



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIONES, TERCERA COHORTE

HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA INTERFAZ DISEÑO – CONSTRUCCIÓN
APLICANDO EL MÉTODO KAIZEN EN LA CIUDAD DE LOJA

ARTÍCULO CIENTÍFICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
“MAGISTER EN CONSTRUCCIONES”

AUTOR: LEONARDO MAURICIO PACHECO ARIAS
DIRECTORA: LORENA FERNANDA ALVARADO RODRÍGUEZ

ECUADOR, CUENCA 2017



CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Leonardo Mauricio Pacheco Arias, autor del artículo científico “Herramienta para mejorar la interfaz diseño–construcción aplicando el método Kaizen en la ciudad de Loja”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal C, de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Construcciones. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Loja, 17 de febrero de 2017

Leonardo Mauricio Pacheco Arias

C.I.: 1104496946



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Leonardo Mauricio Pacheco Arias, autor del artículo científico “Herramienta para mejorar la interfaz diseño–construcción aplicando el método Kaizen en la ciudad de Loja”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Loja, 17 de febrero de 2017

Leonardo Mauricio Pacheco Arias

C.I.: 1104496946



Herramienta para mejorar la interfaz diseño – construcción aplicando el método Kaizen en la ciudad de Loja

Leonardo Mauricio Pacheco Arias.

Maestría en Construcciones. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. leonardo.pacheco@ucuenca.ec

Lorena Fernanda Alvarado Rodríguez.

Departamento de Arquitectura y Artes. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador. lalvarado@utpl.edu.ec.

RESUMEN

Se propuso una herramienta de mejora de la interfaz diseño-construcción, basada en el método Kaizen para reducir los defectos de diseño y optimizar los recursos de la construcción en la ciudad de Loja, Ecuador. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, se usó la recolección de datos a través de encuestas y estudios de caso para probar la hipótesis, con base en la medición numérica.

La investigación fue experimental, se identificó la variable independiente mejora de la interfaz diseño-construcción y se analizó las consecuencias de las variables dependientes defectos de diseño y recursos en la construcción. La encuesta realizada determinó el nivel de aplicación de las etapas de diseño y construcción. En los casos de estudio se evaluó la interfaz diseño-construcción, determinó los defectos de diseño y estableció los parámetros de mejora. Para el desarrollo de la herramienta se aplicó el método Kaizen, principio de Pareto e indicadores de eficiencia. Tanto en la encuesta como en los casos de estudio se realizaron las mediciones a través del escalamiento de Likert.

La interfaz diseño-construcción comprende las etapas: proyecto ejecutivo y modelado 3D, en las que se detectó mayor incidencia de defectos de diseño, para solucionarlos se creó hojas de comprobación como herramienta que permitió la mejora continua. La implementación de la herramienta propuesta tuvo varios beneficios para los diseñadores y constructores ya que contribuyó a evitar la producción de residuos y retrabajo, tanto en la oficina de diseño como en la obra. Se evidenció la aceptación de la hipótesis con la herramienta de mejora de la interfaz diseño-construcción ya que permitió reducir defectos de diseño y optimizar recursos en la construcción.

Palabras clave: interfaz diseño-construcción; mejora continua; método Kaizen; proyecto ejecutivo; modelado 3D.

ABSTRACT

Design-build interface improve tool applying Kaizen method in Loja city.

A design-build interface improvement tool based on the Kaizen method was proposed to reduce design defects and optimize construction resources in Loja, Ecuador. The research took a quantitative approach, using data collection through surveys and case studies to test the hypothesis, based on numerical measurement.

The research was experimental, was identified the independent variable improving the design-build interface and analyzed the consequences of the dependent variables design defects and resources on construction. The survey determined the level of application of the design and construction stages. In the case studies we evaluated the design-build interface, determined design defects and established improvement parameters. For the development of the tool the Kaizen method, Pareto principle and efficiency indicators were applied. In both the survey and in the case studies measurements were made through Likert scaling.

The design-construction interface comprises the stages: executive project and 3D modeling, in which a higher incidence of design defects was detected. To solve them, check sheets were created as a tool that allowed continuous improvement. The implementation of the proposed tool had several benefits for the designers and constructors since it contributed to avoid the production of waste and rework, both in the design office and in the work. The acceptance of the hypothesis was evidenced with the tool of improvement of the interface design-construction since it allowed to reduce defects of design and to optimize resources in the construction.

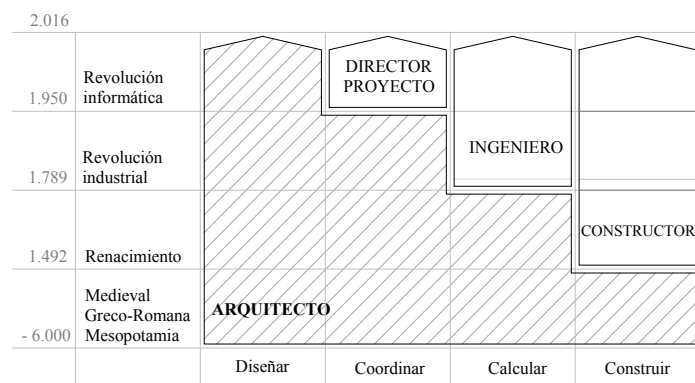
Key words: interface design-construction; continuous improvement; Kaizen method; executive project; 3d modeling.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto o proceso de producción de la arquitectura se compone de la fase de diseño y la fase de construcción, el enlace, relación o intersección entre éstas se denomina interfaz, en la presente investigación las etapas que se intersecan entre fases son proyecto ejecutivo y modelado 3D.

La recopilación histórica indica que la interfaz diseño-construcción se conoce desde la antigua Mesopotamia y se encuentra en el Código de Hammurabi (1800 a.C.) donde se fija que la responsabilidad del diseño y construcción es del “arquitecto” (Sugumaran & Lavanya, 2013). En la época grecoromana diseñar y construir son componentes integrados e indivisibles. En el medioevo los “arquitectos” son los albañiles más experimentados no existe separación entre el dibujo de la obra y labrar la piedra para ser reconocido como tal, debe prepararse en ambas artes. En el renacimiento la complejidad de los proyectos aumentó por tal razón el diseño y construcción evolucionaron como disciplinas distintas, el constructor se relaciona únicamente con el trabajo de obra. En la revolución industrial con el surgimiento de nuevos materiales que necesitaban un conocimiento exacto de sus propiedades físico – mecánicas aparece la figura del ingeniero y se separaron definitivamente la labor de diseñar y construir. Hoy en plena revolución informática en proceso, aparece la figura de Director de Proyecto o “Project Manager” en inglés como especialista en el manejo de la información del proyecto, separando las actividades de diseñar, calcular, construir y coordinar (Loyola & Goldsack, 2010).

Ilustración 1. Evolución de actividades, industria de la construcción (Loyola & Goldsack, 2010).



Algunos estudios realizados en otros países sobre la interfaz diseño-construcción como el de Sugumaran & Lavanya (2013) han indicado que la forma en que se diseña y se construyen edificios ha evolucionado significativamente desde la integración implícita entre diseño y construcción que existía en la antigüedad, hasta la separación explícita con base en el ideal de conocimiento profesional especializado que rige en la actualidad. Es importante estudiar la interfaz diseño-construcción para minimizar los defectos de diseño y maximizar los recursos en la construcción, en vista que la escasa comunicación entre especialistas durante el diseño ocasiona decisiones desacertadas y alto número de cambios, así la construcción genera retrasos y costos en exceso.

En la industria de la construcción la incompatibilidad entre especialidades impide que los integrantes del equipo de proyecto puedan intercambiar información de forma rápida y precisa; esto es la causa de múltiples problemas, como el aumento de costos, plazos y descoordinación general del proyecto (Soler, 2016).

El impacto de los cambios en la interfaz diseño-construcción no se entienden y rara vez son reconocidos en términos de eficiencia. Las horas de trabajo invertidas por los diseñadores en los cambios han sido estimadas entre un 40 y 50% del total del proyecto (Sugumaran & Lavanya, 2013).

Si las necesidades del cliente no son claras en un proyecto de construcción es probable que resulte un bajo cumplimiento de las expectativas o existan varias reformas de diseño durante el proceso del proyecto que llevan a sobrecostos y pérdida entre los participantes del proyecto. Resulta complejo la puesta en práctica de los requerimientos del cliente en la construcción (Hygum, Emmitt, Bonke, & Kirk, 2011).

Se identificó la reducción de defectos de diseño en las actividades que producen “residuos” y agregan “valor” durante el proceso de diseño y construcción. (Sugumaran & Lavanya, 2013), por ende la eficiencia de la construcción está determinada directamente por la calidad del diseño basada en los requerimientos y necesidades del cliente y su entorno, por lo tanto a mayor calidad de diseño, menor desperdicio en los recursos (Loyola & Goldsack, 2010).

Algunos estudios realizados en los últimos años a nivel latinoamericano así como en Brasil que desde los años noventa el nivel de pérdidas en la construcción se redujo con la adopción de planes y certificaciones de calidad ISO (Maciel, Stumpf, & Kern, 2016).

En México las estadísticas muestran que un 25% de los proyectos fallan por completo, el 50% finalizan a destiempo y fuera de presupuesto, y solo el 25% terminan a tiempo y cumpliendo los presupuestos, es por eso que el éxito de un proyecto de construcción depende de las funciones administrativas sin embargo, es evidente que en esta industria existen problemas que generan pérdidas debido a la deficiencia de una metodología que permita la reducción de los mismos. (Cisneros, 2011)

En Chile el proceso de diseño se entiende en tres formas, como proceso de transformación de entradas y salidas, flujo de materiales a través de espacio, tiempo y producción de valor para clientes. Por medio de la recolección de datos y entrevistas con expertos se determinó en el estudio que los principales problemas son: la mala calidad de diseño, escasos estándares de diseño y poca constructividad. La revisión de los principales defectos de diseño permite crear herramientas para prevenir la aparición de estos defectos. Además, para algunas empresas de construcción el principal problema en los proyectos son los continuos cambios que realizan los propietarios en los diseños, ya que afectan directamente la productividad y calidad, impactando en el tiempo de ejecución y costo de los proyectos (Sugumaran & Lavanya, 2013).

En Colombia más del 70% de los proyectos de construcción no cumplen su cronograma de ejecución, el 85% de estos asumen sobrecostos en el proceso constructivo y el 63,4% de los proyectos producen accidentabilidad por el incumplimiento de las normas de seguridad industrial. Este estudio determinó que la causa

principal de los problemas mencionados es la escasa gestión y deficiencia de herramientas administrativas que permitan hacer de la industria de la construcción competitiva. (Tercero, 2011)

En Perú la principal causa de las pérdidas que se originan en la construcción de edificaciones radica en la elaboración no optimizada de proyectos (Orihuela, Orihuela, & Motiva, 2005).

En Ecuador las investigaciones sobre la interfaz diseño-construcción son escasas, por lo cual se menciona datos relacionados con la industria de la construcción, es así que al 2015 ésta realiza una importante contribución a la economía con una inversión de USD. 6.938 millones, equivalente al 9,9% del producto interno bruto, ocupando un puesto importante dentro de las actividades económicas (Banco Central del Ecuador, 2016).

Según INEC (2015) se otorga 28.379 permisos de construcción a nivel nacional, el 86,9% corresponde a construcciones residenciales, el 7,7% a no residenciales y el 5,4% a construcciones mixtas, de este registro los valores altos corresponden a las ciudades de Cuenca, Guayaquil, Ambato, Daule y Loja. La investigación se desarrolla en Loja, donde el municipio emite 1.610 permisos de construcción que representan el 5,67% del total en Ecuador.

De acuerdo a los estudios realizados las principales causas de los problemas en la interfaz diseño-construcción son las necesidades del cliente poca claras, continuos cambios, escasa comunicación entre especialistas, incompatibilidad entre especialidades, diseños con baja calidad, ausencia de metodología y herramientas de mejora, es así que debido a ésta problemática es necesario la aplicación de un método que permita una mejora continua como es el Kaizen.

El método Kaizen surge en marzo de 1949 cuando se forma la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros con el fin de desarrollar y difundir ideas de control de calidad, en 1950 el estadounidense W.E. Deming es invitado a Japón para enseñar el control de calidad estadístico, los aportes realizados por Deming fueron claves para la aplicación del método Kaizen, en los años ochenta este método convierte a Japón en la primera potencia económica del mundo (Imai, 2014). El término “Kaizen” se introdujo en América en 1986 al publicar Masaaki Imai, el libro Kaizen: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa que tuvo amplia aceptación entre industriales y empresas que requerían de un método de mejora continua (Vivan, Ortiz, & Paliari, 2016). Según Imai (2014) explica que en el lenguaje japonés Kaizen significa “Mejora Continua” y que en la práctica pretende involucrar por igual a todos los miembros de la organización en el proceso que se está analizando y a costo relativamente bajo para la empresa.

El método Kaizen es cíclico y sirve para analizar los problemas, corregirlos y se preocupa que no vuelvan a presentarse mediante la aplicación de disciplina y orden, aumenta la productividad con poca inversión económica (Imai, 2014).

La aplicación del método Kaizen en la presente investigación es a través del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), desarrollado por W.E. Deming, este ciclo es un proceso mediante el cual se fijan nuevos estándares sólo para ser objetados, revisados y sustituidos por estándares nuevos (Imai, 2014).

Se determina como hipótesis desarrollar una herramienta de mejora de la interfaz diseño-construcción que permita reducir de-

fectos de diseño y optimizar recursos en la construcción.

El objetivo general de la investigación es proponer una herramienta de mejora de la interfaz diseño-construcción basada en el método Kaizen, para reducir los defectos de diseño y optimizar los recursos de la construcción en la ciudad de Loja. Para ello será necesario: Investigar sobre la interfaz diseño-construcción, y el método Kaizen para conocer la conceptualización de ambas temáticas. Evaluar la interfaz diseño-construcción mediante un estudio de campo para determinar la problemática en la ciudad de Loja. Establecer parámetros de mejora de la interfaz diseño - construcción para reducir los defectos de diseño. Y finalmente proponer una herramienta de mejora de la interfaz diseño-construcción para optimizar los recursos de la construcción en la ciudad de Loja.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, se usó la recolección de datos a través de encuestas y estudios de caso para probar la hipótesis con base en la medición numérica, para establecer una herramienta basada en el método Kaizen y comprobar la mejora de la interfaz diseño-construcción en la ciudad de Loja.

El tipo de estudio que abordó la investigación fue experimental se identificó la variable independiente mejora de la interfaz diseño-construcción y se analizó las consecuencias de las variables dependientes defectos de diseño y recursos en la construcción.

Los datos de la encuesta y estudios de caso fueron recolectados en la ciudad de Loja, Ecuador. La encuesta realizada sirvió para determinar el nivel de aplicación de las etapas de diseño y construcción. Los estudios de caso se realizaron para evaluar la interfaz diseño-construcción, determinar los defectos de diseño y establecer parámetros de mejora.

Se realizaron 279 encuestas, los datos fueron recolectados del 09/ene/2017 al 31/ene/2017, la población de la muestra es el del promedio de profesionales que obtuvieron una licencia de construcción en el municipio de Loja entre 2012 y 2016, además el tamaño de la muestra fue a través de la fórmula probabilística de un software.

Los estudios de caso consistieron en evaluar 15 proyectos de vivienda unifamiliar de dos plantas de entre 101 a 200 m². El tamaño de la muestra fue el mínimo establecido para un estudio experimental cuantitativo según Hernández, Fernández, & Baptista (2010), las características de los proyectos corresponden a las más frecuentes entre 2012 y 2016 al momento de obtener una licencia de construcción. La evaluación se realizó sobre la información y documentación del proyecto que poseía el constructor al momento de iniciar la obra y comprobación del cumplimiento al finalizarla.

Para el desarrollo de la herramienta se aplicó el método Kaizen, principio de Pareto e indicadores de eficiencia. Tanto en la encuesta como en los estudios de caso se realizaron las medicio-

nes a través del escalamiento de Likert.

El escalamiento de Likert fue desarrollado por Rensis Likert en 1932, consiste en un conjunto de cinco puntos que permite valorar el grado de conformidad o cumplimiento respecto de una acción, además a cada punto se le asigna un valor numérico. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

En la herramienta se incorporó la mejora continua aplicando el método Kaizen, se escogió este método debido a que involucra a todos los miembros de la organización por igual, es cíclico estudia los problemas, los corrige y se preocupa para que no se vuelvan a presentar mediante la disciplina y orden, además aumenta la productividad con poca inversión económica.

El método Kaizen fue aplicado en la herramienta a través del ciclo Deming o PHVA esto es planificar, hacer, verificar y actuar es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos. Empieza con un estudio de la situación actual, donde se reúnen los datos en hoja de comprobación que van a usarse en la propuesta del plan de mejoramiento “parámetros de mejora” y “reducción de defectos de diseño”. Una vez que el plan ha sido terminado, es ejecutado “puesta en práctica”. Luego de eso, se revisa la ejecución para observar si han producido los mejoramientos “optimización de recursos en la construcción”. Si ha tenido éxito el experimento, se emprende la acción final, la estandarización metodológica, para asegurar que la inserción de los nuevos métodos serán aplicados de forma continua para el mejoramiento sostenido “acciones correctivas” (Imai, 2014). Además en la etapa de planificar, dentro de la reducción de defectos de diseño se aplicó el principio de Pareto para la selección de datos y en la etapa de verificar, la optimización de recursos se basó en la eficiencia.

El principio de Pareto, más conocido como el principio del 80/20, plantea que un 20% de los factores o causas se concentra el 80% del efecto (Dellers, 2016). La aplicación del 20% más alto de los parámetros de mejora, reducen los defectos de diseño del interfaz diseño-construcción en un 80%; es así que para alcanzar la mejora continua se establece la regla que únicamente los parámetros de mejora son aptos si los valores se encuentran sobre el 80%.

El análisis de la eficiencia se refiere a la optimización de recursos o entradas del proceso, que deben ser obtenidos al mejor costo, tiempo oportuno, cantidad adecuada y de calidad. Por lo que se incluyen medios humanos, materiales y económicos. (Rodríguez, 2012). Es por eso que en la herramienta (%) eficiencia es lo mismo que (%) optimización de recursos y está dada por la siguiente relación: $(\text{Puesta en práctica} \times \text{Reducción de defectos de diseño}) / \text{Planificación esperada}$ o 100%.

Para comprobar la ejecución de la herramienta se aplica en un caso de vivienda unifamiliar de dos plantas en la ciudad de Loja, se registró el cumplimiento de parámetros de mejora, reducción de defectos y la puesta en práctica. Al ser una herramienta de mejora el profesional que la aplique corregirá sus componentes para que llegue a la optimización de recursos esperados. Al ser cíclica se propone la aplicación de un flujograma con la finalidad de entender el proceso que se aplica.

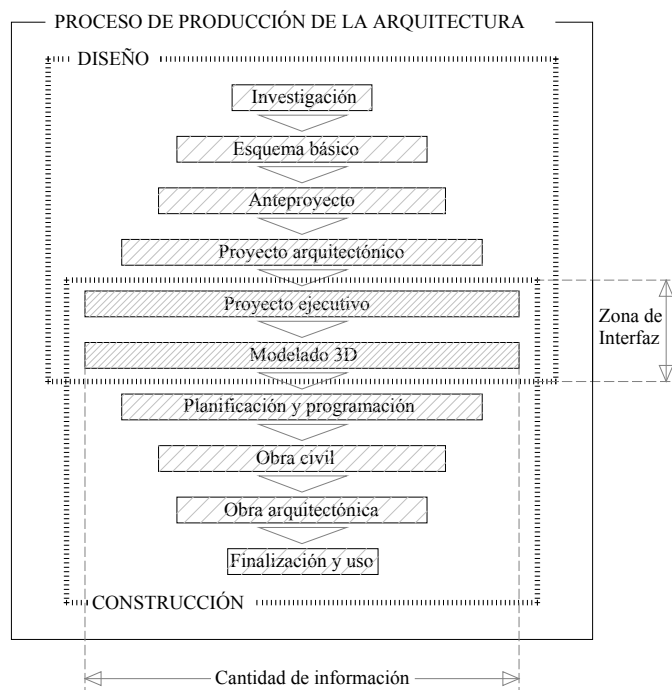
III. RESULTADOS

Proceso de producción de la arquitectura

El proceso de producción de la arquitectura o proyecto se organiza jerárquicamente por fases, etapas, factores, actividades y requerimientos. Está conformado por la fase de diseño y la fase de construcción. Según la revisión bibliográfica la fase de diseño comprende las etapas de investigación, esquema básico, anteproyecto, proyecto arquitectónico, proyecto ejecutivo y modelado 3D. La fase de construcción engloba las etapas de proyecto ejecutivo, modelado 3D, planificación y programación, obra civil, obra arquitectónica, además de finalización y uso.

Ilustración 2.

Etapas diseño – construcción y su interfaz (El autor).



Como se muestra en la ilustración 2, la intersección de la fase de diseño y la fase de construcción generan la zona de interfaz exactamente en las etapas de proyecto ejecutivo y modelado 3D. Además la figura muestra que a medida que las fases se acercan una de otra la cantidad de información aumenta y a medida que se alejan la cantidad de información disminuye. Las fases que contienen mayor cantidad de información están en la zona de interfaz.

Para determinar el grado de ejecución de las etapas del proceso de producción de la arquitectura diseño-construcción en la ciudad de Loja se realizó una encuesta a los profesionales.

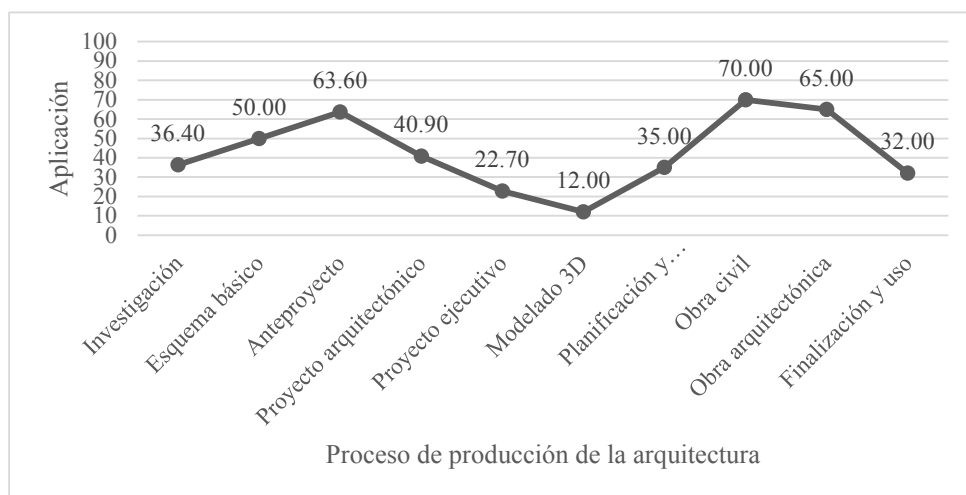


Ilustración 3. Aplicación del proceso de producción de la arquitectura diseño - construcción en la ciudad de Loja. (El autor).

La gráfica valorada por medio del escalamiento de Likert muestra el porcentaje de encuestados que ejecutan muy a menudo cada etapa. Esto demuestra que la mayor parte de las obras civiles son ejecutadas con un anteproyecto, así mismo las etapas de interfaz diseño-construcción como son el proyecto ejecutivo y el modelado 3D presentan los niveles más bajos de ejecución, lo que nos sugiere trabajar sobre ellas para mejorar el proceso de producción de la arquitectura.

Evaluación de la interfaz diseño – construcción

Luego de la revisión y análisis del proceso de producción de la arquitectura, la investigación se centró en el estudio de la zona de interfaz proyecto ejecutivo y modelado 3D, la cual debe desarrollarse entre el diseñador y constructor formando un equipo.

Proyecto ejecutivo es la solución constructiva del proyecto arquitectónico, agrupa detalles y especificaciones de todos los materiales, elementos, sistemas constructivos y equipos; debe llevarse a cabo en su totalidad antes del inicio de la obra. En base a la revisión bibliográfica se compone por los factores de: información general, diseño arquitectónico, diseño estructural, diseño hidráulico, diseño sanitario y pluvial, diseño eléctrico,

diseño electrónico y telecomunicaciones, diseño climatización, documentación constructiva y comunicación entre especialistas. Cada factor a su vez se compone de actividades que contribuyen al desarrollo de la etapa (Soler, 2015).

Modelado 3D se refiere a la representación digital en tres dimensiones del proyecto ejecutivo, origina el modelo de información del edificio, que comprende información geográfica, geometría del edificio, relaciones espaciales, cantidades y propiedades de sus componentes. Es el primer acercamiento a la construcción de la obra. Según la bibliografía el factor que lo compone es información 3D del edificio. Este factor además se compone de actividades que contribuyen al desarrollo de la etapa (Soler, 2015).

La evaluación de las etapas del proyecto ejecutivo y modelado 3D se realizó a través de los estudios de caso, estos se valoraron de acuerdo al escalamiento de Likert en cinco puntos: muy bajo (1), bajo (2), medio (3), alto (4) y muy alto (5). Cada etapa del proyecto ejecutivo está directamente influenciada por los factores que son el resultado de la valoración de las actividades. En la siguiente ilustración se muestra los resultados de la evaluación de los factores que conforman cada etapa:

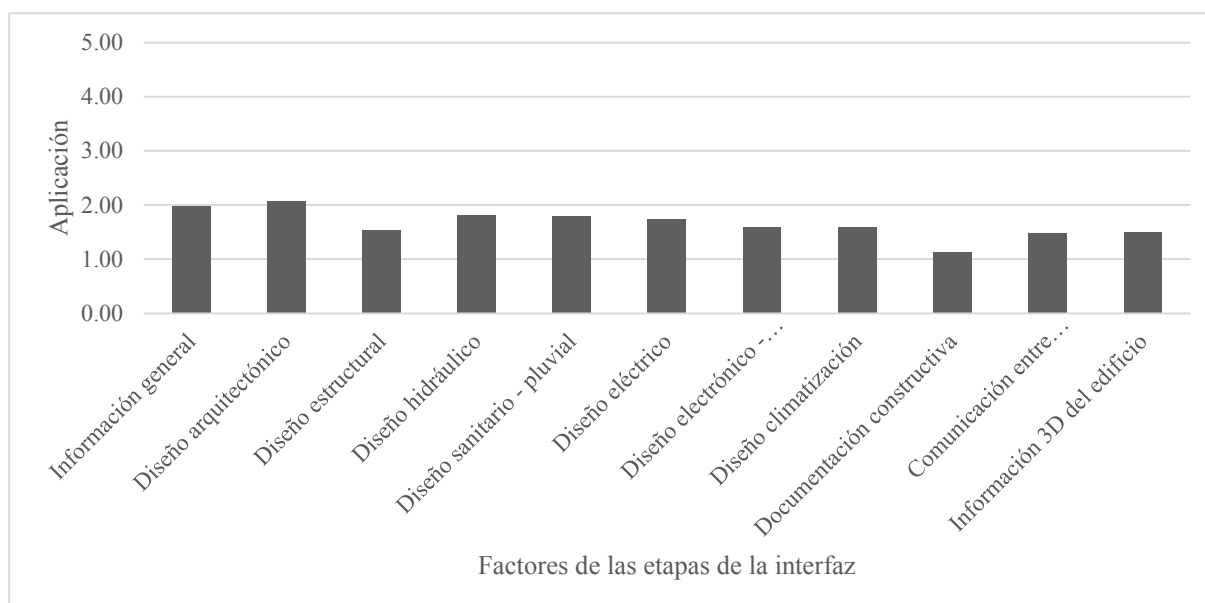


Ilustración 4. Aplicación de los factores de las etapas de la interfaz en la ciudad de Loja (El autor).

De acuerdo a la evaluación de la interfaz diseño-construcción, los factores que se encuentran en escala muy baja (1) son: documentación constructiva, comunicación entre especialistas e información 3D del edificio.

El análisis de los estudios de caso detectó y jerarquizó las actividades de la interfaz diseño-construcción que no permiten el óptimo cumplimiento de las etapas proyecto ejecutivo y modelado 3D, la siguiente tabla presenta los resultados.

Tabla 1. Aplicación de las actividades interfaz diseño-construcción en la ciudad de Loja. (El autor)

No.	ACTIVIDADES INTERFAZ DISEÑO - CONSTRUCCIÓN	APLICACIÓN (%)			
1	Control de cambios entre especialidades	20.00	34	Especificaciones sanitarias y pluviales	32.00
2	Necesidades del cliente	20.00	35	Simbología y codificaciones arquitectónicas	32.00
3	Registro de cambios del propietario	20.00	36	Simbología y codificaciones diseño eléctrico	32.00
4	Cronograma de obra	21.33	37	Dimensiones y ejes en diseño estructural	32.00
5	Volumen de obra y costos	21.33	38	Dimensiones del modelo 3D concuerdan con plano ejecutivo	32.00
6	Especificaciones estructurales	22.67	39	Registro de soluciones de diseño en modelo 3D	33.33
7	Especificación de detalles constructivos	22.67	40	Documentos de registro de aprobaciones internas entre especialidades	33.33
8	Detalles de carpinterías	22.67	41	Codificación de instalaciones en modelo 3D de acuerdo a estudios	33.33
9	Detalles electrónicos - telecomunicaciones en modelo 3D	24.00	42	Representación gráfica de diseño electrónico y telecomunicaciones	33.33
10	Detalles climatización en modelo 3D	24.00	43	Dimensiones en diseño climatización	33.33
11	Especificaciones climatización	25.33	44	Simbología y codificaciones hidráulicas	33.33
12	Especificaciones arquitectónicas	25.33	45	Simbología y codificaciones climatización	34.67
13	Especificaciones electrónicas y telecomunicaciones	25.33	46	Lectura de vistas de diseño climatización	34.67
14	Procedimiento de ejecución de especificaciones constructivas	25.33	47	Simbología y codificaciones electrónicas y telecomunicaciones	34.67
15	Detalles estructurales en modelo 3D	25.33	48	Especificaciones hidráulicas	34.67
16	Detalles sanitarios - pluviales en modelo 3D	25.33	49	Simbología y codificaciones sanitarias y pluviales	34.67
17	Detalles eléctricos en modelo 3D	26.67	50	Dimensiones en diseño electrónico y telecomunicaciones	36.00
18	Modelado 3D acorde con materiales de diseño arquitectónico	28.00	51	Lectura de vistas diseño estructural	37.33
19	Detalles arquitectónicos en modelo 3D	29.33	52	Lectura de vistas diseño hidráulico	37.33
20	Dimensiones y ejes en diseño arquitectónico	29.33	53	Lectura de vistas diseño sanitario y pluvial	38.67
21	Control de errores entre especialidades	30.67	54	Lectura de vistas diseño eléctrico	38.67
22	Dimensiones en diseño eléctrico	30.67	55	Representación gráfica de diseño eléctrico	41.33
23	Especificaciones eléctricas	30.67	56	Representación gráfica de diseño hidráulico	44.00
24	Detalles hidráulicos en modelo 3D	30.67	57	Representación gráfica de diseño sanitario y pluvial	44.00
25	Dimensiones en diseño sanitario y pluvial	30.67	58	Descomposición del modelo 3D	44.00
26	Lectura de vistas de diseño electrónico y telecomunicaciones	30.67	59	Rotulación del proyecto	48.00
27	Simbología y codificaciones estructurales	30.67	60	Áreas de proyecto	50.67
28	Detección de conflictos en el modelo 3D	32.00	61	Lectura de vistas diseño arquitectónico	58.67
29	Dimensiones en diseño hidráulico	32.00	62	Escalas del proyecto	60.00
30	Representación gráfica de diseño climatización	32.00	63	Representación gráfica de diseño arquitectónico	61.33
31	Representación gráfica de diseño estructural	32.00			
32	Control de entregas entre especialidades	32.00			
33	Informes técnicos entre especialidades	32.00			

El porcentaje del cumplimiento muy bajo hace referencia a la falta o falla de alguna parte o característica de las actividades y por ende se convierten en defectos de diseño, su incidencia está comprendida en un rango de 0% a 29,99% del total de casos analizados. Son 20 actividades con defectos que necesitan ser mejoradas o corregidas para obtener la optimización en los recursos previo a la construcción.

En la ciudad de Loja la práctica de proyecto ejecutivo es muy baja y el modelado 3D tiene poca aplicación como se demuestra en la ilustración 5. Los defectos son la clave para determinar los parámetros de mejora.

Ilustración 5. Parámetros de mejora interfaz diseño-construcción en la ciudad de Loja (El autor).

Información general	1. Necesidades del cliente
	2. Registro de cambios del propietario
Especificaciones de estudios	3. Especificaciones estructurales
	4. Especificaciones climatización
	5. Especificaciones arquitectónicas
	6. Especificaciones electrónicas y telecomunicaciones
Dimensionamiento	7. Dimensiones y ejes en diseño arquitectónico
	8. Cronograma de obra
Documentación constructiva	9. Volumen de obra y costos
	10. Especificación de detalles constructivos
	11. Detalles de carpinterías
	12. Procedimiento de ejecución de especificaciones constructivas
Comunicación entre especialidades	13. Control de cambios entre especialidades
	14. Detalles electrónicos - telecomunicaciones en modelo 3D
	15. Detalles climatización en modelo 3D
	16. Detalles estructurales en modelo 3D
Modelado 3D	17. Detalles sanitarios - pluviales en modelo 3D
	18. Detalles eléctricos en modelo 3D
	19. Modelado 3D acorde con materiales de diseño arquitectónico
	20. Detalles arquitectónicos en modelo 3D

Una vez identificados los parámetros de la interfaz diseño-construcción se estable los puntos de partida para su mejoramiento, es necesario contar con una herramienta que permita su control y seguimiento.

Herramienta de mejora de la interfaz

La herramienta está compuesta de dos hojas de comprobación:

1. *Lista de control*, contiene los requerimientos de las actividades, en donde se medirá la reducción de defectos de diseño y la puesta en práctica.

Para determinar con exactitud la reducción de defectos de diseño y puesta en práctica se propone una lista de control que abarca todos los requerimientos de las actividades que conforman los parámetros de mejora, medidos con valoración de cumple (10) y no cumple (0).

Parámetros de mejora

Un parámetro es la información necesaria y orientativa para valorar o evaluar una determinada actividad o situación, que puede generar comparaciones o predicciones mediante un valor asignado. Se busca corregir defectos de diseño mediante la aplicación de actividades que sirvan de guía o referencia para mejorar la calidad de la interfaz.

Las actividades que fueron valoradas con un bajo nivel de cumplimiento serán las seleccionadas para implantar los parámetros de mejora, como son:

Ilustración 6. Modelo de lista de control con valores óptimos (El autor).

No.	PARÁMETROS DE MEJORA	Reducción defectos diseño (%)	Puesta práctica (%)
	* Escala de valoración: óptimo (100%), excelente (80%), muy aceptable (70%), aceptable (60%), significativo (50%), parcial (40%), limitado (30%), deficiente (20%), insuficiente (10%), nulo (0%).	Condición \geq 80%	Condición \leq (%) Reducción defectos diseño
1	Necesidades del cliente	100	100
a	Datos cliente (s)	10	10
b	Ubicación del terreno	10	10
c	Dimensiones del terreno	10	10
d	Documentos legales	10	10
e	Capacidad de inversión	10	10
f	Espacios a proyectarse	10	10
g	Condicionantes municipales	10	10
h	Condicionantes de clima	10	10
i	Factibilidad	10	10
j	Alcance de la obra	10	10



2	Registro de cambios del propietario	100	100
a	Hoja tipo de procedimiento	10	10
b	Datos de la persona que solicita cambios	10	10
c	Fecha y hora de cambios	10	10
d	Motivo de los cambios	10	10
e	Viabilidad de los cambios	10	10
f	Rediseños según cambios solicitados	10	10
g	Codificación según número de cambios	10	10
h	Datos del ejecutor de cambios	10	10
i	Firma del ejecutor de cambios	10	10
j	Firma de conformidad y aceptación del propietario	10	10
3	Especificaciones estructurales	100	100
a	Título de rubro	10	10
b	Descripción del rubro	10	10
c	Procedimiento de ejecución del rubro	10	10
d	Condiciones de ejecución del rubro	10	10
e	Unidades de medición del rubro	10	10
f	Recursos humanos a intervenir	10	10
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	10	10
h	Herramienta utilizada en el rubro	10	10
i	Control de calidad del rubro	10	10
j	Control de seguridad industrial en el rubro	10	10
4	Especificaciones climatización	100	100
a	Título de rubro	10	10
b	Descripción del rubro	10	10
c	Procedimiento de ejecución del rubro	10	10
d	Condiciones de ejecución del rubro	10	10
e	Unidades de medición del rubro	10	10
f	Recursos humanos a intervenir	10	10
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	10	10
h	Herramienta utilizada en el rubro	10	10
i	Control de calidad del rubro	10	10
j	Control de seguridad industrial en el rubro	10	10
5	Especificaciones arquitectónicas	100	100
a	Título de rubro	10	10
b	Descripción del rubro	10	10
c	Procedimiento de ejecución del rubro	10	10
d	Condiciones de ejecución del rubro	10	10
e	Unidades de medición del rubro	10	10
f	Recursos humanos a intervenir	10	10
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	10	10
h	Herramienta utilizada en el rubro	10	10
i	Control de calidad del rubro	10	10
j	Control de seguridad industrial en el rubro	10	10
6	Especificaciones electrónicas y telecomunicaciones	100	100
a	Título de rubro	10	10
b	Descripción del rubro	10	10
c	Procedimiento de ejecución del rubro	10	10
d	Condiciones de ejecución del rubro	10	10
e	Unidades de medición del rubro	10	10
f	Recursos humanos a intervenir	10	10
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	10	10
h	Herramienta utilizada en el rubro	10	10
i	Control de calidad del rubro	10	10

j	Control de seguridad industrial en el rubro	10	10
7	Dimensiones y ejes en diseño arquitectónico	100	100
a	Nomenclatura de ejes	10	10
b	Ejes transversales	10	10
c	Ejes longitudinales	10	10
d	Nomenclatura para dimensiones	10	10
e	Dimensiones en planta	10	10
f	Dimensiones en alzados	10	10
g	Dimensiones en secciones	10	10
h	Niveles en planta	10	10
i	Niveles en alzados	10	10
j	Niveles en secciones	10	10
8	Cronograma de obra	100	100
a	Datos del constructor	10	10
b	Lugar y fecha de inicio	10	10
c	Listado de rubros a ejecutarse	10	10
d	Unidades de los rubros	10	10
e	Volumenes de obra	10	10
f	Tiempo de ejecución de la obra	10	10
g	Actividades antecesoras y predecesoras	10	10
h	Costos de los rubros	10	10
i	Segmentación de los costos por actividad	10	10
j	Aprobación del cliente (s)	10	10
9	Volumen de obra y costos	100	100
a	Datos del responsable de obtener volúmenes	10	10
b	Datos del responsable de obtener costos	10	10
c	Listado de rubros a ejecutarse	10	10
d	Estratificación de rubros	10	10
e	Anexos planimétricos	10	10
f	Base de datos de costos unitarios, actualizados	10	10
g	Costos indirectos	10	10
h	Costos de impuestos	10	10
i	Análisis de imprevistos	10	10
j	Aprobación del cliente (s)	10	10
10	Especificación de detalles constructivos	100	100
a	Título de rubro	10	10
b	Descripción del rubro	10	10
c	Procedimiento de ejecución del rubro	10	10
d	Condiciones de ejecución del rubro	10	10
e	Unidades de medición del rubro	10	10
f	Recursos humanos a intervenir	10	10
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	10	10
h	Herramienta utilizada en el rubro	10	10
i	Control de calidad del rubro	10	10
j	Control de seguridad industrial en el rubro	10	10
11	Detalles de carpinterías	100	100
a	Listado de carpinterías a ejecutarse	10	10
b	Proceso de instalación	10	10
c	Detalle de tiempo para instalación	10	10
d	Detalles de ensambles	10	10
e	Detalles planimétricos	10	10
f	Detalles axonométricos	10	10
g	Detalles de tipo de material	10	10
h	Detalles de fijaciones	10	10
i	Aprobación del cliente (s)	10	10



j	Terminos de referencia para contratación	10	10
12	Procedimiento de ejecución de especificaciones constructivas	100	100
a	Datos del procedimiento	10	10
b	Objetivo del procedimiento	10	10
c	Alcance del procedimiento	10	10
d	Código del procedimiento	10	10
e	Número de la versión del procedimiento	10	10
f	Identificación de cambios con respecto a la última versión	10	10
g	Personal que realiza el procedimiento	10	10
h	Visto bueno de los responsables	10	10
i	Contenido de los procedimientos en cuestion	10	10
j	Anexos gráficos del procedimiento	10	10
13	Control de cambios entre especialidades	100	100
a	Listado de cambios arquitectónico	10	10
b	Listado de cambios estructural	10	10
c	Listado de cambios hidro-sanitario	10	10
d	Listado de cambios electrico	10	10
e	Listado de cambios otras ingenierías	10	10
f	Detección de errores	10	10
g	Detección de causas	10	10
h	Detección del efecto del error	10	10
i	Propuesta de posibles soluciones	10	10
j	Legalización de cambios por parte de los especialistas	10	10
14	Detalles electrónicos - telecomunicaciones en modelo 3D	100	100
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	10	10
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	10	10
c	Desarrollo de capas	10	10
d	Desarrollo de bloques	10	10
e	Desarrollo de materiales	10	10
f	Codificación de cada elemento del modelado	10	10
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	10	10
h	Convalidación de errores 2D a 3D	10	10
i	Convalidación de soluciones	10	10
j	Aprobación del especialista	10	10
15	Detalles climatización en modelo 3D	100	100
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	10	10
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	10	10
c	Desarrollo de capas	10	10
d	Desarrollo de bloques	10	10
e	Desarrollo de materiales	10	10
f	Codificación de cada elemento del modelado	10	10
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	10	10
h	Convalidación de errores 2D a 3D	10	10
i	Convalidación de soluciones	10	10
j	Aprobación del especialista	10	10
16	Detalles estructurales en modelo 3D	100	100
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	10	10
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	10	10
c	Desarrollo de capas	10	10
d	Desarrollo de bloques	10	10

e	Desarrollo de materiales	10	10
f	Codificación de cada elemento del modelado	10	10
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	10	10
h	Convalidación de errores 2D a 3D	10	10
i	Convalidación de soluciones	10	10
j	Aprobación del especialista	10	10
17	Detalles sanitarios - pluviales en modelo 3D	100	100
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	10	10
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	10	10
c	Desarrollo de capas	10	10
d	Desarrollo de bloques	10	10
e	Desarrollo de materiales	10	10
f	Codificación de cada elemento del modelado	10	10
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	10	10
h	Convalidación de errores 2D a 3D	10	10
i	Convalidación de soluciones	10	10
j	Aprobación del especialista	10	10
18	Detalles eléctricos en modelo 3D	100	100
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	10	10
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	10	10
c	Desarrollo de capas	10	10
d	Desarrollo de bloques	10	10
e	Desarrollo de materiales	10	10
f	Codificación de cada elemento del modelado	10	10
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	10	10
h	Convalidación de errores 2D a 3D	10	10
i	Convalidación de soluciones	10	10
j	Aprobación del especialista	10	10
19	Modelado 3D acorde con materiales de diseño arquitectónico	100	100
a	Lista de materiales de diseño arquitectónico exterior	10	10
b	Lista de materiales de diseño arquitectónico interior	10	10
c	Listado de materiales para entorno	10	10
d	Convalidación de errores y soluciones 2D	10	10
e	Verificación de capas 3D	10	10
f	Verificación de codificaciones 3D	10	10
g	Recopilación de información gráfica	10	10
h	Configuración de software de renderizado	10	10
i	Registro de pruebas de renderizado	10	10
j	Convalidación de errores y soluciones 3D	10	10
20	Detalles arquitectónicos en modelo 3D	100	100
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	10	10
b	Listado de elementos que conforman lo arquitectónico	10	10
c	Desarrollo de capas	10	10
d	Desarrollo de bloques	10	10
e	Convalidación de materiales 2D	10	10
f	Codificación de cada elemento del modelado	10	10
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones	10	10
h	Convalidación de errores 2D a 3D	10	10
i	Convalidación de soluciones	10	10
j	Aprobación del diseñador	10	10

Para la puesta en práctica primero debe llenarse la lista de control la misma que proporciona los datos a la herramienta en sí.

2. *Herramienta de mejora de la interfaz diseño-construcción*, que se enlazará con la lista de control.

La herramienta de mejora es una hoja de comprobación que se estructura en base al método Kaizen a través del ciclo Deming o PHVA que es planificar, hacer, verificar y actuar.

PLANIFICAR

Compuesta por los parámetros de mejora interfaz diseño-construcción y la reducción de defectos de diseño. Los parámetros de mejora son valorados de acuerdo a la reducción de defectos de diseño, deben cumplir la condición de ser mayor o igual al 80% (principio de Pareto). En caso de que el valor sea menor de la condición se deberán realizar las acciones correctivas en lista de control hasta cumplirlo

HACER

La puesta en práctica se evalúa al momento de finalizar la fase de construcción, donde se comprueba en obra la aplicación de los parámetros de mejora desarrollados. El porcentaje de puesta en práctica no debe superar el porcentaje de reducción de los defectos de diseño.

VERIFICAR

La constatación del cumplimiento de lo planificado se lo hace a través del cálculo de la eficiencia que determina la optimización de recursos.

ACTUAR

Si luego de la verificación la optimización de recursos en la construcción es $\leq 60\%$, el equipo del proyecto ejecuta las acciones correctivas en cada parámetro con no cumpla con la condición para solucionar en proyectos futuros. Además en esta etapa se debe implementar una estandarización metodológica para el mejoramiento continuo.

Ilustración 7. Modelo de herramienta con valores óptimos (El autor).

HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA INTERFAZ DISEÑO - CONSTRUCCIÓN APLICANDO EL MÉTODO KAIZEN EN LA CIUDAD DE LOJA					
No.	Método Kaizen: Ciclo Deming (PHVA)				
	PLANIFICAR		HACER	VERIFICAR	ACTUAR
	PARÁMETROS DE MEJORA INTERFAZ DISEÑO-CONSTRUCCIÓN	Reducción defectos diseño (%)	Puesta práctica (%)	Optimización recursos construcción (%)	Acciones correctivas
	* Escala de valoración: óptimo (100%), excelente (80%), muy aceptable (70%), aceptable (60%), significativo (50%), parcial (40%), limitado (30%), deficiente (20%), insuficiente (10%), nulo (0%).	Condición $\geq 80\%$	Condición \leq (%) Reducción defectos diseño	Eficiencia (%)	Condición $\leq (60\%)$ optimización de recursos construcción
1	Necesidades del cliente	100	100	100	optimo
2	Registro de cambios del propietario	100	100	100	optimo
3	Especificaciones estructurales	100	100	100	optimo
4	Especificaciones climatización	100	100	100	optimo
5	Especificaciones arquitectónicas	100	100	100	optimo
6	Especificaciones electrónicas y telecomunicaciones	100	100	100	optimo
7	Dimensiones y ejes en diseño arquitectónico	100	100	100	optimo
8	Cronograma de obra	100	100	100	optimo
9	Volumen de obra y costos	100	100	100	optimo
10	Especificación de detalles constructivos	100	100	100	optimo
11	Detalles de carpinterías	100	100	100	optimo
12	Procedimiento de ejecución de especificaciones constructivas	100	100	100	optimo
13	Control de cambios entre especialidades	100	100	100	optimo
14	Detalles electrónicos - telecomunicaciones en modelo 3D	100	100	100	optimo
15	Detalles climatización en modelo 3D	100	100	100	optimo
16	Detalles estructurales en modelo 3D	100	100	100	optimo
17	Detalles sanitarios - pluviales en modelo 3D	100	100	100	optimo
18	Detalles eléctricos en modelo 3D	100	100	100	optimo
19	Modelado 3D acorde con materiales de diseño arquitectónico	100	100	100	optimo
20	Detalles arquitectónicos en modelo 3D	100	100	100	optimo

La estructura de la herramienta puede ser útil para cualquier tipo de proyecto sin distinción de uso o actividad, así mismo sirve como mecanismo para dar seguimiento a los proyectos y mejorar de forma cíclica, hasta tener la información que permita la optimización de los recursos. El usuario de la herramienta puede personalizarla para que se ajuste a su proceso de trabajo.

El proceso de mejora continua se completó con la aplicación cíclica de la herramienta, es decir el mejoramiento de proyecto a proyecto (Ilustración 8)

Puesta en práctica de la herramienta en un proyecto experimental

El proyecto experimental consistió en la evaluación de una vivienda unifamiliar de 145m² distribuidos en dos plantas en la ciudad de Loja. En primer lugar se evaluó la reducción de defectos de diseño analizando toda la información y documentación del proyecto que poseía el constructor al momento de iniciar la

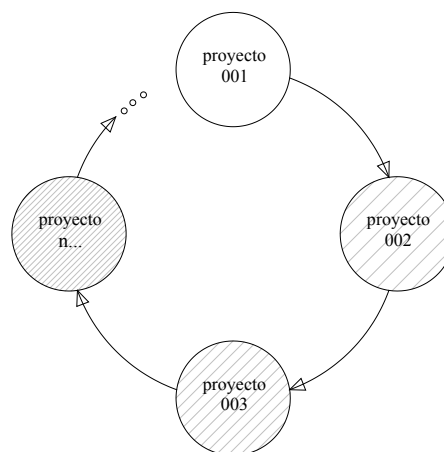


Ilustración 8. Herramienta de mejora de la interfaz diseño - construcción (El autor).

obra, y en segundo lugar se evaluó la puesta en práctica que consistió en valorar el cumplimiento al finalizar la fase de construcción. El propietario contrató a un arquitecto director de proyecto responsable de las fases de diseño y construcción. El diseño arquitectónico e ingenierías fueron realizados por los respectivos especialistas, bajo la supervisión y coordinación del director de proyecto. A continuación los resultados.

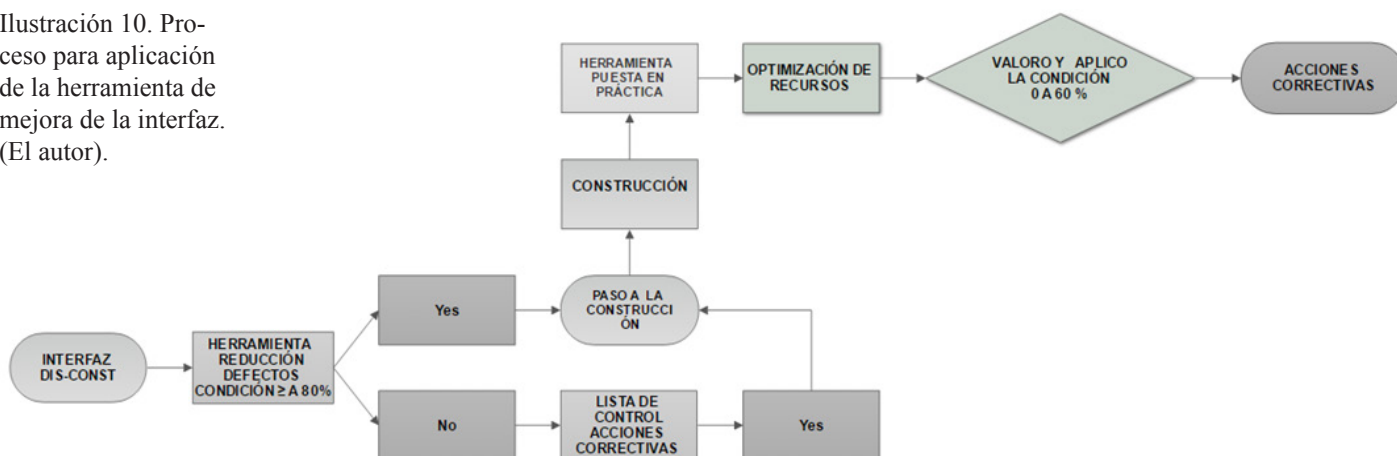
Ilustración 9. Puesta en práctica de la herramienta de mejora en un proyecto experimental (El autor).

PUESTA EN PRÁCTICA: HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA INTERFAZ DISEÑO - CONSTRUCCIÓN APLICANDO EL MÉTODO KAIZEN EN LA CIUDAD DE LOJA. Proyecto experimental.					
No.	Método Kaizen: Ciclo Deming (PHVA)				
	PLANIFICAR		HACER	VERIFICAR	ACTUAR
	PARÁMETROS DE MEJORA INTERFAZ DISEÑO-CONSTRUCCIÓN	Reducción defectos diseño (%)	Puesta práctica (%)	Optimización recursos construcción (%)	Acciones correctivas
	* Escala de valoración: óptimo (100%), excelente (80%), muy aceptable (70%), aceptable (60%), significativo (50%), parcial (40%), limitado (30%), deficiente (20%), insuficiente (10%), nulo (0%).	Condición \geq 80%	Condición \leq (%) Reducción defectos diseño	Eficiencia (%)	Condición \leq (60%) optimización de recursos construcción
1	Necesidades del cliente	60	60	36	Resgistro de datos del cliente
2	Registro de cambios del propietario	0	0	0	Formato de registros
3	Especificaciones estructurales	0	0	0	Estandarización de especificaciones
4	Especificaciones climatización	0	0	0	Estandarización de especificaciones
5	Especificaciones arquitectónicas	0	0	0	Estandarización de especificaciones
6	Especificaciones electrónicas y telecomunicaciones	0	0	0	Estandarización de especificaciones
7	Dimensiones y ejes en diseño arquitectónico	50	50	25	Normalizar el dibujo
8	Cronograma de obra	0	0	0	Registro en formatos
9	Volumen de obra y costos	0	0	0	Registro en formatos
10	Especificación de detalles constructivos	0	0	0	Estandarización de especificaciones
11	Detalles de carpinterías	0	0	0	Normalizar el dibujo
12	Procedimiento de ejecución de especificaciones constructivas	0	0	0	Establecer procedimientos
13	Control de cambios entre especialidades	0	0	0	Registro en formatos
14	Detalles electrónicos - telecomunicaciones en modelo 3D	0	0	0	Estandarización de especificaciones
15	Detalles climatización en modelo 3D	0	0	0	Estandarización de especificaciones
16	Detalles estructurales en modelo 3D	0	0	0	Estandarización de especificaciones
17	Detalles sanitarios - pluviales en modelo 3D	0	0	0	Estandarización de especificaciones
18	Detalles eléctricos en modelo 3D	0	0	0	Estandarización de especificaciones
19	Modelado 3D acorde con materiales de diseño arquitectónico	20	20	4	Check list
20	Detalles arquitectónicos en modelo 3D	0	0	0	Estandarización de especificaciones

Como se observa en los resultados no se cumplió los parámetros de mejora, la reducción de defectos de diseño tuvo una valoración por debajo de la condicionante (80%) y por ende la optimización de recursos fue nula.

Se recomienda tomar acciones correctivas como recopilar la información, comprobar formatos de registros estandarización de especificaciones en cada uno de los parámetros para solucionar los defectos del proyecto ejecutivo y modelado 3D. Estas acciones deben realizarse de acuerdo a la metodología que aplica el profesional en su empresa u oficina.

Ilustración 10. Proceso para aplicación de la herramienta de mejora de la interfaz. (El autor).



El proceso determina cuando tomar decisiones en la reducción de defectos de diseño para continuar con la fase de construcción, también detecta si la puesta en práctica permite optimizar los recursos y reconocer cuando se debe tomar las acciones correctivas de acuerdo a las condicionantes.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se determina que el proceso de producción de la arquitectura está compuesto jerárquicamente por fases, etapas, factores, actividades y requerimientos. Las etapas de proyecto ejecutivo y modelado 3D, se convierten en la interfaz diseño-construcción, poco aplicadas en la ciudad de Loja.

Los análisis de estudios de caso determinaron que la interfaz diseño-construcción en la ciudad de Loja tiene baja incidencia en los factores documentación constructiva, comunicación entre especialistas e información 3D del edificio. Así mismo en actividades de información general, especificaciones de estudios y dimensionamiento.

El bajo cumplimiento de las actividades son los defectos de diseño y para corregirlos se determinó 20 parámetros de mejora que sirven para desarrollar la herramienta bajo el esquema de mejora continua basada en condiciones de medición que permita la aceptación de la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos.

Proceso de la herramienta

Para garantizar la mejora continua de cada proyecto es necesario establecer un proceso que permita encontrar salidas y orientar al profesional en la toma de decisiones. El flujograma o diagrama de flujo representa de manera gráfica el proceso de la herramienta que responde a la interfaz diseño-construcción, la estructura está diseñada para que en caso de desviación tome las medidas correctivas y continúe a la siguiente etapa.

Se tiene dos limitaciones de la investigación, la primera es que al igual que en cualquier estudio por encuestas, la recopilación de datos puede tener influencia de respuestas poco confiables y limitación de tiempo. La segunda se debe a que los parámetros de mejora podrían variar.

El principal aporte de esta investigación es la herramienta desarrollada para medir las variables de reducción de defectos de diseño y optimización de recursos en la construcción a través de la eficiencia detectada en obra, además de generar una mejora continua en base a su aplicación. Entre otros puntos positivos es el esquema que permite comprender el funcionamiento del proceso diseño-construcción y su interfaz, así como identificar las etapas donde los defectos de diseño generan más conflictos.

Con respecto a otros estudios se aporta claramente con la definición de la interfaz en el proceso de producción de la arquitectura. Los aportes propios de la investigación son el análisis de los procesos diseño-construcción además de la esquematización de su funcionamiento y comunicación. Se aporta con la valoración de parámetros de diseño y eficiencia en la construcción, a través de una herramienta que permite ciclos de mejoramiento.

La herramienta puede ser aplicada por cualquier profesional o empresa ya sea pública o privada, durante las fases de diseño y construcción de cualquier tipo de infraestructura. En investigaciones futuras se puede evaluar los problemas de la interfaz desde el punto de vista de recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos.

La representación gráfica del proceso de aplicación de la herramienta permite tener una lectura concreta del procedimiento a seguir a través del flujograma por parte de los profesionales.



El funcionamiento de la herramienta es a largo plazo ya que depende del ciclo de vida del proyecto, es decir, hay que considerar que el proyecto ejecutivo y el modelado 3d esté finalizado para realizar un primer acercamiento de medición, otro aspecto a considerar es que conforme avance la obra se va midiendo los parámetros de mejora según la puesta en práctica. Una vez finalizada la obra se puede medir la optimización de recursos para aplicar en los proyectos posteriores, hasta lograr un óptimo resultado en ciclos de proyectos posteriores.

V. CONCLUSIONES

Entendiendo la arquitectura como el arte y técnica de diseñar y construir edificios, genera una contribución importante en el desarrollo económico, generación de empleo, por lo que el diseño-construcción debe ser estudiado con mayor énfasis.

Las principales fases del proceso de producción de la arquitectura se han distanciado a lo largo de los tiempos, esto ha causado muchos problemas entre los profesionales de campo, los principales defectos según los resultados son: la escasa información de las necesidades del cliente, la falta de coordinación entre especialidades. El desaprovechamiento de recursos y retrasos causados por cambios de última hora de propietarios, diseñadores y constructores que no se registra en documentación para poderlos corregir oportunamente.

Los parámetros de mejora establecidos reducen los defectos de diseño y sus requerimientos son determinados por cada usuario de la herramienta. La optimización de recursos en la construcción se mide a través de la aplicación de la eficiencia relacionando lo planificado y lo ejecutado.

La implementación de la herramienta propuesta tiene varios beneficios para los diseñadores y constructores ya que contribuyen a evitar la producción de residuos y retrabajo, tanto en la oficina de diseño como en la obra porque se proponen acciones correctivas antes de pasar a la construcción.

REFERENCIAS

Banco Central del Ecuador. (16 de octubre de 2016). BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Obtenido de <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/773>

Cisneros, L. (2011). Metodología para la Reducción de Pérdidas en la Etapa de Ejecución de un Proyecto de Construcción (Tesis de Maestría). México: Universidad Autónoma de México.

Dellers, A. (2016). El principio de Pareto: Optimice su negocio con la regla del 80/20. 50Minutos.Es.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). Metodología de la Investigación. México DF., México: Mc. Graw Hill.

Hygum, M., Emmitt, S., Bonke, S., & Kirk, A. (2011). Facilitating Client Value Creation in the Conceptual Design Phase of Construction Projects: A Workshop Approach. Architectural Engineering and Design Management, 18-30.

Imai, M. (2014). La clave de la ventaja competitiva japonesa. México: PATRIA S.A.

INEC. (2015). Encuesta de edificaciones. Quito.

Loyola, M., & Goldsack, L. (2010). Constructividad y Arquitectura. Santiago: Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad de Chile.

Maciel, T., Stumpf, M., & Kern, A. (2016). Propuesta de un sistema de planificación y control de residuos en la construcción. Revista ingeniería de construcción, vol. 31 no.2.

Orihuela, P., Orihuela, J., & Motiva, S. (2005). Aplicaciones del Lean Design a proyectos inmobiliarios de vivienda. Seminario Internacional: Ventajas competitivas en la construcción. Lima.

Rodríguez, E. (2012). Guía para la construcción de indicadores de gestión. Departamento Administrativo de la Función Pública, Bogotá, 15.

Soler, M. (2015). Saber vivir de la arquitectura. Madrid: Mairera.

Soler, M. (2016). Manual para la dirección integrada de proyectos en construcción (Segunda ed.). Madrid: Mairera Libros.

Sugumaran, B., & Lavanya, M. (2013). Evaluation of Design Construction Interface in Construction Industry. International Journal of Engineering Research & Technology.

Tercero, J. (2011). Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean en proyectos de construcción (Tesis de Maestría). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Vivan, A., Ortiz, F., & Paliari, J. (2016). Model for kaizen project development for the construction industry. Gestão & Produção, 23(2), 333-349.

**ANEXOS****Anexo 1. Modelo de encuesta****ENCUESTA: Interfaz diseño-construcción en la ciudad de Loja. Formulario en línea.****ESPECIFICACIÓN DE SELECCIÓN**

Muy a menudo	5
A menudo	4
A veces	3
Raramente	2
Nunca	1

DATOS GENERALES:

1	Nombre:	
2	Correo electrónico:	
3	Edad:	
4	Profesión:	<div>Arquitecto <input type="checkbox"/></div> <div>Ingeniero Civil <input type="checkbox"/></div>
5	Ámbito en el que se desenvuelve:	<div>Diseño arquitectónico <input type="checkbox"/></div> <div>Construcción <input type="checkbox"/></div> <div>Diseño arq. & const. <input type="checkbox"/></div>
6	Lugar de trabajo actual:	<div>Institución pública <input type="checkbox"/></div> <div>Institución privada <input type="checkbox"/></div>

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA ARQUITECTURA

1. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de INVESTIGACIÓN. (antecedentes, condicionantes, determinantes, clima, etc)

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

2. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de ESQUEMA BÁSICO. (bosquejo, primer acercamiento al diseño)

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

3. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de ANTEPROYECTO.

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

4. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de PROYECTO ARQUITECTÓNICO.

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

5. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de PROYECTO EJECUTIVO (unificación de planos de estudios de ingeniería, especificaciones técnicas a detalle)

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

6. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de MODELADO EN 3D

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

7. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

8. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de OBRA CIVIL

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

9. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de OBRA ARQUITECTÓNICA.

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

10. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de FINALIZACIÓN Y USO

Muy a menudo	<input type="checkbox"/>
A menudo	<input type="checkbox"/>
A veces	<input type="checkbox"/>
Raramente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

Gracias por la atención.

**Anexo 2. Resultados de la encuesta****RESULTADOS DE LA ENCUESTA:****Interfaz diseño-construcción en la ciudad de Loja.
Formulario en línea.****DATOS GENERALES:**

1	Nombre:	No. de encuestados válidos: 279
2	Correo electrónico:	No. de encuestados válidos: 279
3	Edad:	No. de encuestados válidos: 279
VALOR (%)		
4	Profesión:	Arquitecto 60.90
		Ingeniero Civil 30.40
5	Ámbito en el que se desenvuelve:	Diseño arquitectónico 4.30
		Construcción 34.80
		Diseño arq. & const. 60.90
6	Lugar de trabajo actual:	Institución pública 65.00
		Institución privada 35.00

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA ARQUITECTURA

1. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de INVESTIGACIÓN. (antecedentes, condicionantes, determinantes, clima, etc)

Muy a menudo	36.40
A menudo	31.80
A veces	13.60
Raramente	9.10
Nunca	9.10

2. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de ESQUEMA BÁSICO. (bosquejo, primer acercamiento al diseño)

Muy a menudo	50.00
A menudo	27.30
A veces	13.60
Raramente	0.00
Nunca	9.10

3. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de ANTEPROYECTO.

Muy a menudo	63.60
A menudo	22.70
A veces	1.10
Raramente	4.50
Nunca	8.10

4. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de PROYECTO ARQUITECTÓNICO.

Muy a menudo	40.90
A menudo	38.90
A veces	9.10
Raramente	2.00
Nunca	9.10

5. Dentro del proceso de diseño arquitectónico ejecuta la fase de PROYECTO EJECUTIVO (unificación de planos de estudios de ingeniería, especificaciones técnicas a detalle).

Muy a menudo	25.30
A menudo	20.30
A veces	4.00
Raramente	30.10
Nunca	20.30

6. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de MODELADO EN 3D.

Muy a menudo	12.00
A menudo	20.50
A veces	10.50
Raramente	22.00
Nunca	35.00

7. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN.

Muy a menudo	35.00
A menudo	33.90
A veces	12.00
Raramente	9.10
Nunca	10.00

8. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de OBRA CIVIL.

Muy a menudo	70.10
A menudo	9.10
A veces	17.80
Raramente	3.00
Nunca	0.00

9. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de OBRA ARQUITECTÓNICA.

Muy a menudo	65.00
A menudo	20.00
A veces	6.50
Raramente	8.50
Nunca	0.00

10. Dentro del proceso de construcción ejecuta la fase de FINALIZACIÓN Y USO.

Muy a menudo	32.00
A menudo	11.00
A veces	19.30
Raramente	15.30
Nunca	22.40



Anexo 3. Evaluación general de estudios de caso

EVALUACION SUMARIA DE LA ACTIVIDAD

5	Muy alto		100%
4	Alto		75%
3	Medio		50%
2	Bajo		25%
1	Muy bajo		0%

ESTUDIOS DE CASO EN LA CIUDAD DE LOJA

DATOS DE INFORMACIÓN

A Nombre del Proyecto

B Ubicación en la ciudad de Loja

DATOS DE VALORACIÓN

INTERFAZ DISEÑO-CONSTRUCCIÓN

PROYECTO EJECUTIVO

	caso 1	caso 2	caso 3	caso 4	caso 5	caso 6	caso 7	caso 8	caso 9	caso 10	caso 11	caso 12	caso 13	caso 14	caso 15	PROMEDIO	EVALUACIÓN CROMÁTICA	% de cumplimiento
Información general																1.99		
1 Necesidades del cliente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00		20.00
2 Rotulación del proyecto	3	3	3	3	3	4	3	2	2	2	2	1	1	1	3	2.40		48.00
3 Escalas del proyecto	4	4	4	2	3	4	4	3	2	3	3	2	2	2	3	3.00		60.00
4 Registro de cambios del propietario	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00		20.00
5 Áreas de proyecto	3	3	4	2	3	3	3	2	2	2	2	4	1	1	3	2.53		50.67
Diseño arquitectónico																2.07		
6 Representación gráfica de diseño arquitectónico	4	3	3	2	3	4	3	3	2	4	4	3	2	2	4	3.07		61.33
7 Dimensiones y ejes en diseño arquitectónico	1	3	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1.47		29.33
8 Simbología y codificaciones arquitectónicas	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	2	2	1	1	3	1.60		32.00
9 Especificaciones arquitectónicas	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1.27		25.33
10 Lectura de vistas diseño arquitectónico	3	3	4	3	3	3	3	3	2	4	4	2	3	2	2	2.93		58.67
Diseño estructural																1.55		
11 Representación gráfica de diseño estructural	2	1	1	2	1	3	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1.60		32.00
12 Dimensiones y ejes en diseño estructural	2	2	2	2	2	1	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1.60		32.00
13 Simbología y codificaciones estructurales	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	3	1	1	1.53		30.67
14 Especificaciones estructurales	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1.13		22.67
15 Lectura de vistas diseño estructural	1	2	2	1	2	3	2	3	1	2	3	2	2	1	1	1.87		37.33
Diseño hidráulico																1.81		
16 Representación gráfica de diseño hidráulico	3	2	3	2	3	3	3	3	1	2	2	1	1	3	1	2.20		44.00
17 Dimensiones en diseño hidráulico	1	1	2	2	1	3	1	2	3	2	1	1	1	1	2	1.60		32.00
18 Simbología y codificaciones hidráulicas	2	2	1	2	1	2	2	3	1	1	3	1	2	1	1	1.67		33.33
19 Especificaciones hidráulicas	1	1	3	2	3	2	1	1	2	1	2	3	1	2	1	1.73		34.67
20 Lectura de vistas diseño hidráulico	2	2	3	2	3	3	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1.87		37.33



Diseño sanitario - pluvial																	1.80	
21	Representación gráfica de diseño sanitario y pluvial	3	3	2	2	3	3	3	3	1	3	3	1	1	1	1	2.20	44.00
22	Dimensiones en diseño sanitario y pluvial	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1.53	30.67
23	Simbología y codificaciones sanitarias y pluviales	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1.73	34.67
24	Especificaciones sanitarias y pluviales	1	1	2	2	2	1	3	1	1	1	2	1	2	2	2	1.60	32.00
25	Lectura de vistas diseño sanitario y pluvial	2	2	2	2	3	2	3	2	1	3	3	1	1	1	1	1.93	38.67
Diseño eléctrico																	1.73	
26	Representación gráfica de diseño eléctrico	3	2	3	2	3	3	3	3	1	2	2	1	1	1	1	2.07	41.33
27	Dimensiones en diseño eléctrico	2	2	2	1	1	1	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1.53	30.67
28	Simbología y codificaciones diseño eléctrico	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1.60	32.00
29	Especificaciones eléctricas	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	3	1	3	1.53	30.67
30	Lectura de vistas diseño eléctrico	2	2	4	2	3	2	3	2	1	2	2	1	1	1	1	1.93	38.67
Diseño electrónico - telecomunicaciones																	1.60	
31	Representación gráfica de diseño electrónico y telecomunicaciones	1	1	2	1	1	3	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1.67	33.33
32	Dimensiones en diseño electrónico y telecomunicaciones	1	2	1	2	1	1	2	2	2	3	3	2	2	1	2	1.80	36.00
33	Simbología y codificaciones electrónicas y telecomunicaciones	1	2	1	2	2	1	1	3	1	1	3	2	1	3	2	1.73	34.67
34	Especificaciones electrónicas y telecomunicaciones	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1.27	25.33
35	Lectura de vistas de diseño electrónico y telecomunicaciones	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1.53	30.67
Diseño climatización																	1.60	
36	Representación gráfica de diseño climatización	1	2	1	1	2	1	1	3	2	2	2	1	1	2	2	1.60	32.00
37	Dimensiones en diseño climatización	1	2	2	1	1	1	2	1	3	3	1	2	1	2	2	1.67	33.33
38	Simbología y codificaciones climatización	1	1	2	3	1	3	3	2	1	2	1	1	2	1	2	1.73	34.67
39	Especificaciones climatización	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1.27	25.33
40	Lectura de vistas de diseño climatización	1	1	2	1	2	2	1	3	3	2	1	2	2	2	1	1.73	34.67
Documentación constructiva																	1.13	
41	Especificación de detalles constructivos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1.13	22.67
42	Procedimiento de ejecución de especificaciones constructivas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	2	1	1.27	25.33
43	Volumen de obra y costos	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.07	21.33
44	Cronograma de obra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1.07	21.33
45	Detalles de carpinterías	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1.13	22.67
Comunicación entre especialidades																	1.48	
46	Informes técnicos entre especialidades	1	1	2	1	3	2	1	1	2	1	2	3	1	2	1	1.60	32.00
47	Documentos de registro de aprobaciones internas entre especialidades	2	1	2	1	3	2	1	3	1	2	1	2	2	1	1	1.67	33.33
48	Control de errores entre especialidades	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	3	1	2	1	1	1.53	30.67
49	Control de entregas entre especialidades	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1.60	32.00
50	Control de cambios entre especialidades	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00	20.00
MODELADO 3D																		
Información 3D del edificio																	1.49	
51	Dimensiones del modelo 3D concuerdan con plano ejecutivo	2	1	1	1	2	1	1	3	2	1	1	2	1	1	4	1.60	32.00
52	Codificación de instalaciones en modelo 3D de acuerdo a estudios	1	1	2	1	1	2	1	2	1	3	1	3	2	1	3	1.67	33.33
53	Modelado 3D acorde con materiales de diseño arquitectónico	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1.40	28.00
54	Detalles arquitectónicos en modelo 3D	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	1.47	29.33
55	Detalles estructurales en modelo 3D	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1.27	25.33
56	Detalles hidráulicos en modelo 3D	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	1.53	30.67
57	Detalles sanitarios - pluviales en modelo 3D	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	1.27	25.33
58	Detalles eléctricos en modelo 3D	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	3	1.33	26.67
59	Detalles electrónicos - telecomunicaciones en modelo 3D	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1.20	24.00



60	Detalles climatización en modelo 3D	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1.20	24.00
61	Descomposición del modelo 3D	3	4	2	1	2	3	3	1	2	1	3	1	3	1	3	2.20	44.00
62	Detección de conflictos en el modelo 3D	1	1	2	2	1	2	3	1	2	1	2	1	3	1	1	1.60	32.00
63	Registro de soluciones de diseño en modelo 3D	1	2	1	2	1	3	1	3	1	3	1	1	1	1	3	1.67	33.33

Nota: El proyecto ejecutivo y modelado 3D es evaluado de acuerdo a la escala muy baja (1),

- Subetapas de la interfaz: 11
- Actividades de las subetapas de la interfaz: 63
- Evaluación muy baja de las actividades: 20

Anexo 4. Lista de control, aplicación proyecto experimental

DATOS GENERALES:

1	TÍTULO DEL PROYECTO:	VIVIENDA FAMILIA ARIAS ROJAS
2	PROPIETARIO:	VICENTE ARIAS
3	PROYECTISTA:	MANUEL PACHECO, ARQ.
4	CONSTRUCTOR:	MANUEL PACHECO, ARQ.
5	NUMERO DE PISOS:	2
6	TIPO DE PROYECTO:	VIVIENDA UNIFAMILIAR
7	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	145M2
8	FECHA DE REGISTRO:	27 ENE 2017

No.	PARÁMETROS DE MEJORA	Reducción defectos diseño (%)	Puesta práctica (%)
	* Escala de valoración: óptimo (100%), excelente (80%), muy aceptable (70%), aceptable (60%), significativo (50%), parcial (40%), limitado (30%), deficiente (20%), insuficiente (10%), nulo (0%).	Condición ≥ 80%	Condición ≤ (%) Reducción defectos diseño
1	Necesidades del cliente	70	60
a	Datos cliente (s)	10	10
b	Ubicación del terreno	10	10
c	Dimensiones del terreno	10	10
d	Documentos legales	10	10
e	Capacidad de inversión	0	0
f	Espacios a proyectarse	10	10
g	Condicionantes municipales	10	10
h	Condicionantes de clima	10	0
i	Factibilidad	0	0
j	Alcance de la obra	0	0
2	Registro de cambios del propietario	0	0
a	Hoja tipo de procedimiento	0	0
b	Datos de la persona que solicita cambios	0	0
c	Fecha y hora de cambios	0	0
d	Motivo de los cambios	0	0
e	Viabilidad de los cambios	0	0
f	Rediseños según cambios solicitados	0	0
g	Codificación según número de cambios	0	0
h	Datos del ejecutor de cambios	0	0
i	Firma del ejecutor de cambios	0	0
j	Firma de conformidad y aceptación del propietario	0	0

3	Especificaciones estructurales	0	0
a	Título de rubro	0	0
b	Descripción del rubro	0	0
c	Procedimiento de ejecución del rubro	0	0
d	Condiciones de ejecución del rubro	0	0
e	Unidades de medición del rubro	0	0
f	Recursos humanos a intervenir	0	0
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	0	0
h	Herramienta utilizada en el rubro	0	0
i	Control de calidad del rubro	0	0
j	Control de seguridad industrial en el rubro	0	0
4	Especificaciones climatización	0	0
a	Título de rubro	0	0
b	Descripción del rubro	0	0
c	Procedimiento de ejecución del rubro	0	0
d	Condiciones de ejecución del rubro	0	0
e	Unidades de medición del rubro	0	0
f	Recursos humanos a intervenir	0	0
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	0	0
h	Herramienta utilizada en el rubro	0	0
i	Control de calidad del rubro	0	0
j	Control de seguridad industrial en el rubro	0	0
5	Especificaciones arquitectónicas	0	0
a	Título de rubro	0	0
b	Descripción del rubro	0	0
c	Procedimiento de ejecución del rubro	0	0
d	Condiciones de ejecución del rubro	0	0
e	Unidades de medición del rubro	0	0
f	Recursos humanos a intervenir	0	0
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	0	0
h	Herramienta utilizada en el rubro	0	0
i	Control de calidad del rubro	0	0
j	Control de seguridad industrial en el rubro	0	0
6	Especificaciones electrónicas y telecomunicaciones	0	0
a	Título de rubro	0	0
b	Descripción del rubro	0	0
c	Procedimiento de ejecución del rubro	0	0
d	Condiciones de ejecución del rubro	0	0
e	Unidades de medición del rubro	0	0



f	Recursos humanos a intervenir	0	0
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	0	0
h	Herramienta utilizada en el rubro	0	0
i	Control de calidad del rubro	0	0
j	Control de seguridad industrial en el rubro	0	0
7	Dimensiones y ejes en diseño arquitectónico	70	50
a	Nomenclatura de ejes	10	10
b	Ejes transversales	10	10
c	Ejes longitudinales	10	10
d	Nomenclatura para dimensiones	10	10
e	Dimesiones en planta	10	0
f	Dimensiones en alzados	0	0
g	Dimensiones en secciones	0	0
h	Niveles en planta	10	10
i	Niveles en alzados	10	0
j	Niveles en secciones	0	0
8	Cronograma de obra	0	0
a	Datos del constructor	0	0
b	Lugar y fecha de inicio	0	0
c	Listado de rubros a ejecutarse	0	0
d	Unidades de los rubros	0	0
e	Volumenes de obra	0	0
f	Tiempo de ejecucion de la obra	0	0
g	Actividades antecesoras y predecesoras	0	0
h	Costos de los rubros	0	0
i	Segmentación de los costos por actividad	0	0
j	Aprobación del cliente (s)	0	0
9	Volumen de obra y costos	0	0
a	Datos del responsable de obtener volumenes	0	0
b	Datos del responsable de obtener costos	0	0
c	Listado de rubros a ejecutarse	0	0
d	Estratificación de rubros	0	0
e	Anexos planimétricos	0	0
f	Base de datos de costos unitarios, actualizados	0	0
g	Costos indirectos	0	0
h	Costos de impuestos	0	0
i	Análisis de imprevistos	0	0
j	Aprobación del cliente (s)	0	0
10	Especificación de detalles constructivos	0	0
a	Título de rubro	0	0
b	Descripción del rubro	0	0
c	Procedimiento de ejecución del rubro	0	0
d	Condiciones de ejecución del rubro	0	0
e	Unidades de medición del rubro	0	0
f	Recursos humanos a intervenir	0	0
g	Equipo y maquinaria utilizado en el rubro	0	0
h	Herramienta utilizada en el rubro	0	0
i	Control de calidad del rubro	0	0
j	Control de seguridad industrial en el rubro	0	0
11	Detalles de carpinterías	0	0
a	Listado de carpinterías a ejecutarse	0	0
b	Proceso de instalación	0	0
c	Detalle de tiempo para instalación	0	0
d	Detalles de ensambles	0	0
e	Detalles planimétricos	0	0

f	Detalles axonométricos	0	0
g	Detalles de tipo de material	0	0
h	Detalles de fijaciones	0	0
i	Aprobación del cliente (s)	0	0
j	Terminos de referencia para contratación	0	0
12	Procedimiento de ejecución de especificaciones constructivas	0	0
a	Datos del procedimiento	0	0
b	Objetivo del procedimiento	0	0
c	Alcance del procedimiento	0	0
d	Código del procedimiento	0	0
e	Número de la versión del procedimiento	0	0
f	Identificación de cambios con respecto a la última versión	0	0
g	Personal que realiza el procedimiento	0	0
h	Visto bueno de los responsables	0	0
i	Contenido de los procedimientos en cuestion	0	0
j	Anexos gráficos del procedimiento	0	0
13	Control de cambios entre especialidades	0	0
a	Listado de cambios arquitectónico	0	0
b	Listado de cambios estructural	0	0
c	Listado de cambios hidro-sanitario	0	0
d	Listado de cambios electrico	0	0
e	Listado de cambios otras ingenierías	0	0
f	Detección de errores	0	0
g	Detección de causas	0	0
h	Detección del efecto del error	0	0
i	Propuesta de posibles soluciones	0	0
j	Legalización de cambios por parte de los especialistas	0	0
14	Detalles electrónicos - telecomunicaciones en modelo 3D	0	0
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	0	0
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	0	0
c	Desarrollo de capas	0	0
d	Desarrollo de bloques	0	0
e	Desarrollo de materiales	0	0
f	Codificación de cada elemento del modelado	0	0
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	0	0
h	Convalidación de errores 2D a 3D	0	0
i	Convalidación de soluciones	0	0
j	Aprobación del especialista	0	0
15	Detalles climatización en modelo 3D	0	0
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	0	0
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	0	0
c	Desarrollo de capas	0	0
d	Desarrollo de bloques	0	0
e	Desarrollo de materiales	0	0
f	Codificación de cada elemento del modelado	0	0
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	0	0
h	Convalidación de errores 2D a 3D	0	0
i	Convalidación de soluciones	0	0
j	Aprobación del especialista	0	0
16	Detalles estructurales en modelo 3D	0	0



a	Verificar planos y especificaciones en 2D	0	0
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	0	0
c	Desarrollo de capas	0	0
d	Desarrollo de bloques	0	0
e	Desarrollo de materiales	0	0
f	Codificación de cada elemento del modelado	0	0
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	0	0
h	Convalidación de errores 2D a 3D	0	0
i	Convalidación de soluciones	0	0
j	Aprobación del especialista	0	0
17	Detalles sanitarios - pluviales en modelo 3D	0	0
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	0	0
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	0	0
c	Desarrollo de capas	0	0
d	Desarrollo de bloques	0	0
e	Desarrollo de materiales	0	0
f	Codificación de cada elemento del modelado	0	0
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	0	0
h	Convalidación de errores 2D a 3D	0	0
i	Convalidación de soluciones	0	0
j	Aprobación del especialista	0	0
18	Detalles eléctricos en modelo 3D	0	0
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	0	0
b	Listado de elementos que conforman la ingeniería	0	0
c	Desarrollo de capas	0	0
d	Desarrollo de bloques	0	0
e	Desarrollo de materiales	0	0
f	Codificación de cada elemento del modelado	0	0
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones de ingeniería	0	0
h	Convalidación de errores 2D a 3D	0	0
i	Convalidación de soluciones	0	0
j	Aprobación del especialista	0	0
19	Modelado 3D acorde con materiales de diseño arquitectónico	30	20
a	Lista de materiales de diseño arquitectónico exterior	0	0
b	Lista de materiales de diseño arquitectónico interior	0	0
c	Listado de materiales para entorno	0	0
d	Convalidación de errores y soluciones 2D	0	0
e	Verificación de capas 3D	0	0
f	Verificación de codificaciones 3D	0	0
g	Recopilación de información gráfica	10	0
h	Configuración de software de renderizado	10	10
i	Registro de pruebas de renderizado	10	10
j	Convalidación de errores y soluciones 3D	0	0
20	Detalles arquitectónicos en modelo 3D	0	0
a	Verificar planos y especificaciones en 2D	0	0
b	Listado de elementos que conforman lo arquitectónico	0	0
c	Desarrollo de capas	0	0
d	Desarrollo de bloques	0	0
e	Convalidación de materiales 2D	0	0

f	Codificación de cada elemento del modelado	0	0
g	Emplazamiento de cada elemento de acuerdo a las especificaciones	0	0
h	Convalidación de errores 2D a 3D	0	0
i	Convalidación de soluciones	0	0
j	Aprobación del diseñador	0	0