

DISEÑO DE UN PANEL DE HORMIGÓN PREFABRICADO ARQUITECTÓNICO PARA CERRAMIENTOS VERTICALES Y PARTICIONES INTERIORES

UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

AUTOR: JORGE SEBASTIÁN ROSALES CISNEROS

DIRECTOR: ARQ. ALEX SERRANO

CUENCA, JUNIO 2016

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un panel de hormigón prefabricado arquitectónico, que pueda ser utilizado como una alternativa de uso frente a los sistemas constructivos de cerramiento tradicional. Para ello se empleó un material nuevo y poco conocido en Ecuador denominado GRC "*Glass Fibre Reinforced Cement*". Este es un material compuesto por una matriz de micro-hormigón de cemento Portland y fibras de vidrio álcali resistente dispersas en toda su masa. El compuesto resultante presenta una sección aproximada de 10mm con el cual se obtienen paneles de extremada ligereza y de alta resistencia a la flexión, tracción, impactos, fuego y corrosión. Este material no necesita armaduras y ofrece una versatilidad de diseño enorme, con la que se puede conseguir muy diversas formas. También es utilizado generalmente como un elemento estructural no portante y, al llevar el calificativo de arquitectónico, busca potencializar al hormigón como una excelente forma de otorgar expresión arquitectónica a la fachada de un edificio e interior del mismo.

El GRC se combinó con un sistema de soporte conocido como *Steel Framing*, utilizado durante años por la facilidad y versatilidad de uso. El resultado de este experimento fue un producto de innumerables prestaciones y óptimas cualidades, que puede ser utilizado en el campo de la construcción, sustentado su desarrollo en base al conocimiento de los paneles de hormigón prefabricados y los sistemas constructivos en seco. La investigación se desarrolló en una serie sucesiva de etapas. En la primera y segunda etapa, se realizó un estado del arte que profundiza los conceptos más importantes. Estos sirvieron para plantear, en una tercera etapa, todo el proceso de diseño, desarrollo e investigación que concluyó con la elaboración del panel planteado en la investigación. Luego, concluido el modelo físico, en una cuarta etapa se realizó un manual de uso y aplicaciones, en el que se detallan claramente aspectos importantes que se requiere conocer al momento de implementar su uso. Finalmente, en una quinta etapa se realizó una comparación para determinar las fortalezas y debilidades del panel propuesto, frente a un sistema constructivo de cerramiento tradicional.

Palabras clave: prefabricado, hormigón, panel, GRC, vidrio, fibra.

ABSTRACT

This research aimed to develop an architectural prefabricated concrete panel that can be used as an alternative to the traditional construction systems enclosure. An element used to achieve this was the GRC "*Glass Fibre Reinforced Cement*", a material little known in Ecuador. It is composed of a matrix of Portland micro-cement and concrete alkali resistant glass fibers dispersed throughout its mass. The resulting compound has approximately one centimeter section. It forms panels with extreme lightness and high flexural strength, tensile, impact, fire and it prevents corrosion.

The GRC was combined with a support system known as *Steel Framing*, used for years because of its ease and versatility. The result of this experiment was a product of numerous performance and qualities. It can be used in the construction field. Its development is based on knowledge of prefabricated concrete panels and building systems dry. The research had different staged. In the first and second stage, a state of the art was developed with the most important concepts. These served to raise, in a third stage, the whole process of design, development and investigation which led to the design of the panel. Then, the physical model was made. In a fourth step, a user guide was written with the most important aspects specified. Finally, in a fifth step, a comparison was established to determine the strengths and weaknesses of the proposed construction system versus a traditional enclosure panel.

Key words: prefabricated, concrete, panel, GRC, glass, fiber.

ÍNDICE

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN.....	10
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
OBJETIVOS.....	14
METODOLOGÍA.....	15

CAPÍTULO I

1. PANELES DE HORMIGÓN PREFABRICADO ARQUITECTÓNICO PARA CERRAMIENTOS VERTICALES Y PARTICIONES INTERIORES	
1.1. DEFINICIÓN DE CERRAMIENTO	18
1.2. CERRAMIENTOS VERTICALES O DE FACHADAS.....	18
1.3. PARTICIONES INTERIORES.....	19
1.4. LA ENVOLVENTE TERMICA.....	19
1.5. LA FACHADA.....	20
1.6. FACHADAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN.....	29
1.7. HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO.....	35
1.8. PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO EN EL ECUADOR.....	47
1.9. CONCLUSIONES.....	50

CAPÍTULO II

2. ESTUDIO DEL MATERIAL CONSTITUYENTE Y DEL SISTEMA SOPORTANTE DEL PANEL DE HORMIGÓN PREFABRICADO ARQUITECTÓNICO	
2.1. MATERIAL CONSTITUYENTE: MORTERO DE CEMENTO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO ALCALINO RESISTENTE.....	58
2.2.SISTEMA SOPORTANTE:STEELFRAMING.....	80
2.3. CONCLUSIONES.....	102

ÍNDICE

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE UN PANEL DE HORMIGÓN PREFABRICADO ARQUITECTÓNICO PARA CERRAMIENTOS VERTICALES Y PARTI- CIONES INTERIORES	
3.1. DISEÑO DE LA MEZCLA DE MICROHORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.....	110
3.2. PLACA DE MICROHORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO ALCALINO RESISTENTE.....	154
3.3. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UNA SECCIÓN DE PANEL MRFV.....	176
3.4. TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL PANEL MRFV.....	212
3.5. CONCLUSIONES.....	213
3.6. ANEXOS.....	214

CAPÍTULO IV

4. MANUAL BÁSICO DE USO Y APLICACIONES DEL PANEL DE HORMIGÓN PREFABRICADO ARQUITECTÓNICO	
4.1. PANEL MRFV.....	228
4.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	230
4.3. PROCESO DE INSTALACIÓN DE UN CERRAMIENTO DE FACHADA CONSTITUIDO CON PANELES MRFV.....	244
4.4. DETALLES CONSTRUCTIVOS.....	258
4.5. CONCLUSIONES.....	274

CAPÍTULO V

5. COMPARACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	
5.1. COMPARACIÓN ENTRE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO SECO VS UN SISTEMA CONSTRUCTIVO HUMEDO.....	280
5.2. CONCLUSIONES.....	289



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Jorge Sebastián Rosales Cisneros, autor/a de la tesis "Diseño de un panel de hormigón prefabricado arquitectónico para cerramientos verticales y particiones interiores", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 27 de Junio del 2016

Jorge Sebastián Rosales Cisneros

C.I: 0104436050



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Jorge Sebastián Rosales Cisneros, autor de la tesis "Diseño de un panel de hormigón prefabricado arquitectónico para cerramientos verticales y particiones interiores", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 27 de Junio del 2016

Jorge Sebastián Rosales Cisneros

C.I.: 0104436050

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres y a mis hermanas, ya que sin ellos no estaría donde me encuentro ahora. No solo en el desarrollo de mi tesis, sino en el transcurso de toda una vida, por lo cual a ellos dedico este sueño cumplido.

AGRADECIMIENTOS

Extiendo mis especiales agradecimientos a profesores, amigos y colegas que de manera cordial y desinteresada me colaboraron en el desarrollo de mi investigación

Arq. Alex Serrano
Arq. Edison Castillo
Arq. Patricio Cordero
Gerónimo Maldonado

Arq. Javier Flores
Arq. Patricio Encalada
Ing. Christian Bustamante

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la construcción de edificios es considerada como uno de los campos que genera mayor consumo de energía, de materiales y de recursos naturales, siendo un factor de considerable impacto sobre los medios económico, ambiental y social. Por ello, es necesario avanzar hacia un nuevo modelo de construcción que sustente sus pilares en la sostenibilidad y donde se desarrollen métodos para optimizar la energía, reducir el uso desmedido de los recursos naturales y, a la vez, disminuir la generación de residuos en los procesos de construcción y demolición. Esto se obtiene mejorando tecnologías y creando materiales alternativos, eficientes y con iguales o mejores propiedades a las de los materiales existentes.

En el mercado de la construcción, los sistemas constructivos de carácter industrial se conocen normalmente como "prefabricados". Estos se caracterizan por ser realizados mediante métodos tecnificados, creados bajo normativas y procesos verificados, que garantizan un control de calidad en todas las etapas de fabricación. De este modo, se obtienen productos del más alto nivel constructivo y técnico.

Los paneles prefabricados de hormigón ofrecen una construcción industrializada que permite una arquitectura más flexible y versátil, con el objetivo de conseguir edificaciones más económicas, ligadas a su vez a una construcción más eficiente, ecológica y sostenible. Se consideran ideales para ser utilizados como cerramientos verticales y particiones interiores.

Estos elementos prefabricados se caracterizan por ser ignífugos, presentan un gran aislamiento térmico-acústico, su sistema constructivo es muy rápido de montar, y representan un peso sumamente menor al de una mampostería efectuada con sistemas constructivos tradicionales. Consecuentemente, ofrecen excepcionales ventajas como aligerar la estructura, optimizando las características de cimentación y una reducción de tiempo - coste de m² importante para el constructor.

Este trabajo busca explorar una nueva técnica constructiva dentro de la rama de los paneles prefabricados de hormigón como una alternativa de uso frente a los sistemas constructivos de cerramiento tradicional mediante el diseño y fabricación de un panel de hormigón prefabricado arquitectónico; centrándose específicamente en el uso como cerramientos verticales y particiones interiores.

Se puede observar que este panel de hormigón prefabricado contempla un calificativo de "arquitectónico", el cual, de acuerdo con el ACI en su comité 303 define al hormigón arquitectónico como aquel que queda expuesto en su superficie interior o exterior, dentro de una estructura determinada. Contribuye definitivamente a su carácter visual y está diseñado especialmente como tal en los planos y especificaciones del contrato; en otras palabras, un hormigón arquitectónico es aquel que pone en relieve la plasticidad, versatilidad y particularmente el acabado propio del hormigón.

Además de las características de plasticidad y textura, lo que es de igual importancia en el hormigón arquitectónico, es su facilidad de mantenimiento, durabilidad y resistencia que se obtiene con el uso de materiales seleccionados por su desempeño, que lo vuelven resistente al uso, clima e intemperie al cual se ve sometido a lo largo del tiempo.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los métodos de construcción que podemos nombrar como “tradicionales”, son perfectamente identificables por el usuario en cualquier zona urbana y rural de nuestro país. Estos métodos tienen un profundo arraigo en la población en general, por lo que siempre son la primera opción al momento de planificación de una obra, y sobre todo, tienen preferencia sobre aquellos métodos que pueden considerarse como alternativos, como son los elementos prefabricados de hormigón.

La inmediata y casi total identificación del usuario con los sistemas constructivos tradicionales posiblemente obedece a las evidentes ventajas que estos ofrecen ante el clima, resistencia estructural, seguridad, etc. Así, por raigambre y por la necesidad de los usuarios de construir un espacio habitable como “una inversión para toda la vida”, se considera a estas técnicas, la garantía para así lograrlo.

Actualmente, en nuestro país se utilizan principalmente sistemas constructivos tradicionales para la construcción de entresijos y cubiertas de edificaciones, siendo estos un conjunto de componentes estructurales y arquitectónicos, en donde las losas, vigas y columnas forman parte del primer componente. Por otro lado, la mampostería forma parte del segundo, siendo utilizada principalmente como elemento de fachada y particiones interiores, que usualmente están constituidos en su mayoría de bloque o ladrillo.

Debido a que los materiales con los que se construyen los componentes estructurales de una obra tradicional son pesados y que, en conjunto con la mampostería confinada entre columnas, generalmente también lo es; este sistema resulta tener un peso absolutamente considerable. Esto condiciona el diseño estructural de la edificación, generando elementos de gran tamaño y espesores que, consecuentemente, necesitan bases de similares condiciones para poder soportar el peso acumulado. Ello repercute en la economía del constructor y en la concepción de una nueva arquitectura innovadora y funcional.

Los sistemas constructivos tradicionales, forzosamente requieren de etapas consecutivas de ejecución. Es decir, los muros no pueden ser construidos, si la cimentación no ha sido terminada; la cubierta no podrá ser colocada, si la estructura de soporte está incompleta; los acabados no podrán ser ejecutados, si los encofrados de las losas no han sido retirados, etcétera. Ésta circunstancia hace que el ritmo de la obra dependa directamente de la capacidad de trabajo de la mano de obra, hecho que resulta contradictorio con lo que se busca hoy en día: la reducción en el tiempo de ejecución de una obra como pieza fundamental para lograr el costo presupuestado en su inicio. Es por esto, que cuanto más rápido es el tiempo de ejecución de una obra, menos costoso será el resultado final.

El control de calidad de la mayoría de materiales utilizados en los sistemas constructivos tradicionales es prácticamente nulo, ya que rara vez son sometidos a alguna forma de medición para determinar sus características físicas o de resistencia. Su forma de colocación, correcta o incorrecta, dependerá de la habilidad del trabajador, aspecto que también es poco controlable. El mantenimiento de los materiales es un factor poco contemplado al planificar una obra de construcción, los acabados utilizados tienden generalmente a sufrir degradaciones ante la exposición al medio ambiente, generando constantes gastos de mantención.

En síntesis, se puede decir que, si bien el uso de sistemas constructivos tradicionales es una técnica ancestral que ha perdurado a lo largo de los años, estos sistemas generan serios inconvenientes de costos y mantenimiento. Por otro lado, hoy en día existen nuevas técnicas constructivas, como es el caso de los llamados paneles prefabricados de hormigón. Gracias a sus métodos de fabricación industrializados, ofrecen mejores condiciones constructivas que los llamados tradicionales. Sin embargo, por falta de conocimiento o temor a implementar nuevas técnicas constructivas, estas alternativas tienden a ser descartadas por parte de la población enfocada al ámbito de la construcción.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En base a lo expuesto, se considera pertinente un estudio centrado en desarrollar un documento teórico – práctico en donde se manifieste el uso de un sistema constructivo prefabricado de hormigón con la creación de un panel y que exponga las ventajas que los sistemas prefabricados ofrecen al mundo de la construcción. Además de que permita salir del enfoque en el cual han sido catalogados en nuestro medio, como una técnica constructiva que posiblemente no ofrezca la cualidad de seguridad y resistencia que los usuarios buscan.

Vale aclarar, que esta investigación no pretende tachar de mala técnica constructiva a los sistemas tradicionales, sino que mediante las ventajas encontradas se pueda ubicar a los sistemas prefabricados de hormigón en la misma categoría de importancia que los ya mencionados. De modo que el usuario al momento de optar por un sistema de cerramiento vertical y partición interior, los considere como una óptima solución constructiva.

Finalmente, el aporte sustancial de esta investigación a la práctica constructiva será la introducción de una nueva tecnología aún desconocida en nuestro medio, dentro del campo de los prefabricados de hormigón; los material compuestos. Se obtienen mediante la unión de diferentes materiales y se caracterizan por ser fabricados expresamente para mejorar los valores de las propiedades que los materiales constituyentes presentan por separado.

Este material permite al arquitecto llevar adelante su máxima expresión creativa, artística y arquitectónica en la parte más visible de un edificio, como lo es la fachada y en el interior del mismo con una variedad casi ilimitada de formas y texturas. Esto gracias a su condición de altísima plasticidad, que le permite copiar de manera sencilla todo aquello que caracterice el molde, desde la textura más leve que haya en su superficie hasta la más compleja.

Este material compuesto, permitirá obtener un panel de hormigón prefabricado arquitectónico de aproximadamente 1cm de espesor, caracterizado por su extrema ligereza y elevadas propiedades mecánicas. Así como resistencia a los agentes atmosféricos en donde, de manera particular esta investigación a través de la creación del panel, busca potencializar al hormigón como un material capaz de otorgar expresión arquitectónica a la fachada de un edificio e interior del mismo; con el objetivo de dejar a un lado el concepto que se tiene y que evoca frialdad y necesita ser recubierto, por uno que pueda ser considerado como una óptima solución constructiva y estética.

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Como ya se ha venido mencionando, el eje principal de la investigación es el desarrollo de un panel de hormigón prefabricado arquitectónico, como una alternativa de uso frente a los sistemas constructivos de cerramiento tradicional. En los primeros capítulos de este trabajo se abordan los conceptos fundamentales del tema, es decir, se elabora la base teórica que sustenta todos los aspectos que determinarán el diseño del panel. Vale mencionar, que el estudio se enfoca solo en lo que concierne a cerramientos verticales y particiones interiores, no estructurales, ya que el diseño se centrará en crear un panel de hormigón prefabricado arquitectónico diseñado para soportar su propio peso y aquellas cargas generadas por agentes ambientales como el viento, la lluvia, etcétera. Además del documento investigativo, se desarrolla un modelo físico que permite apreciar y garantizar el resultado obtenido. El diseño se centró en la creación de un material de alta calidad constructiva y estética, que estuviera respaldado por ensayos de resistencia pertinentes para verificar dicha calidad. Asimismo, se realizó un estudio de los posibles acabados que se puedan lograr, posteriormente se realizó un manual de uso y aplicaciones referentes al panel y finalmente se estableció una comparativa frente a un sistema constructivo de cerramiento tradicional.

Es importante aclarar que en la actualidad existen elementos prefabricados de hormigón de similares características al que se busca desarrollar en esta investigación. Sin embargo, el mismo no busca competir con los ya mencionados, debido a que ambos están enfocados en cumplir funciones diferentes. En el caso de los primeros, usualmente vienen en tamaños específicos que implican necesariamente una modulación y posteriormente un revestimiento; caso contrario al material de esta investigación, donde gracias a su alta plasticidad permite generar elementos de diversas formas y tamaños. Además de llevar el calificativo de arquitectónico, donde el elemento busca resaltar la materialidad propia del hormigón como acabado final, mas no pretende ser revestido.

OBJETIVOS

GENERAL:

- Desarrollar un Panel de Hormigón Prefabricado Arquitectónico como una alternativa de Cerramiento exterior e interior.

ESPECÍFICOS:

- Analizar los diferentes tipos de Paneles de Hormigón Arquitectónico Prefabricado para elementos de fachada y tabiquerías no estructurales existentes en el mercado nacional.
- Realizar un estudio de dosificación y mezclas, modulación, colores, texturas y acabados.
- Diseño del panel.
- Desarrollo de un manual básico de uso y aplicaciones.
- Realizar un análisis comparativo que evalúe las ventajas y desventajas del sistema propuesto ante un sistema de cerramiento tradicional.

METODOLOGÍA

Esta investigación se sustenta en el estudio y desarrollo de un Panel de Hormigón Prefabricado Arquitectónico. Parte de conocimientos básicos sobre conceptos de Paneles de Hormigón prefabricados, para así comprender este sistema constructivo, sus principales características, funciones y aplicaciones.

Una vez entendido los conceptos se procede, en una siguiente etapa, a identificar los tipos de Paneles que se pueden encontrar en el mercado nacional, limitándose únicamente a aquellos cuyas características les permitan funcionar como cerramientos verticales y particiones interiores no estructurales.

Después de identificar dichos paneles, se procedió a analizar sistemáticamente -con el propósito de entender su funcionamiento- los materiales que los constituyen e identificar las cualidades y características que podrían ser requeridos para el diseño de un tipo de panel que funcione correctamente en nuestro medio actual.

Además de los conocimientos ya mencionados, se estudió la tecnología propuesta por esta investigación. Ello implicó un análisis sistemático del material para comprender sus alcances y el aporte que brinda al campo de la construcción con elementos prefabricados de hormigón.

Una vez concluida la base conceptual de la investigación, se efectuó el diseño teórico del panel, fundamentado en el conocimiento adquirido, así como en aspectos e inquietudes que se fueron suscitando durante el proceso. Finalmente, se analizó distintos aspectos sobre las experimentaciones prácticas, de tal modo que se pudo corroborar el estudio con la fabricación del modelo físico.

Posteriormente, se realizó un manual guía que sirve de apoyo para conocer de forma ordenada el uso y tratamiento del tipo de panel creado, analizando sus características desde el punto de vista constructivo y formal. Se estudiaron sus ventajas, soluciones constructivas y los aspectos más relevantes y significativos para emplear este tipo de panel en cerramientos verticales y particiones interiores.

Para concluir el documento investigativo, se establecieron las semejanzas y diferencias entre el Panel de Hormigón Prefabricado Arquitectónico desarrollado y un sistema constructivo de cerramiento tradicional, empleando aquellos parámetros identificados a lo largo de la investigación, con el fin de establecer las ventajas y desventajas del panel creado.

