



# ¿Qué es el hormigón arquitectónico? What's architectonic concrete?

Lira Cifuentes G.1

1 Departamento de Ingeniería de Obras Civiles, Universidad de La Frontera, Chile.

glira@ufro.cl, phone: 56-45-325685

## INFORMACIÓN DEL ARTICULO

Historial del  
artículo:

Recibido  
08-07-2011

Aceptado  
29-08-2011

Publicado  
01-01-2012

Palabras Claves:  
Hormigón  
arquitectónico  
Proceso  
constructivo

## ARTICLE INFO

Article history:

Received  
08-07-2011

Accepted  
29-08-2011

Available  
01-01-2012

Keywords:  
Architectonic  
concrete  
Construct process

## RESUMEN

En los últimos años, el denominado "HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO" se ha vuelto protagonista dentro de los procesos constructivos relacionados con el hormigón armado como material de expresión arquitectónica. Sin embargo, como se trata de un concepto relativamente nuevo, existe desconocimiento y confusión, entre los profesionales del área, sobre lo que implica realmente este proceso. Consecuentemente, esto se manifiesta en incertidumbre al momento de ejecutar una obra, con la insatisfacción de las expectativas para el proyectista y mandante.

Dado este contexto, la contribución de esta investigación es contribuir a aclarar sobre la apropiada implementación del hormigón arquitectónico. Las obras de hormigón requieren del conocimiento de las características del material, por parte de los constructores y proyectistas (Constructividad, Stewart Adams, 1990). Esto toma mayor fuerza en aquellas que se han definido con expresión en hormigón arquitectónico. Este trabajo ayuda a difundir este proceso en el contexto del denominado "arte de la buena construcción". Más aún, si este artículo se encuentra respaldado por la experiencia arquitectónica del autor, particularmente en el diseño, administración de los contratos, y control durante la ejecución de las obras, como también con su experiencia de usuario en edificios de tales características.

## Abstract

In the last time, the so called architectonic concrete has become a protagonist among the construction processes related to reinforced concrete as materiality of architectural expression. However, since this concept is relatively new there is disregard and confusion, particularly among specialist in this field, about which are the implications of this process. Consequently, there is a significant uncertainty at the moment of execute a construction project, leading unfulfilled expectations both for the designer and the owner.

Given this context, the contribution of this piece of research is shed light on the appropriated implementation of architectonic concrete. The building of concrete requires the knowledge of the characteristic of materials by both constructor and designer (Constructiveness, Stewart Adams, 1990). This is more important in those buildings with expression in architectonic concrete. This study aims to contribute in the diffusion of this process within the so called "the art of the good construction". Importantly, this article is backed by the architectonic experience of the author, particularly in the design, administration of contract, and control during the execution of building's projects as well as his experience as user in buildings with such characteristics.

## 1. ¿Que es el hormigón arquitectónico?

A lo señalado en el resumen cabe agregar, que en los años de experiencia de docencia universitaria del autor, se ha detectado un mayor grado de desconocimiento en el uso de esta tecnología asociada a los aspectos constructivos y de proyecto, especialmente en los alumnos de Arquitectura e Ingeniería en Construcción. En Chile por otra parte, no existe un número importante de literatura asociada y pertinente en este tema, donde en lo principal, los textos de consulta son extranjeros, con términos y tecnologías diferentes a las que se emplean generalmente en nuestro país.



Fig. 1.- Edificio Facultad de Medicina de la Universidad de La Frontera, Temuco, seleccionado en la muestra de la XIV Bienal de Arquitectura, 2004, arquitectos: Andrés Abarzúa Gómez y Guillermo Lira Cifuentes. Empresa Constructora: Wörner S.A.



Fig. 2.- Building in the Faculty of Medicine of the Universidad de La Frontera (UFRO), Temuco, selected by the XIV Biennial of Architecture 2004, Chile. Architects: Andrés Abarzúa Gómez and Guillermo Lira Cifuentes; Construction Company: Wörner S.A. (Architectonic Concrete)

## 2. Origen

El origen del hormigón expuesto a “a la vista”, surge de la corriente denominada “Brutalismo” a principios del siglo XX, con el advenimiento y utilización en forma masiva, de los nuevos materiales tales como el acero y el hormigón armado en la construcción.

Dicha tendencia señalaba que los materiales deberían expresarse en la obra arquitectónica, tal como “trabajan” y se encuentran en la naturaleza, en especial a la vista, sin recubrimientos ni adornos que los oculten. Esto también como una reacción al Neoclasicismo aún imperante en la época.

Tal es así que dichas obras aprovechaban las texturas que dejaban en los muros y elementos estructurales las huellas del moldaje tradicional de madera.



Fig. 3.- Unidad de Habitación, Marsella, Francia, 1952 (Hormigón a la Vista).



Fig. 4.- Ex. edificio de los Tribunales en Calle Prat en Temuco, (Hormigón a la vista).

Con el avance de la tecnología del hormigón ya sobre la segunda mitad del siglo XX, surgen los encofrados industrializados, la compactación mecánica, aditivos superplastificantes, hormigones de alta resistencia, etc. que permiten dar un salto trascendente en la calidad de los procesos constructivos. Esto deja el camino abierto para nuevas formas de expresión del material, ya no como una “obra gruesa” o un edificio sin acabado, si no que ahora es posible dar al hormigón una calidad de terminación óptima. A dichos avances tecnológicos se suman nuevas tendencias en el diseño tales como el Minimalismo, que explota con éxito estas nuevas expresiones, que no requieren de adornos ni revestimientos.

En estas nuevas tendencias, se cuida el acabado de los muros y se aprovechan los elementos que permiten su construcción para entregar lisura, ritmos, líneas de canterías, etc., que determinan una expresión completamente nueva y lograda del material, ahora con calidad de terminación.

### 3. Definición

Para definir el hormigón arquitectónico, cabe señalar que este requiere de una superficie virgen, donde la obra gruesa tiene calidad de terminación, sin que sea necesario aplicar ningún tratamiento posterior al desencofrado.

“El hormigón arquitectónico corresponde a una edificación de hormigón armado, el cual está expuesto a la vista como superficie en la estructura terminada y contribuye en forma determinante a su aspecto visual, situación que se encuentra claramente indicada en las especificaciones técnicas y contrato de la obra”.

Un criterio de aceptación de un elemento de hormigón arquitectónico logrado, sería aquel que presenta un aspecto agradable con una variación mínima de color y textura, sin defectos superficiales, cuando es visto a una distancia de 6mts.

### 4. Planificación & Diseño

Quizás más que en ningún otro proceso constructivo, el desarrollo de una obra expresada como hormigón arquitectónico, requiere de una fase de planeamiento tan rigurosa como en este caso. Ello porque teniendo como norte el resultado final esperado, el arquitecto debe en primer lugar fijar las estrategias de su diseño, en función del proceso constructivo ya definido. Esto involucra un conocimiento riguroso del encofrado o moldaje a utilizar, sus características, propiedades, limitaciones, etc. En base a este conocimiento deberá establecer su diseño basado en los módulos definidos por el fabricante y modelo del mismo.

En esta etapa el arquitecto deberá además del aspecto constructivo, incorporar los criterios del diseño estructural, para que en conjunto con el ingeniero calculista y el ingeniero constructor, concuerden los aspectos relevantes de cada área y como estas intervienen en la obra arquitectónica.



Fig. 5 Edificio Spa Balthus, Santiago (Hormigón Arquitectónico). Obsérvese la lisura del muro curvo y las líneas de canterías que dan ritmo y unidad a la fachada del edificio.



Fig. 6 Edificio Museo Interactivo El Mirador, Santiago, (Hormigón Arquitectónico).

Punto aparte merecen los aspectos administrativos-técnicos de la materialización de la obra, especificaciones técnicas, bases de la licitación y posteriormente contrato de obra. En todos ellos deberá quedar plasmado en forma clara la intención del proyecto, la forma como se logrará y las multas si dicho fin no se cumple. De esta forma los contratistas desde el momento de participar en la licitación, sabrán las características especiales de la obra y la importancia de seguir los protocolos establecidos para ello. Lo anterior para no asumir desconocimiento y evaluar el proceso constructivo en todos sus aspectos, con el fin de lograr la calidad especificada por el proyectista y esperada por el mandante.

Cabe mencionar múltiples ejemplos de obras concebidas como hormigón arquitectónico las que finalmente no lograron dicho objetivo, debiendo “maquillarse” ya sea con pintura o revoque de hormigón para disimular los defectos o bien quedar como “hormigón a la vista”, con la consecuente molestia del arquitecto y mandante.

## 5. Moldajes

En cuanto al proceso constructivo, el más relevante sin lugar a dudas para lograr el objetivo propuesto, es el encofrado o moldaje, ya que de este elemento depende en gran medida el resultado de lisura y de color homogéneo esperado, esto ya que se está buscando obtener una superficie con calidad de terminación. En este sentido es un error pensar en utilizar cualquier tipo de encofrado y dejar así que el contratista resuelva los problemas que se van a presentar durante la construcción.

En primer lugar el arquitecto deberá diseñar su obra en atención a la disponibilidad de la modulación de placas del moldaje elegido, con este antecedente deberá definir para las fachadas, la ubicación de los vanos y en acuerdo a ellos las canterías.



Fig. 7 Edificio Liceo Camilo Henríquez, Temuco  
(intención de Hormigón Arquitectónico no lograda).

En la fachada del edificio del Liceo Camilo Henríquez, (Fig. 7.- fotografía anterior) se observan deficiencias en la modulación de las placas del moldaje (no existe continuidad de líneas en las uniones de las placas ni estas con los marcos de las ventanas).

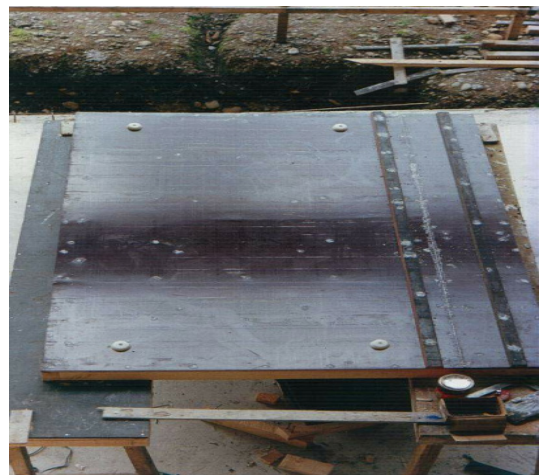


Fig. 8 Placa de moldaje con botones decorativos y canterías



Fig. 9 Moldaje Peri Vario con vigas GT 24 (Fac. Medicina UFRO)

Las canterías permiten dar un ritmo a las fachadas y relacionar estas líneas con otros elementos de la construcción, tales como los marcos de las ventanas. Por otra parte las canterías gracias a su sombra, permitirán ocultar las juntas frías o de trabajo entre las fases de hormigonado y los pasadores de los moldajes (codales). Con esto además se logra dar unidad a las fachadas.

Para ello, primero se debe diseñar la fachada en estricto apego a las dimensiones de las placas del moldaje, vanos y estructura del muro cortina, de manera de crear un ritmo y un aspecto unitario en todo el conjunto aún cuando existiera cambio de materialidad (hormigón-vidrio).

En el edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Frontera, se elaboró el plano de elevaciones como un plano constructivo con la modulación de todos los elementos involucrados (canterías, placas, botones decorativos, etc.). El moldaje permite además incorporar los negativos (piezas de contrachapado) y los botones decorativos de acrílico atornillados a la placa.



Fig. 11 Expresión final en el muro terminado exactamente igual a lo indicado en el plano constructivo

Otro aspecto interesante que llevó a definir la placa Peri con la Viga reticulada GT 24, para este edificio, fue la facilidad para formar un paño completo de muro (piso a cielo) en un solo cuerpo de moldaje. Esta condición permitía concretar un muro completo en toda su altura, dejando las juntas de trabajo a nivel de losas, además por su poco peso el moldaje podía ser trasladado con la grúa.

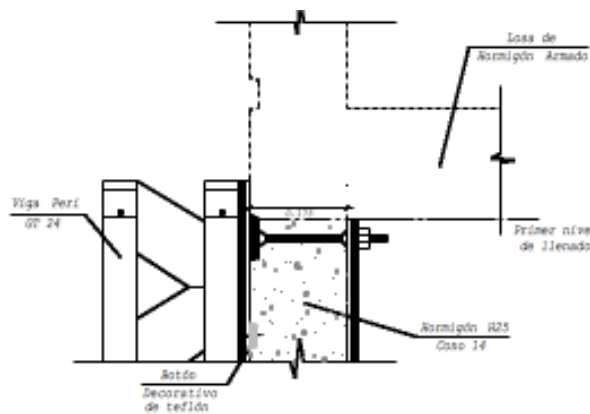


Fig. 12 Paso 01

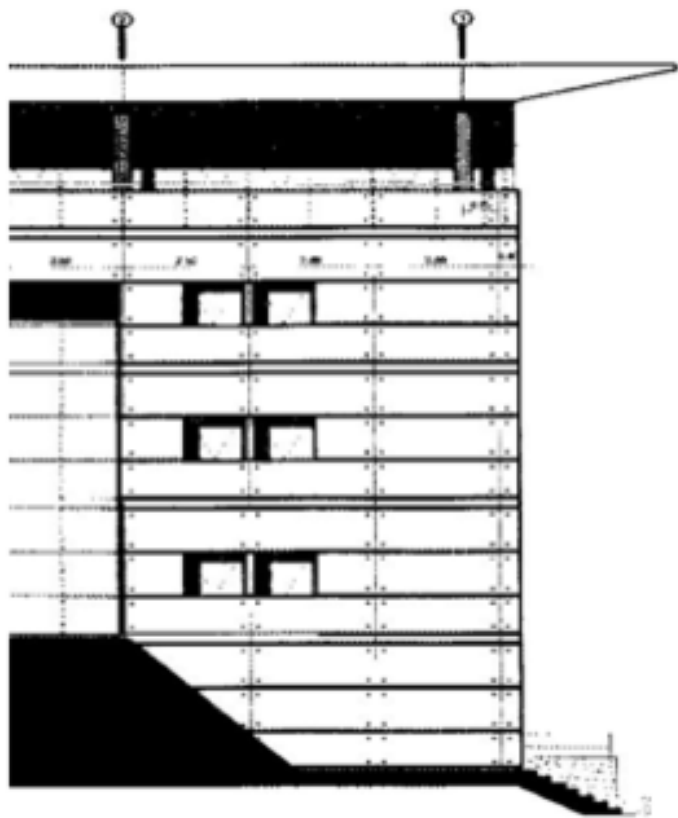


Fig. 10 Plano constructivo, aplicado en el edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Frontera, (diseño-proceso).

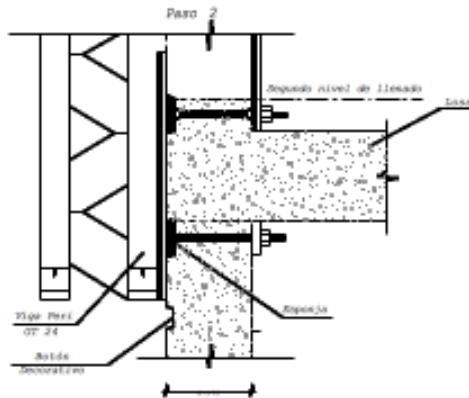


Fig. 13 Paso 02

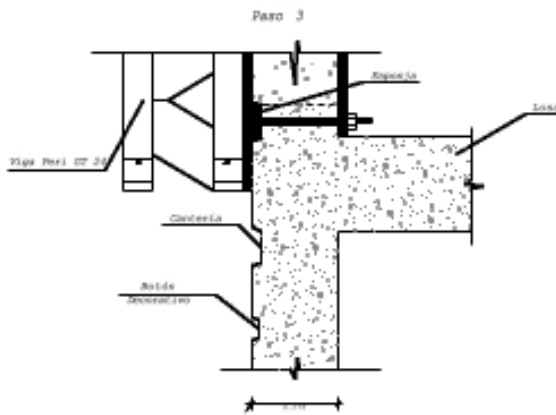


Fig. 14 Paso 03

Tratamiento de junta de construcción en hormigón arquitectónico, marcando con una doble cantería la cabeza de la losa. La cantería permite ocultar la junta de hormigonado y la huella de los pasadores del moldaje (codales)

Fundamental resulta para el hormigón arquitectónico el hormigonado por paños completos evitando al máximo las juntas frías, lo cual se puede observar en los esquemas precedentes. En ellos se explica cómo se concreta el muro hasta la losa, 1era. cantería en el paso 1, luego la losa en el paso 2 y finalmente se sigue con el muro siguiente, 2da. cantería, paso 3.

En todo caso la condición más importante de la lisura, se obtiene mediante la utilización en este tipo de moldaje, de la placa contrachapada con revestimiento fenólico, la cual como superficie de contacto con el hormigón da la garantía de un óptimo resultado. El éxito también debe asociarse al empleo del desmoldante indicado por el fabricante del encofrado.



Fig. 15 Placa de contrachapado con revestimiento fenólico Peri, e=18mm.

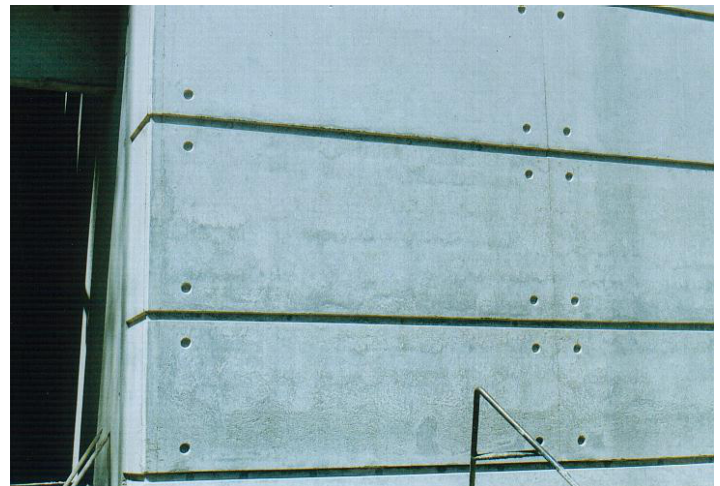


Fig. 16 Muro del edificio (Fac. Medicina) donde se aprecian las canterías y modulación de placas como así también los botones decorativos.

## 6. El Acero en el Hormigón

Otro aspecto no menor en el hormigón arquitectónico resulta de la adecuada atención en fase de diseño y constructiva de las canterías. Estos elementos en bajo relieve del muro, implican cuidar el distanciamiento de las armaduras exteriores más expuestas y el sistema de uniones de las mismas. Dado que el muro no lleva revestimiento, se debe asegurar la adecuada protección de la armadura a la intemperie por parte del recubrimiento de hormigón, con el distanciamiento mínimo de 3cms al fondo de la cantería. Esto implica tener el cuidado por parte del calculista de indicar correctamente las dimensiones y colocación de los elementos, y del constructor de respetarlos. Por otra parte se debe tener la precaución de amarrar las armaduras con alambre galvanizado, previniendo oxidaciones futuras y manchas en los muros.

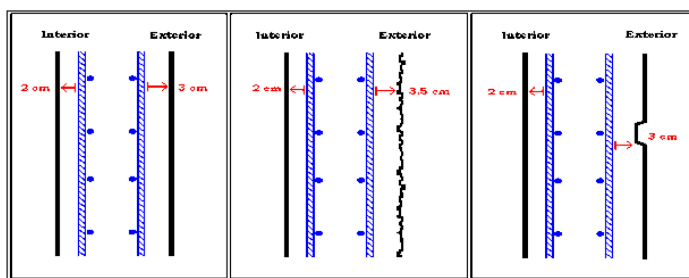


Fig. 17.- Detalle de armaduras en hormigón a la vista con acabado liso, hormigón a la vista punterado y hormigón arquitectónico en el último caso

## 7. Dosificación

Como el sistema constructivo en hormigón requiere que el constructor siga estrictamente la cadena de eventos asociados que permite un buen resultado final, este no es posible de obtener, si no se considera una dosificación adecuada del mismo.

En este caso y para el edificio de la Facultad de Medicina, se aplicó la siguiente dosificación por m<sup>3</sup>

Hormigón Tipo **H25 (90) 20 – 14 – 11 – 28 – B**

Donde: 90 ☒ Nivel de confianza

20 ☒ Tamaño máximo (mm)

14 ☒ Asentamiento de cono (cm)

11 ☒ Tipo de cemento (Bio Bio Especial)

28 ☒ Resistencia a los 28 días

B ☒ Bombeable

Para 1 m<sup>3</sup> de hormigón la dosificación es la siguiente:

Cemento: Bio Bio Especial **385 Kg**

Arena 1: C.G. Gross **855 Kg**

Gravilla: R.P.W. (3/4") **980 Kg**

Aditivo: Plastiment H.E. **1,63 Lt**

Agua: **186 Lt**

El cemento elegido corresponde al indicado, dado que para un hormigón arquitectónico el muro debe ser lo más claro posible para una óptima expresión, situación que en Chile sólo la entrega este tipo de producto.

El asentamiento de cono de Abrams (14), permite una mezcla muy fluida, que asegura el llenado de todos los espacios del moldaje y constituir una superficie lisa. Además se facilita el trabajo para la bomba de hormigón, sistema de colocación adecuado al resultado esperado por la rapidez y calidad involucrada.

## 8. Colocación & Compactación

La fabricación del hormigón se realiza en planta y se traslada en camión mixer, hasta la obra donde se lleva a los moldajes mediante bomba de hormigonado. El hormigón debe depositarse en capas entre 20-30 cm., de tal forma que tanto las burbujas superficiales como las internas se eliminan completamente.

Existen tres etapas de compactación las que se realizan con vibrador de alta frecuencia, las que son necesarias

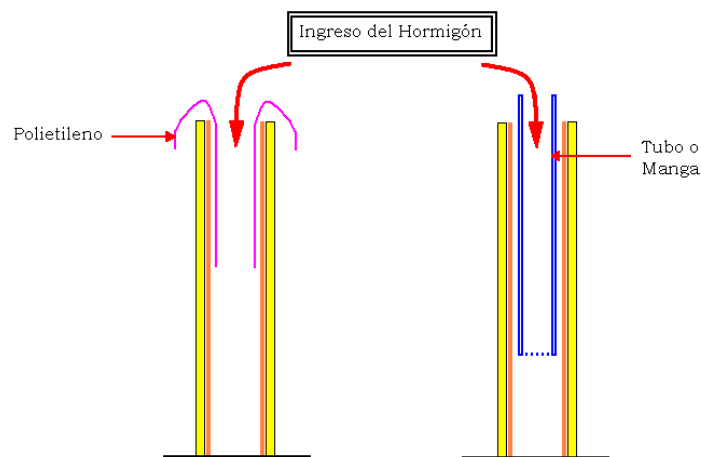


Fig. 18.- Detalle de protección de las paredes internas superiores del moldaje.

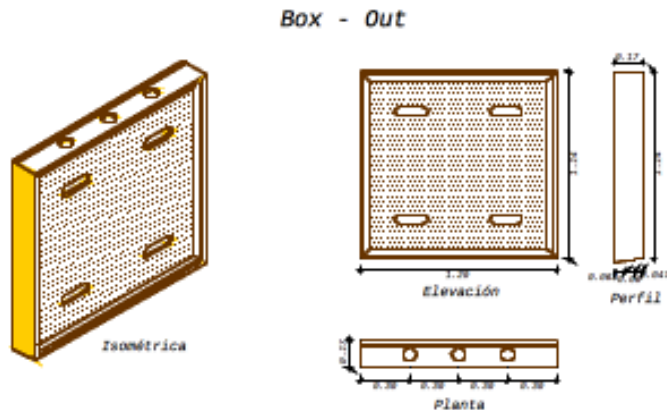


Fig. 19.- Box – Out

para dar la calidad necesaria al acabado. Primero se eliminan los nidos y huecos de mayor tamaño, luego con una agitación adicional ascienden las burbujas a la superficie. La segunda etapa luego de 20 min. donde se vuelve a vibrar para eliminar la mayoría de las burbujas que están en la superficie del moldaje, y por último pasados 5 min. se vibra nuevamente para asegurar que la superficie esté libre de burbujas para dar la calidad necesaria al acabado. Primero se eliminan los nidos y huecos de mayor tamaño, luego con una agitación adicional ascienden las burbujas a la superficie. La segunda etapa luego de 20 min. donde se vuelve a vibrar para eliminar la mayoría de las burbujas que están en la superficie del moldaje, y por último pasados 5 min. se vibra nuevamente para asegurar que la superficie esté libre de burbujas.

special cuidado se debe tener en esta etapa para evitar la segregación por una parte y por otra el “lavado” del desmoldante desde las partes altas del moldaje. Para ello y tal como se muestra en la figura, es recomendable utilizar mangas para depositar el hormigón en las partes bajas y colocar polietileno en la parte superior para facilitar posteriormente el descimbre y que no se salga la superficie del muro, esto dado que el hormigón arquitectónico no acepta reparaciones.

Especial preocupación se debe tener en este proceso, para la conformación de los vanos integrados a los muros, dado que es muy difícil la compactación a nivel de antepechos bajo el alféizar.

En el edificio de la Facultad de Medicina de La Universidad de La Frontera, la empresa constructora resolvió el problema mediante la incorporación de una caja (Box Out) que calzaba exactamente en el vano de la ventana. Esta caja era hueca en su alma, por donde pasaban tres tubos de P.V.C. que servían de ductos para incorporar el hormigón que faltaba en el antepecho. Esto permitía además, realizar el vibrado de éste por los ductos debido a que la botella del vibrador podía pasar por ellos.

El Box Out además en su lado inferior tenía la forma del alféizar con bota-agua incluido y en su parte superior se le colocó medio rodón para imprimir el corta-gotera.

El proceso de vaciado se detalla en las siguientes imágenes:

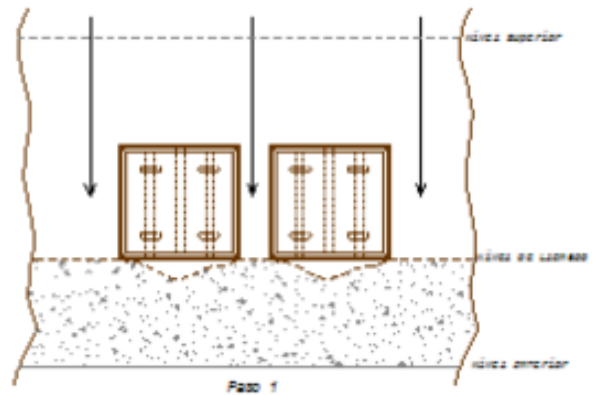


Fig. 20.- Paso 1, vaciado del antepecho hasta el alféizar.

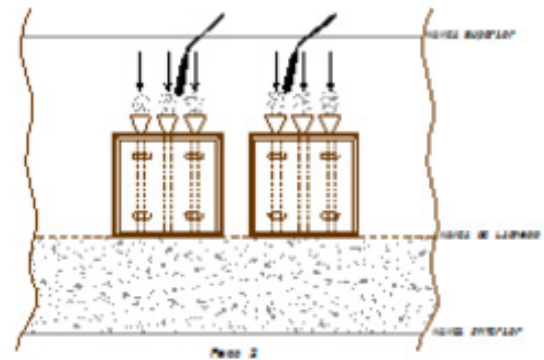


Fig. 21.- Paso 2, se completa el vaciado y compactación del antepecho.

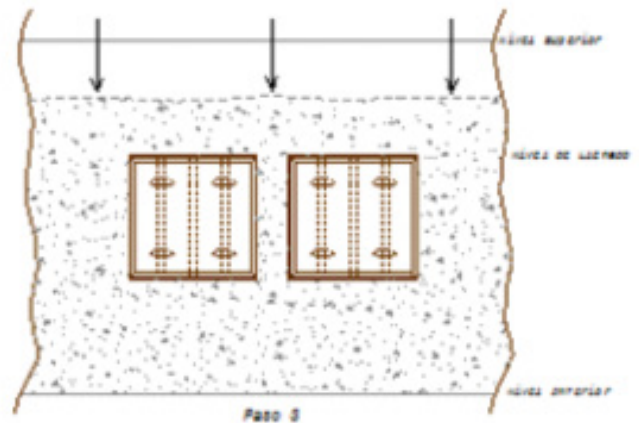


Fig. 22.- Paso 3, vaciado final.

Luego de completado el hormigonado se niveló la superficie con llana y platacho (manual).

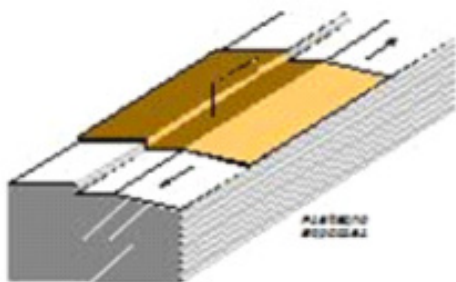


Fig. 23 Platacho especial

La terminación del antepecho en los muros con ventanas en toda su extensión se realizó con un platocho especial Fig 23.-, confeccionado de tal forma que permitía dejar el alféizar listo para recibir los marcos de ventanas, al igual que con el Box – Out, debido a que no se podían hacer reparaciones con mortero en este ni en ningún otro elemento a la vista.



Fig. 24.- Terminación del alféizar

## 9. Curado y desmolde

El curado además de ser un factor primordial para alcanzar la resistencia especificada sin agrietamientos, es importante para obtener un color homogéneo en la superficie por lo que se deben tomar precauciones adicionales, ya sea en el tiempo de curado como con las condiciones climáticas.

El desmolde se realiza a las 72 hrs para evitar además de los daños en la superficie, los posibles descascaramientos en zonas donde

están adheridas las canterías y botones decorativos. Además se debe programar que el tiempo transcurrido antes del desmolde debe ser igual durante todo el desarrollo de la obra.

## 10. Cuidados

La impermeabilización de la superficie del hormigón (QHC), es generalmente el único tratamiento posterior a que se recurre para mantenerlo, ya que actúa como barrera de protección contra los elementos contaminantes que se encuentran en la atmósfera.

También la impermeabilización ayuda a evitar que el muro se manche con humedad, la cual además de proteger la superficie de la suciedad y hongos, favorece su apariencia estética ya que impide cambios de color productos de la absorción de agua.



Fig. 25 Muro norte edificio Facultad de Medicina Universidad de La Frontera

## 11. Conclusiones

Para finalizar, cabe señalar que el “arte de la buena construcción”, debe ser el norte principal en este tipo de procesos constructivos, donde los profesionales del área, tanto arquitectos como ingenieros calculistas e ingenieros constructores, deben trabajar mancomunadamente desde el momento del diseño para lograr el resultado esperado.

Este resultado por otra parte como se puede apreciar, no es fácil de lograr pues a la gran cantidad de pasos que comúnmente conlleva una obra de hormigón, se deben sumar los aquí descritos en forma resumida. A lo anterior se suma el involucramiento de los trabajadores de la empresa constructora, quienes son los que tienen en sus manos la materialización final de la obra.

Por último señalar que este artículo además de responder a la pregunta de su título, pretende difundir y definir en forma más precisa este interesante sistema constructivo, y que sirva de aporte para aquellos profesionales que se interesen en diseñar y construir una obra en expresión de hormigón arquitectónico.

## 12. Referencias

- 1.- Trabajo de Título: Autor: Felipe Eduardo Vergara Bosman, Prof. Guía: Guillermo Lira Cifuentes, 2005 “Estudio Comparativo Hormigón Arquitectónico y Hormigón a la Vista”, Temuco, Chile, Universidad de La Frontera.
- 2.- Trabajo de Título: Autor: Gonzalo Castro Vera, Prof. Guía: Guillermo Lira Cifuentes, 2003 “Hormigón Arquitectónico”, Temuco, Chile, Universidad de La Frontera
- 3.- Libro: Stewart Adams, 1990, “Constructividad”, Barcelona, España, Ediciones CEAL S.A.
- 4.- Catálogo: Alejandra Canessa V., Magdalena Fuentealba A., 2004, “XIV Bienal de Arquitectura”, Santiago, Chile, Editora Yungleng Sánchez H. (Páginas 194-195)



Fig. 27.- Autor. Escalera edificio Depto. de Ingeniería de Sistemas, Campus Andrés Bello, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. Arquitectos: Andrés Abarzúa Gómez y Guillermo Lira Cifuentes (hormigón arquitectónico)