



UNIVERSIDAD DE CHILE.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo.  
Escuela de Postgrado.  
Magister en Dirección y Administración de Proyectos inmobiliarios.

## **COORDINACION DIGITAL TEMPRANA DE LOS PROYECTOS INMOBILIARIOS COMO METODOLOGIA PARA MEJORAR EL RESULTADO EN COSTO Y PLAZO.**

**Actividad Formativa Equivalente para optar al grado de Magister en  
Administración y Dirección de Proyectos Inmobiliarios.**

Profesor guía:  
Arquitecto Andres Weil Parodi.

Alumno:  
Constructor Belen Badilla Llorente.

Santiago de Chile,  
Marzo 2022.

## **TABLA DE CONTENIDOS.**

### **1.-INTRODUCCION**

1.1.-Planteamiento del problema.

1.2.-Antecedentes.

1.3.-Pregunta de investigación.

1.4.-Objetivo.

1.5.-Metodología.

### **2.- CAPITULO I: Proyecto inmobiliario, etapas y planificación**

2.1.- Etapas de un proyecto inmobiliario.

2.2.-Partes interesadas.

2.3.-Planificacion de los proyectos.

2.3.1.-Objetivos de la planificación.

2.3.2.-Niveles de la planificación.

2.4.-Programacion de un proyecto.

2.5.-Gestion de costos de los proyectos inmobiliarios.

2.6.-Plan de gestión de calidad.

### **3.- CAPITULO II: Coordinación de los proyectos.**

3.1.-Metodologías de coordinación de proyectos – BIM.

### **4.- CAPITULO III: Caso de estudio.**

4.1.-Problemática.

4.2.-Presentacion del ejercicio y metodología.

4.3.- Desarrollo y resultados del ejercicio.

### **5.- CONCLUSIONES.**

### **6.- BIBLIOGRAFIA.**

### **8.- ANEXOS.**

Anexo 1, Formato de Carta Gantt/ Proyecto original.

Anexo 2, Carta Gantt Impactada.

Anexo 3, Cuadro resumen desarrollo del ejercicio.



## **1.-Introducción**

### **1.1.-Planteamiento del problema:**

Tal como señala gran parte de la bibliografía asociada a la Productividad en el sector de la Construcción en Chile, <sup>1</sup> ésta es considerablemente baja en comparación con el resto de los demás sectores de la economía chilena, encontrándose por encima, únicamente, de la Agricultura, Pesca y el Comercio <sup>2</sup>.

La Productividad en la Construcción se encuentra estrechamente relacionada con el resultado en tiempo y costo de una obra, pues la mejora de estos factores es inherente a un mejor resultado. Esta Productividad que se ve altamente afectada por las descoordinaciones, errores y omisiones en los proyectos, que aparecen durante el periodo de construcción, que por la naturaleza de las funciones deben integrar cada uno de los subproyectos enviados para materializar el edificio.

---

<sup>1</sup> Informe: Productividad en el sector de la construcción – noviembre 2020, Estudio: Impacto en la productividad de la integración temprana de las empresas de suministros en los proyectos de construcción -CCHC, Avanzar en la productividad de la construcción es clave para la economía chilena, Raphael Bergoeing, Hernán De Solminihaç y Javier Hurtado.

<sup>2</sup> Hallazgo 1.4, Informe: Productividad en el sector de la construcción – noviembre 2020.

Por lo tanto, aun cuando el hallazgo del problema se encuentre de manera temprana en el proceso de construcción, corresponde a un hallazgo tardío en el ciclo de vida del proyecto, pues impactará en el tiempo y en el costo. Lo anterior se explica porque los presupuestos se forman de acuerdo con un proyecto conocido que no considera el hallazgo, por lo tanto, no se considerará disponible económico para la ejecución de esa tarea. Por otro lado, lo mismo ocurre con los programas de obra y por lo tanto con el tiempo que se dispone para la ejecución del proyecto, pues nuevamente se generan sobre el proyecto ya conocido que no considera esta tarea y por lo tanto no se provisionan días para la ejecución de aquellas.

## **1.2.-Antecedentes**

Un proyecto de construcción debe superar diferentes etapas<sup>3</sup>, comenzando con la existencia de una necesidad, pasando por el análisis, identificación de soluciones, evaluación, financiamiento, diseño, construcción, puesta en marcha, etc. En todas estas etapas, conforme más avanzado esté el proyecto, desde la etapa de diseño en adelante, más costoso será hacer algún cambio, modificación o solucionar alguna omisión.

Por otro lado, durante el proceso de construcción, intervienen principalmente tres variables: Costos (Presupuesto de construcción y de operación) , Plazo (De construcción, se debe considerar una optimización de la producción para mantenerse dentro de los plazos) y Calidad (de acuerdo a lo establecido en el diseño del producto). Si bien se habla de estas variables como “independientes”, es indispensable entender que tanto la calidad como los plazos se encuentran estrechamente relacionadas con los costos, pues la correcta gestión del plazo y de la calidad mantendrán, y en algunos casos reducirán, los costos de construcción.

---

<sup>3</sup> Procesos y técnicas de construcción – Hernán de Solminihac y Guillermo Thenoux. Quinta edición.

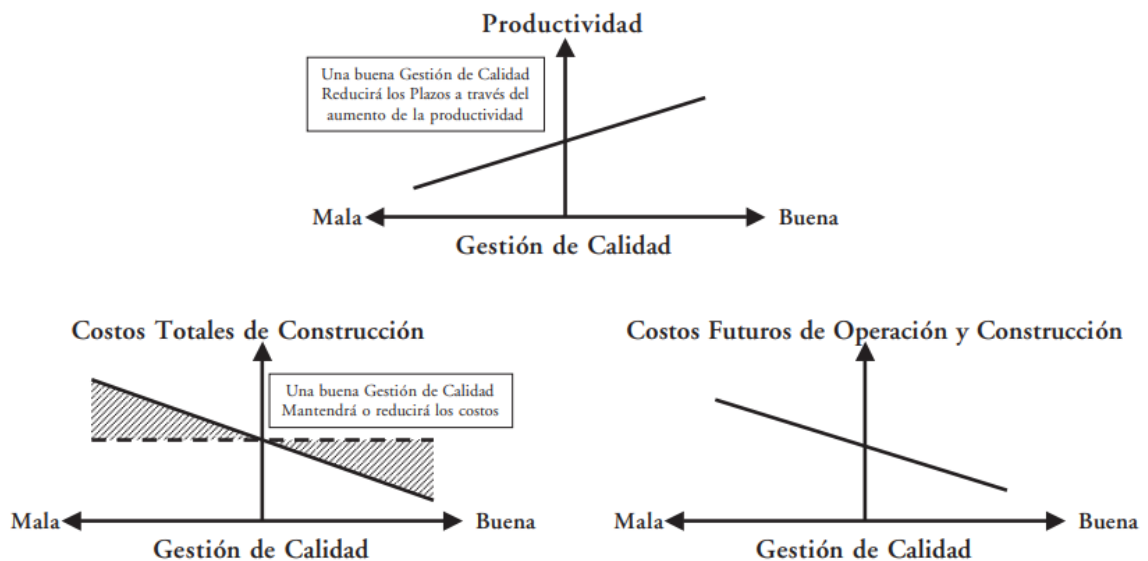


Imagen 1: Interacción de las variables

En consecuencia, la certeza que tenga el estudio de costos de la obra dependerá en gran medida del éxito en la gestión y ejecución de cada una de las etapas de la materialización del proyecto.

Sobre esta misma línea, la influencia que puede tener en el costo de un proyecto, las modificaciones, omisiones, errores o falta de calidad, descoordinación, falta de planificación y/o programación, dependerá directamente de la etapa en que se le encuentre solución. Pues en la etapa de la ingeniería de diseño e incluso en la etapa temprana de la construcción, el costo del cambio será considerablemente menos influyente en el presupuesto



final de la obra, si se compara con que esta misma desviación sea detectada al final del proyecto de construcción.

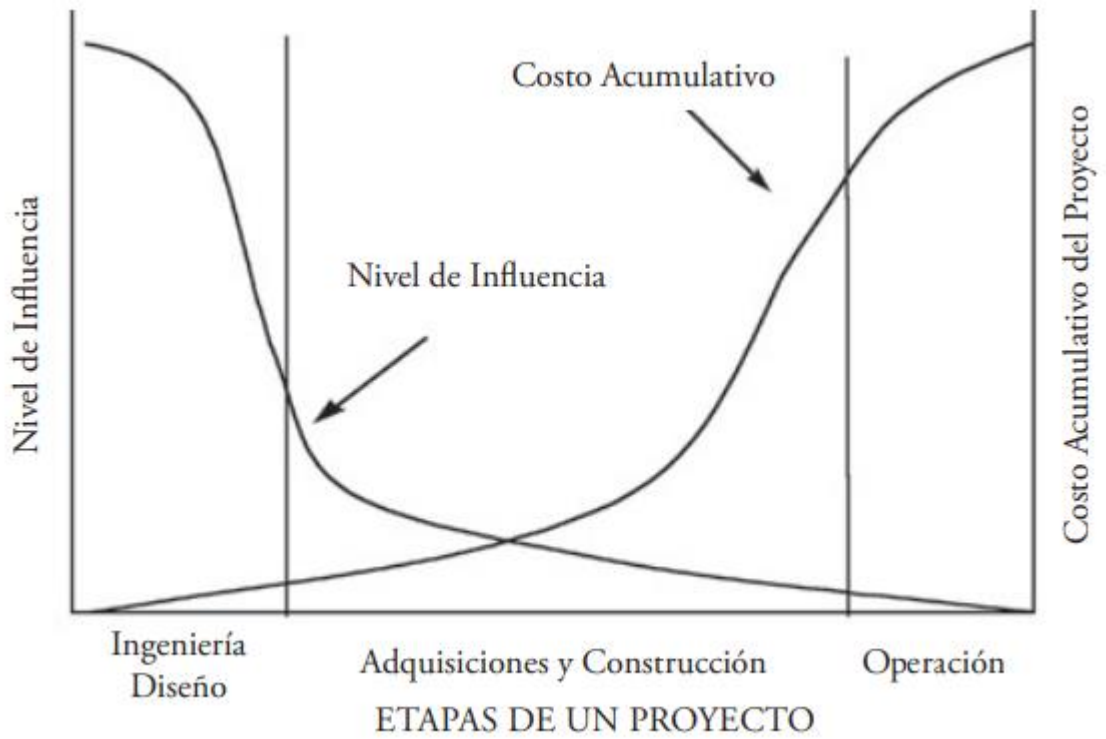


Imagen 2: Influencia de las etapas de un proyecto en sus costos.

### **1.3.-Pregunta de investigación:**

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, se presume que la coordinación temprana de los proyectos, vale decir la coordinación durante la ingeniería de diseño, podría contribuir a mejorar la productividad en la etapa de construcción – edificación, evitando de esta manera el sobre trabajo y reprocesos asociados a los hallazgos resultantes de las descoordinaciones u omisiones. Por lo tanto, la pregunta que funda ésta investigación será *¿Cómo la coordinación temprana de los proyectos inmobiliarios, desarrollada con herramientas digitales puede contribuir a disminuir el costo por efectos de sobretiempo?*

#### **1.4.-Objetivo:**

El objetivo general de este documento es, entonces, *Identificar los procesos y problemas en la coordinación de proyectos inmobiliarios y la manera en la que afectan en el tiempo de ejecución del mismo proyecto*. Ello, para de este modo establecer cómo las herramientas digitales aportarían a la optimización de estos proyectos.

Para lograr lo anterior, se definieron los siguientes objetivos específicos:

1. Reconocer las etapas relevantes de un proyecto inmobiliario.
2. Identificar las potenciales descoordinaciones u omisiones en un proyecto.
3. Cuantificar y tipificar las omisiones.
4. Evaluar las pérdidas por concepto de sobretiempo.
5. Verificar cómo las herramientas digitales pueden ser un aporte en la optimización del proyecto.

### **1.5.- Metodología:**

Se realizará un levantamiento bibliográfico para establecer cómo se desarrolla y comporta un proyecto inmobiliario. Además, se hará un levantamiento de información de una obra construida, identificando si se produjeron o no descoordinaciones u omisiones que pudieron prevenirse, y finalmente, sobre la información obtenida de este levantamiento, se cuantificará y tipificarán los hallazgos con la finalidad de evaluar en términos porcentuales de qué manera, coordinando la información con herramientas digitales en la etapa de la ingeniería de diseño, podría eventualmente disminuir las pérdidas por sobretiempo.

## **CAPITULO I: Proyecto inmobiliario, etapas y planificación.**

Al consultar la bibliografía respecto de evaluación y preparación de proyectos, se encuentran varias definiciones de lo que esto implica, como la de Sapag en su libro “Preparación y evaluación de proyectos”, donde se define Proyecto como *“búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tanto, una necesidad humana o deseo”*. O bien la del PMI donde se define como *“Un Proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.”*

Indiferente del autor que se consulte, todos ellos coinciden en que un Proyecto busca dar solución a alguna necesidad, por medio de un esfuerzo único durante un periodo de tiempo definido.

Por otro lado, un Proyecto Inmobiliario está compuesto de al menos cuatro subproyectos, uno documental: que se hará cargo de todos los aspectos administrativos, relacionado con aprobaciones, permisos y recepciones. Uno de construcción: que corresponde al desarrollo técnico del proyecto, sus coordinaciones, licitación, materialización y puesta en marcha. Hay también un proyecto administrativo: que se hará cargo de la constitución de las

sociedades, las contrataciones, la generación de estrategias tributarias y de financiamiento, patentes, compraventa de terrenos, etc. Y finalmente un proyecto comercial: que involucra toda la comercialización y posicionamiento del producto en el mercado, desde la definición del producto hasta la post venta inmobiliaria.

Estos Subproyectos, que trabajan de manera paralela se mueven por un fin común, que será la construcción de un Producto Inmobiliario.

## **2.1.- Etapas de un Proyecto Inmobiliario.**

Es posible distinguir las siguientes etapas dentro de un Proyecto Inmobiliario:

1. Identificación de la necesidad y sus posibles soluciones, para que exista un proyecto, debe existir alguna necesidad que tiene que ser resuelta.
2. Estudio de factibilidad, donde se determina si la solución encontrada es realmente viable de manera técnica, económica, administrativa, legal y medioambiental.
3. Evaluación, se evalúan las alternativas posibles, generalmente se elige la mejor en cuanto a propuesta técnica-económica.
4. Financiamiento, para el proyecto en evaluación, que puede ser propio, o por medio de préstamos tanto bancarios como de fondos de inversión.
5. Diseño, en este punto se hacen los estudios de cabida, la mecánica de suelos, el diseño arquitectónico, diseño de estructuras y proyectos de especialidades y estudios de impacto ambiental. Con esto, se generan las especificaciones técnicas y bases administrativas.

6. Licitación y adjudicación, del proyecto a construirse.
7. Construcción, que corresponde a la materialización de la obra, y en la que se debe llegar a un acuerdo entre las partes (Constructora-Inmobiliaria) por medio de un contrato, que definirá el presupuesto y plazo de ejecución de los trabajos. En algunos casos también se definen las políticas de calidad, formas de control y condiciones de aumentos de plazo y/o costo, dependiendo del tipo de contrato celebrado. Se contratará la fuerza laboral, se adquieren los materiales necesarios y se materializa lo diseñado.
8. Puesta en marcha, en que se realizan las pruebas de funcionamiento de los equipos que serán utilizados durante la vida útil del edificio, ascensores, presurización, gas, electricidad, instalaciones sanitarias, etc.
9. Operación y mantenimiento, de la edificación en funcionamiento.
10. Abandono, al final de la vida útil del edificio, aunque esta etapa no siempre es diseñada, estimo que debería considerarse para minimizar el impacto que este puede provocar.



## **2.2.-Partes interesadas:**

Dentro de las partes interesadas en un Proyecto Inmobiliario encontraremos:

Poder Legislativo y Ejecutivo → Son los encargados de redactar las leyes y ordenanzas generales que regulan el negocio inmobiliario, entre las que se incluyen las leyes medio ambientales y laborales.

Municipios → Ya que son aquellas en que, por medio de las Direcciones de Obras Municipales aprueban o rechazan los proyectos a ejecutarse, otorgan los permisos de edificación, demolición, etc., y además, redactan las Ordenanzas Locales.

Juntas de Vecinos y/o Comunidades Vecinas → Ellas por que la construcción de un Proyecto Inmobiliario, suele generar un gran impacto en el barrio en el que se inserta. Se debe generar una sana relación con la comunidad, pues el costo social en ocasiones puede superar el costo económico del proyecto.

Dueño o Mandante → Es el interesado en llevar a cabo el Proyecto, es quien hace el encargo. Puede ser privado (Inmobiliarias, particulares) o públicos (Estado).

Bancos y Financieras → Que son quienes otorgan el financiamiento del Proyecto.

Oficinas de Diseño → Las Oficinas de Diseño de arquitectura, cálculo y especialidades, son las encargadas de dar forma o bien generar la imagen objetivo del proyecto.

Empresas Constructoras y sus Subcontratos → Que serán quienes se encargan de materializar el Proyecto en el terreno entregado y siguiendo los planos y especificaciones técnicas definidas.

Entidades Certificadoras → las que certificarán ( darán seguridad respecto ) los equipos y materiales de los que se compone el proyecto.

Público Objetivo → Que corresponde en definitiva, al potencial comprador.

### **2.3.- Planificación de los Proyectos.**

Tal como asegura Alfredo Serpell en su libro Planificación y Control de Proyectos, según la American Management Association, la Planificación *“consiste en determinar lo que se debe hacer, como se debe hacer, que acción debe tomarse, quien es el responsable de ella y porqué”*. En términos simples, Planificar será la mirada anticipada y global del Proyecto, dónde se definen que, y cómo se deben hacer las cosas, en este punto se listan las tareas o actividades y a éstas se le asignan los recursos necesarios (costo-tiempo). Esta asignación debe realizarse una vez tomada la decisión de ejecución del Proyecto, es decir con el estudio de factibilidad favorable.

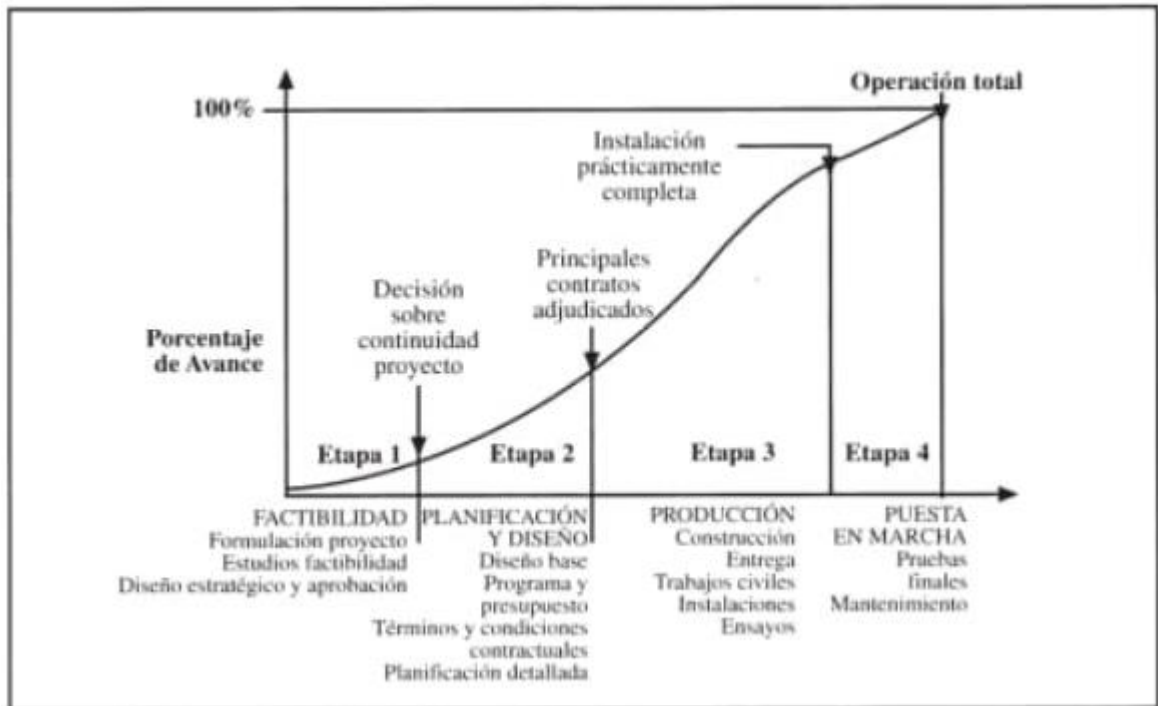


Imagen 3.-Ciclo de vida de un proyecto de construcción.

### **2.3.1.- Objetivos de la Planificación:**

Entenderemos como objetivos de la Planificación <sup>4</sup>:

1.-Análizar y definir cómo se debe realizar el trabajo, en cuanto a orden de ejecución y recursos, se debe dividir el proyecto en grupos de actividades que sean manejables (como vimos antes, en un Proyecto Inmobiliario, se pueden encontrar al menos cuatro subproyectos) y asignables.

2.-Anticiparse a los posibles riesgos y dificultades y encontrar sus posibles soluciones, de esta manera se busca disminuir a incertidumbre del proyecto.

3.- Programar los recursos, para permitir la optimización de estos, referentes tanto a cada uno de los Subproyectos como al Masterplan.

4.- Coordinar y controlar: el ideal es que la planificación entregue una línea base respecto del control de tiempo, costo y calidad del proyecto.

5.- Recopilar datos para ser utilizada en futuros proyectos, como en situaciones posteriores dentro del mismo.

Los anteriores objetivos y sobre todo, la recopilación de datos, la coordinación y control de la planificación facilitarán la correcta toma de

---

<sup>4</sup> De acuerdo con el libro de planificación y control de proyectos. Alfredo Serpell

decisiones. Pues ellas deberán evaluarse en más de una oportunidad durante la vida del Proyecto, sobre todo cuando este se enfrenta a la realidad.

### **2.3.2.- Niveles de la Planificación:**

Para Planificar se debe partir de lo general a lo particular o bien, de arriba hacia abajo. Entendiéndose que hablamos de Niveles de Planificación, estos serán la planificación Estratégica, que considera objetivos generales, aspectos globales, lineamientos y enfoques. Se trata de una manera general de ver el proyecto y sus actividades más grandes y cómo cumplir los objetivos de ésta.

Luego encontramos la planificación Táctica, que se hará cargo de planificar las actividades específicas requeridas para ejecutar el proyecto; y finalmente la planificación Operacional, que se hará cargo de la forma en que se van a ejecutar las tareas necesarias para materializar las actividades definidas anteriormente.

La Planificación es un ejercicio de descomposición o desmembramiento teórico del proyecto, que se crea desde lo estratégico a lo operacional, pero se controla de manera inversa, pues es la operación donde se pueden recopilar los datos necesarios para la toma de decisiones.

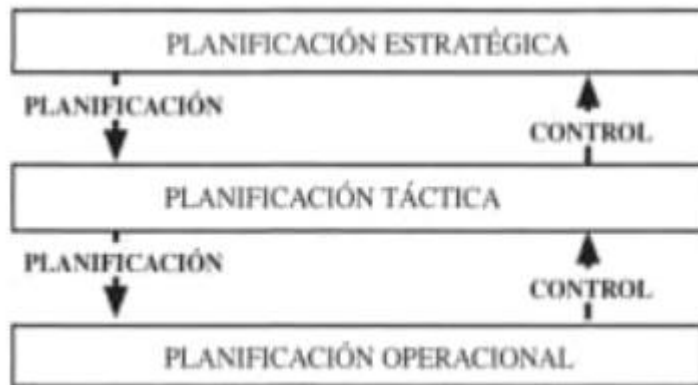


Imagen 4: Niveles de la Planificación.

Una vez que se ha planeado el Proyecto, se han definido los objetivos y las tareas, son conocidos el presupuesto y el plazo, se puede hacer la Programación del Proyecto, es decir, definir los tiempos que durarán las actividades, cuando comenzarán y terminarán y cuáles son los requisitos de entrada y salida de estas, a aquellas actividades a las que se les debe asignar recursos económicos. De esta manera, el control puede hacerse sobre el tiempo y costo de un proyecto.



## **2.4.- Programación de un Proyecto.**

Para traducir el esfuerzo de la planificación en un documento al que se le puede dar seguimiento se utiliza la *Carta Gantt*, la que, gracias a su estructura compuesta por barras que representan el tiempo de ejecución de las tareas listadas, ofrecen una manera ágil de leer la Planificación del Proyecto.

Para la formulación de este programa, se deben listar las actividades previamente definidas, establecer una secuencia lógica reconociendo las condiciones de entrada y salida de las actividades, estimar la duración de estas actividades y estimar los recursos necesarios para su desarrollo. Esta es la información mínima para su formulación.

Luego de la formulación de este programa y la creación de su línea base, que será la secuencia de actividades inicialmente definida y con la que el proyecto debe medirse, la que sólo se modificará mediante la aprobación formal y acuerdo entre las partes, se puede realizar el seguimiento al programa, se ingresarán las fechas y avances reales para poder hacer las comparaciones pertinentes.

Para la lectura del Programa es necesario entender, algunos conceptos, como:

- Hito: Evento significativo de un proyecto.

- Ruta Crítica: Corresponde a la secuencia de actividades que representa el camino más largo a través de un proyecto y determina la menor duración de este.
- Holgura Total: Será la cantidad de tiempo que una actividad puede retrasarse o aumentar su duración respecto a su inicio temprano, sin retrasar la fecha de finalización del Proyecto ni afectar a otra restricción.
- Holgura Libre: Cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin retrasar la fecha de inicio temprana de cualquier actividad posterior.
- Calendario de Trabajo: Corresponde a los días, turnos y jornadas de trabajo disponibles para las actividades.

Con esta información se puede tomar decisiones respecto del Proyecto al leer el seguimiento del Programa y su respectiva curva “S”, que mostrará la evolución proyectada de los costos acumulados y la evolución real de los mismos.

Finalmente es importante destacar, que se deben crear el Programa del Proyecto, pero además de sus Subproyectos, como por ejemplo: las ventas, construcción, las instalaciones, las entregas a clientes, etc.

Para el caso particular de un Proyecto de Edificación, se utiliza un programa de construcción, donde se listan los principales, hitos y tareas, se trabaja también con una Curva S del Proyecto, como es de suponer, el procedimiento de confección y forma de lectura es común a las anteriores.

En el Anexo 1 se presenta una imagen referencial de como se ve una Carta Gantt para un proyecto de edificación habitacional.

## **2.5.- Gestión de Costos de los Proyectos Inmobiliarios.**

Una vez que el Estudio de Factibilidad es favorable, se debe realizar el estudio o evaluación económica, esta corresponderá a la primera aproximación a los costos del proyecto y su resultado influye en gran medida la decisión de ejecutar o no.

Como el costo y el tiempo son esenciales en los proyectos, la Evaluación Económica no sólo considera los ingresos y egresos del proyecto a evaluar, se analiza también el periodo en el que se recibirán retornos y se toma en cuenta el valor futuro del proyecto. Pues luego de contraponer los beneficios con los riesgos. La Evaluación Económica determina la conveniencia de llevar a cabo la alternativa seleccionada, en un periodo de tiempo determinado.

Respecto de la toma de decisiones, los indicadores más utilizados son el *Valor Actual Neto (VAN)*, que actualiza el valor del flujo de efectivo futuro, de esta manera, el criterio de decisión consiste en que, si el VAN es positivo, el proyecto es rentable, por su parte, si es negativo, es indicador de pérdidas. Y la *Tasa Interna de Retorno (TIR)*, que indica la rentabilidad del proyecto, además de ser la tasa de descuento que iguala el VAN a cero. En este caso la

regla de decisión es aceptar proyectos con una TIR igual o mayor a la tasa de descuento.

Una vez tomada la decisión y abierto el proceso de Licitación, él o los invitados al Concurso (público o privado) generarán, de acuerdo con las bases administrativas, planos, subproyectos y especificaciones técnicas, un Presupuesto cuya estructura aproximada es la que se indica:

• Costos directos de obra
• Gastos generales de obra
• Gastos generales indirectos
<b>Subtotal</b>
• Imprevistos
• Utilidad
<b>Costo total (sin impuestos)</b>
+ Impuestos
<b>Costo Total de la Obra</b>
• Costos de diseño del proyecto
• Permisos y derechos
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>

Imagen 5: Estructura aproximada de un Presupuesto.

Lo que se leerá de la siguiente manera:

- Costos Directos: Corresponden al valor de la materialización del proyecto, serán todos los costos imputables a alguna partida.

El Presupuesto de quien adjudique el Contrato será también parte de éste por lo que quien construye debe mantenerse dentro de los

márgenes que este indica y debe generar el control de costos necesario para evitar las desviaciones, analizando los resultados de manera recurrente durante el proyecto.

- Gastos Generales: Corresponden a aquellos gastos de la edificación que no son imputables directamente a alguna partida, y que son requerimiento para la ejecución del proyecto, por ejemplo: el aseo, los jornales, la instalación de faenas, las garantías, los gastos de la oficina central, etc.
- Imprevistos: Corresponden a un porcentaje del presupuesto asignado a gastos no controlables, cómo, por ejemplo, los aumentos de precios de los materiales, los gastos no considerados en el presupuesto, ello por no existir o considerarse necesarios en la etapa de estudios.

Un ejemplo claro de esto es el alza de los valores de los materiales, por efecto del desabastecimiento generado en tiempos de Pandemia. Estos gastos no eran en absoluto previsibles en el minuto de Estudios, por lo que la diferencia de aumentos de precio, se sacan del monto asociado a imprevistos.

- Utilidad: Corresponde a la ganancia del ejecutor, que normalmente es un porcentaje del costo del proyecto.

Una vez terminado el Proyecto, se debe realizar un Cierre Económico del mismo, para de este modo conocer el resultado final.

## **2.6.- Plan de Gestión de Calidad.**

La Calidad del producto quedará establecida al momento de diseñarlo, se entenderá entonces que el objetivo quedará plasmado tanto en las Especificaciones Técnicas como en los planos. Aunque en algunas oportunidades se adjuntan al Contrato las denominadas Notas de Construcción respecto de consideraciones de materiales y/o proveedores, a fin de asegurar la calidad del producto.

Para poder alcanzar el estándar deseado, es necesario generar un Plan de Gestión de la Calidad, donde se establecerán los parámetros de planificación, ejecución y control del proyecto conforme a los requisitos establecidos.

La manera más común de gestionar la calidad en este tipo de proyectos es basándose en la norma *ISO9001:2015 de sistemas de gestión de la calidad*.

Las ISO 9001 que se basan en la gestión de procesos, ellas permiten comprender los requisitos, considerar los procesos en términos de valor agregado, lograr un desempeño eficaz y mejorar los procesos con base en la evaluación de datos e información.



La manera de materializar el Plan de Gestión de la Calidad, basado en la norma ISO 9001, será generando el ‘Plan de gestión de calidad’ que corresponde al documento donde se indicará lo siguiente:

- Alcances y exclusiones.
- Política de calidad, correspondiente a la institución que llevará a cabo el proyecto.
- Objetivos de gestión, indicando los indicadores y frecuencia con los que se le hará seguimiento
- Estructura organizacional y sus responsabilidades.
- Planificación y control operacional, en este apartado se deben indicar los procedimientos mínimos a tener en consideración durante el desarrollo del proyecto.

En general encontraremos dos tipos de procedimientos: los Administrativos, que regularán todas aquellas tareas que no tienen relación directa con la materialización del proyecto y los Operativos, que regularán la construcción. En estos últimos se puede o no asignar un nivel de criticidad de las partidas.

- Medición, análisis y mejoras. Se indicará la frecuencia y tipos de auditorías, además de productos no conformes y no conformidades.

Con lo anterior, se entiende que la correcta aplicación y enseñanza del Plan de Gestión de Calidad contribuye en el resultado financiero del proyecto, pues al evitar reprocesos, evitamos pérdidas materiales y monetarias.

Es importante, al momento de generar y difundir este plan, el no demonizar la figura del Departamento de Calidad, para que de este modo se genere un ambiente colaborativo, donde las desviaciones se entiendan como una oportunidad de mejora y no como un evento a ocultar.

## **CAPITULO II: Coordinación de los Proyectos.**

El objetivo de la Coordinación de Proyectos es evitar la mayor cantidad de interferencias e indefiniciones posibles durante la etapa previa a la construcción o muy temprano durante la misma. De esta manera evitamos posibles paralizaciones, retrasos y reprocesos.

En la etapa de Coordinación se debe cumplir con la revisión, coordinación o superposición de todos los proyectos. O dicho de otra manera y en términos prácticos, se debe “dibujar” el edificio por completo y no solo revisar los proyectos por separado.

Se debe analizar la viabilidad de la ejecución del Proyecto tal como está y rediseñar aquellas interferencias que puedan aparecer.

La Coordinación debe integrar en su proceso a todas las partes interesadas en el Proyecto, a fin de contar con el “ know how “ de cada uno de ellos. En esta misma línea, al menos deberían intervenir en la Coordinación los siguientes actores: El Coordinador, la Oficina de Arquitectura, las Oficinas de Especialidades, la Oficina de Cálculo y el Constructor.

### **3.1.- Metodologías de Coordinación de Proyectos – Building Information**

#### **Modeling (BIM).**

En términos sencillos, *BIM* es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de manera colaborativa en un espacio virtual.<sup>5</sup> Lo que pretende es fomentar el trabajo colaborativo y unificado.

Entendemos que corresponde a la superposición de la información a fin de modelar el Edificio de manera digital, uniendo a todos los actores en un único modelo.

El BIM se puede mirar desde dos perspectivas: la primera o BIM de Primera Generación, entendiendo que los edificios son mecanismos tridimensionales surgidos de la voluntad de un mandante, el que hace un encargo a algún arquitecto para luego licitar el proyecto.

Por otro lado, el BIM de Segunda Generación <sup>6</sup>, que entiende a los edificios como expresiones vivas de las sociedades que los habitan. Por lo tanto, mandante, arquitecto y constructora son los canalizadores de estas fuerzas.

---

<sup>5</sup> Basado en ESTANDAR BIM IT PARA PROYECTOS PUBLICOS

<sup>6</sup> Enfoque BIM de segunda generación – Modelo dual de once dimensiones – A. Weil.

A este respecto, el punto de inflexión está en los intereses y la cultura colaborativa, pues en aquellos casos en que se mira al edificio como el resultado de un encargo y no están alineados los intereses ni existe una cultura de colaboración, el éxito de la metodología BIM es casi nulo. Por lo mismo, no es casualidad que el BIM de segunda generación, que entiende el edificio y la edificación como un proceso integrado, haya tenido éxito únicamente en aquellos lugares donde los intereses son comunes.

Un ejemplo de BIM de segunda generación es presentado en el modelo dual de once dimensiones, en el que la presentación el autor muestra la edificación como una conceptualización orgánica, donde la información y los elementos tangibles están en constante retroalimentación.

## **CAPITULO III: Caso de Estudio**

### **4.1.- Problemática:**

Como señalé al inicio de esta investigación, la pregunta fundamental de esta AFE es: “*¿Cómo la coordinación temprana de los proyectos inmobiliarios, desarrollada con herramientas digitales puede contribuir a disminuir el costo por efectos de sobretiempo?*”

Para poder contestarla es necesario responder de manera previa las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las etapas de un proyecto inmobiliario y cual o cuales de ellas se consideran como tempranas?
- ¿Cómo se manejan o a que corresponden los costos de un proyecto?
- ¿Qué se entiende por sobretiempo?
- ¿Cuáles son las herramientas digitales utilizadas para la coordinación?

Haciendo referencia a lo expuesto en el capítulo I, apartado 2.1 Etapas de un proyecto inmobiliario, estas son: La identificación de la necesidad y sus posibles soluciones, estudio de factibilidad, evaluación, financiamiento, diseño, licitación, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento y finalmente abandono. Para efecto de este ejercicio

entenderemos como etapa temprana toda aquella que sea previa a la construcción.

Por lo tanto, la Coordinación de proyecto debería hacerse entre la Etapa de Diseño y la Etapa de Licitación. De este modo, toda interferencia que aparezca se podrá agregar al presupuesto de construcción y por lo tanto al presupuesto del proyecto.

En cuanto a los costos, en el apartado 2.5 Gestión de Costos de los Proyectos Inmobiliarios, se estableció que el costo total de un proyecto corresponde a la sumatoria de los costos directos, más los gastos generales, imprevistos y utilidades. Como los costos directos corresponden al valor de la materialización del proyecto, son estos los que se ven afectados por los aumentos de obra y en consecuencia el costo total del proyecto.

Respecto de los tiempos de un Proyecto, tal como se estableció en el punto 2.4 Programación de Proyectos, el esfuerzo de la Planificación se traduce finalmente en una Carta Gantt, documento donde se establecerá, tanto las tareas a ejecutar y controlar, como los plazos con los que se cuenta para su ejecución. De esta manera, se deja registro contractual del plazo del programa, que habitualmente forma parte del Contrato de Construcción.

Todo plazo de ejecución que sea posterior a la fecha de término del programa se entenderá como sobretiempo.

Finalmente, respecto de las herramientas digitales para la Coordinación, independiente del número existente de ellas, para el caso de esta actividad, haremos referencia a la programación a través de *MS Project*, los planos utilizados en formato *DWG* y el modelamiento de la edificación en 3D (*BIM*). Se excluyen de este ejercicio las metodologías para el traspaso de la información y las plataformas utilizadas para la Gestión de Calidad, por no considerarse directamente influyentes en el resultado.

Visto lo anterior, el ejercicio a continuación pretende demostrar de qué forma la deficiente coordinación de un proyecto afecta en el plazo de éste, por medio de la utilización del programa de obra y los requerimientos de información.



## **4.2.- Presentación del Ejercicio y Metodología:**

Para la ejecución de este ejercicio, se estudió un edificio habitacional ubicado en la Región Metropolitana, ya construido sin tecnología BIM.

Este Proyecto constaba de dos torres de 8 pisos cada una además de dos subterráneos comunes.

Para hacer el estudio, se analizaron el plazo de contrato, el monto total contratado, el programa de obra y los requerimientos de información.

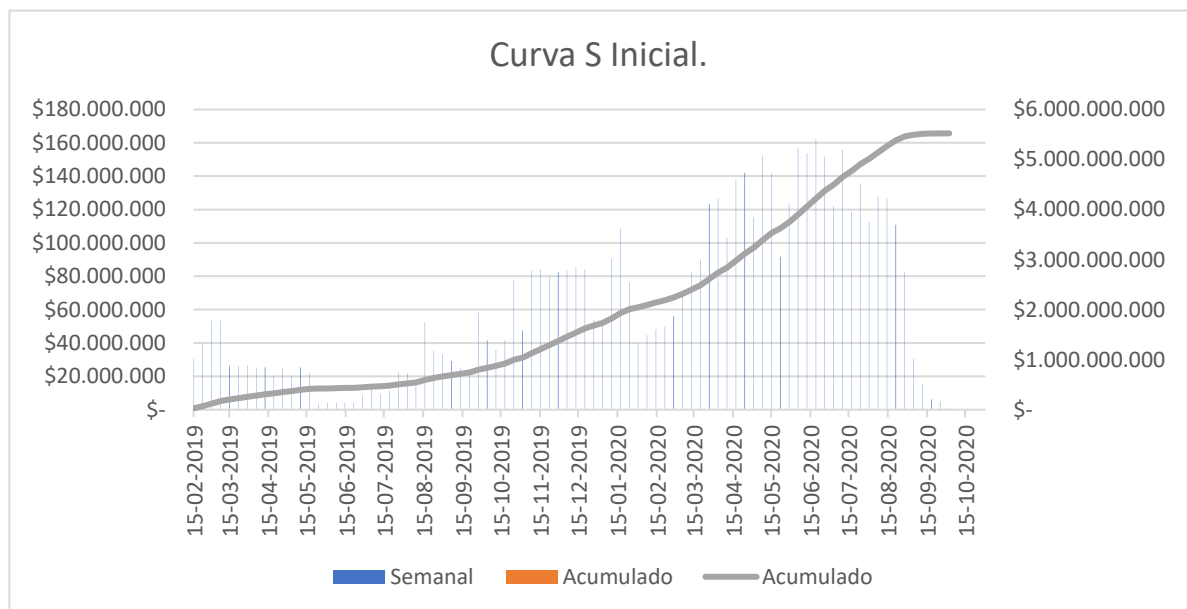
El análisis de los requerimientos de información se ejecutó clasificándolas en: Indefiniciones, Descoordinaciones, Errores de Diseño, Errores de Ejecución, Propuestas de la Constructora y Consultas Operativas. Considerando para el ejercicio únicamente las 3 primeras.

Por otro lado, el análisis del programa se realizó, sobre el programa con la línea base definida y los costos cargados, pero sin avance, pues no es correcto incluir el desempeño de la Constructora, independiente de su calidad, en un ejercicio que pretende analizar cómo afectó en los plazos de la obra, la coordinación del Proyecto.

### 4.3.- Desarrollo y Resultados del Ejercicio:

Del total de requerimientos estudiados, 20 cumplen con los requisitos establecidos, de estos, 13 corresponden a Problemas de Diseño y 7 corresponden a Problemas de Indefiniciones. Todas ellas afectan a alrededor de 66 tareas.

Se genero la Curva S del programa de obra, que está sin avance y con línea base definida.



En la Curva S Inicial se observa que el Costo está distribuido entre la fecha de inicio de la obra y la fecha de término programada, en concordancia con la cantidad de tareas y el costo de las tareas a realizar semana a semana. Es

por esto que el costo inicial es alto, luego tiene una baja durante las Obras Previas, vuelve a subir durante la Obra Gruesa, que suele ser una de las etapas más caras del proyecto, tiene nuevamente una baja en la transición entre el final de la obra gruesa y el inicio de las Terminaciones y vuelve a aumentar en el Proceso de Terminaciones pues, no solamente se realizan faenas caras, como pinturas , ventanas, impermeabilizaciones y cubiertas, sino también se abren más frentes, como las fachadas y los exteriores y para el Final de la Obra se ve una disminución en el costo disponible pues debería estar gastándose sólo los montos asignados para entregas.

Con el Programa de la Obra, en las condiciones mencionadas en el punto anterior, se agregaron las Tareas Impacto, entendiéndose por ellas, toda aquella que fue agregada de manera posterior a la escritura de la línea base y que naturalmente afectara la estructura del programa. Esta debe ser vinculada a una tarea predecesora y sucesora. Además, se debe considerar una duración, que, si es cambiada por cero, dejara de afectar el plazo del Programa y solo afectara la estructura.

El Programa sin impactar se ve de la siguiente manera:

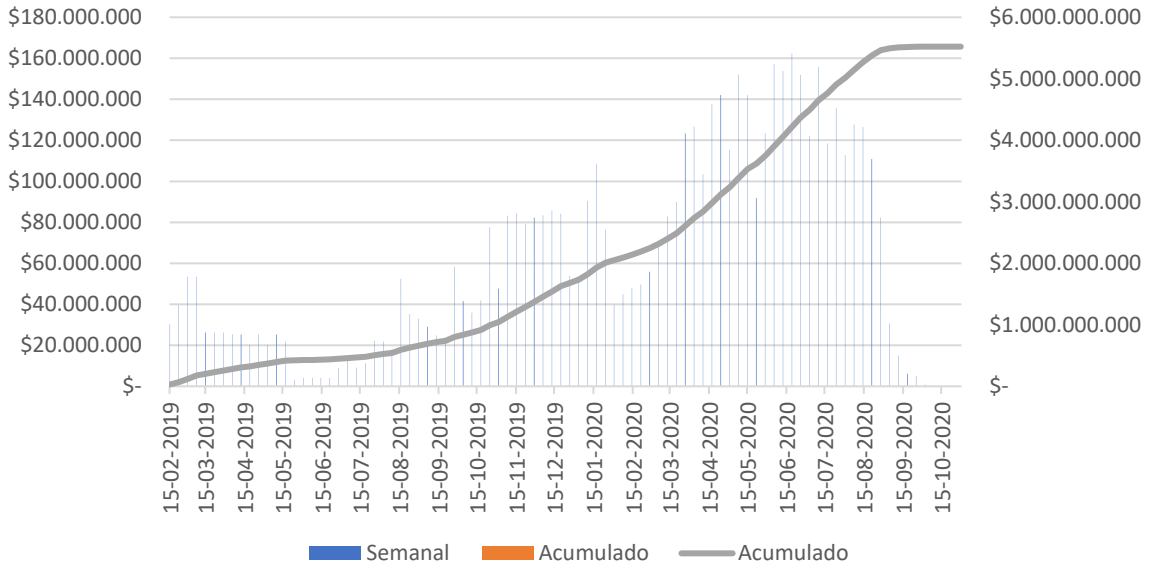
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	Días Comidos
0	<b>PROYECTO.</b>	lun 11-02-19 8:00	vie 02-10-20 18:00	409 días	600 días
1	<b>1 HITOS</b>	lun 11-02-19 8:00	vie 02-10-20 18:00	409 días	600 días
2	<b>1.1 HITOS CONTRACTUALES</b>	lun 11-02-19 8:00	vie 02-10-20 18:00	409 días	600 días
7	<b>1.2 HITOS MANDANTE</b>	vie 27-12-19 8:00	mar 28-01-20 18:00	21 días	33 días
12	<b>2 CONSTRUCCION</b>	lun 11-02-19 8:00	lun 31-08-20 18:00	387 días	568 días
13	<b>2.1 Obras preliminares</b>	lun 11-02-19 8:00	jue 06-08-20 18:00	370 días	543 días
18	<b>2.2 Obras previas</b>	jue 21-02-19 8:00	jue 16-05-19 18:00	59 días	85 días
21	<b>2.3 Obra gruesa subterráneo TB</b>	lun 13-05-19 8:00	jue 10-10-19 18:00	103 días	151 días
98	<b>2.4 Obra gruesa subterráneo TA</b>	mar 25-06-19 8:00	vie 11-10-19 18:00	74 días	109 días
176	<b>2.5 Obra gruesa pisos superiores TB</b>	lun 14-10-19 8:00	vie 24-01-20 18:00	69 días	103 días
361	<b>2.6 Obra gruesa pisos superiores TA</b>	vie 18-10-19 8:00	mar 28-01-20 18:00	67 días	103 días
546	<b>2.7 Radier</b>	mar 29-10-19 8:00	mar 03-03-20 18:00	85 días	127 días
551	<b>2.8 Terminaciones subterráneos TB</b>	vie 08-11-19 8:00	mié 15-07-20 18:00	171 días	251 días
569	<b>2.9 Terminaciones subterráneos TA</b>	mar 26-11-19 8:00	mié 15-07-20 18:00	159 días	233 días
588	<b>2.10 Terminaciones Departamentos TB</b>	mié 29-01-20 8:00	lun 24-08-20 18:00	144 días	209 días
1093	<b>2.11 Terminaciones departamentos TA</b>	vie 31-01-20 8:00	mié 26-08-20 18:00	144 días	209 días
1598	<b>2.12 Terminaciones hall y pasillo TB</b>	lun 01-06-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	64 días	92 días
1667	<b>2.13 Terminaciones hall y pasillo TA</b>	lun 01-06-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	64 días	92 días
1730	<b>2.14 Terminaciones Caja Escala TB</b>	mar 31-03-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	105 días	154 días
1738	<b>2.15 Terminaciones Caja Escala TA</b>	mar 31-03-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	105 días	154 días
1746	<b>2.16 Cubierta TB</b>	lun 23-03-20 8:00	mié 24-06-20 18:00	65 días	94 días
1753	<b>2.17 Cubierta TA</b>	lun 23-03-20 8:00	mié 24-06-20 18:00	65 días	94 días
1760	<b>2.18 Instalaciones TB</b>	lun 15-07-19 8:00	lun 31-08-20 18:00	280 días	414 días
1798	<b>2.19 Instalaciones TA</b>	lun 15-07-19 8:00	lun 31-08-20 18:00	280 días	414 días
1837	<b>2.20 Fachada TB</b>	lun 03-02-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	146 días	211 días
1839	<b>2.21 Fachada TA</b>	lun 03-02-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	146 días	211 días
1841	<b>2.22 Obras Exteriores</b>	lun 27-01-20 8:00	mié 26-08-20 18:00	148 días	213 días
1865	<b>3 ENTREGA</b>	mié 15-04-20 8:00	vie 02-10-20 18:00	117 días	171 días
1866	<b>3.1 Entrega</b>	mié 15-04-20 8:00	vie 02-10-20 18:00	117 días	171 días

El Programa luego del impacto tendrá 26 días de atraso.

Id	Nombre de tarea	Atraso (-) Adelanto (+)	Comienzo previsto	Fin previsto	Comienzo	Fin	Duración	Días Corridos
0	<b>PROYECTO.</b>	-26 días	lun 11-02-19 8:00	vie 02-10-20 18:00	lun 11-02-19 8:00	mié 28-10-20 18:00	426 días	626 días
1	<b>1 HITOS</b>	-21 días	lun 11-02-19 8:00	vie 02-10-20 18:00	lun 11-02-19 8:00	vie 23-10-20 18:00	423 días	621 días
2	<b>1.1 HITOS CONTRACTUALES</b>	-21 días	lun 11-02-19 8:00	vie 02-10-20 18:00	lun 11-02-19 8:00	vie 23-10-20 18:00	423 días	621 días
7	<b>1.2 HITOS MANDANTE</b>	-17 días	vie 27-12-19 8:00	mar 28-01-20 18:00	vie 27-12-19 8:00	vie 14-02-20 18:00	34 días	50 días
12	<b>2 CONSTRUCCION</b>	-58 días	lun 11-02-19 8:00	lun 31-08-20 18:00	lun 11-02-19 8:00	mié 28-10-20 18:00	426 días	626 días
13	<b>2.1 Obras preliminares</b>	0 días	lun 11-02-19 8:00	jue 06-08-20 18:00	lun 11-02-19 8:00	jue 06-08-20 18:00	370 días	543 días
18	<b>2.2 Obras previas</b>	0 días	jue 21-02-19 8:00	jue 16-05-19 18:00	jue 21-02-19 8:00	jue 16-05-19 18:00	59 días	85 días
21	<b>2.3 Obra gruesa a subterráneo TB</b>	-25 días	lun 13-05-19 8:00	jue 10-10-19 18:00	lun 13-05-19 8:00	lun 04-11-19 18:00	118 días	176 días
111	<b>2.4 Obra gruesa a subterráneo TA</b>	-19 días	mar 25-06-19 8:00	vie 11-10-19 18:00	jue 20-06-19 8:00	mié 30-10-19 18:00	90 días	133 días
200	<b>2.5 Obra gruesa a pisos superiores TB</b>	-21 días	lun 14-10-19 8:00	vie 24-01-20 18:00	mar 06-08-19 8:00	vie 14-02-20 18:00	129 días	193 días
393	<b>2.6 Obra gruesa a pisos superiores TA</b>	-17 días	vie 18-10-19 8:00	mar 28-01-20 18:00	mar 06-08-19 8:00	vie 14-02-20 18:00	129 días	193 días
587	<b>2.7 Radier</b>	-17 días	mar 29-10-19 8:00	mar 03-03-20 18:00	mié 28-08-19 8:00	vie 20-03-20 18:00	139 días	206 días
593	<b>2.8 Terminaciones subterráneos TB</b>	-20 días	vie 08-11-19 8:00	mié 15-07-20 18:00	mié 05-06-19 8:00	mar 04-08-20 18:00	289 días	427 días
612	<b>2.9 Terminaciones subterráneos TA</b>	-20 días	mar 28-11-19 8:00	mié 15-07-20 18:00	vie 13-12-19 8:00	mar 04-08-20 18:00	159 días	236 días
631	<b>2.10 Terminaciones Departamentos TB</b>	-21 días	mié 29-01-20 8:00	lun 24-08-20 18:00	mié 19-02-20 8:00	lun 14-09-20 18:00	144 días	209 días
1150	<b>2.11 Terminaciones departamentos TA</b>	-19 días	vie 31-01-20 8:00	mié 26-08-20 18:00	mié 19-02-20 8:00	lun 14-09-20 18:00	144 días	209 días
1662	<b>2.12 Terminaciones hall y pasillo TB</b>	-58 días	lun 01-06-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	mar 28-07-20 8:00	mié 28-10-20 18:00	64 días	93 días
1731	<b>2.13 Terminaciones hall y pasillo TA</b>	-24 días	lun 01-06-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	mar 23-06-20 8:00	jue 24-09-20 18:00	64 días	94 días
1794	<b>2.14 Terminaciones Caja Escala TB</b>	-23 días	mar 31-03-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	mié 22-04-20 8:00	mié 23-09-20 18:00	105 días	155 días
1802	<b>2.15 Terminaciones Caja Escala TA</b>	-21 días	mar 31-03-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	lun 20-04-20 8:00	lun 21-09-20 18:00	105 días	155 días
1810	<b>2.16 Cubierta TB</b>	-23 días	lun 23-03-20 8:00	mié 24-06-20 18:00	mar 14-04-20 8:00	vie 17-07-20 18:00	65 días	95 días
1817	<b>2.17 Cubierta TA</b>	-20 días	lun 23-03-20 8:00	mié 24-06-20 18:00	jue 09-04-20 8:00	mar 14-07-20 18:00	65 días	97 días
1824	<b>2.18 Instalaciones TB</b>	-58 días	lun 15-07-19 8:00	lun 31-08-20 18:00	lun 15-07-19 8:00	mié 28-10-20 18:00	319 días	472 días
1864	<b>2.19 Instalaciones TA</b>	-24 días	lun 15-07-19 8:00	lun 31-08-20 18:00	lun 15-07-19 8:00	jue 24-09-20 18:00	296 días	438 días
1905	<b>2.20 Fachada TB</b>	-23 días	lun 03-02-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	lun 24-02-20 8:00	mié 23-09-20 18:00	146 días	213 días
1907	<b>2.21 Fachada TA</b>	-21 días	lun 03-02-20 8:00	lun 31-08-20 18:00	jue 20-02-20 8:00	lun 21-09-20 18:00	146 días	215 días
1909	<b>2.22 Obras Exteriores</b>	-19 días	lun 27-01-20 8:00	mié 26-08-20 18:00	mié 28-08-19 8:00	lun 14-09-20 18:00	260 días	384 días
1939	<b>3 ENTREGA</b>	-21 días	mié 15-04-20 8:00	vie 02-10-20 18:00	mié 03-06-20 8:00	vie 23-10-20 18:00	98 días	143 días
1940	<b>3.1 Entrega</b>	-21 días	mié 15-04-20 8:00	vie 02-10-20 18:00	mié 03-06-20 8:00	vie 23-10-20 18:00	98 días	143 días

Una vez que fueron ingresadas todas las Tareas Impacto, se genera una nueva curva S y se compara con la curva S original del proyecto. En esta se puede apreciar cuánto más durará el Proyecto, tiempo para el cual no existen fondos disponibles.

Curva S final.



## **CONCLUSIONES**

El resultado del ejercicio realizado arroja que, por efecto de descoordinaciones, errores u omisiones en la ejecución del proyecto, esta se retrasa 26 días.

Entendiendo que este escenario será diferente dependiendo el Proyecto estudiado, el ejercicio establece que si la descoordinación del Proyecto llega hasta la etapa de Construcción, aún cuando la Constructora haga la gestión a tiempo, se corre un muy alto riesgo de retrasos, pues si bien es cierto que en los Contratos de Construcción suelen incluirse cláusulas de revisión del proyecto, estas revisiones ya son muy tardías, por lo tanto el costo de la ejecución de modificaciones se eleva exponencialmente. Debe considerarse en este costo, tanto el costo del material para la ejecución como el costo del tiempo utilizado para esto.

Por ello, la respuesta a la pregunta de investigación se divide en dos partes: primero, en lo esencial que es la coordinación temprana de los proyectos, donde juega un rol clave el Coordinador de Proyectos, pues debe ser alguien capaz de entender el Edificio como un ente orgánico, e integrar a todas las

partes interesadas a fin de mejorar, previo a la construcción, la calidad de diseño del proyecto.

Por otro lado, la utilización de metodologías acompañadas de herramientas digitales, como el BIM, contribuyen al rol de Coordinador, pues se podrá, entre otras cosas, ver el modelo de lo que se va a edificar, lo que, a su vez, permite ver posibles interferencias.

Ahora bien, es requisito fundamental que tanto el Coordinador de Proyecto como el Modelador del mismo Proyecto tengan el conocimiento constructivo y de diseño suficiente para poder identificar todos aquellos eventos que podrían producir problemas en la ejecución, también debe ser alguien capaz de lograr la colaboración tanto de las Oficinas de Diseño de Especialidades, como Arquitectura, Mandante e inclusive el Constructor.

En conclusión, aun cuando tenemos metodologías ampliamente desarrollada para la mejora de la Edificación, el éxito de estas dependerá en una parte muy importante de los profesionales y la disposición a adoptar estas nuevas culturas de trabajo. De lo contrario, las planillas y modelos en tres dimensiones serán solo eso, lindos dibujos de eventuales edificaciones, más que una herramienta útil para el desarrollo del proyecto.



## BILBIOGRAFIA

1. Alfredo Serpell Bley (2015) Planificación y control de proyectos. Cuarta edición.
2. Andres Weil. (2019) Enfoque BIM de Segunda Generación Modelo dual de once dimensiones.
3. Cámara Chilena de la Construcción (2019) Impacto en la productividad de la integración temprana de las empresas de suministros en los proyectos de construcción. Disponible en <https://extension.cchc.cl/>
4. Corfo-Plan Bim (2021) Estándar BIM para proyectos públicos. Disponible en <https://planbim.cl/>
5. Comisión Nacional de Productividad (2020) Productividad en el sector de la Construcción. Disponible en <https://www.cnep.cl/>
6. González Guzmán, F. (2014). Beneficios de la coordinación de proyectos BIM en edificios habitacionales. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116294>
7. Guillermo Thenoux - Hernán de Solminihac (2020) Procesos y Técnicas de Construcción. Séptima edición.
8. Hernan de Solminihac – Javier Hurtado – Raphael Bergoeing (2019) Avanzar en la productividad de la construcción es clave para la economía Chilena. Disponible en <https://construye2025.cl/>
9. Jose Manuel Sapag Puelma – Nassir Sapag Chain – Reinaldo Sapag Chain (2014) Preparación y evaluación de proyectos. Sexta edición.

10. Menares Sagredo, A. (2016). Optimización de un proyecto inmobiliario a través de la implementación de procesos tecnológicos en la coordinación y gestión de proyecto. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140062>
11. Project Management Institute (2017) Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Sexta edición.