

PROPUESTA DE PERFECCIONAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS SUMINISTROS DE HORMIGÓN PREFABRICADOS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROVINCIA DE MATANZAS.

M. Sc. Lic. Odalys Cabrera de Armas¹, M. Sc. Ing. Manuel Pedroso Martínez¹, Ing. Stephany Arrizabalaga Díaz ²

1. Universidad de Matanzas, odalys.cabrera@umcc.cu

2. Ministerio de la Construcción MICONS

Resumen

Dada la necesidad que tiene el país de incrementar el fondo habitacional. Es interés de la Empresa de Construcción y Montaje de Matanzas lograr la mayor calidad posible en las viviendas que se entregan, por tal motivo el objetivo de la presente investigación está dado en proponer un procedimiento que contribuya a garantizar los suministros de hormigón prefabricado que provee la provincia de Matanzas, con el propósito de elevar la gestión de calidad de los mismos. El trabajo muestra un diagnóstico de la situación actual de los suministros de hormigón prefabricado y un análisis de los resultados obtenidos en el diagnóstico realizado. El resultado de esta investigación proporcionará datos fiables y recomendaciones a los directivos de la EMCONS Matanzas para futuras investigaciones sobre el tema y tener un panorama general de lo que sucede con los suministros en la provincia.

Palabras claves: *calidad; procedimiento; gestión de calidad; hormigón prefabricado; suministros*

Introducción

La construcción con elementos prefabricados de hormigón ha evolucionado técnicamente al sofisticar progresivamente los medios de fabricación o los avances tecnológicos de los materiales, pero sobre todo conceptualmente, experimentando fuertes cambios de explotación y uso, siguiendo el camino trazado por la evolución de las necesidades sociales, las crisis económicas y la percepción del mercado.

En la actualidad, los elementos de hormigón prefabricado son una herramienta de construcción necesaria que se está utilizando de forma masiva en otros países. Muchos de los países más desarrollados utilizan esta técnica puesto que los plazos contractuales para la entrega exigen soluciones más eficaces en construcción, que dé cumplimiento a los cronogramas propuestos y es aquí donde la prefabricación aporta ese salto hacia la modernidad, el desarrollo y la eficacia, con mejores opciones de suplir las necesidades actuales en la construcción y lograr una mayor calidad.

Existen otros países, donde todavía el sistema constructivo que prevalece por encima de los demás, es el tradicional, pero que con el tiempo se cree que debido a la demanda constructiva, continúe el avance del sistema prefabricado.

La prefabricación es un método avanzado y actual de construcción que posibilita el desarrollo y la simplificación de la construcción, facilitando la introducción de nuevos métodos tecnológicos y permitiendo un ahorro considerable de mano de obra, horas de trabajo y madera (Daluz, 2019)

Como su nombre lo dice, es el concreto con todos sus constituyentes (mezcla de cemento, agua, sus agregados y aditivos) que es fundido y curado en una forma específica. El elemento de concreto es colocado en una formaleta típicamente de madera o metal, el cual es curado antes de ser separado de la misma y generalmente al siguiente día. Luego los componentes son transportados al sitio en el que prestarán servicio. (Carreño, 2015.)

Hijo biológico de la ingeniería, el hormigón prefabricado ha sido adoptado por la arquitectura y la construcción. Su irrupción supuso una revolución que marcó el inicio del desarrollo de la red de carreteras, seña de identidad del primer mundo, y resolvió las limitaciones que hasta el momento suponía acometer obras de ingeniería civil de envergadura; el ladrillo del ingeniero, lo llaman (Carreño, 2015.)

En Cuba, la prefabricación se abre camino debido a la gran demanda de viviendas y edificaciones de carácter social que existe, puesto que se hace latente la necesidad de construir en el menor tiempo posible, reduciendo los costos de ejecución.

En el caso específico de la provincia de Matanzas, debido al crecimiento poblacional en algunas localidades, se ha incrementado la demanda de viviendas, lo que conlleva a la utilización del hormigón prefabricado por las ventajas que este ofrece. Pero la calidad de

cada elemento es una necesidad imperante para lograr los requerimientos de proyecto, así como una mayor seguridad estructural y acabado.

En algunas ocasiones la construcción de viviendas se ha visto afectada por la calidad de los elementos prefabricados que se reciben en obra, lo que ha llevado a que disminuya la calidad del proyecto final, o que en otros casos para que sea mejor el resultado, se haga necesario solicitar estos suministros a otras provincias que ofrezcan una mejor calidad de acabado, lo que aumenta consigo el costo de transporte.

Se define como objetivo general de la investigación: proponer un procedimiento que contribuya a perfeccionar la gestión de la calidad de los suministros de los elementos prefabricados para garantizar mayor calidad en la obra de construcción de viviendas Naranjal Norte de la provincia de Matanzas. Para lograr el objetivo general se plantean objetivos específicos: determinar los fundamentos teóricos sobre la gestión de la calidad de los suministros de hormigón prefabricado entregados en la obra, diagnosticar la situación que presenta la gestión de la calidad de los suministros de hormigón prefabricado entregados en la obra y proponer un procedimiento que permita perfeccionar la gestión de la calidad de los suministros en la obra.

Desarrollo

La evolución del hormigón prefabricado ha sido progresiva. Desde los comienzos en que este método apareció como una forma de acortar los plazos de obra, produciendo solo algunos elementos aislados para ser colocadas luego, hasta la actualidad en que la obra está hecha completamente de forma prefabricada. Éste método ha permitido una entrega más acelerada de viviendas en casos de guerras, desastres naturales, y otros eventos, por lo que se ha ido incorporando a la cabeza en las construcciones de muchas partes del mundo por sus ventajas.

En la actualidad, se ha encontrado que la prefabricación continúa siendo un fenómeno de alcance mundial, ésta se ha convertido en una herramienta de construcción necesaria, la cual se está utilizando de forma masiva en países de Europa y en Estados Unidos. La mayoría de los países desarrollados confían en esta metodología por ser de gran eficiencia y presentar una mayor reducción de los plazos de construcción, mano de obra y maquinaria.

Si bien es cierto que cada país tiene su particular forma de utilizar el hormigón prefabricado según sus necesidades en relación a su cultura y ubicación geográfica, se cree que a nivel mundial es necesario complementar el método de construcción tradicional con este sistema; sobre todo en países de América Latina como Chile, Colombia, Uruguay, entre otros, donde todavía el método tradicional, sigue rigiendo como método de construcción.

El hormigón prefabricado presenta notables ventajas y desventajas para su uso en las construcciones estas son:

Ventajas:

- **Calidad de los materiales:** El empleo de maquinarias de producción permite una buena calidad probada y constante de los materiales que son determinados, dosificados y controlados. Los procedimientos dan como resultado materiales de mayor resistencia ajustando los métodos constructivos
- **Reducción en los plazos de ejecución:** Esta tecnología permite disminuir los plazos de ejecución ya que se eliminan los tiempos en blanco entre las distintas tareas de obra. Todos los trabajos responden a una metodología de trabajo elaborada en orden concatenado. Agilización del ritmo de obra por la producción de elementos en serie
- **Reducción de equipos de obra:** Se prescinde de los encofrados y de los sistemas de andamios
- **Secciones con mayor resistencia:** La utilización repetitiva de los moldes amortiza el coste inicial de los mismos y permite obtener secciones de mayor resistencia estructural
- **Mano de obra especializada:** Tanto el moldeo como el montaje son trabajos específicos que requieren de personal previamente capacitado
- **Economía:** Estas construcciones permiten mejorar los tiempos de obra con una reducción de gastos fijos, control eficiente de la relación horas/hombre

Desventajas:

- **Aspecto estructural:** Inconvenientes que derivan de la escasa o nula rigidez frente a los esfuerzos horizontales (presión del viento) por los problemas en la resolución de las uniones, punto débil de estas estructuras.
- **Manipulación y transporte:** Los elementos sufren estados de carga transitorios en su transporte y colocación, izado y ajustes, que pueden afectar la resistencia estructural de la pieza. Deben ser respetados los gálibos de transporte en las carreteras, siendo esta otra variable a tener en cuenta al armar las piezas premoldeadas. El acopio, manipulación y forma de transporte puede afectar a las piezas si estas operaciones no son efectuadas por personal capacitado.
- **Aspecto económico-financiero:** Estas requieren de una inversión inicial muy importante para poner en marcha el sistema de producción, pero es justificada en obras grandes con plazos de ejecución reducidos
- **Sobre el montaje:** Debe disponerse de equipos pesados para el montaje de elementos estructurales y tener el espacio suficiente para maniobrar con esta maquinaria

- Sobre la fabricación: Debido a que este sistema debe enfrentarse a problemas a resolver durante los tiempos de fabricación y montaje, esto requiere de la ingeniería de proyecto de todas las instalaciones previas al comienzo de la obra. Es fundamental la coordinación de tareas para las instalaciones a fin de evitar trabajos posteriores. Un error en la resolución de estos conflictos puede llevar al fracaso de la obra (uniones, tiempos, costes, resistencia estructural, etc.).

Gestión de la calidad

En un país el desarrollo industrial, económico y social depende principalmente de sus altos niveles de calidad y productividad, así como de un crecimiento constante en estos aspectos, por lo que se ha vuelto de suma importancia encontrar y seguir una estrategia adecuada para lograrlo.

Según (Nebrera, 2019) un producto de calidad es aquel que satisface las expectativas del cliente a menor coste."

De acuerdo con (Arias, 2012) sugirió que la calidad puede tener cinco diferentes significados o definiciones:

- ☐ Trascendental: Calidad como sinónimo de superioridad o excelencia. Es un significado utilizado a menudo por los consumidores. La calidad sería reconocible, pero no definible de forma precisa, debido a que los estándares de excelencia pueden variar entre las personas y en el tiempo
- ☐ Basada en el producto: La calidad viene definida por la cantidad en la que un atributo deseable está presente en un producto o servicio
- ☐ Basada en el usuario: La calidad viene determinada por lo que el consumidor desea. En este contexto la calidad se define como "lo que mejor se ajusta al uso que se pretende dar con el producto o servicio"
- ☐ Basado en el valor: La calidad como relación entre la utilidad o satisfacción con el producto o servicio y su precio
- ☐ Basado en la producción: La calidad se define como conformidad a las especificaciones determinadas para la manufactura o realización de un producto o servicio

Basado en lo planteado anteriormente la autora, expresa que la calidad está definida por el aspecto fundamental que debe presentar el producto para la aceptación del cliente. Puede estar basada en la satisfacción que brinda el producto en conformidad con su terminación y su entrega en la obra con las ventajas que ofrece el mismo, así como con el tiempo que fue elaborado.

Principales dificultades encontradas en los suministros de hormigón prefabricado entregados en obra

En un recorrido realizado por la obra, las principales dificultades encontradas tienen que ver con el empotramiento eléctrico, los vanos de las puertas, el acero expuesto en las vigas escalera y los contramarcos de ventanas y puertas. Mientras tanto la terminación de superficie es aceptable, pues existe un certificado de calidad que da prueba de que la misma se encuentra entre los parámetros de la norma, lo que la dispone como aceptable.

En el caso del empotramiento eléctrico, se aprecian dificultades en las tuberías para el cableado del apartamento. En algunos casos, existen pequeños tramos de tubería que llegan obstruidas por la mezcla, producto al equipo de vibración utilizado en la planta, lo que conlleva a tener que romper parte de la superficie para reparar el daño y que siga siendo utilizable el panel. En otros casos, la posición de las tuberías en la sección transversal del panel, no se corresponde con la establecida, por lo que las cajas eléctricas también quedan desfasadas y no superficiales.

En el caso de los contramarcos de puertas y ventanas, se puede apreciar problemas en la terminación de la superficie. Se encontró falta en el relleno de las superficies y en algunas partes, acero expuesto. Esto también ocurre con las vigas escaleras y otras partes de los paneles. Aunque la terminación de la superficie es aceptable, se aprecian estos detalles que disminuyen la estética y también pueden causar daño estructural.

Consecuencias que acarrearán a la obra las dificultades encontradas en los suministros

Hasta el momento actual, la consecuencia más grave a la que se tuvo que enfrentar la obra, tuvo que ver con uno de los edificios anteriores. Uno de los paneles, producto del transporte, el izaje, o el almacenamiento (no se ha podido precisar el origen), se encontraba agrietado cuando se colocó en su posición. Al someterlo al peso de otros elementos, la grieta se hizo más profunda y afectaba a la estructura, por lo que tuvo que ser removida y reparar todo el daño estructural causado.

La obstrucción en el empotramiento eléctrico dificulta el paso del cableado a través de los paneles. En este caso, fue necesario romper el panel, para de alguna manera reemplazar los tramos de tuberías obstruidas por el hormigón. Esto conlleva a retrasos en los plazos de ejecución, a la utilización de más material del requerido previamente, así como mano de obra.

Las cajas eléctricas desfasadas por errores en la colocación de las tuberías de cableado, dificulta luego la colocación de los interruptores o tomacorrientes, según sea el caso, y de esta forma afecta también a la estética de la superficie. En el momento del recorrido, no se había acordado la decisión a tomar con respecto a la subsanación del problema.

En el caso del acero expuesto en los contramarcos de puertas y ventanas, si son colocados sin ser debidamente tratados, pueden causar corrosión del acero por la exposición al oxígeno, afectar el soporte de las cargas de la estructura, así como crear otras dificultades con el recubrimiento de las superficies del panel. Estos paneles en los que se encuentra el acero expuesto, son rechazados por la obra y se encuentran almacenados a la espera de ser repuestos por la empresa, en otros casos tuvieron que ser colocados dándole el tratamiento necesario a la superficie de acero, para luego recubrirlos, lo que conlleva a un mayor trabajo de terminación, extensión de plazos de obra y mayor utilización de materiales.

En cuanto a las dificultades con la terminación de superficies de algunos paneles podría causar daño estructural o solo disminuir la estética. En el caso de encontrarse problemas con la terminación, se analiza para conocer qué tipo de daño podría producir. Si son grietas que dañarían la estructura, los paneles son rechazados y almacenados para luego cambiarlos; si solo son problemas estéticos, se repara la superficie para poder ser utilizados.

Determinación de las dificultades en la empresa que provocan los problemas en los elementos prefabricados de hormigón suministrados en obra

En estas verificaciones a la obra se ha encontrado además, que en el asentamiento existen problemas con el almacenamiento de los elementos suministrados. Muchas veces almacenan los elementos en la dirección incorrecta, o sea, se almacenan las losas en posición vertical y los paneles en posición horizontal, contrario a la dirección de trabajo, puesto que debe hacerse al revés para no afectar luego estructuralmente cuando sean colocados en la edificación.

Se detecta, que por problemas de suministros, a veces se hace necesario que la obra reciba suministros de algunos elementos prefabricados que la misma empresa suministradora por contrato no ha podido enviar. Dicha petición se recibe de otra empresa suministradora y por tanto al realizar las verificaciones se encuentran elementos producidos en plantas diferentes. En estos casos los elementos tienden a no coincidir completamente en su elaboración y la edificación se convierte en una especie de "híbrido".

En la planta de prefabricados existen problemas además, de falsa escuadra. Es una crítica constante que se recibe. Esto sucede debido a que los contramarcos que son suministrados a la empresa son de madera y llegan a falsa escuadra, y no existe en la planta una carpintería para poder modificarlos. Para minimizar el problema, se intenta por parte de los técnicos, hacer los arreglos pertinentes a la hora de montar los moldes y vaciar el hormigón, pero continúa siendo un grave problema recurrente.

Se determina también que existe problema con el proyecto de uno de los paneles de fachada en el que queda expuesto el acero de la parte inferior. Esto se debe a que éste forma parte de una sección muy fina del panel, que al no ser tratada debidamente puede romperse parte del recubrimiento y exponerse el acero. Esto ya ha sido reclamado varias veces a la EMPAI para que se modifique en proyecto, pero no se ha recibido respuesta hasta el momento.

Existen además, problemas con los ganchos para el izaje de los elementos, que al proceder a realizar dicha operación, pueden ceder y romperse parte de la sección. Estos han sido rechazados por la obra por constituir problemas de terminación.

En el caso del resto de la maquinaria para la elaboración de elementos existentes en la empresa, no existen otros problemas que afecten a la producción. La mayoría ha sido reparada hace unos años, pero todavía se encuentra en buenas condiciones para el funcionamiento.

La empresa en estos momentos solo posee problemas graves con el suministro de materias primas procedentes de las canteras para la elaboración de los elementos prefabricados requeridos en la obra. Esto ha conllevado a un gran atraso en la producción de la misma y por tanto constituye también un atraso en el plazo de entrega de la obra a la que se le suministra.

Procedimiento para perfeccionar la gestión de la calidad de los suministros de hormigón prefabricado entregados en la obra.

Habiendo determinado anteriormente que existen dificultades en los suministros de hormigón prefabricado recibidos en la obra y que la empresa alega que no son propiamente un problema en la elaboración, se hace necesario entonces, (además de tener en cuenta las recomendaciones anteriormente expuestas) definir un procedimiento para perfeccionar la gestión de la calidad del suministro que incluya tres etapas fundamentales y las respectivas actividades que las mismas abarcan. Dicho procedimiento plantea la revisión minuciosa y detallada de cada una de las actividades para encontrar cual es el área problemática. Estas etapas son:

Etapas 1: Elaboración y almacenamiento en planta.

Etapas 2: Carga y transporte de los suministros hacia la obra.

Etapas 3: Recepción y almacenamiento en la obra.

Antes de proceder a la explicación de las actividades que se llevarán a cabo en cada etapa, es necesario plantear que cada una de las actividades independientemente de la etapa en que se encuentre, está interrelacionadas entre sí. Cualquier fallo en la certificación de la calidad de alguna de ellas conlleva a que fallen las que le siguen, pues el éxito de cada una es parte de este procedimiento de perfeccionamiento. También se aclara que en todo este proceso se incluye la participación de todas las personas que son parte del mismo, desde directivos y oficina de calidad, hasta transportistas, mano de obra, y demás. Todo ellos deben estar capacitados para la aplicación del procedimiento pues cada uno será partícipe de la evaluación de la calidad del trabajo.

Procedimiento para perfeccionar la gestión de la calidad de los suministros entregados en la obra.

Etapa 1: Elaboración y almacenamiento de los suministros en planta.

En esta etapa participa el personal correspondiente a la Empresa de Prefabricados, y se tienen en cuenta las actividades para la elaboración del acero de refuerzo, los trabajos previos al hormigonado y el durante y después del mismo.

Actividades:

Aquí se incluyen todas las actividades que se encuentran reflejadas en un Modelo para el Control de los Procesos Tecnológicos de Elementos Prefabricados de Hormigón Armado (R-05.12), utilizado en la empresa para determinar la calidad de las actividades realizadas antes, durante y después de la elaboración.

Etapa 2: Carga y transporte de los suministros hacia la obra.

En esta etapa trabajan en conjunto la empresa de prefabricados con el sistema de transporte para mejorar la calidad con que llega el suministro a la obra.

Actividades:

- ☒ Verificación del estado de los elementos (aspecto superficial, afectaciones en la forma, revisión de certificaciones de calidad correspondientes a la elaboración, conformidad con el pedido para que no existan errores o confusión de un elemento por otro)
- ☒ Carga manual o con maquinaria (izaje de los elementos de mayor peso, correcta manipulación por parte del personal, colocación en el medio de transporte)
- ☒ Aseguramiento de la carga (medidas de seguridad protocolares para la protección de los suministros contra las inclemencias del tiempo, caídas, movimientos bruscos y cualquier otro daño que puedan sufrir durante el transporte)
- ☒ Transportación (tiempo de traslado, chequeo de la seguridad de los elementos durante el trayecto).

Etapa 3: Recepción y almacenamiento en la obra.

Esta etapa ocurre cuando se reciben los suministros en la obra, se realizan las actividades por parte del personal de la obra de construcción conjuntamente con el personal del sistema de transporte.

Actividades:

- ☒ Revisión de la documentación (certificaciones de calidad, facturación y otros)
- ☒ Descarga manual o con maquinaria (izaje, correcta manipulación por parte del personal)
- ☒ Verificación del estado de los elementos (aspecto superficial, conformidad con el pedido, y comparación de los elementos con los modelos presentados en las etapas anteriores para determinar problemas que no han sido definidos)
- ☒ Recepción de los elementos de acuerdo a la conformidad de la obra (tanto los que serán recibidos para su colocación, como los que serán almacenados para presentar la correspondiente reclamación de la calidad a la empresa)
- ☒ Almacenamiento adecuado (aseguramiento y protección de los elementos, correcta colocación de los elementos según la forma de trabajo, los verticales y los horizontales)

Este procedimiento propuesto permite la elaboración de modelos para una mejor revisión y evaluación de las actividades. En dichos modelos se evaluará la calidad con certificable (C) o no certificable (NC), incluye además la firma del encargado de la revisión y se plantearán las observaciones correspondientes a cada proceso. De esta forma permite ajustar los suministros a los requisitos del cliente para que todo el proceso responda a la satisfacción del consumidor.

Es de suma importancia aclarar además, que es necesario que cada actividad cumpla con las normas establecidas para poder ser certificadas. Es importante además, que el personal pase por un proceso de capacitación independientemente de la labor que realicen pues esto permite que todos participen del procedimiento y evaluación de cada una de las actividades.

Conclusiones

A partir de la revisión bibliográfica, se presentaron los fundamentos teóricos metodológicos relacionados con el tema objeto de estudio, lo que permitió a la autora establecer un concepto de gestión de la calidad y ampliar los conocimientos sobre diversos temas relacionados con el mismo. En la obra de construcción de viviendas existen dificultades con la calidad de los suministros de hormigón prefabricado recibidos, lo que conlleva a los problemas que existen con la calidad final de las viviendas entregadas. La empresa no plantea dificultades graves en la ejecución de los elementos que coincidan con las presentadas por la obra durante la investigación, y existen reclamaciones enviadas a los organismos superiores que no han sido respondidas, así como falta de recursos para continuar la elaboración de suministros para cumplir con los plazos de entrega de la obra. Para alcanzar los objetivos se dividió el proceso en tres etapas fundamentales siendo las mismas: Elaboración y almacenamiento en planta, Carga y transporte de los suministros hacia la obra y Recepción y almacenamiento en la obra, contando cada una con varias actividades que garantizan una mayor estabilidad en la gestión de la calidad del hormigón prefabricado. Tanto la Empresa de Prefabricados de Jovellanos como los organismos superiores pueden disponer de este procedimiento para determinar las áreas problemáticas en la gestión de la calidad de los suministros, pues este constituye una herramienta que permite facilitar el trabajo y la investigación de las dificultades que se presenten.

Referencias Bibliográficas

1. Arias, Ángela. 2012. La gestión de la calidad: conceptos básicos. <http://www.cmicvictoria.org/wp-content/uploads/2012/06/LA-GESTION-DE-LA-CALIDAD-CONCEPTOS-BASICOS.pdf>. [Online] 2012. [Cited: febrero 4, 2020.]
2. Carreño, Alejandro Daniel. 2015.. Estudio de la prefabricación en concreto reforzado y su influencia en la construcción de estructuras en Colombia. Bogotá D.C., Colombia. : Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito., 2015.
3. Daluz, Diego. 2019. Prefabricados de hormigón. [online], disponible en la internet en:/, acceso. <https://monicadaluz.com/2019/dossier-hormigon-prefabricado-el-sello-de-nuestro-mundo>. [Online] 2019. [Cited: Enero 22, 2020.]
4. Nebrera, Javier. 2019. Introducción a la calidad. Curso de calidad por internet. <https://www.buenastareas.com/ensayos/Introduccion-a-la-calidad/1421050.html>. [Online] 2019. [Cited: febrero 4, 2020.]