



fachadas de hormigón arquitectónico y GRC®



25 años  
Industrializando  
la construcción  
proporcionando  
rapidez de ejecución,  
seguridad y calidad.



C. Bronce, 14  
SAN MARTÍN DE LA VEGA  
28330 Madrid

Tel.: 916 916 600  
Fax: 916 920 031  
Atención al cliente:  
902 200 343

comercial@preinco.com  
www.preinco.com



# Prefabricados de Hormigón

Rapidez de ejecución y durabilidad

La construcción moderna requiere una combinación de versatilidad, rapidez, diseño y, por supuesto, calidad y durabilidad. Todo ello se puede conseguir con los prefabricados de hormigón, una solución constructiva con todas las prestaciones de un material contrastado como el hormigón, y con el aderezo que aportan las ventajas de la fabricación industrial de los prefabricados.

reportaje



Foto: Ulma Polímero

Aunque se trate en realidad de un sistema constructivo relativamente reciente si lo comparamos con otros clásicos, la utilización de prefabricado de hormigón (PH) en la construcción ya tiene una significativa tradición en nuestro país. Isidro García del Barrio, Director Comercial de Pacadar, sitúa sus orígenes en “los años veinte del pasado siglo, cuando las piezas se fabricaban en talleres muy poco tecnificados y situados en la misma obra”. Todavía era algo residual, hasta que su uso empezó a consolidarse hacia la mitad del siglo XX. Como explica Juan Cuota, Director Comercial de Selfhor, “el PH lleva trabajándose en España desde hace más de 40 años. En un principio, se utilizó para obras de ingeniería civil. En la actualidad, los PH se utilizan esencialmente en construcción industrial y comercial y, debido a la tecnología alcanzada, tiene un gran auge en la edificación de edificios singulares y residenciales”. Respecto a los protagonistas en la historia del PH en nuestro país, Juan Carlos González, responsable del departamento Arquitectónico de Prainsa, resalta la figura de Fernández Casado, Fernando Higuera y Miguel Fisac, “pioneros del PH, ya que todos ellos realizaron obras que parece increíble que fueran ejecutadas hace más de 40 años, con los medios tan poco desarrollados que existían entonces”. De hecho, Fran Bautista, responsable de Marketing de Forte Hormigones Industriales, reseña que “a mediados del siglo XX, hubo en España una corriente arquitectónica vanguardista en el uso del PH, a la que han seguido años de desarrollo más lento que en el resto de países desarrollados”.



Foto: Preinco

Así, Roberto Serrano, responsable de Publicidad de Prefabricados de Hormigón Lurgain, puntualiza que “no se produjo una verdadera creación del sector hasta las décadas de los setenta y los ochenta, principalmente en las zonas industrialmente más desarrolladas, como País Vasco, Levante, Cataluña y Madrid”. Debemos tener en cuenta

que, como señala Serrano, “el tipo de edificación que mejor acogida tuvo fue principalmente la industrial, donde más evidentes se hacían los ahorros de tiempo y coste, debido a su gran volumen de desarrollo. A través del empleo de PH, la productividad se incrementó y se podían acometer proyectos en un tiempo que hasta entonces no era posible”.

En cuanto a los motivos que han coadyuvado a su difusión, Isidre Esplugas, Director Comercial de Trumes apunta hacia “el encarecimiento de la mano de obra, la urgencia de construcción y las mejoras en prestaciones, como grandes luces, cargas, etc.”. Asimismo, Bienvenido de Frutos, Director Comercial de Vanguard, considera que “las condiciones que han facilitado su difusión han sido la necesidad de control de calidad y la seguridad de estar realizado por laboratorio y personal técnico”. Por su parte, Cuota estima que el aumento de su penetración “se ha visto potenciado por su estudio en escuelas y universidades de ingenieros y arquitectos, que han sabido valorar sus cualidades. Además, al ser un elemento pesado y que requiere transporte de fábrica a obra, también ha sido de gran importancia la mejora de las comunicaciones por carretera en nuestro país”. Y para González, la clave se encuentra en “las ventajas competitivas frente a otros materiales usados anteriormente a su aparición”.

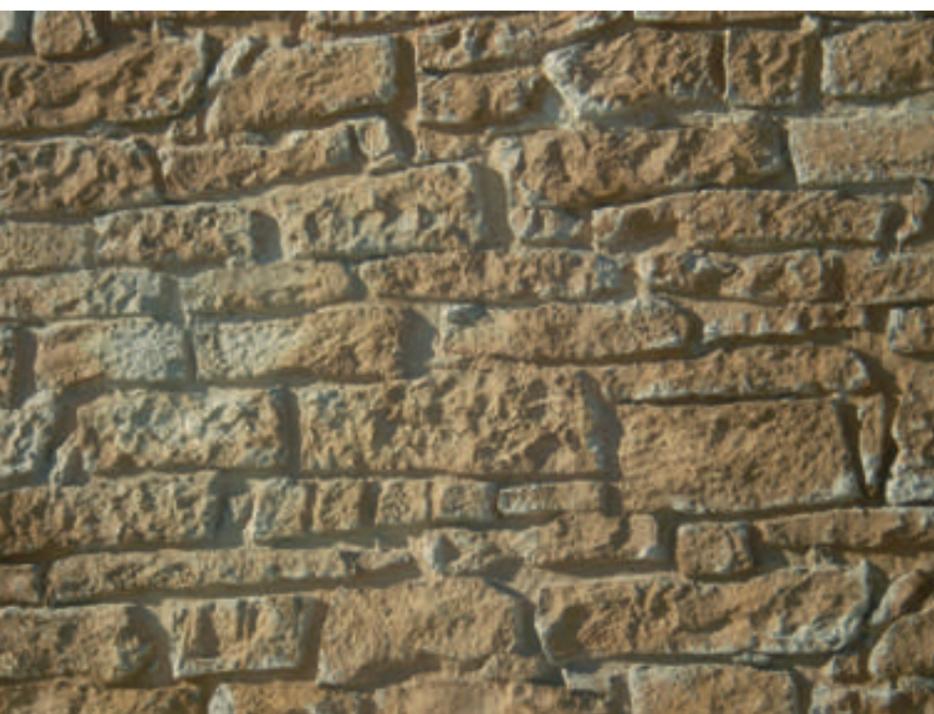
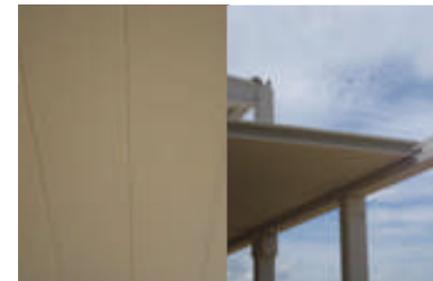


Foto: Vanguard



**Nueva placa de forjado Artplack:**

- Mayor resistencia al fuego
- Fácilmente registrable
- Acabado totalmente liso y uniforme
- Menor peso



## Una apuesta por el diseño

Las posibilidades que aporta el PH al diseño son una baza más a favor de su uso. “La especialización en el sector del prefabricado ha ido trayendo mejoras considerables en su diseño, que lejos de quedarse en los estándares iniciales, ha ido proporcionando a los proyectos nuevas soluciones a las necesidades funcionales del proyecto a través de nuevas formas, resistencias, colores o texturas”, apunta Roberto Serrano (Lurgain). Así, Isidre Esplugas (Trumes) considera que “el prefabricado ha evolucionado mucho en este campo, aportando grandes soluciones técnicas y estéticas, como las grandes luces, forjados de grandes prestaciones de luz y carga, acabados pulidos, chorreados, etc.”. Y es que, como afirma Juan Carlos González (Prainsa), “el hormigón es, por definición, un material moldeable, que adopta la forma del encofrado sobre el que se vierte el hormigón fresco. Por tanto, será la suma de la creatividad del proyectista, unida al conocimiento de las técnicas de los encofrados y de los distintos sistemas de armado que tenga el prefabricador, quienes harán posible materializar su idea. Todo ello sin olvidar el criterio de ‘industrialización’, que busca la racionalización de la solución, minimizando el número de moldes distintos”. En esta línea, Isidro García del Barrio (Pacadar) anota que “al ser un material enormemente versátil, el PH se ha sabido adaptar sin grandes dificultades a los requerimientos estructurales y estéticos que les exigimos en la actualidad. La demanda de piezas cada vez más esbeltas, espacios diáfanos y mayores luces se pueden resolver con piezas prefabricadas de hormigón con una mayor facilidad que con la construcción tradicional en obra”.



Foto: Norten Prefabricados de Hormigón

Por su parte, Nuria Sarasa (Norten) señala que “las posibilidades de diseño y acabados son enormes”, entre las que destaca su capacidad de “modulación, con la incorporación de huecos de ventanas, petos, etc.; así como las opciones de acabado”.

Éstas son algunas de las tendencias o evoluciones del sistema que veremos difundirse, o que incluso ya estamos pudiendo contemplar en ejecuciones recientes:

**Texturas y pigmentos.** Según Bienvenido de Frutos (Vanguard), “las últimas tendencias en paneles prefabricados son los texturizados con infinidad de acabados, imitaciones y variación de colores o paneles con piedra natural incrustada en el hormigón”. Igualmente, González señala que “en lo referente a fachadas, la tendencia es utilizar paneles con superficies texturizadas, que se obtienen mediante el uso de moldes de elastómero de poliuretano, y que presentan un número amplísimo de soluciones predefinidas, además de permitir la posibilidad de realizar diseños bajo pedido. Por otro lado, la evolución de las pinturas y los pigmentos nos permiten ofrecer múltiples colores en diversas formas de aplicación: en masa, pinturas cubrientes en mayor o menor grado...”. Y es que, como resalta Sarasa, “la tendencia del prefabricador es ofrecer disposición al arquitecto para dar con el acabado que busca. De hecho, es habitual la preparación de muestras durante el proceso de definición”.

**Variación de formatos.** Desde Prefabricados Castelo se incide en que el PH permite “formatos imposibles de alcanzar por otros materiales industrializados”.

**Integración.** El representante de Lurgain reseña que “con los nuevos diseños, se mejora la integración del prefabricado, adaptándose al entorno en el que va a ser instalado, ya sea industrial, urbano o incluso en áreas de especial interés arquitectónico”. Asimismo, en Prefabricados Castelo recuerdan que “es un material que se adapta perfectamente a la construcción moderna sostenible”.

**Productos singulares.** El responsable de Pacadar destaca la existencia de “productos singulares que en poco tiempo se utilizarán para la fabricación de piezas prefabricadas de manera habitual”, tales como hormigón ligero –fabricado con árido ligero–, hormigón aislante –con aire ocluido– u hormigón traslúcido –con fibra óptica–.

### Del uso industrial al resto

Una vez que la ingeniería civil asumió el empleo del PH como sistema casi indispensable, su uso poco a poco se fue extendiendo hacia el sector inmobiliario a través de elementos estructurales (vigas, pilares, forjados, etc.), fachadas y cerramientos y otros elementos, sirviendo el sector industrial como punta de lanza. Como anota el responsable de Prainsa, “es justo recordar que los primeros que se dieron cuenta de las bondades del sistema constructivo fueron los agricultores y ganaderos, que lo adoptaron para sus naves”. A partir de estos usos, el responsable de Lurgain explica que “la posterior especialización en los distintos tipos de prefabricados hizo que se desarrollaran nuevos productos, que ampliaban el uso estructural o modular del prefabricado a nuevos ámbitos, como la pavimentación, los cerramientos, las canalizaciones, el drenaje, la jardinería, etc.”. Asimismo, Nuria Sarasa, del departamento Comercial de Norten



Foto: Salfior

Prefabricados de Hormigón, afirma que “las edificaciones para uso industrial-comercial son las que mejor están acogiendo el prefabricado como sistema constructivo. En el sector residencial hay mucha reticencia a su uso, tanto por parte de promotores y constructores como por el usuario final. Y comienza a ser algo más habitual el uso de paneles prefabricados para fachadas de viviendas, pero depende de los promotores”.

De igual modo, Juan José Serrano, Director Comercial de Preinco, reconoce que “los sistema de fachadas con

hormigón arquitectónico han tenido mejor acogida para usos industriales y comerciales, ya que sus características y condiciones –paneles de fachadas con formatos muy grandes, que implican una considerable reducción en los plazos de ejecución de las obras– hacían que desbancase a los sistemas tradicionales –ladrillo, bloque, etc.–, de tal forma que hoy en día el 90% de las edificaciones industriales y comerciales se realizan con sistemas prefabricados”. En este mismo sentido, el responsable de Marketing de Forte reseña que “en España, es la edificación no residencial la que acoge

más favorablemente el PH, en especial las naves industriales y centros logísticos. Sin embargo, cada vez es más utilizado en instalaciones deportivas o centros comerciales. Y su aplicación en el sector residencial está en desarrollo”.

Y es que detrás de este predominio para usos industriales y comerciales hay circunstancias prácticas. “Se necesitan grandes superficies con estructura muy uniforme, para que el prefabricado sea rentable por rapidez y cantidad de ejecución. Éste es el motivo por el que aún le cuesta entrar en el sector residencial, donde está únicamente cuando el proyectista tiene el diseño muy unificado y uniforme”, comenta Bienvenido de Frutos, Director Comercial de Vanguard. Por otra parte, Prefabricados Castelo resalta que “cada vez más, el uso de hormigón arquitectónico sirve de referencia para edificios singulares”.

En cualquier caso, pese a esta preponderancia y mayor implantación en los citados segmentos, lo cierto es que el PH está entrando paulatinamente en el resto de edificaciones. “La introducción del pretensado, que permitió resolver mayores luces en las vigas de cubierta, abrió las puertas a otros usos, como naves industriales y centros comerciales. Y la evolución de los sistemas de anclaje y unión entre piezas, las técnicas de postesado o la aparición de moldes de elastómero de poliuretano para obtener superficies texturizadas, han hecho que el sistema sea cada vez más empleado en obras de carácter singular”, anota González. Asimismo, el Director Comercial de Pacadar explica que “el empleo del PH en España en la actualidad tiene una evolución creciente, ya que en los últimos años, y como consecuencia

### Innovaciones para mejorar

La innovación ha sido fundamental para la expansión del PH en sus distintos usos. Estos avances se refieren tanto al proceso de fabricación como a las mejoras técnicas y funcionales de los productos. Éstas son algunas de dichas innovaciones:

**Mejores en fábrica.** “Las mejoras tecnológicas en las prensas de fabricación han sido muchas en los últimos treinta años, como mejoras en el control del producto terminado, amasados más homogéneos, mejoras en los sistemas de fraguado, paletización más rápida y ergonómica, etc.”, explica Roberto Serrano (Lurgain).

**Hormigón autocompactante.** Para Juan Carlos González (Prainsa), el principal avance ha sido “sin duda ninguna, el uso de hormigón autocompactante, que ha desterrado de nuestras fábricas los sistemas de vibración”. La característica esencial del hormigón autocompactante es que evita la fase de vibrado, consolidándose por su propio peso gracias a su alta fluidez. Esto ha supuesto una considerable reducción del ruido en las factorías, parejo a un aumento de la calidad de las piezas.

**Anclaje por tornillos.** Gerardo de la Calle (Artepref) incide en la evolución del “anclaje mediante tornillos en sustitución del empotramiento de la cimentación tradicional”.

**Automatización de pulido.** El representante de Prainsa destaca el progreso hacia instalaciones automatizadas de pulidos de paneles de fachada.

## Ventajas para el arquitecto

Además de las ventajas intrínsecas de este sistema constructivo, el PH aporta numerosas ventajas para el arquitecto y la tarea de ejecución del proyecto.

**Planificación.** Según Isidre Esplugas (Trumes), el PH permite que el arquitecto pueda “afrontar un proyecto desde sus inicios conjuntamente con el prefabricador-constructor, solucionando de antemano todas las dudas que surgen en un proyecto, optimizando obstáculos, reduciendo costes y evitando imprevistos”.

**Personalización.** Para Juan Carlos González (Prainsa), el arquitecto se beneficia de la “capacidad de personalizar su proyecto, de acuerdo con su diseño particular y las características intrínsecas de este material”. Acerca de esto, Juan José Serrando (Preinco) anota que “la utilización de hormigón arquitectónico aporta versatilidad y flexibilidad a la hora de diseñar en cuanto a tamaños, formas, colores, etc., ya que no hay prácticamente límites a su imaginación, en función de las diversas combinaciones que podemos proponer, dejando abierta la ventana para que los arquitectos expresen lo que quieren para cada edificio y consigan el resultado deseado”. Asimismo, Fran Bautista (Forte) considera que “el PH es un traje a medida de los criterios del arquitecto en el caso de los proyectos emblemáticos, que responden a un diseño con un valor eminentemente estético o representativo”, y añade que “la tecnología permite hoy soluciones impensables hace unos años, como el hormigón traslúcido, por ejemplo”.

**Control de calidad.** El representante de Prainsa incide en las ventajas que comporta respecto al control de calidad. “Como director de obra, el arquitecto debe valorar un control de calidad intenso en la fabricación y una simplificación de procesos durante la puesta en obra, al tratarse de montajes realizados por técnicos especializados debidamente controlados”, apunta. Y en la misma línea, Gerardo de la Calle (Artepref) afirma que “ofrece garantía de calidad, ya que se trata de fabricar un edificio a gusto del consumidor dentro de una fábrica, con todos los controles de un proceso sistematizado”.

**Control de plazos y costes.** González recuerda que “el control de plazos y de costes permite hablar de precios y plazos cerrados desde el momento de la firma del contrato”.

**Optimización en la ejecución.** Entre las ventajas que aporta en la ejecución, Isidro García del Barrio (Pacadar) hace hincapié en la “espectacular disminución del plazo de ejecución de la obra, la seguridad durante la fabricación y el montaje, la fiabilidad en todas las fases del proyecto y la minimización de las desviaciones sobre el proyecto”, entre otras prestaciones.

**Ausencia de residuos.** Roberto Serrano (Lurgain) anota que “el PH no aporta residuo alguno en obra ni en su fabricación, puesto que puede ser reutilizado como materia prima sin merma alguna en las características del producto terminado”.

Foto: Prainsa



del mayor grado de desarrollo que ha alcanzado nuestro país, cada vez son más necesarias determinadas infraestructuras, tales como centros deportivos, naves industriales, centros logísticos, desarrollos comerciales, centros hospitalarios y geriátricos, etc.”. A su vez, Serrando declara que “actualmente, los sistemas prefabricados, y concretamente las fachadas de hormigón arquitectónico, se están utilizando para cualquier tipo de uso gracias a su evolución constante en cuanto a diseño y diversidad de acabados, y cada vez se está introduciendo más en el mercado de la vivienda, aunque éste sea reactivo debido a la gran tradición al ladrillo que tenemos en nuestro país”.

### Por buen camino

Como vemos, este sistema constructivo se ha hecho un importante hueco en los últimos años, y su utilización ya alcanza unos niveles muy interesantes, aunque esta consideración depende de las fuentes consultadas. Por ejemplo, Gerardo de La Calle, Director General de Artepref, afirma que “puede que seamos el segundo país de Europa, después de Italia, donde sin duda el PH alcanza su mayor desarrollo”. Y García del Barrio señala que “durante los primeros años de este siglo XXI, la industria del prefabricado en España ha sido líder en la UE”, a la par que Cuota indica que “la

cultura y la tradición del prefabricado está implantada en toda Europa desde hace mucho, pero de un tiempo a esta parte, España se está poniendo al nivel de los países de nuestro entorno”.

Pese a ello, según el responsable de Publicidad de Lurgain, “el grado de penetración del prefabricado en edificación está bastante lejos de su uso en los países que mayor aprovechamiento han desarrollado, como son los países del Norte y Centro de Europa, Reino Unido o Estados Unidos, donde el nivel de penetración puede estar en torno al 40-50%. En España, su utilización es sensiblemente menor, aunque ha ido al

alza en los últimos años, pero sin alcanzar el grado de penetración que tiene en esas zonas donde, por distintas razones –climatología, etc.–, el prefabricado supone una amplia ventaja de tiempo frente a la construcción al aire libre. El objetivo a largo plazo debe estar en ese nivel de penetración, y en el desarrollo de las ventajas que aporta el PH frente a otras soluciones constructivas, que aún son más extendidas en nuestro país”.

De todas maneras, la difusión del PH entre nuestros vecinos tampoco es uniforme. “Depende de qué país hablemos y de su cultura constructiva. Nuestra vecina Francia construye mucho con metálico, mientras que los italianos son los que disponen de más tecnología en el PH, así como de industria auxiliar para este fin: proyectistas para prefabricado, industrias metalúrgicas para moldes, tensores, etc.”, aclara Esplugas.

La posición más acertada quizá sea considerar que, históricamente, el uso de PH en España no haya estado a la altura de otros países de nuestro entorno, aunque la evolución del sector de la construcción haya hecho cambiar esta situación. La explicación de una mayor utilización del PH en otros países se basaría en varios factores:

**Condiciones climáticas.** “Las condiciones climáticas en el Centro y Norte de Europa, con temperaturas por debajo de 0 °C durante buena parte del año, impiden la ejecución de solución de hormigón ‘in situ’, que son muy habituales en el Sur de Europa, como en España. Es por eso que el grado de implantación de sistemas prefabricados es mayor cuanto más al Norte se encuentra el país”, afirma el responsable del Departamento Arquitectónico de Prainsa. En ello coincide con el representante de Forte, quien señala que “hay que tener en cuenta el factor climatológico, pues en España hay muy pocos días en los que el clima impide el trabajo en obra, mientras que en países como Alemania o Suecia adquiere mucha importancia la preparación del material en fábricas acondicionadas, y dedicar el mínimo tiempo al trabajo en obra”.

**Coste de la mano de obra.** “El coste de la mano de obra era, históricamente, superior en los países nórdicos y de la Europa Central. Por eso no había lugar en esos países a sistemas poco eficientes desde este punto de vista, como las soluciones ‘in situ’. La solución prefabricada tenía allí mayor razón de ser gracias al control de costes. El desarrollo económico que hemos vivido en España en los últimos años nos ha acercado a esos países en este aspecto también”, explica González.

Foto: Artepref



**Definición de los proyectos.** “El grado de definición de los proyectos era también superior en los países citados, lo que pudo permitir una fácil puesta en marcha de este tipo de sistemas, que requieren un estudio pormenorizado del proyecto al que no estábamos acostumbrados en España, donde dejábamos muchas cosas pendientes de definir en los proyectos, y que se resolvían semanalmente en las visitas de obra. Afortunadamente, eso ha cambiado ya”, precisa el representante de Prainsa.

Gracias a esta evolución de nuestro sector, González opina que “sin llegar al grado de utilización que pueden tener

Escandinavia, Alemania o el Norte de Italia, hemos llegado a un grado muy alto de uso de elementos prefabricados”.

### La repercusión de la crisis

La difícil situación del contexto económico-financiero del último año ha afectado muy particularmente al sector inmobiliario, y esta circunstancia también ha tenido su repercusión en el mercado del PH. “El mercado está mal. Negarlo sería inútil. Las obras de iniciativa privada están paradas, bien por falta de financiación, bien por falta de confianza a corto plazo. Solamente las obras de iniciativa pública siguen su marcha de



Foto: Forte

## Ventajas del Hormigón Arq.

Como señala ANfhARQ en su manual 'Fachadas de hormigón arquitectónico', "toda edificación necesita una piel que la proteja y le aporte identidad y diferenciación frente a las demás. Las fachadas de hormigón arquitectónico (FHArq) ofrecen la solución a estas necesidades, además de reunir excelentes cualidades estéticas. Las FHArq se conforman con paneles prefabricados de hormigón, destacando por la libertad que ofrecen al proyectista gracias a la adaptabilidad de formas y tamaños, así como por reunir toda una serie de ventajas y cualidades". Éstas serían dichas prestaciones, extensibles al conjunto de los elementos de cerramiento a partir de PH:

- Durabilidad.
- Variedad en los acabados.
- Rapidez de ejecución.
- Flexibilidad en el diseño.
- Sostenibilidad de la solución.
- Resistencia al fuego.
- Aislamiento acústico.
- Inexistencia de escombros.
- Reducción de oficinas.
- Seguridad en obra.
- Eliminación de andamios.
- Mantenimiento reducido.

En el futuro, el sector residencial supondrá un campo fundamental en el desarrollo de los prefabricados de hormigón, que cada vez aparecen más en las fachadas de viviendas

manera más o menos regular", asevera Juan Carlos González, responsable del Departamento Arquitectónico de Prainsa. Asimismo, Sarasa explica que "la situación actual del sector de la construcción en general está condicionando la del PH en particular". Del mismo modo, el responsable de Lurgain apunta que "el sector del PH se ha visto totalmente afectado por la actual situación de crisis del sector de la construcción, por lo que presumiblemente se recuperará con un ritmo similar al resto del sector".

Además, el representante de Artepref precisa que "el mercado se ha contraído principalmente en cuanto a promoción industrial, como 'naves nido' en polígonos, y eso afecta bastante a las

## Acabados y terminaciones

Siguiendo las explicaciones de la guía 'Fachadas de hormigón arquitectónico' de ANfhARQ, éstos son los acabados superficiales de este tipo de fachadas:

**Liso.** Acabado que presenta la superficie directamente de molde.

**Texturizado.** Acabado de los paneles mediante el empleo de moldes con el negativo de las texturas a obtener. Se recomienda la elección de relieves o acabados que eviten la formación de depósitos de suciedad.

**Chorro de arena.** Con este tratamiento se obtiene un acabado de la fachada en la que se puede apreciar desde el árido fino hasta llegar a verse el árido grueso, en función del grado de intensidad del tratamiento mecánico, consistente en la proyección de arena a presión sobre la cara vista del panel.

**Árido en relieve.** Acabado de árido visto, que va desde unas décimas de milímetro hasta varios milímetros, mediante el empleo de un papel o imprimaciones que retardan el fraguado del hormigón, eliminándose al desencofrar esta parte de la lechada con agua a presión.

**Lavado con ácido.** Se consigue mediante la aplicación de un ácido diluido u otros productos.

**Pulido.** Con este tratamiento mecánico se obtienen unos paneles con un aspecto totalmente liso.

empresa de prefabricados. El empresario de cualquier sector no se arriesga a invertir en ampliar sus instalaciones, por lo que ha decrecido también la realización de nave industrial general".

### Mirar al futuro

De poco sirve mirar hacia atrás y lamentarse, por lo que todo el trabajo debe centrarse en lo que viene por delante. Según opina el responsable de Preinco, "se empieza a notar cierto atisbo de movimiento en el sector y parece que comenzamos a tener un poco más de confianza en nuestra economía y que, por lo tanto, se empiezan a realizar más proyectos que hasta ahora estaban

aparcados, aunque sea de forma muy leve. Las expectativas a medio y largo plazo son de cierta recuperación de forma muy lenta hasta encontrar el equilibrio y, por supuesto, sin llegar a cuotas como las de años anteriores". Y el Director Comercial de Pacadar desvela que "en la actualidad, nuestros esfuerzos se centran en consolidar los nichos de mercado tradicionales y en la búsqueda de nuevos mercados, que puedan emplear nuestros productos. Por ello, y por la actual ralentización del mercado de la construcción en España, somos moderadamente optimistas, esperando que se vuelva a la senda del crecimiento a partir del último trimestre del año 2010". Por su parte, el representante



Foto: Prefabricados Castelo



El Palácio de Congresos y Exposiciones de Oviedo del arquitecto Santiago Calatrava, es un ejemplo claro de cómo los productos de valor añadido de Lafarge, cumplen con los requisitos más innovadores y exigentes. Hormigones autocompactantes **Agilia™** y de la gama **Ultra Series™**, Alta Resistencia, Pesado, Ligero, y Fibra de Acero, forman parte de esta excepcional obra de arte.

**LAFARGE ÁRIDOS Y HORMIGONES, S.A.U.** Calle Orense, 70 - 28020 Madrid (España)  
Tel.: 91 376 98 00 - Fax: 91 376 97 98 80



damos vida a los materiales

## Evitar los errores

Como explica Juan José Serrando (Preinco), “al ser el diseño y la fabricación de PH procesos muy controlados por tratarse de elementos industrializados, son mínimos los errores que pueden surgir en cuanto a la fabricación”. Sin embargo, para que no surjan problemas posteriores, conviene prestar atención a ciertos aspectos para no incurrir en determinados errores:

**Diferencias entre plano y obra.** “Los errores habituales suelen ser consecuencia de diferencias de geometría entre planos y obra real ejecutada. El prefabricado tiene un proceso previo de fabricación y al llegar a obra, si el forjado –por poner un ejemplo– está a una cota diferente a la previamente indicada y la pieza no vale, probablemente otras muchas no valdrán y todas las ventajas del prefabricado referentes a plazos de entrega y rapidez de montaje se verán mermadas”, explica Nuria Sarasa (Norten). “Es importante que contratista y prefabricador sean rigurosos con la geometría y con la documentación sobre la que se trabaja, porque de ello depende gran parte del éxito de la obra”, añade.

**Minucioso estudio previo.** Fran Bautista (Forte) señala que “el PH, como técnica de construcción industrializada, evita cometer errores en obra. Para obtener la solución más eficaz, todos los elementos, las fases y los procesos de montaje deben ser previamente estudiados y analizados”.

**Atención al diseño.** Isidro García del Barrio (Pacadar) hace hincapié en que “se debe evitar el diseño de piezas que dificulten la industrialización de la producción”.

**Valores de carga.** El representante de Pacadar reseña que “se deben evitar los errores estructurales como consecuencia de la utilización de los valores inadecuados de carga”.

**Conocimiento total de la obra.** “Hay que contar con un conocimiento exacto de la realidad de la obra donde se vaya a colocar el prefabricado –accesos, distribución de tajos, movimientos interiores, etc.– para no incurrir en errores de diseño de piezas”, apunta García del Barrio.

**Planificación exhaustiva.** El Director Comercial de Pacadar afirma que “es necesaria una planificación exhaustiva de todos los procesos para evitar imprevistos, no sólo de fabricación, sino también de transporte y montaje”.

**Esmero en la estructura para paneles.** “Dónde más errores pueden aparecer es en la instalación de los paneles en la obra, ya que normalmente hay que forrar una estructura hecha ‘in situ’ que puede acumular una serie de errores incontrolables en cuanto a desplomes y descuadros de dimensiones. Para evitar problemas, hay que prever a la hora de la fabricación y montaje de los elementos”, anota Serrando.

Foto: Preinco

## Aspectos Medioambientales

Tal y como señala ANDECE en su guía ‘Prefabricados de hormigón. Las 100 mejores razones para utilizarlo. Siempre’, los aspectos medioambientales son un argumento más a su favor.

Así, la asociación recalca que se trata de un producto elaborado a partir de materias primas nacionales, y que se destina para la fabricación de productos de consumo local, lo que hace innecesario el transporte a largas distancias, con lo que ello conlleva de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Además, en su producción pueden reutilizarse residuos industriales, como la escoria de incineración o cenizas volantes de centrales eléctricas y altos hornos. Asimismo, el cemento, la lechada y el agua que se utilizan en la fabricación de PH se pueden reciclar. Y también se pueden reutilizar o reciclar los elementos, bien sea porque una instalación salga mal, la estructura llegue al final de su vida o deba ser demolida. Los prefabricados pueden ser reutilizados en otra obra y los escombros pueden triturarse y volverse a emplear.

Y desde el punto de vista energético, la inercia térmica del hormigón ayuda a mitigar los cambios de temperatura dentro del edificio, con lo que limita el uso de calefacción y aire acondicionado.

Por otro lado, gracias al proceso de fotocatalisis, el hormigón puede reducir las emisiones de gases nocivos a la atmósfera. Gracias a la incorporación de novedosos materiales en el recubrimiento de las superficies de los elementos de PH, se consigue atrapar las partículas de CO<sub>2</sub> y sulfuro, liberándolas a la atmósfera con el agua de la lluvia, cuando su efecto nocivo ya se ha neutralizado.



de Selfhor señala que “las expectativas a medio/largo plazo es que remonte la situación y se establezca el mercado, aunque creo que hasta 2011 no se estabilizará el sector”. En esto coincide con Esplugas, quien reconoce que “la situación a corto plazo es difícil de predecir, dado que estamos inmersos en esta crisis inmobiliario-financiera, pero para un futuro quedan campos donde el prefabricado tendrá mucho que decir, como el sector residencial, donde se espera una gran evolución”.

Y es que, para que el sector crezca, es muy importante que aumente su peso en el ámbito residencial, donde queda aún mucho camino por delante. “En el sector residencial, la penetración del PH es muy pequeña, por lo que una línea de investigación que en la actualidad estamos desarrollando es precisamente dar soluciones prefabricadas a problemas que hasta ahora únicamente se resolvían con la construcción tradicional. Por ello, pensamos que ésa es una de las mayores vías de crecimiento de nuestro negocio en el futuro”, anota García del Barrio. Igualmente, Serrano considera que “en el ámbito residencial es donde mayor recorrido se puede permitir el PH en el medio y largo plazo, además de intentar incrementar su penetración en segmentos aún poco aprovechados,

## Normativa

La fabricación y uso del PH y las fachadas de hormigón arquitectónico queda regulado por varios textos legales, entre los que podemos citar los siguientes:

**Código Técnico de la Edificación (CTE).**

**PNE-EN 14992.** Productos prefabricados de hormigón. Elementos de muro.

**UNE-EN 13369.** Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón.

**EHE-08.** Recomendaciones para la protección adicional contra el fuego de elementos estructurales.

**EHE-08.** Durabilidad.

Recomendaciones para el proyecto ejecución y montaje de elementos prefabricados, de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE).

## El rol de las asociaciones

En el desarrollo del PH en los últimos años tiene mucho que ver el papel desempeñado por las asociaciones sectoriales, que han mostrado una gran actividad.

### ANDECE

La Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón (ANDECE) representa a los fabricantes de elementos de PH. Esta asociación ya tiene 45 años de historia, y entre sus iniciativas podemos citar desde la edición de boletines de diversa periodicidad con las noticias del sector, hasta organización de jornadas formativo-empresariales y la participación en ferias y congresos nacionales e internacionales. Asimismo, cabe destacar que el pasado año editó la guía ‘Prefabricados de hormigón. Las 100 mejores razones para utilizarlo. Siempre’, en la que se exponen las cualidades de este sistemas constructivo. [www.andece.net](http://www.andece.net)

### Normabloc

En el seno de ANDECE nos encontramos con la Asociación Nacional de Fabricantes de Bloques y Mampostería de Hormigón (Normabloc). Surgió en 2002 y su objetivo es la promoción tecnológica y comercial del bloque prefabricado y mampostería de hormigón, prestando especial atención al desarrollo normativo y la elaboración de publicaciones técnicas y comerciales. Entre sus actuaciones encontramos la convocatoria del ‘Premio Nacional de Arquitectura con Bloques 2008’ (próxima convocatoria en 2010), la edición del boletín electrónico ‘Normabloc Actualidad’ con las novedades y productos de sus asociados, la publicación electrónica de obras como ‘Diseños y Arquitectura con bloques de hormigón’ y la elaboración de publicaciones técnicas, como el ‘Manual técnico Normabloc’ o el ‘Código de buena práctica para la ejecución de fábricas con bloques y mampostería de hormigón’. [www.normabloc.org](http://www.normabloc.org)

### ANfhARQ

También dentro de ANDECE se encuentra la Asociación Nacional de Fabricantes de Fachadas de Hormigón Arquitectónico (ANfhARQ). Esta asociación tiene un gran contacto con el mundo académico, fruto del cual ha surgido la convocatoria de unos premios para estudiantes de arquitectura que utilicen en su proyecto de final de carrera fachadas de hormigón arquitectónico. Además, la asociación ha editado el manual ‘Fachadas de hormigón arquitectónico’, una obra de referencia acerca de este elemento constructivo, sus propiedades y su fabricación, puesta en obra, mantenimiento y normativa. Además, incluye numerosas fotografías de realizaciones llevadas a cabo con estas soluciones. [www.panelarquitectonico.org](http://www.panelarquitectonico.org)

como los centros comerciales y de ocio, recintos feriales, parques empresariales y rehabilitaciones”. Y el Director Comercial de Preinco hace hincapié en que “el sector residencial es un mercado ascendente, en cuanto a la utilización de fachadas y sistemas prefabricados por las ventajas que aporta, por lo que creo que aún hay recorrido en cuanto a la utilización de nuestros sistemas”.

De igual manera, el responsable de Marketing de Forte comenta que “a medio y largo plazo, es seguro que el PH irá ganando cuota de mercado y mejorando su aplicación en todos los sectores. En estos momentos de crisis de la construcción, en los que se habla de una ‘reconversión’ del sector hacia modelos más rentables, seguros y respetuosos con el medio ambiente, el PH está llamado a jugar un papel importante, convirtiendo la construcción industrializada en el

futuro del sector. Existe todavía una corriente muy importante que apuesta por el uso de hormigón ‘in situ’, pero el PH es la respuesta a la necesidad de incrementar los rendimientos y el control de los costes, así como la implantación de criterios ambientales y de seguridad. El recorrido que le queda al PH es muy largo, y está en manos de los profesionales y empresas del sector aprovechar las ventajas que esta tecnología constructiva aporta”. Asimismo, desde Prefabricados Castelo se afirma que “las expectativas a medio y largo plazo son muy buenas. La construcción del futuro será una construcción donde las características como ahorro energético, edificios modulares y reciclaje, entre otros, serán básicos en la elección de sistemas constructivos. Y en el sector residencial queda un gran recorrido, pues las soluciones tradicionales todavía suponen más del 50% del mercado”.

# Economía, instalación y durabilidad en redes de saneamiento y drenaje

La prescripción implica la maximización de la satisfacción del usuario final: la obtención de la relación óptima entre las prestaciones que le ofrece un producto, sujetas a las necesidades y requisitos establecidos, y el precio que se paga por él. El feedback que se ha obtenido desde ANCEDE indica, sin embargo, que en numerosas ocasiones, cuando se realiza un juicio de valor sobre el coste asociado a un sistema de saneamiento o drenaje, no se tiene en cuenta más que una de las variables de la ecuación: el precio del tubo. Parece que, con frecuencia, se obvia la repercusión de otros costes directamente ligados a la elección de un tubo u otro, lo que puede suponer un grave error.

Los recursos puestos a disposición de la búsqueda de la solución óptima son valiosos y no deben derrocharse. Se hace necesario llegar a un equilibrio: todas las opciones disponibles deben ser analizadas a nivel preliminar. Sin demasiada profundidad, pero con la suficiente para realizar una discriminación objetiva.

Cada material lleva asociados distintos requisitos de instalación y tiene una durabilidad diferente. No es el coste lineal de los diferentes tubos que se barajan como alternativa lo que importa, sino el coste que del proyecto, que para los distintos sistemas tendrá una evolución diferente.

En el caso de los sistemas de saneamiento y drenaje, el coste final depende básicamente de tres factores: el coste del conducto, el coste de su instalación y el tiempo que la solución escogida se mantendrá en las condiciones adecuadas de servicio.

El coste de un sistema de saneamiento o drenaje depende básicamente del diámetro que sea necesario instalar en un proyecto concreto, del material utilizado y del método de fabricación. El matiz principal radica en que **cada material lleva asociados distintos requisitos de instalación y tiene una durabilidad diferente.**

Para cualquier tipo de tubo, lógicamente, el coste por metro lineal aumenta al incrementarse el diámetro, pero es importante destacar que este incremento es menor para los tubos de hormigón que para los tubos flexibles. En cualquier caso, en realidad **no es el coste lineal de los diferentes tubos que se barajan como alternativa lo que importa, sino el coste que del proyecto, que para los distintos sistemas tendrá una evolución diferente.**

Un factor clave con el que es recomendable contar es la **flexibilidad de diseño.** La flexibilidad de diseño de los tubos de hormigón es muy superior y puede suponer un importante ahorro en los costes del proyecto si se le saca partido.

La instalación es clave y no debe pasarse por alto. Según la Norma Europea para tubos de plástico en sistemas de saneamiento y drenaje (UNE-EN 13476), para conseguir una buena compactación, el material envolvente (desde la cama del tubo hasta al menos 15 cm por encima de su plano de clave) debe ser material granular y debe compactarse hasta alcanzar una densidad Proctor normal de al menos el 94%, con tongadas de, como máximo, 30 cm. Si se recurre a las recomendaciones de la propia asociación española de fabricantes de tuberías de plástico (ASETUB) se observará que el proceso planteado es aún más exigente: material envolvente de una granulometría máxima de 20 mm, compactado en tongadas sucesivas de 10 cm hasta una altura de 30 cm por encima del plano de clave del tubo. La compactación que, según ASETUB, es necesario que el terreno alcance, es como mínimo de un 95% de la densidad Proctor normal. La compactación es especialmente importante en la zona lateral y de riñones, por lo que es de suma importancia que la zanja tenga un ancho suficiente como para que la compactación se pueda llevar a cabo correctamente, lo que implica más metros cúbicos de material seleccionado. Además, no se recomienda el uso de medios mecánicos de compactación (uso de una rana o bandeja vibrante) hasta que el relleno haya sobrepasado en 15 cm el plano de clave del tubo<sup>(1)</sup>.

Los costes asociados, tanto al material de aportación descrito anteriormente como a la mano de obra necesaria para cumplir con los requisitos establecidos, son muy altos. Además, un material de las características citadas (granulometría menor a 20 mm) no suele encontrarse, por lo general, en las inmediaciones de la obra, con lo que los costes de transporte pueden aumentar también.

Un tubo de hormigón es una estructura en sí mismo. El panorama de la instalación de estos tubos es, por tanto, bien diferente: existen varias posibilidades de

Tal como indica la propia Asociación Europea de Fabricantes de Tuberías de Plástico (TEPFA) la instalación tiene, en el caso de los tubos de plástico, una responsabilidad de cómo mínimo un 80% sobre la respuesta estructural... Los costes asociados tanto al material de aportación descrito anteriormente como a la mano de obra necesaria para cumplir con los requisitos establecidos son muy altos.

instalación, desde el apoyo directo, que pone absolutamente toda la responsabilidad resistente en el tubo, hasta el apoyo en hormigón. Es cierto que algunas de las instalaciones clásicas de Spangler exigen también la utilización de material granular. En este caso, sin embargo, el material granular se utiliza tan sólo para garantizar un correcto contacto tubería-terreno, no presentando ningún requisito de granulometría máxima. En la actualidad, se está tramitando la inclusión de las "instalaciones estándar" de Heger<sup>(2)</sup> en la Norma UNE 127916. Estas instalaciones permiten el uso de cualquier tipo de terreno en los sistemas constituidos por tubos de hormigón. Esto significa que, si para una instalación realizada con tubos de hormigón se usan las Instalaciones Estándar, para obtener un determinado factor de apoyo es necesario conseguir una densidad Proctor normal distinta en función del tipo de terreno utilizado.

Los tubos de hormigón también permiten jugar con las distintas clases resistentes disponibles (4 clases -60, 90, 135 y 180- para la clasificación tipo E y 5 -I, II, III, IV y V- para la tipo A). Utilizar un tubo más robusto implica una necesidad de compactación menor. De esta manera se puede optar por invertir más en el tubo, producto prefabricado de gran calidad y propiedades contrastadas y garantizadas y menos en la instalación, realizada in-situ con un bajo nivel de control. En este sentido, las "instalaciones estándar" ofrecen una flexibilidad considerablemente mayor que las clásicas.

En todo el mundo se está dando una clara tendencia a la realización de estudios de costes basados en un estudio de ciclo de vida para las infraestructuras de obra civil.

Debe también considerarse que, tal como indica la propia Asociación Europea de Fabricantes de Tuberías de Plástico (TEPFA) la instalación tiene, en el caso de los tubos de plástico, una responsabilidad de cómo mínimo un 80% sobre la respuesta estructural. Dado que los Factores de Apoyo establecidos para los diferentes tipos de instalación de tubos de hormigón son conservadores, la situación es inversa en el caso de éstos: hasta el 90% de la responsabilidad estructural recae en el propio tubo y la repercusión de una desviación en la densidad Proctor normal del terreno es mucho menor.

El último concepto clave relacionado tanto con los costes como con la instalación es la durabilidad. En condiciones normales un tubo de hormigón tiene una vida útil de entre 70 y 100 años. Las redes de saneamiento y drenaje ejecutadas con

tuberías de plástico se diseñan típicamente para alcanzar una vida útil máxima de unos 50 años. Esto se debe a la pérdida de propiedades mecánicas que sufren los materiales plásticos una vez están sometidos a tensiones mecánicas (fluencia). A este hecho hay que añadir que, si la compactación del terreno no ha sido la adecuada, la vida útil de un sistema flexible se verá aún más mermada, ya que se alcanzarán deformaciones superiores a las admisibles mucho antes de que se cumplan los 50 años (la pérdida de rigidez debida al fenómeno de fluencia es exponencial respecto al tiempo: la caída en la rigidez del material se produce principalmente en los primeros años).

La vida útil del sistema es clave por su influencia en los factores medioambientales, sociales y económicos relacionados directa o indirectamente con el sistema de saneamiento y drenaje. En todo el mundo se está dando una clara tendencia a la realización de estudios de costes basados en un estudio de ciclo de vida para las infraestructuras de obra civil. De esta manera se garantiza que el sistema escogido es el más sostenible, no sólo desde el punto de vista medioambiental, sino también, y sobre todo, desde el punto de vista económico.

Por lo tanto, incluso en los casos en los que, para diámetros medianos y pequeños, el coste por metro lineal de un tubo de hormigón resulte mayor que el de otro tipo de tubo, considerando los costes asociados a la instalación, utilizando el tipo de instalación que resulte óptimo para el tubo de hormigón y teniendo en cuenta su superior durabilidad, es muy probable que el sistema ejecutado con tubos de hormigón resulte más favorable desde el punto de vista económico.



<sup>(1)</sup>Todas estas recomendaciones pueden encontrarse en el manual técnico para tuberías de PVC de ASETUB.

<sup>(2)</sup>Más información en el apartado de información técnica de la página web del Grupo Nacional de Tuberías y Canalizaciones de ANCEDE "www.ancece.org/canalizaciones"