

Reducción del número de errores en los planos de construcción y aumento del rendimiento de producción en términos de calidad

Angel D. Alvarado Maysonet
Programa Graduado Gerencia de Ingeniería
Héctor J. Cruzado, PhD, PE
Departamento de Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental y Agrimensura
Universidad Politécnica de Puerto Rico

Resumen —El alto volumen de trabajo combinado con la pobre comunicación entre los miembros del equipo, resulta en un aumento en la cantidad de errores no corregidos, disminuyendo la calidad de los planos de construcción de la firma de arquitectura de este estudio. Con el propósito de reducir la cantidad de errores no corregidos y el tiempo de inactividad en los procesos de corrección, se añadieron dos procesos al ciclo de producción: la revisión conjunta y la revisión por pares. La revisión conjunta, reúne a todos los miembros del equipo para conocer y discutir los errores que se van a corregir. La revisión por pares audita los planos ya corregidos e identifica y corrige errores que pudieron pasar desapercibidos. Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que ambos procesos en conjunto hacen posible la mejoría de la calidad de los planos de construcción.

Términos Clave —revisión de pares; revisión conjunta; corrección en Bluebeam; control de calidad en planos

INTRODUCCIÓN

La calidad de los planos de construcción parece haber disminuido durante las últimas tres décadas. La confección de planos paso a ser de un proceso cuasi-artesanal realizado en papel y tinta, a un proceso mecánico gracias a la incursión de los programas de diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés). Esta mecanización en combinación a un personal con poca experiencia, y al alto volumen de trabajo, con fechas de entregas ideales, pero muchas veces irreales, han resultado en un incremento de errores en planos de construcción.

La firma X, dedicada a proveer servicios de arquitectura ha experimentado un crecimiento en su volumen de negocio, por lo que ha tenido que aumentar su platilla de empleados en al menos un

46% en los pasados tres años. Con el propósito de capacitar a estos empleados, la firma realiza entrenamientos semanales sobre distintos temas relacionados a la disciplina, incluyendo la confección de planos de construcción; no obstante, la calidad de los planos de construcción se ha visto adversamente afectada.

La firma cuenta con un departamento de control de calidad que continuamente revisa los planos de cada proyecto, registrando los errores y/o deficiencias para que el departamento de producción se encargue de corregirlos. Este proceso de revisión se conoce como “red line” y se realiza en dos fases de progreso del proyecto: desarrollo de diseño (“Design Development” o DD) y en el juego de permiso (“Permit Set”). En proyectos grandes se revisa la fase del juego de construcción (“Issued for Construction” o IFC). En múltiples ocasiones, el departamento de producción no completa las correcciones necesarias antes de entregar la fase subsiguiente, afectando la calidad de los planos. Actualmente la firma no tiene definido un mínimo permisible de errores no corregidos, por el que se pueda decidir si un juego de planos está listo o no para entrega.

Este proyecto aborda la problemática del incremento en la incidencia de errores no corregidos en los planos de construcción, teniendo como objetivos: reducir la cantidad de errores en los planos y disminuir el tiempo de inactividad en el ejercicio de corrección de planos. El proyecto propone dos metodologías con el fin de lograr los objetivos propuestos: establecer un proceso de inventario y/o revisión conjunta de correcciones con todo el equipo de producción que trabajará el proyecto seleccionado y establecer un paso adicional de revisión por pares o “peer review”, antes de entregar los planos al departamento de calidad.

REVISIÓN LITERARIA

El tema de control de calidad genera una gran cantidad de recursos literarios en el ámbito académico, vinculados mayormente con procesos de manufactura de bienes y/o servicios. Ahora, cuando se intenta relacionar el tema a la producción de planos arquitectónicos, los recursos parecieran escasos o inasequibles.

En la década de los 80's, algunas firmas de arquitectura requerían nuevos enfoques de manejo [1] enfatizados en la eficiencia como garantía del valor al cliente. Las revisiones de calidad fueron entonces necesarias para garantizar el producto de aquellas firmas con mayor volumen de negocio. Es imperativo conocer que para la misma década surgen los programas de dibujo asistido por computadora (CAD), convirtiendo el proceso de confección de planos de uno análogo a uno digital. La nueva tecnología multiplica el volumen de trabajo generado por el operador, resultando en la necesidad de controles de calidad mas eficientes.

Casi tres décadas mas tarde, en la trienal del *National Institute of Building Sciences* se conceptualizan los cuadrantes de un programa efectivo enfocado en control de calidad para combatir la inminente crisis en la calidad de los documentos de construcción [2] y sus efectos negativos en los integrantes del proyecto. El Instituto Americano de Arquitectos (AIA, por sus siglas en inglés) atiende el tema de calidad de los documentos de construcción, definiendo los componentes para un programa adecuado de auditoría, incluyendo, pero no limitados a las revisiones continuas por pares y la medición de cantidades de errores [3]. En el 2021, los procesos de control y aseguramiento de calidad trabajados en algunas firmas promueven reuniones periódicas del equipo, la revisión por pares y las verificaciones de calidad en varias etapas del proyecto [4].

ANÁLISIS

A pesar de contar con las herramientas tecnológicas, al momento de este proyecto, la firma no posee un registro numérico de cuantos errores

existen por proyecto, y mucho menos alguna métrica que ayude a comprobar la eficiencia del proceso de corrección de planos.

Los planos se dividen en series según el contenido de la hoja, comenzando en la serie 000, en intervalos de 100 hasta llegar a 900, y son enumerados según necesario. A modo de ejemplo, la serie 600 contiene los dibujos pertenecientes a las secciones de pared del proyecto, su hoja inicial comienza con el número 6.0 y llegan hasta el número 6.4. Los planos se trabajan en el programa de dibujo arquitectónico AutoCAD o Revit, ambos desarrollados por Autodesk, y se guardan digitalmente en formato de documento portátil (PDF, por sus siglas en inglés).

El departamento de calidad realiza los “*red lines*” utilizando el programa Bluebeam, que le permite al usuario, marcar los documentos en PDF. Entre las múltiples funciones que ofrece el programa, se pudo identificar la forma de producir un reporte de marcas (desde ahora referido como “*markup*”) que incluye: el tipo, usuario que la realiza, fecha, y tiempo en que fue realizada. El reporte se exporta de forma automática a una tabla de Excel, que posibilita la creación de gráficas para comenzar a analizar la información pertinente a este proyecto.

La Figura 1 muestra la cantidad de “*markups*” por serie en un proyecto seleccionado al azar. Se puede constatar que las series 500 y 600 tienen la mayor cantidad.

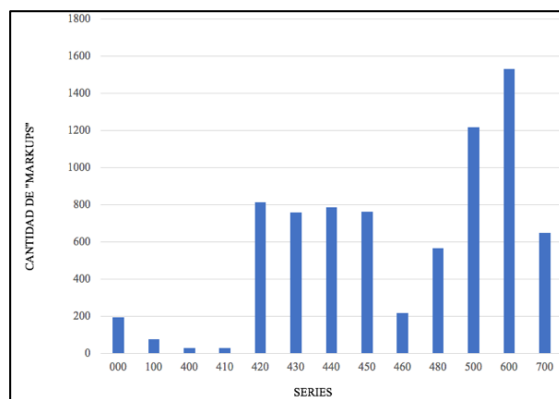


Figura 1
Incidencia de “*markups*” por serie

La muestra de análisis para este estudio consta de seis proyectos de edificios multifamiliares, realizados en una de las sucursales de la firma. La firma estima que el tiempo promedio para completar cada proyecto del mismo tipo es de 1,200 a 1,400 horas de trabajo, desde su etapa esquemática hasta completar los documentos de construcción.

La Figura 2 muestra la relación entre la incidencia de “*markups*” y las correcciones realizadas, por proyecto; el promedio de corrección actual no sobrepasa el 34%. Las correcciones se realizan en su formato original y el empleado de producción va marcando cada error corregido en el PDF correspondiente. No es la norma, en el proceso de revisión se encontraron “*markups*” duplicados que fueron eliminados para la creación de la gráfica.

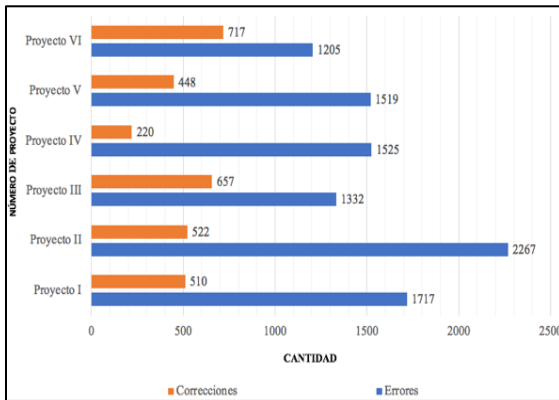


Figura 2
Relación incidencia de “*markups*” y correcciones

El análisis de las fechas de registro en el reporte reconoce la inactividad en el ejercicio de corrección de las series. Existe la posibilidad que los trabajos de corrección se detengan por un tiempo, si hay prioridad para otros proyectos en curso, pero si dicha inactividad se extiende prolongadamente, se convierte en una deficiencia del proceso. La data recopilada de la muestra registró periodos de inactividad o tiempo “*stand-by*” de 39 a 124 días.

Era entonces imperativo poder disminuir la cantidad de errores no corregidos y el tiempo en “*stand-by*” de las series; para ello, dos procesos fueron implementados: la revisión conjunta de los “*markups*”, y la revisión por par o “*peer review*”, antes de someter la serie correspondiente a la fase subsiguiente.

Es la norma que el encargado del proyecto asigne la corrección de errores sin ninguna instrucción específica. Gracias al registro se pudo constatar que el encargado del proyecto no es el que ve los errores marcados por primera vez, es decir, que desconoce la cantidad de errores identificados por el departamento de control de calidad.

La reunión conjunta : primeramente, agrupa los posibles miembros que conformaran el equipo que trabajara con las correcciones; segundo, hace que el encargado del proyecto repase los errores con el equipo, y pueda identificar si el equipo necesita información adicional; tercero, permite priorizar que errores atender y en que orden; y cuarto, se delega la responsabilidad en todos los miembros del equipo. La reunión conjunta pretende disminuir el tiempo que se pierde en la búsqueda de información y/o detalles que se utilizan para corregir los planos.

Por otro lado, una vez las series se corrigen, se continúa desarrollando el proyecto hasta tanto haya que entregar la fase subsiguiente al departamento de calidad, y en muy pocas ocasiones, personal con mayor experiencia puede revisar los errores ya corregidos; suele ser una carrera que se realiza el mismo día de enviar los planos al departamento de calidad. La revisión por pares, o “*peer review*”, se realizó una vez terminada la corrección de la serie 200-300 específicamente; esta serie fue seleccionada meramente por un asunto de tiempo, fue la primera serie que estuvo lista. El “*peer review*” permite una mirada desde una perspectiva no familiarizada al dibujo, por lo que facilita ver errores que tal vez el que trabajó la hoja, paso por alto, inconscientemente.

RESULTADOS

La Figura 3 evidencia los días de inactividad por serie. Las barras color azul representan los días promedios por serie de los seis proyectos utilizados como muestra, mientras que las barras anaranjadas representan los días de inactividad en el proyecto seleccionado. En cuatro de las cinco series hubo una reducción en días de inactividad; la serie 700 no tuvo ningún día de inactividad, se corrigió el 18% de sus errores, pero se decidió sustituirla por una serie

estándar que sería creada posteriormente para todos los proyectos del mismo tipo. La diferencia de inactividad en la serie 200-300 fue menor de cuatro horas. La cantidad de días de inactividad más alta promediada de la muestra por serie fue de 24 días; en contraste, para el proyecto seleccionado, la más alta fue de 14.5 días.

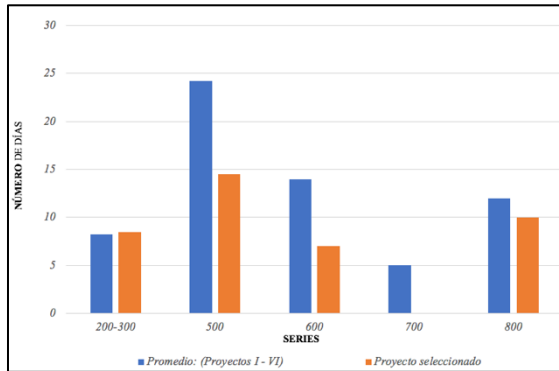


Figura 3

Resultados: Días de inactividad de corrección por serie

Las barras azules de la Figura 4 representan la cantidad de “markups” corregidos por serie, de la muestra. Por otro lado, las barras anaranjadas representan los corregidos por serie del proyecto seleccionado. El promedio de corrección en la muestra era de 34%, en contraste, el alcanzado por el proyecto seleccionado fue de 44.6%, esto aun sin descartar el 18% perteneciente a la serie 700 (sustituida por una nueva hoja estándar).

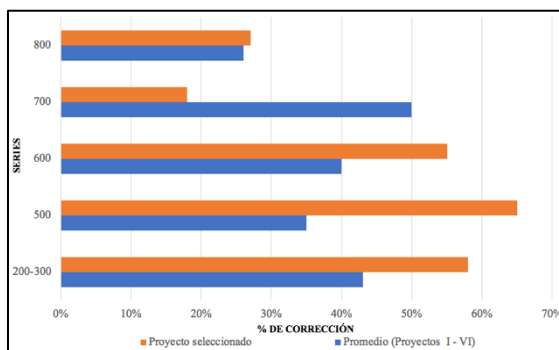


Figura 4

Resultados: “markups” corregidos por serie

Ambos resultados demuestran haber alcanzado los objetivos propuestos para el proyecto: reducir el número de errores, aumentando el porcentaje de corrección de 34% a 44.6%; y aumentar el rendimiento de producción, disminuyendo los días

de inactividad en ejercicio de corrección o días en “stand by” de 13 días promedio a 8 días promedio.

CONCLUSIONES

El análisis de los reportes generados en el programa Bluebeam visibilizan las oportunidades a mejorar los planos de construcción y su proceso, tanto en el ámbito de calidad como la productividad del empleado. Próximas etapas de investigaciones futuras pudieran dirigirse a: estandarizar y reducir el número de “markups” utilizados para corregir los planos; priorizar los proyectos según su fecha de entrega, tanto en el departamento de calidad, como en el de producción; priorizar la corrección en base a las series con mayor cantidad de “markups”; visibilizar las herramientas que indican el progreso del proyecto; y, establecer métricas o cantidades permisibles de errores y correcciones.

Los actuales esfuerzos de entrenamiento constituyen una pieza clave en mejorar la calidad de los planos. La revisión de pares debe ser estudiada e implementada a varios niveles, usando como guía las recomendaciones del Instituto Americano de Arquitectos (AIA). Por ultimo y no menos importante, las reuniones de revisión de errores se deberían incorporar como un proceso estándar.

REFERENCIAS

- [1] J. T. Tarquini, “Management and Peer Reviews Help Reduce Problems on Site”, Management Review, vol.75, no.9, pp. 7–8, Sep. 1986.
- [2] D. Stutzman, “Construction Document Quality Crisis”, conspectusinc.com. [En línea]. Disponible en: <https://www.conspectusinc.com/blog/2018/04/construction-document-quality-crisis>. [Accesado: 12-Dic.-2021]
- [3] M.J. Lough, “Keeping tabs: Using document audits/peer reviews”, The American Institute of Architects. [En Línea]. Disponible en: <https://www.aia.org/best-practices/5556-keeping-tabs-using-document-auditspeer-review>. [Accesado: 12-Dic.-2021]
- [4] B. Hudnall, “The impact of QA/QC on Project Timelines”, www.leoadaly.com, 09-Feb.-2021. [En línea] Disponible en: <https://leoadaly.com/perspectives/the-impact-of-qa-qc-on-project-timelines/>. [Accesado: 10-dic.-2021].