una referencia sin empleo de dicha fibra. Los resultados obtenidos muestran que si bien la resistencia a compresión disminuye con el empleo de fibra óptica es viable su empleo alcanzándose resistencias superiores a 60 MPa a los 28 días de edad.

Palabras-clave: hormigón translúcido, hormigones especiales, hormigones de alto desempeño.

Abstract

In this paper, first information about translucent concrete (HT) is introduced: history, patents, etc..., then the chances of making translucent concrete with materials available in Uruguay are studied. The translucent concrete (HT) developed in this work is a high-performance micro-concrete, including cement, fine aggregates, admixtures and fibers. The structure of the concrete allows the passage of light, depending on the percentage of fiber used, making it ideal for saving electricity. Results of compressive strength, water absorption and high temperature resistance of HT with 5% of optic fibers are presented; for comparison a reference without fiber is included. The results show that although the compressive strength decreases with the use of optic fibers is viable their employment reaching over 60MPa of compressive resistance at the age of 28 days

Keywords: translucent concrete, special concretes, high performance concretes.

1. INTRODUCCION

La historia del hormigón constituye un capítulo fundamental en la historia de la construcción. Es el material de construcción, por excelencia, más empleado en la industria de la construcción desde hace cincuenta años (Simonet 2009).

Por ello, en el hormigón, se introdujeron ciertas modificaciones en su constitución o en su tecnología, por medio de la incorporación de adiciones minerales y aditivos químicos, y otros constituyentes que permiten mejorar las características y propiedades del material, obteniéndose mayor variedad de ventajas para su empleo.

Así, el empleo de fibras (acero y plásticas), plastificantes y superplastificantes, materiales puzolánicos, escorias, microsilice, filler calcáreo, incorporadores de aire, entre otros productos, es cada vez más habitual en determinadas aplicaciones, siendo una tendencia de futuro por las nuevas exigencias constructivas que se vienen desarrollando en la actualidad. No obstante, el modo en que se utilizan estos constituyentes se basa, en general, en las recomendaciones del fabricante, normativa y en el buen criterio y experiencia del profesional que diseña la mezcla.

Con la incorporación de estos constituyentes han dejado de ser hormigones convencionales, y han pasado a llamarse hormigones especiales; entre ellos se puede encontrar gran variedad: hormigón de alta resistencia (HAR), hormigón de alto desempeño (HAD), hormigón auto-compactante (HAC), hormigones livianos, hormigones proyectados, hormigón con fibras y otros. Dentro de los hormigones especiales se ubicarían los Hormigones de Alto Desempeño (HAD), o High Performance Concrete (HPC) por su denominación en inglés (ACI, 1996); que serían la máxima representación de la evolución de la tecnología del hormigón (a la fecha).

Como los hormigones impiden que la luz pase a través de ellos, razón por la cual tampoco es posible distinguir cuerpos, colores y formas; surgió un hormigón especial denominado hormigón translúcido para superar eso.

Entonces, el hormigón translúcido, se ubicaría en la categoría de los hormigones especiales, los hormigones de alto desempeño. Es un material innovador, recientemente en estudio y que todavía no se ha comercializado en todo el mundo, ya que pocos países lo han incorporado y aplicado. Para hacer frente a estos nuevos requerimientos, y/o desempeño, es necesario conocer el comportamiento de diferentes propiedades en dicho material lo cual está disponible parcialmente en la literatura. Surgiendo así el objetivo principal de este trabajo, que es estudiar las posibilidades de la elaboración de hormigón translúcido con materiales disponibles en nuestro país. Para lograr dicho objetivo es necesario introducir información disponible en la literatura sobre el hormigón translúcido, estudiar el efecto de la incorporación de distintas fibras ópticas, ya que el hormigón translúcido contiene dichas fibras, producir un prototipo de hormigón translúcido, lo cual es presentado sintéticamente en este trabajo, y caracterizar propiedades del hormigón translúcido elaborado.

2. ESTADO DEL ARTE

En esta sección se presenta una reseña histórica bibliográfica sobre el hormigón translúcido, sus aplicaciones, patentes, proyectos concretos y resultados de ensayos y prototipos encontrados en literatura específica del tema que es escasa a la fecha.

2.1. Reseña Histórica

En el año 1999, Bill Price, arquitecto y profesor de la Universidad de Houston, presentó una propuesta innovadora, cambiando el espectro académico y profesional del área de la arquitectura y la construcción: el hormigón traslúcido, habiendo comenzado su estudio en relación al desarrollo de este nuevo material un año antes.

Las primeras muestras de hormigón traslúcido que produjo Price fueron en setiembre de 1999, y al año siguiente se realizaron ensayos de compresión y resistencia a la flexión en muestras pequeñas, trabajando en conjunto con algunos fabricantes, para acelerar su investigación. Puso en marcha el proyecto, fabricando una maqueta de un teatro a escala, pensando revolucionar el futuro. Surgieron algunos problemas que ponían en duda la posibilidad real de obtener un material con estas características, como por ejemplo, el precio, que según Price, sería cinco veces mayor que el del hormigón convencional, pero ello todavía está en investigación. El producto de Price, se logra con el uso de polímeros y vidrio molido para transmitir la luz, creando una serie de productos de hormigón traslúcido, como paneles, ladrillos y bloques. (Hart 2005). La meta de Price no era crear un producto, sino una serie de productos de hormigón traslúcido (paneles, ladrillos y bloques). En la actualidad, continúa experimentando con la mezcla en busca de versiones mejores del material.

Luego fue Will Witting, arquitecto y profesor de la Universidad de Detroit Mercy en Michigan – EEUU, quien diseñó un prototipo de panel de hormigón traslúcido mezclando arena blanca, cemento portland blanco y hebras cortas de vidrio. Estos paneles eran delgados como una moneda en el centro y con 1cm de espesor en los bordes. Los ensayos en laboratorio mostraron que eran demasiado frágiles para soportar el viento y la lluvia (Aitein, disponible en internet).

En el año 2001 Áron Losonczy, arquitecto húngaro, realizó una mezcla de hormigón y fibra óptica que dio como resultado un nuevo tipo de material que dejaba pasar la luz. La resistencia del material que desarrolló era igual que la del hormigón tradicional, pero permitía ver las siluetas del exterior. Este fue el primer hormigón traslúcido que se comercializó y actualmente se comercializa bajo la marca "LiTraCon" (Light Translucent Concrete). Para conformar la mezcla, se disponen miles de fibras ópticas de un diámetro que puede ir de los 2 micrones a los 2 milímetros en capas o en celdas, en forma paralela a las dos caras del bloque. Por este motivo, las sombras originadas en el lado más iluminado aparecen en el otro lado destacando su contorno, lo que da la impresión de que el espesor del muro de hormigón desaparece. Se expusieron varios prototipos con dicho material en exposiciones por todo el mundo: Museo Nacional de la Construcción de Washington (USA), BAU2005 en Munich; Big Sight en Tokio, etc. Se exhibieron prototipos en colores: gris, blanco, marrón, y rojo; con texturas diferentes (lisos, con relieve) que dependen de los moldes utilizados. Ofrece por lo tanto el material diferentes texturas, colores y posibilidades de diseño arquitectónico.

En el año 2004, apareció otra variante pero similar al LiTraCon, llamada "Luccon", producido por la compañía alemana Heidelberg Cement AG, se empleó otro método de fabricación, reduciendo la cantidad de fibras ópticas, debido a que éstas eran de mayor espesor. Además las fibras ópticas se disponen encadenadas, dando como resultado líneas de luz. El cemento y los agregados empleados son de una granulometría muy fina, con la mezcla se producen bloques y placas prefabricadas que pueden ser taladrados, pulidos o cortados. La solidez y consistencia del hormigón traslúcido es equivalente a la de hormigones de alta resistencia. Tiene una conducción de luz, que prácticamente es sin pérdidas, a través de las fibras ópticas, permitiendo luz, sombras y colores (incluso a través de paredes gruesas). Luccon es una pasta gris y blanca por lo que se comercializa en dos colores.

En el año 2005, en Italia, se presenta el llamado "I-light", producido por el grupo internacional Italcementi, con él produjeron un panel de hormigón prefabricado, compuesto por la combinación de un 96% de hormigón, 4 % de fibra óptica y resinas. Fue desarrollado por el arquitecto italiano Giampaolo Imbrighi, encargado de diseñar el Pabellón Italiano para la Expo Shanghai 2010. Se presenta como una solución clara: "el desarrollo de un material a base de hormigón capaz de transmitir la luz". En la exposición, se presentaron paneles con dimensiones de 0,50x1x0,50m y un peso de 50 kg, conteniendo más de 50 filas de resinas en un diseño rectangular y garantizando al menos el 20% de transparencia. El enfoque de Italcementi en relación al material es low-tech o sea "mínima tecnología" y, por tanto, más accesible, según la empresa. En palabras del director de Innovación de la compañía, Enrico Borgarello, "la capacidad del hormigón con resina plástica para capturar la luz es mayor, en tanto la resina contiene un ángulo visual más amplio que la fibra óptica". Esta característica, "aumenta las propiedades transparentes del material y la luminosidad de los edificios que lo incorporan" (www.italcemetigroup.com). El grupo empresarial tiene posibilidad de comercialización del material de 50%, está a la espera de la aprobación de la patente, no teniendo decidido si estará disponible mundialmente según figura en literatura (Berazaluze 2011).

En México, en el año 2005, dos estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) de Azcapotzalco, Joel Sosa y Sergio Omar Galván, crearon una versión del hormigón traslúcido, llamado "Ilum". A partir del año 2006, está en trámite de patentarse en México y en otros países; ellos crearon la Empresa "Concretos Traslúcidos", además, han sido apoyados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), desde hace más de un año con 7.5 millones de pesos mexicanos para trámites de certificaciones y patentes. También la empresa italiana Italcementi ha presentado una oferta para comprar la Empresa. Con este material se producen bloques de diferentes tamaños siendo el máximo de 1,20x0,60m con espesor de 0,05m, es un 30% más liviano que el hormigón tradicional, manteniendo las mismas características de fraguado y resistencia. (www.concretotranslucido.com).

Cabe observar que en todas las referencias mencionadas anteriormente el material con el cual se hace el hormigón traslúcido no contiene agregado grueso por lo que desde el punto de vista técnico podría ser considerado un micro-hormigón especial.

2.2. Productos y Aplicaciones

Las aplicaciones del hormigón traslúcido que se han producido por distintas partes del mundo se encuentran basadas en el empleo de los productos de Litracon, Luccon, I-light, e Ilum, a continuación se expondrá los productos que comercializa cada empresa y las aplicaciones existentes.

2.2.1. Litracon

Fue el primer producto disponible para su comercialización en el mundo del hormigón traslúcido, combinación de fibras ópticas y micro-hormigón. Se produce en forma de bloques de construcción prefabricados. Debido al pequeño tamaño de las fibras, se mezclan en el hormigón convirtiéndose en un componente más del material generando una mezcla homogénea en su estructura interna y en la superficie, generando un producto final pulido. Los colores en que se presenta son blanco, gris y negro, otros colores están disponibles bajo pedido.

El hormigón traslúcido Litracon, se comercializan en tres tipos de productos:

LiTraCon: fue el primero en el mundo en comercializarse en bloques prefabricados a base de cemento y fibras ópticas. Se emplea para muros interiores no portantes y decoración. El objeto de esta invención fue proporcionar un bloque de construcción translúcido, que superase las técnicas anteriores, que pudiera ser producido fácilmente a un bajo costo y en tamaños arbitrarios.

LiTraCube Lamp: es una lámpara de mesa, con un diseño en prisma y un tamaño de 0,221m x 0,175m x 0,175m, el material utilizado para ella es hormigón traslúcido LiTraCon, vidrio y acero inoxidable, con un peso de 10 kg. Es aplicable en decoración de interiores.

LiTraCon pXL: Contrariamente a LiTraCon, en el LiTraCon PXL no hay fibras ópticas para la transmisión de la luz; es un producto en forma de paneles prefabricados constituido en un 96% de micro-hormigón y un 4% de PMMA (polimetilmetracitato – acrílico obtenido por polimerización del metacrilato de metilo), pero consta de una unidad especialmente formada y patentada de plástico. Los puntos de luz aparecen con distribución regular en la superficie de los paneles al igual que los píxeles en una pantalla LCD. Es aplicable en exteriores, no es portante. Se trata de paneles prefabricados con refuerzos,

2.2.2. Luccon

En la patente de invención se refiere a que se presenta un método y dispositivo para producir bloques moldeados hechos con materiales aglomerantes hidráulicos, fibras, esterillas, telas unidas y tejidos embebidos en el mismo, empleándose para hacerlos un encofrado compuesto de un bastidor y una base móvil verticalmente.

El hormigón traslúcido Luccon, se comercializan en cuatro tipos de productos:

Luccon: son paneles compuestos de micro-hormigón de alta resistencia con fibras ópticas organizadas en forma de tejido o tela translúcida colocadas por capas en moldes prefabricados. Con el corte del panel se obtienen elementos con formas y espesores variables.

Luccotherm: son bloques con aislamiento térmico, compuestos de micro-hormigón con granulometría muy fina, fibras ópticas y aislamiento térmico integrado. Es aplicable en muros exteriores y losas. Resiste a las heladas y al salitre. En cuanto a sus dimensiones, son bloques estándar de hasta 2,50 m x 0,80 m, un espesor de 0,15 m, con una conducción térmica de hasta 0,18 W/m², y una resistencia a los rayos UV muy alta.

Luccon veneer: son láminas de hasta 0,008 m de espesor, de hormigón traslúcido con fibra óptica o fibras de cuarzo. La característica principal del producto es la flexibilidad tridimensional a través de revestimiento con lámina de soporte y resistencia a los rayos UV muy alta. Es aplicable en la ingeniería automotriz y marítima (en yates) como decoración.

Luccon/láminas de vidrio: Mediante una técnica especial que permite combinar el producto Luccon con vidrio de seguridad o aislamiento se constituye una unidad indivisible, brillante, con superficie transparente de hormigón para fachadas, escaleras, pavimentos, muebles, etc..., que presenta muchas posibilidades en el proyecto de arquitectura y diseño.

2.2.3. I-light

Está compuesto de resinas especiales y hormigón. Este producto fue desarrollado para cumplir con requisitos específicos de diseño arquitectónico de las paredes exteriores del Pabellón italiano de la Expo Mundial 2010 en Shanghai. El micro-hormigón empleado era extremadamente fluido permitiendo la unión de la resina en el panel, combinando resistencia y transmisión de luz, tanto hacia el interior como el exterior. Si bien según el fabricante puede ser utilizado en elementos decorativos, balcones, cubiertas, paredes, pisos, escaleras y terrazas, hasta el momento se ha aplicado solamente en el Pabellón italiano para la Expo Shanghai 2010 donde se emplearon 3774

bloques de hormigón translúcido de 0,50x1x0,50m con 50kg cada uno, y también paneles cubriendo una superficie de 1887 m², representando el 40% del total del Pabellón.

2.2.4. Ilum

Cumple con los requisitos de la normativa oficial mexicana. Es un hormigón polimérico elaborado en base a una mezcla de óxidos metálicos, polímeros, agregados finos y gruesos, con propiedades mecánicas mejoradas de niveles de paso de luz hasta de un 80% en comparación al hormigón convencional. Está en trámite de certificaciones y patentes. La empresa italiana Italcementi ha presentado una oferta para comprar la Empresa mexicana que lo fabrica denominada Concretos Translucidos.

La colocación en sitio se diferencia con la del hormigón tradicional en que requiere de un encofrado especial y de personal calificado por la empresa mexicana para su aplicación. En relación a la transmisión de la luz, depende del espesor de la placa, tipo y tamaño del agregado, alcanzándose como mínimo a distinguir las siluetas. En lo térmico, los fabricantes indican que es mejor en comparación que el vidrio, metal y hormigón tradicional. Se puede aplicar en pisos, muros, techos, mamparas, ventanas ciegas, lámparas, macetas, etc... Tiene una vida útil de 50 años, validada por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM. Además posee propiedades fungicidas, lo cual lo hace útil en aplicaciones clínicas y de laboratorios.

La empresa que lo fabrica lo comercializa en dos productos:

Ilum: piezas prefabricados de hormigón traslúcido. Es un hormigón translúcido de alta resistencia. El cual se puede pedir con o sin agregados, en diferentes dimensiones o puede solicitar colado en sitio. Hasta el momento el único proyecto realizado con el producto es la Estación de Bomberos Ave Fénix, de la Delegación Cuauhtémoc, en México D.F., diseñada por los Arquitectos Pardo Amezcua en el año 2006

Aditivo Ilum: Aditivo para la producción de un hormigón que permite el paso de la luz y mejora algunas importantes características mecánicas según los fabricantes

2.3. Características

En la tabla 1 se presentan las propiedades disponibles en la literatura de los hormigones translúcidos mencionados en 2.2. Se puede observar que se dispone de muy poca información sobre las propiedades de los hormigones translúcidos que se comercializan a nivel mundial, lo cual justifica la realización del presente trabajo pionero en la temática desde el punto de vista técnico.

Tabla 1. Propiedades de los hormigones translúcidos que se comercializan mundialmente.

	Unidad	LiTraCon	Lucon	I-ligth	Ilum
Densidad	kg/m ³	2100-2400	2100-2300	nd	nd
Resist. Compresión	MPa	50	90	65	60-45
Resist. Flexión	MPa	nd	nd	10	2,55
Resist. Rayos UV	-	nd	Muy buena	nd	Buena

nd: no disponible

3. INVESTIGACION EXPERIMENTAL

3.1. Planeamiento de la investigación

A partir de la recopilación de bibliografía, normativas vigentes, datos y antecedentes desde la creación del hormigón traslúcido, su procedencia, aplicación y evolución para la industria de la construcción; en la parte experimental este trabajo se centrará en las posibilidades de su realización con materiales que se comercializan en nuestro país, así como la caracterización de algunas de las propiedades más importantes del material.

Por lo presentado en la sección anterior la mayoría de los hormigones translúcidos que se comercializan a nivel mundial son realizados en base a micro-hormigón con fibras ópticas.

En la búsqueda de los materiales adecuados para elaboración de hormigón translúcido la fibra óptica es el más importante a estudiar; dentro de la disponible en nuestro país, fibra óptica se encuentra en cables de transmisión de datos (telecomunicaciones) que suministran e instalan Empresas Estatales, y también se comercializa por dos Empresas Privadas.

Los cables de la Empresa Estatal, en su interior, cuentan con varios cables con protectores y cada cable consta de dos o más fibras ópticas de color blanco y azul, (de característica monomodo). Los cables comercializados por la Empresa Privada, también cuentan con varios cables con protectores y cada cable solo cuenta con una fibra óptica incolora (de característica multimodo).

Por lo cual, primeramente se hizo un estudio previo a los efectos de seleccionar la fibra óptica mas adecuada para la elaboración de hormigón translúcido; en él se estudió la influencia del tipo de fibra óptica (monomodo o multimodo).

En cuanto al micro-hormigón empleado para la elaboración del hormigón translúcido, en el Proyecto ANII FMV 2009-1-2717 "Investigación, Desarrollo y Aplicación de Micro-Hormigón de alto desempeño para infraestructura urbana, vivienda social y construcción edilicia.", realizado en el Instituto de la Construcción desde marzo de 2011 hasta mayo de 2013 se realizó un programa experimental del cual para este trabajo se seleccionó un micro-hormigón de alto desempeño medio-rico (Rodríguez de Sensale et al. 2012), estudiándose el efecto de la inclusión de fibras ópticas en él según lo indicado en el párrafo anterior.

Con la dosificación del micro-hormigón seleccionada y 5% en peso del cemento de la fibra seleccionada en el estudio previo se realizaron probetas de hormigón traslúcido, estudiándose la resistencia a la compresión a diferentes edades (7, 28 y 56 días), absorción de agua y resistencia a la temperatura (100, 200, 300, 400, 500 y 600°C) a los 28 días.

3.2. Materiales y Métodos

Los materiales utilizados en la parte experimental fueron los siguientes:

- *Cemento Portland*, Cemento Portland Normal CNP40, procedente de una de las fábricas de nuestro país
- *Agregado fino*, arena terciada de río, en Fig. 1 se presenta el estudio granulométrico correspondiente realizado según norma UNIT 82-51, observándose que mayoritariamente es mas gruesa que la arena clase I, recomendable para su empleo en hormigón; lo cual es recomendable para micro-hormigón ya que al tener mayor cantidad de cemento que un hormigón convencional se pueden emplear agregados mas gruesos.
- *Aditivo*, superfluidificante en base a policarboxilatos, densidad 1.10 kg/l.

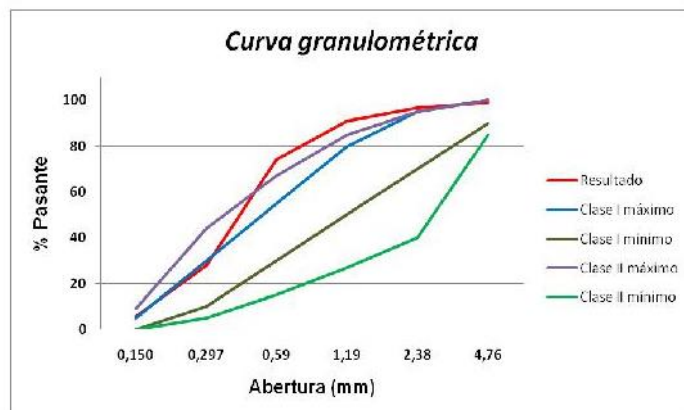


Figura 1. Estudio granulométrico del agregado fino empleado

- *Agua*, de red de agua potable, a temperatura ambiente.
- *Fibra óptica*, siendo el principal material para la obtención del hormigón translúcido, debido al principio de confinamiento de la luz por refracción, fue hecho un estudio previo a los efectos de seleccionar la fibra más adecuada para su empleo en hormigón translúcido. En la tabla 1 se presentan los tipos de fibra óptica utilizados en este trabajo, siendo los disponibles en Uruguay.

Tabla 1. Fibras ópticas disponibles en Uruguay

FIBRA OPTICA								
Nombre	Proveedor	Procedencia	Tipo	Indice	núcleo/recub (mm)	Atenuación Máxima		Aplicaciones
						1310/1550nm (db/km)	850/1310nm (db/km)	
I	Estatal	Brasil y Argentina	Monomodo	lineal	9/125	0,4 / 0,25	-	Telecomunicaciones /TV por cable, redes LAN de larga distancia y alta velocidad
II	Comercio Local	Brasil	Multimodo	escalonado	50/125	-	3,5 / 1,5	Para láser para redes LAN GbE. Distribución de videos y distancias moderadas
III	Comercio Local	China	Multimodo	gradiente	100/140	-	9,5 / 5	Captura mayor cantidad de luz - diseño y dispositivo automatización industrial

A los efectos de seleccionar la fibra óptica para realizar el hormigón translúcido a estudiar en este trabajo se hizo un estudio preliminar mediante la colocación en microhormigón de las diferentes fibras ópticas, verificando el pasaje de luz de un lado al otro en la probeta. Si bien en todas ellas se observó se observó transmitancia de luz con el empleo de las diferentes fibras ópticas disponibles, la III fue la que se seleccionó para la parte experimental de este trabajo ya que la transmitancia de luz era mayor con su empleo, ver Fig. 2 a,b,c con igual porcentaje de fibra óptica colocadas en igual cantidad de capas; ello concuerda con los valores de las características de las fibras presentadas en la Tabla 1.

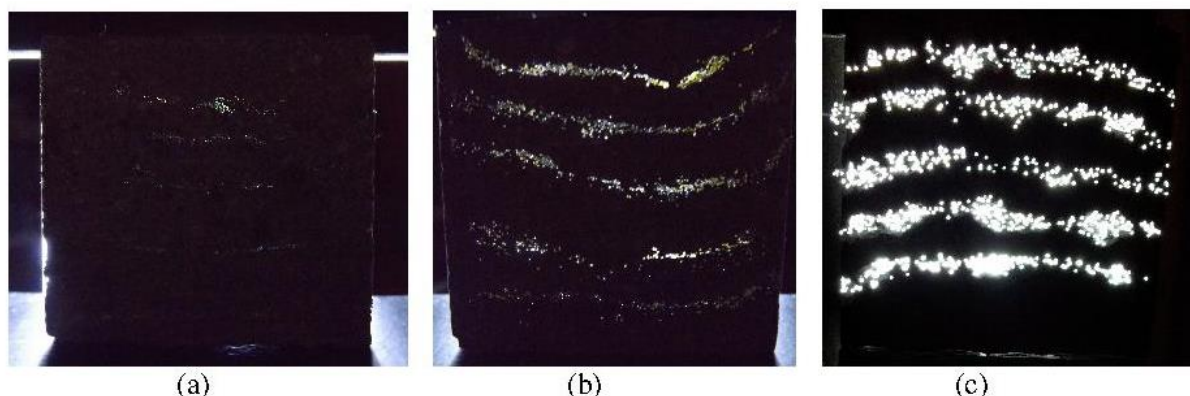


Figura 2. Transmisión de luz con 5% de las distintas fibras disponibles colocadas en 5 capas:
(a) fibra I; (b) fibra II; (c) fibra III.

Para la realización del hormigón translúcido se realizaron probetas de microhormigón de alto desempeño con dosificación que se presenta en Tabla 2, desarrollada en el Proyecto ANII FMV 2009-1-2717 "Investigación, Desarrollo y Aplicación de Micro-Hormigón de alto desempeño para infraestructura urbana, vivienda social y construcción edilicia."; dicha dosificación corresponde a la clase medio-rico (Rodriguez de Sensale et al. 2012).

Tabla 2. Dosificación del micro-hormigón empleado para las probetas de HT.

Arena/cemento	Agua/cemento	Cemento (kg/m ³)	Arena (kg/m ³)	Agua (kg/m ³)	Superplastif. (kg/m ³)
2	0,36	707	1413	252	3

La preparación y curado de las probetas se realizó siguiendo la Norma UNIT 1081:2002. Se elaboraron probetas de micro-hormigón sin y con fibra óptica, el porcentaje de fibra óptica empleado fue de 5% de acuerdo con diferentes patentes estudiadas (Losonczy 2008b, 2009; Selker, Kamas and Paldus 2009). Se confeccionó un total de setenta y dos. Como mínimo 3 probetas para cada ensayo fueron realizadas.

Al realizar probetas con fibra óptica, se procede a su incorporación por capas, en un total de 5 capas de fibra óptica entre capas de micro-hormigón pasta, ver Fig. 3 relativa a elaboración de probetas cúbicas.



Figura 3. Elaboración de probetas cúbicas

Una vez transcurridas 24 hs en el molde, las probetas eran desmoldadas e identificadas para realizar el curado. El curado fue húmedo hasta la edad de ensayo, colocando las probetas en un recipiente con agua saturada de cal.

Para evaluar la resistencia a compresión se hicieron probetas cúbicas de 5cm de arista, los ensayos se realizaron a 7, 28 y 56 días de edad, de acuerdo a la norma UNIT–ISO 679:2009

Para el ensayo de absorción capilar de agua se realizaron probetas cúbicas de 5cm de arista, utilizándose la norma suiza Swiss Standard - SIA 162/1, para determinar la capacidad de absorción capilar del hormigón en estudio a los 28 días de edad, debiendo ser secadas previamente las probetas hasta tener peso constante.

A los efectos de estudiar la resistencia a altas temperaturas del hormigón sin y con fibras se sometieron probetas cúbicas de 5cm de arista a los 28 días de edad a temperaturas de 100, 200, 300, 400, 500 y 600°C durante 1 hora, luego de volver a la temperatura ambiente eran ensayadas a compresión uniaxial, ya que el hormigón con la temperatura también sufre variaciones en su resistencia (Mehta y Monteiro 1993; Neville 2011).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los parámetros estadísticos básicos de los resultados obtenidos de resistencia a compresión en las diferentes edades estudiadas se presentan en la tabla 3, siendo σ la desviación standard y CV el coeficiente de variación. Los coeficientes de variación obtenidos son excelentes, validando los resultados obtenidos. A medida que aumenta la edad aumenta la resistencia a la compresión de las probetas sin y con fibra óptica. Los resultados obtenidos muestran que si bien la resistencia a compresión disminuye con el empleo de fibra óptica se alcanzan resistencias superiores a 40 y 60 MPa a los 7 y 28 días de edad, respectivamente.

Tabla 3. Resistencia a compresión: parámetros estadísticos básicos

Edad	Media (MPa)		σ (MPa)		CV (%)	
	c/fibra ópt.	s/fibra ópt.	c/fibra ópt.	s/fibra ópt.	c/fibra ópt.	s/fibra ópt.
7 días	45,37	56,89	1,10	1,13	2,43	1,98
28 días	63,84	70,09	2,57	4,26	4,02	6,08
56 días	72,96	83,86	2,88	3,39	3,94	4,04

En relación a la capacidad de absorción capilar del hormigón translúcido se estudiaron probetas sin y con fibra óptica. En la figura 4a, se grafica la cantidad de agua absorbida por capilaridad W_t , en función de la raíz cuadrada del tiempo, observándose que aumenta la cantidad de agua absorbida en función del tiempo. En la figura 4b se grafica la capacidad de absorción capilar S en función de la raíz cuadrada del tiempo, pudiéndose apreciar una mayor absorción capilar el primer tiempo estudiado que disminuye significativamente a medida que pasa el tiempo. Además se puede observar que las muestras con fibra óptica tienen mayor cantidad de agua absorbida, y mayor capacidad de absorción por capilaridad que las fibras sin fibra óptica.

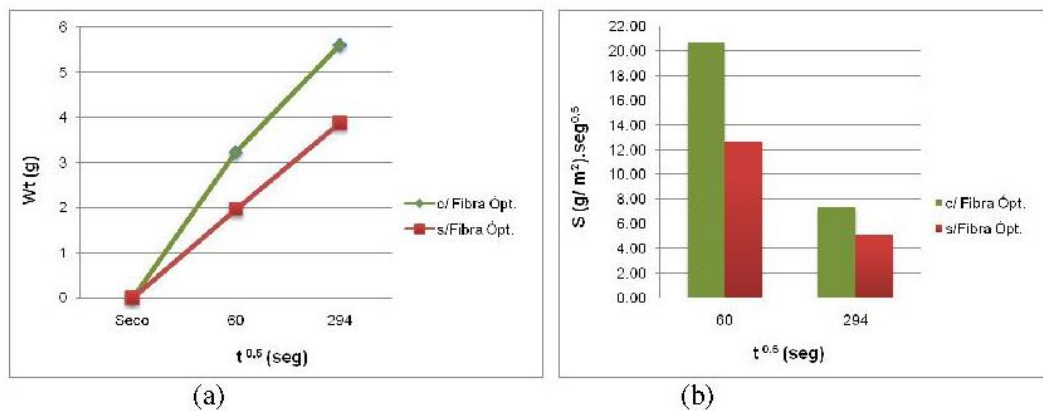


Figura 4. (a) Peso de agua absorbida y (b) capacidad de absorción

Con respecto al comportamiento ante altas temperaturas del hormigón sin y con fibra óptica, como la resistencia del hormigón cambia con la temperatura, cuando ella supera los 100°C el agua inicialmente añadida puede evaporarse, induciendo cambios en la constitución del hormigón, se estudió la evolución de la resistencia a compresión desde 100°C hasta 600°C en probetas con 28 días de edad expuestas durante 1 hora; se aprecia el comportamiento en la tabla 4 y la figura 5.

Tabla 3. Resistencia a compresión con diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Media (MPa)		σ (MPa)		CV (%)	
	c/fibra ópt.	s/fibra ópt.	c/fibra ópt.	s/fibra ópt.	c/fibra ópt.	s/fibra ópt.
100	37,16	38,58	0,49	0,48	1,31	1,26
200	32,56	31,80	0,19	0,85	0,58	2,66
300	31,66	29,72	0,03	0,32	0,10	1,06
400	25,46	28,32	0,43	0,57	1,67	2,01
500	12,95	17,86	0,43	0,48	3,33	2,69
600	12,54	15,17	0,41	0,53	3,29	3,51

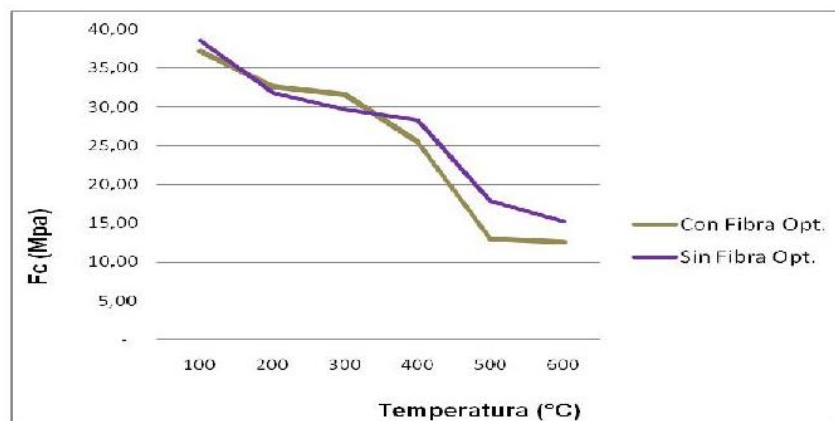


Figura 5. Resistencia a compresión a altas temperaturas

Bajo los efectos de las altas temperaturas la resistencia del hormigón disminuye en forma progresiva. Se observa en los dos tipos de probetas, con y sin fibra óptica, pérdida de resistencia en forma paulatina al aumentar la temperatura de exposición. En las probetas con fibra óptica se observó a temperatura de 100°C que la fibra óptica se mantiene inalterable, a temperatura de 200°C la fibra óptica ya tiene indicios de quemado en sus extremos, mientras que a partir de los 300°C comienza el proceso de quemado de la fibra óptica desde el exterior hacia el interior, observándose restos del material de fácil disgregación y coloración marrón en las secciones donde se encuentra la fibra óptica (propio del quemado de un material de fácil combustión como es la fibra); desde los 400°C hasta los 600°C, se pudo observar la falta de la fibra óptica en forma paulatina, hasta la ausencia total de la misma quedando huecos de aire en el volumen de hormigón lo cual queda evidente en la figura 5 donde las probetas sin fibra óptica muestran mayor resistencia que las sin fibra óptica.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Para este trabajo se desarrolló en laboratorio un hormigón translúcido elaborado con materiales locales, que se caracteriza por tener baja relación agua/cemento ($a/c = 0,30$), alta resistencia a compresión, consistencia fluida en estado fresco ($A_s = 18$ cm) y 5% de fibra óptica. Se han estudiado algunas propiedades del hormigón translúcido desarrollado, como ser la resistencia a compresión, la absorción de agua y la resistencia a altas temperaturas; a los efectos de comparación se usó un hormigón de igual dosificación sin fibra óptica. Las conclusiones más importantes que se obtiene de la comparación de los resultados obtenidos son las siguientes:

- Es notorio el aumento de resistencia a compresión con la edad tanto en las probetas realizadas con fibra óptica como sin ella.
- Si bien las probetas con fibra óptica tienen menor resistencia a compresión que las probetas de referencia sin fibra óptica, se tienen resistencias mayores a 45 MPa, 60 y 70MPa a los 7, 28 y 56 días, respectivamente con empleo de fibra óptica.
- Los resultados muestran que la capacidad de absorción capilar aumenta considerablemente a la hora en las probetas con fibra óptica en relación a la referencia, reduciéndose considerablemente a las 24 hs, si bien el agua absorbida va aumentando progresivamente hasta las 24 hs, presentando menor diferencia a lo largo del tiempo en relación a probetas sin fibra óptica.
- Con respecto a la resistencia a altas temperaturas, las probetas a la edad de 28 días, con y sin la incorporación de fibra óptica experimentan una reducción de la resistencia mecánica a medida que aumenta la temperatura (de 100°C a 600°C).
- Los resultados obtenidos en las probetas con y sin fibra óptica a diferentes temperaturas si bien parecen ser diferentes, no difieren significativamente desde el punto de vista estadístico.

Los resultados obtenidos muestran que es viable la realización de hormigón translúcido con materiales disponibles en el medio, alcanzándose resistencias superiores a 60 MPa a los 28 días de edad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aïtcin, P.C. (2013). Futuro del hormigón. Revista Online GaliciaCAD, www.galiciacad.com, <http://www.galiciacad.com/info/info.php3?idbcad=1342>
- Barona, M. (2006). El concreto, de la translucidez a la transparencia. Revista CyT, Concreto Virtual, p.46.
- Berazaluze, I. (2011). ¡Luz, más luz! Llega el cemento traslúcido. Revista Virtual, www.lainformación.com.
- Bösch, C. (2008). Artículo Luccon – Beton der Licht durchlässt, links Magazine www.luccon.com. Revista Weekend Magazin Vorarlberg.
- Frei, J. (2005). Artículo Luccon – Beton in völling neuem licht. Links Magazine. www.luccon.com. Revista Weekend Magazin Vorarlberg.
- Florsheim S. (2008). La Noche de la Ciudad Translúcida, Academic Journals Database, Revista de Urbanismo, v. 7, n. 12, p.280.
- Goho, A. (2005). Concrete Nation – Bright future for ancient material. Revista Science News online, v. 167, n.1, p.7.
- Hart, S. (2005). Concrete Gets Glamorous in the 21st Century – Continuing Education Center. Architectural Record; www.continuingeducation.construction.com
- I-ligth. Página oficial del producto I-light (2014).
- Illum. Página oficial del producto (2014).
- Joachim, H. (2007). Artículo Luccon – Gelungener Lichtstreich. Revista Echo, n.10, p.32-33.
- Losonczy, A. (2008a). Construcción: LiTraCon: El nuevo bloque de concreto translúcido, <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/9882.html>.
- Losonczy, A. (2008b). LitraCon. Patente Europea WO 03/097954, Autor, cesionario e inventor Aron Losonczy.
- Losonczy, A. (2009). LitraCon. Patente Estados Unidos US 8091303, Autor, cesionario e inventor Aron Losonczy, también publicado como CN101784733A, CN101784733B, EP2179105A2, EP2179105B1, US20100281802, WO2009007765A2, WO2009007765A3.
- Losonczy, A.; Gutiérrez, J.S. and Ga S.O. (2010). Construcción: La composición química: Diferencia ineludible entre el LiTraCon y el Concreto Translúcido mexicano, <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/9883.html>.
- LitraCon. Página oficial del producto (2014).
- Luccon. Página oficial del producto (2014).
- Mehta, P. and Monteiro, P.J.M. (1993). Concrete: Structure, Properties and Materials. Prentice-Hall Inc., second edition.
- Mehl, R. (2005). LiTraCon: Transparent concrete causing a sensation, <http://www.bft-online.info/de>, Revista Mehl, BFT 03/2005, p. 66- 69.
- Meyer, C. (2003). Glass concrete. Concrete International, v. 25, p.55–58.
- Neville, A.M. (2011). Properties of Concrete. Ed. Pearson, 5th Edition.
- Selker, M.; Kamas, C. and Paldus, B. (2009). Luccon. Patente Estados Unidos, US2009/0200703 A1, Autor e inventor Mark Selker, Charles Kamas y Barbara Paldus, Cesionario Finesse Solutions Llc.
- Shulman, K. (2001). X-Ray Architecture. Revista online Metropolis Mag, www.metropolismag.com.
- Simonnet, C. (2009). "Hormigón, historia de un material", Editorial NEREA - España.
- Sobrado Maucaylle, S. (2011). Concreto traslúcido. Tesis de final de grado, Universidad Alas Peruanas (UAP).