

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**LA TECNOLOGÍA BIM PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL
PROYECTO MULTIFAMILIAR “LOS CLAVELES” EN TRUJILLO-PERÚ**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DE PROYECTOS

AUTORES:

Bach. Paolo Xavier, Bances Núñez
Bach. Sherman Harvert, Falla Ravines

ASESOR:

Ms. Vargas Cárdenas, Carlos Manuel

TRUJILLO, PERÚ

2015

DEDICATORIA

A Dios, a la Virgen María, a mis padres y a mi hermano que se esforzaron día a día para salir adelante y formarme como buena persona ética y profesionalmente.

A Elizabeth, mi compañera que siempre estuvo a mi lado y fue uno de los motores para culminar mi carrera con éxito y así formar un futuro juntos.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado convertirme en lo que soy.

A mis hermanos por ser el pilar en toda mi educación y su apoyo incondicional a través de todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

A nuestros docentes, gracias a ellos por la excelente formación brindada en nuestro querido campus universitario. Nuestra especial consideración al Ing. Carlos Vargas Cárdenas por su asesoramiento, sus observaciones, críticas, tolerancia y apoyo académico en toda la elaboración de la presente tesis.

RESUMEN

En proyectos de edificaciones, desarrollados según el modelo tradicional de entrega de proyectos Diseño/Licitación/Construcción, los documentos de diseño e ingeniería son elaborados en la etapa de diseño por arquitectos, consultorías y proyectistas de ingeniería, desempeñando un papel importante en los proyectos de construcción ya que trasladan las necesidades y requerimientos del cliente en planos y especificaciones técnicas. Estos documentos, al contener toda la información necesaria para llevar a cabo la construcción, sirven de base durante el proceso de licitación y posteriormente se entregan a la empresa contratista como documentos oficiales para que comience con la ejecución. En una situación ideal, los documentos contractuales del proyecto de construcción deberían estar completos, precisos, sin conflictos y ambigüedades, pero desafortunadamente esto es raramente encontrado y muy a menudo la contratista empieza la construcción con documentos incompatibles, erróneos e incompletos, requiriendo, por consiguiente, clarificaciones que tienen que ser respondidas por los proyectistas y diseñadores en pleno proceso de construcción. Cuando se da este caso, es esencial que la información sea entregada a la contratista eficientemente y sin retrasos, de lo contrario podría influir en la eficiencia durante el desarrollo del proyecto.

Se define deficiencia de diseño como “alguna deficiencia en los planos o especificaciones”. Las más comunes deficiencias de diseño se clasifican en dos tipos: (1) Conflictos o discrepancias entre los planos y especificaciones de los documentos contractuales, (2) Falta de coordinación interdisciplinaria, (3) La falta de constructabilidad.

Para aliviar este problema, se plantea una metodología con procesos y herramientas basados en el uso de modelos tridimensionales BIM (Building Modelating Information) que facilitan el proceso de visualización y compatibilización de los documentos de diseño anticipándonos a la construcción real del proyecto, de esta manera el enfoque de esta metodología se centra en la premisa de construir dos veces. Siendo la primera la denominada “construcción virtual”, en donde identificaremos y minimizaremos las deficiencias en los documentos de diseño e ingeniería y la optimizaremos mediante revisiones de

constructabilidad, introduciendo en los modelos todos los cambios que sean necesarios. La segunda, la construcción real y definitiva, en donde ya minimizamos las deficiencias de diseño, en donde la contratista podría aumentar esfuerzos en temas de planificación, producción, control y seguridad.

En el presente trabajo de investigación titulado **LA TECNOLOGÍA BIM PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR “LOS CLAVELES” EN TRUJILLO-PERÚ**; se ha realizado un estudio comparativo del incremento de la eficiencia en las obras de edificación, utilizando la tecnología BIM como recurso principal para dicha mejora y a la vez el uso del sistema tradicional para un proceso constructivo, tomando datos reales de obra.

Primero se determinó un proyecto de obra que se viene ejecutando en la ciudad de Trujillo.

Posteriormente se realizó el modelamiento arquitectónico y estructural del proyecto en el software REVIT, perteneciente a la tecnología BIM, mediante el cual obtuvimos una planilla de metrados por elementos. Seguidamente con la visita a la obra y realización de la medición de los rendimientos y avances de obra día tras día.

Finalmente se hizo un análisis comparativo mediante gráficos estadísticos de la eficiencia obtenida usando los datos obtenidos en el modelamiento en REVIT y la eficiencia obtenida mediante los datos obtenidos de obra.

La obra intervenida como muestra representativa de la población fue: Proyecto Multifamiliar “Los Claveles” ubicado en la Urb. Vista Hermosa, Calle Jacinto Ojeda Mz. B Block A-1 Lt. 06.

Los resultados de las observaciones del presente estudio de investigación, arrojaron un incremento de la eficiencia en un 8% para la partida de encofrado de losa y escalera, un 5% en la partida de acero en losa, escalera y vigas, un 9% en la partida de tarrajeo de muros, 13% para la partida de tarrajeo en cielo raso, 0% en la partida de vaciado de losa maciza, escaleras y vigas; 7% en la partida de encofrado en columnas y placas, 7% en la partida de armado de muros, cabezales y columnas, 7% en la partida de vaciado de columnas y placas, 12% en la partida de muros de tabiquería con ladrillo UNIBLOCK.

ABSTRACT

In building projects, developed by the traditional delivery model projects Design / Bid / Build, design documents and engineering are made in the design stage by architects, consultants and designers of engineering, playing an important role in projects construction as moving the needs and requirements of the customer drawings and specifications. These documents, containing all the information necessary to carry out the construction, are the basis for the tender process and subsequently delivered to the contractor as official documents to start with implementation. Ideally, the contract documents of the construction project should be complete, accurate, without conflicts and ambiguities, but unfortunately this is rarely found and very often the contractor begins construction inconsistent, incorrect or incomplete documents, requiring therefore , clarifications that need to be answered by the architects and designers in the building process. When this is the case, it is essential that information is delivered to the contractor efficiently and without delay, otherwise it could affect the efficiency during the project.

design deficiency as "a deficiency in the design or specifications" is defined. The most common design deficiencies are classified into two types: (1) Conflicts or discrepancies between plans and specifications of the contract documents, (2) lack of interdisciplinary coordination, (3) Lack of constructability.

To alleviate this problem, a methodology based processes and three-dimensional models using BIM (Building Information Modelating) that facilitate the visualization process and harmonization of design documents in anticipation of the actual construction of the project, thus arises tools the focus of this methodology focuses on the premise of building twice. The first being called "virtual building" where we will identify and will minimize the deficiencies in the design and engineering documents and optimize constructability reviews by introducing models all necessary changes. Second, the real and definitive construction, where and minimize design deficiencies, where the contractor could increase efforts in the areas of planning, production, control and safety.

In this paper titled FOR THE BIM TECNOLOGY IMPROVING EFFICIENCY MUTIFAMILY PROJECT "LOS CLAVELES" IN TRUJILLO-PERU; it has made a comparative study of increasing efficiency in the building works, using BIM technology as the main resource for such improvement and also the use of the traditional system to a constructive process, taking real data work.

First a construction project that is being implemented in the city of Trujillo was determined.

Subsequently the architectural and structural modeling of Revit software project belonging to the BIM technology, by which we obtained a return of quantities of elements and a table of interference obtained from NAVISWORK software, also belonging to the family BIM was performed. Following the visit to the site and measuring the performance and progress of work day after day was done.

Finally, a comparative analysis was done using statistical graphs efficiency obtained using the data obtained in modeling in Revit and efficiency obtained by the data obtained from work.

The work operated as a representative sample of the population was: Multifamily Project "Carnations" located in the Urb Vista Hermosa, Street Jacinto Ojeda Mz. B Block A-1 Lt. 06.

The results of the findings of this research study showed an increase in efficiency by 8% for the starting slab formwork and stairs, 5% in the starting steel slab, staircase and beams, 9% the game without finishing walls, 13% for the game without finishing in ceiling, 0% in the starting solid slab casting, stairs and beams; 7% in the starting formwork columns and plates, 7% in the starting reinforced walls, heads and columns, 7% in the starting emptying of columns and plates, 12% in the starting partition walls with brick UNIBLOCK .

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	01
AGRADECIMIENTO.....	02
RESUMEN.....	03
ABSTRACT.....	05
INDICE.....	07
LISTA DE FIGURAS.....	09
INDICE DE TABLAS.....	10
I. INTRODUCCION.....	11
1.1 Antecedentes y Justificación del Problema.....	12
1.1.1 Antecedentes.....	12
1.1.2 Justificación.....	15
1.2 Formulación del Problema.....	16
1.3 Objetivos.....	16
1.4 Hipótesis.....	17
1.4.1 Definición de las variables:.....	17
1.5 Marco Teórico.....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	65
2.1 Material de Estudio.....	65
2.1.1 Población.....	65
2.2 Métodos y Técnicas.....	65
2.2.1 Método.....	65
2.2.2 Técnica.....	66
2.2.3 Procedimiento.....	66

2.2.3.1 Recolección de información.....	66
2.2.3.2 Procesamiento de información.....	67
2.2.3.3 Análisis de la información.....	76
III. RESULTADOS.....	77
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	100
V. CONCLUSIONES.....	105
VI. RECOMENDACIONES.....	107
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
VIII. ANEXOS	109

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: REPRESENTACIÓN VIRTUAL TRIDIMENSIONAL MEDIANTE EL USO DE LA TECNOLOGÍA BIM	20
FIGURA 2: MODELO DE INTEGRACIÓN DEL PROYECTO (PIM) MEDIANTE EL BIM.....	21
FIGURA 3: ÁREAS DE APLICACIÓN DEL BIM PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	22
FIGURA 4: TÍPICA INTERFAZ GRÁFICA DE UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN 4D.....	25
FIGURA 5: CRECIMIENTO EN LA ADOPCIÓN DEL BIM EN LOS EUA.....	29
FIGURA 6: ADOPCIÓN DEL BIM EN NORTE AMÉRICA.....	29
FIGURA 7: SISTEMAS DE ENTREGA DE PROYECTOS (PDS) MÁS ADOPTADOS EN PERÚ....	30
FIGURA 8: ADOPCIÓN DEL MODELO D/C RESPECTO AL D/L/C EN LOS EUA.....	32
FIGURA 9: MÓDULOS DEL SISTEMA DE ENTREGA DEL PROYECTO SIN PÉRDIDAS.....	33
FIGURA 10: FASES DEL MODELAMIENTO EN BIM PARA PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.....	40
FIGURA 11: EL PROCESO DE MODELAMIENTO EN BIM 3-D	42
FIGURA 12: COORDINACIÓN DE LOS PLANOS DE DISEÑO.....	48
FIGURA 13: EL MODELO VIRTUAL BIM 3-D PARA VERIFICAR LA LÓGICA CONSTRUCTIVA...	50
FIGURA 14: INCOMPATIBILIDAD IDENTIFICADA MEDIANTE UNA REVISIÓN ANALÍTICA.....	51
FIGURA 15: INTEGRACIÓN DE LOS MODELOS BIM-3D POR ESPECIALIDADES.....	52
FIGURA 16: MODELO DE REPORTE DE INTERFERENCIAS.....	53
FIGURA 17: MODELO CON INTERFERENCIAS SEGÚN LOS PLANOS CONTRACTUALES.....	54
FIGURA 18: RECORRIDO VIRTUAL DESDE EL INTERIOR DEL MODELO BIM-3D.....	56
FIGURA 19: REQUISITOS PARA LA SIMULACIÓN BIM-4D.....	58
FIGURA 20: INTERFAZ DE USUARIO REVIT 2014.....	64
FIGURA 21: FORMA DE MODELAR UNA COLUMNA USANDO UN SOFTWARE BIM.....	65
FIGURA 22: MODELADO DE LAS BASES DEL PROYECTO.....	66
FIGURA 23: MODELADO DE LA ESTRUCTURA DEL PRIMER NIVEL DEL PROYECTO.....	66
FIGURA 24: PLANTA DEL PRIMER Y SEGUNDO NIVEL DEL PROYECTO.....	67
FIGURA 25: PLANTA DEL TERCER Y CUARTO NIVEL DEL PROYECTO.....	68
FIGURA 26: PLANTA DEL QUINTO Y SEXTO NIVEL DEL PROYECTO.....	69
FIGURA 27: PLANTA DE LA AZOTEA DEL PROYECTO.....	70
FIGURA 28: MODELAMIENTO EN 3D DEL PROYECTO.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

RESULTADOS

TABLA 1.: RENDIMIENTOS DE OBRA PRIMERA SEMANA.....	73
TABLA 2.: CÁLCULO DE LA EFICIENCIA EN OBRA PRIMERA SEMANA.....	89
TABLA 3.: CÁLCULO DE LA EFICIENCIA CON BIM PRIMERA SEMANA.....	92

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

TABLA 1.: ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA.....	96
TABLA 2.: ACERO EN LOSA, ESCALERAS Y VIGAS.....	97
TABLA 3.: TARRAJEO EN MUROS.....	97
TABLA 4.: TARRAJEO EN CIELO RASO.....	98
TABLA 5.: VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS.....	98
TABLA 6.: ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS.....	99
TABLA 7.: ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS.....	100
TABLA 8.: VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS.....	100
TABLA 9.: MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK.....	101

I. INTRODUCCIÓN

La práctica en la construcción de proyectos de edificaciones ha demostrado y encontrado una serie de deficiencias en los documentos contractuales de diseño e ingeniería (planos y especificaciones técnicas). Estos influyen e impactan negativamente durante la etapa de construcción sobre los costos y plazos de ejecución del proyecto y derivan posteriormente a problemas de calidad porque es en plena construcción de la obra donde son encontrados y resueltos gran porcentaje de estos problemas. Fundamentalmente las deficiencias en los documentos contractuales de diseño se originan debido a una marcada división de las dos etapas más importantes para la entrega de proyectos, las de diseño y construcción por una etapa intermedia de licitación, y/o por el desarrollo de proyectos tipo fast-track o proyectos con cronograma acelerado.

Sin embargo, muchas veces el diseño del proyecto pasa a la etapa de construcción con documentos incompletos, no compatibilizados con errores e interferencias entre especialidades, obligando a la constructora a asumir el liderazgo en revisar y rectificar esas deficiencias, y lo que es más crítico es que esta revisión se da muchas veces en plena construcción del proyecto, lo cual podría incidir negativamente en los plazos y costos si estas deficiencias no son detectadas a tiempo utilizando las herramientas adecuadas. Además a pesar que el sector construcción requiere herramientas eficientes para gestionar toda esta información del proyecto, este sector es una de las industrias que tiene los más bajos niveles de implementación de Tecnología de información y comunicaciones (TIC) para mejorar o innovar sus procesos. Una tecnología emergente es el uso de modelos 3D para almacenar la información del proyecto, aprovechando varias de sus aplicaciones como modelar en 3D para propósitos de compatibilización del proyecto, simulación 4D del proceso constructivo o la visualización virtual del proyecto para realizar revisiones de constructabilidad. Para ello la tecnología nos propone un sistema de gestión de la información conocido como BIM (Building Information Modeling) que nos permite compatibilizar e integrar el diseño del proyecto por anticipado y mucho antes de llegar a campo, eliminando desperdicios desde el diseño.

Este proceso de integración es compatible con los principios del enfoque Lean Design, propuestos por el Instituto Lean Construction; y además el uso de tecnologías BIM interactúa con los principios para la entrega de un proyecto “Lean”, no sólo para la fase de construcción (Lean Construction), sino también para la de diseño y para la integración entre ambas etapas.

Por tal motivo se ha hecho este estudio con la intención de enseñar la importancia y el mejoramiento de la eficiencia en un proyecto con esta herramienta en el ámbito de la construcción.

1.1 Antecedentes y Justificación del Problema

1.1.1 Antecedentes

La búsqueda previa sobre estudios realizados anteriormente a la presente investigación arrojó el resultado siguiente:

ANTECEDENTE 1: MEJORA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN LOS PROCESOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA EMPRESA MARCAN”, Noviembre del 2013; Autor: Karen Ulloa Román, José Salinas Saavedra.

La tesis presenta el marco teórico acerca de la tecnología BIM y su evolución durante los últimos 5 años. Posteriormente, como diagnóstico de la situación actual, se estudia a la empresa Inmobiliaria y Constructora Marcan que desde el año 2010 viene implementando el uso de la tecnología BIM en sus procesos de diseño y construcción. En base a esto se propone un plan de mejora en la implementación BIM en estas etapas y se establece los mecanismos de control del desempeño de estas mejoras.

Analizado este proyecto se puede obtener las siguientes conclusiones:

- El uso de BIM en las organizaciones es una novedosa propuesta de gestión del diseño y construcción, que nos permitirá tomar decisiones en etapas tempranas, eliminar desperdicios y obtener mejores en la productividad como las obtenidas en otros países.

- Para obtener mejores resultados en el modelo se debe de involucrar desde etapas tempranas a los propietarios, proyectistas, proveedores, contratista y constructor.

ANTECEDENTE 2: MODELANDO EN BIM 3D Y 4D PARA LA CONSTRUCCIÓN: CASO PROYECTO UNIVERSIDAD DEL PACIFICO; Autor: Paul Vladimir Alcántara Rojas.

Hoy en día los proyectos de construcción requieren herramientas eficaces para gestionar la información del proyecto, a pesar de ello, el sector construcción es una de las industrias que a nivel mundial tiene bajos niveles de implementación de TIC para mejorar o innovar sus procesos. Una tecnología emergente es el uso de modelos 3D para almacenar toda la información del proyecto, aprovechando varias de sus aplicaciones como modelar en 3D para propósitos de compatibilización del proyecto, simulación 4D del proceso constructivo o la cuantificación de la cantidad de materiales. En este paper se dará a conocer una serie de criterios a tomar en cuenta para modelar en BIM 3D y 4D, los cuales han sido estudiados y desarrollados en el proyecto 1712: Edificio Educativo Universidad del Pacífico.

ANTECEDENTE 3: PLANIFICACIÓN 4D EN LA OBRA DE EDIFICACIÓN “VILLA MUNICIPAL BOLIVARIANA” TORRE C-D, APLICANDO SOFTWARES ESPECIALIZADOS BIM Y PARTE DE LAS HERRAMIENTAS LAST PLANNER; Autor: Juan Julio Castillo

La presente investigación se basará en aplicar Planificación 4D en la obra Villa Municipal Bolivariana Torre “C-D”, debido a que en dicho proyecto se presentó dificultad con cumplir con los plazos programados, ya que los planos de ingeniería eran deficientes y se generó un gran número de RFI. La cantidad de información que el proyecto contenía y la forma en que estaba organizada y representada (Planos 2D) influía directamente en la

dificultad e incertidumbre del proyecto, creando variabilidad durante el proceso de construcción y conduciendo a pérdidas durante la ejecución (retrasos, interferencias, etc.).

Nuevas tecnologías presentes en el mercado ofrecen algunas herramientas para mitigar estos problemas, disminuyendo los costos (trabajos re hechos, los plazos (Lean Desing y LastPlanner) y mejorando la calidad de los trabajos.

En base a estas nuevas Filosofías y Tecnologías se aplicó un nuevo método de Planificación, que abarca el 3D generado por BIM + la Planificación optimizada Lean (tiempo), generando así una simulación del Proceso Constructivo denominada PLANIFICACIÓN 4D.

ANTECEDENTE 4: TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS PARA LA VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN –LOS SISTEMAS 3D INTELIGENTE-; Autor: Feliciano Adrián Berdillana Rivera

La investigación procede de una revisión de la teoría en la tecnología de la información en la construcción (ITC); esto constituye el marco conceptual necesario para formalizar conocimiento sobre herramientas de automatización y visualización para mejorar el soporte de las tecnologías de la información para la integración de procesos en la industria de la construcción. Asimismo, la investigación procede de experiencias del autor en trabajos prácticos en proyecto de arquitectura y construcción. En este contexto, la visualización y automatización de las necesidades se identifican como las principales formas de mejorar el intercambio de información en la industria de la construcción para lograr un alto nivel de integración. Nuevas herramientas de tecnologías de información (3D inteligente) y las experiencias con prototipos dan una oportunidad para mejorar la integración. La integración del proceso de Diseño-Construcción, dos importantes partes en la que las disciplinas de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) han sido divididas tradicionalmente, es el principal interés de esta investigación.

ANTECEDENTE 5: IMPLEMENTACIÓN Y METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE MODELOS BIM PARA SU APLICACIÓN EN PROYECTOS INDUSTRIALES MULTIDISCIPLINARIOS; Autor: Aliaga Melo, Gonzalo Daniel

En esta investigación se busca desarrollar una metodología para una adecuada implementación y posterior elaboración de un modelo representativo hecho con plataformas BIM, para aplicar al diseño de ingeniería dentro de una empresa que trabaja con varias especialidades en forma simultánea en proyectos de tipo industrial.

1.1.2 Justificación

En la actualidad de las empresas, la competitividad de los mercados exige que se empiece a hacer un cambio en la manera como se desarrollan los procesos productivos donde se hace importante tener en cuenta diferentes variables y la integración de todas las disciplinas. En este sentido, la implementación de herramientas y metodologías es esencial con el fin de facilitar el trabajo simultáneo y conjunto de los interesados de los proyectos.

Muchos desarrolladores de proyectos reconocen a los modelos digitales de información en la construcción (BIM) como una metodología eficiente para planificar y controlar proyectos por medio de la visualización de estos. Esta herramienta permite además la generación rápida de múltiples alternativas de diseño, mantener la integridad de la información del proyecto, una evaluación y generación rápida del plan de ejecución.

En la última década, la metodología (BIM) ha surgido como una de las más poderosas herramientas para la toma de decisiones dinámicas en todo el ciclo de vida de los proyectos, debido a que la información se puede sincronizar con las prácticas de construcción. Muchos informes indican que BIM ha entrado en la corriente principal de uso en algunos países como opción y herramienta para la gestión, gerencia, construcción y operación de proyectos.

El modelo BIM podría decirse que es la evolución del diseño asistido por computadora CAD que sólo usa líneas, arcos y símbolos bidimensionales 2D para representar objetos geométricos. En cambio un software BIM utiliza objetos 3D inteligentes con información paramétrica como el área, volumen, etc. El BIM como tecnología es muy nueva en el Perú, tan sólo pocas empresas vienen incorporándolo dentro de sus procesos de diseño y/o construcción. A falta de estadísticas para contar con casos prácticos de aplicación e implementación de estas tecnologías, uno de los objetivos de esta investigación fue la de estudiar su uso y aplicabilidad adaptadas a las condiciones de gestión de los proyectos a nivel local.

Además al aplicar la tecnología BIM podemos generar una mayor rentabilidad a la empresa en la ejecución de sus proyectos, esto también conlleva a que la empresa tenga una mayor ventaja competitiva en procesos constructivos, lo que llevara a sobresalir de la competencia.

1.2 Formulación del Problema

¿De qué manera utilizando la tecnología BIM, mejoraría la eficiencia del proyecto multifamiliar Los Claveles?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Identificar la eficiencia que puede generar el uso de la tecnología BIM en el proyecto multifamiliar “Los Claveles”.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Comprender las diferencias en la metodología de trabajo entre la tecnología BIM y CAD.
2. Modelar el proyecto original en CAD (2D), a 3D utilizando herramientas de la tecnología BIM.
3. Visualizar las opciones de diseño que genera el BIM.
4. Presentar experiencias y resultados obtenidos al utilizar BIM en los procesos de diseño y construcción.

1.4 Hipótesis

Al utilizar la tecnología BIM, se incrementará en por lo menos 5% la eficiencia del proyecto multifamiliar “Los Claveles”.

1.4.1 Definición de las variables

Variable Independiente

La tecnología BIM.

Variable Dependiente

Incremento de por lo menos 5% de la eficiencia del proyecto multifamiliar “Los Claveles”.

1.6 Marco Teórico

I) MODELADO DE LA INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN (BIM)

a) Definición

El glosario del “BIM Handbook” (Eastman, 2011) define BIM describiendo herramientas, procesos y tecnologías que están facilitadas por una documentación digital e inteligible por la máquina acerca de la edificación, su desempeño, su planeamiento, su construcción y su posterior operación. El resultado de una actividad BIM es un modelo de información de la edificación.

Los programas de la generación BIM están caracterizados por la capacidad de compilar modelos virtuales de las edificaciones usando

objetos paramétricos legibles por la máquina que exhiben su comportamiento en proporción con las necesidades del diseño, análisis y pruebas del diseño. Como algo semejante, los modelos CAD 3D no están expresados como objetos que exhiben formas, funciones y comportamientos; por lo tanto, no pueden ser considerados modelos BIM.

BIM (Building Information Modeling) por sus siglas en inglés, puede ser traducido como “Modelo de la Información de la Edificación” y, tal como se puede apreciar en la Figura 1, permite representar virtualmente los componentes del proyecto. Tradicionalmente, el sector de la construcción ha comunicado la información de los proyectos por medio de planos y especificaciones técnicas en documentos separados, sin embargo, el proceso de modelado en BIM tiene como objetivo reunir toda la información de un proyecto en una sola base de datos de información completamente integrada e interoperable para que pueda ser utilizada por todos los miembros del equipo de diseño y construcción y al final por los propietarios para su operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de la edificación.



Figura 1: Representación virtual tridimensional mediante el uso de BIM

(Proyecto: Universidad del Pacífico –G y M)

El BIM también es una forma de trabajar en equipo, en la que tanto los proyectistas, arquitectos, ingenieros y el cliente trabajan en torno a modelos BIM del proyecto. Esto se da ya que el BIM se soporta en herramientas tecnológicas que permiten crear, administrar y gestionar estos modelos BIM generando la fuente de información necesaria que pueda ser usada en cualquier etapa del ciclo de entrega de proyectos. La teoría original del BIM recomienda un solo repositorio (modelo) con todas las partes extraíbles de información. Sin embargo, cada disciplina requerirá su propio modelo BIM para cumplir con sus obligaciones contractuales. Las soluciones coordinadas pueden entenderse como un modelo de integración del proyecto, como se muestra en la Figura 2.

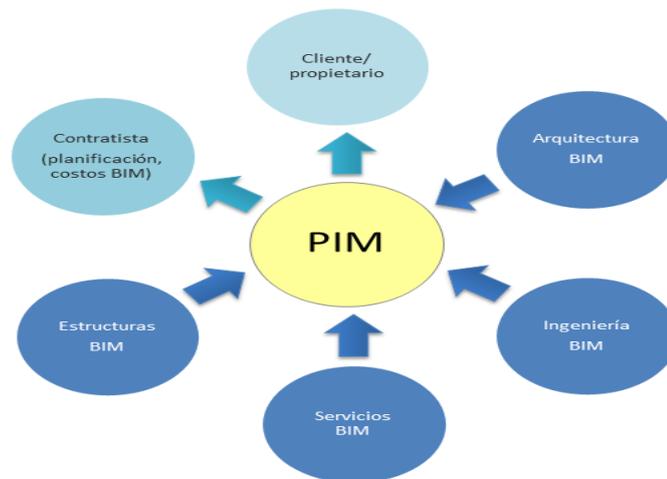


Figura 2: Modelo de Integración del Proyecto (PIM) mediante el BIM

(Fuente: National BIM Standart – United States TM)

b) Aplicaciones BIM para la industria de la construcción.

Debido que el BIM es una nueva filosofía de trabajo basada en herramientas tecnológicas, en la literatura se habla mucho acerca de sus beneficios y ventajas que pueden obtenerse en proyectos de construcción, siendo en algunos casos muy hipotéticos y optimistas. Por ello aún no queda claro cuáles son sus aplicaciones, ya que muchos las confunden con beneficios, aunque las primeras conllevan a las segundas. Las aplicaciones del BIM pueden ser estudiadas desde muchos puntos de vista. Algunos las clasifican por los beneficios obtenidos, otros por los problemas que se quiera abordar y otros por los resultados que se desee obtener. Al no haber un consenso que determine claramente las aplicaciones del BIM para proyectos de construcción, se tomará como referencia el caso práctico de implementación del BIM realizada por Skanska, una compañía multinacional de construcción y desarrollo de origen sueco. Ellos han implementado el BIM en su compañía y han adaptado sus procesos de desarrollo y entrega de proyectos de construcción basados en las tecnologías que la soportan. Para ello desarrollaron un estudio del cual determinaron 16 aplicaciones, las mismas que pueden diferenciarse

según la etapa de entrega de proyecto en donde son aplicadas, sea diseño, construcción, operación y/o mantenimiento post-entrega. Lo más resaltante de esta clasificación es que está basada en un caso real de implementación a nivel corporativo influyendo en todas las esferas de gestión de proyectos de construcción y da a entender las áreas que pueden ser mejoradas dentro de la organización. Además, esta clasificación indica que el BIM puede aplicarse seleccionando independientemente cualquiera de sus 16 áreas, dependiendo de las utilidades y/o beneficios específicos que se deseen aprovechar.

En la Figura 3 se observan las 16 áreas de aplicación del BIM desarrolladas por Skanska.



Figura 3: Áreas de aplicación del BIM para proyectos de construcción

(Fuente: Skanska)

c) Aplicaciones BIM para la etapa de construcción.

La implementación del BIM en una empresa constructora puede darse mediante el uso de 16 aplicaciones, las cuales pueden ser desarrolladas en cualquiera de las etapas del Sistema de Entrega de Proyectos (PDS). De éstas, existen seis aplicaciones que influyen directamente en los procesos de construcción al ser usadas durante esta etapa, pero sólo desarrollaremos cuatro de ellas ya que el

contenido de la investigación está relacionado de cierta forma con estas aplicaciones, por lo que es indispensable darles unos párrafos de presentación. Asimismo, estas aplicaciones tienen la característica de poder ser implementadas en un corto plazo por las empresas constructoras de nuestro medio.

i. Estimación de la cantidad de materiales

La estimación de la cantidad de materiales con BIM, comúnmente conocida en nuestro medio como metrados, ofrece una nueva forma de trabajar, pues estos pueden ser obtenidos directamente de un modelo BIM después de finalizada la etapa de modelado 3D. Esto es razonable ya que los modelos BIM representan una fuente de información y una base de datos, y todos sus componentes, de acuerdo a su geometría, tienen asociados distintos parámetros de cantidad de materiales que pueden ser extraídos del modelo BIM, generando hojas reportes de las principales partidas de materiales de un presupuesto.

ii. Detección de conflictos

La construcción consiste en la materialización de los diseños estructurales, arquitectónicos y de instalaciones. En obra, los enfrentamientos entre estas especialidades pueden significar re trabajo, generando pérdidas en términos de tiempo y costes. Al respecto, la tecnología BIM puede ser usada para detectar estos conflictos o interferencias, ayudando a evitar los riesgos que puedan derivar de la no identificación de los mismos.

Entre los beneficios de utilizar las tecnologías BIM para detección de conflictos están:

- ✓ Ayuda a la coordinación de los diseños y la ingeniería.

- ✓ Facilita la revisión completa del diseño.
- ✓ Permite la identificación rápida de los conflictos e interferencias.
- ✓ Capacidad para explorar opciones, integrar los cambios en los modelos BIM y eliminar los riesgos.
- ✓ Permite hacer un seguimiento de las actividades de construcción
- ✓ Minimiza el reproceso y los desperdicios.
- ✓ Ayuda a mejorar la calidad de los diseños.

iii. Visualización

A través del análisis de los componentes del edificio, en los modelos 3D se puede analizar la topología de la construcción, que puede servir de ayuda para la generación del planeamiento de la construcción. Tradicionalmente, el planeamiento de la construcción es un factor crítico en la gerencia de la edificación. El planificador de la construcción es una persona con mucha experiencia en la construcción de edificios que sabe estimar el trabajo y los equipos requeridos para la construcción del edificio. Usando este conocimiento es creado un planeamiento de la construcción, el calendario para otros planes tales como transporte, medida, seguridad, etc.

iv. Simulación

Las tecnologías BIM-4D combinan los modelos BIM-3D con la cuarta dimensión que viene dada por las duraciones de las tareas de construcción programadas en un calendario de obra con algún software (Primavera o MS Project). Al combinar las actividades de un programa de ejecución de la construcción con elementos de un

modelo BIM-3D se obtiene una simulación visual de la secuencia constructiva, que también es conocida como modelo 4D, ya que muestra simultáneamente las tres dimensiones geométricas del proyecto, más la cuarta dimensión del tiempo proveniente de las duraciones de las actividades de los procesos de construcción.

Debido al factor crítico del planeamiento, muchos esfuerzos de investigación se han dirigido a la simulación del proceso del edificio basado en el planeamiento. De esta investigación han emergido los sistemas 4D por medio de los siguientes programas de cómputo: InVizn, Navisworks, 4D Suite y Smart PlantReview. Estos programas apoyan al responsable de la planificación a relacionar los componentes del edificio modelado en BIM-3D con las actividades de la construcción de un sistema de planeamiento del proyecto, utilizando una interfaz gráfica adecuada para tal fin como se muestra en la figura 4.

De esa manera el proceso de la construcción puede ser simulado en base a lo desarrollado en la fase de planeamiento, mientras a su vez el usuario puede comprobar visualmente cómo va procediendo el proceso constructivo y adelantarse visualmente a observar qué proceso debe ser ejecutado o desarrollado un día específico.

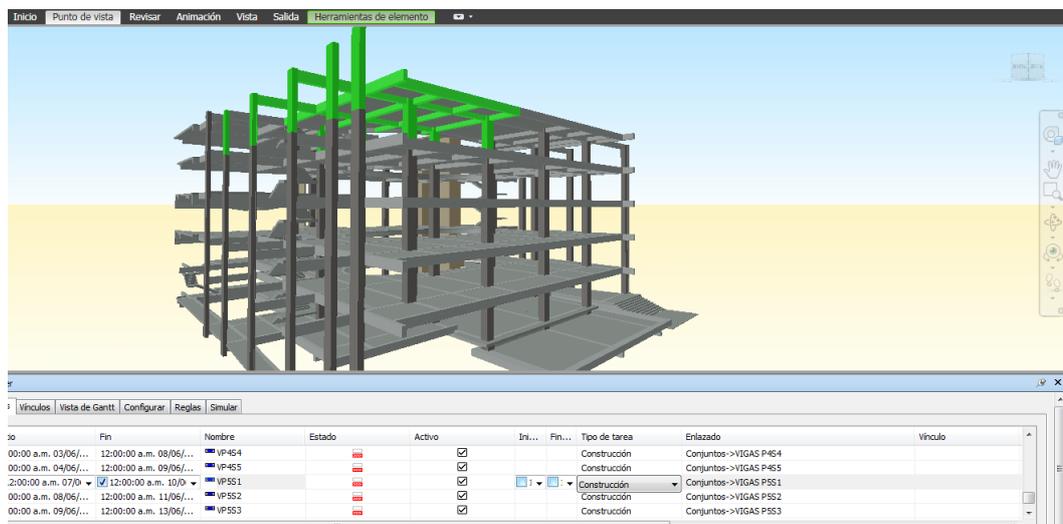


Figura 4: Típica interfaz gráfica de un software de simulación 4D

Con ello, el responsable del planeamiento del proyecto debe asociar los componentes del edificio modelado en BIM-3D con las actividades de la programación de la obra. Esto es muy crucial, pues se relaciona manualmente los componentes que serán construidos (virtualmente) con las actividades de la construcción, evaluando visualmente qué problemas podrían ocurrir durante el proceso de la construcción real y definitiva.

De esta manera, el manejo de modelos 4D ayuda a reducir la variabilidad, optimizar el tiempo de los ciclos de producción, incrementar la transparencia de los procesos y, en general, mejorar la confiabilidad del planeamiento. Estos son algunos de los puntos fuertes en el manejo de la productividad (Berdillana, 2008)

2.1.4 Beneficios del uso del BIM en el diseño y la construcción

La gestión de proyectos usando la tecnología BIM reduce la incertidumbre en su manejo, ya que aumenta las posibilidades de controlarlo, pues elimina las aproximaciones abstractas. Asimismo, la integración de las labores de diseño y construcción abre las puertas a una ingeniería en la que los profesionales se dedicarán a mejorar los diseños, la planificación de las obras y su control, reduciendo con ello el costo de los proyectos.

Algunos de los beneficios de aplicar BIM en una empresa que haya realizado un maduro proceso de implementación son:

a) En la etapa de diseño

- En las primeras etapas del diseño, para probar que se ha cumplido con las expectativas del cliente, se puede obtener listados de materiales y cómputos de materiales generales.
- Obtención de los planos del proyecto: de plantas, de secciones, de elevaciones, de detalles y vistas 3D isométricas.
- Creación de imágenes fotorrealistas (renders), vistas de perspectivas, animaciones y escenas de realidad virtual para el marketing del edificio.

- Gestión de espacios y usos de los ambientes del edificio.
- Proveer datos para el análisis estructural de elementos del edificio.

b) En la etapa de construcción

- La revisión visual del diseño del proyecto.
- Realizar análisis visuales o automatizados de interferencias físicas entre los diseños (detección de interferencias).
- Obtener reportes de cantidades de materiales (metrados).
- Intercambio electrónico de datos de diseño con proveedores (e.g. para detalles y fabricación de acero estructural, prefabricación de instalaciones)
- Simulación del proceso constructivo BIM-4D.
- Con la tecnología del edificio virtual, los propietarios están en una posición privilegiada que confirma la importancia de su papel, no sólo en los inicios del diseño de edificios, sino también en su planteamiento, mantenimiento y operación a largo de su ciclo de vida.

2.1.5 BIM como herramienta TIC para la construcción

Hace muchos años se viene experimentando en el mundo una revolución tecnológica con el desarrollo de herramientas que permiten integrar, a los procesos tradicionales de construcción tecnología que permita hacer más eficiente el manejo de los proyectos.

Colwell (2008) elaboró un estudio, basado en opiniones de expertos y en su propia experiencia, logrando identificar las siete herramientas TIC más influyentes para la industria de la construcción, los cuales son mostrados en la Tabla 0.1. Asimismo, el estudio también identifica los beneficios de las herramientas TIC en las diversas fases de los procesos de diseño y construcción.

Tabla 0.1: Herramientas TIC más influyentes en la construcción (Colwell, 2008)

Nº	Herramienta TIC	Peso
1	Software de Gestión de Proyectos	85%
2	Modelado 3D y 4D	77%
3	Computación móvil	73%
4	Software para planeamiento y programación de obras	71%
5	Sistemas ERP	66%
6	Hojas de asistencia web	38%
7	RFID y código de barras	32%

En este estudio, Colwell identificó al modelado 3D y 4D como una de las herramientas TIC que pueden ser aplicados a la construcción dando beneficios y mejoras en la administración de: la programación, planeamiento del trabajo, calidad, seguridad y comunicación. Colocándose en el segundo componente TIC más influyente para la industria de la construcción con respecto a su aporte como herramienta de productividad.

2.1.6 La sinergia Lean – BIM

Lean y BIM son diferentes iniciativas que tienen un profundo impacto en la industria de la construcción, ya que desarrollan entre ambas una sinergia que puede ser explotada al integrar sus principios para mejorar los procesos de construcción.

Los miembros del LCI publicaron en la revista “*The interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction*” una matriz que interrelaciona las funcionalidades del BIM con los principios del Lean en la construcción, identificando 56 interacciones, de las cuales establecieron que el BIM y el Lean están muy estrechamente ligados principalmente en cinco de ellas.

1. Reduce los re-procesos.
2. Diseña el sistema de producción para un flujo y valor.
3. Genera automáticamente dibujos y documentos.
4. Rápida generación y evaluación de los planes alternativos de construcción.
5. Permite la comunicación online/electrónica basada en objetos.

2.1.7 Adopción de tecnologías BIM en el Perú y el mundo

En Norte América

En los Estados Unidos la adopción del BIM está más generalizada que en Latinoamérica, y cada vez más son los mismos clientes quienes exigen el desarrollo de sus proyectos en base a estos modelos. Por ejemplo, a nivel federal la Administración de Servicios Generales (USGC, U.S. General Services Administration) exige el uso del BIM para todos sus proyectos, del mismo modo el cuerpo de ingenieros del ejército (U. S. Army Corp.) exigen BIM para algunos tipos de sus edificaciones estándar.

De esta manera el propio gobierno, por medio de algunas de sus entidades gubernamentales, pide los modelos BIM como entregables, algunos de estos son:

- US Army
- US General Services Administration
- Department of Defense
- Air Force
- Coast Guard

Esto ha propiciado un entorno generalizado de difusión del uso de estas tecnologías como parte del común desarrollo de los proyectos. A consecuencia de ello, la adopción del BIM en los procesos de diseño y construcción está creciendo año tras año, tal y como se vislumbra en un estudio realizado por la revista "Mc Graw Hill Construction" mostrada en la Figura 5. Sin embargo, en la Figura 6 se observa que aunque algunos estados de Norte América han alcanzado un crecimiento notable en la adopción del BIM, el crecimiento no es tan uniforme

como se puede pensar, y que el uso y adopción del BIM aún está en proceso de generalización.

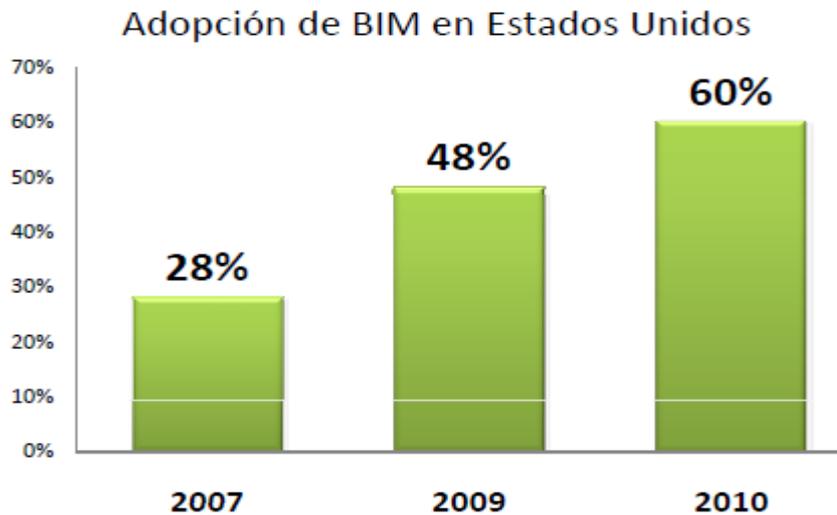


Figura 5: Crecimiento en la adopción del BIM en los EUA

(Fuente: Mc Graw-Hill Construction)

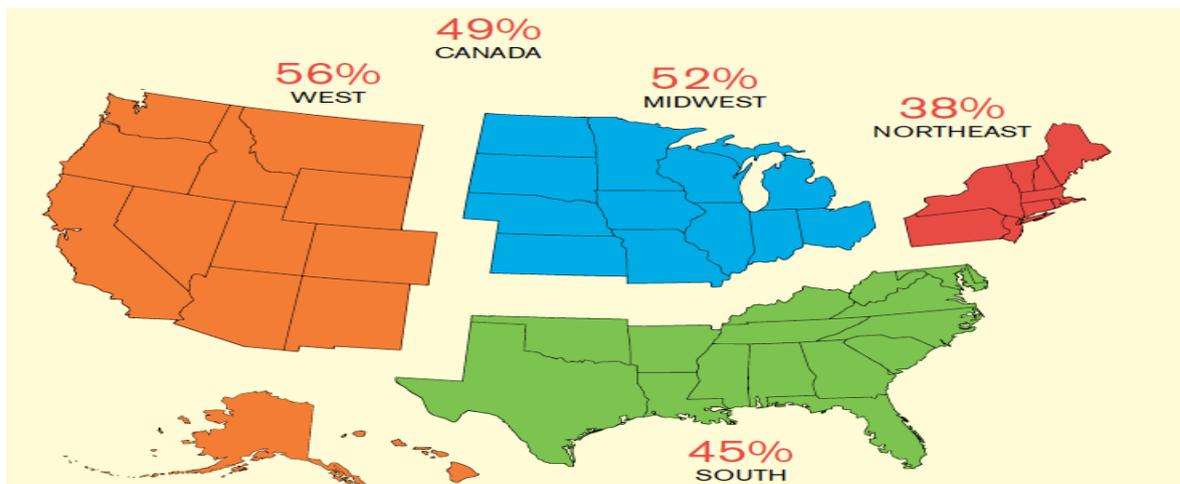


Figura 6: Adopción del BIM en Norte América

(Fuente: Mc Graw-Hill Construction)

Del mismo modo, algunos estados de los EUA, refiriéndose específicamente a estados como: Wisconsin, Texas y Ohio, han impulsado la creación de estándares propios para los entregables BIM en sus proyectos estableciendo un mismo lenguaje para el intercambio de información.

En Latinoamérica

A falta de la información necesaria e involucramiento en las políticas de las empresas públicas, privadas y entidades gubernamentales, la adopción del BIM en Latinoamérica aún no es una realidad concreta. Sin embargo, ya existen iniciativas para la difusión y adopción de éstas tecnologías, siendo los realizados en Chile uno de los casos más resaltantes.

En Chile, la Cámara Chilena de la Construcción (el símil de Capeco en el Perú) desde el año 2007 viene asumiendo el liderazgo para romper la barrera del desconocimiento, promoviendo la difusión del uso del BIM por medio de charlas dictadas gratuitamente. Tres años después, el mismo gobierno aprobó con financiamiento una política de “Implementación y promoción de la tecnología BIM en Chile”, a cargo de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) y de siete importantes constructoras de ese país.

Sin embargo, según información directamente obtenida de la Web de la CDT, ellos mencionan que: “Si bien en Chile ya se han desarrollado algunos proyectos con el uso del BIM, estos han estado principalmente enfocados a una sola especialidad de construcción, y por empresas muy destacadas del rubro”.

En el Perú

En el Perú, el uso del BIM está poco difundido y no se cuenta con estadísticas o casos reales de implementación. Si bien es cierto existen algunas empresas grandes y pequeñas que los vienen usando, sólo se enfocan en algunas de sus áreas de aplicación de manera aislada, dependiendo de sus necesidades y de las utilidades que desean aprovechar. De otro lado, muchas empresas desconocen de sus potenciales ventajas. Esto se debe a que el BIM como panorama general no es en sí aprovechar los beneficios de utilizar un software, sino un cambio en la manera de pensar y gestionar los proyectos.

Para que el uso del BIM alcance el éxito ideal, según los términos que la definen, tanto los arquitectos, proyectistas, contratistas y demás partes involucradas en el proyecto deben gestionar su información y canalizarla al resto de los involucrados usando herramientas BIM. Esto pone en agenda política el liderazgo que debería asumir el estado en buscar difundir el uso de éstas tecnologías, similarmente como viene sucediendo en Chile, teniendo a las empresas privadas y consultorías con un rol protagónico.

De todas formas queda claro que el uso del BIM, aplicado a los proyectos de construcción, está en pleno desarrollo y es una oportunidad para mejorar los tradicionales procesos de gerencia del diseño y/o construcción de los proyectos y cuyos beneficios podrían ser percibidos en cualquiera de las etapas del proyecto.

2.2 Sistema de Entrega de Proyectos (PDS)

El Sistema de Entrega de Proyectos (Project Delivery System, PDS), se refiere a la forma de contratación de servicios de diseño y/o construcción de un proyecto. En cada modelo se involucra una serie de etapas dependientes mediante las cuales un proyecto es diseñado, construido y operado. En el Perú, los modelos más conocidos para el desarrollo y entrega de un proyecto de construcción son: el modelo tradicional diseño/licitación/construcción y el modelo alternativo diseño/construcción. Las etapas de desarrollo de ambos modelos PDS se muestran en la Figura 7.

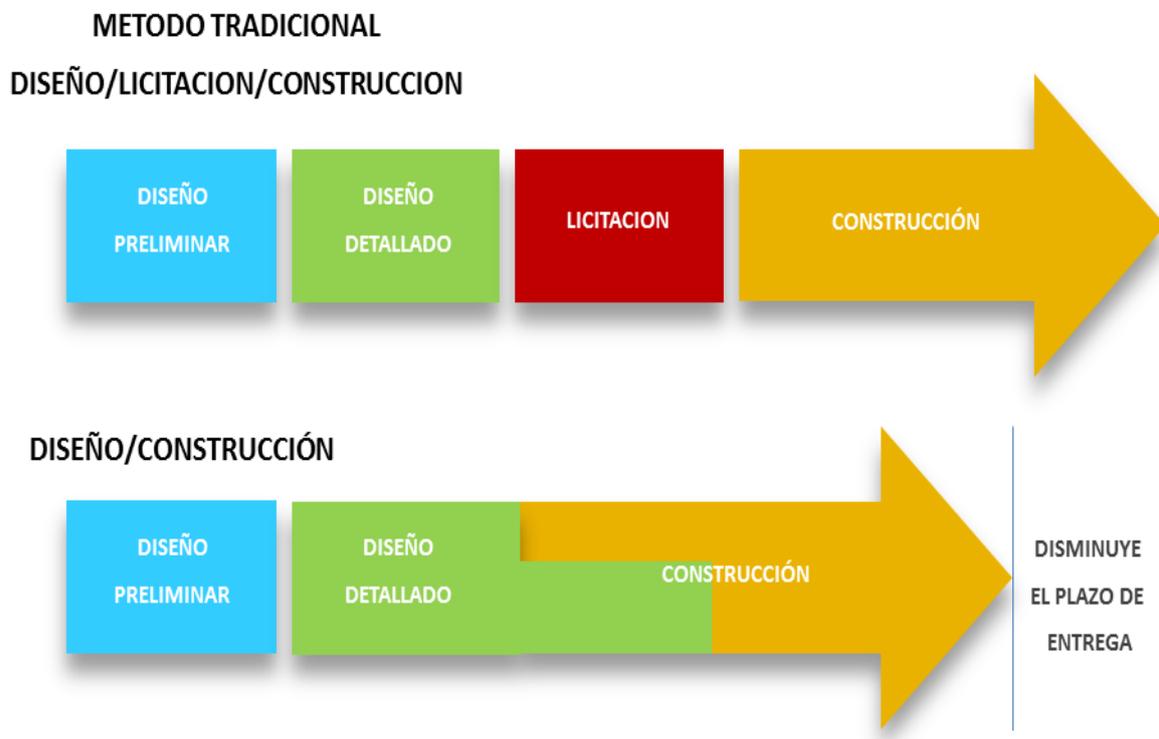


Figura 7: Sistemas de Entrega de Proyectos (PDS) más adoptados en el Perú

2.1.8 Modelos PDS más adoptados:

c) Modelo Diseño/Licitación/Construcción

El sistema Diseño/Licitación/Construcción (Design/Bid//Build o D/B/B), es el modelo tradicional de entrega de proyectos más adoptado en el Perú hoy en día, especialmente para los proyectos públicos o del estado. Con el modelo D/B/B, el proyecto está separado en una etapa de diseño y otra de construcción por una etapa de licitación. En el país el proceso de licitación para proyectos públicos es convocado por el Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE), una entidad estatal una de cuyas funciones principales es la de supervisar y fiscalizar de manera transparente los procesos de licitación para seleccionar al mejor postor o empresa contratista que se encargará de la ejecución del proyecto.

Con dos etapas bien diferenciadas, la construcción inicia cuando se ha completado el diseño, mientras los planos y especificaciones del proyecto vendrían a ser parte de las bases formando parte de los documentos de licitación o documentos contractuales.

d) Modelo Diseño/Construcción

El sistema Design/Build (Design/Build o D/B) consiste en un procedimiento para entregar un proyecto donde, en contraste al modelo Diseño/Licitación/Construcción, los aspectos de diseño y construcción son contratados a una única entidad conocida como el *diseñador-constructor* o *contratista diseño-construcción*. Este sistema es usado para minimizar los riesgos para el cliente y reducir el tiempo de entrega del proyecto al traslapar las etapas de diseño y construcción.

En el Perú este modelo de contratación se emplea por lo general en proyectos privados de envergadura, frecuentemente administrados bajo contratos denominados EPC (Engineering, Procurement and Construction), así como también en proyectos tipo “Fast Track” o proyectos con cronograma acelerado.

Con el sistema alternativo Diseño/Construcción (D/B), la *contratista diseño-construcción* asume la responsabilidad de todos los trabajos en el proyecto, eliminando la parte intermedia de licitación entre las fases del diseño y la

construcción. De esta manera se ahorra un tiempo importante del total del proyecto y consecuentemente disminuye el costo del mismo.

Investigaciones previas analizaron la relación entre los cambios de costos y el tipo de Sistema de Entrega de Proyecto (PDS) implementado. Konchar y Sanvido (1998) concluyeron que los proyectos de construcción ejecutados en base al modelo D/B experimentaron, en general, un 5.2% menos cambios que los desarrollados en base al modelo D/B/B. Además indicaron que también experimentan cambios en la programación del proyecto, encontrando que el modelo D/B/B tiene un 11.4% más de probabilidades de sufrir cambios en su programación que el modelo D/B durante los procesos de diseño y construcción. Evaluándolo desde ese punto de vista, debido a las ventajas que representa el modelo alternativo D/B respecto del tradicional D/B/B, la adopción del modelo Diseño/Construcción, tal y como se puede apreciar en la Figura 8, tiene cada vez mayor acogida en los proyectos de construcción de los Estados Unidos, sobre todo para los proyectos públicos. Según el Instituto Americano de Diseño/Construcción (Design/Build Institute of America), actualmente la ejecución de los proyectos en base a los dos modelos sería casi compartida, pero la tendencia es que en los próximos años haya un incremento en la adopción del modelo D/B.

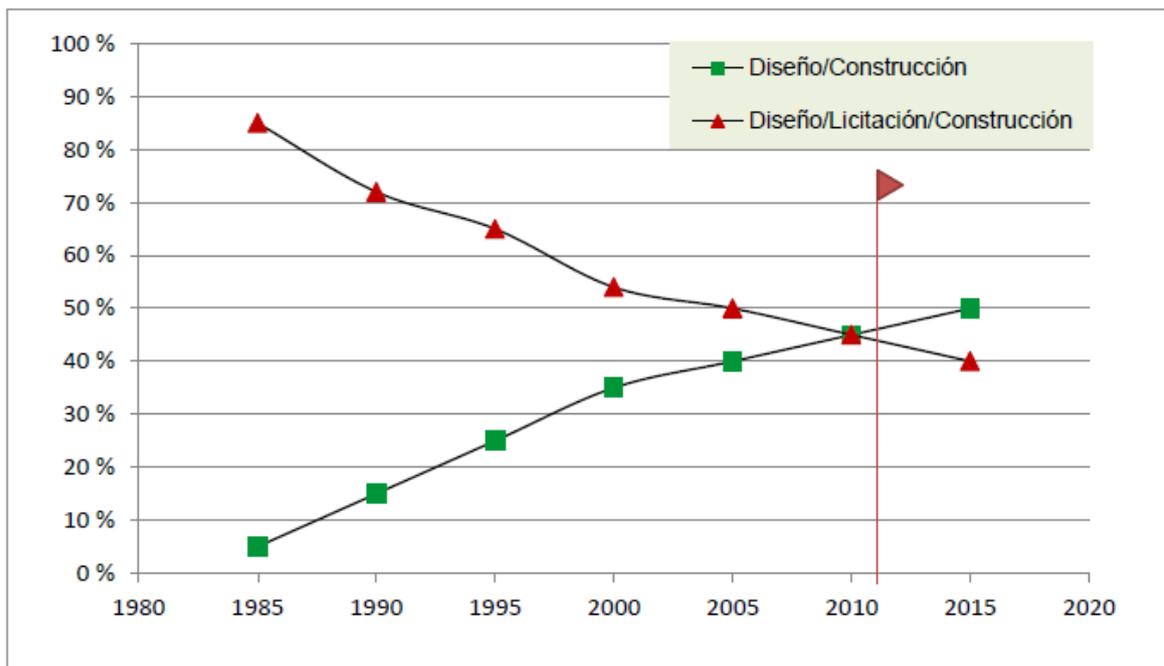


Figura 8: Adopción del modelo D/C respecto al D/L/C en los EUA

(Fuente: Design/Build Institute of America, 2005)

Ventajas del modelo D/B respecto del modelo D/B/B

- Desde el punto de vista del propietario, el sistema diseño/construcción establece un solo responsable ante eventuales defectos tanto del diseño como de la construcción.
- El acuerdo contractual se basa principalmente en el cumplimiento de las especificaciones (más que en proporcionar un edificio terminado) y por lo tanto la contratista está obligada a cubrir los mayores costos por defectos o planos inadecuados.
- La empresa contratista podría incluso aplicar adicionalmente el sistema Fast-Track, pudiendo en consecuencia reducir más los tiempos y los costos. También el sistema Diseño/Construcción puede engarzar con el de llave en mano cuando se incluye el terreno y el financiamiento.
- Debido a que la contratista tiene el control total del proyecto, puede adelantar acciones como el aprovisionamiento de materiales y aplicar

sistemas constructivos con los cuales está mejor familiarizado, incidiendo en los costos.

- La mayoría de los contratos del sistema Diseño/Construcción son a suma alzada. Ello orienta al propietario a fijar pagos sobre metas evidentes de avance.

Desventajas del modelo D/B respecto del modelo D/B/B

- A menudo es difícil comparar las diferentes propuestas que presentan las contratistas, las cuales resultan función de los métodos de diseño así como en los acabados. Estas propuestas suelen ser a nivel de diseños preliminares.
- La selección del contratista suele hacerse por negociación más que por licitación. De ahí que también para la contratista es difícil una adecuada previsión del costo final.
- En países como Canadá y Estados Unidos ya existe regulación para los contratos Diseño/Construcción, lo cual representa una ventaja para las partes involucradas. Y una limitación cuando no se tienen estas regulaciones.
- Usualmente el propietario debe asesorarse para negociar y tomar decisiones, las cuales debilitan su posición en el momento de selección y a lo largo del proyecto. Debido a ello, el propietario suele tomar un seguro todo riesgo para cubrir reclamos durante el trabajo.
- La selección del contratista debe ser cuidadosa y exigente.

2.1.9 Desventajas del modelo D/B/B para un proceso “Lean”

El modelo tradicional Diseño/Licitación/Construcción tiene la ventaja de que es fácil de adoptar, pero por otro lado hace dificultoso aprender algo de alguna etapa ya que no hay un feedback y comunicación entre éstas, lo cual es difícil para determinar la satisfacción del cliente/propietario como un proceso “Lean Design” lo requiere (Kamedula, 2009). Como el módulo Lean Design se enfoca en un esfuerzo buscando la mejora continua, surge ahí la necesidad de aprender continuamente de los procesos, pero el método tradicional no tiene este ciclo de aprendizaje, siendo un método inadecuado para implementar el proceso “Lean

Design”. Por consiguiente, fue necesario inventar un método que evolucione del actual para crear un proceso Lean.

2.3 LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM (LPDS)

Teniendo como modelo el Lean Production japonés, se crea una nueva filosofía de planificación de proyectos, que nace a comienzos de los años 90 en Finlandia, donde Lauri Koskela sistematiza los conceptos más avanzados de la administración moderna (Benchmarking, Mejoramiento Continuo, Justo a Tiempo). Junto con la ingeniería de métodos reformula los conceptos tradicionales de planificar y controlar obras. Koskela propone esta nueva filosofía de control de producción en su tesis doctoral "Application of the New Production Philosophy to Construction", 1992. Él ofreció la primera conferencia del International Group for Lean Construction en Finlandia en Agosto de 1993.

En términos del Lean Construction Institute (LCI), el Lean Construction es una gerencia de producción basada en la entrega de proyectos; es una nueva manera de diseñar y construir productos o servicios. Se extiende desde los objetivos del sistema de producción “lean” (maximizar el valor y reducir las pérdidas) hasta las especificaciones técnicas y su aplicación en un nuevo proceso de entrega de proyectos. Como resultado, tanto el servicio como el proceso de entrega son diseñados juntos para un mejor acercamiento a los requerimientos finales del cliente.

Esta nueva filosofía propone una gestión de producción donde la planificación de las actividades de obra sea totalmente realizable y predecible. Evitar pérdidas en el flujo de actividades apostando por una planificación confiable. Para ello, se propone generar un “escudo” de producción para proteger el flujo de trabajo; de esta manera se hace más fácil ordenar los requerimientos de materiales durante el desarrollo del proyecto.

En el año 2000, Glen Ballard (Co-fundador y director del Lean Construction Institute) introdujo un diagrama de proceso organizacional que consiste en un enfoque holístico o total para administrar un proyecto de construcción. Ballard lo llamó el Sistema de Entrega del Proyecto Sin Pérdidas (LPDS, Lean Project Delivery System) y propuso que el pensamiento “Lean” podría estar

sistemáticamente aplicado para todas las etapas del proyecto y no sólo para la etapa de diseño y construcción por separado.

Para ello elaboraron un diagrama organizacional de desarrollo del proyecto, mostrado en la Figura 9, el cual consiste en 13 módulos, de los cuales 9 están organizados en 4 triadas interconectadas mediante fases que se extienden desde la definición del proyecto, diseño, abastecimiento y ensamble (estos dos últimos conocidos como el enfoque Lean Construction), incluyendo además otros dos módulos de control de la producción y el módulo de estructuración del trabajo, ambos se extienden a través de todas las fases del proyecto, y el módulo de evaluación post-ocupación, el cual vincula el final de un proyecto con el comienzo del siguiente.

Este modelo promueve un alto grado de colaboración entre las partes involucradas y una gran cantidad de realimentación de información hacia el proyecto, enfocándose como meta la satisfacción del propietario/cliente y además es compatible con el modelo Diseño/Construcción, el cual incide en la importancia de la participación de la contratista en la fase de diseño.

Las características esenciales del LPDS, de acuerdo a Ballard, son:

- El proyecto es estructurado y gerenciado como un proceso que genera valor.
- Los participantes corrientes abajo están involucrados en la planificación y diseño a través de equipos multidisciplinarios.
- El control debe ser una herramienta ejecutada durante todo el proyecto.
- Los esfuerzos de optimización se concentran en hacer el flujo de trabajo confiable y no se enfocan en mejorar la productividad.
- Las técnicas de jalar son usadas para gobernar el flujo de materiales e información.
- Los buffers (mecanismo para amortizar la fuerza de un problema) de inventario y capacidad son usados para absorber la variabilidad.
- Los lazos de retroalimentación son incorporados en cada fase y apuntan a un rápido ajuste del sistema y al aprendizaje.

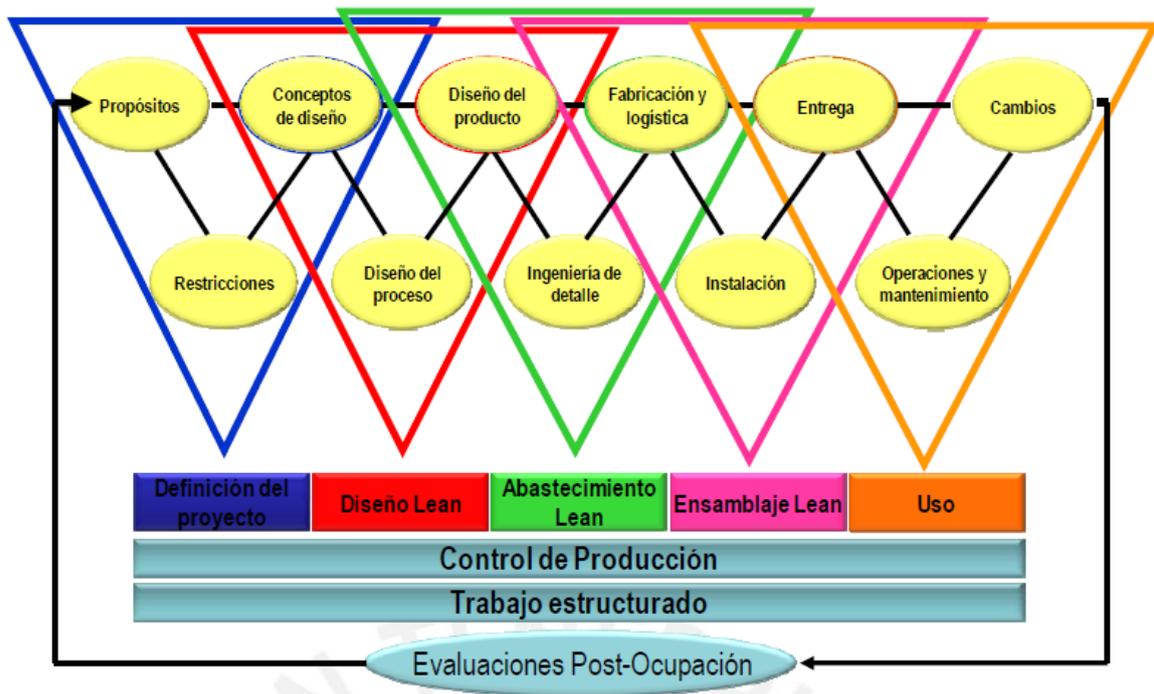


Figura 9: Módulos del Sistema de Entrega de Proyectos sin Pérdidas (LPDS)

(Fuente: Lean Construction Institute, LCI)

A continuación se explicará las fases y módulos que conforman este sistema:

Definición del Proyecto (Project Definition)

Esta fase está conformada por tres módulos: los propósitos, las restricciones y los conceptos de diseño. La definición del proyecto incluye el análisis de las necesidades y valores (propósitos) del cliente teniendo en cuenta las restricciones (normas, ordenanzas, etc.). Los resultados de este proceso son los conceptos de diseño que vendrían a ser las alternativas del proyecto. En esta fase es necesaria la participación de los clientes, gerentes del proyecto, contratistas, proyectistas y en general de todas las personas que de alguna manera estén relacionadas con el proyecto. Una vez que las necesidades, valores, restricciones y conceptos de diseño estén alineados se puede pasar a la siguiente fase.

Diseño Lean (Lean Design)

La fase Lean Design está compuesta por tres módulos, uno compartido que es el Concepto del Diseño y dos más que son el Diseño del Proceso y el Diseño del producto. Con el concepto de diseño se puede empezar a diseñar el proceso y el

producto del proyecto de edificación de manera simultánea, tal como lo propone el LPDS.

Diseño del Proceso:

El diseño del proceso es la definición de pasos y medios concretos para llevar a cabo las diferentes actividades del proyecto; como por ejemplo desde hacer un diagrama de flujo de los trámites para conseguir una licencia municipal hasta hacer un bosquejo preliminar de la secuencia constructiva de los frentes de trabajo.

Diseño del Producto:

El diseño del producto es la estructuración de las partes, componentes o actividades que dan un valor específico a un producto, es un prerequisite para la producción. Y en un proyecto de edificación significa el diseño de los planos de las distintas especialidades, debidamente compatibilizados.

Para ello es necesario conocer, por ejemplo, las necesidades del cliente tales como tipo de arquitectura del edificio, del tipo de material a utilizar, conocer los requerimientos municipales, tomar en cuenta las experiencias de otras obras, las opiniones de los constructores y de los especialistas.

Abastecimiento Lean (Lean Supply)

Consiste en la ingeniería de detalle, fabricación y logística para lo cual se tiene como pre-requisito el diseño del producto y del proceso de tal manera que se sabrá qué fabricar y cuando entregar los componentes. También incluye iniciativas como reducir el tiempo de entrega de información y materiales.

Ensamblaje Lean (Lean Assembly)

Comienza con la entrega de materiales y la información relevante para su instalación y finaliza con la entrega del producto.

Uso (Use)

El uso es la fase que consiste en la entrega del producto o servicio al cliente final, después de varias pruebas para certificar su calidad. También involucra acciones de modificación y mantenimiento que pudiesen ocurrir en el diseño.

Evaluación Post-Ocupación

Este módulo se introdujo para resaltar la importancia de documentar las experiencias de un proyecto y que nos puedan servir de aprendizaje para posteriores proyectos.

Trabajo Estructurado (Work Structure)

Es el desglose del producto y proceso en partes, secuencias y asignaciones para hacer el flujo más suave y con menos variabilidad, con la finalidad de reducir desperdicio e incrementar valor.

Control de Producción (Production Control)

Este módulo establece el uso del Last Planner o Último Planificador³ como herramienta que servirá para el control del sistema de producción. Tiene como objetivo controlar el flujo de trabajo y la unidad de producción, la primera mediante el proceso Lookahead y la segunda mediante el planeamiento del trabajo semanal.

El último planificador es la persona o grupo de personas que se encargan de asignar el trabajo a los obreros (Lean Construction)

Estos dos últimos módulos son complementarios ya que por un lado el trabajo estructurado establece un plan y el control de la producción sirve para asegurar que el trabajo sea ejecutado como fue planeado. Ambos módulos recorren todas las fases del proyecto desde el diseño hasta la entrega.

Sin embargo, el modelo LPDS aún sigue en evaluación, y se espera que en un futuro sea desarrollada como una filosofía, a través de un conjunto de funciones interdependientes (el nivel de sistemas), reglas para hacer decisiones, procedimiento para ejecución de funciones, y herramientas-ayudas de su implementación, incluyendo los programas (software) más apropiados.

Construcción virtual BIM-3D de la edificación

Un modelo BIM-3D es un repositorio de objetos o componentes 3D que dan forma y características propias a la edificación. Un muro, una puerta o una columna son algunos ejemplos de componentes que al ser ensamblados van formando parte del modelo BIM y de su base de datos, los cuales proporcionan información de su comportamiento a través de parámetros.

La teoría original del BIM recomienda un solo repositorio (modelo) con todas las partes extraíbles de información. Sin embargo, cada disciplina deberá tener su propio modelo BIM para cumplir con sus obligaciones contractuales.

La etapa de construcción virtual de la edificación, que en adelante llamaremos modelado en 3D, requiere básicamente la creación de modelos BIM-3D por especialidades, de las que resulten más complejas para la ejecución del proyecto. Para esto se requiere necesariamente modelar en 3D las especialidades de arquitectura y estructuras, y recomendablemente todas las disciplinas de instalaciones que se contemplen en el expediente técnico. Esto en vista que los mayores beneficios de la construcción virtual se dan modelando en 3D todos los sistemas de instalaciones, pues de otro modo los problemas de interferencias que se presentan frecuentemente en campo seguirían latentes, al ser difícilmente detectados usando procesos y herramientas tradicionales de compatibilización.

El modelado en BIM-3D es el proceso de representación tridimensional y paramétrica de los componentes de la edificación, y debe ser entendido propiamente como una “construcción virtual”. Uno de los mayores beneficios de construir virtualmente en BIM es que facilita el entendimiento de la secuencia constructiva mientras a su vez se van corrigiendo las deficiencias en los documentos de diseño las cuales pueden ser identificadas por una cuestión de lógica constructiva. Estos problemas se dan por las incompatibilidades e interferencias entre los planos del proyecto y por la falta de constructabilidad del diseño, pero que pueden ser identificados durante el proceso de modelado ensayando en el modelo 3D las soluciones posibles e introduciendo (a los mismos modelos) los cambios que sean necesarios. Es decir, el modelado en 3D es el proceso de pre construcción en donde se identifican los problemas de diseño y se resuelven por medio de alternativas ensayo-error que deben ser validadas técnicamente por los proyectistas y aprobadas finalmente por el cliente, supervisión o ambos, según sea el caso.

Para construir virtualmente en BIM-3D se tiene que seguir la secuencia de construcción de la edificación tal como se muestra en la Figura 10. Es decir, el proceso de modelado involucra varias fases análogas al proceso constructivo real,

empezando en orden por: (1) excavación, (2) estructura, (3) arquitectura básica, (4) arquitectura detallada, (4) instalaciones, y (5) equipamiento y mobiliario.

Esto implica que (recomendablemente) no se debe modelar en BIM obviando la secuencia de las fases propuestas, ya que esto traería complicaciones y re trabajos que nos alejarían del objetivo central. Por mencionar, no se debe modelar las instalaciones de la “fase 4” sin tener previamente modelada la arquitectura básica de la “fase 3”, ya que los modelos generados hasta esta fase (incluyendo el modelo de las fases 1 y 2) sirven de referencia para modelar las instalaciones, estableciendo correctamente sus recorridos en planta y elevación “desde un comienzo”.

Cuando se finaliza la tercera fase de modelado, los modelos generados sirven de referencia para comenzar a modelar dos modelos simultáneamente por separado. Mientras por un lado se puede avanzar con el modelado de las instalaciones, a su vez se puede ir modelando la arquitectura detallada. Esto es primordial si nos ponemos a pensar que la contratista tiene un cortísimo plazo para modelar una vez le ha sido adjudicada la construcción del proyecto. Como el modelado de la arquitectura detallada no es primordial para propósitos de coordinación y compatibilización interdisciplinaria, esta fase puede ser obviada.

Finalmente, todos los modelos generados al finalizar la cuarta fase se fusionan y sirven de referencia para elaborar el modelo del diseño de interiores en la que se incluirán los mobiliarios y equipamientos.

De todas las fases, la que requiere mayor atención es el modelado de las instalaciones (fase 4) por la cantidad de especialidades y/o sistemas que estos puedan incluir. Por ello, el proceso de modelado de las instalaciones será especialmente desarrollado en el siguiente acápite 4.2.2 Modelado BIM-3D de las instalaciones.

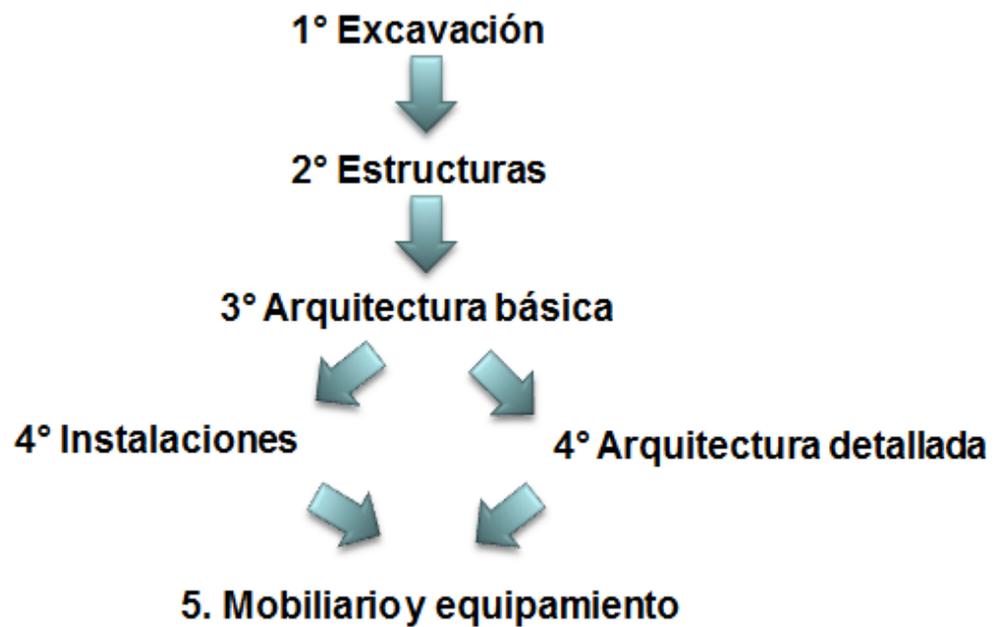


Figura 10: Fases del modelado en BIM para proyectos de edificación

Los componentes del edificio virtual 3D, que corresponden a cada una de las fases indicadas en la Figura 0.1, se detallan en la Tabla 0.1, la cual tiene en cuenta que los componentes (virtuales) de la edificación deben ser modelados de la misma forma como se harían para su construcción (real), aunque en algunos casos no en la misma secuencia. Por ejemplo, se recomienda modelar los Falsos Cielos Rasos (FCR), como parte de la Arquitectura Básica, antes de dar comienzo al modelado de las instalaciones; aunque en la práctica no sea así, es por lógica necesario para establecer adecuadamente la ubicación de los accesorios y salidas de las instalaciones y la correcta cota en elevación de sus recorridos.

Estructuras	Elementos de concreto armado y acero
Arquitectura Básica	Tabiquerías, Drywall, Falso Cielos Rasos, Mamparas
Arquitectura Detallada	Coberturas de fachada y techo, Puertas, Ventanas, Acabados en pisos, pared y techos, Barandas.
Instalaciones	Ductos, tuberías, bandejas eléctricas, etc. (IIEE, IISS, IIMM, ACI, HVAC, etc.)
Mobiliario y Equipamiento	Mobiliario según el diseño de interiores y demás equipamiento requerido por los proyectistas y el cliente.

Debe quedar claro que debido a los alcances limitados de la contratista sobre el diseño, lo que se trata de hacer es modelar o construir virtualmente la edificación basándonos en los planos de diseño e ingeniería ya existentes, esto implica que en ningún momento se deban realizar modificaciones a estos sin que sean previamente aprobados o contemplados por los proyectistas.

En consecuencia, para proyectos administrados y ejecutados en base al sistema tradicional Diseño/Licitación/Construcción, en donde la contratista recibe un conjunto de planos como documentos oficiales para la construcción, los distintos modelos BIM-3D del proyecto deben emerger de esos mismos planos. Por ejemplo, en la Figura 11 se muestra el modelo BIM-3D de arquitectura que ha sido modelado usando los planos de esa especialidad.

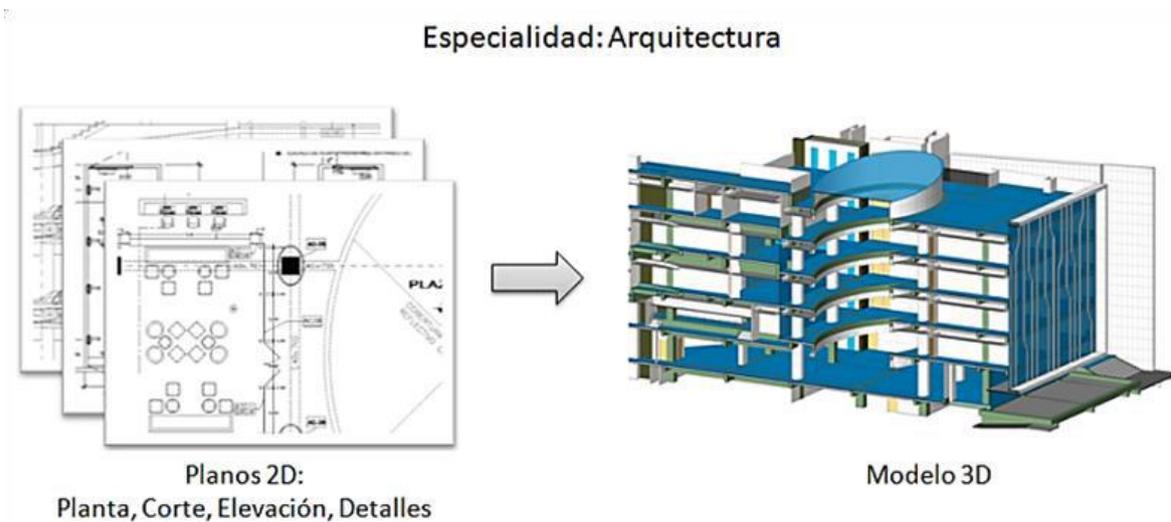


Figura 11: El proceso de modelado en BIM-3D se basa en los juegos de planos por especialidades

Existen numerosas herramientas para modelar virtualmente la edificación. Aunque se recomienda usar programas de la generación BIM, también se puede usar cualquier otro software de dibujo CAD-3D, pero advirtiéndolo que muchos de estos programas no son paramétricos y no representan una base de datos de información en sí. Entre los programas BIM disponibles en el mercado están: Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley BIM, entre otros.

Modelado BIM-3D de las instalaciones

La cuarta fase de modelado en BIM, según el diagrama mostrado en la Figura 0.1, corresponde a las instalaciones. En esta fase se modelan todos los sistemas de instalaciones los cuales, dependiendo del proyecto, pueden incluir: Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Mecánicas, Agua Contra Incendio, Cableado Estructurado, Extracción y Ventilación de Aire, entre otros. Estos se denominan sistemas primarios y se muestran en la Tabla 0.2 y por lo general, sobre todo para proyectos complejos o de gran envergadura, cada uno de ellos representa un modelo BIM-3D distinto pero vinculado a los modelos ya generados en las fases 1 y 2. Es decir, para el caso de las instalaciones se separan los modelos BIM-3D por sistemas y/o especialidades en “archivos diferentes”, por las siguientes razones:

1. Para evitar que la generación de un único modelo BIM-3D pese demasiado.
2. En proyectos grandes o complejos se requerirá de la participación de muchos modeladores BIM, cada uno de ellos trabajando sobre la parte del proyecto, disciplina o sistema que le corresponde.
3. Para la designación de responsabilidades y conceder permisos a los modeladores sobre qué objetos pueden modelar. Por ejemplo, el arquitecto (o modelador de la parte arquitectónica) no podrá ingresar en su modelo de la “fase 3” ductos mecánicos, bandejas eléctricas o cualquier otro componente de instalaciones, ya que no debe tener permisos de manipulación sobre estos objetos. Del mismo modo, el modelador de las instalaciones eléctricas no debe tener permiso sobre los objetos tipo “ductos”.

Tabla 2: Modelos BIM-3D de los distintos sistemas de instalaciones

IIEE	Instalaciones Eléctricas (Electric)
IIMM	Instalaciones Mecánicas (HVAC, Heating, Ventilation and Air Conditioner)
IISS	Instalaciones Sanitarias (Plumbing)
ACI	Agua Contra Incendio (FP, Fire Protection)
CE	Cableado Estructurado
Otros	Sistemas de Gas, Aire Comprimido, Oxígeno

La literatura norteamericana utiliza la expresión “MEP/FP Coordination” (Mechanical, Electrical, Plumbing and Fire Protection Coordination), para referirse al proceso de modelado BIM de las instalaciones con el fin de identificar y resolver los problemas de incompatibilidades e interferencias que puedan presentarse entre estos sistemas. Vista la importancia del proceso de coordinación entre las distintas disciplinas de instalaciones, este proceso de modelado BIM-3D debe

tener en cuenta el objetivo central de generar modelos 3D que no tengan conflictos entre sí.

Nivel de detalle de los modelos BIM-3D

Una de las cosas más importantes que el equipo de profesionales del proyecto se debe plantear antes de modelar en BIM-3D, tiene que ver con definir el nivel de detalle de los modelos BIM-3D de las distintas disciplinas y sistemas del proyecto. Para establecer una clara conjugación entre el nivel de detalle de los modelos BIM y los usos que le daremos, es necesario trazar objetivos iniciales sobre qué información queremos de los modelos, incidiendo en la importancia de introducir a los modelos BIM-3D la suficiente información que permita realizar una efectiva labor de coordinación interdisciplinaria. Por ejemplo, incluir los acabados en las paredes y pisos en el modelo de arquitectura puede ser necesario para cuantificar la cantidad de materiales, pero no es necesario para detección de conflictos y coordinación con otros sistemas como HVAC. De ahí que la arquitectura detallada no sea indispensable para propósitos de coordinación entre especialidades. Por tal motivo se ha aislado de la secuencia de modelado mostrada en la Figura 10.

En resumen, es de interés general que el equipo del proyecto decida colectivamente el nivel de detalle en cuestión que se les debe ingresar a los modelos BIM-3D.

Secuencia de modelado para “MEP/FP Coordination”

El orden de modelado en BIM-3D de las instalaciones puede ser análogo a las restricciones que se puedan presentar en campo (obra) para su correcto montaje o instalación, ya que la generación de estos modelos más adelante podría ayudar a definir el orden de ingreso de las distintas cuadrillas a fin de que éstas realicen su trabajo con mayor eficiencia y seguridad.

A partir de la experiencia con la modelación en BIM del proyecto en estudio y con la información analizada de un informe acerca de los beneficios y lecciones aprendidas en la implementación del BIM en un proyecto de salud en EUA para propósitos de coordinación MEP/FP5, se sugiere seguir el siguiente orden de modelado de las instalaciones:

1. Vincular o referenciar cada uno de los modelos de los sistemas de instalaciones a ambos modelos de arquitectura y estructuras generados en las fases 2 y 3.
2. Identificar y modelar las restricciones fuertes en muros y cielo rasos (Ubicación de paneles de acceso, luminarias [lighting fixtures], sumideros [sinks], aparatos sanitarios [plumbing fixtures], aspersores [sprinklers], difusores [diffuser] y rejillas de retorno [air return, exhaust]).
3. Modelar los ductos principales del sistema (IIMM o HVAC).
4. Modelar las bandejas eléctricas (IIEE) y de comunicaciones (CE).
5. Modelar las principales líneas de desagüe con pendiente y las líneas de ventilación (IISS).
6. Modelar los ramales principales de las tuberías de Agua Contra Incendio (ACI).
7. Modelar los montantes y ramales principales de las tuberías de agua fría y caliente (IISS).
8. Modelar las luminarias (lighting fixtures), y los conductos de IIEE.
9. Modelar los empalmes usando ductos pequeños y flexibles del sistema HVAC a sus salidas modeladas anteriormente.
10. Modelar los ramales secundarios (subramales), uniendo los ramales principales de las tuberías (de agua fría y caliente [IISS], Agua Contra Incendio [ACI], Agua Helada y de Retorno [HVAC]) a cada una de sus equipos y dispositivos de salida o de entrada.

Nota: Las abreviaturas IIMM, IIEE, CE, IISS, ACI corresponden a cada uno de los sistemas listados en la Tabla 0.2.

Como toda sugerencia, este orden de modelado BIM propuesto tiene su fundamento. Una de las principales razones es por las prioridades de algunos

objetos sobre otros. Es decir, para el caso práctico de construcción (enfocándonos a la futura construcción real), por ejemplo entre los ductos de HVAC y las tuberías de ACI, los ductos tiene la prioridad sobre las tuberías, ya que en caso de alguna interferencia entre ambos sistemas, las tuberías bordearían al ducto por ser elementos “más flexibles” con respecto a los ductos, al requerir menos espacio para desviar cualquier obstáculo. Del mismo modo, las bandejas eléctricas son más flexibles que los ductos, pero las tuberías (de un diámetro pequeño) son más flexibles que las bandejas eléctricas.

Recomendaciones antes de modelar en BIM-3D

Insertar el punto de referencia (0,0,0) de todos los modelos de instalaciones y de estructuras, basado en el punto de inserción (0,0,0) establecido en el modelo de arquitectura básica (este concepto de coordenadas compartidas depende del software utilizado y debe configurarse antes de empezar a modelar).

- Establecer los permisos para posesión de objetos a cada uno de los modeladores BIM.
- Establecer el nivel del detalle de los modelos BIM para cada una de las fases.
- Los modelos 3D deben ser alojados en un servidor, y los modeladores BIM deben tener acceso a ellos.
- Con frecuencia hacer copias de respaldo o de seguridad al servidor (backup).
- Si el proyecto es muy extenso en área, es recomendable la sectorización del proyecto. Esta sectorización debe ser en planta usando ejes de referencia y no en elevación usando niveles.
- Establecer estándares de modelado en BIM o adecuarse a algunos ya existentes. Estos estándares son necesarios para regular la posesión de objetos, la presentación de los modelos (versiones, convención de nombres, revisiones), presentación de la información intercambiable (aplicando plantillas con convención de estilos y colores), presentación de reporte de conflictos y los procesos de modelamiento en BIM.

- Por recomendación de Khanzode (según su informe de lecciones aprendidas citado anteriormente), a veces es necesario incluir detalles adicionales a los modelos de estructuras o de arquitectura básica (fases 2 y 3), pues estos pueden generar algunas interferencias críticas con algunos sistemas de instalaciones. Estos detalles podrían ser, por ejemplo, detalles estructurales de sujeción para mamparas, muros cortina u otros paneles, entre otros elementos estructurales de soporte. En fin, incluir en los modelos de las fases 2 y 3 detalles necesarios que podrían causar interferencias con las instalaciones.

Necesidades para una coordinación MEP/FP

Durante el desarrollo del diseño e ingeniería de las instalaciones, los proyectistas entregan revisiones de sus planos a la Gerencia de Ingeniería que se encargará de establecer reuniones de coordinación que permitan la compatibilización de los planos de todas las disciplinas. A este proceso se le denomina “Coordinación MEP/FP” (Mechanical, Electrical, Plumbing and Fire Protection Coordination). Mediante el proceso de coordinación se busca garantizar que se cumplan los requerimientos de calidad y funcionalidad holística del proyecto. Dependiendo de los procedimientos y herramientas que use la gerencia para coordinar la ingeniería, se puede establecer el nivel de satisfacción en la coordinación del proyecto.

En proyectos de edificaciones desarrollados bajo el método de entrega de proyectos Diseño/Licitación/Construcción el arquitecto tiene el control del desarrollo del diseño de la edificación, asumiendo la responsabilidad de gerenciar el desarrollo del diseño e ingeniería del resto de disciplinas del proyecto. Sin embargo, por lo general los arquitectos se enfocan en la forma, espacio, acabados y otros rasgos que determinan la apariencia y uso de la edificación, dejando de lado criterios muy importantes a tener en cuenta para coordinar el diseño de las instalaciones, como los aspectos funcionales para conocer los complejos criterios de diseño, aspectos constructivos (secuencias, métodos, accesos, constructabilidad) y demás aspectos necesarios para la operación y mantenimiento de la edificación en su ciclo de vida.

Investigaciones previas enfocadas en documentar y entender el proceso de coordinación MEP en la industria de la construcción (Tatum y Korman, 2000) describen el estado del proceso de coordinación MEP/FP, específicamente enfocado a entender cómo los equipos de proyectistas coordinan los distintos sistemas de instalaciones. Ambos llamaron a este proceso SCOP (Sequential Composite Overlay Process). En este proceso, los proyectistas de ingeniería desarrollan los planos de detalle según los alcances del trabajo definido por el cliente y superponen los planos en una escala de 1/100 y luego, usando un tablero iluminado, prueban identificar conflictos potenciales que ocurran en los recorridos de los sistemas MEP/FP. Los conflictos son luego resaltados sobre el plano de la transparencia y luego reubicados antes del proceso de instalación y fabricación



Figura 12: Coordinación de los planos de diseño utilizando un tablero iluminado

Basado en la reciente experiencia de ingenieros en la industria de la construcción local, se puede decir que este proceso, con sus variantes, es aún seguido en muchos de los proyectos. Este proceso conduce a muchos retos algunos de los cuales incluyen los siguientes:

- Falta de capacidad para identificar los conflictos debidos a la representación 2D de los diseños.
- Retrasos en los procesos de construcción debidos a los conflictos identificados en campo.
- Falta de confianza en la fabricación fuera-de-sitio (prefabricación) debido al miedo a que los sistemas no se ajusten entre sí dejando un gran trabajo para la fabricación e instalación in-situ.
- Incremento de la supervisión de campo requerido para evitar conflictos entre subcontratistas de instalaciones.
- Incremento de carga administrativa para documentar más Solicitudes de Información (SI) y Órdenes de Cambio (OC) por la identificación de conflictos en el campo, después de que el presupuesto ha sido aprobado.
- “Instale primero” es la mentalidad de muchos subcontratistas de instalaciones para evitar desviar obstáculos del resto de sistemas y que sus recorridos sean replanteados.
- Productividad reducida en conjunto para todos los involucrados en el proceso.

Procedimientos para detectar deficiencias de diseño

Procedimiento de detección de incompatibilidades

La primera forma de detectar o identificar incompatibilidades se da durante el proceso de modelado de cada una de las fases. Para ello se deben usar al mismo tiempo los planos de planta, elevación, corte y detalle que se disponen, aunque usualmente algunos proyectistas, como los de instalaciones, sólo proporcionan planos en planta. Si bien la forma cómo se ha de modelar puede variar, lo ideal es modelar usando básicamente un plano en planta, y luego superponer el resto de los planos a las vistas del modelo como si fueran capas, verificando que estos sean compatibles y que tengan los detalles necesarios como lo indican las especificaciones técnicas.

La segunda manera de detectar incompatibilidades es usando criterios constructivos si comprendemos que el proceso de modelado es propiamente una construcción virtual, en la que los elementos que forman parte de la edificación son modelados del mismo modo como en la práctica real se vayan a construir. La revisión analítica de los modelos BIM usando la lógica constructiva al final de cada una de las fases de modelado, puede permitir determinar visualmente cuándo hay algo que no tiene coherencia. Por ejemplo en la Figura 13 se encontró una incompatibilidad entre los planos de estructuras y de arquitectura. El problema se da por la ubicación del muro indicado en una posición donde no existía alguna estructura que lo sostenga.

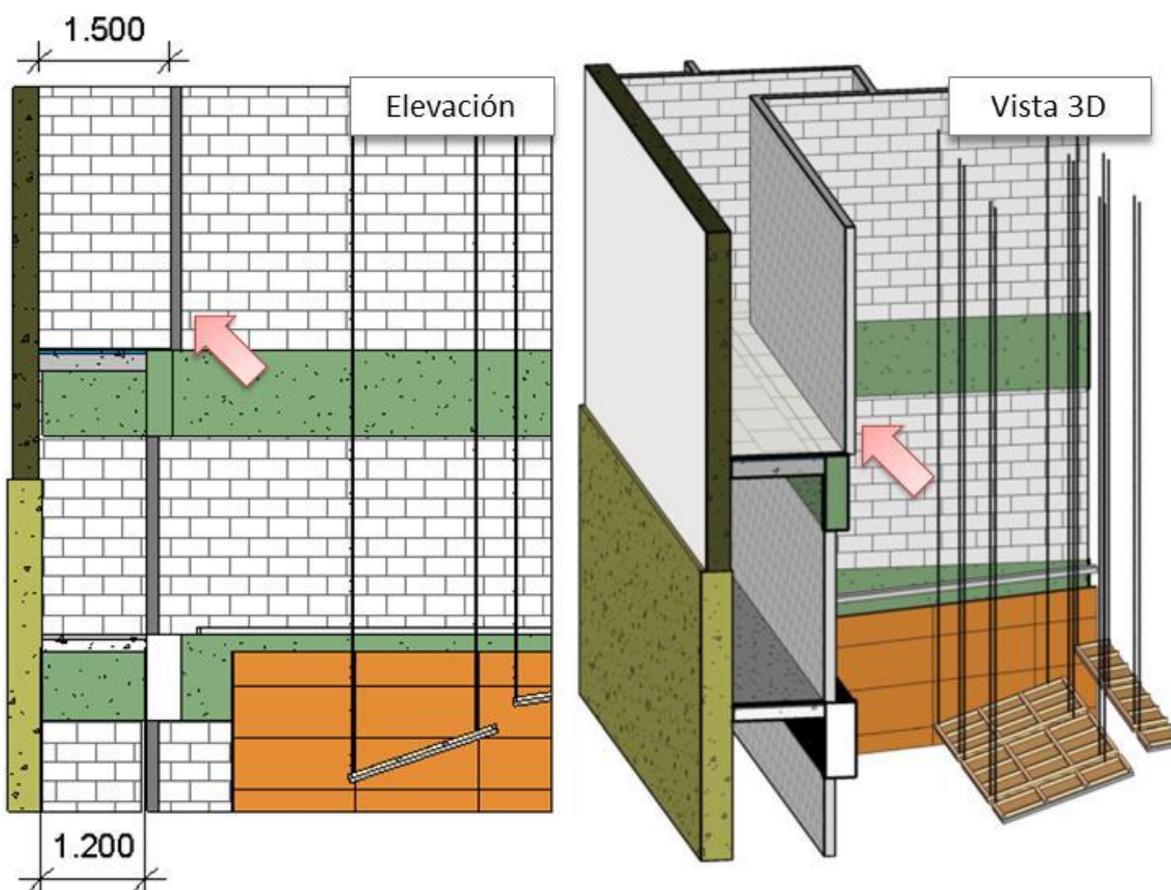


Figura 13: El modelo virtual BIM-3D sirve para verificar que los componentes tengan lógica constructiva

Del mismo modo, revisando los modelos BIM usando la lógica operativa del funcionamiento de los distintos sistemas de instalaciones durante y al final de cada una de las etapas de modelado, permite encontrar ciertos aspectos que no guardan coherencia que serían imposibles identificarlos con la ayuda de algún software. Por ejemplo, en la Figura 14 se encontró una incompatibilidad debido a cambios en el proyecto de instalaciones mecánicas que los proyectistas de instalaciones eléctricas y del sistema de automatización no se percataron.

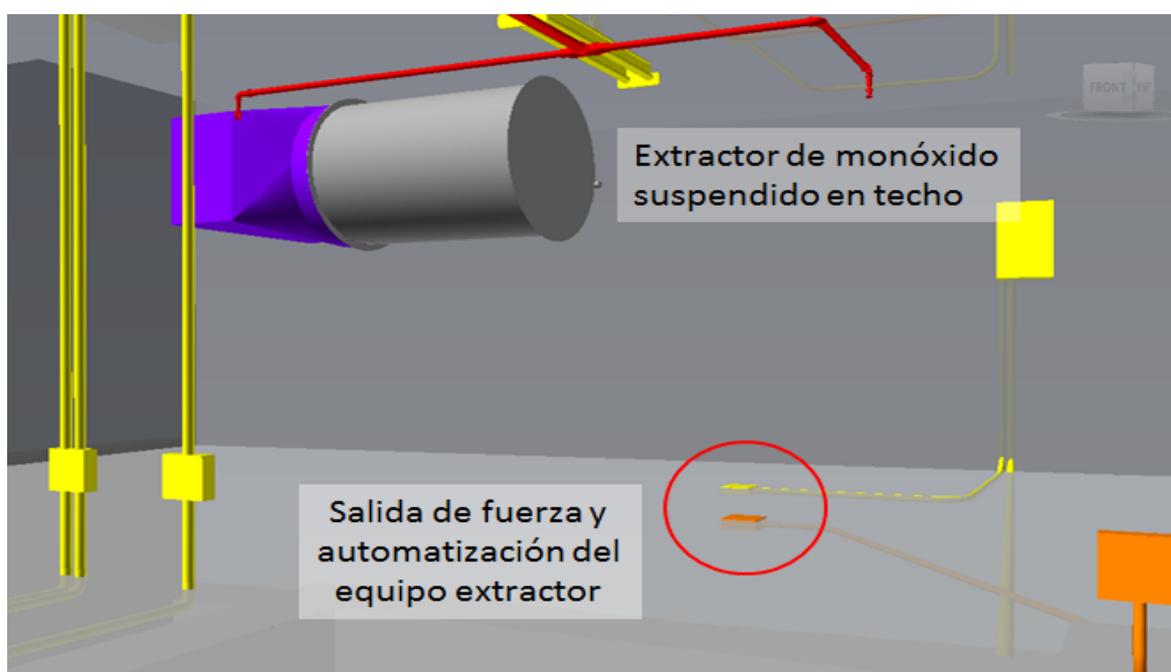


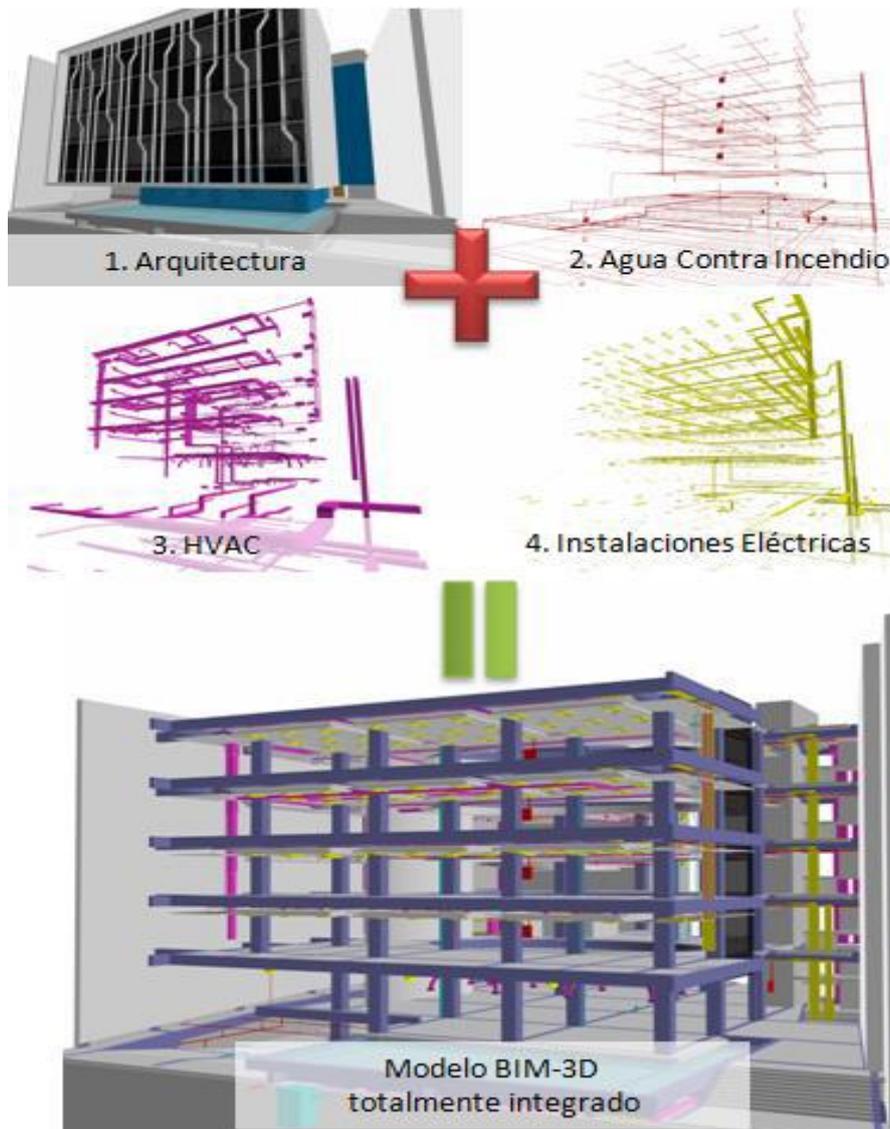
Figura 14: Incompatibilidad identificada mediante una revisión analítica del proyecto

Procedimiento de detección de interferencias

Las interferencias son problemas que por lo general ocurren entre los planos de las distintas especialidades, y con frecuencia se da entre los planos de instalaciones por la complejidad de sus trayectorias o recorridos en planta y elevación.

Al final de cada una de las fases de modelado, todos los modelos BIM elaborados deben ser integrados y centralizados para visualizar el proyecto como un todo.

Esto permitirá realizar procedimientos de revisión para detectar interferencias y conflictos entre los elementos sólidos 3D contenidos en los modelos de todas las disciplinas. Como ejemplo, se muestra que en la Figura 15 se han fusionado los modelos de arquitectura-estructura con los modelos de tres sistemas de instalaciones. El resultado es la visualización del proyecto como un todo.



*Figura 15: Integración de los modelos BIM-3D por especialidades
(Proyecto: Edificio Educativo Universidad del Pacifico)*

Cuando se integran los distintos modelos BIM-3D con softwares de gestión BIM, como Autodesk Naviswork Manage, estos incluyen una opción de Detección de Interferencias (Clash Detection) que genera de forma automática un reporte de interferencias y conflictos entre los distintos objetos 3D que conforman los modelos.

Estos reportes deben ser revisados y analizados minuciosamente, ya que no todas las interferencias detectadas automáticamente por estos programas pueden ser relevantes para los procesos de coordinación, haciendo distinción de las interferencias leves (p.e. entre una tubería y un muro) de las interferencias críticas (p.e. entre un ducto y una bandeja eléctrica).

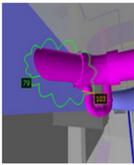
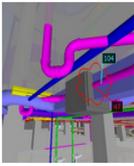
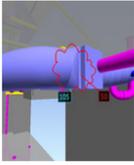
IIMM vs IISS			Tolerancia	Interferencias	Nuevas	Activas	Revisadas	Aprobadas	Resueltas	
			0.01m	139	70	1	64	4	0	
Interferencias Aprobadas			Primer Elemento		Segundo Elemento					
Imagen	Nombre de Interferencia	Fecha Encontrada	ID	Nivel	ID	Nivel	Comentarios			
	Interferencia 5.1	2012/11/7 16:57.24	Element ID: 599669	Nivel -15.55 (Cisterna)	:	<No level>	#142 - palcantara - 2012/11/7 19:16.25 Interferencia entre tubería de agua fría con un equipo de instalaciones mecánica. No se tiene definido la losa de fondo y la altura de la tubería al techo es de 0.48. (la tubería esta dentro del ducto) Se repite el cruce en varios puntos en este nivel. #202 - milagros.oquells - 2012/11/14 20:59.35 La altura de la tubería de agua es 1.2m sobre el NPT.			
	Interferencia 5.2	2012/11/7 16:57.24	Element ID: 776868	Nivel -10.20 (Sotano 3)	Element ID: 716378	<No level>	#179 - milagros.oquells - 2012/11/14 21:21.48 Interferencia entre tubería de desague y ducto de ventilación formada. Ubicación: Sótano 3 y 2 entre ejes E-F y 6-7. Planos en referencia: VF-IAF-03-TIPICA SOTANO 2 Y 3; SE-04-PLANTA SOTANO 2; SE-03-PLANTA SOTANO 3. #203 - milagros.oquells - 2012/11/14 21:14.16 El equipo id. 777368 se moverá hacia el eje 7 hasta antes del quiebre. Desde allí saldrán directamente los ductos flexibles hacia las rejillas respectivas. También deberán moverse las cajas de alimentación a lo equipos.			
	Interferencia 5.3	2012/11/7 16:57.24	Element ID: 605114	<No level>	Element ID: 716378	<No level>	#147 - palcantara - 2012/11/7 20:01.06 Interferencia de la tubería de desague con el ducto de extracción forzada. Ubicación: sotano 3, entre los ejes E-F y 7-6. Sugerencia: Mover el ramal de la tubería de desague hacia la derecha. #204 - milagros.oquells - 2012/11/14 21:17.50 Bajar la tubería hasta que la zona más baja del ramal se encuentra a 2.10m.			
	Interferencia 5.4	2012/11/7 16:57.24	Element ID: 605874	<No level>	Element ID: 716293	<No level>	#150 - palcantara - 2012/11/7 20:15.52 Interferencia entre la tubería de desague y el ducto de extracción forzada. Ubicación: sótano 3, entre los ejes E-F y 7-6 #205 - milagros.oquells - 2012/11/14 21:20.04 La interferencia se verá resuelta con los cambios realizados en el punto 5.2.			

Figura 16: Modelo de reporte de interferencias que se analiza, discute y resuelve en una reunión de coordinación

Una vez que las interferencias críticas han sido identificadas. Éstas deben ser reportadas a los proyectistas involucrados para buscar una solución que cuente con su consentimiento y aprobación. El proceso de solución de interferencias se puede realizar de dos formas: La primera se da mediante un proceso de emisión de Solicitudes de Información (RFI process), registrando la observación y emitiendo a la gerencia, la supervisión o el cliente un reporte del problema encontrado. El segundo es mediante una reunión de coordinación en la que deben participar los proyectistas involucrados.

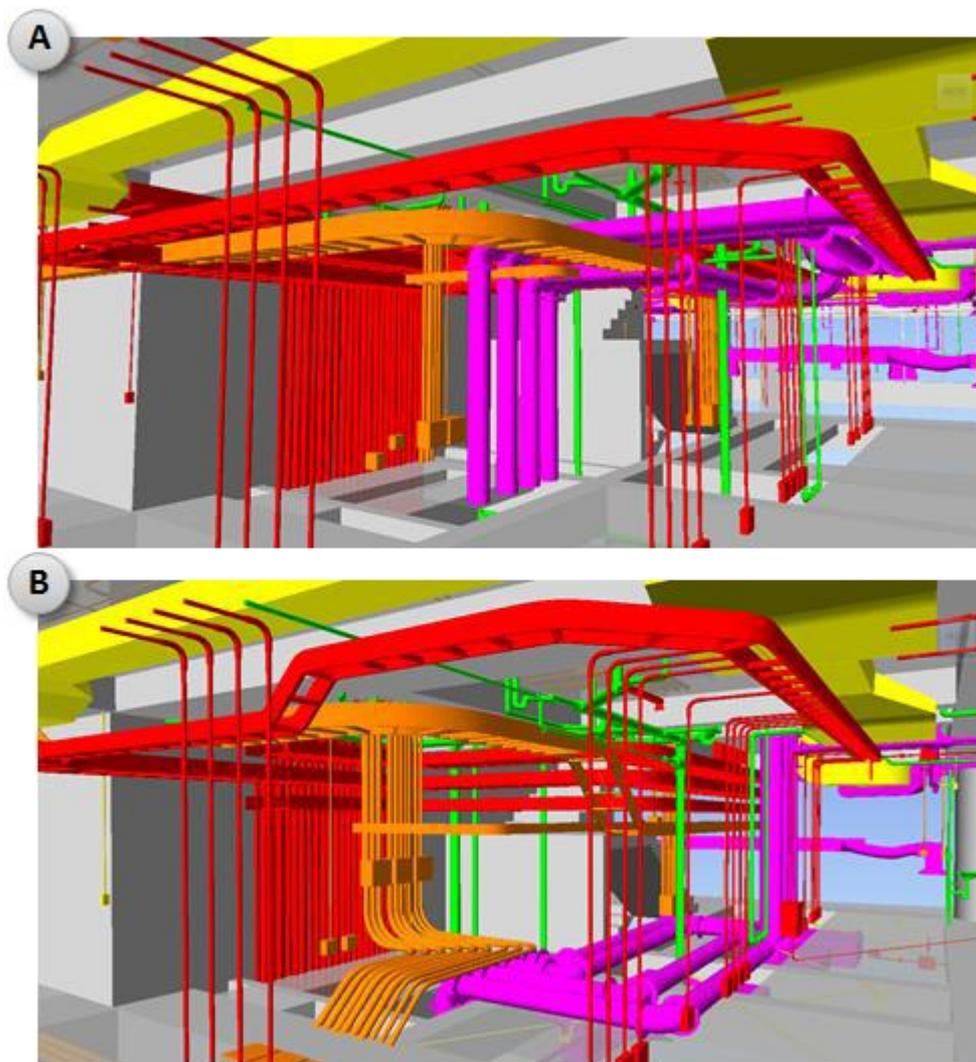


Figura 17: A. Modelo con interferencias según los planos contractuales. B. Modelo compatibilizado después de una reunión de coordinación

Ambas formas de solucionar los problemas de incompatibilidades e interferencias tienen sus ventajas y desventajas. Aunque ambas sirven comúnmente para dar solución a los problemas acarreados debidos a deficiencias en los documentos de diseño e ingeniería, la aplicación de uno u otro proceso de solución responde a una actitud proactiva de los ingenieros y arquitectos por parte de la constructora y de la conciencia generada al cliente y la gerencia del proyecto por buscar resolver estos inconvenientes en el menor tiempo posible.

Desventajas de los procesos de emisión de SI (RFI).

Por el tiempo que se requiere en la elaboración de los reportes, que forman parte de las Solicitudes de Información (RFI) genera poco valor, ya que muchas veces significa definir específicamente la consulta adjuntando archivos con anotaciones adicionales como: detalles en los planos, fotografías, bocetos o vistas 3D del modelo.

- Se debe hacer un seguimiento periódico a las consultas pendientes de respuesta y aquellas cuyas respuestas no satisfacen la observación original.
- Por lo general, los procesos de emisión de SI se realizan vía correo electrónico desde la oficina y no exige la presencia del proyectista en la obra, aun cuando sea necesaria.
- El tiempo de respuesta de una SI es muy variable. En ocasiones podrían pasar días o semanas sin que se tenga una respuesta, ateniéndose a la disponibilidad de los proyectistas.

Desventajas de una reunión de coordinación

- Requiere que el cliente o la gerencia del proyecto soliciten a los proyectistas que participen en las reuniones.
- Por el tiempo que le deba destinar a estar presente en las reuniones, a veces se requiere un pago adicional de honorarios a los proyectistas, ya que contractualmente ellos ya habrían cumplido su parte.

- Aun cuando los proyectistas estén dispuestos a participar, muchas veces es complicado fijar la fecha y hora más apropiada en que se pueda reunir a todos a la vez.

Debido a la celeridad en la respuesta que la contratista requiere para que sus observaciones y consultas sean atendidas, a fin de que no interrumpan su flujo de construcción y se conviertan en restricciones, se sugiere establecer reuniones de coordinación con los proyectistas periódicamente, en las que además deben estar presentes el cliente, la supervisión y la gerencia del proyecto. En estas reuniones se deben dar a conocer las interferencias e incompatibilidades identificadas o cualquier observación en el diseño que requiere de su atención y aprobación. A medida que cada reunión se va desarrollando, se debe elaborar un acta de reunión con cada uno de los acuerdos, cambios aprobados y restricciones pendientes para la próxima reunión. Esto es importante ya que muchos de estos cambios podrían requerir ser valorizados más adelante, siendo el único sustento los acuerdos consignados en cada acta de reunión.

Procedimiento para realizar revisiones de constructabilidad

Existen programas de gestión y revisión de modelos BIM-3D como Autodesk Naviswork o Autodesk Design Review (de licencia gratuita), que permiten realizar recorridos virtuales a cualquier sector del modelo BIM-3D de la edificación con un nivel de realismo que pueden ser utilizadas para mejorar el control y planificación de las distintas cuadrillas y subcontratistas que se encargarán del montaje e instalación de los distintos sus distintos componentes.

Otra de las ventajas directas de modelar en BIM, que puede ser aprovechada sin mucho esfuerzo, es la visualización de los modelos 3D para mejorar las revisiones de constructabilidad del diseño. Esto se da con el simple hecho de recorrer por sus espacios interiores y exteriores, generando vistas, secciones y cortes a cualquier sector del modelo BIM que ayudan a tener un entendimiento global del proyecto y tener una idea clara de lo que se va a construir.



*Figura 18: Recorrido virtual desde el interior del modelo BIM-3D integrado
(Proyecto: Edificio Universidad del Pacífico, 2011)*

Por ejemplo, según comentarios de ingenieros con amplia experiencia en la construcción, los pisos expuestos a la lluvia siempre deben impermeabilizarse y que el mejor impermeabilizante es el pastelero asentado sobre tierra o en todo caso confiar en la pendiente, los sumideros y canaletas, ya que según los resultados obtenidos en otros proyectos, no son tan efectivos para evitar las filtraciones, generando posteriores reclamos post-entrega por parte del cliente hacia la empresa contratista. Consideraciones como ésta pueden omitirse durante el diseño, ya que se tratan de aspectos que los constructores toman en cuenta en base a su experiencia.

Modelado en BIM-4D para la construcción

Esta etapa de modelado corresponde al uso y exploración de otras aplicaciones que se pueden dar al modelo BIM-3D (ya realizado en las etapas anteriores) para usarlas como herramientas de planificación y programación en la fase de planeamiento y construcción del proyecto.

El modelado BIM-4D consiste en la asignación de la cuarta variable, el tiempo, a un modelo tridimensional (3D) útil para realizar la simulación del proceso constructivo de la edificación. Ello se logra asociando cada uno de los objetos 3D del modelo BIM a cada una de las actividades de la programación de la obra.

La simulación BIM-4D es la animación de la secuencia constructiva de ciertos procesos a lo largo de la línea de tiempo, análoga a la secuencia constructiva real, y permite un mejor entendimiento de la sectorización del proceso y frentes de trabajo, facilitando la planificación y la distribución de recursos, así como establecer qué procesos deben ser desarrollados en un determinado día.

La posibilidad de visualizar los elementos que queremos construir, con anticipación a su construcción física, permite planificar con mucho mayor detalle y cumplir efectivamente la planificación en el campo. Los sistemas para el aumento de la productividad se basan en el uso de herramientas diseñadas para manejar la producción en obras de construcción. A continuación se describen como debe ser desarrollada la aplicación de la tecnología BIM-4D.

Como se aprecia en la Figura 19, la simulación 4D requiere fundamentalmente dos datos de entrada. En los párrafos siguientes se desarrollan ambos puntos.

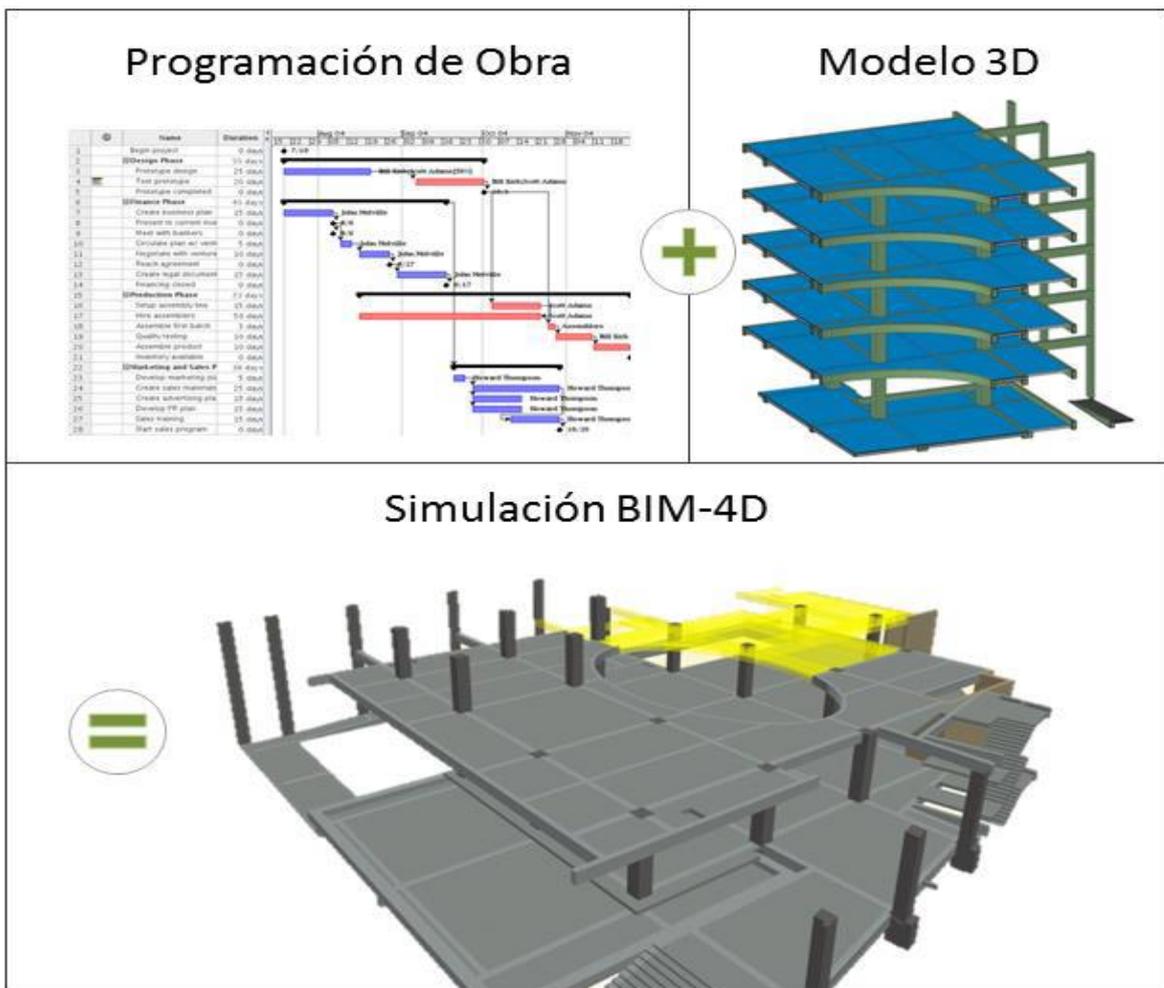


Figura 19: Requisitos para la simulación BIM-4D del proceso constructivo

El modelo 3D de la edificación

Este modelo contiene los componentes u objetos 3D de la edificación, cuya colocación en el tiempo será simulada. Aquí hay que resaltar la importancia de preparar el modelo 3D para la simulación. Esto facilitará la tarea de asociar cada uno de sus componentes a cada una de las tareas de la programación de obra. Para ello se recomienda tener en cuenta que el modelo 3D debe haber sido elaborado siguiendo con criterio el proceso constructivo según las consideraciones dadas en la primera etapa de modelado, ya que en algunos casos, por simplificar el proceso de modelado 3D (lo cual puede ser justificable) se modelan los elementos como continuos o unidos. Por ejemplo, cuando en una edificación de cuatro niveles la columna es modelada como un único componente 3D a lo largo de todos los pisos, cuando por lógica constructiva se conoce que la columna se va construyendo piso por piso.

La programación de obra modificada

La simulación 4D corresponde a la simulación en el tiempo de la secuencia constructiva por procesos. Por lo tanto la programación o cronograma de obra debe estar orientada a ello. Sin embargo, por lo general algunas de las tareas de la programación de la obra están asociadas a ciertas partidas del presupuesto que poco tienen que ver con los procesos necesarios a ser visualizados en la simulación 4D. Por ello, desde el punto de vista del programador 4D, el cronograma de obra original debe ser modificado, elaborando una programación adecuando los plazos que se tienen en el cronograma de obra original a la ejecución de tareas por procesos, en las que se incluyan también los tiempos tecnológicos.

Gestión de la Información del Proyecto

El BIM es un buen complemento para gestionar la información, viéndolo como una base de datos de información del proyecto. Sin embargo, por política de administración y gestión documentaria, todas las observaciones y cambios producidos en el diseño del proyecto original, obtenidos por medio del modelo BIM, deben ser registrados y archivados cuidadosamente. Esto es importante ya

que a futuro esto evitará conflictos entre las partes involucradas en el proyecto (contratista, cliente, supervisión, proyectistas) debidos a un cambio en el diseño asumido erróneamente sin la aprobación de una de estas partes.

El proceso de administración documentaria puede ser realizado de forma tradicional, usando los formatos y herramientas del sistema de gestión de proyectos que forme parte de la política global de la empresa contratista.

Alarcón y Mardones (1998) propusieron una serie de recomendaciones para mantener un control documentario de calidad durante la etapa de construcción cuando se introducen cambios en el diseño. Aunque estos fueron planteados sin el uso de tecnologías BIM pueden ser igualmente usados debidos a su importancia y al objetivo común que se persigue, al complementarse con nuestro objetivo central en búsqueda del aseguramiento de la calidad para los documentos de diseño.

Recomendaciones para asegurar la calidad del diseño

- Generar una lista de tareas (Task List). Estas listas podrían contener información que los proyectistas o diseñadores necesitan de subprocesos anteriores (otro diseñador o el dueño).

- Elaborar un listado de verificación (Check List). Estas listas deben ser usadas para verificar que los documentos de diseño e ingeniería estén completos y que los parámetros definidos en el diseño estén de acuerdo con sus características. La estructura de estas listas de verificación es una lista de preguntas que están respondidas positiva o negativamente.

- Procedimientos de Control de Cambios (Change Control Procedures). El objetivo de estos procedimientos es para controlar algún cambio que es introducido en el diseño durante la ejecución del proyecto. Evitar la falta de control es necesario para definir responsabilidades de los diseñadores, el dueño o la contratista. La contratista es responsable de detectar y comunicar todos los problemas o deficiencias de diseño que puedan afectar la constructabilidad, operación y mantenimiento de los proyectos. También deben supervisar la constructabilidad

de los cambios, evaluar el impacto económico directo e indirecto sobre el proyecto y determinar las variaciones en la programación de los plazos de obra.

- Estructura organizacional (Organizational Structure). Para introducir la mejora continua en los procesos de diseño, tomando en cuenta el carácter temporal de los proyectos de construcción, es necesario tener una estructura organizacional que supervise y controle los desarrollos de los procesos de diseño. Esta es una Unidad de Control del Diseño (DCU) que depende de la administración de la compañía y participa en el desarrollo de todos los proyectos, obteniendo información y supervisando los cambios hechos en cada uno de los proyectos en ejecución. El DCU tiene como objetivo prevenir que los errores de diseño lleguen a campo (obra). En algún momento, la evaluación de los proyectistas o diseñadores, a través de los CheckList, permite la generación de registros para evaluar sus desempeños para futuros proyectos de construcción.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Material de Estudio

2.1.1 Población y muestra

La población coincidirá con la muestra como sujeto único de análisis y es el Proyecto Multifamiliar “Los Claveles”.

2.2 Métodos y Técnicas

2.2.1 Método

Método Estadístico

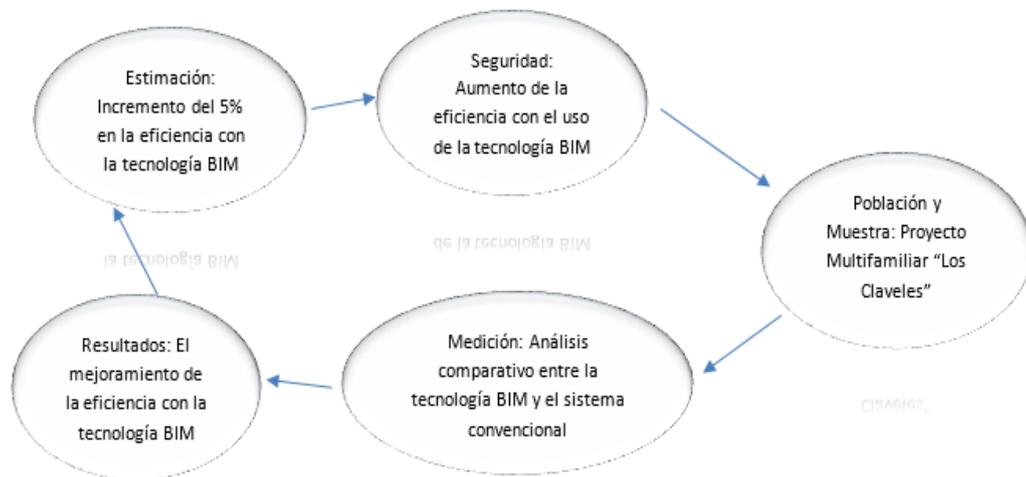
La investigación cuantitativa asume el método estadístico como proceso de obtención, representación, simplificación, análisis, interpretación y proyección de las características, variables o valores numéricos de un estudio o de un proyecto de investigación para una mejor comprensión de la realidad y una optimización en la toma de decisiones. El método estadístico en las ciencias sociales se convierte en una herramienta poderosa de precisión científica en la medida en la que se combine con los métodos cualitativos y se emplee de acuerdo a las necesidades y al sano criterio. Adolph Queteleh fue de los primeros en aplicar el método estadístico al estudio de un conjunto de datos. El método estadístico ofrece además las siguientes bondades para la investigación educativa y pedagógica.

Facilita el manejo de grandes cantidades de observaciones y datos por el empleo adecuado de la muestra.

Facilita el manejo de categorías tanto deductivas como inductivas al convertirlas en variables numéricas.

Maximiza el carácter objetivo de la interpretación no obstante la observación y participación del sujeto investigador en el mismo grupo investigado.

Para llevar a cabo este proyecto se trabajará con dicha metodología con el fin de identificar la eficiencia que puede generar el uso de la tecnología BIM en el proyecto multifamiliar “Los Claveles”.



2.2.2 Técnica

- Modelamiento del proyecto en el software REVIT.
- Medición de los metrados.
- Toma de datos reales de rendimientos realizados en obra diariamente.
- Cálculo de la eficiencia del proyecto tanto en obra como en el software REVIT y análisis estadístico comparativo

2.2.3 Procedimiento

2.2.3.1. Recolección de Información

Para obtener la información, se envió la solicitud a la empresa DACA CONSTRUCTORA encargada de realizar la obra escogida para nuestro estudio, así mismo se solicitó información para que nos pudieran facilitar el expediente técnico de la obra.

La decisión de llevar a cabo un modelamiento BIM, es por haber podido participar del proceso de constructivo de obra, así como las interferencias y por ende la paralización del flujo productivo del

proyecto, lo que llevaba a atrasos y pérdidas por parte de la contratista.

Según la metodología propuesta y en concordancia con el marco teórico esbozado en el presente estudio de investigación, se procedió hacer la medición de las partidas de concreto armado y en los elementos estructurales, verticales, horizontales; las referencias operativas del presente estudio fueron en evaluación de los vaciados y encofrados de las estructuras, los acabados como tarrajeo de muros y cielos rasos, así también las cuadrillas y los insumos utilizados. Se hizo la medición de la cantidad de cuadrillas utilizadas para realizar cada elemento trabajado diariamente, clasificados con antelación.

2.2.3.2 Procesamiento de información

Una vez recolectada la información, se han establecido los criterios y la metodología para elaborar los cuadros comparativos y los gráficos porcentuales de la medición hecha en las obras escogidas. Se procedió a la confección de una hoja de cálculo donde se diseñó tablas conformadas por los metrados diarios realizados de cada partida de la que se iba a realizar el estudio las cuales son: concreto vaciado, encofrado y habilitación de acero en columnas, vigas, losas y escaleras; tarrajeos en muros y cielos rasos y la los insumos y recursos utilizados para las partidas antes mencionadas. Se describieron además, el tipo de tarea que ejecutaban todos y cada uno de los miembros de la cuadrilla.

Se realizó el modelamiento BIM de todo el proyecto en estudio para poder calcular modelamiento 3D, las planillas de metrados y cuadro de interferencias. Luego en la parte final están las tablas donde se hicieron cuadro resúmenes de las eficiencias diarias y semanales de las partidas de trabajo.

a) Características del Proyecto

El proyecto en estudio es una vivienda multifamiliar de 7 pisos ubicado en la ciudad de Trujillo, en la urbanización Vista Hermosa; cuenta con 8 departamentos y 5 cocheras para su posterior venta.

b) Planos del Proyecto

Los planos de este proyecto se encuentran modelados en Autocad, en un total de 5 especialidades (Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas), de los cuales hemos elegido las especialidades de arquitectura y estructuras para el estudio del proyecto.

Al tener planos en 2D, la visualización del proyecto es casi nula, ya que al tratar de recrear imaginariamente todo el proyecto completo en 3D, quedarían demasiadas incongruencias y cosas por definir, además que por no tener esto claro es que las incompatibilidades usualmente se corrigen insitu.

c) Especificaciones Técnicas

Éstas son muy importantes para el modelamiento BIM, debido a que en el Modelo BIM, no solo es un 3D sino que comprende también la información de todos y cada uno de sus elementos, se introduce información del Proyecto, ya sea Materiales, Características, etc. Las especificaciones técnicas son necesarias a la hora de realizar un correcto cuadro de metrados con BIM, ya que estos servirán de filtro a la hora de realizar y ejecutar el cuadro de metrados y/o cuadro de cantidades o conteo.

2.2.3.2.1 Modelado BIM

2.2.3.2.1.1 Introducción

Esta fase se inicia con el Modelado en Revit 2014, el programa BIM más usado a nivel Mundial, el cual presenta una interfaz muy intuitiva y muchas similitudes al ya conocido Autocad, ya que pertenece también a la Familia Autodesk.

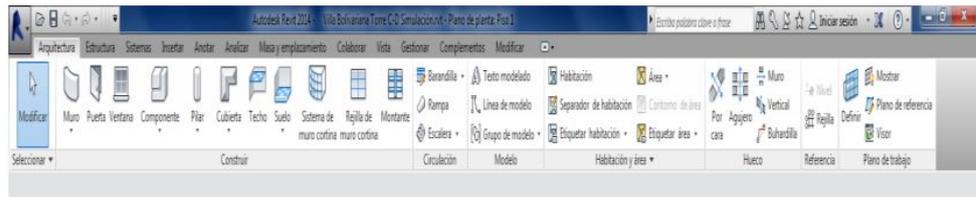


Fig 20: Interfaz de Usuario Revit 2014

Fuente: Propia

Para trabajar de manera idónea en Revit 2014, hay 4 criterios que se deben tener en cuenta:

- Modelar de acuerdo al proceso constructivo: Es decir si modelamos una columna que vaya del 1er piso al 4to piso, en el proceso constructivo eso no cumplirá con la constructabilidad. Por eso se recomienda modelar elementos finitos que inicien y terminen en un mismo piso.

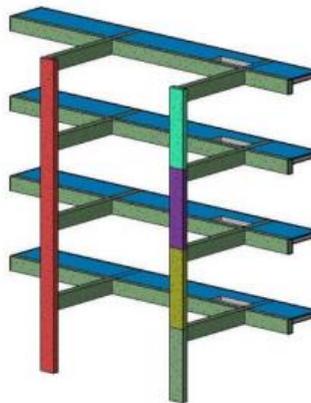


Fig 21: Forma de modelar una columna usando un software BIM

Fuente: Propia

- Respetar las restricciones del programa, y evaluar todos los errores por temas de desencajamientos, compatibilidad o sobrepuestos, ya que al ser paramétrico si tenemos esto, esto se verá reflejado en el cuadro de metrados propio del programa.

- Partir de los niveles del proyecto, ya que todos los elementos del programa estarán vinculados a ellos, y si no los definimos con antelación, posteriori se tornará complicado.
- Crear todas las familias de elementos según las especificaciones técnicas, para luego solo proceder a la colocación de estos.

2.2.3.2.1.2 Secuencia del Modelado REVIT

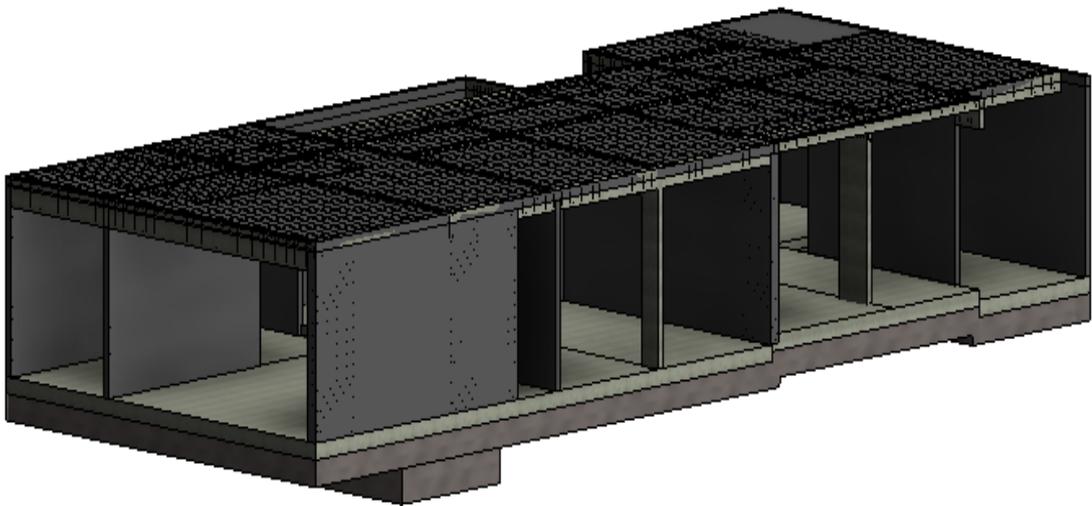


Fig 22: Modelado de las bases del proyecto

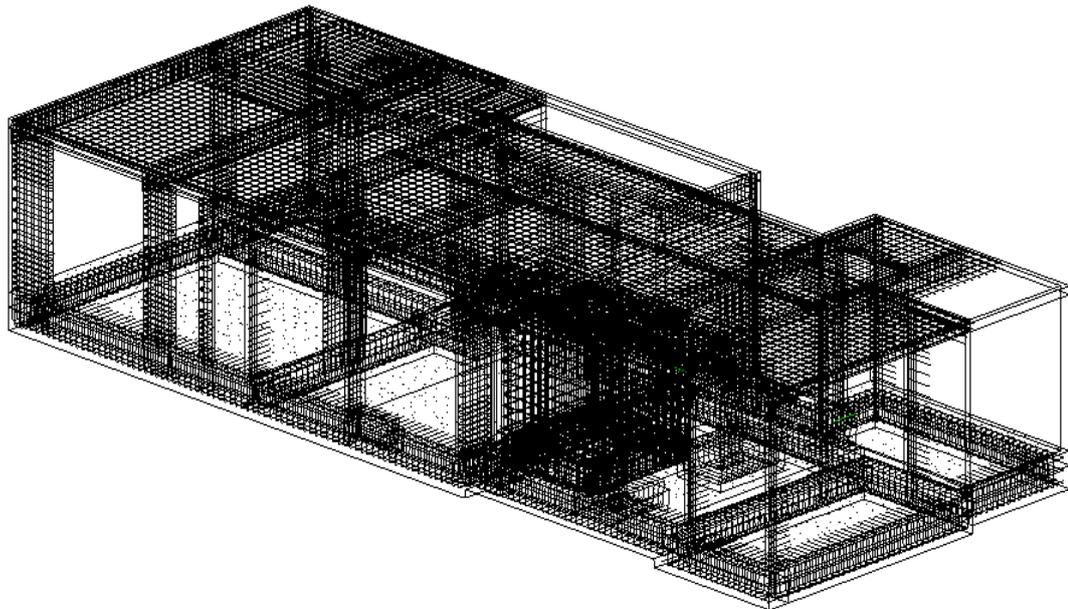


Fig 23: Modelado de la estructura del primer nivel del proyecto

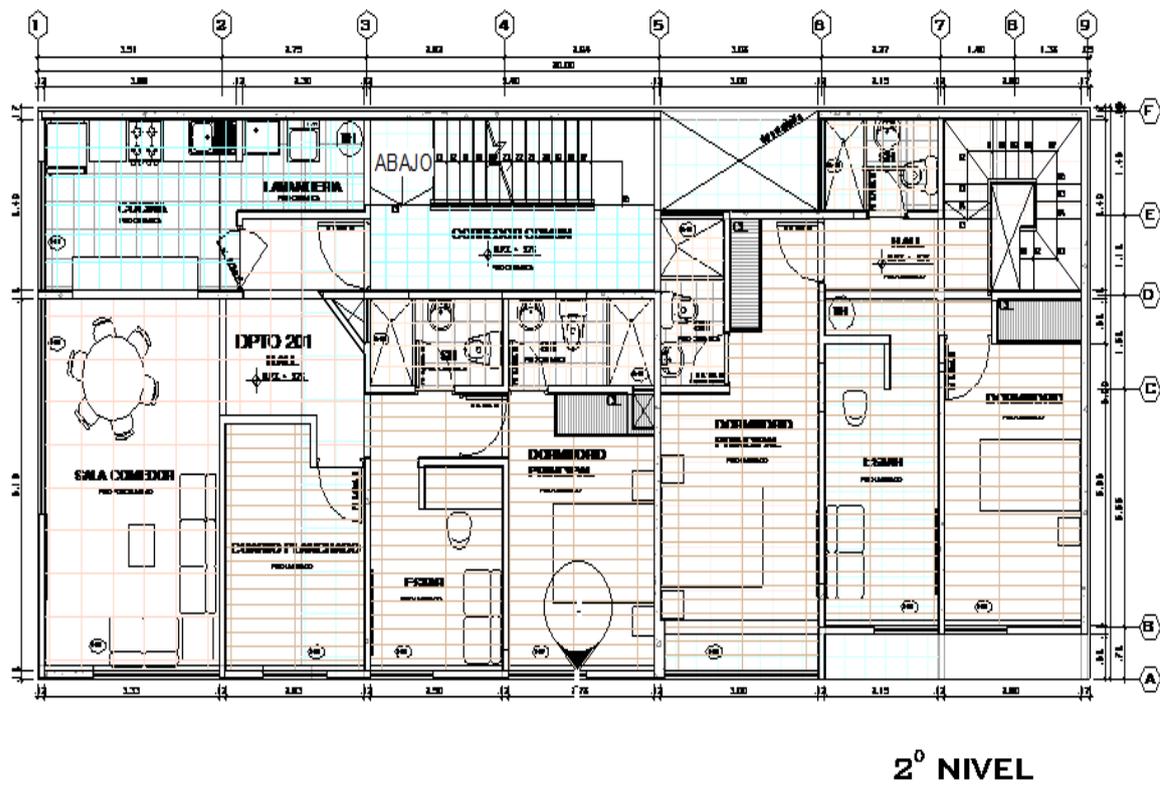
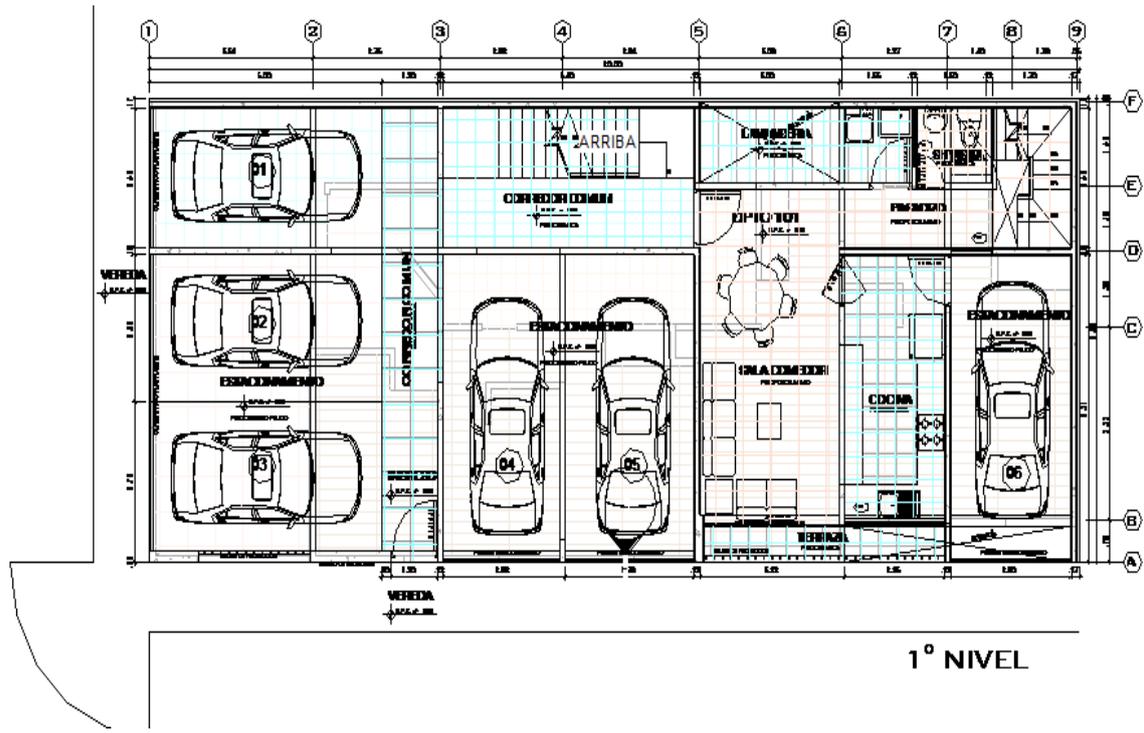
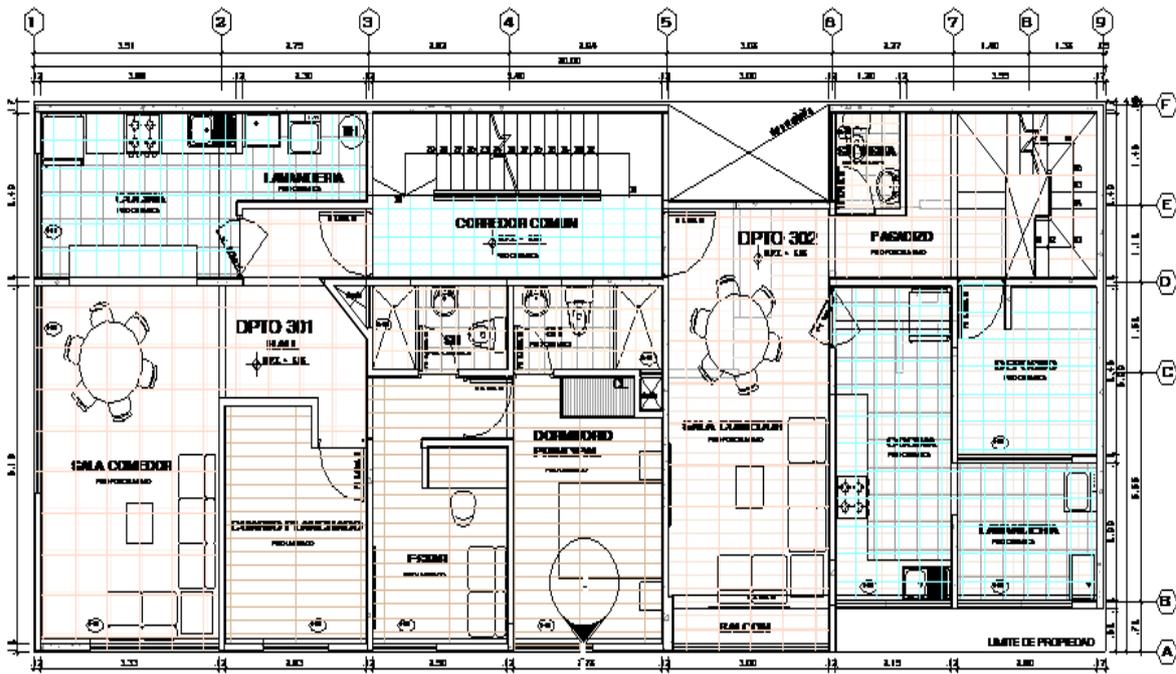
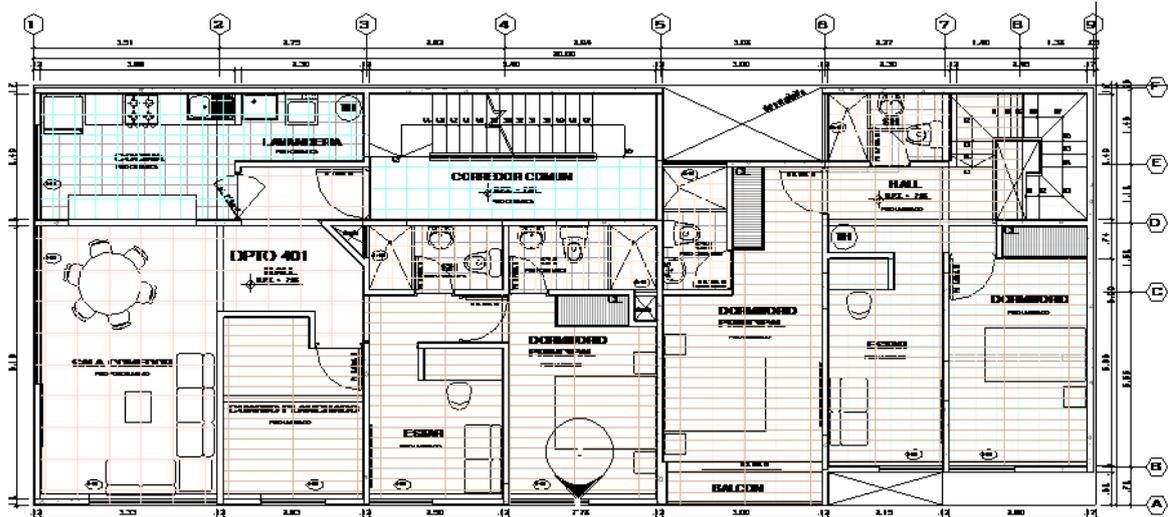


Fig 24: Planta del primer y segundo nivel del proyecto.

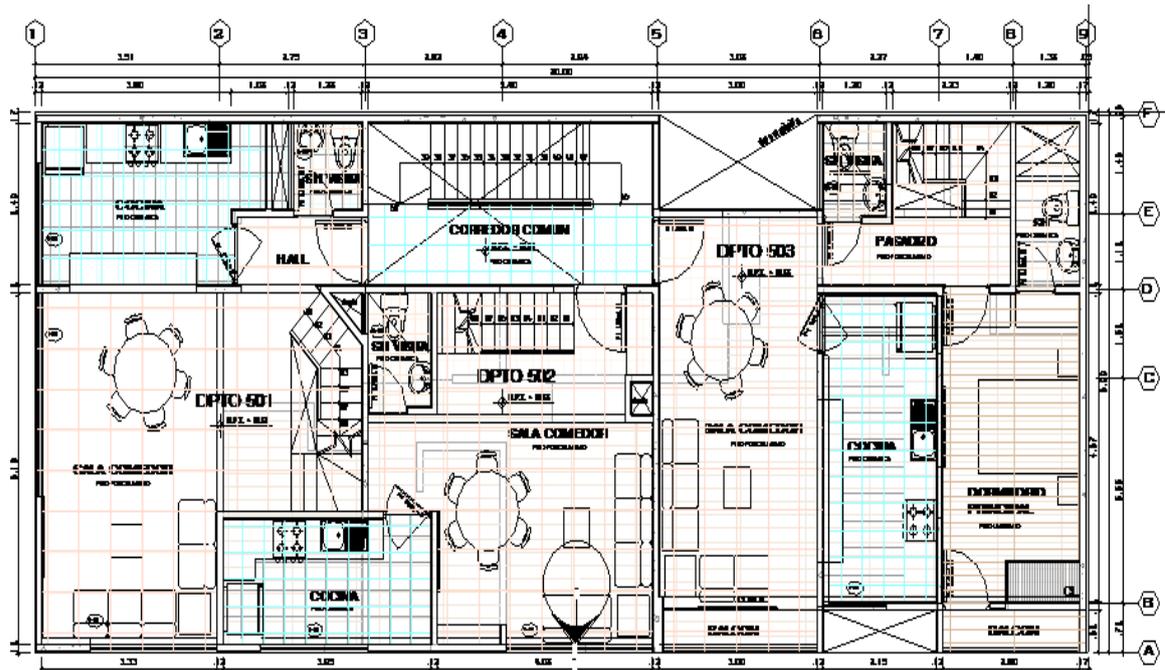


3° NIVEL

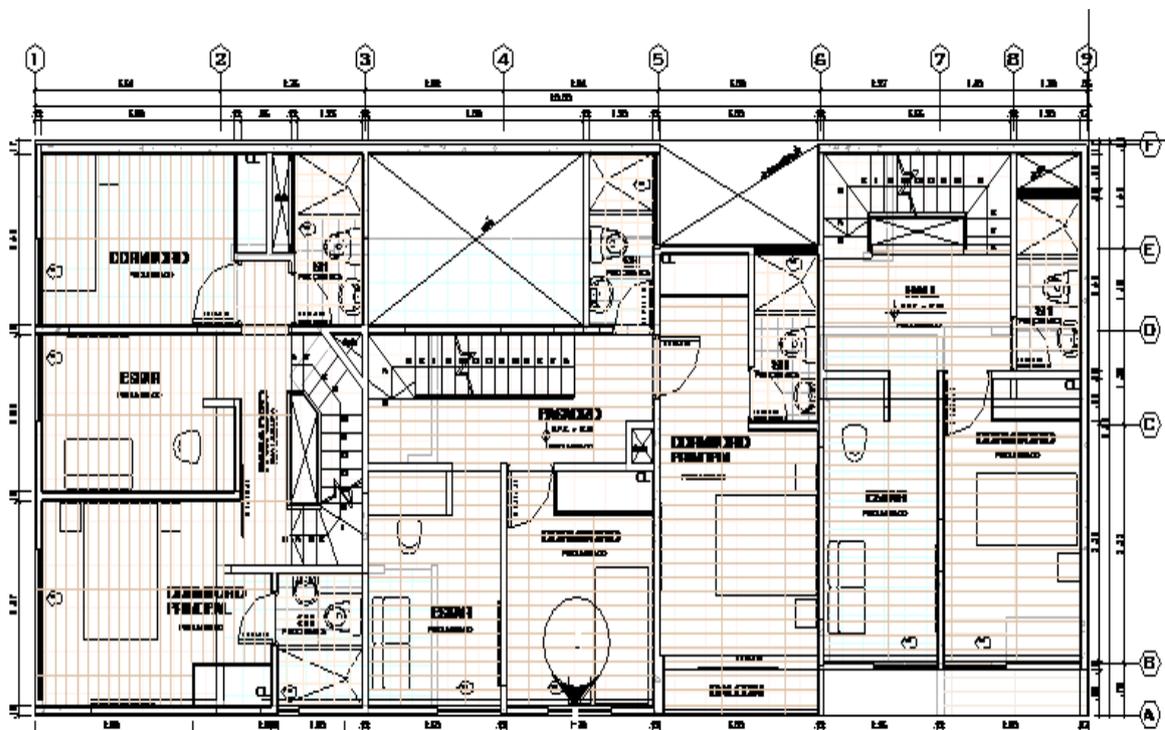


4° NIVEL

Fig 25: Planta del tercero y cuarto nivel del proyecto.

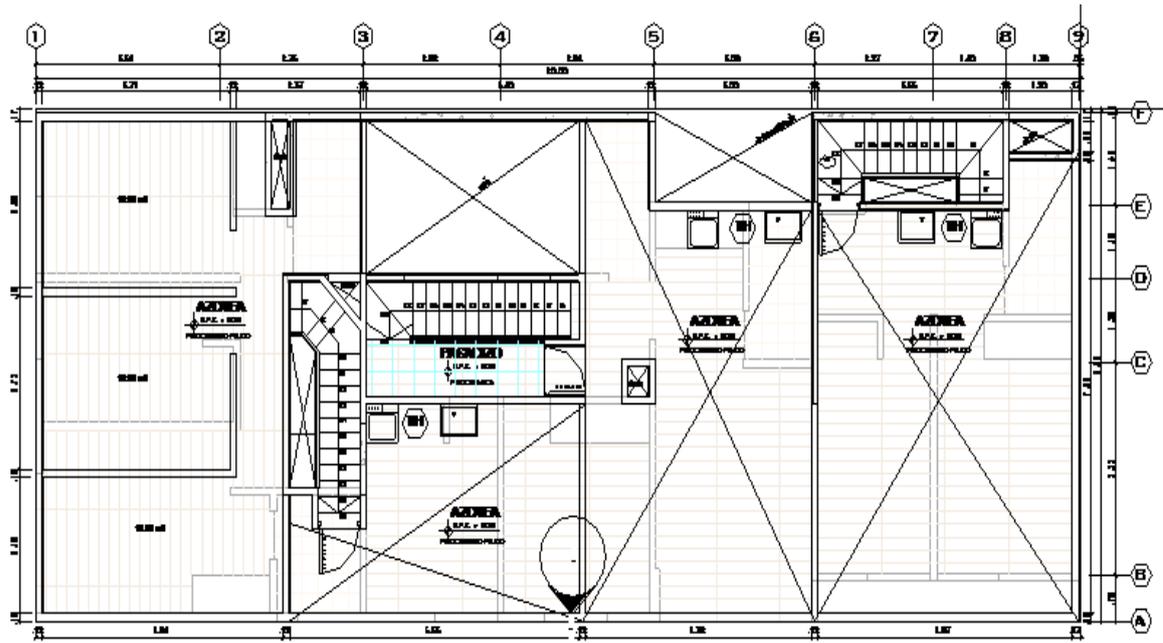


5º NIVEL



6º NIVEL

Fig 26: Planta del quinto y sexto nivel del proyecto.



AZOTEA

Fig 27: Planta del séptimo nivel del proyecto.



Fig 28: Vista 3D del proyecto multifamiliar "Los Claveles"

2.2.3.3 Análisis de la información

En el análisis y discusión de resultados hemos optado por la mejor propuesta posible, conjuntamente con los ingenieros residentes de las obras, para mejorar la eficiencia en las partidas estudiadas, sin dejar de relacionar los resultados y propuestas con los objetivos del presente trabajo. Al analizar los resultados partida por partida y obra, se procedió a evaluar la manera como tienen que conducirse en el trabajo operativo de los rendimientos con el propósito de demostrar la eficiencia que tendría el proyecto al utilizar la Tecnología BIM.

III. RESULTADOS

A continuación se muestra los resultados obtenidos de la primera semana del estudio de medición de avances diarios de rendimientos realizados en la obra del proyecto multifamiliar "LOS CLAVELES":

Nota: Los resultados de las siguientes cuatro semanas serán insertadas en los anexos

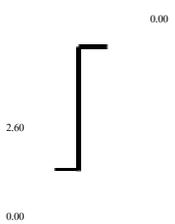
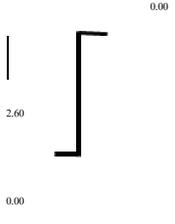
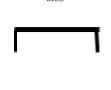
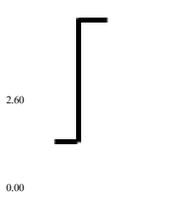
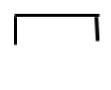
TOMA DE DATOS - AVANCE DE OBRA - EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LOS CLAVELES"

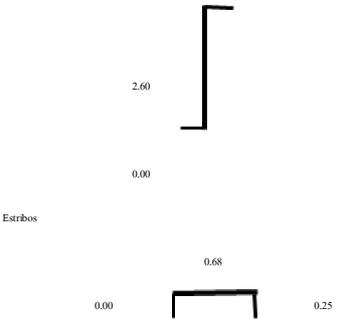
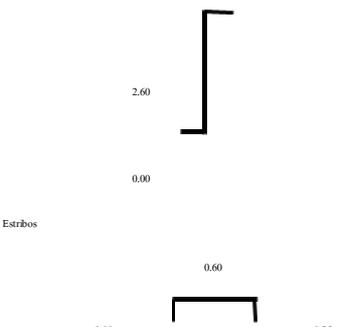
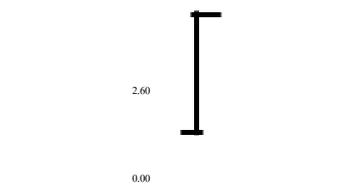
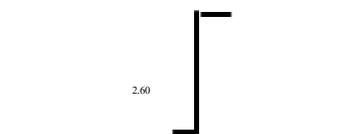
PRIMERA SEMANA

Lunes 08/06/15

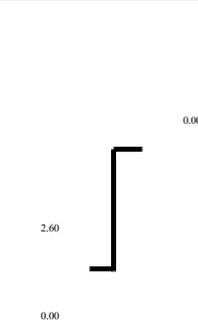
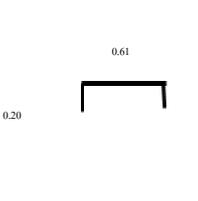
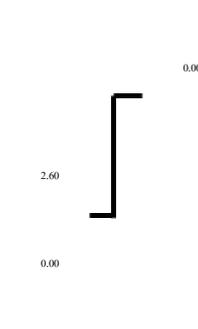
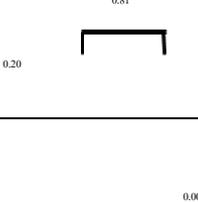
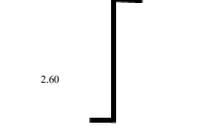
VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m3					1.61	
C3		0.67	0.12	2.4	0.19		
C4		0.72	0.12	2.4	0.21		
M1		4.19	0.12	2.4	1.21		

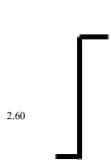
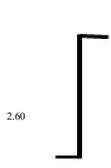
ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS								
DESCRIPCIÓN	UND	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m2						26.59	
C3		2	0.67		2.40	3.22		
		2	0.12		2.40	0.58		
C4		2	0.72		2.40	3.46		
		2	0.12		2.40	0.58		
M1(Eje X7)		2	3.79		2.40	18.19		
		2	0.12		2.40	0.58		

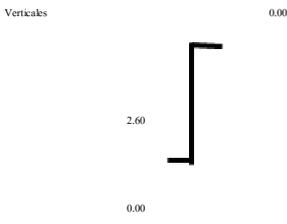
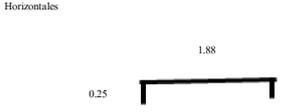
ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS								
DESCRIPCIÓN	N° ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL			
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"
					f=0.419kg/m	f=0.588g/m	f=1.02kg/m	f=1.58kg/m
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%
					f=0.43995kg/m	f=0.6148kg/m	f=1.0914kg/m	f=1.7064kg/m
QUINTO PISO								
C3								
	1	5/8"	7	2.60				31.06
Estrbos								
	1	8mm	21	1.03	9.52			
C4								
	1	5/8"	7	2.60				31.06
Estrbos								
	1	8mm	21	1.08	9.98			
CABEZAL B								
	4	5/8"	4	2.60				70.99
Estrbos								
	4	8mm	21	0.85	31.41			

<p>CABEZAL C</p>  <p>Estribos</p>	1	5/8"	5	2.60	17.18	22.18
<p>CABEZAL D</p>  <p>Estribos</p>	1	5/8"	7	2.60	7.85	31.06
<p>M-4 (Eje Y6)</p> <p>Verticales</p>  <p>Horizontales</p> 	1	1/2"	22	2.60	62.43	67.35
<p>M-4 (Eje X9)</p> <p>Verticales</p> 	1	1/2"	30	2.60	85.13	

		2	0.45		2.40	2.16	
		3	0.12		2.4	0.86	

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS												
DESCRIPCIÓN	N° ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL							
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"				
					f=0.419kg/m	f=0.58kg/m	f=1.02kg/m	f=1.58kg/m				
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%				
					f=0.43995kg/m	f=0.6148kg/m	f=1.0914kg/m	f=1.7064kg/m				
SEXTO PISO CABEZAL H  Estribos 	1	5/8"	6	2.60	9.33			26.62				
CABEZAL I  Estribos 	1	5/8"	8	2.60					11.18			35.49
C1 	1	5/8"	8	2.60								

<p>0.00</p> <p>Estribos</p>  <p>0.20 0.20</p>	1	8mm	21	1.23	11.36			
<p>CABEZAL J</p>  <p>0.00</p> <p>2.60</p> <p>0.00</p> <p>Estribos</p>  <p>0.20 0.20</p>	1	5/8"	10	2.60	12.75		44.37	
<p>CABEZAL B</p>  <p>0.00</p> <p>2.60</p> <p>0.00</p> <p>Estribos</p>  <p>0.00 0.25</p>	2	5/8"	4	2.60	15.71		35.49	
<p>CABEZAL F</p>  <p>0.00</p> <p>2.60</p> <p>0.00</p> <p>Estribos</p>  <p>0.15 0.15</p> <p>0.16 0.16</p> <p>0.80</p>	1	8mm	21	2.07	19.12		44.37	

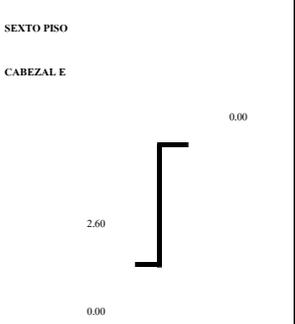
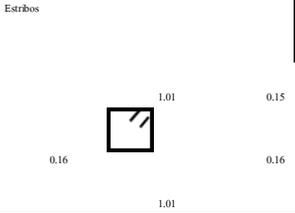
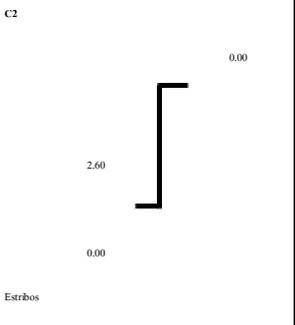
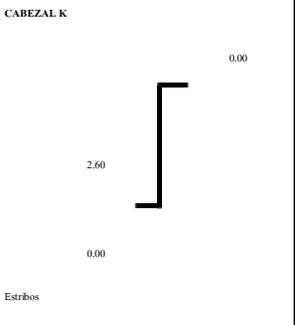
M-3 (Eje YS)									
Verticales		1	3/8"	12	2.60		19.18		
Horizontales		1	3/8"	23	2.38		33.65		
						79.45	52.83	0.00	221.83
TOTAL ACERO							354.11	KG	

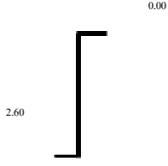
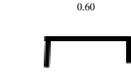
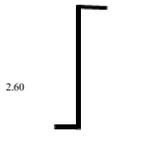
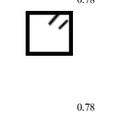
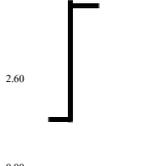
Miércoles 10/06/15

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 201			23.49	29.73	
Dormitorio Principal	m2	10.22			
SS.HH Dor. Prin.	m2	3.34			
Estar	m2	6.93			
SS.HH	m2	3.00			
DPTO 101 (Duplex)			6.24		
SS.HH		6.24			

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m3					2.00	
CABEZAL H		0.65	0.12	2.4	0.19		
CABEZAL I		0.85	0.12	2.4	0.24		
C1		0.83	0.12	2.4	0.24		
CABEZAL J		1.02	0.12	2.4	0.29		
CABEZAL B		0.30	0.12	2.4	0.09		
CABEZAL F		0.84	0.20	2.4	0.40		
M3		1.92	0.12	2.4	0.55		

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS								
DESCRIPCIÓN	UND	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m2						32.76	
CABEZAL H		2	0.65		2.40	3.12		
		2	0.12		2.40	0.58		
CABEZAL I		2	0.85		2.40	4.08		
		2	0.12		2.40	0.58		
C1		2	0.83		2.40	3.98		
		2	0.12		2.40	0.58		
CABEZAL J		2	1.02		2.40	4.90		
		2	0.12		2.40	0.58		
CABEZAL F		2	0.84		2.40	4.01		
		2	0.12		2.40	0.58		
M3		2	1.92		2.40	9.22		
		2	0.12		2.40	0.58		

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS								
DESCRIPCIÓN	N° ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL			
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"
					f=0.419kg/m	f=0.58kg/m	f=1.02kg/m	f=1.58kg/m
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%
					f=0.43995kg/m	f=0.6148kg/m	f=1.0914kg/m	f=1.7064kg/m
SEXTO PISO								
CABEZAL E								
	1	5/8"	12	2.60				53.24
	1	8mm	21	2.49	23.00			
C2								
	1	5/8"	4	2.60				17.75
	1	8mm	21	0.56	5.17			
CABEZAL K								
	1	5/8"	11	2.60				48.80
	1	8mm	21	1.48	13.67			

<p>CABEZAL B</p>  <p>Estrbos</p> 	2	5/8"	4	2.60				35.49
<p>CABEZAL A</p>  <p>Estrbos</p> 	1	5/8"	10	2.60				44.37
<p>M-3 (Eje XS)</p> <p>Verticales</p>  <p>Horizontales</p> 	1	3/8"	38	2.60		60.74		
				76.31	144.03	0.00		199.65
				TOTAL ACERO		419.99	KG	

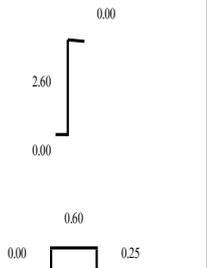
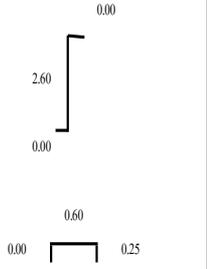
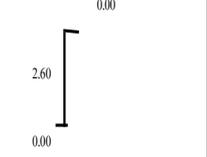
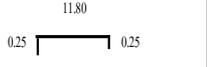
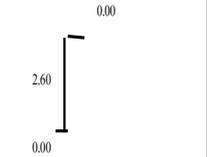
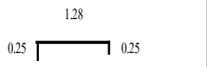
MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
M- Baño y Dormitorio Principal	3.17	m2	34.54	
M- Baño y Ducto	6.696	m2		
M- Baño y Dormitorio Principal	4.51	m2		
M- Dormitorio y Dormitorio Principal	7.46	m2		
M- Balcón	6.67	m2		
M- Fachada Dormitorio	6.02	m2		

Jueves 11/06/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 102(Duplex)			22.37		
Dormitorio Principal	m2	9.60			
"		3.17			
"		4.03			
SSH.H Dor. Prin.	m2	5.57			

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m3					2.66	
M3		4.61	0.12	2.4	1.33		
CABEZAL A		0.82	0.20	2.4	0.39		
C2		0.40	0.12	2.4	0.12		
CABEZAL E		1.05	0.20	2.4	0.50		
CABEZAL K		1.12	0.12	2.4	0.32		

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS								
DESCRIPCIÓN	UND	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m2							
M3		2	5.43		2.40	26.06		
		1	0.12		2.40	0.29		
		1	0.20		2.40	0.48		
		1	0.08		2.40	0.19		
C2		2	0.40		2.40	1.92		
		2	0.12		2.40	0.58	41.47	
CABEZALE		2	1.05		2.40	5.04		
		2	0.20		2.40	0.96		
CABEZAL K		2	1.12		2.40	5.38		
		2	0.12		2.40	0.58		

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS									
DESCRIPCIÓN	N° ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL				
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"	
					ƒ=0.419kg/m	ƒ=0.58kg/m	ƒ=1.02kg/m	ƒ=1.58kg/m	
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	
					ƒ=0.43995kg/m	ƒ=0.6148kg/m	ƒ=1.0914kg/m	ƒ=1.7064kg/m	
SEXTO PISO CABEZAL B 	3	5/8"	4	2.60					53.24
CABEZAL D 	1	5/8"	7	2.60					31.06
M-4 (Eje Y6) Verticales  Horizontales 	1	1/2"	52	2.60				147.56	
M-4 (Eje X3) Verticales  Horizontales 	1	1/2"	3	2.60				8.51	
					39.26	0.00	325.11	84.30	
TOTAL ACERO					448.67	KG			

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
M- Ducto VA-02	7.92	m2	36.98	
M- Baño T colinda con vacío	7.8	m2		
M- Escalera pasadizo y ducto	4.30	m2		
M- Ducto Triangular	11.40	m2		
M- Escalera pasadizo y ducto	5.57	m2		

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 201			23.79		
Cuarto de Planchado	m2	8.25			
Pasadizo	m2	2.25			
Cocina	m2	7.29			
Lavanderia	m2	6.00			

Viernes 12/06/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 102(Duplex)			35.79		
Dormitorio Principal	m2	13.27			
"		3.77			
SS.HH Dor. Prin.	m2	2.52			
"		3.17			
Estar	m2	10.06			
"		3.00			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 201			23,34	42,61	
Sala - Comedor	m2	16,86			
Corredor comun 2do	m2	6,48			
DPTO 101(Duplex)			19,27		
Sala - Comedor	m2	19,27			

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS								
DESCRIPCIÓN	UND	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m2						63,17	
M4		1	11,84		2,40	28,42		
		1	6,20		2,40	14,88		
		1	5,52		2,40	13,25		
		2	1,20		2,40	5,76		
		3	0,12		2,40	0,86		

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
M- Estar, Dorm. Princ. V-13	16,54	m2	34,58	
M-Dormitorio y Estar V-12	5,76	m2		
M- Dormitorio V-12	2,88	m2		
M- Ducto Closet	3,31	m2		
M- Ducto Closet y puerta	3,22	m2		
M- Baño y Vacío	2,88	m2		

Sábado 13/06/15

TARRAJEO MURO						
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES	
DPTO 102(Duplex)						
Dormitorio	m2	10.97				
"		1.78				
"		3.79				
Estar	m2	2.28	25.90			
"		1.08				
SS.HH Dor. Prin.	m2	3.77				
"		2.23				

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m3						
M4		11.84	0.12	2.4	3.41	3.76	
M4		1.20	0.12	2.4	0.35		

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LA OBRA: PROYECTO MULTIFAMILIAR "LOS CLAVELES"

PRIMERA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	22.37	35.79	25.9

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	26.5	38.12	28.05

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	0.84	0.94	0.92
PROMEDIO					0.90

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
34.17	35.28	10.99	15.34	22.04	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	38.21	13.8	17.91	25.2	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	0.92	0.80	0.86	0.87	x
PROMEDIO					0.86

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
26.59	64.85	32.76	41.47	63.17	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
28	67.35	36.48	45.12	66.5	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.95	0.96	0.90	0.92	0.95	x
PROMEDIO					0.94

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
571.2	354.11	419.99	448.67	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
602.8	390.47	432.18	490.15	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.95	0.91	0.97	0.92	x	x
PROMEDIO					0.94

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.61	3.86	2	2.66	x	3.76

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
2	3.86	2.2	2.85	x	4.2

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.81	1.00	0.91	0.93	x	0.90
PROMEDIO					0.91

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	34.54	36.98	34.58	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	36.8	40.15	39.77	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	0.94	0.92	0.87	x
PROMEDIO					0.91

CALCULO DE LA EFICIENCIA CON BIM: SOFTWARE "REVIT"

PRIMERA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#DIV/0!

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	22.37	35.79	25.9

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	22.37	35.79	25.9

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
34.17	35.28	10.99	15.34	22.04	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	35.28	10.99	15.34	22.04	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	1.00	1.00	1.00	1.00	x
PROMEDIO					1.00

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#DIV/0!

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
26.59	64.85	32.76	41.47	63.17	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
26.59	64.85	32.76	41.47	63.17	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	x
PROMEDIO					1.00

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
571.2	354.11	419.99	448.67	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
571.2	354.11	419.99	448.67	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	1.00	x	x
PROMEDIO					1.00

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.61	3.86	2	2.66	x	3.76

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.61	3.86	2	2.66	x	3.76

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	1.00	x	1.00
PROMEDIO					1.00

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	34.54	36.98	34.58	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	34.54	36.98	34.58	x

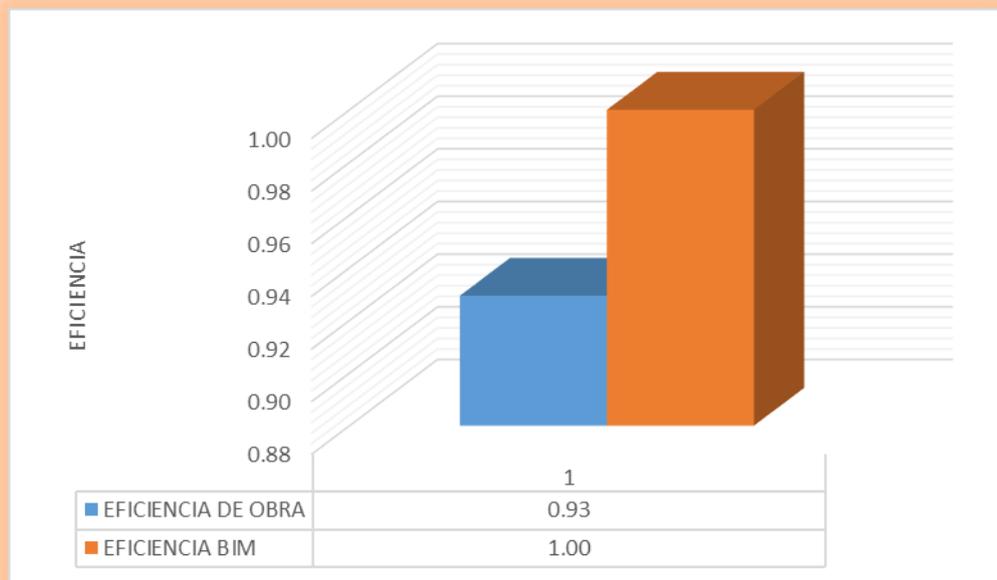
EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	1.00	1.00	1.00	x
PROMEDIO					1.00

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presenta las propuestas de mejora en el incremento de la eficiencia, para cada una de las partidas que se han medido en el presente estudio:

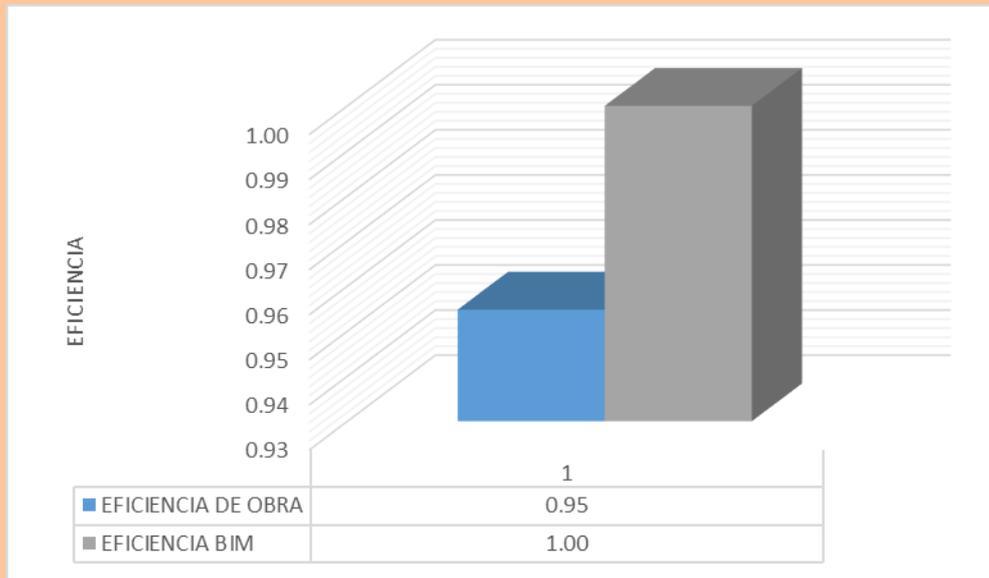
GRÁFICOS ESTADÍSTICOS COMPARATIVOS DE LA EFICIENCIA OBRA VS BIM

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA



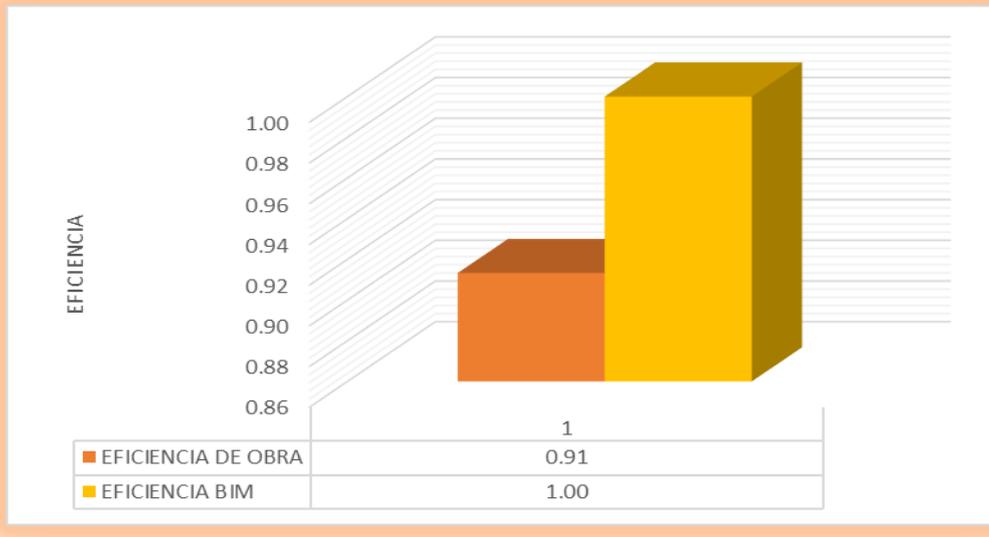
VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA	8%
----------------------------	----

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS



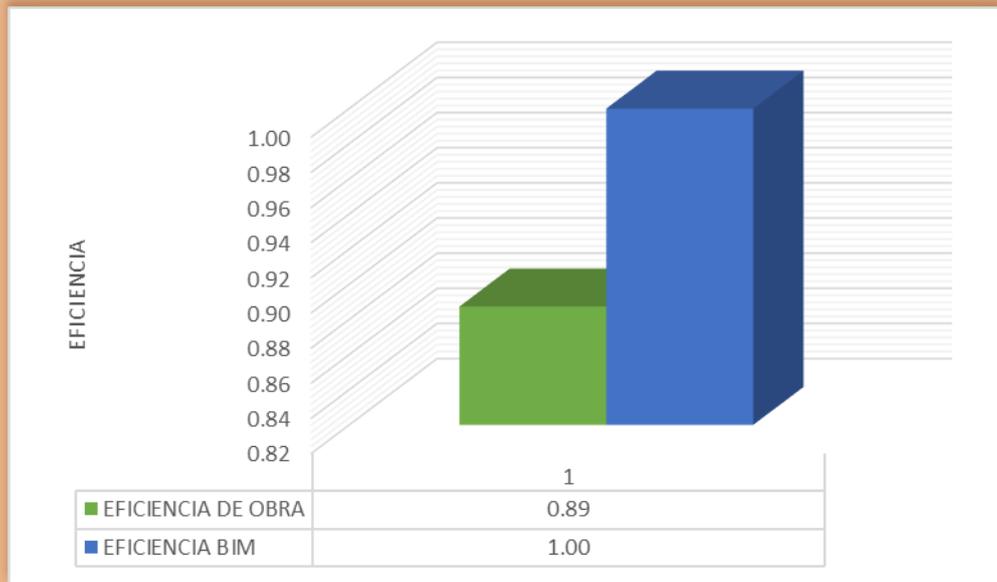
VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA 5%

TARRAJEO EN MURO



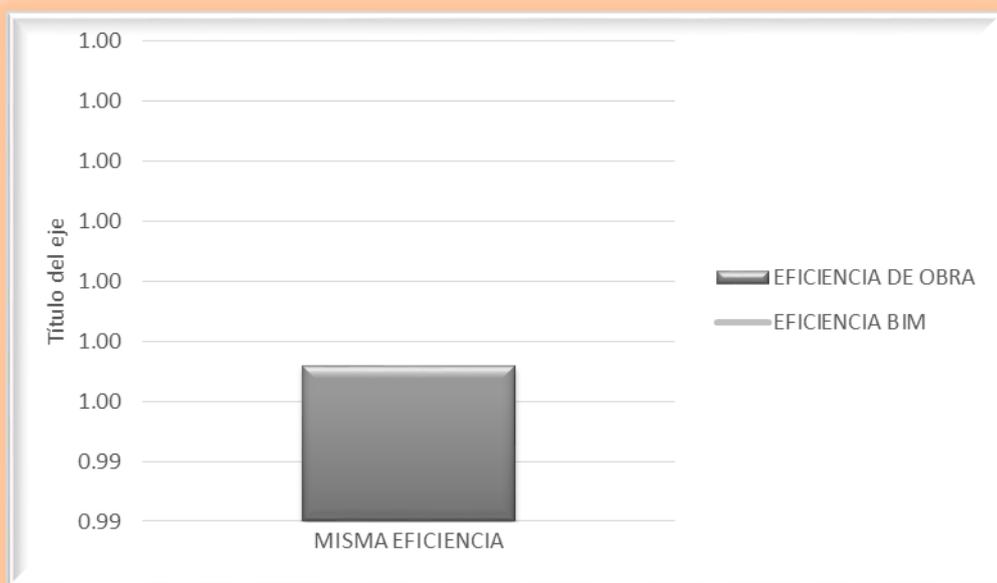
VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA 9%

TARRAJEO EN CIELO RASO



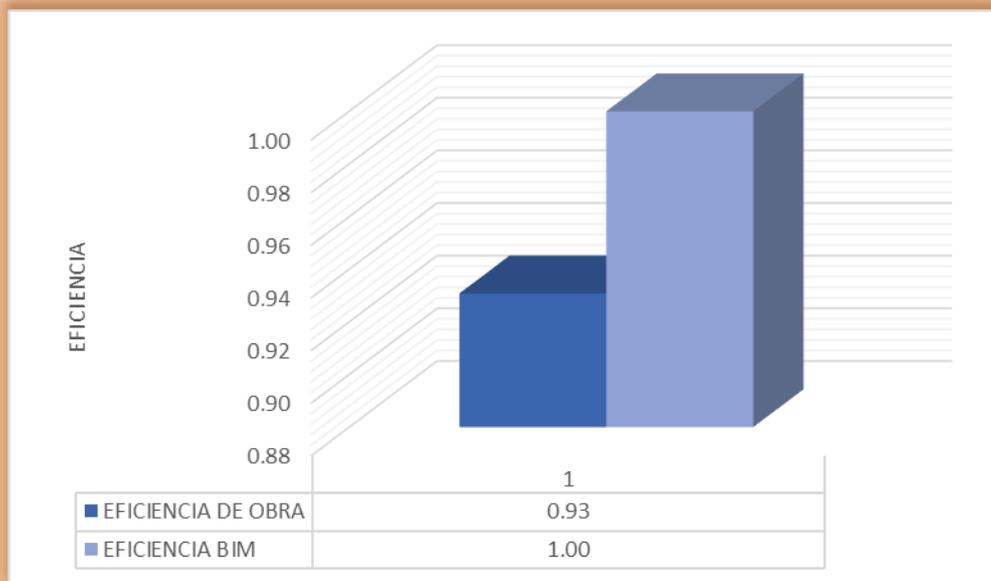
VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA **13%**

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS



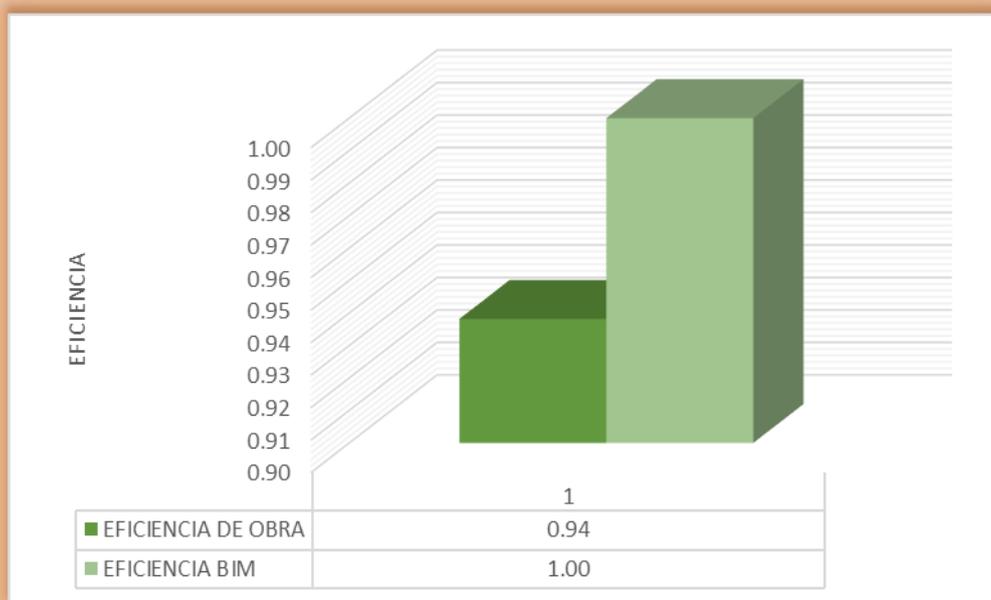
VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA **0%**

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS



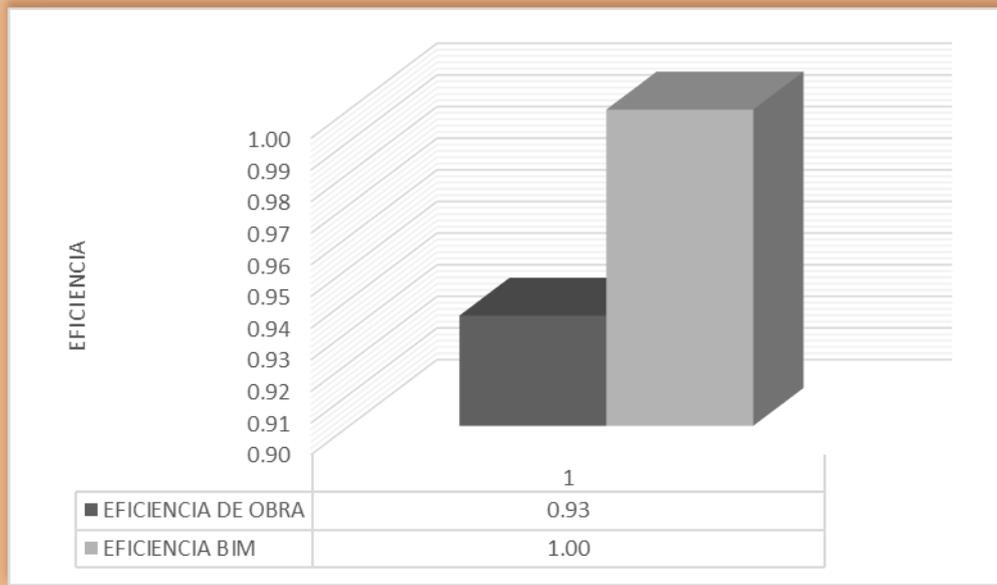
VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA 7%

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS



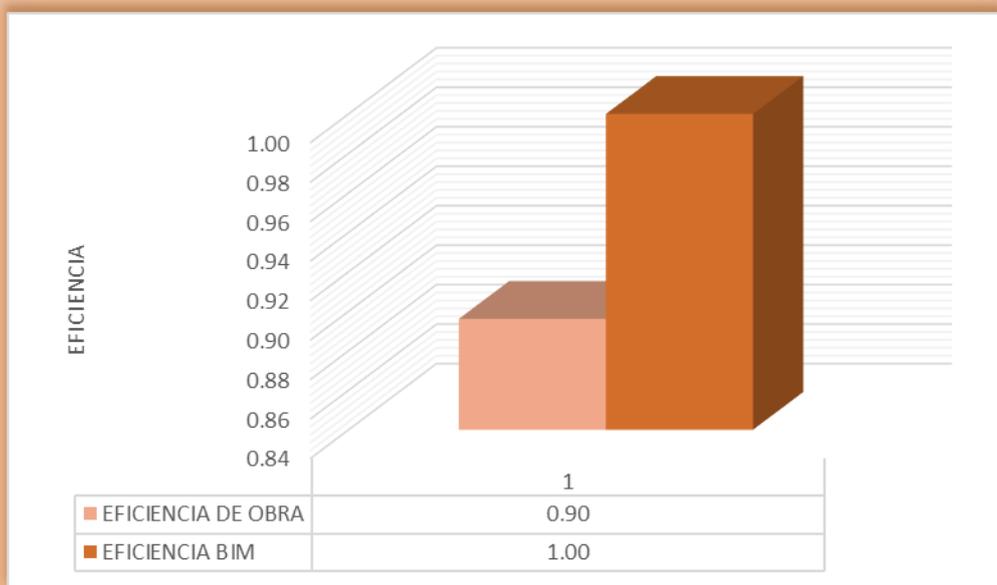
VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA 7%

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS



VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA 7%

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK



VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA 12%

V. CONCLUSIONES

1. Se logró demostrar que a través del uso de la tecnología BIM, pudo generarse un incremento mínimo del 5% de la eficiencia de mano de obra en el proyecto multifamiliar “LOS CLAVELES”, tanto para las diferentes partidas de estructuras y acabados.
2. Mediante los resultados obtenidos quedó demostrado la ventaja de usar un software BIM a diferencia del CAD detallando a continuación algunas diferencias:
 - Mediante el uso del CAD se puede decir que las decisiones son tomadas una vez terminados los planos para construcción mientras que en un software BIM se pueden tomar decisiones proactivas en todas las etapas del diseño.
 - En el CAD se trabaja con elementos genéricos, mientras que en el BIM se trabaja con elementos específicos (Materialidad, Terminación, Fase)
 - En el CAD el metrado se hace una vez que se tienen los planos constructivos, mientras que en el BIM el metrado está a lo largo de todo el diseño.
 - En el CAD la información puede ser no consistente, mientras que en el BIM la información en el modelo es exacta, por lo que no produce inconsistencias.

3. Se logró modelar el proyecto de la edificación multifamiliar “LOS CLAVELES” importándolo desde AUTOCAD a REVIT, generando así un diseño en 3D, y a la vez generando un metrado exacto de todo el proyecto.
4. La implementación de la tecnología BIM es radical en la planificación y programación de un proyecto para mejorar su productividad, en este caso la eficiencia, debido a que reduce riesgos y dificultades de proceso constructivo en un futuro, y a la vez genera valor sin pérdidas.
5. La propuesta de mejora ocasionó una diferencia de valores de porcentajes relacionados a la eficiencia con los datos obtenidos de campo y los datos procesados del software REVIT con un incremento mínimo de la eficiencia del 5% como se mencionó anteriormente, generando a la vez un aumento de la productividad en mano de obra y producción del proyecto.

VI. RECOMENDACIONES

Es necesario el cambio organizacional con el fin de sacar provecho a las nuevas herramientas de automatización y visualización. El uso de estas nuevas herramientas representa un problema cultural para la gente arraigada en lo tradicional por lo que será necesario un cambio de paradigma en la forma en que el trabajo es organizado y planificado. Muchas veces, la introducción de nuevas herramientas supera el uso de las herramientas existentes. Por ejemplo, muchas personas todavía no están acostumbradas a pensar en términos de la 3D CAD, mientras que el uso de 4D ya está siendo introducido en algunas organizaciones de vanguardia. El problema cultural puede requerir un cierto período de transición. Asimismo tenemos que repensar en el proceso educativo, tanto en las universidades y en el lugar de trabajo, que se necesita con el fin de proporcionar a las próximas generaciones de usuarios de la tecnología con el conocimiento y la experiencia para cerrar la brecha existente entre la industria de la construcción y de la práctica actual de los avances tecnológicos y entender como el diseño y la construcción van juntos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

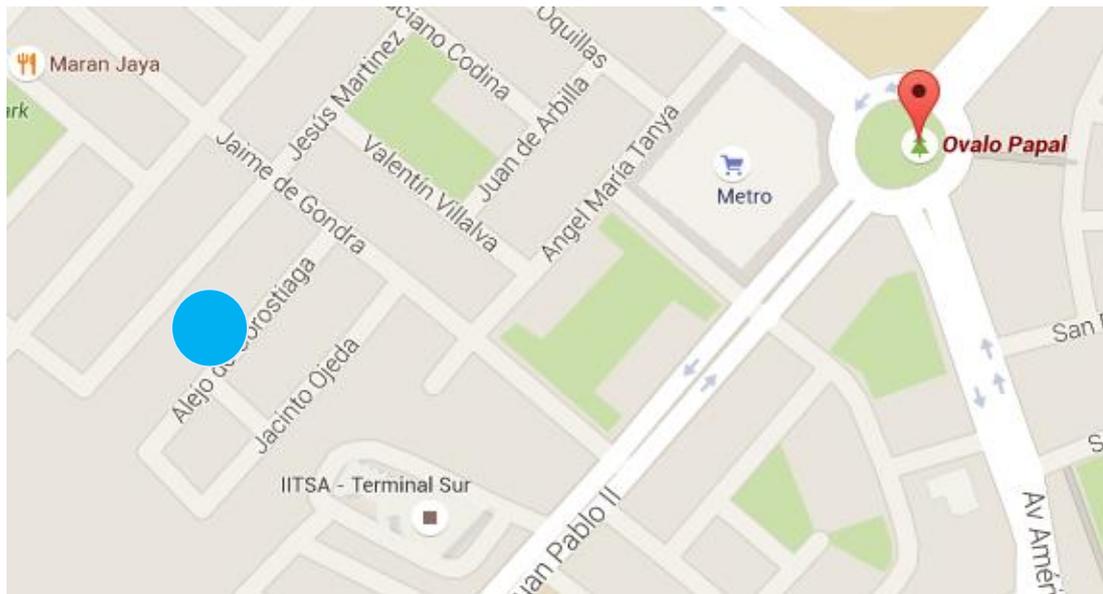
- **Artica, Pedro E.**, “Planificación por Lotes de Producción con Modelos 4D”, paper presentado en el XVII Congreso Nacional de Ingeniería Civil CONIC, 2009. (1)
- **Ballard, Glenn**, “Lean Project Delivery System”, LCI White Paper, Sep 23, 2000. (2)
- **Berdillana F.**, “Tecnologías Informáticas para la Visualización de la información y su uso en la Construcción – Los Sistemas 3D Inteligente”, Tesis para optar grado de maestro, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú, 2008. (3)
- **Mourgues, Claudio y Fisher, Martín**, “Investigaciones en Tecnologías de Información Aplicadas a la Industria A/E/C (Arquitectura, Ingeniería y Construcción)”, CIFE TechnicalReport #124, enero, 2009. (4)
- **Orihuela, P. y Orihuela, J.**, “Constructabilidad en pequeños proyectos inmobiliarios”, VII Congreso Iberoamericano de Construcción y Desarrollo Inmobiliario – M.D.I., 2003. (5)

VIII ANEXOS

ANEXO N°01

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA OBRA: PROYECTO MULTIFAMILIAR

“LOS CLAVELES”



ANEXO N°02

VISTA DE TERRENO DE LA OBRA: PROYECTO MULTIFAMILIAR “LOS

CLAVELES”



ANEXO N°03

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

TOMA DE DATOS - AVANCE DE OBRA - EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LOS CLAVELES"

SEGUNDA SEMANA

Lunes 15/06/15

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Losa 5° Nivel	57.65	m2	63.78	Cocina, Dormitorio Principal, Baño, Pasadizo y Sala Comedor
Escalera 5° Nivel	6.13	m2		4ta Escalera

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS										
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg.)	OBSERVACIONES
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"							
Armado de Losa 5° Nivel	x			80	5.41	0.39	Kg.	168.79	879.50	Cocina, Dormitorio Principal y Pasadizo
	x			52	8.25	0.39	Kg.	167.31		
	x			32	6.85	0.39	Kg.	85.49		
	x			66	3.42	0.39	Kg.	88.03		
	x			16	2.32	0.39	Kg.	14.48		
	x			40	2.12	0.39	Kg.	33.07		
Escalera 5° Nivel (Escalera 4)		x		9	1.5	1	Kg.	13.50		
		x		3	1.2	1	Kg.	3.60		
		x		3	1.1	1	Kg.	3.30		
		x	x	8	1.15	0.56	Kg.	5.15		
			x	5	1.25	0.56	Kg.	3.50		
			x	5	1.7	0.56	Kg.	4.76		
		x		3	3.15	1	Kg.	9.45		
		x		3	2.95	1	Kg.	8.85		
		x		3	1.2	1	Kg.	3.60		
		x		3	1.1	1	Kg.	3.30		
			x	10	1.1	0.56	Kg.	6.16		
			x	26	1.1	0.56	Kg.	16.02		
		x	5	1.25	0.56	Kg.	3.50			

		x	5	1.7	0.56	Kg.	4.76	
	x		3	1.15	1	Kg.	3.45	
		x	13	1.1	0.56	Kg.	8.01	
Vigas	x		4	6.55	1	Kg.	26.20	3-3 Voladizo Principal
	x		67	0.75	0.39	Kg.	19.60	3-3 D. Principal y Estar
		x	4	5.81	1	Kg.	23.24	3-3 D. y Estar
	x		59	0.75	0.39	Kg.	17.26	3-3 Estar, Dormitorio- Hall
		x	4	5.11	1	Kg.	20.44	3-3 Baño y Pasadizo
	x		52	0.75	0.39	Kg.	15.21	4-4 Escalera 4
		x	4	1.62	1	Kg.	6.48	4-4 Escalera 4 y Hall
	x		17	0.75	0.39	Kg.	4.97	5-5 Baño
		x	4	0.66	1	Kg.	2.64	6-6 Ducto
	x		8	0.75	0.39	Kg.	2.34	8-8 Fachada
		x	4	3.79	1	Kg.	15.16	9-9 Ducto
	x		39	0.75	0.39	Kg.	11.41	9-9 Llega Escalera 4
		x	2	1.44	1	Kg.	2.88	
	x		13	0.45	0.39	Kg.	2.28	
		x	2	1.44	1	Kg.	2.88	
	x		13	0.45	0.39	Kg.	2.28	
		x	4	5.11	1	Kg.	20.44	
	x		35	0.9	0.39	Kg.	12.29	
		x	4	0.74	1	Kg.	2.96	
	x		9	0.45	0.39	Kg.	1.58	
	x	4	1.52	1	Kg.	6.08		
x		16	0.45	0.39	Kg.	2.81		

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 102(Duplex)			23.98		
Dormitorio	m2	10.06			
"		1.08			
"		3.36			
Estar	m2	9.48			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 301			23.69	34.17	
Dormitorio principal	m2	10.22			
SS.HH Dor. Prin.		3.34			
Estar		7.13			
SS.HH		3.00			
DPTO 101 (Duplex)			10.48		
Techo de escalera		6.24			
Hall		4.24			

Martes 16/06/15

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Losa 5º Nivel	43.93	m2	51.00	Dormitorio, Pasadizo, Estar, 2 Baños
Escalera 5º Nivel	7.06	m2		5ta Escalera

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS										
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg.)	OBSERVACIONES
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"							
Armado de Losa 5º Nivel	x			14	2.94	0.39	Kg.	16.05	897.31	Estar, Pasadizo, Dormitorio Principal, Baño, Escalera y Vigas
	x			26	1.74	0.39	Kg.	17.64		
	x			16	1.5	0.39	Kg.	9.36		
	x			12	1.92	0.39	Kg.	8.99		
	x			10	5.3	0.39	Kg.	20.67		
	x			50	1.2	0.39	Kg.	23.40		
	x			36	5.94	0.39	Kg.	83.40		
	x			56	3.81	0.39	Kg.	83.21		
	x			20	1.9	0.39	Kg.	14.82		
	x			16	2.27	0.39	Kg.	14.16		
	x			66	3.42	0.39	Kg.	88.03		
	x			32	6.85	0.39	Kg.	85.49		
			x	7	7.03	0.56	Kg.	27.56		

			x	9	6.03	0.56	Kg.	30.39	
Escalera 5º Nivel (Escalera 5)		x		3	4.8	1	Kg.	14.40	
		x		3	4.65	1	Kg.	13.95	
			x	28	1.2	0.56	Kg.	18.82	
			x	4	1.85	0.56	Kg.	4.14	
			x	4	1.25	0.56	Kg.	2.80	
			x	4	0.85	0.56	Kg.	1.90	
		x		6	1.2	1	Kg.	7.20	
Vigas		x		2	5.64	1	Kg.	11.28	3-3 D.- Estar y Pasadizo
	x			58	0.75	0.39	Kg.	16.97	3-3 D.- Estar y Baño
		x		4	3.39	1	Kg.	13.56	4-4 Dorm.- D. Principal
	x			35	0.75	0.39	Kg.	10.24	4-4 Baño- Parte posterior
		x		4	6.43	1	Kg.	25.72	4-4 Estar y escaleras
	x			65	0.75	0.39	Kg.	19.01	4-4 Baño Adh. y Escalera
		x		4	1.5	1	Kg.	6.00	5-5 Estar y Dormitorio
	x			16	0.75	0.39	Kg.	4.68	5-5 Escalera Ducto
		x		4	2.32	1	Kg.	9.28	5-5 Sala Com. Dep. 503
	x			24	0.75	0.39	Kg.	7.02	6-6 Dep. 503- Ducto Vet.
		x		4	1.52	1	Kg.	6.08	6-6 Sala Com. Balcón
	x			16	0.75	0.39	Kg.	4.68	6-6 Llega Escl. Dep. 502
		x		2	3.51	1	Kg.	7.02	6-6 "L"llega Escl. Dep. 502
	x			36	0.45	0.39	Kg.	6.32	8-8 Fachada Sala Cm. Y Cc.
		x		2	1.62	1	Kg.	3.24	8-8 Fachada Balcón
	x			17	0.45	0.39	Kg.	2.98	9-9 Baño Vista- Escalera Dep. 502
		x		2	3	1	Kg.	6.00	
	x			31	0.45	0.39	Kg.	5.44	
		x		2	3.12	1	Kg.	6.24	
	x			32	0.45	0.39	Kg.	5.62	
		x		2	3.04	1	Kg.	6.08	
	x			31	0.45	0.39	Kg.	5.44	
		x		2	3.9	1	Kg.	7.80	
	x			40	0.45	0.39	Kg.	7.02	
		x		2	0.9	1	Kg.	1.80	
	x			10	0.45	0.39	Kg.	1.76	
		x		4	7.43	1	Kg.	29.72	
	x			47	0.9	0.39	Kg.	16.50	
		x		4	2.92	1	Kg.	11.68	
	x			24	0.9	0.39	Kg.	8.42	
	x		4	0.9	1	Kg.	3.6		
x			10	0.45	0.39	Kg.	1.76		

	x		4	4.4	1	Kg.	17.60	9-9 Escal. Parte posterior Dep. 502
x			35	0.45	0.39	Kg.	6.14	
	x		4	1.4	1	Kg.	5.60	9-9 Ducto Ventilación . Parte atrás
x			15	0.45	0.39	Kg.	2.63	

TARRAJEO MURO						
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES	
DPTO 102(Duplex)			48.98			
Muros de Escalera	m2	8.16				
"		11.52				
"		8.16				
"		2.79				
"		2.38				
"		3.92				
SS.HH	m2	1.92				
"		0.23				
"		1.44				
Hall		1.92				
"		0.23				
"		1.44				
"		1.73				
"		1.37				
"		1.78				

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 301			35.28		
Cocina	m2	7.92			
Sala - Comedor		16.86			
Cuarto Planchado		8.25			
Pasadizo		2.25			

Miércoles 17/06/15

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Losa 5º Nivel	49.9382	m2	53,74	Dorm. Principal, Estar, Dorm. Y Baño
Escalera 5º Nivel	3.8006	m2		6ta Escalera

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS										
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg.)	OBSERVACIONES
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"							
Armado de Losa 5º Nivel	x			64	2.79	0.39	Kg.	69.64	646.78	Dormitorio Principal, Estar, Dormitorio y Baño
	x			26	6.47	0.39	Kg.	65.61		
	x			54	4.95	0.39	Kg.	104.25		
	x			48	5.46	0.39	Kg.	102.21		
			x	6	1.95	0.56	Kg.	6.55		
Escalera 5º Nivel (Escalera 6)		x		4	1.5	1	Kg.	6.00	El armado en todas las escaleras sólo es una malla en ambas direcciones en obra	
		x		4	1.2	1	Kg.	4.80		
			x	6	0.85	0.56	Kg.	2.86		
		x		4	2.65	1	Kg.	10.60		
			x	13	0.85	0.56	Kg.	6.19		
		x		4	1.65	1	Kg.	6.60		
			x	3	0.85	0.56	Kg.	1.43		
Vigas		x		4	2.79	1	Kg.	11.16	646.78	1-1 Cocina exterior
	x			38	1.9	0.39	Kg.	28.16		2-2 Sala Comedor V- 09
		x		6	5.46	1	Kg.	32.76		3-3 Cocina, Hall división
	x			51	1.35	0.39	Kg.	26.85		3-3 Sala Comedor- Escalera
		x		4	6.2	1	Kg.	24.80		3-3 Escalera
	x			62	0.75	0.39	Kg.	18.14		4-4 Baño visita y Ducto
		x		4	5.26	1	Kg.	21.04		5-5 Mitad Sala Comedor
	x			52	0.75	0.39	Kg.	15.21		6-6 Escalera- Sala Comedor
		x		4	1.26	1	Kg.	5.04		
	x			12	0.75	0.39	Kg.	3.51		
		x		4	2.79	1	Kg.	11.16		
	x			28	0.75	0.39	Kg.	8.19		
		x		2	3.45	1	Kg.	6.90		
	x			34	0.45	0.39	Kg.	5.97		
		x		2	3.37	1	Kg.	6.74		
x			33	0.45	0.39	Kg.	5.79			

		x		4	4.44	1	Kg.	17.76		
	x			31	0.9	0.39	Kg.	10.88		8-8 Fachada Sala Comedor

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 101			32.76		
Pasadizo	m2	9.05			
"		5.74			
"		2.45			
"		0.81			
Viga Pasadizo	m2	0.30			
"		0.30			
"		0.12			
Estacionamiento	m2	9.10			
"		4.08			
"		0.81			
DPTO 201			54.02		
Dormitorio principal	m2	9.29		86.78	6 operarios + 6 peones
"		4.87			
"		2.45			
SS.HH Dor. Prin.	m2	4.87			
"		6.43			
SS.HH	m2	2.16			
"		2.04			
"		6.00			
Hall	m2	1.73			
"		4.44			
Viga Hall	m2	0.49			
"		0.49			
"		0.19			
Sala-Comedor	m2	8.57			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 301			10.99		
Hall	m2	4.51			
Corredor Común 3ro		6.48			

Jueves 18/06/15

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m3)	OBSERVACIONES	
Vaciado de Losa 5º Nivel	19.30	m3	24.89	Losa Maciza	
Vaciado de Escaleras	0.70	m3		Escalera 4	
	0.63	m3		Escalera 5	
	0.60	m3		Escalera 6	
Vaciado de Vigas	0.2358	m3		3-3 Voladizo Principal	
		m3		3-3 D. Principal y Estar	
	0.20916	m3		3-3 D. y Estar	
	0.18396	m3		3-3 Estar, Dormitorio- Hall	
	0.05832	m3		3-3 Baño y Pasadizo	
	0.02376	m3		4-4 Escalera 4	
	0.13644	m3		4-4 Escalera 4 y Hall	
	0.1533	m3		8-8 Fachada	
	0.02664	m3		9-9 Ducto	
	0.05472	m3		9-9 Llegada Escalera 4	
	0.20304	m3		3-3 D.- Estar y Pasadizo	
	0.12204	m3		3-3 D.- Estar y Baño	
	0.23148	m3		4-4 Dorm.- D. Principal	
	0.054	m3		4-4 Baño- Parte posterior	
	0.08352	m3		4-4 Estar y escaleras	
	0.05472	m3		4-4 Baño Adlt. y Escalera	
	0.2229	m3		8-8 Fachada Sala Cm. Y Cc.	
	0.0876	m3		8-8 Fachada Balcón	
	0.0324	m3		9-9 Baño Visita- Escalera Dep. 502	
	0.1584	m3		9-9 Escal. Parte posterior Dep. 502	
0.0504	m3	9-9 Ducto Ventilación . Parte atrás			
0.146475	m3	1-1 Cocina exterior			
0.28665	m3	2-2 Sala Comedor V- 09			

	0.2232	m3		3-3 Cocina, Hall división
	0.18936	m3		3-3 Sala Comedor- Escalera
	0.04536	m3		3-3 Escalera
	0.10044	m3		4-4 Baño visita y Ducto
	0.15525	m3		5-5 Mitad Sala Comedor
	0.1332	m3		8-8 Fachada Sala Comedor

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 101			29.92		
Cocina	m2	9.10			
"		2.58			
"		1.73			
"		2.16			
"		1.61			
Estacionamiento	m2	12.74			
DPTO 201			57.01		
Cocina	m2	8.78			
Lavandería	m2	5.52			
"		3.07			
Sala-Comedor	m2	2.70			
"		5.06			
"		2.23			
"		2.16			
Pasadizo	m2	4.13			
SS,HH	m2	2.88			
"		2.88			
Dormitorio Principal	m2	7.42			
"		1.35			
"		3.07			
SS,HH Dor. Prin.	m2	2.88			
"		2.88			
				86.93	

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 301			6.00	15.34	
Lavan. y Pas.(a lado)	m2	6.00			
DPTO 302			9.34		
Cocina		8.27			
"		1.07			

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS								
DESCRIPCIÓN	N° ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL			
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"
					f=0.419kg/m	f=0.58kg/m	f=1.02kg/m	f=1.58kg/m
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%
					f=0.44kg/m	f=0.615kg/m	f=1.0914kg/m	f=1.706kg/m
SEXTO PISO								
C3								
0.00								
2.60	1	5/8"	7	2.60			31.06	
0.00								
Estrébos								
0.63								
0.20	1	8mm	21	1.03	9.52			
C4								
0.00								
2.60	1	5/8"	7	2.60			31.06	
0.00								
Estrébos								
0.68								
0.20	1	8mm	21	1.08	9.98			
CABEZAL B								

0.00								
2.60	2	5/8"	4	2.60				35.49
0.00								
Estribos								
0.60								
0.00	2	8mm	21	0.85	15.71			
M-1 (Eje X9)								
Verticales								
0.00								
2.60	1	1/2"	35	2.60			99.32	
0.00								
Horizontales								
4.19								
0.25	1	1/2"	11	4.69			56.31	
0.25								
					35.20	0.00	155.62	97.61
TOTAL ACERO					288.43		KG	

Viernes 19/06/15

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m3					1.61	
C3		0.67	0.12	2.4	0.19		
C4		0.72	0.12	2.4	0.21		
M1		4.19	0.12	2.4	1.21		

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS								
DESCRIPCIÓN	UND	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m2							
C3		2	0.67		2.40	3.22		
		2	0.12		2.40	0.58		
C4		2	0.72		2.40	3.46		
		2	0.12		2.40	0.58		
M1(Eje 7)		2	4.19		2.40	20.11		
		2	0.12		2.40	0.58		
M1 (Eje 9 y F)		1	5.11		2.40	12.26		
		1	4.99		2.40	11.98		
		1	7.95		2.40	19.08		
		1	7.83		2.40	18.79		
		2	0.12		2.4	0.58		
							91.20	

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 201					
Dormitorio principal	m2	9.60			
Pasadizo	m2	2.33			
"		0.23			
"		0.58			
Cuarto de Planchado	m2	8.09			
"		1.72			
"		1.08			
"		1.72			
"		7.13			
"		3.86			
"		1.73			
"		0.27			
Estar	m2	7.42			
"		1.08			
"		3.12			
"		6.84			
Sala - Comedor	m2	1.56			
			63.02		

"		2.16		
"		2.04		
"		0.46		

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 302			22.04		
Sala - Comedor		18.86			
Passdizo		3.18			

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS								
DESCRIPCIÓN	N° ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL			
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"
					f=0.419kg/m	f=0.58kg/m	f=1.02kg/m	f=1.58kg/m
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%
					f=0.44kg/m	f=0.615kg/m	f=1.091kg/m	f=1.706kg/m
SEXTO PISO								
CABEZAL B								
0.00								
2.60	4	5/8"	4	2.60				70.99
0.00								
Estrbos								
0.60								
0.00 0.25	4	8mm	21	0.85	31.41			
CABEZAL C								
0.00								
2.60	1	5/8"	5	2.60				22.18
0.00								
Estrbos								

	0.68								
	0.00	0.25	2	8mm	21	0.93	17.18		
CABEZAL L	0.00								
	2.60		1	1/2"	6	2.60		17.03	
Estribos	0.00								
	0.50								
	0.20	0.20	1	8mm	21	0.90	8.32		
M-1 (Eje Y6)									
Verticales	0.00								
	2.60		1	1/2"	22	2.60		62.43	
Horizontales	0.00								
	5.11								
	0.25	0.25	1	1/2"	11	5.61		67.35	
M-1 (Eje X9)									
Verticales	0.00								
	2.60		1	1/2"	25	2.60		70.94	
Horizontales	0.00								
	7.33								
	0.25	0.25	1	1/2"	11	7.83		94.00	
						56.91	0.00	311.75	93.17
TOTAL ACERO						461.83	KG		

Sábado 20/06/15

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m3					3.73	
M1		7.95	0.12	2.4	2.29		
M1		4.99	0.12	2.4	1.44		

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 201			25.37		
Cocina	m2	1.56			
"		2.16			
"		2.04			
"		0.46			
"		6.62			
"		6.05			
Fon. de esc. 2do niv.		6.48			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 302			8.03		
Deposito		6.37			
SS.HH Visita		1.66			

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS									
DESCRIPCIÓN	Nº ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL				
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"	
					f=0.419kg/m	f=0.58kg/m	f=1.02kg/m	f=1.58kg/m	
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	
					f=0.44kg/m	f=0.615kg/m	f=1.091kg/m	f=1.706kg/m	
SEXTO PISO									
CABEZAL H									
0.00									
2.60	1	5/8"	6	2.60					26.62
0.00									
Estrbos									
0.61									
0.20 0.20	1	8mm	21	1.01	9.33				
CABEZAL I									
0.00									
2.60	1	5/8"	8	2.60					35.49
0.00									
Estrbos									
0.81									
0.20 0.20	1	8mm	21	1.21	11.18				
CI									
0.00									
2.60	1	5/8"	8	2.60					35.49
0.00									
Estrbos									
0.83									
0.20 0.20	1	8mm	21	1.23	11.36				
CABEZAL J									
0.00									

	2.60	1	5/8"	10	2.60				44.37
Estrbos	0.00								
	0.98								
	0.20	1	8mm	21	1.38	12.75			
CABEZAL B									
	0.00								
	2.60	3	5/8"	4	2.60				53.24
Estrbos	0.00								
	0.60								
	0.00	3	8mm	21	0.85	23.56			
CABEZAL F									
	0.00								
	2.60	1	5/8"	10	2.60				44.37
Estrbos	0.00								
	0.80	1	8mm	21	2.07	19.12			
	0.16								
	0.80								
M-3 (Eje Y5)									
Verticales	0.00								
	2.60	1	3/8"	12	2.60		19.18		
Horizontales	0.00								
	1.88								
	0.25	1	3/8"	23	2.38		33.65		

				87.31	52.84	0.00	239.58
				TOTAL ACERO		379.72	KG

TERCERA SEMANA

Lunes 22/06/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 301					
Sala-Comedor	m2	1.56			
"		2.70			
"		5.06			
"		2.23			
"		2.16			
"		2.04			
"		8.86			
Hall	m2	4.44			
"		2.64			
"		1.32	62.47		
"		1.73			
SS.HH	m2	2.88			
"		2.88		95.30	
"		2.04			
"		2.16			
"		6.00			
"		0.23			
SS.HH Dor. Prin.	m2	4.87			
"		6.67			
Corredor Común 2do	m2	15.12			
"		3.50			
"		8.21	32.83		
"		3.00			
"		3.00			

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m3					2.00	
CABEZAL H		0.65	0.12	2.4	0.19		
CABEZAL I		0.85	0.12	2.4	0.24		
C1		0.83	0.12	2.4	0.24		
CABEZAL J		1.02	0.12	2.4	0.29		
CABEZAL B		0.30	0.12	2.4	0.09		
CABEZAL F		0.84	0.20	2.4	0.40		
M3		1.92	0.12	2.4	0.55		

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS								
DESCRIPCIÓN	UND	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m2						34.78	
CABEZAL H		2	0.65		2.40	3.12		
		2	0.12		2.40	0.58		
CABEZAL I		2	0.85		2.40	4.08		
		2	0.12		2.40	0.58		
C1		2	0.83		2.40	3.98		
		2	0.12		2.40	0.58		
CABEZAL J		2	1.02		2.40	4.90		
		2	0.12		2.40	0.58		
CABEZAL B		2	0.30		2.40	1.44		
		2	0.12		2.40	0.58		

CABEZAL F		2	0.84		2.40	4.01
		2	0.12		2.40	0.58
M3		2	1.92		2.40	9.22
		2	0.12		2.40	0.58

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS								
DESCRIPCIÓN	N° ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL			
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"
					f=0.419kg/m	f=0.58kg/m	f=1.02kg/m	f=1.58kg/m
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%
					f=0.43995kg/m	f=0.6148kg/m	f=1.0914kg/m	f=1.7064kg/m
SEXTO PISO								
CABEZAL E								
0.00								
2.60	1	5/8"	12	2.60				53.24
0.00								
Estrbos								
1.01 0.15	1	8mm	21	2.49	23.00			
0.16 0.16								
1.01								
C2								
0.00								
2.60	1	5/8"	4	2.60				17.75
0.00								
Estrbos								
0.36								
0.10 0.10	1	8mm	21	0.56	5.17			

CABEZAL K								
0.00								
2.60		1	5/8"	11	2.60			48.80
0.00								
Estrbos								
1.08								
0.20	0.20	1	8mm	21	1.48	13.67		
CABEZAL B								
0.00								
2.60		1	5/8"	4	2.60			17.75
0.00								
Estrbos								
0.60								
0.00	0.25	1	8mm	21	0.85	7.85		
CABEZAL A								
0.00								
2.60		1	5/8"	10	2.60			44.37
0.00								
Estrbos								
0.78	0.15	1	8mm	21	2.03	18.76		
0.16	0.16							
0.78								
M-3 (Eje X5)								
Verticales	0.00							
2.60		1	3/8"	32	2.60	51.15		
0.00								
Horizontales								
4.37								

0.25	0.25	1	3/8"	23	4.87		68.86		
						68.46	120.02	0.00	181.90
TOTAL ACERO							370.38	KG	

Martes 23/06/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 301					
Cuarto de planchado	m2	1.44			
"		2.70			
"		3.86			
Estar	m2	1.08			
"		3.12			
"		6.84			
"		3.84			
Dormitorio Principal	m2	7.42			
"		3.07			
"		9.29	80.94		
SS.HH Dor. Prin.	m2	3.17			
"		2.88			
Pasadizo	m2	4.13			
Cocina	m2	1.56			
"		1.62			
"		1.44			
"		14.60			
"		3.07			
"		5.81			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 302			40.96		
Estar		8.32			
Dormitorio		11.60			
Dormitorio Principal		13.61			
Balcon		1.81			
SS.HH Dor. Prin.		2.87			
SS.HH		2.75			

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m3					2.37	
M3		3.59	0.12	2.4	1.03		
CABEZAL A		0.82	0.20	2.4	0.39		
C2		0.40	0.12	2.4	0.12		
CABEZAL E		1.05	0.20	2.4	0.50		
CABEZAL K		1.12	0.12	2.4	0.32		

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS								
DESCRIPCIÓN	UND	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m2						36.58	
M3		2	4.41		2.40	21.17		
		1	0.12		2.40	0.29		
		1	0.20		2.40	0.48		
		1	0.08		2.40	0.19		
C2		2	0.40		2.40	1.92		

	2	0.12	2.40	0.58	
CABEZAL E	2	1.05	2.40	5.04	
	2	0.20	2.40	0.96	
CABEZAL K	2	1.12	2.40	5.38	
	2	0.12	2.40	0.58	

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS								
DESCRIPCIÓN	N° ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL			
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"
					f=0.419kg/m	f=0.58kg/m	f=1.02kg/m	f=1.58kg/m
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%
					f=0.43995kg/m	f=0.6148kg/m	f=1.0914kg/m	f=1.7064kg/m
SEXTO PISO								
CABEZAL B								
0.00								
2.60	3	5/8"	4	2.60				53.24
0.00								
Estribos								
0.60								
0.00 0.25	4	8mm	21	0.85	31.41			
CABEZAL D								
0.00								
2.60	1	5/8"	7	2.60				31.06
0.00								
Estribos								

0.60									
0.00	0.25	1	8mm	21	0.85	7.85			
M-4 (Eje Y6)									
Verticales	0.00								
	2.60	1	1/2"	52	2.60			147.56	
Horizontales	0.00								
	11.80								
	0.25	0.25	1	1/2"	11	12.30		147.67	
M-4 (Eje X3)									
Verticales	0.00								
	2.60	1	1/2"	3	2.60			8.51	
Horizontales	0.00								
	1.28								
	0.25	0.25	1	1/2"	11	1.78		21.37	
						39.27	0.00	325.11	84.30
TOTAL ACERO						448.67	KG		

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
M- Ducto Baño en Esquina	6.54	m2	30.35	
M- Closet Dormitorio y Baño	4.08	m2		
M- Estar y Dormitorio	2.76	m2		
M- Estar y Hall	3.00	m2		
M- Estar y Dormitorio Principal	5.76	m2		
M- Hall y Ducto - Baño	8.21	m2		

Miércoles 24/06/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 301			37.68	80.34	
Cuarto de planchado	m2	1.73			
"		1.08			
"		1.73			
"		7.13			
Estar	m2	7.42			
Dormitorio Principal	m2	4.87			
Pasadizo	m2	2.45			
"		2.33			
Cocina	m2	0.56			
"		2.04			
"		6.34			
Corredor Común 3er	m2	15.41	33.12		
"		3.50			
"		8.21			
"		3.00			
"		3.00			
DPTO 302			9.54		
Lavanderia	m2	2.58			
"		1.08			
Deposito	m2	5.88			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 302			23.08		
Hall		1.08			
"		2.15			
"		13.61			
Escaleras		6.24			

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS								
DESCRIPCIÓN	UND	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m2						63.17	
M4		1	11.84		2.40	28.42		
		1	6.20		2.40	14.88		
		1	5.52		2.40	13.25		
		2	1.20		2.40	5.76		
		3	0.12		2.40	0.86		

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
SEXTO PISO	m3					3.76	
M4		11.84	0.12	2.4	3.41		
M4		1.20	0.12	2.4	0.35		

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Losa 5º Nivel	31.24	m2	37.37	Dormitorio, Estar, Hall y Baño
Escalera 6º Nivel	6.13	m2		4ta Escalera

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
M- Baño y Dormitorio Principal	3.17	m2	34.54	
M- Baño y Ducto	6.696	m2		
M- Baño y Dormitorio Principal	4.51	m2		
M- Dormitorio y Dormitorio Principal	7.46	m2		
M- Balcón	6.67	m2		
M- Fachada Dormitorio	6.02	m2		

Jueves 25/06/15

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Losa 6º Nivel	31.40	m2	37.53	Dormitorio Principal, Baño y Dormitorio
Escala 6º Nivel	6.13	m2		4ta Escalera

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS										
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg.)	OBSERVACIONES
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"							
Armado de Losa 6º Nivel	x			29	5.96	0.39	Kg.	67.41	581.08	Dormitorio, Estar, Hall, Baño, Escalera y Vigas
	x			73	3.94	0.39	Kg.	112.17		
	x			14	7.15	0.39	Kg.	39.04		
	x			70	1.47	0.39	Kg.	40.13		
Escala 6º Nivel (Escala 4)		x		9	1.5	1	Kg.	13.50		
		x		3	1.2	1	Kg.	3.60		
		x		3	1.1	1	Kg.	3.30		
		x	x	8	1.15	0.56	Kg.	5.15		
			x	5	1.25	0.56	Kg.	3.50		
			x	5	1.7	0.56	Kg.	4.76		
		x		3	3.15	1	Kg.	9.45		
		x		3	2.95	1	Kg.	8.85		
		x		3	1.2	1	Kg.	3.60		
		x		3	1.1	1	Kg.	3.30		
			x	10	1.1	0.56	Kg.	6.16		
			x	26	1.1	0.56	Kg.	16.02		
			x	5	1.25	0.56	Kg.	3.50		
			x	5	1.7	0.56	Kg.	4.76		
		x		3	1.15	1	Kg.	3.45		
	Vigas			x	13	1.1	0.56	Kg.	8.01	3-3 Baño y Pasadizo
		x		4	6.55	1	Kg.	26.20	3-3 Voladizo Principal	
x				67	0.75	0.39	Kg.	19.60	3-3 D. Principal y Estar	
		x		4	5.81	1	Kg.	23.24	3-3 D. y Estar	
x				59	0.75	0.39	Kg.	17.26	3-3 Estar, Dormitorio- Hall	
		x		4	5.11	1	Kg.	20.44		
		x		52	0.75	0.39	Kg.	15.21		
		x	4	1.62	1	Kg.	6.48			

x			17	0.75	0.39	Kg.	4.97	
	x		4	0.66	1	Kg.	2.64	4-4 Escalera 4
x			8	0.75	0.39	Kg.	2.34	
	x		4	3.79	1	Kg.	15.16	4-4 Escalera 4 y Hall
x			39	0.75	0.39	Kg.	11.41	
	x		2	1.44	1	Kg.	2.88	5-5 Baño
x			13	0.45	0.39	Kg.	2.28	
	x		2	1.44	1	Kg.	2.88	6-6 Ducto
x			13	0.45	0.39	Kg.	2.28	
	x		4	5.11	1	Kg.	20.44	8-8 Fachada
x			35	0.9	0.39	Kg.	12.29	
	x		4	0.74	1	Kg.	2.96	9-9 Ducto
x			9	0.45	0.39	Kg.	1.58	
	x		4	1.52	1	Kg.	6.08	9-9 Llega Escalera 4
x			16	0.45	0.39	Kg.	2.81	

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
M- Ducto VA-02	7.92	m2	36.98	Se redujó la medida del muro posterior a 1.10 m.
M- Baño T colinda con vacío	7.8	m2		Se eliminó la albañilería armada en los muros UNIBLOCK
M- Escalera pasadizo y ducto	4.30	m2		
M- Ducto Triangular	11.40	m2		
M- Escalera pasadizo y ducto	5.57	m2		

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 302					
Lavandería	m2	4.80			
"		1.08			
"		2.58			
"		3.29			
Deposito	m2	2.58			
"		1.08			
"		6.46			
"		4.08			
Cocina	m2	2.58			
"		3.29			
"		6.17			
Sala-Comedor	m2	13.03			
"		3.17			
SS.HH Visita	m2	3.15			
"		3.31			
"		1.20			
"		1.31			
			63.16		

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 401					
Dormitorio Principal	m2	10.22			
SS.HH Dor. Prin.	m2	3.34			
Estar	m2	6.93			
SS.HH	m2	3.00			
			23.49		

Viernes 26/06/15

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Losa 6° Nivel	19.59	m2	30.45	Estar, Pasadizo y Baño
Escalera 6° Nivel	7.06	m2		5ta Escalera
Escalera 6° Nivel	3.8006	m2		6ta Escalera

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS										
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg)	OBSERVACIONES
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"							
Armado de Losa 6° Nivel	x			56	3.54	0.39	Kg.	77.31	357.73	Dormitorio Principal, 2 Baños, Vigas y Escalera
	x			34	5.67	0.39	Kg.	75.18		
	x			6	5.03	0.39	Kg.	11.77		
	x			48	0.75	0.39	Kg.	14.04		
	x			12	1.65	0.39	Kg.	7.72		
	x			16	1.35	0.39	Kg.	8.42		
	x			14	2.79	0.39	Kg.	15.23		
	x			26	1.59	0.39	Kg.	16.12		
Vigas		x		2	5.64	1	Kg.	11.28	357.73	3-3 D.- Estar y Pasadizo
	x			58	0.75	0.39	Kg.	16.97		3-3 D.- Estar y Baño
		x		4	3.39	1	Kg.	13.56		3-3 D.- Estar y Baño
	x			35	0.75	0.39	Kg.	10.24		4-4 Estar y escaleras
		x		4	1.5	1	Kg.	6.00		4-4 Estar y escaleras
	x			16	0.75	0.39	Kg.	4.68		5-5 Estar y Dormitorio
		x		2	3.51	1	Kg.	7.02		5-5 Estar y Dormitorio
	x			36	0.45	0.39	Kg.	6.32		5-5 Estar y Dormitorio
		x		2	1.62	1	Kg.	3.24		5-5 Escalera Ducto
	x			17	0.45	0.39	Kg.	2.98		5-5 Escalera Ducto
		x		2	3	1	Kg.	6.00		5-5 Sala Com. Dep. 503
	x			31	0.45	0.39	Kg.	5.44		5-5 Sala Com. Dep. 503
		x		2	3.12	1	Kg.	6.24		6-6 Dep. 503- Ducto Vet.
	x			32	0.45	0.39	Kg.	5.62		6-6 Dep. 503- Ducto Vet.
		x		2	3.04	1	Kg.	6.08		6-6 Sala Com. Balcón
	x			31	0.45	0.39	Kg.	5.44		6-6 Sala Com. Balcón
		x		2	3.9	1	Kg.	7.80		6-6 Llega Escl. Dep. 502
	x			40	0.45	0.39	Kg.	7.02		6-6 Llega Escl. Dep. 502

	x		2	0.9	1	Kg.	1.80	
	x		10	0.45	0.39	Kg.	1.76	6-6 Llega Escal. Dep. 502
	x		4	7.43	1	Kg.	29.72	8-8 Fachada Sala Cm. Y Cc.
	x		47	0.9	0.39	Kg.	16.50	
	x		4	2.92	1	Kg.	11.68	8-8 Fachada Balcón
	x		24	0.9	0.39	Kg.	8.42	
	x		4	0.9	1	Kg.	3.6	9-9 Baño Visita- Escalera Dep. 502
	x		10	0.45	0.39	Kg.	1.76	
	x		4	4.4	1	Kg.	17.60	9-9 Escal. Parte posterior Dep. 502
	x		35	0.45	0.39	Kg.	6.14	
	x		4	1.4	1	Kg.	5.60	9-9 Ducto Ventilación . Parte atrás
	x		15	0.45	0.39	Kg.	2.63	

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 302(Duplex)					
Pasadizo	m2	3.60			
"		1.37			
"		5.74			
"		1.99			
Cocina	m2	5.45			
"		9.10			
Sala-Comedor	m2	4.60			
"		10.58			
Dormitorio	m2	3.79			
"		10.97			
Estar	m2	10.07			
"		1.08			
"		2.28			
			90.42		

"		3.00			
Dormitorio Principal	m2	9.60			
"		3.17			
"		4.03			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 401			23.79		
Cuarto de Planchado	m2	8.25			
Pasadizo	m2	2.25			
Cocina	m2	7.29			
Lavanderia	m2	6.00			

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES	
M- Estar, Dorm. Princ. V-13	16.54	m2	34.58		
M-Dormitorio y Estar V-12	5.76	m2			
M- Dormitorio V-12	2.88	m2			
M- Ducto Closet	3.31	m2			
M- Ducto Closet y puerta	3.22	m2			
M- Baño y Vacío	2.88	m2			

Sábado 27/06/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 302(Duplex)			61.38		
Dormitorio	m2	3.24			
"		1.13			
"		10.03			
"		1.78			
Estar	m2	9.48			
Dormitorio Principal	m2	13.56			

SS.HH Dor. Prin.	m2	3.17		
"		5.57		
"		2.52		
SS.HH	m2	5.16		
"		2.67		
"		3.07		

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 401			21.37		
Sala-Comedor	m2	16.86			
Hall	m2	4.51			

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Losa 6° Nivel	33.51	m2	33.51	Baño, Dorm. Principal, Estar y Dormitorio

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS										
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg.)	OBSERVACIONES
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"							
Armado de Losa 6° Nivel	x			54	3.66	0.39	Kg.	77.08	350.86	Dormitorio, Estar y Pasadizo
	x			36	5.55	0.39	Kg.	77.92		
	x			40	1.05	0.39	Kg.	16.38		
	x			5	4.05	0.39	Kg.	7.90		
		x		3	4.8	1	Kg.	14.40		
Escalera 6° Nivel (Escalera 5)		x		3	4.65	1	Kg.	13.95		
			x	28	1.2	0.56	Kg.	18.82		
			x	4	1.85	0.56	Kg.	4.14		
			x	4	1.25	0.56	Kg.	2.80		
			x	4	0.85	0.56	Kg.	1.90		
		x		6	1.2	1	Kg.	7.20		

Vigas		x		4	7.43	1	Kg.	29.72	8-8 Fachada Sala Cm. Y Cc.	
	x			47	0.9	0.39	Kg.	16.50		
		x		2	3	1	Kg.	6.00		5-5 Sala Com. Dep. 503
	x			31	0.45	0.39	Kg.	5.44		
		x		2	5.64	1	Kg.	11.28		3-3 D.- Estar y Pasadizo
	x			58	0.75	0.39	Kg.	16.97		
		x		2	0.9	1	Kg.	1.80		6-6 "L"lega Escl. Dep. 502
	x			10	0.45	0.39	Kg.	1.76		
		x		4	1.4	1	Kg.	5.60		9-9 Ducto Ventilación . Parte atrás
	x			15	0.45	0.39	Kg.	2.63		
		x		4	1.5	1	Kg.	6.00		4-4 Estar y escaleras
	x			16	0.75	0.39	Kg.	4.68		

CUARTA SEMANA

Lunes 29/06/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 302(Duplex)			49.98	80.81	
Hall	m2	3.00			
"		0.27			
"		1.80			
"		1.73			
"		3.50			
"		1.78			
"		1.92			
"		0.23			
Paredes de Escalera	m2	8.16			
"		11.52			
"		12.48			
SS.HH	m2	1.92			
"		0.23			
"		1.44			

DPTO 401			30.83
Dormitorio Principal	m2	3.07	
"		7.85	
"		1.25	
Cuarto de Planchado	m2	1.73	
"		1.08	
"		1.72	
"		7.13	
Fon. de esc. 4to piso	m2	7.00	

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Losa 6° Nivel	20.54	m2	20.54	Dormitorio Principal, Baño y Dormitorio

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS												
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg.)	OBSERVACIONES		
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"									
Armado de Losa 6° Nivel	x			20	1.5	0.39	Kg.	11.70	522.51	Dormitorio Principal, Estar, Dormitorio, Vigas y Escalera		
	x			14	2.24	0.39	Kg.	12.23				
	x			54	5	0.39	Kg.	105.30				
	x			48	5.58	0.39	Kg.	104.46				
	x			26	3.2	0.39	Kg.	32.45				
	x			30	2.67	0.39	Kg.	31.24				
Escalera 5° Nivel (Escalera 6)		x		4	1.5	1	Kg.	6.00			522.51	Dormitorio Principal, Estar, Dormitorio, Vigas y Escalera
		x		4	1.2	1	Kg.	4.80				
			x	6	0.85	0.56	Kg.	2.86				
		x		4	2.65	1	Kg.	10.60				
			x	13	0.85	0.56	Kg.	6.19				
		x		4	1.65	1	Kg.	6.60				
			x	3	0.85	0.56	Kg.	1.43				
Vigas		x		4	2.79	1	Kg.	11.16	522.51	1-1 Cocina exterior		
	x			38	1.9	0.39	Kg.	28.16		2-2 Sala Comedor V- 09		
		x		6	5.46	1	Kg.	32.76		3-3 Cocina, Hall división		
	x			51	1.35	0.39	Kg.	26.85				
		x		4	6.2	1	Kg.	24.80				
	x			62	0.75	0.39	Kg.	18.14				

		x		4	5.26	1	Kg.	21.04		3-3 Sala Comedor- Escalera
	x			52	0.75	0.39	Kg.	15.21		
		x		4	1.26	1	Kg.	5.04		
	x			12	0.75	0.39	Kg.	3.51		3-3 Escalera

Martes 30/06/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 401			49.30		
Sala-Comedor	m2	2.00			
"		5.06			
"		2.23			
"		8.86			
Cuarto de Planchado	m2	1.73			
"		3.86			
"		8.09			
Hall	m2	4.44			
"		1.73			
Dormitorio Principal	m2	7.41			
"		2.45			
"		1.44			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 501			21.14		
Sala-Comedor	m2	16.86			
	m2	4.28			

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS										
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg.)	OBSERVACIONES
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"							
Armado de Losa 6° Nivel	x			34	1.1	0.39	Kg.	14.59	168.89	Pasadizo, Dormitorio y Baño
	x			10	3.49	0.39	Kg.	13.61		
	x			16	2.67	0.39	Kg.	16.66		
	x			26	1.64	0.39	Kg.	16.63		
	x			12	1.05	0.39	Kg.	4.91		
	x			5	1.34	0.39	Kg.	2.61		
	x			12	2.67	0.39	Kg.	12.50		
	x			26	1.38	0.39	Kg.	13.99		
Vigas		x		4	2.79	1	Kg.	11.16	168.89	4-4 Baño visita y Ducto
	x			28	0.75	0.39	Kg.	8.19		
		x		2	3.45	1	Kg.	6.90		5-5 Mitad Sala Comedor
	x			34	0.45	0.39	Kg.	5.97		
		x		2	3.37	1	Kg.	6.74		6-6 Escalera- Sala Comedor
	x			33	0.45	0.39	Kg.	5.79		
		x		4	4.44	1	Kg.	17.76		8-8 Fachada Sala Comedor
	x			31	0.9	0.39	Kg.	10.88		

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m3)	OBSERVACIONES
Vaciado de Losa 6° Nivel	19.30	m3	24.89	Losa Maciza
Vaciado de Escaleras	0.70	m3		Escalera 4
	0.63	m3		Escalera 5
	0.60	m3		Escalera 6
	0.2358	m3		3-3 Voladizo Principal
Vaciado de Vigas		m3		3-3 D. Principal y Estar
	0.20916	m3		3-3 D. y Estar
	0.18396	m3		3-3 Estar, Dormitorio- Hall
	0.05832	m3		3-3 Baño y Pasadizo
	0.02376	m3		4-4 Escalera 4
	0.13644	m3		4-4 Escalera 4 y Hall
	0.1533	m3		8-8 Fachada
	0.02664	m3		9-9 Ducto
	0.05472	m3		9-9 Llega Escalera 4
	0.20304	m3		3-3 D.- Estar y Pasadizo
0.12204	m3	3-3 D.- Estar y Baño		

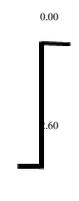
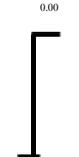
0.23148	m3	4-4 Dorm.- D. Principal
0.054	m3	4-4 Baño- Parte posterior
0.08352	m3	4-4 Estar y escaleras
0.05472	m3	4-4 Baño Adlt. y Escalera
0.2229	m3	8-8 Fachada Sala Cm. Y Cc.
0.0876	m3	8-8 Fachada Balcón
0.0324	m3	9-9 Baño Visita- Escalera Dep. 502
0.1584	m3	9-9 Escal. Parte posterior Dep. 502
0.0504	m3	9-9 Ducto Ventilación . Parte atrás
0.146475	m3	1-1 Cocina exterior
0.28665	m3	2-2 Sala Comedor V- 09
0.2232	m3	3-3 Cocina, Hall división
0.18936	m3	3-3 Sala Comedor- Escalera
0.04536	m3	3-3 Escalera
0.10044	m3	4-4 Baño visita y Ducto
0.15525	m3	5-5 Mitad Sala Comedor
0.1332	m3	8-8 Fachada Sala Comedor

Miércoles 01/07/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 401			51.02		
Sala-Comedor	m2	1.56		74.64	
"		2.16			
"		2.16			
Hall	m2	2.93			
"		1.33			
"		0.46			
Pasadizo	m2	2.33			
SS.HH	m2	2.04			
"		2.16			
"		0.23			
"		2.88			
"		6.00			
Dormitorio Principal	m2	3.62			
"		0.23			
SS.HH Dor. Prin.	m2	0.23			
"		4.87			

"		6.00		
"		6.67		
"		3.17		
Corredor Común 4to	m2	15.41	23.62	
"		8.21		

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 501			13.41		
Cocina	m2	9.41			
SS.HH Visita	m2	1.64			
Hall	m2	2.36			

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS								
DESCRIPCIÓN	N° ELEM.	Ø	CANT.	LONG.	LONGITUD TOTAL			
					8mm	3/8"	1/2"	5/8"
					f=0.419kg/m	f=0.58kg/m	f=1.02kg/m	f=1.58kg/m
					5.00%	6.00%	7.00%	8.00%
					f=0.43995kg/m	f=0.6148kg/m	f=1.0914kg/m	f=1.7064kg/m
AZOTEA CABEZAL B 	3	5/8"	4	2.60				53.24
Estribos 	3	8mm	21	0.85	23.56			
M-4 (Eje Y6) Verticales 								

	2.60		1	1/2"	24	2.60			68.10	
Horizontales	0.00									
	5.60									
0.25		0.25	1	1/2"	11	6.10			73.23	
C1										
	0.00									
	.60		1	5/8"	8	2.60				35.49
Estribos	0.00									
	0.83									
0.20		0.20	1	8mm	21	1.23	11.36			
CABEZAL J										
	0.00									
	.60		1	5/8"	10	2.60				44.37
Estribos	0.00									
	0.98									
0.20		0.20	1	8mm	21	1.38	12.75			
CABEZAL K										
	0.00									
	.60		1	5/8"	11	2.60				48.80
Estribos	0.00									
	1.08									
0.20		0.20	1	8mm	21	1.48	13.67			
M-4 (Eje Y6)										

<p>Verticales</p> <p>0.00 2.60 0.00</p>	1	1/2"	16	2.60	45.4		
<p>Horizontales</p> <p>0.25 3.70 0.25</p>	1	1/2"	11	4.20	50.42		
				61.34	95.82	141.33	181.90
				TOTAL ACERO		480.39	KG

Jueves 02/07/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 401					
SS,HH	m2	2.88			
Estar	m2	7.42			
"		1.08			
"		3.12			
"		6.84			
"		3.84			
"		0.27			
Dormitorio Principal	m2	2.45			
"		0.23			
Pasadizo	m2	1.68			
"		0.27			
Cocina	m2	1.62			
"		1.44			
"		14.59			
"		3.07			
"		1.56			
"		2.16			
"		2.04			
DPTO 501			5.06		
			56.56	61.62	

Sala - Comedor	m2	5.06			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 502			22.44		
Sala - Comedor	m2	14.73			
	m2	7.71			

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS								
DESCRIPCIÓN	UND	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
AZOTEA	m2						43.63	
M4		2	5.64		2.40	27.07		
		2	0.12		2.40	0.58		
CABEZAL J		2	1.02		2.40	4.90		
		2	0.12		2.40	0.58		
CABEZAL K		2	1.12		2.40	5.38		
		2	0.12		2.40	0.58		
C-1		2	0.83		2.40	3.98		
		2	0.12		2.40	0.58		

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS							
DESCRIPCIÓN	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
AZOTEA	m3					2.48	
M4		5.64	0.12	2.4	1.62		
CABEZAL J		1.02	0.12	2.4	0.29		
CABEZAL K		1.12	0.12	2.4	0.32		
C-1		0.83	0.12	2.4	0.24		

Viernes 03/07/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 501(Duplex)			29,78		
Sala - Comedor	m2	2.23			
"		5.02			
		3.36			
"		1.56			
"		2.16			
"		0.72			
"		2.04			
Cocina		1.56			
"		2.16			
"		0.72			
"		2.04			
"		1.62			
"		1.44			
Fondo de Escalera	m2	3.15		49.61	
DPTO 502(Duplex)			19,83		
Sala - Comedor	m2	1.92			
"		2.83			
"		4.73			
"		2.88			
"		1.25			
"		1.73			
"		1.73			
"		1.16			
"		1.37			
"		0.23			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 502(Duplex)			7.00	16.65	
Cocina	m2	7.00			
DPTO 503(Duplex)			9.65		
Cocina	m2	9.65			

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
1º Azotea	16.53	m2	16.53	

Sábado 04/07/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 501(Duplex)			31.41	57.13	
Cocina	m2	11.23			
"		3.07			
Hall		2.59			
"		0.23			
"		1.56			
"		2.16			
SS.HH		3.07			
"		3.07			
"		2.94			
"		0.23			
"		1.27			
DPTO 502(Duplex)					
Sala - Comedor	m2	1.25			
"		8.14			
"		3.41			
"		0.72			
"		0.27			
Cocina	m2	5.02			
"		2.88			

"		1.83			
"		2.20			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 503(Duplex)			18.87		
Sala - Comedor	m2	18.87			

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
2° Azotea	10.79	m2	34.41	
3° y 4° Azotea	23.62	m2		

ENCOFRADO DE LOSA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Azotea	7.35	m2	7.35	Losa sobre Escalera 4

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS										
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg.)	OBSERVACIONES
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"							
Armado de Losa Azotea	x			16	3.94	0.39	Kg.	24.59	86.78	Losa sobre Escalera 4
	x			38	1.67	0.39	Kg.	24.75		
Vigas		x		8	1.67	1	Kg.	13.36	86.78	Viga 4-4
	x			32	0.75	0.39	Kg.	9.36		
		x		2	3.94	1	Kg.	7.88	86.78	Viga 6-6
	x			39	0.45	0.39	Kg.	6.84		

QUINTA SEMANA

Lunes 06/07/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 501(Duplex)			3.92	44.75	
Cocina	m2	2.59			
"		1.06			
"		0.27			
DPTO 502(Duplex)			24.38		
Cocina	m2	4.25			
"		7.32			
"		0.27			
SS.HH Visita	m2	4.32			
"		2.88			
"		4.03			
"		1.08			
"		0.23			
DPTO 503(Duplex)			16.45		
Cocina	m2	10.95			
"		1.73			
"		2.16			
"		1.61			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 503(Duplex)			18.07		
Dormitorio Principal	m2	11.78			
Balcón	m2	1.61			
SS.HH. Dor. Prin.	m2	2.97			
SS.HH. Visita	m2	1.71			

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
4º Azotea	22.50	m2	22.50	

ENCOFRADO DE LOSA				
DESCRIPCIÓN	METRADO	UND.	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
Encofrado de Azotea	17.43	m2	17.43	Losa sobre Escalera 4

Martes 07/07/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 503(Duplex)					
Cocina	m2	5.45	23.64	33.05	
"		2.28			
"		2.88			
"					
"					
Sala Comedor	m2	13.03			
Corredor Común 5to	m2	9.41	9.41		

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 501(Duplex)					
Dormitorio Principal	m2	11.52	22.66	26.08	
SS.HH. Dor. Prin.	m2	3.05			
Estar	m2	8.09			
DPTO 503(Duplex)					
Pasadizo	m2	3.42	3.42		

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS										
DESCRIPCIÓN	TIPO DE ACERO			Cantidad	Longitud	Kg/m2	Und.	Metrado	Total (kg)	OBSERVACIONES
	Ø8mm	Ø1/2"	Ø3/8"							
Armado de Losa Azotea	x			58	2.19	0.39	Kg.	49.54	232.51	Losa Escalera 6
	x			20	5.99	0.39	Kg.	46.72		
	x			14	1.79	0.39	Kg.	9.77		
	x			16	1.85	0.39	Kg.	11.54		
Vigas		x		4	6.41	1	Kg.	25.64	232.51	Viga 3-3
	x			64	0.75	0.39	Kg.	18.72		Viga 3-3
		x		4	4.23	1	Kg.	16.92		Viga 3-3
	x			42	0.75	0.39	Kg.	12.29		Viga 4-4
		x		4	5.99		Kg.	0.00		Viga 4-4
	x			59	0.75		Kg.	0.00		Viga 6-6
		x		2	4.71	1	Kg.	9.42		Viga 6-6
	x			47	0.45	0.39	Kg.	8.25		Viga 6-6
		x		2	3.38	1	Kg.	6.76		Viga 6-6
	x			33	0.45	0.39	Kg.	5.79		Viga 6-6
		x		2	1.55	1	Kg.	3.10		Viga 6-6
	x			15	0.45	0.39	Kg.	2.63		Viga 6-6
		x		2	1.05	1	Kg.	2.10		Viga 6-6
	x			10	0.45	0.39	Kg.	1.76		Viga 6-6
		x		2	0.43	1	Kg.	0.86		Viga 6-6
	x			4	0.45	0.39	Kg.	0.70		Viga 6-6

Miércoles 08/07/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 503(Duplex)			31.25		
Dormitorio Principal	m2	10.97			
"		3.65			
Balcon	m2	1.49			
"		3.36			
SS.HH. Dor. Prin.	m2	6.02			
"		5.76			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 501(Duplex)			12.56	30.78	
Dormitorio	m2	9.61			
SS.HH.	m2	2.95			
DPTO 502(Duplex)			18.22		
Dormitorio Principal	m2	13.58			
"		1.81			
SS.HH. Dor. Prin.	m2	2.83			

Jueves 09/07/15

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 502(Duplex)			19.93		
Dormitorio	m2	9.07			
Estar	m2	7.98			
SS.HH.	m2	2.88			

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 503(Duplex)			49.76		
Dormitorio Principal	m2	13.03			
"		1.08			
		0.23			
		1.20			
SS.HH. Dor. Prin.	m2	2.88			
"		1.08			
"		0.23			
Pasadizo	m2	6.02			
"		1.37			
"		0.23			
"		3.31			
SS.HH. Visita	m2	3.60			
"		2.88			

"		3.31			
"		1.08			
"		0.23			
Sala - Comedor	m2	8.02			

Viernes 10/07/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 503(Duplex)			49.97		
Dormitorio	m2	10.22			
"		3.31			
		9.36			
SS.HH.		5.76			
"		3.47			
Estar	m2	9.07			
"		8.78			

TARRAJEO CIELO RASO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 503(Duplex)			22.38		
Dormitorio	m2	10.27			
Estar	m2	8.49			
SS.HH.	m2	3.62			

Sábado 11/07/15

TARRAJEO MURO					
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
DPTO 501(Duplex)			40.77		
Dormitorio	m2	2.88			
"		1.08			
"		1.44			
Estar	m2	1.08			
"		2.40			
"		9.07			
SS.HH.	m2	2.95			
"		3.24			
Dormitorio Principal	m2	9.07			
SS.HH. Dor. Prin.	m2	3.84			
"		2.88			
"		0.84			

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LA OBRA: PROYECTO MULTIFAMILIAR "LOS CLAVELES"

SEGUNDA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
63.78	51	53.74	X	X	X

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
68	54.3	57.52	X	X	X

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.94	0.94	0.93	X	X	X
PROMEDIO					0.94

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
879.5	897.31	646.78	X	X	X

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
882	950.8	700.2	X	X	X

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	0.94	0.92	X	X	X
PROMEDIO					0.95

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
23.98	48.98	32.76	86.93	63.02	25.37

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
25.2	52	34.5	93.64	69.25	27.48

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.95	0.94	0.95	0.93	0.91	0.92
PROMEDIO					0.93

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
34.17	35.28	10.99	15.34	22.04	8.03

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
36.4	40	12.18	16.5	23.37	8.51

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.94	0.88	0.90	0.93	0.94	0.94
PROMEDIO					0.92

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	24.89	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	25	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	1.00	x	x
PROMEDIO					1.00

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	91.2	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	96.82	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	0.94	x
PROMEDIO					0.94

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	288.43	461.83	379.72

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	303.15	489.91	404.29

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	0.95	0.94	0.94
PROMEDIO					0.94

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	1.61	3.73

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	1.61	4.2

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	1.00	0.89
PROMEDIO					0.94

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#DIV/0!

TERCERA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	37.37	37.53	30.45	33.51

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	40.73	39.35	37.4	36.15

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	0.92	0.95	0.81	0.93
PROMEDIO					0.90

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	581.08	357.73	350.86

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	610.25	400.7	382.67

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	0.95	0.89	0.92
PROMEDIO					0.92

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
95.3	80.94	80.34	63.16	90.42	61.38

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
99.1	86.5	88.21	66.5	98.12	68.05

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.96	0.94	0.91	0.95	0.92	0.90
PROMEDIO					0.93

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	40.96	23.08	23.49	23.79	21.37

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	48.21	26.86	27.12	25.2	25.2

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	0.85	0.86	0.87	0.94	0.85
PROMEDIO					0.87

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
34.78	36.58	63.17	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
38.61	42.35	72.13	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.90	0.86	0.88	x	x	x
PROMEDIO					0.88

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
370.38	448.67	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
415.8	480.25	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.89	0.93	x	x	x	x
PROMEDIO					0.91

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
2	2.37	3.76	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
2.15	2.83	4.1	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.93	0.84	0.92	x	x	x
PROMEDIO					0.89

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	30.35	34.54	36.98	34.58	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	35.2	36.8	40.15	39.77	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	0.86	0.94	0.92	0.87	x
PROMEDIO					0.90

CUARTA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
20.54	x	x	x	x	7.35

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
22.1	x	x	x	x	7.35

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.93	x	x	x	x	1.00
PROMEDIO					0.96

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
522.51	x	x	x	x	86.78

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
550.2	x	x	x	x	86.78

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.95	x	x	x	x	1.00
PROMEDIO					0.97

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
80.81	49.3	74.64	61.62	49.61	57.13

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
85.9	53.18	79.26	64.31	57.67	64.05

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.94	0.93	0.94	0.96	0.86	0.89
PROMEDIO					0.92

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	21.14	13.41	22.44	16.65	18.87

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	25.21	14.86	27.12	18.2	21.27

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	0.84	0.90	0.83	0.91	0.89
PROMEDIO					0.87

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	24.89	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	25	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	1.00	x	x	x	x
PROMEDIO					1.00

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	43.63	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	45.2	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	0.97	x	x
PROMEDIO					0.97

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	480.39	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	500.2	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	0.96	x	x	x
PROMEDIO					0.96

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	2.48	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	2.5	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	0.99	x	x
PROMEDIO					0.99

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	16.53	34.41

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	20.41	36.35

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	0.81	0.95
PROMEDIO					0.88

QUINTA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
17.43	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
19.1	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.91	x	x	x	x	x
PROMEDIO					0.91

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	232.51	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	240	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	0.97	x	x	x	x
PROMEDIO					0.97

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
44.75	33.05	31.25	49.76	49.97	40.77

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
48.5	39.18	37.81	53.79	57.67	45.52

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.92	0.84	0.83	0.93	0.87	0.90
PROMEDIO					0.88

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
18.07	26.08	30.78	19.93	22.38	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
20.15	29.68	32.83	21.8	25.17	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.90	0.88	0.94	0.91	0.89	x
PROMEDIO					0.90

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
22.5	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
25.03	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
0.90	x	x	x	x	x
PROMEDIO					0.90

EFICIENCIA PROMEDIO DE LAS 5 SEMANAS	
ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA	0.93
ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS	0.95
TARRAJEO EN MURO	0.91
TARRAJEO EN CIELO RASO	0.89
VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS	1.00
ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS	0.93
ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS	0.94
VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS	0.93
MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK	0.90

CALCULO DE LA EFICIENCIA CON BIM: SOFTWARE "REVIT"

SEGUNDA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
63.78	51	53.74	X	X	X

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
63.78	51	53.74	X	X	X

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	X	X	X
PROMEDIO					1.00

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
879.5	897.31	646.78	X	X	X

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
879.5	897.31	646.78	X	X	X

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	X	X	X
PROMEDIO					1.00

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
23.98	48.98	32.76	86.93	63.02	25.37

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
23.98	48.98	32.76	86.93	63.02	25.37

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
34.17	35.28	10.99	15.34	22.04	8.03

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
34.17	35.28	10.99	15.34	22.04	8.03

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	24.89	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	24.89	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	1.00	x	x
PROMEDIO					1.00

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	91.2	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	91.2	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	1.00	x
PROMEDIO					1.00

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	288.43	461.83	379.72

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	288.43	461.83	379.72

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	1.61	3.73

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	1.61	3.73

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#DIV/0!

TERCERA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	37.37	37.53	30.45	33.51

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	37.37	37.53	30.45	33.51

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	1.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	581.08	357.73	350.86

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	581.08	357.73	350.86

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
95.3	80.94	80.34	63.16	90.42	61.38

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
95.3	80.94	80.34	63.16	90.42	61.38

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	40.96	23.08	23.49	23.79	21.37

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	40.96	23.08	23.49	23.79	21.37

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
34.78	36.58	63.17	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
34.78	36.58	63.17	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	x	x	x
PROMEDIO					1.00

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
370.38	448.67	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
370.38	448.67	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	x	x	x	x
PROMEDIO					1.00

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
2	2.37	3.76	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
2	2.37	3.76	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	x	x	x
PROMEDIO					1.00

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	30.35	34.54	36.98	34.58	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	30.35	34.54	36.98	34.58	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	1.00	1.00	1.00	1.00	x
PROMEDIO					1.00

CUARTA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
20.54	x	x	x	x	7.35

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
20.54	x	x	x	x	7.35

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	x	x	x	x	1.00
PROMEDIO					1.00

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
522.51	x	x	x	x	86.78

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
522.51	x	x	x	x	86.78

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	x	x	x	x	1.00
PROMEDIO					1.00

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
80.81	49.3	74.64	61.62	49.61	57.13

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
80.81	49.3	74.64	61.62	49.61	57.13

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	21.14	13.41	22.44	16.65	18.87

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	21.14	13.41	22.44	16.65	18.87

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	24.89	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	24.89	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	1.00	x	x	x	x
PROMEDIO					1.00

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	43.63	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	43.63	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	1.00	x	x
PROMEDIO					1.00

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	480.39	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	480.39	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	1.00	x	x	x
PROMEDIO					1.00

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	2.48	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	2.48	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	1.00	x	x
PROMEDIO					1.00

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	16.53	34.41

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	16.53	34.41

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

QUINTA SEMANA

ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
17.43	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
17.43	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	x	x	x	x	x
PROMEDIO					1.00

ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS (RECURSOS USADOS)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	232.51	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	232.51	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	1.00	x	x	x	x
PROMEDIO					1.00

TARRAJEO EN MURO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
44.75	33.05	31.25	49.76	49.97	40.77

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
44.75	33.05	31.25	49.76	49.97	40.77

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO					1.00

TARRAJEO EN CIELO RASO					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
18.07	26.08	30.78	19.93	22.38	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
18.07	26.08	30.78	19.93	22.38	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	x
PROMEDIO					1.00

VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
x	x	x	x	x	x
PROMEDIO					#¡DIV/0!

MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
22.5	x	x	x	x	x

INSUMOS (RECURSOS DISPONIBLES)					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
22.5	x	x	x	x	x

EFICIENCIA					
LUNES 15/06/15	MARTES 16/06/15	MIÉRCOLES 17/06/15	JUEVES 18/06/15	VIERNES 19/06/15	SÁBADO 20/06/15
1.00	x	x	x	x	x
PROMEDIO					1.00

EFICIENCIA PROMEDIO DE LAS 5 SEMANAS	
ENCOFRADO DE LOSA Y ESCALERA	1.00
ACERO EN LOSA, ESCALERA Y VIGAS	1.00
TARRAJEO EN MURO	1.00
TARRAJEO EN CIELO RASO	1.00
VACIADO DE LOSA MACIZA, ESCALERAS Y VIGAS	1.00
ENCOFRADO EN COLUMNAS Y PLACAS	1.00
ARMADO DE MUROS, CABEZALES Y COLUMNAS	1.00
VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS	1.00
MURO DE TABIQUERÍA CON LADRILLO UNIBLOCK	1.00

CUADRO DE RESUMEN GENERAL

OBJETIVOS	CONCLUSIONES	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	RECOMENDACIONES
<p>Identificar la ciencia que puede generar el uso de la tecnología BIM en el proyecto multifamiliar "Los Claveles".</p>	<p>Se logró demostrar que a través del uso de la tecnología BIM, pudo generarse un incremento mínimo del 5% de la eficiencia de mano de obra en el proyecto multifamiliar "LOS CLAVELES", tanto para las diferentes partidas de estructuras y acabados.</p> <p>Mediante los resultados obtenidos quedó demostrado la ventaja de usar un software BIM a diferencia del CAD detallando a continuación algunas diferencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mediante el uso del CAD se puede decir que las decisiones son tomadas una vez terminados los planos para construcción mientras que en un software BIM se pueden tomar decisiones proactivas en todas las etapas del diseño. En el CAD se trabaja con elementos genéricos, mientras que en el BIM se trabaja con elementos específicos (Materialidad, Terminación, Fase) En el CAD el metrado se hace una vez que se tienen los planos constructivos, mientras que en el BIM el metrado está a lo largo de todo el diseño. En el CAD la información puede ser no consistente, mientras que en el BIM la información en el modelo es exacta, por lo que no produce inconsistencias. 	<p>A continuación se presenta las propuestas de mejora en el incremento de la eficiencia, para cada una de las partidas que se han medido en el presente estudio:</p> <p>Incremento de la eficiencia en 8% para la partida de encofrado de losa y escalera</p> <p>Incremento de la eficiencia en 5% para la partida de acero en losa, escalera y vigas</p> <p>Incremento de la eficiencia en 3% para la partida de tarrajeo en muros</p> <p>Incremento de la eficiencia en 10% para la partida de tarrajeo en cielo raso</p> <p>No hubo incremento de eficiencia en la partida de vaciado de losa macisa, escalera y vigas</p> <p>Incremento de la eficiencia en 7% para la partida de armado de muros, cabecales y columnas.</p> <p>Incremento de la eficiencia en 7% para la partida de vaciado de concreto en columnas y placas.</p> <p>Incremento de la eficiencia en 12% para la partida de muro de tabiquería con ladrillo UNIBLOCK</p>	<p>Es necesario el cambio organizacional con el fin de sacar provecho a las nuevas herramientas de automatización y visualización. El uso de estas nuevas herramientas representa un problema cultural para la gente arraigada en lo tradicional por lo que será necesario un cambio de paradigma en la forma en que el trabajo es organizado y planificado. Muchas veces la introducción de nuevas herramientas supera el uso de las herramientas existentes. Por ejemplo, muchas personas todavía no están acostumbradas a pensar en términos de la 3D CAD, mientras que el uso de 4D ya está siendo introducido en algunas organizaciones de vanguardia. El problema cultural puede requerir un cierto período de transición. Asimismo tenemos que repensar en el proceso educativo, tanto en las universidades y en el lugar de trabajo, que se necesita con el fin de proporcionar a las próximas generaciones de usuarios de la tecnología con el conocimiento y la experiencia para cerrar la brecha existente entre la industria de la construcción y de la práctica actual de los avances tecnológicos y entender como el diseño y la construcción van juntos.</p>
<p>Comprender las diferencias en la metodología de trabajo entre la tecnología BIM y CAD.</p>	<p>Se logró modelar el proyecto de la edificación multifamiliar "LOS CLAVELES" importándolo desde AUTOCAD a REVIT, generando así un diseño en 3D, y a la vez generando un metrado exacto de todo el proyecto.</p>		
<p>Visualizar las opciones de diseño que genera el BIM.</p>	<p>La implementación de la tecnología BIM es radical en la planificación y programación de un proyecto para mejorar su productividad, en este caso la eficiencia, debido a que reduce riesgos y dificultades de proceso constructivo en un futuro, y a la vez genera valor sin pérdidas.</p>		
<p>Presentar experiencias y resultados obtenidos al utilizar BIM en los procesos de diseño y construcción.</p>	<p>1. La propuesta de mejora ocasionó una diferencia de porcentajes relacionados a la eficiencia con los datos obtenidos de campo y los datos procesados del software REVIT con un incremento mínimo de la eficiencia del 5% como se mencionó anteriormente, generando a la vez un aumento de la productividad en mano de obra y producción del proyecto.</p>		

ANEXO N°05

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO EN LA OBRA Y
CONTROL DE RENDIMIENTOS

➤ **FOTOGRAFÍAS DE OBRAS**



➤ FOTOGRAFÍAS DE OBRAS – CONTROL DE RENDIMIENTO





➤ **FOTOGRAFÍAS DE OBRAS – CONTROL DE RENDIMIENTO**





➤ **FOTOGRAFÍAS DE OBRAS – CONTROL DE RENDIMIENTO**





➤ **FOTOGRAFÍAS DE OBRAS – CONTROL DE RENDIMIENTO**





➤ FOTOGRAFÍAS DE OBRAS – CONTROL DE RENDIMIENTO





➤ FOTOGRAFÍAS DE OBRAS – CONTROL DE RENDIMIENTO



