UNIVERSIDAD MAYOR
para espíritus emprendedores
Facultad de Ciencias
CONSTRUCCIÓN CIVIL

"MODELO OPERACIONAL PARA MEJORAR EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN Y ENTREGA DE UNIDADES POR PARTE DE CONSTRUCTORA A INMOBILIARIA"

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Héctor José Carrasco Santibáñez

Profesor Guía:

Francisco Lagos Peralta

Mayo 2019

Santiago, Chile.

SOLO USO ACADÉMICO

UNIVERSIDAD MAYOR
para espíritus emprendedores

Facultad de Ciencias
CONSTRUCCIÓN CIVIL

"MODELO OPERACIONAL PARA MEJORAR EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN Y ENTREGA DE UNIDADES POR PARTE DE CONSTRUCTORA A INMOBILIARIA"

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Héctor José Carrasco Santibáñez

Profesor Guía:

Francisco Lagos Peralta

Mayo 2019

Santiago, Chile.

SOLO USO ACADÉMICO

DEDICATORIA

"No pasa nada, así es la vida. Alguien se graduó a los 22, pero solo consiguió trabajo a los 27. Alguien ya tenía un postgrado a los 25, pero murió a los 50. Mientras que otro se graduó a los 50 y vivió hasta los 90. Hay alguien que está todavía soltero mientras que otro que estudió la secundaria con él, ya es abuelo. Hay quienes tienen pareja y aman a otra, hay quienes se aman y no son nada. Obama se retiró a los 55 y Trump empezó a los 70. Todos en este mundo viven de acuerdo a su propio tiempo. Las personas que te rodean pueden parecer ir delante de ti y algunos parecen ir detrás de ti, pero todos están corriendo su propia carrera en su propio tiempo. No los envidies, están en su vida y tú estás en la tuya.

Así que, relájate. No has llegado tarde. No has llegado temprano. Estás justo a tiempo.

(Anónimo)

Les dedico esta memoria, a mis padres Patricia y José, por enseñarme lo que es la vida y a quienes siempre agradeceré la dedicación que hicieron para sacar adelante a nuestra familia, por el amor que me entregan día a día y por ser parte muy importante en el desarrollo de mi propia vida.

A mi familia; a los que están y a los que ya no. A mis hermanos, sobrinos y sobrinas, abuelos, tíos, suegros, cuñadas y a todos quienes componen mi núcleo familiar. A mis amigos, que son la familia que yo elegí, por esperarme, apoyarme y soportarme durante el tiempo de ausencia y momentos complejos vividos en este proceso.

Finalmente, a mi esposa Natalia. Por ser la persona más importante en mi vida, por haberme apoyado en todo momento y jamás dudar de mis capacidades, por su entereza y paciencia. Agradecerle también por vivir junto a mi este proceso y luchar por alcanzar mi objetivo tal como si fuera suyo, pero más que nada, por hacerme día a día una mejor persona, ser mi familia (con nuestra Peca) y por el incondicional amor que me demostrado durante todos estos años.

Infinitas gracias a todos ustedes.

SOLO USO ACADÉMICO

RESUMEN

El presente documento, pretende dar a conocer un tema relevante en la construcción de proyectos de edificación, el cual, por diferentes motivos como desconocimiento, mala programación o desconsideraciones, no siempre se le otorga la importancia que este posee.

En la industria de la construcción, tenemos una amplia cantidad de aristas que son necesarias de tener en cuenta por una empresa constructora al ser responsables de ejecutar algún proyecto. En este caso, nuestro enfoque será en la ejecución de edificio habitacionales.

Una de las aristas que son de vital importancia, es la entrega del producto terminado a la empresa inmobiliaria o "mandante", quien es la responsable final del proyecto ejecutado. Esta entrega, es clave tanto para constructora como también inmobiliaria, ya que son parte del cierre del proceso constructivo y puede marcar un hito importante en el análisis de resultados del proyecto.

El no ser capaces de tener una entrega limpia, clara y conforme del producto ejecutado, puede afectar a ambas partes en los indicadores finales del proyecto, esto en cuanto a costos, plazos y calidad que debe tener el producto. Sin perjuicio de lo anterior, también puede ser una alternativa de cerrar correcta y tranquilamente meses ejecución de una faena constructiva y que el proyecto en su totalidad de procesos, sea capaz de dejar conforme a todos los involucrados, haciendo de aquella ejecución de la obra de edificación una referencia para otros futuros negocios inmobiliarios y constructivos y donde puedan existir ejemplos claros y concretos de como de un proyecto de edificación es capaz de cumplir con los números proyectados y las expectativas generadas en sus estados de resultados, contemplando y considerando todas las etapas de la construcción de un edificio de aquellas características cumpliendo con todos los estándares correspondientes y necesarios.

SOLO USO ACADÉMICO

SUMMARY

The aim of this document, is realse a relevant topic in the construction building project, which, for different reasons as ignorence, bad programming or disregard, is not always given important it as.

In the construction industry, we have a large list of edges necessary to have account by a construction company to be responsable of executing a residential buildings.

One of the edges that are vital relevance is the delivery of the finished product to the "principal", who is the final responsible for the executed project. This delivery in very important for the construction company and the principal, as they are parts of the closure of the construction process and can mark a important milestone in the analysis of Project results.

Not being able to have a clean, clear and according to the executed product, can affect both parties in the final indicates of the Project, this in terms of costs, in quality and term of the product must have.

Notwhitstanding the foregoing, it can alsobe an alternative to close correctly and quietly monts of execution of a constructive task and that the project in allits processes be abble to leave according to all involved, making that execution of the buiding a reference for the other future real states and construction buildings and where there may be clear and concrete examples of how a building Project i sable to meet the Project numbres and expectations generated in the final results, contemplating and considering all stages the constructions of building of the characteristics complying with all corresponding and necessary standars.

SOLO USO ACADÉMICO

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN....1
SUMMARY....2
TABLA DE CONTENIDOS....3
CAPÍTULO I:....5
ASPECTOS GENERALES....5
1.1 Introducción....5
1.2 Planteamiento del problema....8
1.3 Objetivos....9
CAPÍTULO II:....10
PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS HABITACIONALES QUE AFECTAN LA ENTREGA DE PRODUCTOS POR PARTE DE LA CONSTRUCTORA A INMOBILIARIA....10
2.1 Gestión de la calidad en obra....10
2.2 Administración de obra. Deficiencias en planificación y asignación de recursos....15
2.3 Controles y seguimientos deficientes por parte de la inmobiliaria durante el proceso constructivo....20
CAPÍTULO III:....24
PRESENTACION DE METODOLOGÍA QUE PERMITA ALCANZAR UN MEJOR DESARROLLO CONSTRUCTIVO Y QUE FACILITEN EL PROCESO DE ENTREGA DE VIVIENDAS POR PARTE DE LA CONSTRUCTORA A INMOBILIARIA....24
3.1 Instaurar un sistema de gestión de calidad transversal en la empresa, enfocarlo en obra e implementarla en la ejecución de los procesos constructivos....24
3.2 Uso de herramientas de planificación y programación, para asignación de plazos y recursos destinados a desarrollo constructivo y entrega de viviendas....29
- 3.2.1 Carta Gantt....30
- 3.2.2 PERT / CPM....31
- 3.2.3 Software de programación Microsoft Project....33
3.3 Proceso de entrega de proyecto habitacional por parte de constructora a inmobiliaria....37
CAPÍTULO IV:....41

SOLO USO ACADEMICO

IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA “LEAN” Y “LAST PLANNER” COMO ALTERNATIVAS DE MEJORAS PARA PROCESOS CONSTRUCTIVOS. 41
4.1 Metodología Lean 41
4.2 Metodología Last Planner 46
CONCLUSIONES 49
LISTA DE REFERENCIAS 51

SOLO USO ACADÉMICO

CAPÍTULO I:

ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

En la última década, en Chile, hemos sido testigos de un aumento notable del mercado inmobiliario y obras de edificación. Desde hace un período bastante extenso escuchamos con mucha frecuencia hablar del *"boom inmobiliario"* (1), donde, la rápida expansión de proyectos inmobiliarios marca un importante avance en el desarrollo del país. La alta demanda que ha tenido por parte de la población y el auge que le ha dado el sector de la construcción a la edificación en altura han logrado hacer crecer el mercado inmobiliario y la industria de la construcción de forma exponencial, convirtiéndose en uno de los sectores más importantes en el aporte de la economía nacional.

Para comprender mejor el texto que se expone a continuación, tomaremos como referencia lo mencionado por De Solminihac & Thenoux, quienes indican que la Industria de la construcción, corresponde al conjunto de empresas que realizan actividades dentro del territorio nacional y donde sus productos se pueden observar en: Construcción habitacional, no habitacional, industrial, obras civiles, etc. Haciendo la diferencia con el sector de la construcción, de éste podemos decir que comprende a cualquier persona natural o jurídica que dentro el territorio nacional su objetivo sea aportar o colaborar en la construcción de cualquier obra que pertenezca a la industria de la construcción.

Muchas veces podremos escuchar o encontrar en diferentes publicaciones, que la industria de la construcción es el *"termómetro de la economía"*. Este término, nos pretende explicar en palabras simples que el comportamiento de esta industria, es un indicador proyectado de las actividades económicas del país, haciendo mención además que sus indicadores son utilizados como un predictor del comportamiento que tendrá el Producto Interno Bruto (PIB) nacional.

Tomando en cuenta lo señalado anteriormente y sabiendo lo que implica el desarrollo del mercado inmobiliario y la industria de la construcción en el país, se podría pensar y hasta asumir que un mercado tan importante y con tanta relevancia, tiene un mercado interno y expositores que están a la vanguardia con la última tecnología para el desarrollo de proyectos y que cada una de las empresas constructoras que forman parte de esta industria, debería estar muy bien coordinada y tener cubiertas todas las aristas necesarias para no tener sobresaltos en el desarrollo de sus proyectos.

Pues bien, podemos decir que lamentablemente que no es un mercado exento de dificultades al momento de construir edificaciones de viviendas. Diversos son los

SOLO USO ACADÉMICO

problemas y daños que se generan al momento de entregar el producto “vivienda” por parte de las constructoras a las inmobiliarias, (quienes muchas veces funcionan como mandantes), o desarrolladores inmobiliarios dueños del negocio en desarrollo.

En la figura 1, se indica el funcionamiento del mercado inmobiliario y el aporte de diferentes áreas en la ejecución de proyectos.

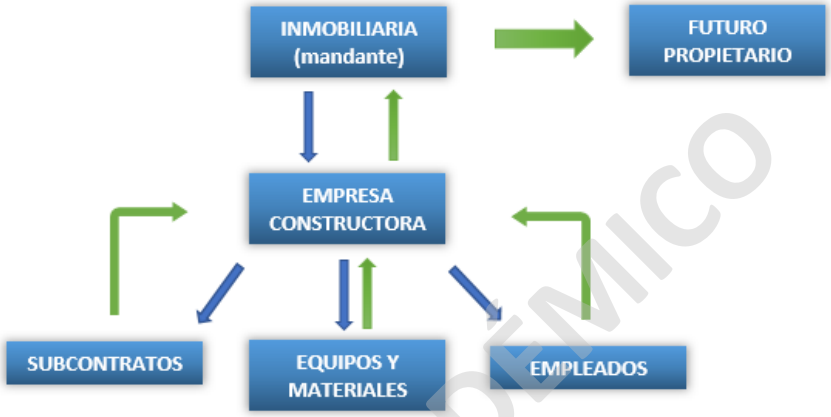


FIG. 1: Esquema de funcionamiento del mercado inmobiliario. Elaboración propia.

Para comprender mejor este esquema, indicaremos que para nuestro caso los dueños o mandantes:

> Son quienes conciben o determinan los objetivos de los proyectos de construcción. Usualmente seleccionan y designan los sitios o terrenos donde debe materializarse una obra, disponen las características principales para los diseños, proveen o consigue el financiamiento, administran contratos, realizan el seguimiento de costos, controlan el plazo y establecen los requerimientos de calidad. En definitiva, son los dueños quienes contratan a empresas constructoras para que ejecuten un proyecto y administren los recursos necesarios (humanos, materiales y financieros) para materializar la obra.
>
> (De Solminihac & Thenoux, 2008)

Los mismos autores, nos entregan la diferencia que tiene el mandante (que muchas veces es una inmobiliaria), con una empresa constructora indicando: “

> Empresas constructoras, son las encargadas de materializar el proyecto en terreno, siguiendo los planos y especificaciones que les entrega el mandante. Para lograr este objetivo, los profesionales de esta empresa deben manejar de forma óptima diversos recursos, entre los que destacan: mano de obra, equipos, materiales y financiamiento, de modo que además de lograr la realización del proyecto, se cumplan los objetivos del costo, calidad y plazo a que se comprometen.

SOLO USO ACADÉMICO

Para ser competitivos, las inmobiliarias deben estar constantemente actualizándose y poniéndose a la vanguardia de las nuevas alternativas y tecnologías que va entregando el mercado globalizado, pensando en los nuevos clientes de los que están en búsqueda. Motivo de lo anterior es que tratan de buscar la exclusividad de sus productos para diferenciarse de la competencia y así tener la posibilidad real de alcanzar los objetivos que se plantean de acuerdo a los negocios diseñados, con el fin de entregar de la mejora manera posible al cliente final.

Las inmobiliarias al momento de trabajar en la confección de un plan de negocios tienen en consideración temas relevantes como futuros daños que puedan sufrir las edificaciones (que a su vez están regulados por el Ministerio de vivienda y urbanismo, MINVU) o servicios de postventa ante los diversos defectos que puedan generar las edificaciones, deficiencias técnicas de su ejecución, fallas o problemas de menor escala que pudieran tener los productos entregados. Además, hay temas y procesos importantes que al momento de entregar el producto al cliente o futuro propietario que no siempre son tomados en cuenta por la empresa constructora. Con esto, nos referimos al proceso de entrega de la edificación completa por parte de las empresas constructoras hacia los mandantes, para este caso, las inmobiliarias.

Para el estudio de este documento, haremos énfasis en una obra de edificación a cargo de una empresa constructora, responsable de construir viviendas (departamentos) que deben ser entregadas a la inmobiliaria para luego realizar las ventas de los departamentos a construir y hacer entrega a los propietarios.

SOLO USO ACADÉMICO

1.2 Planteamiento del problema

Un proyecto, nace a partir de necesidades identificadas en los quehaceres de una sociedad. Estas necesidades deben ser resueltas por las organizaciones a la que ella pertenece. A partir de eso, las inmobiliarias van desarrollando sus proyectos, los cuales llegan a responder a la necesidad de entregar inmuebles a la sociedad de la que forma parte.

> Existen diferentes definiciones del concepto de proyecto. Turner (1993) define un proyecto como un esfuerzo para el cual se organizan recursos humanos, materiales y financieros de una forma única, para llevar a cabo un trabajo dentro de un alcance de trabajo dado, con especificaciones determinadas y dentro de restricciones de tiempo y costos, de modo de lograr cambios beneficiosos para la organización a través del logro de los objetivos cualitativos y cuantitativos.
>
> (Serpell & Alarcón, 2015)

Si analizamos lo indicado anteriormente, el término proyecto constructivo se ajusta a lo expuesto. Para llevarlo a cabo, se necesita una organización clara a la cual se inyectan recurso humanos y financieros con el fin de alcanzar un trabajo asignado. Esto, conlleva un plazo y ciertos parámetros definidos por las inmobiliarias por donde se debe mover el avance que entrega la constructora, permitiendo que el negocio planeado sea factible de realizar entregando ganancias a la organización, ya sea el mandante inmobiliario o la empresa constructora.

Hay diferentes formas de llevar a cabo un proceso constructivo. Por ejemplo, algunas constructoras asignadas a “X” proyectos, en su afán de respetar los números proyectados por las inmobiliarias o por quienes sean dueños del proyecto más la ganancia que deben tener en su propio negocio como constructora, son más conservadores. Esta forma de ejecutar las obras no asume riesgos y trabajan ajustándose a los parámetros y especificaciones designadas con anterioridad para el tipo de proyecto en particular que les hayan asignado.

Por otro lado, con el mismo ejemplo, hay empresas constructoras quienes son capaces de ver y arriesgarse un poco más en el desarrollo de los proyectos para los cuales trabajan y eso hace que tengan mejores márgenes de ganancias frente al mismo proyecto, al cual han sido asignados. Esto, marca una diferencia en los estados de resultados de cada una de las constructoras; pero a pesar de eso hay un proceso que ambos ejemplos deben cumplir y que es clave para las inmobiliarias pensando en el próximo proceso de ventas de viviendas; el momento en que ellas hace la recepción de los proyectos entregados por las constructoras.

Esta recepción, muchas veces no es considerada por las empresas constructoras y se convierte en un problema que llega a interferir el proceso normal del desarrollo del proyecto justo al momento de ésta estar finalizando y entorpece la finalización de la obra.

SOLO USO ACADÉMICO

1.3 Objetivos

Objetivo General:

Analizar problemáticas generadas en el desarrollo de proyectos constructivos que perjudican la entrega de proyectos habitacionales por parte de constructora a inmobiliaria, para conocer sus deficiencias con el fin de proponer métodos que permitan mejorar los procesos.

Objetivos específicos:

- Identificar deficiencias que tienen las constructoras durante el desarrollo del proyecto y que afectan la entrega del producto final al mandante.

- Ejemplificar aquellas deficiencias antes mencionadas, tal como se van representando en los avances de obras en ejecución y representarlas de un modo fácil de interpretar.

- Formular y presentar métodos que sean capaces de contrarrestar estas deficiencias identificadas, con el fin de indicar requerimientos mínimos que las constructoras deban tener durante su proceso constructivo, para que su entrega sea limpia y eficiente de acuerdo a lo planificado en cuanto a precio, plazos y calidad.

SOLO USO ACADEMICO

CAPÍTULO II:

PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS HABITACIONALES QUE AFECTAN LA ENTREGA DE PRODUCTOS POR PARTE DE LA CONSTRUCTORA A INMOBILIARIA

El objetivo del presente capítulo, es entregar una perspectiva de problemáticas identificadas en obras de construcción y que forman parte del tema principal de este trabajo, apuntando e identificando deficiencias que se pueden hallar en la ejecución de una obra y que con el trascurrir el tiempo terminan afectando el proceso de entrega de unidades habitacionales al mandante.

Sumado a lo anterior, se podrán encontrarán breves reseñas, en conjunto de los ejemplos necesarios para dar a conocer las deficiencias identificadas.

2.1 Gestión de la calidad en obra

La industria de la construcción es muy dinámica en su desarrollo, con procesos estandarizados, pero en cierto modo, artesanales.

Con esto, quiero decir, que muchas de las partidas (3) se van haciendo de acuerdo a técnicas manuales del personal que trabaja en cada una de las obras y que se van siguiendo tradicionalmente y heredando entre generaciones.

Si bien, todo ha ido modernizando y la construcción no está exenta de eso, de igual forma podemos encontrar procesos que llevan muchos años sin ser cambiados ni mejorados.

Mientras se van ejecutando las obras de construcción se pueden ir generando y evidenciando diferentes deficiencias en los procesos. Esto, finalmente, si no son tratados a tiempo y con soluciones eficaces, pueden golpear y afectar en los resultados finales de la edificación. Estas deficiencias, al identificarlas se convierten en hallazgos que, observándolos con detalle, nos entregan información acerca de la calidad de la obra.

Los hallazgos, pueden ser relevantes e interesantes de analizar, donde encontramos diferentes tipos y diferentes formas. Muchas veces, podemos ver que se provocan y no hay alternativas de poder intervenir sobre ellos para corregirlos. Lamentablemente, pueden desencadenar una serie de problemas y que muchas veces son subestimados por las constructoras.

Pero para tener una mayor claridad con respecto a esto, podríamos preguntarnos ¿Qué es calidad? Pues bien, Para responder a esta pregunta, tomaremos como referencia la siguiente cita:

SOLO USO ACADÉMICO

> El primer supuesto erróneo es que calidad significa bueno, lujoso, brillo o peso. La palabra "calidad" es usada para darle el significado relativo a frases como "buena calidad", "mala calidad" y ahora a "calidad de vida". Calidad de vida es un cliché porque cada receptor asume que el orador dice exactamente lo que él (ella) "el receptor", quiere decir. Esa es precisamente la razón por la que definimos calidad como "Conformidad con requerimientos", si así es como lo vamos a manejar…Esto es lo mismo en negocios. Los requerimientos tienen que estar claramente establecidos para que no haya malentendidos. Las mediciones deben ser tomadas continuamente para determinar conformidad con esos requerimientos. La no conformidad detectada es una ausencia de calidad. Los problemas de calidad se convierten en problemas de no conformidad y la calidad se convierte en definición.
>
> (Crosby, 1979).

En base a lo mencionado por Crosby, es que manejaremos la definición de calidad a partir de la **conformidad con los requerimientos establecidos**.

Para nuestro caso, se ve bastante simple de interiorizar. Construir un edificio de viviendas conforme a los requerimientos establecidos suena bastante fácil y lógico de realizar; pero la realidad es totalmente diferente.

Trabajar con calidad no es más que respetar por parte de la constructora los requerimientos básicos de un proyecto de construcción que la inmobiliaria (mandante) la ha solicitado para obtener su producto. Estas solicitudes se hacen a través de la documentación técnica entregada por la inmobiliaria dentro de las cuales podemos mencionar Especificaciones técnicas de obra, planos y notas generales entregado por proyectistas y especialistas, memorias de cálculo, etc. y también la documentación técnica establecida legalmente a través de normativas vigentes establecida por cada país.

Si estamos de acuerdo que calidad es respetar los requerimientos básicos de un proyecto de construcción, ¿Por qué podemos mencionar que en alguna cosa hay “falta de calidad”? Esto se puede provocar por diferentes factores. Algunos de ellos podrán ser por falta de tiempo en la ejecución de partidas, por materiales que no sean los adecuados, por profesionales de obra que no tengan la capacidad o experiencia necesaria para ejecutar algún proceso constructivo, pero por sobre todo considero que es porque tal como mencionamos anteriormente, este es un realizado por personas y es un trabajo “artesanal”; es decir hecho a mano y siguiendo técnicas que continúan como tradición y herencia.

Es por esto que muchas veces no se respeta la calidad, no es por falta de inversión, ni por no tener las competencias adecuadas. Por ejemplo, les indicaré un caso real en que podría generarse falta de calidad en obra:

Se está construyendo un edificio habitacional en la comuna de Santiago, en Santiago, Chile.

SOLO USO ACADÉMICO

Los planos desarrollados por la especialidad de cálculo, indican que unas de las losas del edificio deben ser construidas con una enfierraduras de losa de una malla, diámetro 10 mm. de cada fierro y cada uno con separación de 17 cm en relación al siguiente. Además de todos los demás fierros y requerimientos de refuerzos que cálculo exige para esa losa, (en este caso nos enfocaremos en la malla de la enfierraduras).

Los requerimientos de cálculo fueron claros, pero la ejecución de obra no era realmente lo que cálculo indicaba. Al realizar la última revisión antes de agregarle el hormigón, nos damos cuenta que la enfierraduras instalada en la losa, no cumplía con la especificada por cálculo. Es más, está bajo lo indicado por el proyectista por lo que es claramente una deficiencia a los requerimientos establecidos para la ejecución.

Esta deficiencia, podría generar grandes e importantes problemas futuros en los esfuerzos estructurales que pueda traer el edificio, además de que la constructora no está cumpliendo para lo que fue contratada. Lo que se identificó en terreno, fue una enfierraduras de losa de una malla diámetro 8 mm. de cada fierro y cada uno con separación de 20 cm en relación al siguiente, con lo que afectaba claramente a la calidad del proyecto.

Lo anteriormente indicado quedó reflejado en las figuras 2 y 3 respectivamente.

FIG. 2: Enfierraduras de losa. Obtención propia

SOLO USO ACADÉMICO

Enfierradura de losa, una malla, diámetro 8mm. con 10cm de separación entre fierros.

FIG. 3: Enfierraduras de losa. Obtención propia

Un departamento importante dentro de las constructoras que ayudan y trabajan pensando en que este tipo de deficiencias no ocurran o no se repitan, es departamento de Gestión de Calidad. A pesar de ser un beneficio para ellas, no necesariamente todas las constructoras lo tienen. Este departamento, es responsables de que, durante toda la ejecución de la obra, se pueda ir avanzando de acuerdo a lo estándares fijados por la inmobiliaria y de acuerdo a los proyectado por los diferentes especialistas; ya sean arquitectos, proyectistas, calculistas, entidades gubernamentales, etc., quienes para esta etapa funciona como cliente.

En el ejemplo anterior, el departamento de gestión de calidad sumado al trabajo de la Inspección técnica de obra (I.T.O.) fijada por la inmobiliaria, resolvieron que luego de analizar lo ejecutado y después de recibir las indicaciones de cálculo, se reforzaría la losa adicionándole más material a la enfierraduras de las mallas para así no cambiar lo ejecutado, si no aprovecharlo de una manera diferente. Las indicaciones de cálculo fue reemplazar la enfierraduras de losa de una malla, diámetro 10 mm. de cada fierro y cada uno con separación de 17 cm en relación al siguiente por malla, diámetro 8 mm. de cada fierro y cada uno con separación de 10 cm en relación al siguiente. Este aumento en la cuantía de fierro, quedó reflejado según lo que muestra la figura 4.

SOLO USO ACADÉMICO

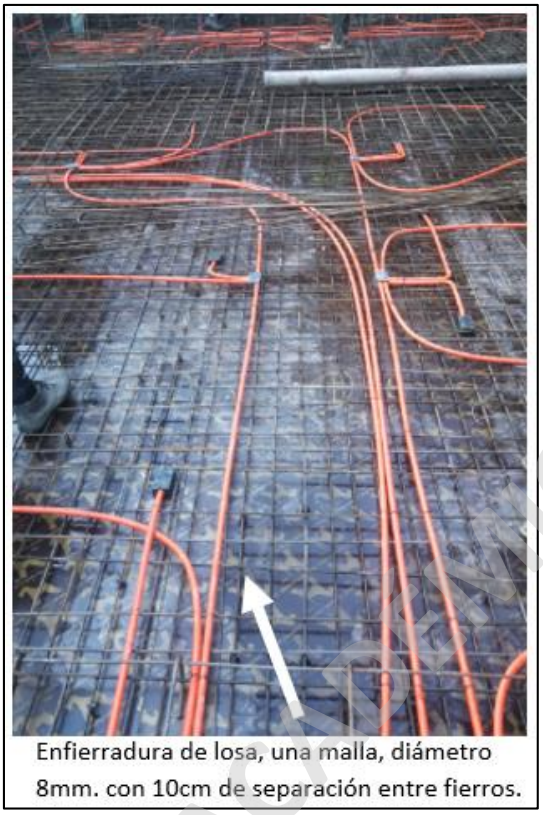


FIG. 4: Enfierraduras de losa corregida. Obtención propia

Con esta modificación del proyecto original y esta enfierradura adicional, se cumpliría de buena manera el comportamiento estructural de la losa indicado por el ingeniero calculista, parte fundamental para la ejecución del proyecto. Junto con eso, se avanza en su ejecución sin atentar contra la calidad del proyecto, las E.E.T.T o los planos y cumplir conforme los requerimientos.

SOLO USO ACADÉMICO

2.2 Administración de obra. Deficiencias en planificación y asignación de recursos

Saber planificar y asignar recursos a esa planificación no es tarea fácil en el desarrollo de un proyecto de construcción. Este proceso, es fundamental para poder hacer una buena administración de la obra.

Tal como indica Serpell, "*Para entregar un plan de ejecución de un proyecto y lograr que sea eficaz, es necesario conocer y comprender el proyecto y su entorno de la mejor manera posible"*

La administración, tomándolo de manera global, involucra la coordinación, programación y supervisión de las actividades de otras personas, en este caso, de cada una de los especialistas que se hacen partícipes en la construcción, de tal forma que estas actividades coordinadas se logren llevar a cabo de forma más eficaz y eficiente posible

Cuando se hace mención a eficacia y eficiencia, es necesario tener claras las diferencias de cada una de ellas.

Ser eficaz se refiere a la posibilidad de poder alcanzar los objetivos que hayan sido planteados con anterioridad. Tomando esto como referencia, la eficiencia es el poder lograr y alcanzar los mismos objetivos, con la capacidad de obtener los mejores resultados a partir de la menor cantidad de recursos. Debido a que las gerencias, altos mandos o administraciones cuentan con escasos recursos para la ejecución de proyectos, se encargan de utilizar de la forma más eficientemente posible la cantidad de recursos disponibles. Comúnmente a esto se le conoce como "hacer bien las cosas", es decir, no desperdiciar recursos.

El tener la capacidad de administrar, puede tener diferentes matices. Henri Fayol en su libro "*Administración industrial y general*" propuso que las tareas que desempeña un gerente eran: Planificar, organizar, mandar, coordinar y controlar, tal como muestra la figura 5.

SOLO USO ACADÉMICO

FIG. 5: Elementos fundamentales de la administración según Fayol. Elaboración propia.

Con el pasar de los años, se fue interviniendo la teoría clásica de administración planteada por Fayol, con el fin de enfocarla de acuerdo a los nuevos desarrollos de proyectos. En la actualidad y luego de diferentes modificaciones, se pueden identificar los siguientes cuatro elementos: Planificar, organizar, dirigir y controlar, tal como muestra la figura 6.

SOLO USO ACADÉMICO

FIG. 6: Elementos fundamentales de la administración actual. Elaboración propia.

Crear un plan de trabajo es fundamental para realizar un desarrollo armónico y adecuado. Ese plan de trabajo ayuda de cierto modo a quien administra este proyecto a resolver los problemas que pueda generar la materialización del mismo, adelantándose a problemáticas y teniendo una visión amplia de como encausar el proceso constructivo,

asignando adecuadamente los recursos y desarrollando estrategias para el alcance de las metas y objetivos establecidos.

Al administrar una obra de construcción, debe tomar en cuenta todos los elementos mencionados anteriormente en la figura 6 y ser capaz de asignarle una cantidad de tiempo razonable a cada una de las partidas necesarias. Para eso, la planificación está basada en una programación general de obra, donde se toman en consideración cada una de las partidas, con asignación de tiempo, recursos y ligar las actividades de acuerdo al orden constructivo que deben tener.

Según Serpell, la planificación es una herramienta de gran utilidad dentro de cada proyecto, con el fin de lograr los objetivos de la mejor manera posible. Es posiblemente una de las funciones más importantes para que los proyectos sean exitosos y define los caminos de acciones para la ejecución del proyecto.

Tanta importancia le entrega Serpell a la planificación que indica que el administrador de proyectos que no planifique no podrá de manera alguna ejercer un buen control y juzgar los progresos que se generen.

En esa planificación de actividades es necesario considerar plazos y recursos económicos disponibles para el proceso de entrega de obra por parte de la constructora a la inmobiliaria. Si no está planificado y no se consideran estos dos elementos, es muy difícil después trabajar sobre la marcha de acuerdo a lo que se va encontrando en terreno.

Los plazos son claves para designar metas de entrega. Si estos no están bien definidos, se puede tardar mucho tiempo el proceso final, extendiendo el hito de entrega de unidades por un tiempo no determinado. A su vez, no asignarle recurso, hace que se debe trabajar con lo que va quedando al término de la obra, si ser necesariamente lo que la constructora debe entregar a la inmobiliaria necesita para hacer de esto un proceso positivo de entrega.

Se pueden identificar diferentes tipos de problemas en el desarrollo de la obra y que sería innumerables. Con la planificación se debería minimizar esa cantidad de problemas y tratar de controlar o buscar un plan de acción cuando aparezcan en el proceso constructivos.

Para lo anterior, al planificar podríamos identificar algunos puntos que puedan hacer que el proyecto fracase. Estos podrían ser:

- Mala definición de los objetivos.
- Hacer una programación demasiado exigente y poco realista.
- No considerar ni controlar los recursos disponibles.
- No saber designar prioridades.
- No tener el personal idóneo para el desarrollo del proyecto.

SOLO USO ACADÉMICO

Con esta pequeña visión de administración, conociendo algunos conceptos y sabiendo lo importante que es la planificación dentro de ella, podemos revisar una breve programación de obra y designación de actividades, en la figura 7.

Este programa tiene considerado diferentes partidas (no desplegadas) que forman parte del desarrollo del proyecto constructivo y que menciona cada actividad que se debe cumplir para avanzar según los procesos correspondientes.

En la figura mencionada, tenemos una tarea del programa, llamada de Aseo y entrega del proyecto como un ítem general, que luego podría desglosarse de diferentes formas para hacer más eficiente aún este proceso.

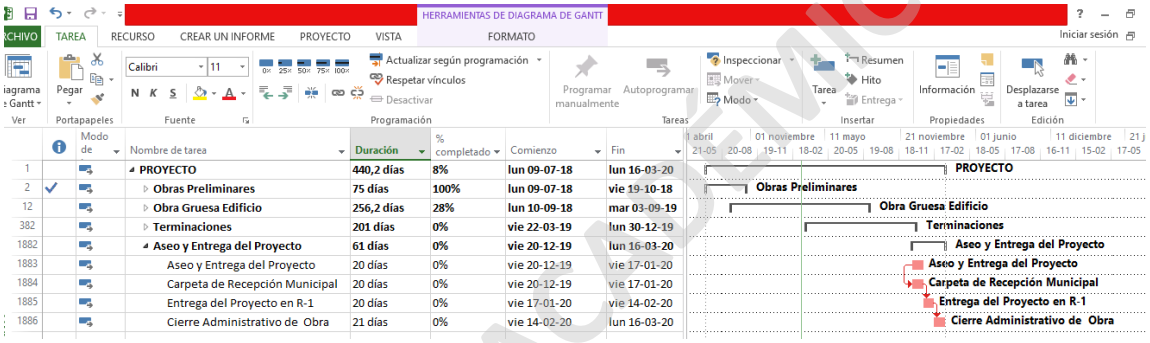


FIG. 7: Ejemplo de programación general de obra de construcción. Elaboración propia.

SOLO USO ACADÉMICO

En el ejemplo anterior, se puede apreciar una programación general de obra, realizada en programa Microsoft Project. Esta programación, considera como tareas generales:

- Obras Preliminares
- Obra Gruesa Edificio
- Terminaciones
- Aseo y entrega del proyecto

Para nuestro caso, el cual es motivo de estudio en esta lectura, nos enfocaremos en ésta última tarea llamada “Aseo y entrega del proyecto”.

La tarea de “Aseo y entrega del proyecto”, si bien está considerada en esta programación de obra y tiene plazos asignados dentro del proyecto, no tiene designada más actividades dentro de ellas ni que sean sub actividades de la tarea indicada de acuerdo a los sectores y recintos que se necesitan entregar. Esto puede provocar que las fechas de entrega planeadas no sean respetadas y una de las razones a las que podríamos apuntar es por qué no quedaron bien definidas por programación.

Dentro de los puntos mencionados con anterioridad y donde indicamos puntos que puedan hacer que el proyecto fracase, puntualizaremos en:

- No considerar ni controlar los recursos disponibles.
- No saber designar prioridades.
- No tener el personal idóneo para el desarrollo del proyecto.

Para este proceso de entrega de proyectos de edificación de constructora a inmobiliaria, estos 3 puntos empiezan a tener un rol fundamental para los resultados esperados. Como apreciamos en la programación anterior, no están designadas las prioridades de entregas que debe tener la constructora para comenzar a llevar un orden de acuerdo a lo que se va requiriendo en el camino. Por ejemplo, se podría categorizar el proceso de entrega del proyecto dándole importancia a todos los departamentos que, a esa altura, ya estén vendidos por la inmobiliaria y que la gerencia comercial necesite hacer entrega a los propietarios que ya tengan las escrituras correctamente firmadas y entregadas por las entidades bancarias. De otra forma, también se podría priorizar de acuerdo al avance que van teniendo según la programación inicial creada. Estos ambos casos, o cualquier otros deben ser adoptados, pero no dejarlos a la deriva sin asignar plazos ni responsables de cada actividad.

Asimismo, si no existe el personal idóneo para el desarrollo de este proceso de entrega, difícilmente se podrá cumplir con las expectativas y los objetivos formulados. El improvisar al personal o no tener a los especialistas indicados para los pequeños remates que se necesitan para terminaciones o detalles que se deben resolver en las entregas, podrían incluso generar un retroceso en los plazos generados para la tarea. Esto, obedece a que se pueden tratar de realizar mejoras o terminar detalles con el personal de obra que no tiene las capacidades ni competencias para hacer ese trabajo, por lo que pueden dañar terminaciones anteriores en las que se haya avanzado.

Un ejemplo de lo anterior, podría darse en que, en la terminación de un departamento, algún especialista de maderas, encargado de trabajar los detalles de enchapes de puertas, muebles, marcos, etc., no esté considerado en el equipo de entrega. Pues bien, alguna otra persona que no sea especialista y necesite trabajar esa partida (por ejemplo, puertas), podría arruinar las maderas instaladas, sin tener la preocupación de evitar rayas o golpes que las dejen con marcas irreparables. Es más, también se podrían dañar los elementos aledaños a la puerta que se necesiten intervenir con la intención de mejorar, como podría ser papel mural, pinturas, cerámicas, etc., por lo que, una vez que se intervenga la puerta, se hará necesario tener que trabajar nuevamente cualquiera de las partidas anteriormente mencionadas que podrían resultar afectadas.

Todo lo anteriormente mencionado, finalmente puede desencadenar en atrasos de la obra, que se generan netamente por una cuestión de descontrol en el último proceso importante de la obra. Es necesario que la administración sea clara en dilucidar los conflictos que se

SOLO USO ACADÉMICO

puedan generar y que tengan un plan de contingencia ante la eventualidad de los problemas que una obra de construcción conlleva.

Una administración sólida, se puede identificar cuando están en equilibrio todos los elementos mencionados en un principio, teniendo una dirección clara y oportuna, capaz de tomar decisiones correctas y que sirvan para mejorar el desarrollo de la obra. Además, debe tener una planificación que permita tener organización y buena asignación de recursos y así terminar con un control eficiente, que entregue resultados claros y reales a con el fin de alcanzar los objetivos y metas planteadas inicialmente.

2.3 Controles y seguimientos deficientes por parte de la inmobiliaria durante el proceso constructivo.

Las inmobiliarias, como ente mandante de un proyecto constructivo, tiene ciertas facultades por sobre las constructoras en cuanto a la toma de decisiones importantes del proyecto. A su vez, las constructoras tienen la obligación de llevar a cabo el proyecto que fue entregado por inmobiliarias y toman sus propias decisiones para lograr lo indicado.

Aplicando la experiencia del personal a cargo, más las competencias académicas que cada administración de obra tiene entre sus trabajadores, es que se provoca el equilibrio para formar un equipo profesional de trabajo capaz de tomar el desafío constructivo de un edificio.

A pesar de eso, las inmobiliarias necesitan tener presencia al interior del desarrollo de las obras para saber qué es lo que está pasando dentro del proyecto, revisar que los proceso se cumplan dentro de los parámetros establecidos, cumplimiento de normativas, integración de los documentos técnicos, calidad, etc. Es por eso que se designa una Inspección técnica de obra (I.T.O.) por parte de la inmobiliaria, quien es su representante en la obra misma y quien le va transmitiendo lo que se va desarrollando y el cómo se va desarrollando realmente su proyecto de construcción, entre otras cosas.

Si la inmobiliaria no tiene una Inspección técnica de obra potente, capaz de hacer un control exigente y participativo de acuerdo a los requerimientos de los proyectos, podrían comenzar a perder el control de ella. Es necesario tener un personal que sea responsable y capaz de identificar temas importantes tanto para la inmobiliaria como también para la constructora.

Cuando alguna empresa constructora, comete algún tipo de error en cuanto a la ejecución del proyecto, falta de las normativas técnicas o legales de construcción, deficiencias de calidad en la ejecución de la obra, etc., y el Inspector técnico de la obra logra detectarlo, es necesario reflejarlo y registrarlo, haciéndolo saber de algún modo.

SOLO USO ACADÉMICO

Un comentario típico que podemos escuchar por parte de variadas constructoras es mencionar que la I.T.O. llega siempre tarde y una vez ya está ejecutada las partidas. (cualquiera ésta sea para este ejemplo). Pues bien, hay veces en que si puede suceder lo que mencionan y que efectivamente la I.T.O. no se hace participe ni se da por enteradas de cual o cuales fueron las decisiones o determinaciones en la ejecución. Lamentablemente, para la constructora, en estos casos, la función de la I.T.O. es velar por que todo se cumpla de acuerdo a lo establecido por el mandante y a pesar de ser identificado a destiempo, de todos modos, se debe tratar de solucionar la deficiencia para cumplir con lo que la documentación indique.

Por ejemplo, podríamos llevar lo indicado a un caso en particular que se pueda identificar en alguna obra de construcción.

En la ejecución de muros de hormigón armado, es necesario cumplir ciertos procesos para la ejecución total del elemento. Entre las actividades que podemos mencionar destacan entre otras más, las partidas de:

- Trazado
- Instalación de fierro
- Instalación de moldaje
- Hormigonado
- Descimbre

Cada una de las partidas mencionadas, contiene diferentes sub partidas o sub actividades necesarias para ejecutar el muro y dejarlo terminado por completo como si fuera un elemento asilado.

Si nos vamos a la partida de trazado, cada trazador debe dejar bien identificada en la losa la ubicación del muro de acuerdo a los ejes y a lo indicado por planos de arquitectura. Una vez, le dan la ubicación correspondiente, le da el paso a los enfierradores para que puedan comentar a “tejer” el muro de acuerdo a los parámetros entregados por el ingeniero calculista en los planos del proyecto de cálculo.

Cuando los enfierradores, indiquen que están listos con toda la enfierraduras, puede entrar a trabajar en ese muro, la partida de moldajes, quienes instalan sus moldajes de acuerdo a placas, escuadras, alzaprimas, etc. (según indique el proyecto de moldajes). Para continuar con este proceso, se puede hormigonar el muro, donde se vacía en hormigón fresco dentro de los moldajes instalados.

Para finalizar, una vez que el muro tiene el hormigón y está aún con los moldajes puestos, terminado el tiempo indicado por cálculo de fraguado del hormigón, se comienza el descimbre. Pues bien, recién en ese momento es donde podemos identificar como quedó el hormigonado del muro.

SOLO USO ACADÉMICO

A pesar de eso, la función de la I.T.O. es participar de la mayor cantidad de procesos que lleve la ejecución de la obra de construcción. Para eso, debe conocer muy bien el proyecto completo en todos sus matices, modificaciones, relevancias y singularidades. Así, podrá tener opinión certera y objetiva de los temas que vayan surgiendo durante el desarrollo de la obra, entregado una visión clara y acorde a los procesos constructivos que ella conlleva.

Para el ejemplo descrito anteriormente, se puntualizarán algunas deficiencias. Entre ellas, mencionaremos: errores en la instalación del fierro y los diámetros de los cabezales del muro, además de fallas con la sujeción de los moldajes.

Primero, errores en la instalación del fierro y los diámetros de los cabezales del muro.

Según planos de cálculo, se deben instalar los diámetros indicados en la Figura 8.

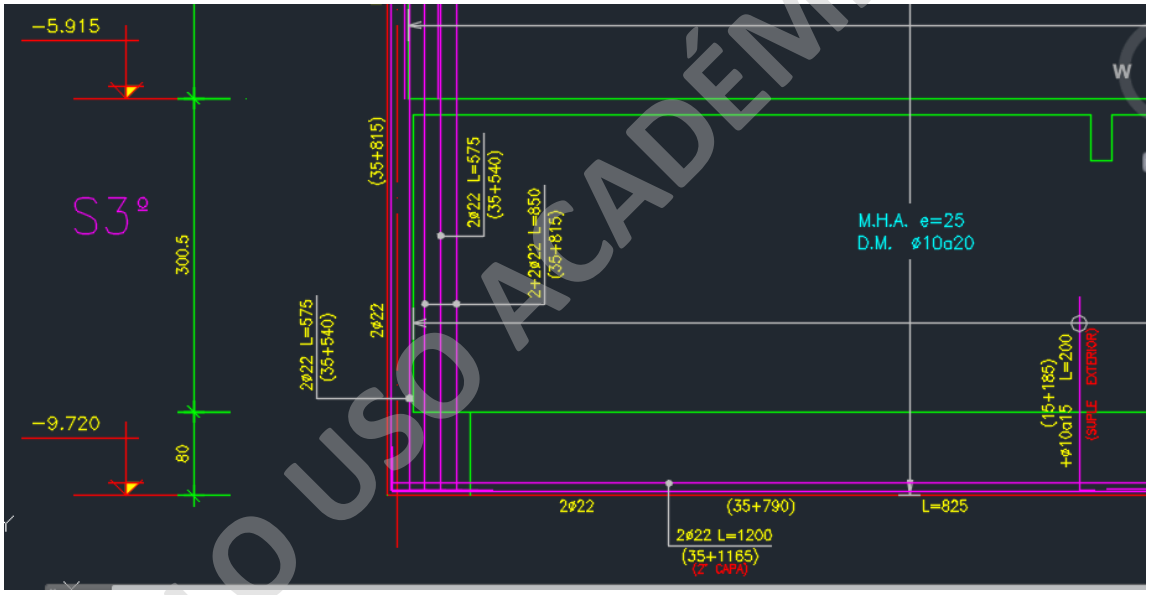


FIG. 8: Detalle plano de cálculo de ejemplo, elevación de muro. Obtención propia

SOLO USO ACADÉMICO

Lo que se debe ejecutar en terreno, son los diámetros 22 mm. indicados para los cabezales de muro. Lamentablemente en terreno, no se respetaron las los diámetros de fierros indicados en el detalle y se dejaron las mismas cantidades, pero con un diámetro menor, 18mm. Es vital que la I.T.O. se haga partícipe y presente en estas situaciones, velando por lo que la documentación técnica del proyecto se ejecute sin modificaciones y si hubiesen, deben ser autorizadas por los especialistas. Para este caso, se deben cambiar los diámetros respetando el proyecto de cálculo.

Además de lo anterior, el segundo problema identificado es: falla con la sujeción de los moldajes.

Al no ser identificados los problemas que tenían en la sujeción de moldajes, (con las escuadras de fijación correspondientes a las distancias indicadas por el proyecto), pasa que cuando se hormigona el muro, éste puede ceder de alguna forma y provocar un "reventón" del moldaje, saliendo el hormigón o bien soltando los moldajes y perdiendo la ubicación y el plomo del muro.

En las figuras 9, y 10, se aprecia como un muro con mala sujeción de su moldaje, provocó que este cediera y no respetara el trazado correspondiente al proyecto.

FIG. 9 y 10: Moldaje reventado por falla en sujeción, desaplomo de muro. Obtención propia

SOLO USO ACADÉMICO

Pues bien, para evitar temas como lo anteriormente mencionados, la I.T.O. debe ser activa y participativa. Es necesario que el representante de la inmobiliaria en la obra, esté presente para ver temas como estos u otros temas que puedan seguir apareciendo en el desarrollo de la obra. Esto le permitirá tener un mejor control acerca de cómo se está ejecutando la construcción del proyecto y le permitirá de forma más simple tener el control de los temas administrativos que le corresponda manejar y que entregue información relevante de la obra hacia sus líneas de mando. Todo esto, con el fin de poder entregar soluciones y aportar a la constructora a realizar un producto que cumple con los estándares establecidos inicialmente, velando por calidad, costo y plazos asignados.

CAPÍTULO III:

PRESENTACION DE METODOLOGÍA QUE PERMITA ALCANZAR UN MEJOR DESARROLLO CONSTRUCTIVO Y QUE FACILITEN EL PROCESO DE ENTREGA DE VIVIENDAS POR PARTE DE LA CONSTRUCTORA A INMOBILIARIA

El objetivo de este capítulo, es mostrar algunas herramientas que permitan ser utilizadas por las constructoras durante todo su proceso constructivo y que den la posibilidad de hacer más limpio y fluido el proceso de entrega de viviendas hacia las inmobiliarias, con el fin de mejorar y hacer que este hito pueda cumplir con los requerimientos pre establecidos de manera rápida y sin dificultades para ambas organizaciones.

Si las organizaciones no son capaces de cumplir con aquello, podría afectar los resultaos finales del proyecto y el negocio de ambas partes. Es vital que este proceso de entrega tenga las características anteriormente mencionadas y se pueda realizar de acuerdo a lo planificado y programado en el estudio previo a la ejecución de la obra de construcción.

3.1 Instaurar un sistema de gestión de calidad transversal en la empresa, enfocarlo en obra e implementarla en la ejecución de los procesos constructivos.

Tal como se indicó anteriormente, ya sabemos que la definición que manejaremos con respecto a calidad hace mención a la conformidad con los requerimientos establecidos y que trabajar con calidad no es más que respetar por parte de la constructora los requerimientos básicos de un proyecto de construcción que la inmobiliaria (mandante) la ha solicitado para obtener su producto.

La organización, debe tener claro que cada actividad que tenga impacto sobre la calidad, debe ser vista como un proceso destinado a lograr la satisfacción del cliente, mediante la obtención de un producto que satisfaga sus necesidades, así lo indica CET OTEC en su Lectura complementaria de Conocimiento y aplicación de Sistema de gestión de Calidad en obras de construcción, la cual nos invita y nos permite introducirnos en el tema de Gestión de Calidad y su normativa que se aplica a través de ISO 9001: 2015, en su última versión.

La misma institución menciona que, como primera medida, en la creación de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC), se debe entender como un conjunto de actividades coordinadas a satisfacer al cliente y cumplir los objetivos internos de calidad. La constructora, en este caso, debe crear y difundir un **Manual de Calidad**, que será alimentado por diferentes temas los cuales lo conformarán. Este manual, debe partir con una política de calidad, que es un lineamiento gerencial, un compromiso de la empresa,

SOLO USO ACADÉMICO

una declaración de buenas intenciones. Es necesario mencionar que este capítulo no hace mención a la norma ISO 9001:2015, si no, que toma ideas y ayuda a clarificar como instaurar un sistema de gestión de calidad para la empresa constructora descrita.

Como ejemplo de política de calidad se aprecia en la figura 11.

POLITICA DE CALIDAD

CONSTRUCTORA LTDA.

Liderar el mercado inmobiliario, cumpliendo con la satisafcción de los clientes y siendo reflejo fiel de todas las exigencias Técnicas, Normativas y legales en cada uno de los procesos cosntructivos de desarrollo y servicio de nuestros productos.

GERENTE GENERAL

LA INMOBILIARIA S.A

FIG. 11: Ejemplo de política de calidad de empresa constructora. Elaboración propia

SOLO USO ACADÉMICO

Una vez teniendo clara la política, se desprenden de ahí los objetivos de calidad, los cuales responden a preguntas como ¿Qué se va a hacer?, ¿Que recursos se necesitan?, ¿Quiénes serán responsables', ¿Como será la evaluación?, ¿Cuáles serán los criterios?, etc.

Los objetivos deben ser coherentes con la política, medibles y cuantificables de algún modo, deben ser objeto de seguimiento y de conocimiento por todos los integrantes del SGC.

Según lo indicado por el Centro de Formación y Entrenamiento Bureau Veritas Chile Capacitación, en su Taller de No Conformidades, Acciones correctivas y Acciones preventivas, de junio del año 2014, dentro de los objetivos de crear y trabajar en base a un sistema de gestión de calidad en la obra es lograr conocer y aplicar una metodología que permita a analizar las *No conformidades* (NC) y *Salidas no conformes* (SNC) del sistema y con ello definir una solución eficaz y eficiente.

Para dejar claro lo que es una No conformidad y una Salida no conforme, es el paso inicial de cualquier actividad para solucionar problemas o mejorar continuamente. Se puede explicar como una desviación de una situación normal, incumplimiento de requisitos y se reflejan como una oportunidad para mejorar el desempeño y los resultados de satisfacción. (Bureau Veritas Chile, 2014). Las NC y SNC no tiene como fin buscar culpables ni acusar a alguien de algo indebido, si no que obtener una retroalimentación, con el fin de lograr una mejora continua.

Otro punto que debe ser bien mencionado dentro del SGC, es el alcance de éste. La misma institución, menciona que el alcance determinará los límites y la aplicabilidad del sistema de gestión de calidad.

Una vez que la organización hay definido el alcance, debe indicar las responsabilidades y roles de los involucrados, con el fin de que el SGC sea cumplido de la manera mas adecuada posible según lo acordado, además de asegurarse de cumplir los procesos establecidos. Junto con lo anterior, los responsables deben llevar la información que se levante en terreno sobre el desempeño del SGC y entregar oportunidades de mejora.

SOLO USO ACADÉMICO

MANUAL DE SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD **CONSTRUCTORA LTDA.**	Documento: MAN-GG-01 N° de revisión: 09 Página: 04 de 18
Revisado y aprobado por Gerente General	Fecha: Abril 2019

CAPITULO I: DESCRIPCION GENERAL

Objetivo:
El objetivo de este Manual de Gestión de calidad, es describir de modo general, la forma de abordar los requisitos normativos, técnicos y legales basados en normativas Iso 9001:2015, Normas INN que sean aplicados y puedan afectar en la satisfaccion del cliente con el fin de dar garantía de la calidad de nuestros productos.

Alcance:
Este manual es aplicable a todas las actividades que se lleven a cabo en **LA INMOBILIARIA S.A.** relacionado a la edificación de proyectos.

FIG. 12: Ejemplo de encabezado de un Manual de calidad. Elaboración propia.

El encargado de la calidad en la obra, debe trabajar muy en conjunto con cada una de las áreas de la constructora, tales como oficina técnica, supervisores, jefes de terreno, capataces, etc. En conjunto con eso, debe tener una comunicación fluida y efectiva con el administrador de obra y determinar con él las partidas que serán supervisadas a través de

la matriz de listas de chequeos base. Además, pensando en la calidad general del proyecto y analizando deficiencias que pueda encontrar, es necesario que sea capaz de generar el programa de capacitaciones, charlas, pruebas y recepciones de partidas pre establecidas, que puedan servir como punto de partida para cada hito importante planificado en el desarrollo de la obra.

Sumado a lo anterior, es necesario hacer una planificación interna del departamento de calidad, para entregar la información al resto del personal de trabajo y que cada uno de los involucrados en este SGC que se debe instaurar, sepa claramente cuales son los puntos que le serán evaluados e inspeccionados, además de tener claridad del momento y espacio dentro del desarrollo de la obra, se ubicará esa evaluación. Para eso, en necesario tener un cronograma en el cual se deben programar las fechas tentativas del plan de inspección, donde se pueden realizar diferentes pruebas y ensayos. Esto, debe ser entregado por el jefe del Departamento de Calidad para darle la formalidad que necesite antes de la difusión y en este cronograma, se puede definir diferentes tareas y actividades a realizar, dejándolas claramente definidas.
Es necesario que cada miembro del SGC tenga claro que, ante la posibilidad de existir deficiencias, la finalidad no está en encontrar cumples de aquello, si no que darle la oportunidad de mejorar y aprender de aquellas deficiencias, para así lograr superarlas en un futuro, con lo cual se haría efectivo un aprendizaje y mejora en la ejecución de tareas.

Entre las actividades que deben ser motivo de seguimiento y responsabilidad del encargado de calidad, a modo de ejemplo se pueden definir:

- Inspeccionar la calidad general del proceso constructivo y donde todos los participantes de SGC se ven involucrados, integrando y haciendo parte a todo el personal que trabaja y aporta en la ejecución de la obra.
- Crear listas de chequeo con los puntos o actividades a revisar.
- Tomar decisiones frente a los diferentes hallazgos cuando estos sean consideradas graves y/o repetitivos, evitando desde un principio (o lo antes posible) problemas que se le vayan generando en todo el desarrollo de la edificación y que pueda tornarse crítico a medida que exista un mayor avance de obra.
- Apoyar a los responsables de procesos con hallazgos, para prevenir que vuelva a suceder sin hacerlos sentir culpables de las deficiencias.
- Ser parte y lograr transmitir entre las diferentes líneas de supervisión las características esenciales del SGC y así supervisar que la línea de supervisión realice charlas de calidad, con apoyo de las fichas técnicas que se creen dentro el sistema.
- Tener la capacidad de incentivar a la línea de supervisión a levantar los hallazgos, en caso de existir, obteniendo una retroalimentación de su parte con el fin de lograr una mejora continua.

SOLO USO ACADÉMICO

- Registrar, controlar y realizar seguimiento a la detección de hallazgos, productos no conformes y no conformidades.
- Inspeccionar y auditar periódicamente los planos, requerimientos de información (RDI) solicitados o fichas de planos existente en obra, verificando que el personal este trabajando con las últimas versiones de cada documento.
- Administrar las listas de chequeo a los supervisores que están involucrados en los procesos, según programación y verificar que se completen las listas de chequeo con información fidedigna y concreta.
- Generar informes de calidad a partir de las listas de chequeo entregadas por la línea de supervisión, con el fin de mejorar los procesos que puedan tener deficiencias.
- Coordinar con las Gerencias involucradas en el proceso constructivo y Departamento de calidad hitos de recepción de sellos para fundaciones, llega a cota 0 de existir en el proyecto, fin de obra gruesa, recepción de etapas y terminación de las viviendas.
- Recepcionar y dar fe de la de la calidad de las enfierraduras, instalaciones (presión y hermeticidad), pruebas de impermeabilizaciones, etc.
- Llevar el control de hormigones, plan de muestreo y certificados con resistencias que entreguen los ensayos realizado según muestras obtenidas en terreno aleatoriamente.
- Finalizando el proyecto, elaborar un informe de cierre de la obra utilizando como insumo los informes semanales de calidad realizados y entregar una perspectiva de como se fue desencadenado el desarrollo de la obra, destacando sus ventajas e indicando las deficiencias mas relevantes con el transcurso del plazo designado.
- Etcétera.

El de mantener un SGC que sea capaz de instaurarse transversalmente en la empresa, el cual tenga personal a cargo de forma exclusiva del departamento y de las tareas asignadas o definidas en el manual indicado anteriormente, provocaran irremediablemente que la calidad en obra vaya sufriendo cambios positivos para el desarrollo de ésta.

Sumado a lo ya mencionado, entre los beneficios que se podrá encontrar la organización aparte de los indicados con anterioridad, es que será capaz de mantener un plan de organización integral en la empresa y que sea simple de digerir por los participantes y así asegurar que todos los interesados tengan una correcta comprensión de los objetivos y el fin de la calidad de la organización, comprendiéndolo en conjunto con sus roles y actividades pertinentes. También permitirá encontrar más fácilmente problemas de la organización, poder superarlos de manera efectiva y trabajar entorno a la mejora continua para alcanzar lo mejores resultados posibles en el análisis final del proyecto constructivo, entre otras cosas que le pueden aportar.

SOLO USO ACADÉMICO

3.2 Uso de herramientas de planificación y programación, para asignación de plazos y recursos destinados a desarrollo constructivo y entrega de viviendas.

En la industria de la construcción, se pueden identificar diferentes tipos, formas, procesos o metodologías que formen parte de una planificación efectiva de una obra de construcción.

En el capitulo anterior, pudimos identificar algunas deficiencias comunes en la planificación y programación de una obra constructiva. Aprendimos de algunas herramientas de la administración que nos serán útiles en la construcción de un buen programa para la ejecución de la obra. Saber planificar y asignar recursos a esa planificación no es tarea fácil en el desarrollo de un proyecto de construcción. Este proceso, es fundamental para poder hacer una buena administración de la obra.

Serpell y Alarcón nos indican que "*Para entregar un plan de ejecución de un proyecto y lograr que sea eficaz, es necesario conocer y comprender el proyecto y su entorno de la mejor manera posible".*

Pues bien, lo anterior es vital para generar una buena planificación de obra y programarla de tal manera que todo lo que sabemos y comprendemos del proyecto, pueda ser utilizado de tal manera se sacar provecho y tener los mejores resultados posibles de acuerdo a los recursos disponibles para nuestro proyecto.

Planificar es la idealización de un plan y consiste en tomar decisiones y definir objetivos. Este plan debe ser capaz de tomar todas y cada uno de los puntos que requieran atención durante el desarrollo constructivo. Luego de tener la claridad de los puntos, necesitamos programarlos y hacerles una asignación de recursos que nos permitan llevarlos a cabo sin inconvenientes o minimizando el porcentaje de error que esto nos pueda generar.

Para lo anterior, es que necesitamos tener diferentes técnicas de planificación, las cuales serán las herramientas del planificador y que le ayudan a analizar el plan, ordenarlo, organizar la información y que serán elementos claves para entregar los resultados a los otros involucrados en el proyecto.

Tal como indican Serpell y Alarcón, el *"Programa Maestro"* es el programa mas importante que dispone en administrador de un proyecto y hace mención básicamente al enlace de las variables de alcance, costo y plazo. Este programa maestro, contempla el proyecto en su totalidad, mostrando el objetivo final y sus productos intermedios para conseguirlo.

Junto con el programa maestro, existe un programa de *"Hitos del proyecto"* que básicamente muestra la información de todos lo hitos relevantes que existen en el desarrollo del proyecto, proporcionando la información a todos quienes participen directa o indirectamente en él. Este programa de hitos, muestra y enseña diferentes pequeños

SOLO USO ACADÉMICO

objetivos que a su vez se va alimentando de un conjunto de diferentes actividades. Todos estos elementos intermedios deben ser claramente definidos, ya que cada uno de ellos son necesarios para alcanzar el gran objetivo final. Así nos muestra la figura 13.

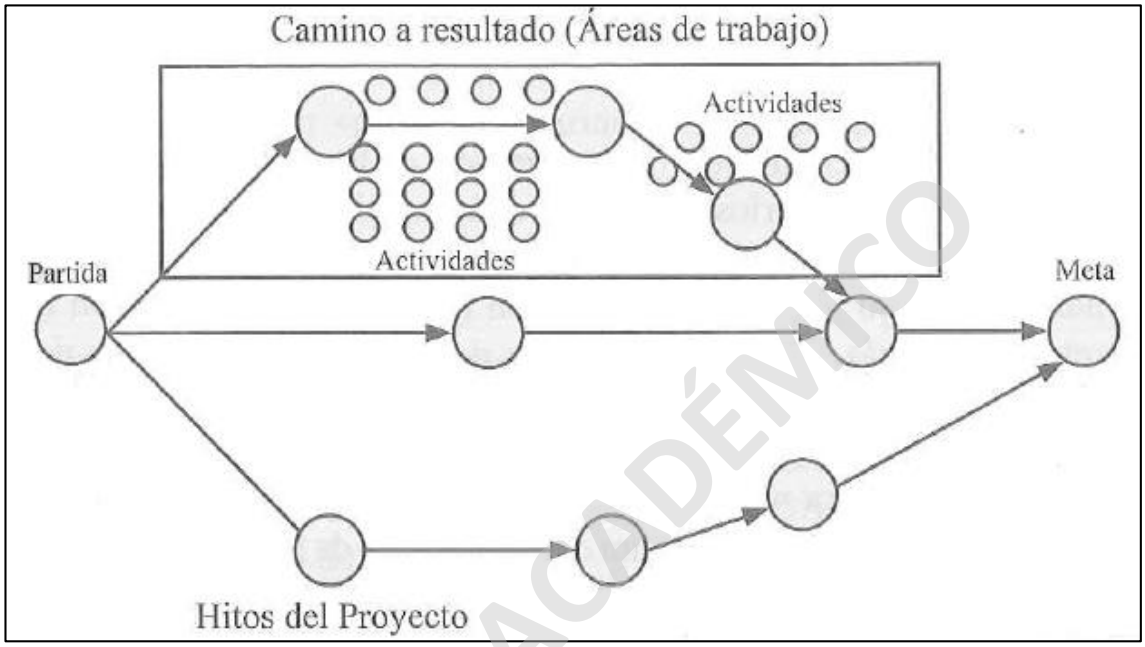


FIG. 13: Representación gráfica de los hitos de un proyecto. Serpell y Alarcón, 2015.

SOLO USO ACADÉMICO

- **3.2.1 Carta Gantt**

Existen diferentes y variados métodos y tipos de planificación. En este caso, mostraremos las mas utilizada de todas y la más simple de entender y desarrollar. Nos referimos a *"La carta Gantt"*

Su creador y desarrollador fue Hernry Gantt, cerca del año 1900. Es también conocida como "Carta de barras" o "Esquema de barras". Su facilidad de creación, utilización y comprensión, la hacen una de las herramientas de planificación mas utilizada en la industria de la construcción. (Lagos, F. 2018)

El Diagrama de Gantt consiste en una tabla con dos variables que se cruzan entre sí, una en vertical (columnas) y otra en horizontal (filas). En las filas, se registran las diferentes actividades que componen un proyecto y en las columnas, el tiempo durante el cual se desarrollarán esas actividades. Una barra horizontal frente a cada actividad, representa el período de duración de la misma. Es una forma fácil para calendarizar tareas, dando un

aspecto gráfico y en donde las barras representan cada tarea o actividad. La longitud de cada barra representa la longitud relativa de la tarea.

Para su correcta realización, se debe tener un estimado del tiempo que demorará llevar a cabo cada actividad. Como la ejecución de las actividades incluye dos variables estrechamente ligadas: tiempo y recursos, se debe tener presente la real disponibilidad de recursos humanos, materiales, financieros, entre otros

Entre sus ventajas, podemos mencionar que es muy sencilla y fácil de entender, da una representación global del proyecto, permite hacer sin muchas dificultades, entre otras.

Si analizamos las desventajas, no muestra relaciones de procedencia entre actividades claramente. no permite optimizar el desarrollo de un programa, no muestra las actividades críticas o claves de un proyecto.

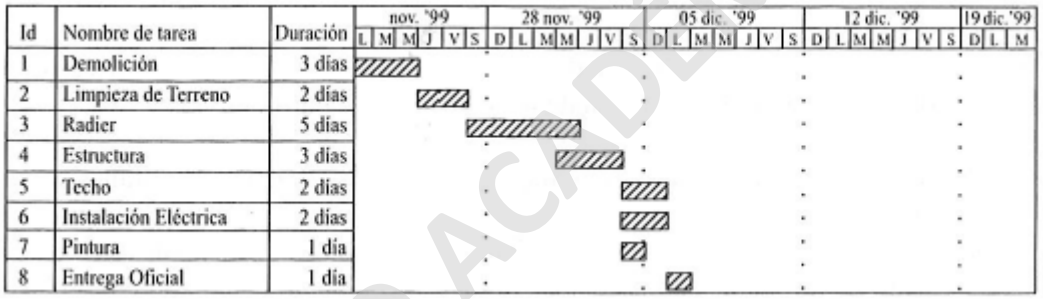


FIG. 14: Carta Gantt o carta de barras. Serpell y Alarcón, 2015.

- **3.2.2 PERT / CPM**

Los métodos PERT y CPM, son métodos desarrollados a mediados de la década del 50, y llegaron a complementar los métodos existentes para la planificación y control de proyectos, donde relacionan las actividades de manera de poder visualizar el **camino crítico del proyecto** y permiten reflejar una escala de tiempos para facilitar la asignación de recursos y la determinación del presupuesto.

Cuando hablamos de **camino crítico del proyecto**, nos referimos a la ruta del proyecto que nos entrega la duración total del mismo y donde se muestra el total de actividades, hitos y tareas necesarias para alcanzar la finalización del plazo y objetivos, mostrando gráficamente las actividades que cuentan con holgura en el plazo asignado ara ser ejecutadas y las que no tienen margen de holgura y que deben ser ejecutadas de acuerdo a los plazos asignados para no alargar el tiempo total del proyecto a planificar.

SOLO USO ACADÉMICO

El método "*CPM"*, también conocido como ruta crítica, (equivalente a la sigla en inglés Critical Path Method) también se utiliza frecuentemente para el desarrollo y control de proyectos de cualquier ámbito. Ver figura 15. (Lagos, F. 2018)

Este método consiste en una tabla de actividades, donde se, asignándoles tiempo para hacer las valorizables en el plazo asignado. Luego, se debe determinar el camino crítico del proyecto, es decir, el camino de las actividades que se deben cumplir en los plazos establecidos, de lo contrario se atrasa el trabajo total, creando la relación que existe entre las actividades del proyecto y sus plazos.

El método *"PERT"* (Program Evaluation and Review Technique), es una técnica de valuación de programas y se utiliza para la programación de proyectos donde es necesario coordinar un gran número de actividades, donde se identifican las actividades y la prioridad secuencial que debe tener cada una de ellas, dando importancia a cada actividad comparándolas con las demás y asignándoles tiempo. Así lo muestra la figura 15.

Actividad	Duración	Predecesora
1	2 días	-
2	1 día	1
3	4 días	1
4	2 días	2
5	7 días	3
6	3 días	4-5
7	1 día	6

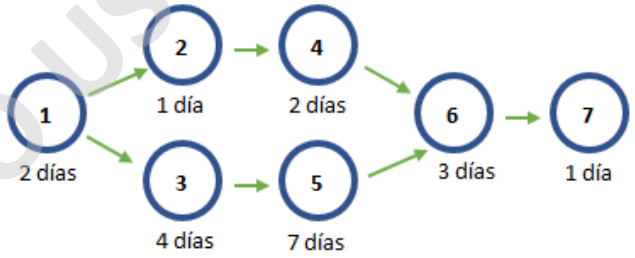


FIG. 15: Métodos CPM y PERT; tabla y esquema. Elaboración propia

SOLO USO ACADÉMICO

La diferencia principal entre ellos es simplemente el método por medio del cual se realizan estimados de tiempo para las actividades del proyecto.

Tanto PERT como CPM se han utilizado para, programar y controlar una amplia diversidad de proyectos, teniendo diferencias en su elaboración, y desarrollo, pero manteniendo el mismo objetivo, además de ser complementarios para entregar la información esencial de un proyecto constructivo. Junto con la elaboración y la

información entregada por la Carta Gantt, nos permiten poder obtener datos y calendarización real de un proyecto de construcción, que luego serán vitales para la elaboración de un programa maestro donde esté reflejada la secuencialidad que debe tener la construcción de cualquier tipo de proyectos, en nuestro caso, la construcción de un edificio habitacional.

En otras palabras, para lograr que el proyecto se realice pronto, las actividades de la ruta crítica deberán realizarse pronto. Por otra parte, si una actividad de la ruta crítica se retrasa, el proyecto como un todo se retrasará en la misma cantidad.

- 3.2.3 Software de programación Microsoft Project

Microsoft Project es un software de gestión de proyectos que nos permite planificar, administrar, organizar y controlar todo tipo de proyectos, ya sea este simple o complejo, realizando la asignación de recursos a las diferentes actividades y permitiéndonos entre otras cosas: hacer seguimiento de los progresos, analizar la gestión del presupuesto, y el análisis de la distribución de recursos humanos para la elaboración de las actividades.

Entre las características más importantes y más recurrentes de ser utilizadas que entrega este software, podemos mencionar:

- Posibilidad de entregar soluciones para diferentes tipos de proyectos.
- Utilización del mismo software para áreas de trabajo totalmente diferentes unas de otras.
- Gestionar cualquier tipo de trabajo
- Entrega diferentes tipos de información, como las fechas de inicio y término del proyecto, la duración, las horas totales de trabajo, los costos, el estado de las tareas y de los recursos.
- Datos relevantes de tiempos de inicio y término de cada actividad.

(Campillay, A. 2019)

Para la creación de nuevos proyectos, Microsoft Project entrega la posibilidad de trabajar sobre una planilla que contiene algunos datos configurados y que se adoptan por defecto, los cuales deben ser ajustados a nuestro proyecto para que así, el software tenga la posibilidad de entregar la información real y tal cual como la necesitemos trabajar para nuestro caso particular.

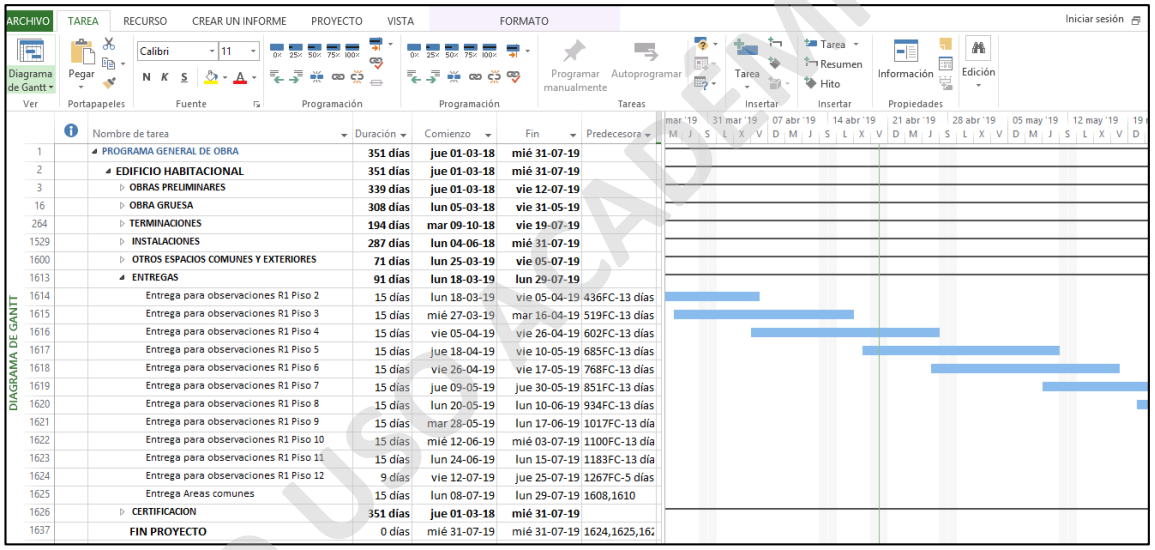
Es necesario plasmar los métodos anteriormente mencionados en esta carta Gantt que nos entrega Project. Así tendremos una programación de obra ordenada y con los plazos asignados desde un principio, lo que nos ayudará a hacer un buen seguimiento y control

SOLO USO ACADEMICO

de las actividades que debemos realizar, manteniendo los márgenes establecidos para alcanzar los objetivos propuestos al comenzar la obra de edificación.

Para ejemplificar la programación de una obra de construcción en el software Microsoft Project, en la figura 16 se puede apreciar la carta Gantt generada para la etapa de entrega de proyectos de construcción por parte de una constructora hacia la inmobiliaria, otorgando actividades y plazos definidos para todas sus actividades necesarias de realizar.

Anteriormente, en el Capítulo II, tuvimos la posibilidad de ver en la figura 7 un ejemplo de programación general de obra de construcción. Ahí, se podía apreciar una actividad llamada *"Aseo y entrega de proyecto"*, que, si bien considera un plazo y recursos asignados a esa actividad, no es suficiente para poder afrontar esa etapa del proyecto.



	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora
1	PROGRAMA GENERAL DE OBRA	351 días	jue 01-03-18	mié 31-07-19	
2	EDIFICIO HABITACIONAL	351 días	jue 01-03-18	mié 31-07-19	
3	OBRAS PREUMINARES	339 días	jue 01-03-18	vie 12-07-19	
16	OBRA GRUESA	308 días	lun 05-03-18	vie 31-05-19	
264	TERMINACIONES	194 días	mar 09-10-18	vie 19-07-19	
1529	INSTALACIONES	287 días	lun 04-06-18	mié 31-07-19	
1600	OTROS ESPACIOS COMUNES Y EXTERIORES	71 días	lun 25-03-19	vie 05-07-19	
1613	ENTREGAS	91 días	lun 18-03-19	lun 29-07-19	
1614	Entrega para observaciones R1 Piso 2	15 días	lun 18-03-19	vie 05-04-19	436FC-13 días
1615	Entrega para observaciones R1 Piso 3	15 días	mié 27-03-19	mar 16-04-19	519FC-13 días
1616	Entrega para observaciones R1 Piso 4	15 días	vie 05-04-19	vie 26-04-19	602FC-13 días
1617	Entrega para observaciones R1 Piso 5	15 días	jue 18-04-19	vie 10-05-19	685FC-13 días
1618	Entrega para observaciones R1 Piso 6	15 días	vie 26-04-19	vie 17-05-19	768FC-13 días
1619	Entrega para observaciones R1 Piso 7	15 días	jue 09-05-19	jue 30-05-19	851FC-13 días
1620	Entrega para observaciones R1 Piso 8	15 días	lun 20-05-19	lun 10-06-19	934FC-13 días
1621	Entrega para observaciones R1 Piso 9	15 días	mar 28-05-19	lun 17-06-19	1017FC-13 día
1622	Entrega para observaciones R1 Piso 10	15 días	mié 12-06-19	mié 03-07-19	1100FC-13 día
1623	Entrega para observaciones R1 Piso 11	15 días	lun 24-06-19	lun 15-07-19	1183FC-13 día
1624	Entrega para observaciones R1 Piso 12	9 días	vie 12-07-19	jue 25-07-19	1267FC-5 días
1625	Entrega Areas comunes	15 días	lun 08-07-19	lun 29-07-19	1608,1610
1626	CERTIFICACION	351 días	jue 01-03-18	mié 31-07-19	
1637	FIN PROYECTO	0 días	mié 31-07-19	mié 31-07-19	1624,1625,162

FIG. 16: Ejemplo de programación general de obra de construcción. Elaboración propia.

En la figura 16, se puede apreciar una programación general de obra que a diferencia de la presentada en la figura 7, considera mucho mas detalladamente el proceso de entrega de unidades para observaciones de Inmobiliaria.

Se aprecia que, en este ejemplo, la administración de la obra de construcción está considerando realizar la entrega de las viviendas por cada uno de los pisos. Para ello, en su programación se está considerando un plazo de 15 por cada piso, en donde el total de viviendas será preparado para que la inmobiliaria pueda realizar su Revisión N° 1 (R1) y es en ese momento, donde la inmobiliaria puede recibir conforme el producto entregado o bien realiza observaciones de terminaciones, instalaciones o cualquier otra observación pertinente y que la constructora debe mejorar antes de hacer entrega de cada uno de los productos de viviendas que haya construido.

SOLO USO ACADEMICO

Tal como mencionamos, al realizar la programación de obra en este software, se puede apreciar la forma secuencial que necesita la obra de construcción de acuerdo a los avances naturales constructivos existentes. Junto con eso, se le asigna la duración de cada actividad y las actividades predecesoras que deben tener antes de comenzar la actividad en cuestión.

Por ejemplo, obteniendo un zoom de la figura 16, en la figura 17 se puede apreciar en la fila 1619 la actividad: *"Entrega para observaciones R1 piso 7"*.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora
2	**EDIFICIO HABITACIONAL**	**351 días**	**jue 01-03-18**	**mié 31-07-19**	
3	**OBRAS PRELIMINARES**	**339 días**	**jue 01-03-18**	**vie 12-07-19**	
16	**OBRA GRUESA**	**308 días**	**lun 05-03-18**	**vie 31-05-19**	
264	**TERMINACIONES**	**194 días**	**mar 09-10-18**	**vie 19-07-19**	
1529	**INSTALACIONES**	**287 días**	**lun 04-06-18**	**mié 31-07-19**	
1600	**OTROS ESPACIOS COMUNES Y EXTERIORES**	**71 días**	**lun 25-03-19**	**vie 05-07-19**	
1613	**ENTREGAS**	**91 días**	**lun 18-03-19**	**lun 29-07-19**	
1614	Entrega para observaciones R1 Piso 2	15 días	lun 18-03-19	vie 05-04-19	436FC-13 días
1615	Entrega para observaciones R1 Piso 3	15 días	mié 27-03-19	mar 16-04-19	519FC-13 días
1616	Entrega para observaciones R1 Piso 4	15 días	vie 05-04-19	vie 26-04-19	602FC-13 días
1617	Entrega para observaciones R1 Piso 5	15 días	jue 18-04-19	vie 10-05-19	685FC-13 días
1618	Entrega para observaciones R1 Piso 6	15 días	vie 26-04-19	vie 17-05-19	768FC-13 días
1619	Entrega para observaciones R1 Piso 7	15 días	jue 09-05-19	jue 30-05-19	851FC-13 días
1620	Entrega para observaciones R1 Piso 8	15 días	lun 20-05-19	lun 10-06-19	934FC-13 días
1621	Entrega para observaciones R1 Piso 9	15 días	mar 28-05-19	lun 17-06-19	1017FC-13 día

FIG. 17: Ejemplo de programación general de obra de construcción / Entregas. Elaboración propia.

SOLO USO ACADÉMICO

En la actividad mencionada, la carta Gantt entregada por este software nos indica que se le asignaron 15 días para la actividad, teniendo una fecha de **Comienzo** el jueves 09 de mayo del 2019. Transcurridos los 15 días de la actividad, ya sabemos de antemano que el **Fin** de esa actividad en particular será el jueves 30 de mayo del mismo año.

Al ver este ejemplo, es necesario mencionar que entre las opciones que nos entrega este software Microsoft Project, está la posibilidad de programar en "*días corridos*" o *"días hábiles"*. Se entiende por días corridos, a los días designados por la calendarización normal existente según el año correspondiente, sin hacer diferencias entre días laborales y no laborales. A su vez, cuando mencionamos los días hábiles, nos referimos a que los 15 días asignados a realizar la actividad, serán días laborables, sin tomar en cuenta los días de fin de semana ni feriados si existiesen. Project, nos da la posibilidad de crear nuestro propio calendario y realizar nuestra programación de actividades según el calendario creado o bien tomar el calendario estándar que viene por defecto al abrir un archivo nuevo.

Por último, en la figura 17, podemos ver también que la fila **Predecesora**, es decir, que va o está designada antes de la misma, indica *"851FC-13 días"*. Esto quiere decir que la actividad que la antecede y es prioridad antes de comenzar la actividad en cuestión, es la fila 851, para este ejemplo aseo interior del departamento. Según lo indicado es esta programación de obra, la secuencia indica que una vez que se le da comienzo a las

Terminaciones, continúan con terminaciones para departamentos donde se subdivide en terminaciones para cada piso, llegando al piso 7 y sus actividades. Esto se aprecia en la figura 18.

354	TERMINACIONES INTERIOR DEPARTAMENTOS	169 días	vie 16-11-18	vie 19-07-19	
355	PISO 2	97 días	vie 16-11-18	mié 03-04-19	
438	PISO 3	97 días	mar 27-11-18	vie 12-04-19	
521	PISO 4	97 días	jue 06-12-18	mié 24-04-19	
604	PISO 5	99 días	lun 17-12-18	mié 08-05-19	
687	PISO 6	97 días	jue 27-12-18	mié 15-05-19	
770	PISO 7	97 días	mié 09-01-19	mar 28-05-19	
771	Inicio	0 días	mié 09-01-19	mié 09-01-19	219FC-2 días
772	Faenas Humedas Interiores	19 días	mié 09-01-19	lun 04-02-19	
782	Carpinteria Metálica	10 días	vie 18-01-19	jue 31-01-19	
784	Tabiques Interiores	20 días	jue 17-01-19	mié 13-02-19	
787	Aislación térmica	10 días	mié 16-01-19	mar 29-01-19	
789	Impermeabilización	11 días	mar 29-01-19	mar 12-02-19	
792	Molduras	10 días	jue 24-01-19	mié 06-02-19	
794	Revestimientos Interiores	12 días	mar 05-02-19	mié 20-02-19	
798	Pavimentos	27 días	lun 04-02-19	mar 12-03-19	
804	Carpinterias de Madera	22 días	mar 19-02-19	mié 20-03-19	
809	Quincallería	30 días	jue 21-03-19	vie 03-05-19	
813	Ventanas	12 días	vie 15-02-19	lun 04-03-19	
816	Espejos	10 días	jue 04-04-19	mié 17-04-19	
818	Pinturas Etapa 1	16 días	lun 28-01-19	lun 18-02-19	
824	Muebles	13 días	vie 22-02-19	mar 12-03-19	
827	Instalación de artefactos Sanitarios	35 días	jue 14-02-19	mié 03-04-19	
833	Instalación de artefactos de Cocina	20 días	mié 13-03-19	mar 09-04-19	
836	Grifería	10 días	jue 04-04-19	mié 17-04-19	
839	Closets	20 días	mar 19-02-19	lun 18-03-19	
842	Pinturas Etapa 2	10 días	jue 18-04-19	vie 03-05-19	
845	Instalación accesorios de baño	16 días	jue 18-04-19	lun 13-05-19	
850	Aseos	14 días	mié 08-05-19	mar 28-05-19	
851	Aseos Interiores	14 días	mié 08-05-19	mar 28-05-19	844,848FC-2 d
852	Fin	0 días	mar 28-05-19	mar 28-05-19	851

FIG. 18: Programación de obra de construcción / Terminaciones interior departamentos. Elaboración propia.

SOLO USO ACADÉMICO

En conclusión, podemos decir que, aplicando esta correcta planificación y programación de obra, no debería existir sobresaltos ni problemas no identificados que provoquen algún tipo de retraso o imprevistos.

De todos modos, en todo orden de cosas a pesar de existir estudios previos, panificación y coordinación de actividades, siempre estamos expuestos a que eso pase. Pues bien, para esos casos, **lo más importante es enfocarse en la brecha.**

Cuando hablamos de brecha, nos referimos al tiempo que queda entre el momento que estamos situados actualmente y el tiempo que nos queda para terminar nuestros plazos. Ese transcurso de tiempo que tenemos, es vital para lograr mejorar el desempeño ante imprevistos.

No hay forma de recuperar los atrasos generados, la oportunidad en esos casos y el desafío está en como cada organización es capaz de mejorar su programación, asignar los recursos necesarios y trabajar en equipo para revertir las situaciones desfavorables. (Lagos, F. 2018)

3.3 Proceso de entrega de proyecto habitacional por parte de constructora a inmobiliaria

El proceso de entrega de las viviendas por parte de la constructora a la inmobiliaria, es un proceso muy complejo de sobrellevar, ya que es en ese momento en donde las inmobiliarias dueñas del negocio, reciben el producto que han encargado construir.

Motivo de lo anterior, es que todos los temas tocados anteriormente son de vital importancia para hacer que este proceso sea un proceso limpio y sin dificultades para ninguna de las partes involucradas.

Tener un desarrollo constructivo donde se le dé importancia necesaria a la gestión de calidad, tendrá una consecuencia lógica frente a las revisiones posteriores que se le hagan al producto. La correcta integración de la gestión de calidad, provocará que al momento que los productos sean sometidos a cualquier tipo de revisión ya sea interna o externa, minimizará la cantidad de observaciones en R1 que le pueda hacer la inmobiliaria a la recepción del producto entregado.

Asimismo, el hecho de tener una buena planificación de obra y una programación correcta de las actividades que se deban realizar durante todo el desarrollo del proceso constructivo, hará que las fechas y plazos designados con anterioridad sean de acuerdo a las fechas manejadas por la inmobiliaria para recibir el proyecto terminado. Si aquella planificación mencionada no se realiza con la dedicación y el estudio necesario del proyecto, generará un descontrol en cuanto a los plazos, lo que luego desencadenará que los costos al verse elevados para lograr alcanzar los plazos no respetados con anterioridad, o bien terminará afectando a la gestión de calidad del producto construido.

Estos puntos mencionados, finalmente puede afectar de mala manera tanto a constructora como inmobiliaria en el estado final de resultados del proyecto, ya que probablemente al caer en las dificultades mencionadas, disminuye las ganancias proyectadas en el plan de negocios estudiado al principio del proyecto.

Como muestra de lo anterior, en la figura 19, se muestra un resumen general de R1 realizada por una inmobiliaria “X” de un conjunto habitacional para un proyecto completo. Estas Revisiones 1 realizadas por la inmobiliaria, tienen los datos recopilados de una muestra total de 17 departamentos de 253 m2 cada uno.

SOLO USO ACADÉMICO

INFORME DE REVISIÓN R1 - INSPECCION TECNICA DE OBRAS INMOBILIARIA

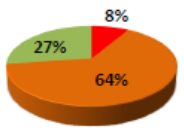
Obra	: Proyecto habitacional
Unidad	: Proyecto completo
Responsable	: ITO
Fecha de revisión	: Abril 2019
R N°.	: 01
R.Instalaciones	: Inspección visual
Total muestra	: 17 departamentos (253 m2 c/u)

RESUMEN DE RESULTADOS OBSERVACIONES

OBSERVACIONES SEGÚN m2	
TOTAL OBSERVACIONES	6.145
m2 TOTALES REVISADOS DEPARTAMENTO	4.301
TOTAL OBSERVACIONES/m2	1,43

OBSERVACIONES SEGÚN CATEGORIAS	
GRAVE	520
MEDIANO	3.958
LEVE	1.667
TOTAL	6.145

SEGÚN CATEGORIA



GRAVE MEDIANO LEVE

CATEGORIAS
GRAVE : Daño al funcionamiento de la propiedad, reparaciones invasivas.Incluye desarme
MEDIANO : Sin daño al funcionamiento a la propiedad, reparaciones NO invasivas, pero demandan tiempo
LEVE: Sin daño al funcionamiento de la propiedad, reparaciones de naturaleza estética.

FIG. 19: Informe de R1, ITO Inmobiliario / Resumen general. Elaboración propia.

SOLO USO ACADÉMICO

Para este ejemplo, los parámetros establecidos entre constructora e inmobiliaria en cuanto a los criterios de revisión, son los indicados en la figura 19. La cantidad de observaciones por m² construido no debía superar las 1,5 observaciones por m². Pues bien, como se logra apreciar las observaciones generadas tienen un valor de 1,43 observaciones por m². Esto demuestra que la calidad de obra estuvo de acuerdo a lo acordado al principio de la construcción del proyecto entre constructora e inmobiliaria, teniendo solo un 8% de observaciones graves y un 64 % de observaciones leves, las cuales según el criterio acordado no general daño al funcionamiento de la propiedad y sin mas bien mejoras de tipos estético.

Aparte del resumen anterior, también las observaciones de R1 por parte de la inmobiliaria nos puede entregar información relevante para la ejecución de futuras etapas del proyecto o bien para proyectos diferentes a este. En la figura 20, se puede identificar las partidas que mas observaciones tuvieron en esta revisión y que nos puede entregar información a la constructora acerca de los especialistas involucrados en estos trabajos para así entregar oportunidades de mejoras en los procesos realizados.

OBSERVACIONES SEGÚN PARTIDAS	
Sanitarias	80
Eléctricas	137
Gas	17
Clima	8
Cerámicas-Porcelanatos	265
Pinturas	542
Canterías	102
Piso flotante	267
Puertas y maderas	842
Guardapolvos y junquillos	198
Muebles	1.881
Ventanas	263
Terminación gruesa	347
Accesorios	179
Sellos	468
Aseo fino	274
Equipamiento	147
Cubiertas de muebles	68
Pendientes de terrazas y canales	17
Aseo general	43
TOTAL	6.145

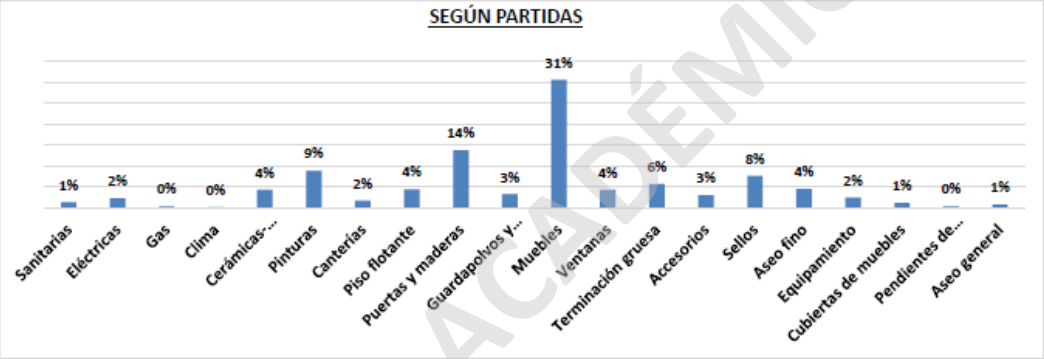


FIG. 20: Informe de R1, ITO Inmobiliario / Resumen de partidas. Elaboración propia.

Junto con lo anterior, en la figura 21 se puede apreciar un resumen con las observaciones de cada recinto. Esto le entrega información a la inmobiliaria acerca de loa elaboración de los proyectos y una oportunidad de mejora para futuros diseños que quieran implementar o mejorar opciones de terminaciones a proyectar, capacidades que pueda tener la mano de obra, complejidades ante el stock, etc.

SOLO USO ACADÉMICO

OBSERVACIONES SEGÚN RECINTOS	
GENERALES	93
COCINA	1.352
LOGGIA	423
DORMITORIO SERVICIO	231
BAÑO DE SERVICIO	148
SALA DE ESTAR	212
PALIER Y RECEPCION	289
COMEDOR	194
LIVING	127
TERRAZAS	98
PASILLOS	93
DORMITORIO PRINCIPAL	184
WALKING CLOSET	603
BAÑO PRINCIPAL	324
DORMITORIO 2	337
BAÑO 2	283
DORMITORIO 3	369
BAÑO 3	231
BAÑO DE VISITAS	554
TOTAL	6.145

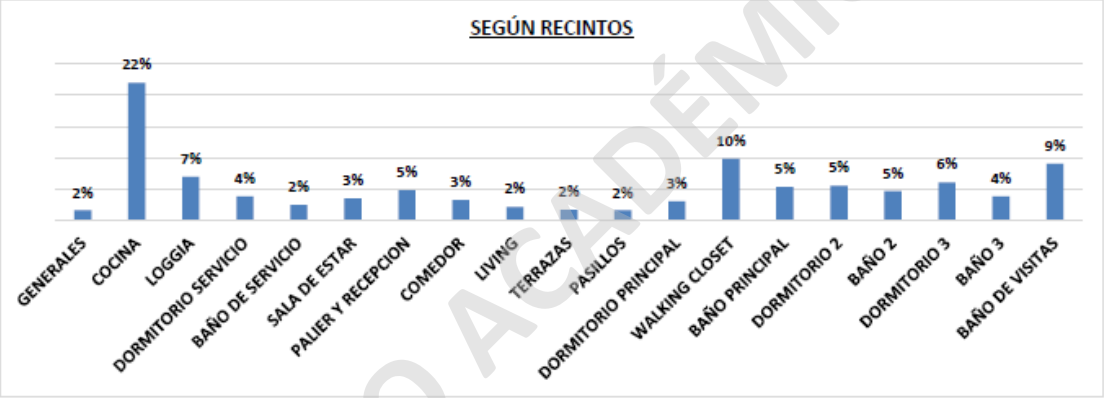


FIG. 21: Informe de R1, ITO Inmobiliario / Resumen de recintos. Elaboración propia.

SOLO USO ACADÉMICO

Analizando los gráficos anteriores, se puede desprender que la partida de muebles, es ampliamente la que mas observaciones tuvo en la primera revisión realizada por inmobiliaria. Bastante mas por debajo, está ubicada la partida de puertas y maderas. Los recintos, nos indican que la cocina, seguido por el *walking closet*, son los recintos mas complicados en cuanto a terminaciones. Pues bien, se puede apreciar que la relación en la ejecución de muebles y maderas en los recintos de cocina y *walking closet*, fueron los problemas mas notorios en la ejecución de terminaciones para este proyecto. Las personas a cargo de su elaboración deberán analizar los resultados, sacar las conclusiones y tomar las decisiones mas acertadas de acuerdo a las mejoras que quieran implementar en los futuros proyectos que necesiten realizar y que sean de características similares a las ejecutadas tomando como referencia la información entregada anteriormente.

CAPÍTULO IV:

IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA "LEAN" Y "LAST PLANNER" COMO ALTERNATIVAS DE MEJORAS PARA PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

En la actualidad, la competitividad del mercado, la era de la velocidad y rapidez de la información, el hacerlo ahora y las presiones que nos entrega el sistema en cuanto a desarrollo de productividad, nos obliga a tener que adoptar cambios y mejorar nuestras formas de producir y sacar un mejor provecho a todos los recursos que se están implementando para el desarrollo de productos.

Para eso, es necesario tomar en consideración todas las nuevas alternativas tecnológicas que nos entrega el mercado, pero también, tomar mejoras organizacionales que nos permitan superar los obstáculos y hacer que nuestros productos sean competitivos en el mercado, con el fin de mejorar las entregas en cuanto a plazos, costos y calidad de los productos.

Motivo de lo anterior, es que analizaremos dos metodologías de trabajo que se han implementados alrededor del mundo y en diferentes industrias, que pretende ayudar a las organizaciones a permanecer en el mercado con resultados positivos y obteniendo el máximo beneficio frente a sus inversiones y procesos productivos.

4.1 Metodología Lean

La metodología o filosofía Lean, es un mecanismo que permite la optimización de procesos productivos. Esta metodología instaurada bajo sus primeras premisas, a comienzos del siglo XX por la industria japonesa de manufactura, surgió como necesidad de mejorar los procesos productivos en la industria automotriz. (Arroyo, P. 2018)

Los fabricantes de automóviles originarios de EEUU, hasta ese entonces líderes del mercado, tenían una forma de producción clásica que les había dado resultado. Pues bien, representantes de la marca japonesa Toyota, estudiaron esta producción clásica estadounidense y la mejoraron de acuerdo a lo que ellos pensaban podía entregar mejores resultados.

Realizaron varios cambios dentro de su forma de producción que con el pasar de los años, destronaron el liderazgo estadounidense y se situaron como una de las potencias mundiales en la fabricación de automóviles, respaldando así que la filosofía de producción aplicada, tendría una mejor aceptación y resultados productivo que la producción clásica hasta ahí conocida. Lo que sucedió es aun mas interesante y valorable, sabiendo que Japón

SOLO USO ACADÉMICO

tiene prácticamente la mitad de los recursos en cuanto a tiempo y recursos humanos que cuenta Estados Unidos y aun así logran tener una mejor producción.

El término *"Lean"*, apunta a tener un tipo de producción limpia, magra, "sin grasa", esbelta y ágil. Entre sus principales fundamentos está la oportunidad de producir eliminando los desperdicios que se generaban, con el fin de crear valor importante dentro de su producción.

En cuanto a las pérdidas generadas, su forma de trabajarlas indica que cada una de las actividades que no agregan valor a la producción, son catalogados como pérdida. Así, el desafío está en que esas perdidas sean trabajadas de tal forma que inviertan su categoría y sean capaces de crear valor de alguna forma también, al igual que la producción realizada.

Lean cuenta con sus propios ideales para una producción limpia, ser capaces de crear más y más, con menos recursos y tomando en cuenta diferentes puntos de vista. Estos ideales son:

- Alcanzar los requerimientos del cliente
- Entregar el producto de manera instantánea
- Mantener un inventario de acumulación 0.

Los cambios que esta filosofía pretende instaurar en sus trabajadores, a veces difieren de lo que siempre se ha implementado en las administraciones laborales. Pues bien, Lean pretende generar varios cambios como:

- Rotación en los puestos de trabajos
- Trabajo en equipo
- Mayore y mas variadas competencias para cada uno de los trabajadores (lo que permite una rotación en los puestos de trabajo)
- Rapidez en los inventarios
- Mayores cantidades y tipos de trabajos
- Mayores tareas en el tipo de trabajo

Todo lo anteriormente mencionado, hace que el trabajador se sienta con mayor importancia y mas participativo dentro de la organización, derribando la especialización en cada uno de ellos y que desencadena en varias cosas positivas como son:

- Mejoramiento global de las partidas
- Menor ausentismo laboral al estar más motivados
- Sugerencias de mejora por parte de los trabajadores van aumentando.

SOLO USO ACADÉMICO

Como ha quedado descrito, pueden existir varias diferencias que se pueden identificar claramente y que afectan diferentes puntos de las líneas de producción. La línea de producción tradicional tiene resultados muy probados que funcionan, pero que puede ser mejorados notablemente. La línea de producción bajo la filosofía Lean, llega a mejorar las deficiencias identificadas y provocan diferencias que se pasan a describir a continuación:

Diferencias en los tipos de producción	
Producción tradicional	**Producción Lean**
Lotes de gran tamaño, para producir economía en escala	Lotes pequeños gatillados por la demanda
Grandes inventarios y productos en stock	Minimiza inventarios y flujo continuos de la producción
Ciclos extendidos de producción	Reduce tiempo de ciclos y responde rápidos a solicitudes de clientes
Alta mano de obra y especialización	Trabajo en equipo y multifuncional
Decisiones se toman en el alto nivel	Decisiones tienen aportes importantes a nivel operacional
Pérdidas considerables y variadas	Reduce las perdidas con el fin de crear valor en ellas

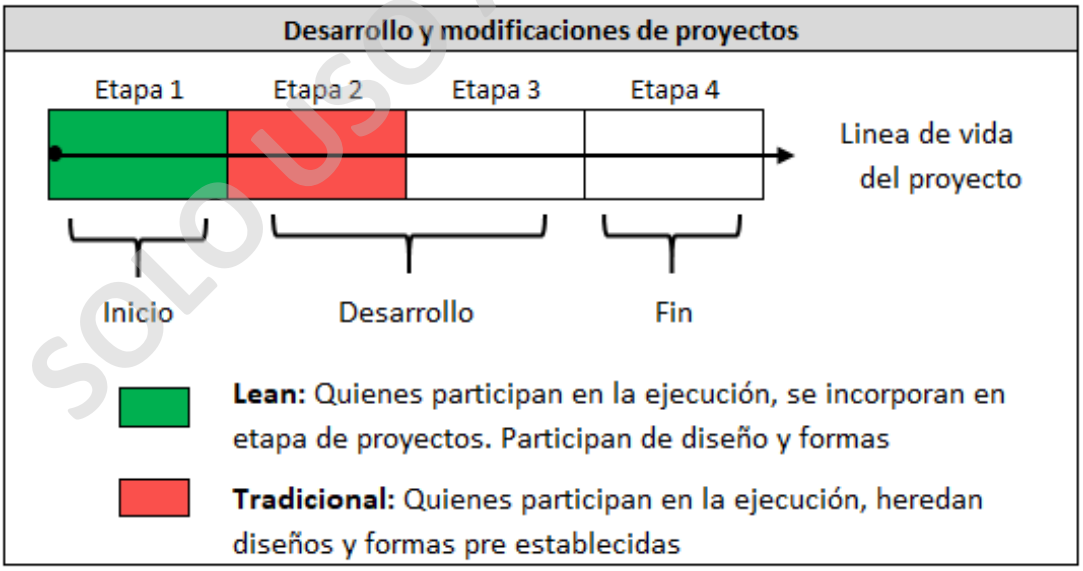


FIG. 22: Comparativo de Producción tradicional y metodología Lean para desarrollo y modificación de proyectos. Elaboración propia.

SOLO USO ACADÉMICO

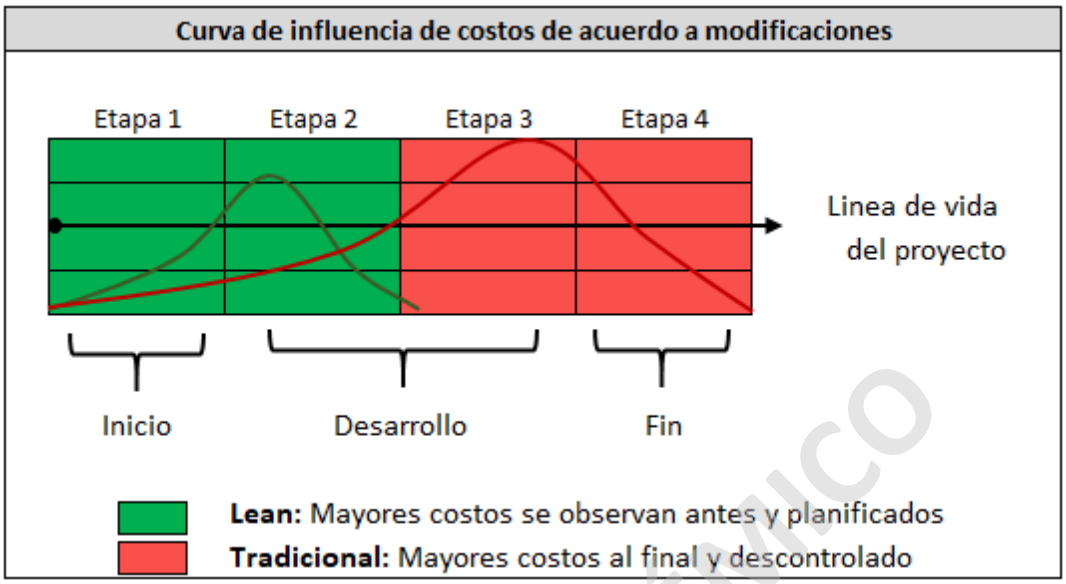


FIG. 23: Comparativo de Producción tradicional y metodología Lean para influencia de costos por modificaciones. Elaboración propia.

SOLO USO ACADÉMICO

Con las graficas observadas anteriormente, se pueden apreciar comportamientos distintos entre las producciones tradicionales y producción bajo metodología Lean. Esto puede marcar diferencias notables al termino del desarrollo de la línea productiva y los estados de resultados proyectados son muy diferentes unos de otros.

Ya sabemos que lean puede implementarse en diferentes tipos de industrias con resultados parecidos entre unos y otros. Si llevamos Lean a la industria de la construcción, Lauri Koskela publicó 11 principios que hoy en días son utilizados en la filosofía *Lean Construction*, podemos hacer un paralelo de las pérdidas que se pueden generar y que provocan resultados no favorables. Estos pueden ser:

- Ejecutar partidas de mala manera o no con los resultados esperados
- Hacer partidas más y más veces
- Material escaso
- No contar con mano de obra necesaria para las partidas a ejecutar
- Rehacer en trabajo mal ejecutado
- Bodegas de obra llenas por no tener control en las compras
- Desplazamientos extensos dentro de las faenas
- Maquinaria deficiente o en malas condiciones

Finalmente, podemos mencionar existen muchas falencias en la industria de la construcción que pueden hacer fracasar este tipo de filosofía, como son por ejemplo el subestimar las tareas a realizar, en cuanto a dificultad de las mismas y al tiempo que se les

asignan a las actividades programadas. Esto hace que obligadamente se generen pérdidas y se deban contemplar mayor cantidad de recursos para reparar los errores.

También el mal uso de la creatividad e improvisación, ya que la inexperiencia puede traer consecuencias negativas que sean complejas de solucionar después. Es mejor trabajar de acuerdo a lo planificado y diseñado.

La mejora continua, es vital en esta filosofía, por lo que se debe esta muy ligado a los trabajadores y recoger a experiencia que ellos entregan de acuerdo a las dificultades que se van enfrentando. El no tomarlos en consideración o no escucharlos, es otro error muy común de ver en estos casos. Si en el caso contrario, se valora la opinión de los trabajadores, ellos estarán mas motivados frente a sus cargos, involucrados en su trabajo, competentes y con una visión a largo plazo que favorezca a la organización

En la figura 24, se aprecia un esquema de **mejora continua** bajo metodología Lean.

FIG. 24: Esquema de mejora continua bajo filosofía LEAN. Elaboración propia.

SOLO USO ACADÉMICO

4.2 Metodología Last Planner

La metodología Last Planner, es una metodología de planificación de proyectos. Con ella, además se puede hacer un seguimiento, control y mejoras a lo planificado, con el fin de tener un aumento en el rendimiento en cuanto a costos y plazos. Esto, se puede provocar mediante el compromiso de los integrantes del equipo de trabajo teniendo la capacidad de prever problemáticas que puedan afectar negativamente el desarrollo de la obra de acuerdo a lo planificado inicialmente.

Esta metodología, se desprende de la filosofía Lean y al igual que ella, puede ser empleado e incrementado en diferentes tipos de industrias, sin necesidad de tener alguna relación entre ellas. Su forma de planificar y los principios que la sustentan, hacen que esta metodología sea versátil y dinámica de acuerdo a los requerimientos que tenga cualquier tipo de proyecto.

Para su funcionamiento, se debe tener claro que los proyectos, son una red de compromisos y que la confiabilidad de las promesas es de vital importancia para el funcionamiento de esta metodología. La planificación bajo este concepto, es trabajo de todo el equipo de participante y permite que se puedan prevenir problemáticas de la obra agilizando su gestión y respuesta frente a ellas.

Last Planner, llega a responder a las preguntas tales como ¿Qué planifico?, ¿Cómo lo planifico?, ¿Cuándo lo hago?, ¿De quién depende?, ¿Por qué lo hago?, ¿Seré capaz de cumplir las metas?, etc. Pues bien, como la confiabilidad de las promesas importan para el desarrollo efectivo de esta metodología, es que se pueden deprender 3 conclusiones básicas:

- Reduce la incertidumbre frente al desarrollo de la obra
- Mejora el ambiente laboral al existir claridad de hacia donde se apunta
- Mejora el desempeño de los proyectos

(Arroyo, P. 2018)

Frente a las preguntas planteadas, sen necesario mencionar que, frente al enfoque tradicional de planificación, solo existe cerca de un 50 % de cumplimiento frente a los compromisos planificados. Esto se explica por que las promesas no son cumplidas por el personal y no existe una definición de quienes son responsables frente a las tareas asignadas. La figura 25 nos muestra un ejemplo del enfoque tradicional de planificación.

SOLO USO ACADÉMICO

FIG. 25: Realidad de ejecución frente a planificación tradicional. Curso de planificación Last Planner, CDT, 2018.

Analizando la realidad indicada en la figura 25, la forma de planificar y la realidad de lo que sucede, provoca ciertos vicios que llevan finalmente a la improvisación y descontrol de lo que se debe realizar, perdiendo el norte frente a lo planificado y una enorme dificultad para rehacer el camino que se había acordado inicialmente.

Según lo indicado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) en su curso de Planificación Last Planner dictado en octubre 2018, indica que Last Planner es:

"La última persona en la cadena de jerarquía en definir lo que será realizado y es quien será el encargado de realizarlo." Añade, además:

- "Prepara las asignaciones de trabajo y es quien se encarga de controlar que el trabajo hecho por las unidades de producción sea de calidad.
- Debe ser el encargado de verificar las capacidades y rendimientos de las unidades de producción o cuadrillas."

A diferencia de la realidad que muestra la ejecución frente a lo planificado que se observa en la figura 25 frente a la planificación tradicional, a continuación, en la figura 26 se puede apreciar como la metodología Last Planner tiene resultados diferentes y mas optimistas al momento de convencerse de una planificación estratégica.

SOLO USO ACADÉMICO

FIG. 26: Realidad de ejecución frente a planificación Last Planner. Curso de planificación Last Planner, CDT, 2018.

Lo anteriormente expuesto, se puede lograr trabajando en post de los objetivos planteados por esta metodología de planificación. Estos objetivos son detallados por CDT y mencionan lo siguiente:

- "Obtener planificaciones confiables en base al compromiso de los distintos equipos de trabajo".
- "Generar un proceso de mejoramiento continuo en la construcción, donde los flujos de trabajo no tengan interrupciones y se pueda obtener una alta productividad."
- "Disminuir la incertidumbre y la complejidad de los procesos constructivos, incrementando la transparencia, lo cual implica la participación y coordinación adecuada al momento de tomar decisiones."

Last Planner, para ser capaz de cumplir los objetivos, debe contar con ciertos requisitos que deben ser recibidos y aplicados por el equipo de trabajo del cual es participe este tipo de planificación. Entre ellos, se puede mencionar que debe existir un responsable frente a los compromisos asignados, con una fecha limite para el termino o cumplimiento del compromiso. Además, el ejecutante debe ser competente de acuerdo al compromiso tomado.

Las promesas deben ser sinceras y estar al alcance sin ser "soñador" frente a ellas, si no mas bien aterrizados para lograr cumplirlas en los plazos asignados.

Finalmente, si no se llegan a cumplir las promesas, deben existir responsabilidades que deben ser asumidas por los participantes, con el fin de tomar conciencia de que es vital que cada uno sea capar de responder frente a los compromisos asignados.

SOLO USO ACADEMICO

CONCLUSIONES

Luego de haber revisado los diferentes antecedentes planteados, se ha podido observar que, en el desarrollo de una obra de construcción, pueden existir variadas situaciones que sean perjudiciales para obtener resultados óptimos frente a lo proyectado inicialmente.

Si bien, se han detectado deficiencias que se han ejemplificado de acuerdo a la etapa constructiva identificada, cada una de aquellas deficiencias observadas tienen una oportunidad clara de ser contrarrestada con el fin de mejorarlas y tener la posibilidad de crear productos mucho mas cercanos a las directrices que posee cada proyecto constructivo y con la opción a demás, de minimizar el error frente a futuros desarrollos o diseños planteados.

Los problemas de calidad que se puedan generar en el desarrollo de las edificaciones, pueden ser identificados a tiempo y trabajados de tal manera que no sea tema que genere problemas en la obra. Esto, acompañado de la correcta supervisión el aporte de la Inspección Técnica de obra por parte de la inmobiliaria, harán que el trabajo en equipo entre ambas organizaciones desencadene en un proyecto sólido y bien ejecutado.

La posibilidad de instaurar un Sistema de gestión de calidad interno en la organización ejemplificada, permitirá que se realice un trabajo a conciencia y respetando cada una de las normativas vigentes y documentación técnica que pueda tener el proyecto.

Lo anterior, sumado a una buena planificación y programación de obra utilizando los recursos tecnológicos disponibles y los sistemas de planificación mencionados tales como: Carta Gantt, CPM, PERT y Software Microsoft Project, permitirán a la administración a cargo de cada proyecto tener una claridad frente al desafío contractivo que les permita agrupar todos los recursos necesarios en los tiempos correspondientes y frente a los requerimientos solicitados, logrando así obtener un mejor control y seguimiento de la obra en desarrollo respetando y ajustándose a proyectado en cuanto a costos, plazos y calidad de la obra ejecutada.

Siempre pueden existir imprevistos en el desarrollo de proyectos. Estos imprevistos, pueden generar atrasos no considerados en la obra. Pues bien, lo importante en esos casos es tener la capacidad y lograr enfocarse en la brecha y no tratar de recuperar atrasos imposibles de alcanzar. Si somo capaces de reprogramarnos y enfocarnos en la brecha existente, tendremos una gran capacidad de salir adelante con el proyecto a cargo.

Junto con eso, hemos logrado observar que hay herramientas que podemos utilizar para mejorar nuestros rendimientos, programación y planificación de obra. Esas herramientas son metodología Last Planner bajo en concepto de filosofía Lean.

Utilizando estas metodologías y haciendo un buen uso de los recursos, existe un alto porcentaje de minimizar los errores o imprevistos que puedan existir en una obra de

SOLO USO ACADÉMICO

construcción. Para ello es fundamental que cada integrante del equipo de trabajo, tenga el compromiso de involucrarse de tal forma de hacer propia las promesas y compromisos adquiridos cumpliendo las fechas solicitadas.

Los resultados de entrega de una obra de construcción presentados, si bien no son negativos y están dentro de los entandares establecidos inicialmente, pueden ser mucho mejores haciendo un correcto uso de las herramientas que se tienen a la mano. Se pueden hacer evaluación de personal de obra o contratistas externos con el fin de brindarles el apoyo necesario para lograr una mejora en sus entregar, lo que finalmente desencadena en una buena entrega en la ejecución del producto final y así lograr hacer una entrega limpia y sin dificultades al mandante dueño del negocio inmobiliario.

En síntesis, podemos dejar claro que existen diferentes problemas en las ejecuciones de obras y en sus planificaciones. Que, a pesar de tener un proyecto muy estudiado, siempre pueden existir imprevistos que nos saquen de nuestra línea de producción lógica. Lo importante, es ser capaces de sobrellevar eso imprevistos y no arrastrarlos negativamente, si no, que tomar las herramientas disponibles para apuntar a mejorar en los plazos restantes. El desafío lo tiene cada equipo de trabajo de ser capaz de reinventarse y reprogramarse para lograr los objetivos, estudiando detalladamente cual es la mejor forma de solventar los problemas sin escapar de los requerimientos que entregan los mandantes.

Realizar un trabajo a conciencia y realista, facilitará las tareas de avances de obra, un personal involucrado y participativo harán que todo el equipo busque el mismo fin y trabajen es post de lograr las metas en conjunto, entendiendo que el éxito lo tendrán compartido al terminar las gestiones de buena manera y con tranquilidad para los participantes y las organizaciones involucradas.

SOLO USO ACADÉMICO

LISTA DE REFERENCIAS

1. Arroyo, P. (Diciembre 2018). Curso Camino a la excelencia en gestión de proyectos [Material audiovisual]. Coursera, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

2. Campillay, A. (Enero, 2019). Curso técnicas de manejo y uso de Ms Project, [Material de aula]. Texto complementario, Escuela Tecnológica de la construcción, Santiago, Chile.

3. De Solminihac, H., Thenoux, G. (2008). Proceso y Técnicas de construcción. 5ª Ed., Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile.

4. Díaz, O. (1987). La calidad no cuesta. El arte de cerciorase de la calidad. [Traducido al español de Quality is free. The art of making quality certain.] Distrito Federal, México. Editorial Continental S.A.

5. Diez, D. (Octubre, 2018). Curso de Planificación Last Planner. [Material de aula] Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), Santiago, Chile.

6. García, O. (1987). Administración Industrial y general. 14ª Ed. [Traducido al español de Administration Industrielle et Générale]. Buenos Aires, Argentina. Editorial Florida.

7. Koskela, L. (1992). Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción. [Traducido al español de Applicatopn of the new production philosophy to construction] Universidad de Standford, USA.

8. Lagos, F. (Septiembre, 2018). Curso Programación y Administración de obras [Material de aula]. Universidad Mayor, Santiago, Chile)

9. Serpell, A., Alarcón, L. (2015). Planificación y control de proyectos. 4ª Ed. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile.

SOLO USO ACADÉMICO

SOLO USO ACADÉMICO