

Agradecimientos

“Vamos tú puedes, es el último esfuerzo...”

Eran palabras frecuentes que me repetían mi esposa y mis pequeñas hijas cuando el cansancio y el desgano me invadían, palabras simples pero con un gran contenido y gracias a las cuales he llegado al fin de este proceso. Gracias por estar siempre a mi lado.

Agradecer a mis padres por su constante apoyo y motivación.

También agradecer al profesor Marcelo por su ayuda y paciencia en este proceso, ya que sin sus consejos esto no sería posible.

“Gracias a todos por su apoyo, y más importante aún, gracias por creer en mí”

Contenido

1	RESUMEN	5
2	OBJETIVOS E HIPOTESIS	6
	2.1.1 <i>Objetivo General</i>	6
	2.1.2 <i>Objetivo Especifico</i>	6
	2.1.3 <i>Hipótesis</i>	6
3	METODOLOGIA	7
4	INTRODUCCIÓN	8
4.1	RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO	15
	4.1.1 Maquinarias	15
	4.1.2 Equipos y Herramientas.	15
	4.1.3 Materiales	15
	4.1.4 Mano de Obra	16
	4.1.5 M.O Indirecta	16
	4.1.6 M.O Directa	16
	4.1.7 Subcontratos	16
4.2	Justificación del tema	19
4.3	FACTORES QUE PUEDEN ALTERAR EL RECURSO	19
	4.3.1 Ubicación de la obra	19
	4.3.2 Competencia cercana	20
	4.3.3 Rubros compatibles	20
	4.3.4 Situación País	20
	4.3.5 Factor Moral	20
5	ESTADO DEL ARTE	22
6	MARCO TEORICO	26
	6.1 Indicadores de Productividad	26
	6.2 Requisitos de los indicadores	27
	6.3 Unidades de Medida de los Indicadores	27
	6.4 Productividad	28
	6.5 Selección de Indicadores	28
	6.6 Indicadores Globales de Productividad	29
	6.7 Indicadores específicos de productividad	29
	6.8 Indicadores Globales de Calidad	30
	6.9 Indicadores Específicos de Calidad	30
	6.10 Indicadores de Consumo de Mano de Obra	32
	6.11 Efecto en la productividad de la escasez de la mano de obra en la construcción . . .	33
7	GENERACION MODELO MATEMATICO	37

7.1	Características de los pronósticos (37
7.2	Clasificación de los modelos de pronósticos	37
7.3	Pronósticos Cualitativos.	38
7.4	Pronósticos Series de Tiempo.	39
	Ubicación de la obra	40
	Competencia cercana	40
	Rubros compatibles	40
	Situación País	40
	Factor Moral	40
7.5	Escala tipo Likert	42
7.5.1	Categorización de la Escala Tipo Likert	42
7.5.2	Alternativas o Puntos Tipo Likert	42
7.5.3	Puntaje	43
7.5.4	¿Que mide la escala de Likert?	43
7.5.5	Construcción de la Escala de Likert	43
7.5.6	Métodos de Validez y Confiabilidad de la Escala de Likert.	45
8	ANALISIS DE RESULTADOS	45
8.1	Resultados Obtenidos	47
8.1.1	Análisis de confiabilidad	47
8.1.2	Resultados encuesta etapa 0 fase 1	49
8.1.3	Resultados encuesta etapa 0 fase 2	52
9	CONCLUSIONES	58
10	BIBLIOGRAFIA	60
11	ANEXOS	61
11.1	Encuesta realizada	61

1 RESUMEN

La idea nace de observar los distintos problemas que enfrentan los proyectos hoy en día tanto por la disponibilidad, rotación o volatilidad de este recurso lo que finalmente resulta en que los proyectos no logran obtener los resultados proyectados tanto en su costo como en su plazo

En esta investigación, se analizarán los diferentes factores que pueden afectar el rendimiento y disponibilidad de la mano de obra en un proyecto de edificación.

Para fines de este estudio, se realizará una descripción de cómo se elabora un proyecto, cuáles son las etapas a seguir para la realización de éste; además de analizar los conceptos de productividad para poder entregar expresiones, y poder establecer comparaciones o índices que nos permitan medir y mostrar factores que pueden afectar la productividad de un proyecto.

Para efectos de este estudio se analizan datos obtenidos mediante la realización de una encuesta (tipo likert) con una muestra representativa de 19 personas. La encuesta consta de 5 ítems, y cada sub ítem con un total de 3 y 4 preguntas cada uno.

Cabe mencionar que ésta encuesta se aplica a profesionales relacionados con el rubro de la construcción, con la finalidad de generar una vez obtenidos los resultados, un análisis que nos permita ver la incidencia de factores en el costo buscando finalmente sensibilizar los datos relevantes y poder concluir su real importancia y valores óptimos según el análisis de datos que se presentan en este estudio

Para efectos de este estudio se analizan datos obtenidos mediante una encuesta a profesionales de obra, con la finalidad de generar un análisis que permita ver la incidencia de estos, tanto en el costo como en los plazos, buscando finalmente sensibilizar los datos relevantes y así poder concluir su real importancia y valores óptimos según los datos aquí presentados.

Finalmente se entregan alternativas o herramientas que permitan mejorar la productividad enfocada desde dos puntos de vista, el primero hace mención al liderazgo y manejo de

personal que ayudara a generar un mayor compromiso del personal con la obra logrando de esta manera disminuir un posible éxodo de esta; la segunda tiene que ver con mejoras tecnológicas que permitirían mejorar el rendimiento general del proyecto.

2 OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1.1 Objetivo General

- Analizar el efecto de los principales factores que alteran el item mano de obra en el costo de un proyecto de edificación

2.1.2 Objetivo Especifico

- Identificar los factores que pueden alterar la mano de obra.
- Cuantificar los factores que afectan la mano de obra
- Valorar la importancia de los factores que afectan la Mano de Obra
- Sugerir, en función de las características de la obra, los factores a considerar en el análisis de rendimiento al momento de generar el presupuesto.

2.1.3 Hipótesis

- La Construcción es una actividad compleja, siendo la productividad de la mano de obra, la de mayor complejidad, constituyéndose en el mayor factor de riesgo dentro del proceso. La posibilidad de predecir y anticiparse a estos imprevistos puede reducir el impacto de estos factores.

3 METODOLOGIA

- Para la investigación, se recopila información tanto de estudios bibliográficos como de internet en relación al tema propuesto.
- Aplicación de encuesta a profesionales del área de interés (administradores de obra o similar) para obtener datos reales de terreno en función de la experiencia de cada uno.
- Generar un análisis de la encuesta con el propósito de obtener un resumen de la información, de tal manera de poder aplicar la metodología LIKERT o similar y poder entregar recomendaciones a los profesionales.



Diagrama Metodológico 1

4 INTRODUCCIÓN

Es difícil imaginar que comúnmente las personas que caminan por la ciudad, van a un hospital, a un concierto de rock, a una parque a disfrutar la tarde o simplemente regresan a sus hogares, se detengan a pensar, que ya sea el edificio o estructura en el que se encuentran o que están a su alrededor, fue concebido a partir de una idea y construido por personas, en muchos casos de manera prácticamente artesanal.

Las estructuras que nos rodean se gestan a partir de una necesidad que puede tener múltiples orígenes como por ejemplo de quienes son sus inversionistas dentro de los que podemos identificar dos grandes grupos: privados y estatales.

En el primero de estos las motivaciones para llevar a cabo un proyecto pueden ser variadas pero en términos globales intentan maximizar los retornos o márgenes de una cierta inversión; por ejemplo encontramos inmuebles que se generan para la venta como viviendas, oficinas, locales comerciales, etc.

La motivación del segundo grupo es distinta al primero ya que es el Estado; habitualmente el mandante de estos proyectos, éste busca satisfacer una necesidad o problemática de la población de determinada zona o comunidad, buscando de esta forma una rentabilidad social y no económica de los proyectos, por ejemplo la construcción de un hospital, de un colegio o un puente.

De esta forma se pueden establecer muchas más distinciones o separaciones de los proyectos según su mandante o su finalidad, pero a pesar de esto todos tienen en común diversos factores que hacen que el estudio o análisis técnico sea similar.

Cuando nos detenemos a pensar en un proyecto determinado generalmente lo hacemos de manera más bien superficial, es decir, nos fijamos en como se ve, como funcionan sus componentes (Ascensores por ejemplo) pero rara vez pensamos en las personas que estuvieron detrás del proyecto y de la construcción de este.

Como es sabida la construcción de un edificio es un proceso complejo donde intervienen distintos actores que pueden ir desde inversionistas, Arquitectos, Ingenieros hasta personal de apoyo en terreno.

Podemos entender un proyecto como un conjunto de actividades relacionadas entre sí cuya función es cumplir con un objetivo determinado y en un periodo establecido, para esto

cuentan con un serie de recursos definidos, además desde su comienzo tienen un proceso bastante claro, que es independiente del tipo de proyecto, de los tiempos involucrados en este o de los actores que participen, este proceso es conocido como Ciclo de un proyecto. Podemos decir que la vida útil del proyecto nace con su propuesta, estudios y ejecución y luego esto puede durar varias decenas de años.

Un proyecto se desarrolla en diferentes etapas que se suceden y se relacionan entre sí constituyendo lo que llamamos el “**ciclo de proyectos**”. A lo largo de este se han de tomar gran número de decisiones que van resolviendo determinados problemas de una fase anterior, en un principio las decisiones a tomar son poco numerosas pero de una gran importancia para el desarrollo del proyecto, conforme avanzamos en el ciclo el número de decisiones aumenta progresivamente hasta la fase de ejecución pero reducen su importancia estratégica.

Una división amplia del ciclo de vida de un proyecto podría decir que estos pasan en general por tres fases para su formulación y posterior evaluación; acá encontramos la fase de **pre inversión**, que es donde se plantea el problema y se definen los objetivos. Después encontramos la **fase de inversión o ciclo primario** en donde ya está definido el problema y se comienza a buscar las posibles alternativas para su solución y se ejecuta el proyecto.

Posteriormente y habiendo decidido cuál es la mejor o mejores alternativas se da paso a la **fase de operación o implementación** también llamado **ciclo secundario**, en donde se asignan los recursos necesarios para la ejecución del proyectos y se realiza la operación.

¹En estas fases se presentan muy diferentes tareas esenciales de trabajo. Para la delimitación de estas áreas del proyecto en **grandes grupos de tareas que habrá que gestionar**, podrían emplearse las siguientes denominaciones:

- **Iniciación del proyecto**
- **Gestión del proyecto**
- **Gestión del edificio.**

Una representación Gráfica de lo anterior podría ser:

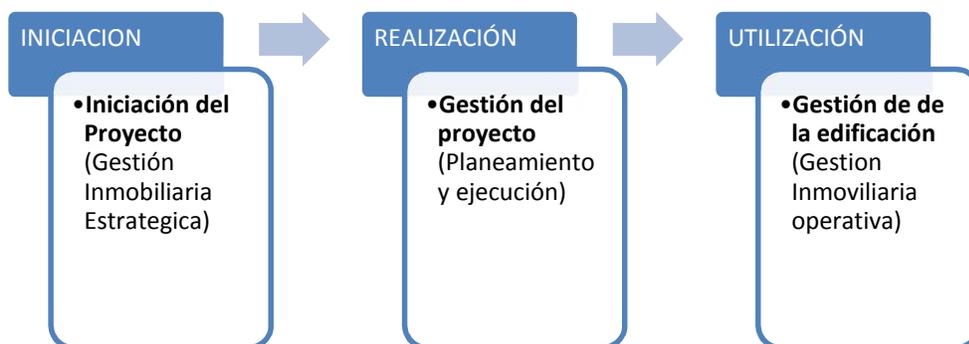


Diagrama Metodológico 2

A continuación veremos una pequeña descripción de estos grupos de tareas:

Iniciación de un proyecto

Podemos decir que este grupo de tareas contiene desde la idea del proyecto hasta la decisión definitiva de inversión, cuando se decide si el proyecto se realiza o que los riesgos son demasiados para seguir.

En el sentido más amplio, significa combinar los factores ubicación, idea de proyecto y capital, con el objetivo final de crear proyectos inmobiliarios sostenibles económicamente, competitivos, generadores y consolidadores de empleo, así como compatibles social y medioambientalmente, los cuales puedan aprovecharse de manera duradera y rentable.

Es también tarea de este grupo de procesos, **evaluar los factores determinantes del proyecto** con la vista en el cumplimiento del objetivo, para finalmente decidir si la realización del proyecto es económicamente viable para el inversor.

Algunos de los procedimientos para evaluar estos factores determinantes son:

- Análisis de mercado y ubicación
- Análisis de inversión, riesgo y de sensibilidad
- Desarrollo de ideas y alternativas de aprovechamiento y explotación
- Desarrollo de alternativas financieras
- Exámen jurídico para la realización del proyecto
- Etc.

Gestión y control del proyecto:

Existen muchas definiciones de Gestión del Proyecto. Por ejemplo, la norma alemana DIN 69901, lo define como “**el conjunto de todas las tareas, organizaciones, técnicas y medios de dirección, para la completa realización de un proyecto**”. Si contamos con que bajo el concepto “dirigir” entendemos el control y manejo de las actividades en una organización necesarias para el objetivo de mayor importancia jerárquica, es manifiesto, que en el proyecto de construcción, la gestión del mismo incluye las tareas del cliente/promotor.

Las tareas de dirección en un proyecto de construcción, en principio, deben ser asumidas y defendidas por el **cliente/promotor, ya que, contractualmente, le corresponden esas responsabilidades y competencias**. La realidad es que la mayoría de inversores no pueden hacerse cargo, personalmente, de esas tareas, o sólo pueden o quieren asumir alguna parte de las mismas. Por esta razón, dejan en manos de un tercero estas tareas de dirección. Aquí entra la figura del Gestor de proyectos o Project Manager.

Para que desde la Gestión del proyecto, se asuman funciones del cliente/promotor, estas tienen que ser delegables. Las tareas del cliente pueden ser clasificadas, según Will. L. (en *Die Rolle des Bauherrn im Planungs- und Bauprozess*), **por su delegabilidad**, en tres grandes grupos:

- **Tareas no delegables** (p.ej.: definición del objetivo del proyecto, cierre de contratos para la realización de esos objetivos, control supremo y la facilitación de los medios temporal y cuantitativamente oportunos)

- **Delegables**
- **Delegables, pero, bajo ningún concepto, a alguno de los agentes ya implicados** en tareas de control y seguimiento en el proyecto, puesto que esto puede generar conflictos de intereses.

Por extensión, y por afrontar algunas tareas más fácilmente, una pequeña parte de las tareas no delegables, se designan también como pertenecientes a la dirección del proyecto. Para la parte de tareas delegables, el Control del proyecto se ocupa de las funciones del cliente que sean neutrales y de percepción independiente, en el sentido técnico, económico y legal.

En la figura se muestra una **visión global de cómo podrían ser asumidas las tareas**, según sean delegables o no delegables, por la Dirección, la Gestión o el Control del proyecto.

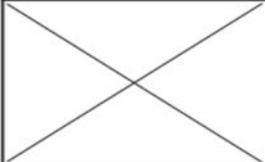
	Tareas no delegables del cliente/promotor	Tareas delegables del cliente/promotor
Con plenos poderes (competencias de orden)	Dirección del proyecto (DP) <ul style="list-style-type: none"> • Tareas originarias del cliente • Responsabilidad de dirección • Con competencia de decisión e imposición • Función de línea recta 	Dirección del proyecto (DP) o Gestión del proyecto (GP) <ul style="list-style-type: none"> • Cliente o tercero • Con competencia de decisión e imposición • Función de línea recta
Sin plenos poderes		Control del proyecto (CP) <ul style="list-style-type: none"> • Tareas operativas (asesoramiento) • Sin competencia de decisión e imposición • Función troncal

Diagrama Gestión de Proyectos 1

En resumen, en cuanto a las tareas que son propias del cliente/promotor, podríamos diferenciar entre:

- **Gestión del proyecto**, que consta de Dirección del proyecto y Control del proyecto
- **Control del proyecto**, que es un servicio de asesoramiento sin facultad de decisión, en cual forma parte de la plantilla en la estructura de la organización.
- **Dirección del proyecto**, que comprende la parte de las funciones del cliente/promotor con competencias de decisión e imposición.

Así pues, integrando la Dirección y el Control en la estructura organizativa del mismo, quedarían englobadas en la Gestión del proyecto (Project Management), tal y como muestra la figura.

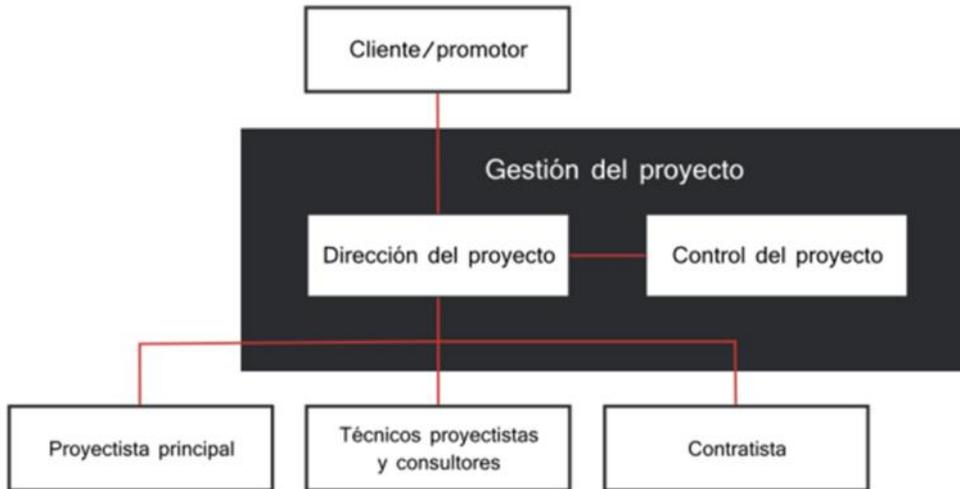


Diagrama Gestión de Proyectos 2

Gestión del edificio

La Gestión del edificio como gestión operativa durante la fase de aprovechamiento o uso del edificio se puede definir como “el conjunto de todos los servicios para la gerencia y administración de edificios en base de estrategias globales, incluyendo los elementos constructivos y técnicos y también los servicios comerciales y de infraestructura.

Los grupos o fases definidas anteriormente buscan de una u otra manera anticipar procesos futuros determinando los plazos y costos de estos, donde la gran diferencia es la calidad y la cantidad de información que se dispone para cada una de ellas, es así como para las etapas iniciales de análisis económicos, de mercado y diseño previo es factible la contratación de empresas dedicadas a esto que son capaces de entregar una serie de información detallada lo que sumado a la experiencia de los ejecutivos y profesionales permite tomar la decisión de inversión.

A diferencia de lo expuesto anteriormente en la etapa de desarrollo técnico podemos encontrar información certera y real (ingenierías y especialistas) que aseguran el buen funcionamiento futuro reduciendo la incertidumbre sobre este, pero por otro lado nos encontramos con elementos que son susceptibles a distintos hechos y que pueden modificar su costos y disponibilidad con su consecuente impacto en los costos y plazos del proyecto. Dentro de estos encontramos los materiales, maquinarias, mano de obra entre otros.

Las etapas mencionadas describen en forma muy general el complejo proceso que es llevar a término la ejecución de un proyecto. Como es fácil entender existen diferentes variables que se deben tomar en cuenta, las que en muchos casos no se mantienen constantes en su valor durante este proceso por lo que generan cierta incertidumbre acerca del resultado del proyecto.

4.1 RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO

Se ha mencionado en varias ocasiones que se debe contar con recursos, pero ¿qué tipo de recursos son los que necesitamos?, a continuación se mencionarán los recursos más usuales que podemos encontrar en un proyecto de edificación.

4.1.1 Maquinarias

Hace referencia a todos los equipos mayores necesarios para poder ejecutar el proyecto, por ejemplo en la etapa de movimiento de tierra será necesario usar excavadoras, bulldozer, etc. hasta llegar al proceso de construcción en si, donde por ejemplo es necesaria la utilización de una grúa torre para apoyar labores de moldajes, hormigonado, etc.

4.1.2 Equipos y Herramientas.

En éste se incluyen herramientas menores necesarias para los distintos trabajos que se realizan dentro de una obra, por ejemplo: generadores, taladros, betoneras, esmeriles angulares, etc.

4.1.3 Materiales

Este es una de los puntos que puede tomar relevancia debido a su incidencia dentro del costo total de un proyecto, además de que en muchos casos se torna difícil su estimación lo que puede llevar a que existan perdidas por un mal cálculo de cantidades. En este ítem se incluyen todos los insumos necesarios para la construcción de un proyecto, es decir, hormigón, fierro, clavos, madera, planchas de yeso cartón entre muchos otros.

4.1.4 Mano de Obra

Cuando hablamos de mano de obra de un proyecto nos estamos refiriendo a todo el capital humano que interviene durante la ejecución del proyecto, ésta la podemos separar en tres grandes grupos:

4.1.5 M.O Indirecta

Corresponde en términos generales a plana profesional del proyecto, es decir, al profesional residente, de terreno, prevencionista de riesgos y en general a todos aquellos que realicen una labor de supervisión profesional de los trabajos.

4.1.6 M.O Directa

Corresponde a todas las personas que ejecutan los trabajos de manera efectiva, en general está compuesta por técnicos y personal con experiencia en las distintas faenas que se deben ejecutar (Maestros albañiles, enfierradores, carpinteros, etc.)

4.1.7 Subcontratos

Los subcontratos son empresas a la que se les contrata para que se hagan cargo de una o varias partidas del proyecto, por ejemplo subcontrato de instalaciones eléctricas y sanitarias que tienen relación con las instalaciones del proyecto, o el subcontrato de enfierradura y/o moldajes que tienen relación con una partida en especial. Estos pueden llegar a representar un 40% o más del costo real de un proyecto, la relación que existe entre los diferentes actores se puede describir en el siguiente diagrama:

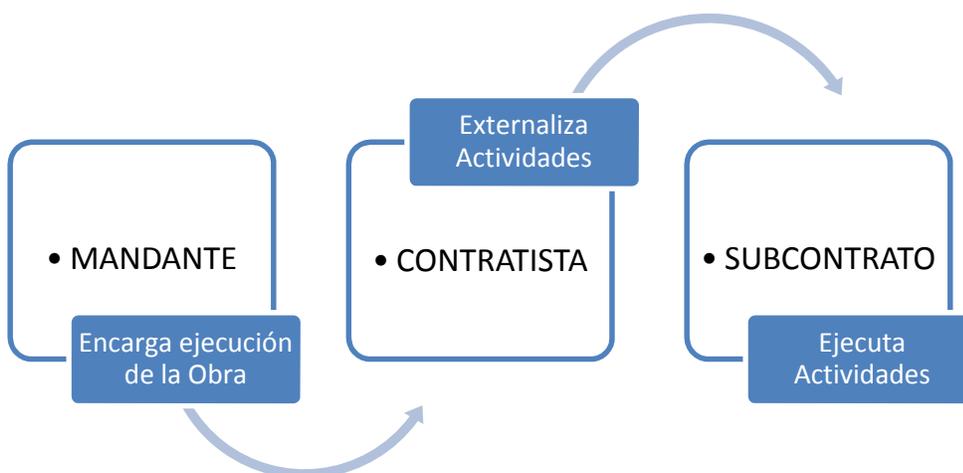


Diagrama 1

Es importante precisar que la clave del problema es el que se encuentra en la etapa de proyecto, más precisamente en su fase de estudio proyecto, que en el fondo es una anticipación a lo que realmente se realizará. En esto están las claves de la planificación la programación y la ejecución con su correspondiente control.

Como se puede desprender de los párrafos anteriores y además como es lógico, la construcción es un rubro donde trabajan y que es llevado a cabo por un sin número de personas desde calificadas (profesionales) a otras sin calificar.

En términos generales todos los recursos que contiene un proyecto presentan un grado de incertidumbre debido a condiciones de mercado u otras tantas más, las que son muy difíciles de incorporar en la etapa de presupuesto (es fundamental una buena programación y planificación), sin embargo y sin duda alguna la que presenta mayor volatilidad es la referente a mano de obra, esto debido a que además de las condiciones propias de mercado existen otras causales como por ejemplo éticas, morales y/o personales de cada trabajador que lo pueden llevar a tomar la decisión de dejar su trabajo con el consiguiente perjuicio a la obra.

Lo anterior toma mayor relevancia cuando observamos que la mano de obra está presente fuertemente en las etapas de presupuesto y construcción de obra, en la primera de estas se debe incluir en el análisis de precio unitario de cada partida para lo cual el profesional de estudio, ya sea en función de su experiencia o con los datos del mercado actual, debe asumir un valor para cada uno de ellos y así poder estimar de la manera más exacta el costo "teórico" del proyecto (se considera teórico ya que la experiencia ha demostrado que este es finalmente una aproximación al valor final). Este es quizás el punto clave en que se puede determinar el éxito o fracaso de un proyecto ya que una mala estimación de recursos y plazos afectará directamente el resultado económico de este, por eso es de vital importancia contar con conocimientos técnicos de programación y planificación así como también del entorno y particularidades de la obra a construir.

Posteriormente en la etapa de construcción del proyecto, considera al personal encargado de ejecutar la gran cantidad de los trabajos donde es responsabilidad del profesional que se encuentra a cargo el control y distribución de este recurso de tal manera de optimizarlo y mantenerlo dentro de los montos disponibles en el presupuesto

Este ítem es sin duda uno de los que presenta mayor variabilidad debido a un sin número de factores como por ejemplo ubicación de la obra, especialización necesaria, situación

económica del país, estacionalidad, competencia cercana, etc., y además dentro de la estructura presupuestaria de un proyecto es una de las más importantes, razón por la cual es importante poder ver cómo afecta en el costo total de un proyecto los diversos efectos que pueden hacer que este ítem cambie.

Como muchos rubros, el de la construcción presenta diversas singularidades en cuanto los recursos que este necesita, pero en forma especial podemos ver que el recurso mano de obra es uno de los que presenta mayor volatilidad y dependencia de factores externos.

Cuando se genera un presupuesto se deben tomar en cuenta diversos factores que pueden alterar el costo o disponibilidad de este recurso

4.2 Justificación del tema

En este trabajo se dará especial énfasis al ítem llamado “mano de obra” que hace referencia al personal que ejecuta en forma directa los trabajos (Maestros, ayudantes, jornales, etc.) y como puede alterar la productividad de un proyecto.

Al igual que otros rubros este un recurso de gran volatilidad por lo que su estudio toma real relevancia ya que posee una gran variedad de factores externos que pueden alterar tanto su disposición y su costo.

Como se ha mencionado el estudio y análisis requiere de información para la toma de decisiones y para una adecuada planificación y programación, en el caso de la mano de obra lo anterior es sumamente complejo ya que la literatura no contiene mayor información y a nivel de empresas (constructoras) no existe un análisis y control detallado de esta, en primer lugar por la dificultad que esto representa por la cantidad de partidas y trabajos que se deberían controlar y en segundo lugar por el costo que esto implicaría ya que se debería disponer de personal exclusivo para el control de rendimientos, lo que implica un costo para muchas empresas que no están dispuestas a asumir

No obstante lo descrito en párrafos anteriores se hace necesario no tan solo tomar en cuenta factores “técnicos” de los proyectos sino también factores globales, es decir, se debe mirar más allá de las fronteras de una oficina de estudio o de los muros de una obra y tomar en cuenta los datos de la comuna, región y/o país, competencia, época del año en fin un sin número de antecedentes que se deben sumar a lo anterior para de esta forma tomar las medidas necesarias para que el presupuesto de obra sea lo más real posible.

4.3 FACTORES QUE PUEDEN ALTERAR EL RECURSO

En esta actividad existen muy variados factores que pueden alterar de alguna manera tanto la disposición como el rendimiento de este factor, en general se suele pensar en factores como el clima que pueden alterar la cantidad de obra que el personal es capaz de ejecutar, sin embargo existen otros factores aún más difíciles de cuantificar y que pueden ser relacionados con temas más generales que lo que pasa dentro del terreno de construcción.

4.3.1 Ubicación de la obra

Si esta se encuentra en un sector agrícola es probable que en el periodo de cosecha se

pierda un porcentaje elevado de mano de obra que se vaya a este sector en busca de mejores salarios.

4.3.2 Competencia cercana

Considerar la oferta de trabajo del sector ya que al ser, en general contratos de corta duración, existe un costo oportunidad de buscar mejores oportunidades en un proyecto cercano en el cual se ofrezcan mejores condiciones salariales.

4.3.3 Rubros compatibles

Tomar en cuenta el estado de los rubros que utilizan mano de obra similar, profesional o no, que pudiesen en algún momento generar un éxodo de personal, como por ejemplo la minería, agricultura, o la generación de megaproyectos que generen un éxodo de los trabajadores a ellos.

4.3.4 Situación País

Revisar la economía actual y sus proyecciones además los índices de desempleo, ya que es posible que si la economía crece o decrece en forma rápida esto genere un aumento o disminución de la disponibilidad de la mano de obra.

4.3.5 Factor Moral

Hemos llamado así al compromiso que asume cada trabajador con su empleo, tanto a nivel profesional o no, en cual solo entra a jugar un papel importante su interés personal.

El sector de la construcción representa un porcentaje importante del PIB del país y por sobre todo es una de las mayores fuentes de empleo a nivel nacional, pese a esto podemos decir que se caracteriza por sus atrasos y muchas veces por no tener índices de calidad y productividad óptimos. Lo anterior podemos ver que se traduce en la no utilización óptima de muchos recursos (mano de obra, materiales, etc), ahora para que este rubro pueda progresar se hace necesario saber en qué estado se encuentra y poder establecer una forma de medición, por ejemplo en base a índices de productividad y/o calidad que nos permitan evaluar el desempeño de los distintos actores que participan.

Como se mostrado el rubro de la construcción presenta una gran cantidad de variables que pueden influir en los distintos proyectos y que hacen de este un rubro muy variable, por lo que poder estudiar que tan productiva es la “gente” que trabaja en los proyectos es sumamente importante ya que nos permitiría poder estimar de manera óptima los plazos de proyecto a través de un adecuado uso de rendimientos para las distintas partidas que lo componen.

5 ESTADO DEL ARTE

Como es sabido los proyectos habitacionales representan una parte importante del rubro de la construcción y por lo tanto de la economía nacional, siendo una de las fuentes más importantes de empleo.

La necesidad de generar constantemente viviendas nace de la existencia de una demanda cambiante y en crecimiento, lo que genera una gran variedad de la oferta.

En virtud de lo anterior es posible entender que para que el mercado siga subsistiendo es necesario que exista la presencia, y en ocasiones en abundancia, ciertos recursos que son fundamentales para este sector productivo, por ejemplo se debe contar con un abastecimiento adecuado de los distintos insumos o materiales que necesitan los proyectos, de la maquinaria y herramientas que también son requeridas por ellos y en forma importante del capital humano necesario para la utilización de los recursos mencionados anteriormente.

En este último punto podemos ver que se necesitan personas tanto profesionales y técnicas además de los oficios típicos de cada área.

Como es fácil de entender la ausencia o escases de alguno de estos recursos incidirá en los tiempos y costos y por ende tendremos una merma en la productividad del proyecto.

En nuestro país es usual ver que se construya en toda época del año y en distintas tipologías constructivas, es decir, podemos ver que se construyen edificios como casas en otras palabras podemos ver una conjugación de edificación en altura con edificación en extensión. Si bien estas presentan muchos factores comunes, al mismo tiempo son distintas en cuanto a su planificación y ejecución, siendo unas por ejemplo prácticamente en su totalidad de hormigón armado (edificación en altura) y otras de albañilería, prefabricadas o una mezcla de materiales como es el caso de la edificación en extensión.

En Chile la industria de la construcción es quizás una de las pocas donde no se han hecho esfuerzos para mejorar la productividad, es más basta con visitar una obra en construcción (Altura o edificación) y se puede ver que los métodos y procesos de trabajo no han cambiado en los últimos años, además de encontrar que los trabajadores del rubro son poco calificados y que no se hacen esfuerzos por capacitarlos.

El descontrol de procesos constructivos, el desconocimiento de índices de productividad generan que se produzca una mala utilización de recursos y la no optimización de los plazos.

La construcción basa sus procesos productivos en el uso de herramientas comunes o tradicionales, además de una fuerza laboral poco calificada lo que genera que no exista una medición de la productividad.

A pesar de que optimizar el proceso productivo es fundamental para también optimizar los resultados económicos del proyecto, podemos ver que en términos generales se han hecho pocos esfuerzos por mejorar la productividad ya sea en el sector privado como en el público o estatal.

Cuando miramos detalladamente podemos ver que quizás una buena parte de los esfuerzos por mejorar la productividad se ha hecho en la edificación en altura, donde se han incorporado tecnologías como moldajes de placas que permiten avanzar más rápido, a diferencia de lo que ocurría antaño donde estos se fabricaban de tablas lo que era mucho más lento y de menor calidad. Otra mejora que con el tiempo se ha ido introduciendo es la utilización de la enfierradura doblada en fabrica, de esta forma se ahorra espacio en obra ya que los maestros no necesitan un espacio mayor, sin contar que pueden utilizar la mayor parte de su tiempo en el armado de las armaduras.

Para que podamos disminuir los costos y aumentar la productividad se hace necesaria la búsqueda de alternativas a las distintas etapas del proceso constructivo y a través de estar establecer la conveniencia de realizar cambios en el proceso y ver cuáles de estos cambios logran la mejor mejora.

El problema con el que nos encontramos es que medir costos y productividad dentro de un proyecto nos son una tarea fácil. Si nos referimos en especial a los costos podemos ver que quizás es más directo que medir la productividad, debido a que conociendo los costos unitarios que se utilizaran en el transcurso del proyecto y luego obtenemos este mediante un adecuado control de la totalidad de los elementos usado en la obra.

Sin embargo cuando hablamos de productividad no es encontramos en una zona más ambigua, ya que esta no es cuantificable de manera directa y se hace necesario usar utilizar algún patrón de medición que nos permita establecerla, como por ejemplo metros cuadrados por día ($m^2/día$) o metros cúbicos por hora (m^3/hr), etc. Lo anterior nos muestra que es necesario encontrar un modelo adecuado para el estudio de la productividad.

Como se desprende de los párrafos anteriores podemos ver que la productividad tiene directa relación con el tiempo, por lo que un aumento en la productividad nos podría llevar a una disminución de plazos con el consiguiente beneficio económico que esto traería.

Como se ha mencionado anteriormente para que la industria de la construcción pueda progresar, debe empezar por saber en qué estado se encuentra, mediante la utilización de índices de productividad y calidad, estos son una herramienta importante para una empresa ya que pueden servir para:

- Controlar el avance y tomar acciones correctivas
- Comprobar rendimientos teóricos de presupuesto con reales.
- Evaluar la eficiencia de las mejoras metodológica o tecnológicas introducidas
- Hacer mejoras continuas
- Compararse con otras empresas.

Es importante hacer notar que un aumento en la productividad no debe ser producto de la utilización de materiales defectuosos o por la omisión de etapas, dicho de otra forma no se puede sacrificar calidad en pos de productividad.

En términos globales podemos establecer que las materialidades de los proyectos dependen de muy variados factores como podrían ser, presupuesto disponible, tipología, ubicación, diseño, destino u ocupación futura, etc, sin embargo también presentan características similares sobre todo en lo referente a obra gruesa de estos, por ejemplo, si comparamos dos edificios podemos ver que según su estándar pueden tener pavimentos, revestimientos o artefactos distintos, pero a nivel de obra gruesa son en muy similares ya que ambos son de hormigón armado y seguramente fueron construidos de manera muy similar en esta etapa.

Según los datos de observatorios urbano, dependiente del Ministerio de Vivienda y urbanismo (MINVU) podemos ver que la edificación en altura habitacional en los últimos años ha mantenido sus niveles de producción, presentando solo una baja en el año 2010 debido a los efectos del terremoto que afectó al país en ese momento y que un principio genero cierta

incertidumbre en el mercado de las viviendas en altura pero que con el tiempo y debido seguramente a los buenos resultados obtenidos por las edificaciones, se normalizo y volvió a niveles normales.

Destino Edificación	Año (unidades)				
	2009	2010	2011	2012	2013 (Julio)
Casas	92.931	65.513	95.317	69.145	35.644
Departamentos	47.588	30.523	55.754	48.165	29.845

Tabla 1: Permisos de edificación aprobados, según tipo de vivienda.²

En un país sísmico como el nuestro es difícil atreverse a utilizar estructuraciones distintas a los existentes en nuestros edificios, que se caracteriza por la utilización de muchos muros estructurales (elementos de hormigón armado), por lo que como podemos ver la confección de elementos estructurales de este material en nuestros edificios toma relevancia cuando tratamos de ajustar los costos o mejorar los plazos de ejecución de nuestro proyecto.

Hoy podemos ver a diario una gran cantidad de proyectos en ejecución en las cercanías del centro de Santiago o en las cercanías de vías y centros cívicos empresariales, donde todos ellos tienen una característica similar, todos son edificación en altura, independiente si son de uso comercial (oficinas) o Habitacional (departamentos), el incremento de estos se debe a muchos factores pero quizás uno de los más relevantes es el de escases de suelos en estos sectores, por lo que con pocos metros cuadrados debemos optimizar su uso.

En el presente trabajo nos enfocaremos en analizar la productividad de la mano de obra en los proyectos de edificación en altura poniendo especial énfasis en la experiencia y conocimiento de los profesionales del rubro, que en definitiva son los que a través de años de experiencia logran lidiar con los diversos problemas y sacar los proyectos adelante.

² Fuente: Observatorio habitacional MINVU

6 MARCO TEORICO³

6.1 Indicadores de Productividad

Según Souza et al. (1994), los indicadores consisten en expresiones cuantitativas que representan una información obtenida a partir de la medición y evaluación de una estructura de producción, de los procesos que la componen y/o de los productos resultantes. La medición y la evaluación se refieren a la identificación de datos e informaciones y al establecimiento de criterios, especificaciones o valores de comparación entre los resultados obtenidos y estándares o metas definidas.

Este mismo autor señala que cuando el indicador representa un resultado obtenido en un determinado proceso o las características de los productos finales resultantes, se constituye en un Indicador de Desempeño, ya que se refiere al comportamiento del proceso o producto en relación con determinadas variables. Los indicadores de desempeño pueden dividirse en:

Indicadores de Calidad: son los que miden el desempeño de un producto o servicio relacionado con las necesidades de los clientes, ya sean internos o externos.

Indicadores de Productividad: son los que miden el desempeño de los procesos a través de relaciones elaboradas a partir de los recursos utilizados y los respectivos resultados alcanzados.

Los indicadores de desempeño también pueden ser clasificados en indicadores globales o específicos, según el alcance de los datos usados para su cálculo.

Los indicadores de desempeño global de una empresa sirven para mostrar el grado de competitividad de la misma. Estos indicadores sirven para tomar decisiones de carácter estratégico, ya que permiten situar a la empresa en el sector y compararla con sus competidores directos. Como ejemplos de indicadores globales podemos citar: hh/m² de edificación, Plazo real/ Plazo previsto, etc.

Por otro lado, los indicadores de desempeño específico dan información de forma individual sobre procesos, estrategias y/o prácticas gerenciales y sirven para la toma de decisiones

³ Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificaciones

sobre las características de los procesos en términos operacionales (indicadores operacionales) o gerenciales (indicadores gerenciales).

6.2 Requisitos de los indicadores

Souza et al. (1994) nos recomiendan tener en cuenta algunos requisitos generales al definir los indicadores:

Selectividad: al escoger los indicadores se debe tener en consideración aspectos críticos para la capacitación o desempeño de una empresa. La idea no es escoger un gran número de indicadores, sino, sólo los claves, es decir, aquellos que proporcionen información valiosa acerca de lo que se desea evaluar. Los indicadores relacionados a aspectos operacionales deben ser escogidos considerando los procesos o productos críticos para la calidad y productividad global.

- **Simplicidad:** Los indicadores deben ser de fácil comprensión y aplicación. Además, no deben estar sujetos a cálculos complejos.
- **Accesibilidad:** La obtención de datos debe ser lo más simple posible.
- **Bajo Costo:** El costo, tanto para la obtención de datos, como para el procesamiento de los mismos, no debe ser superior al beneficio que se espera alcanzar.
- **Trazabilidad:** Es importante que el proceso de elaboración de los indicadores esté adecuadamente detallado y documentado, de tal forma que se pueda acceder a la información de ser necesario.
- **Experimentación:** Antes de su implantación, los indicadores definidos deben pasar por un periodo de prueba para verificar su eficacia en relación con los objetivos establecidos.

6.3 Unidades de Medida de los Indicadores

Los indicadores pueden tener diferentes unidades de medida según las variables que estén involucradas en su definición.

Las más usadas son:

- Frecuencia: Número absoluto de ocurrencias verificadas en un periodo de tiempo o condiciones pre-establecidas.
- Porcentaje.
- Tiempo de espera para que suceda un evento o tiempo de ejecución de una etapa del proceso.
- Relación de cantidad con otra variable: número de defectos por mes, costo por m², volumen de hormigón por área construida, etc.

6.4 Productividad

Como productividad podemos entender que es una medida de eficiencia, donde eficiencia sería la cantidad de un recurso consumido (horas, \$, etc) para obtener algún resultado.

De lo anterior podemos deducir que un proceso es más productivo en la medida que consuma menos recursos para obtener un resultado dado, así por ejemplo un indicador de productividad podría ser la cantidad de m³ de hormigón instalados por hora, o la cantidad de m² construidos por unidad de dinero, etc. Como podemos ver con índices como los mencionados anteriormente podemos tomar decisiones estratégicas dentro de un proyecto, optimizando los distintos recursos disponibles.

6.5 Selección de Indicadores

Con el fin de estandarizar los datos y conseguir que éstos sean comparables, la metodología propuesta para la selección de indicadores, recolección y análisis de los datos enfatiza el contexto en el cual dichos valores serán calculados, ya que éste es un elemento indispensable a tener en cuenta en el momento de entender y usar los indicadores.

Para seleccionar los indicadores, es importante tener claro el objetivo que se desea alcanzar.

Como ya fue explicado, los indicadores globales respaldan decisiones de carácter estratégico, mientras que los específicos son de carácter operacional. Si bien los indicadores globales presentan un panorama más amplio de la situación del sector y de una empresa en particular, los indicadores específicos son igualmente importantes porque nos dan información acerca del grado de desperdicio que existe en el sector, números de los cuales éste carece.

6.6 Indicadores Globales de Productividad

Se definieron los siguientes indicadores globales de productividad:

- **Desviación del Costo:** el fin de este indicador es saber qué tan confiables son los presupuestos en los que se basa la obra. En caso de tener un valor mayor a cero, podemos inferir que se han gastado más recursos de los proyectados, ya sea porque el presupuesto estuvo mal elaborado o porque hubo un desperdicio de recursos.
- **Desviación del Plazo:** este indicador sirve para conocer el grado de confiabilidad para proyectar el tiempo de ejecución de la obra. Como se sabe, tiempo es sinónimo de dinero, por tanto, una obra atrasada es sinónimo de pérdida.
- **Productividad de Mano de Obra (hh/m²):** este indicador es muy importante, ya que mide el grado de industrialización del sector. Cuanto menor el nivel tecnológico del sector, mayor el uso de mano de obra.
- **Volumen de hormigón por m² construido:** este indicador sirve para conocer la cantidad teórica (según los planos) de concreto por m² techado de acuerdo a la tipología de la edificación.
- **Peso de acero por m² construido:** este indicador sirve para conocer la cantidad teórica (según los planos) de kilos de acero por m² techado de acuerdo a la tipología de la edificación.
- **Área de muros por m² construido:** este indicador sirve para conocer la cantidad teórica (según los planos) de m² de muros de albañilería por m² techado de acuerdo a la tipología de la edificación.

6.7 Indicadores específicos de productividad

Los indicadores de consumo de mano de obra se deben manejar con cuidado, ya que debido a las múltiples variables que los condicionan, sólo son comparables en condiciones muy

específicas. Es importante, no simplemente calcular el indicador, sino relacionarlo con los factores que afectan o pueden afectar la productividad, ya que el índice en sí no es de gran valor si no está relacionado con el entendimiento de las causas que pueden alterar la productividad y los factores que condicionan un servicio.

En cuanto a la cuantificación de las pérdidas de materiales, ésta se justifica por la gran incidencia que tienen en el costo final de obra. Según ANDRADE (2000), el tener un método para cuantificar las pérdidas, hace posible que las empresas adquieran formas de reducir este índice a través del control del consumo de materiales, proporcionando información para mejorar los procesos. En este contexto se definen los siguientes indicadores:

- Pérdidas de hormigón
- Pérdidas de acero
- Pérdidas de ladrillo

6.8 Indicadores Globales de Calidad

Para evaluar la calidad del producto final es importante tomar en cuenta el punto de vista del cliente. Por ello, la selección de este tipo de indicadores está basada en evaluar al producto final como un todo desde el punto de vista del usuario. De esta manera, se definieron los siguientes indicadores:

- Número de reclamos por unidad de vivienda.
- Porcentaje de clientes insatisfechos.

6.9 Indicadores Específicos de Calidad

Para la selección de los indicadores específicos de calidad se definieron las siguientes áreas:

Diseño esta etapa es una de las más importantes, ya que es en ésta donde se dan las más grandes oportunidades de mejorar la calidad de una obra. Es por ello, que es fundamental seleccionar indicadores que nos permitan evaluar la calidad del diseño a fin de minimizar los problemas en la etapa de ejecución. Además, estos indicadores nos dan una idea del grado

de coordinación entre los proyectistas de las diferentes especialidades, ya que un proyecto mal coordinado da como resultado una serie de deficiencias en la obra. De esta manera, se definieron los siguientes indicadores:

- Número de modificaciones del proyecto con relación al proyecto original
- Número de errores o falta de detalles del proyecto
- Número de días que dura la fase de diseño por m² construido

Ejecución: Dado que en las obras se tiene un gran número de servicios, es posible definir un indicador de calidad para cada uno de ellos. Sin embargo, para este proyecto nos limitamos a evaluar la calidad de la ejecución a través de los trabajos rehechos o mal ejecutados. Un indicador de la calidad de una obra es la ausencia de retrabajos, por lo que, un trabajo bien ejecutado redundará en el costo total de la obra. Es por ello que se definieron los siguientes indicadores:

- Porcentaje de hh gastadas en operaciones de re trabajos
- Porcentaje del costo de las operaciones de re trabajos

Logística: El objetivo de la logística es que los recursos se encuentren en el lugar en que se necesiten, con la cantidad, calidad y tiempo requeridos y al menor costo total. De esta manera, existen varias actividades que forman parte de este proceso, tales como: requerimiento de materiales, compra de materiales, elección del proveedor, recepción de materiales en la obra, almacenamiento, transporte y acarreo de materiales, layout de la obra, mantenimiento de equipos y herramientas, etc. Una logística deficiente genera una gran cantidad de recursos desperdiciados. Por ello, es importante establecer indicadores que nos permitan evaluar su desempeño. Siendo así, para evaluar la calidad de este proceso se definieron los siguientes indicadores:

- Porcentaje de hh gastadas en limpieza y acarreo de materiales
- Número de ocurrencias de falta de materiales en obra
- Número de defectos en herramientas y en equipos por mes

Seguridad: La construcción es una industria que registra un elevado número de accidentes y está relacionada con diversos problemas de salud debido al uso de equipos inadecuados o al transporte de cargas pesadas. Dentro de este contexto se seleccionaron los siguientes

indicadores:

- Índice de incidencia
- Índice de frecuencia
- Índice de gravedad

6.10 Indicadores de Consumo de Mano de Obra

Estos son quizás más complejos ya que estos índices son comparables en circunstancias específicas.

La productividad de la mano de obra se mide a través de la relación:

HH utilizadas / Cantidad de Servicio ejecutado

Si medimos el consumo de mano de obra de cierto servicio, nos daremos cuenta que este indicador varía de un día a otro y de una obra a otra. Para explicar esto, el Modelo de Factores (Thomas, H.; Yakaoumis, 1987), sostiene que la productividad diaria sería constante o variaría sólo en función de la curva de aprendizaje, si todos los factores que la afectan continuasen constantes durante cada día de trabajo. Estos factores están relacionados con las características del servicio que se está ejecutando, la forma cómo se está ejecutando y el contexto en el cual se ejecuta.

Por lo tanto, cuando se realizan mediciones de consumo de mano de obra, es importante relacionar estos valores con los factores que los condicionan, de esta manera se pueden obtener indicadores que puedan ser comparables. Además, el conocer los factores nos permite entender el proceso y encontrar posibles formas de mejorarlo.

Las mediciones deben ser efectuadas diariamente recolectando las horas hombre gastadas diariamente en un servicio (partida) y midiendo la cantidad de servicio diario ejecutado. Se deben contabilizar tanto las horas hombre utilizadas directamente en el servicio (ej. elevación de un muro de albañilería), como las que han servido para realizar tareas de apoyo (ej. traslado de ladrillos).

Otras herramientas que nos ayudan a entender los procesos son los registros de productividad de mano de obra diaria y acumulada. Es interesante graficar estos dos tipos de consumo, ya que la gráfica de la productividad diaria nos brinda una mayor sensibilidad respecto al servicio que estamos evaluando. Al analizar diariamente la productividad, podemos discutir los eventuales problemas ocurridos durante el día que perjudicaron la misma con el fin de mejorarla.

Por otro lado, el gráfico de la productividad acumulada nos permite conocer la tendencia a mediano y largo plazo. De esta forma se pueden hacer pronósticos hasta el final de la obra

6.11 Efecto en la productividad de la escasez de la mano de obra en la construcción⁴

La alta demanda de mano de obra en el sector, producto de la gran actividad y número de proyectos en ejecución, que se ve acrecentada por el explosivo aumento de los requerimientos de mano de obra por el sector minero, ha generado un escenario donde los proyectos de edificación han tenido que reestructurar sus procesos y asumir ritmos de avance menores a los proyectados. A su vez, la situación de pleno empleo hace que la demanda de trabajadores para el sector sea “reemplazada” por trabajadores menos capacitados, con un efecto adicional en el desempeño y productividad de los proyectos.

A modo de ejemplo, tomaremos una empresa evaluada por Asesorías CDT, en especial el Servicio CALIBRE desde el 2005 hasta la fecha, con metodologías de trabajo contrastadas y procesos claramente definidos, la cual ha visto cómo sus rendimientos y ritmos de avance se han mermado de forma significativa.

⁴ Informe Productividad CDT

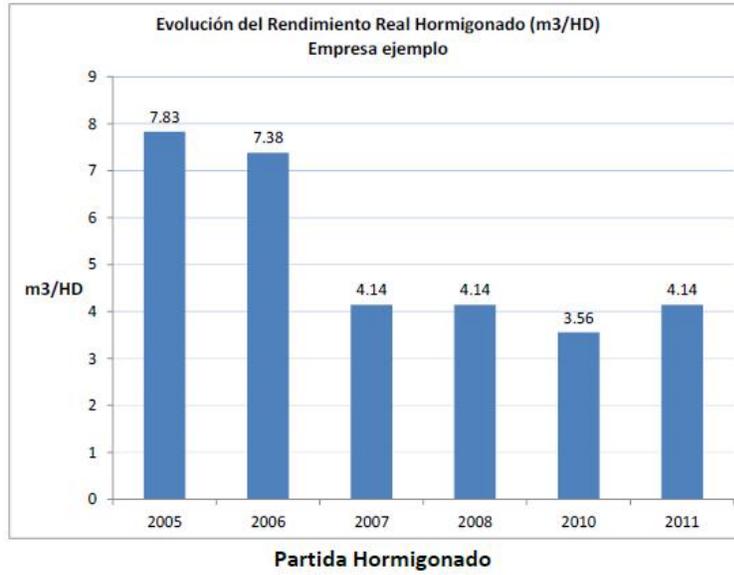


Imagen 1

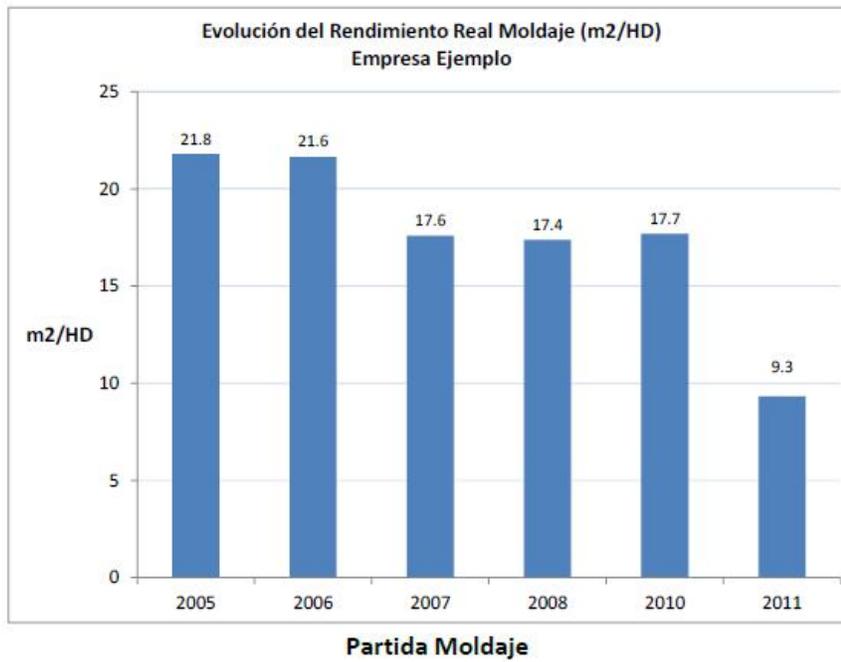


Imagen 2

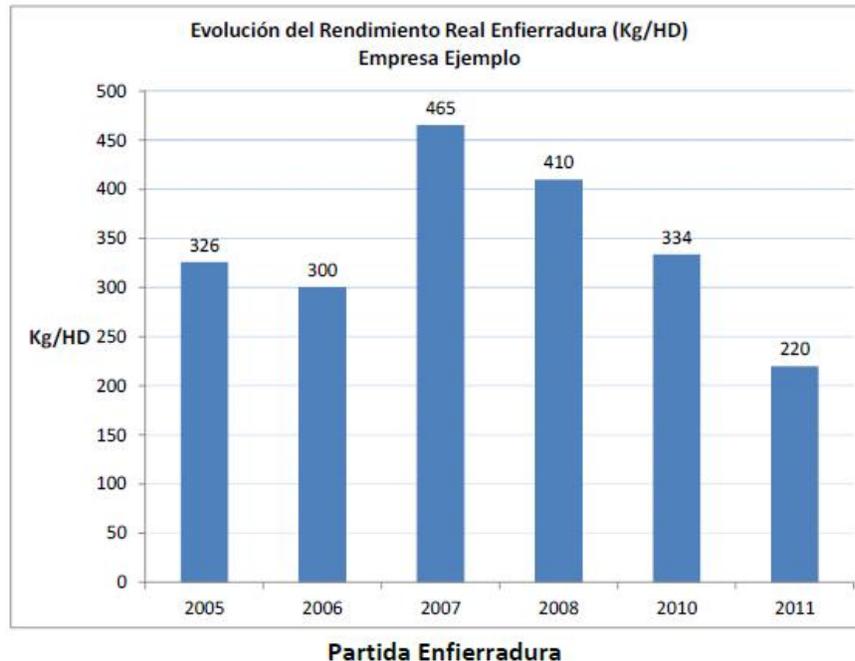


Imagen 3

En los tres gráficos se aprecia que el rendimiento ha ido disminuyendo de forma progresiva, denotando una estabilización entre el 2007 y 2010, siendo el año 2011 el que muestra un fuerte descenso del rendimiento de las partidas de moldajes y enfierraduras, precisamente las que necesitan mayor cantidad de mano de obra especializada y donde las tecnologías con mejor rendimiento hace tiempo que han sido implementadas. Cabe destacar que los rendimientos de los años 2007 a 2010 fueron referenciados por la empresa a la hora de fijar las metas de avance para los proyectos del 2010 y 2011, si bien se puede apreciar que fueron un buen predictor para el año 2010, en cambio no lo fueron para el 2011, donde la escasez de mano de obra unido a cambios normativos tras el terremoto del 2010, hicieron cada vez más difícil alcanzar las metas de avance.

En este ejemplo, se toma como referencia los avances registrados en cada una de las partidas de obra gruesa de 5 proyectos de edificación de altura y se establece una meta de avance en 2,5 pisos tipo, basado en una planta promedio de 1.000 m².

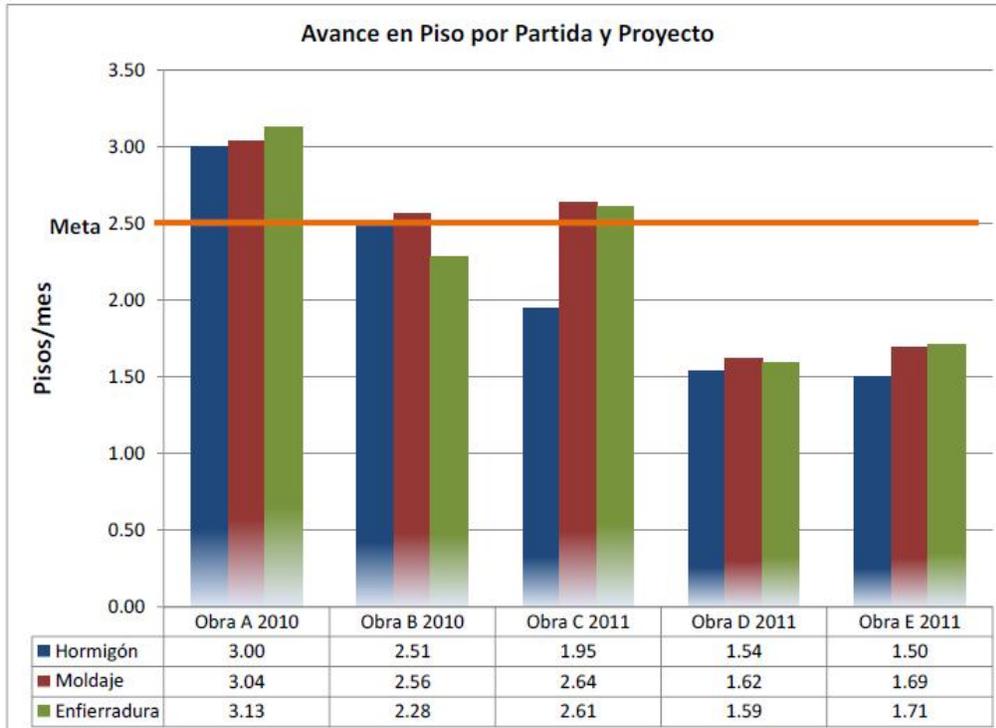


Imagen 4

7 GENERACION MODELO MATEMATICO⁵

Cuando se trata de tomar una decisión metodológica de qué tipo de análisis seguir para trabajar los datos que se dispone, podemos optar por diferentes opciones, obviamente la decisión de la metodología a utilizar no es al azar sino que se debe hacer de manera justificada tomando en cuenta la orientación de la investigación y de la naturaleza de los datos disponibles.

Analizar los datos consiste en la realización de operaciones sobre estos de tal manera de alcanzar los objetivos del estudio.

Existen dos grandes familias o grupos de técnicas para el análisis de datos:

- **Técnicas cualitativas:** en la que los datos son presentados de manera verbal o gráfica, como entrevistas, encuestas, etc.
- **Técnicas cuantitativas:** en la que los datos se presentan de manera numérica en general son duros provenientes de una recolección de datos objetivos.

7.1 Características de los pronósticos (

Todas las situaciones en que se requiere un pronóstico, tratan con el futuro y el tiempo está directamente involucrado. Así, debe pronosticarse para un punto específico en el tiempo y el cambio de ese punto generalmente altera el pronóstico.

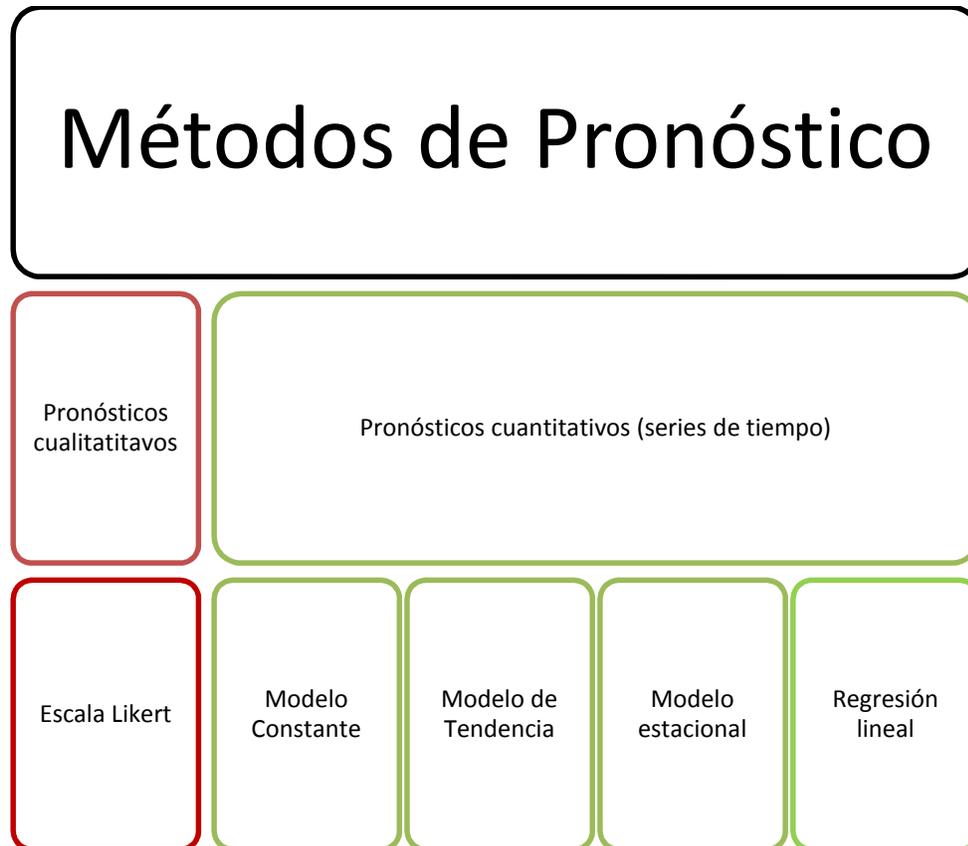
Otro elemento siempre presente en situaciones de pronósticos es la incertidumbre. Si el administrador tuviera certeza sobre las circunstancias que existen en un tiempo dado, la preparación de un pronóstico sería trivial.

El tercer elemento, presente en grado variable en todas las situaciones descritas es la confianza de la persona que hace el pronóstico sobre la información contenida en datos históricos.

7.2 Clasificación de los modelos de pronósticos

⁵ Productividad en la construcción

Se definen tres tipos de métodos de pronósticos de acuerdo al siguiente esquema:



Tipos de pronósticos 1

7.3 Pronósticos Cualitativos.

Los procedimientos de pronósticos pueden también clasificarse de acuerdo a su tendencia a ser más cuantitativos o cualitativos. En uno de los extremos, una técnica puramente cualitativa es aquella que no requiere de una abierta manipulación de datos, sólo se utiliza el "juicio" de quién pronostica. Desde luego, incluso aquí, el "juicio" del pronosticador es en realidad el resultado de la manipulación mental de datos históricos pasados.

Los métodos cualitativos de pronósticos utilizan el juicio de los evaluadores, su experiencia, los datos relevantes y un modelo matemático implícito. Como el modelo es implícito, si dos

evaluadores distintos utilizan los métodos cualitativos, es frecuente que lleguen a pronósticos con variaciones importantes.

Los métodos cualitativos casi siempre se utilizan para pronósticos a mediano y largo plazo que involucren situaciones como diseño del proceso o capacidad de las instalaciones. En el caso de estas decisiones, los datos del pasado casi nunca están disponibles o, cuando así es, pueden indicar un patrón poco estable.

Los pronósticos cualitativos deben utilizarse cuando los datos del pasado no resulten confiables como indicadores de las condiciones del futuro. Cuando ocurre lo anterior, los datos del pasado deben compensarse mediante un juicio antes de poder desarrollar un pronóstico. También debe utilizarse el pronóstico cualitativo para la introducción de nuevos productos y cuando no se posee de una base de datos históricos.

7.4 Pronósticos Series de Tiempo.

Con frecuencia se realizan observaciones de datos a través del tiempo. Cualquier variable que conste de datos reunidos, registrados u observados sobre incrementos sucesivos de tiempo se denomina serie de tiempo.

Para pronósticos a corto plazo, se usan mucho los métodos de series de tiempo. Una serie de tiempo es como se mencionó anteriormente, simplemente una lista cronológica de datos históricos, para la que la suposición esencial es que la historia predice el futuro de manera razonable. Existen varios modelos y métodos de series de tiempo entre los cuales elegir, y que incluyen distintos modelos o patrones que tratan de explicar el comportamiento de las series. [Sipper., 1998]

Para determinar qué modelo es el que se utilizará para el análisis de los datos, analizaremos en primera instancia el objetivo del presente trabajo, el cual trata de identificar el efecto de los principales factores que alteran el ítem mano de obra en el costo de un proyecto de edificación.

Según lo descrito, es que se puede inferir que la mejor manera de obtener dicha información es mediante la recolección de datos a través de una encuesta, que contenga las preguntas relacionadas al rubro, donde los profesionales que la respondan den cuenta de cuáles son y poder entender los diversos factores que alteran la mano de obra en un proyecto

En función de lo anterior es que se han elaborado una encuesta de tal manera de preguntar a diferentes profesionales que se desempeñan en el área su visión de las alzas que puede sufrir la mano de obra y de esta forma intentar traducir las frases indicadas anteriormente en datos que sean posibles de analizar.

La encuesta posee preguntas que hacen referencia a los factores que se han mencionado anteriormente, llevándolos a una valorización estimada del alza que se obtendría por cada factor

Ubicación de la obra

		No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
En relación al clima y ubicación de la obra indique el % de incidencia de los siguientes factores:	Clima						
	Ubicación Geográfica (comuna, etc)						
	Accesibilidad						

Competencia cercana

		No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
En relación a la competencia cercana de la obra indique el % de incidencia de los siguientes factores:	Cantidad de proyectos cercanos						
	Similitud con Proyectos cercanos						
	Otro						

Rubros compatibles

		No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
En relación los rubros compatibles con la construcción indique el % de incidencia de los siguientes en el costo de la mano de obra:	Minería						
	Agricultura						
	Otro						

Situación País

		No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
En relación a la situación de empleo indique el % de incidencia en el costo de la mano de obra:	Alta Cesantía						
	Baja Cesantía						
	Crisis Internacional						

Factor Moral

		No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
En relación al compromiso de los trabajadores con la empresa, indique el % de incidencia en el costo de la mano de obra:	Capacitaciones						
	Sueldo						
	Estabilidad Laboral						
	Horario de trabajo						

Además se agregaron algunas consultas que a juicio del autor son importantes de analizar y que pueden entregar información importante y complementaria para el estudio:

		No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
En relación a las características técnicas del proyecto indique el % de incidencia de los siguientes factores en el costo de la mano de obra:	Geometría						
	Nivel de estandarización de los proyectos						
	Calidad de los proyectos						
	Disponibilidad de recurso						
Para Partidas de OBRA GRUESA indique en base a su experiencia que % de pérdida o sobre costo generan los factores indicados	Imprevistos						
	Proyectos incompletos						
	Modificaciones de proyectos						
	Mano de obra poco calificada						
Para Partidas de TERMINACIONES indique en base a su experiencia que % de pérdida o sobre costo generan los factores indicados:	Imprevistos						
	Proyectos incompletos						
	Modificaciones de proyectos						
	Mano de obra poco calificada						
Para Partidas de INSTALACIONES indique en base a su experiencia que % de pérdida o sobre costo generan los factores indicados:	Imprevistos						
	Proyectos incompletos						
	Modificaciones de proyectos						
	Mano de obra poco calificada						
Para un proyecto mirado en su globalidad indique en base a su experiencia que % de pérdida o sobre costo generan los factores indicados:	Imprevistos						
	Proyectos incompletos						
	Modificaciones de proyectos						
	Mano de obra poco calificada						

Las preguntas efectuadas buscan conocer desde la perspectiva personal de cada profesional su parecer o experiencia en los distintos campos.

Como podemos observar las respuestas que se obtendrán vienen desde una apreciación personal, de conocimiento adquiridos en el tiempo y no de un estudio y análisis metodológico de los rendimientos de este factor, lo anterior nos hace desde ya dejar de lado cualquier análisis cualitativo ya que la metodología utilizada por definición lo impediría.

.Al tratarse de una metodología cualitativa se ha decidido no usar métodos estadísticos como series o regresiones, para dar paso a la utilización de metodologías de análisis de encuestas utilizadas en otras áreas, en este caso aplicara el análisis Likert antes descrito.

7.5 Escala tipo Likert

7.5.1 Categorización de la Escala Tipo Likert

Es un tipo de instrumento de medición o de recolección de datos que se dispone en la investigación social para medir actitudes. Consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción (favorable o desfavorable, positiva o negativa) de los individuos.

7.5.2 Alternativas o Puntos Tipo Likert

Dentro de los aspectos constitutivos de la escala tipo likert, es importante resaltar las alternativas o puntos, que corresponden a las opciones de respuesta de acuerdo al instrumento seleccionado. A continuación las alternativas y valores más usados:

• Alternativa A:	• Alternativa B:	• Alternativa C:	• Alternativa D:
5- Muy de Acuerdo.	5- Totalmente de Acuerdo.	5- Definitivamente sí.	5- Completamente verdadero.
4- De Acuerdo.	4- De Acuerdo.	4- Probablemente sí	4- Verdadero.
3- Ni de acuerdo ni en desacuerdo.	3- Neutral.	3- Indeciso.	3- Ni falso ni

<p>2- En desacuerdo.</p> <p>1- Muy en desacuerdo.</p>	<p>2- En desacuerdo.</p> <p>1- Totalmente en desacuerdo.</p>	<p>2- Probablemente no.</p> <p>1- Definitivamente no.</p>	<p>verdadero.</p> <p>2- Falso.</p> <p>1- Completamente falso.</p>
---	--	---	---

7.5.3 Puntaje

Los puntajes son los valores que se les asignan a los indicadores constitutivos como opciones de respuesta. Para obtener las puntuaciones en la escala de Likert, se suman los valores obtenidos respecto de cada fase. El puntaje mínimo resulta de la multiplicación del número de ítems por 1. Una puntuación se considera alta o baja respecto al puntaje total (pt), este último dado por el número de ítems o afirmaciones multiplicado por 5.

7.5.4 ¿Que mide la escala de Likert?

Es un tipo de escala que mide actitudes, es decir, que se emplea para medir el grado en que se da una actitud o disposición de los encuestados sujetos o individuos en los contextos sociales particulares. El objetivo es agrupar numéricamente los datos que se expresen en forma verbal, para poder luego operar con ellos, como si se tratará de datos cuantitativos para poder analizarlos correctamente.

Medir es el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante la clasificación y/o cuantificación, un instrumento de medición debe cubrir los requisitos de confiabilidad y validez.

Métodos de validez y confiabilidad para un instrumento de recolección de datos incluye caso del escalamiento tipo Rensis likert.

7.5.5 Construcción de la Escala de Likert

La elección de un instrumento de recolección de datos debe estar asociada a la evaluación de las características de la investigación en desarrollo para que sea cónsona con su tipo y

los propósitos planteados.

En la escala de Likert la medición se realiza a través de un conjunto organizado de ítems, relacionados con la variable que hay que medir, y frente a los cuales los sujetos de investigación deben reaccionar.

Los ítems del instrumento de investigación deben caracterizarse por su validez y confiabilidad, por lo tanto para su elaboración y concreción definitiva deben pasar por un estricto proceso de depuración.

La escala de Likert es una escala ordinal y como tal no mide en cuánto es más favorable o desfavorable una actitud, pero tiene la ventaja de que es fácil de construir y de aplicar, y, además, proporciona una buena base para una primera ordenación de los individuos en la característica que se mide.

La construcción de esta escala comporta los siguientes pasos:

1º) Se recoge una larga serie de ítems relacionados con la actitud que queremos medir y se seleccionan, aquellos que expresan una posición claramente favorable o desfavorable.

2º) Se selecciona un grupo de sujetos similar a aquél al que piensa aplicarse la escala. Estos responden, eligiendo en cada ítem la alternativa que mejor describa su posición personal.

3º) Las respuestas a cada ítem reciben puntuaciones más altas cuanto más favorables son a la actitud, dándose a cada sujeto la suma total de las puntuaciones obtenidas.

4º) Para asegurar la precisión de la escala, se seleccionaran el 25 % de los sujetos con puntuación más alta y el 25 % con puntuaciones más baja, y se seleccionan los ítems que discriminan a lo sujetos de estos dos grupos, es decir, aquellos con mayor diferencia de puntuaciones medias entre ambos grupos.

5º) Para asegurar la fiabilidad por consistencia interna, se halla la correlación entre la puntuación total y la puntuación de cada ítem para todos los individuos, seleccionándose los ítems con coeficiente más alto.

6º) Con los criterios anteriores de precisión y fiabilidad se selecciona el número de ítems deseado para la escala. Para asegurar la validez del contenido, aproximadamente la mitad de los ítems deben expresar posición favorable y desfavorable la otra mitad.

7.5.6 Métodos de Validez y Confiabilidad de la Escala de Likert.

Conceptualización de Validez:

Se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. (Hernández, Fernández y Baptista. Año 2000).

Validez de Contenido:

Se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. (Bohrnstedt, 1976).

Validez de criterio:

Establece la comparación con algún criterio externo. (Wiersma, 1986)

Validez de Constructo:

Es el grado en que una medición se relaciona consistentemente con otras mediciones de acuerdo con hipótesis derivadas teóricamente y que conciernen a los conceptos que están siendo medidos.

8 ANALISIS DE RESULTADOS

Para obtener la información necesaria se elaboró una encuesta que consta de tres partes, la primera de ellas busca conocer información del encuestado como edad, profesión, área de experiencia, etc. de tal manera de poder conocer y validar las respuestas. La segunda etapa consta de preguntas que hacen referencia a los factores antes mencionados consultando a juicio del encuestado en que rango de % estima él que dicho factor altera la mano de obra y finalmente se incorporan consultas referentes a las grandes partidas que tienen los proyectos

Los resultados de la encuesta se obtienen valorizando y sumando los resultados del ítem, en este caso la asignación de puntaje será:

Respuesta	No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
Puntuación	1	2	3	4	5	6

Con la valorización anterior podemos establecer cuál será la puntuación máxima y mínima a obtener en la encuesta, para esto se deben considerar la cantidad de preguntas y la cantidad de encuestados.

Para analizar la segunda etapa de consultas se divide en dos partes, la primera de ella considera 20 ítems que tienen directa relación con los factores a estudiar y la segunda tiene relación con las distintas etapas de un proyecto en construcción

Por ejemplo, si se analiza cada encuestado vemos que al existir un total de 20 ítem a evaluar el puntaje mínimo que uno de ellos podría obtener es de 20 puntos lo que significaría que a juicio de este ningún factor influye, por otro si el considerase que todos los puntos indicados aumentan en más de un 25% el valor de la mano de obra su puntaje sería de 120 puntos.

También es posible establecer este análisis para cada pregunta, es decir, por ejemplo para la pregunta en que se consulta en que porcentaje influye el clima en el costo del recurso, cada encuestado puede evaluar en seis opciones como se ha mostrado antes, por lo que en el caso que todos los encuestados manifestaran que el factor no es influyente, éste obtendría el puntaje mínimo de 1 punto por persona, en este caso 19 unidades, por otro lado si la respuesta de los profesionales indicase que esta afecta en más de un 25% el valor del recurso obtendría 6 puntos por cada uno, es decir, un total de 114 puntos.

8.1 Resultados Obtenidos

Al cierre de la recopilación de antecedentes se contó con 19 respuestas de distintos profesionales, a continuación se presentara los resultados de las etapas de consultas.

8.1.1 Análisis de confiabilidad⁶

⁶ Alfa de Cronbach y consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida

La validez de un instrumento se refiere al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir. Y la fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede medir de distintas maneras en este caso se estimara con el alfa de Cronbach. La medida de la fiabilidad mediante el alfa de Cronbach asume que los ítems (medidos en escala tipo Likert) miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados (Welch & Comer, 1988). Cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados. La fiabilidad de la escala debe obtenerse siempre con los datos de cada muestra para garantizar la medida fiable del constructo en la muestra concreta de investigación.

Como criterio general, George y Mallery (2003, p. 231) sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach:

- Coeficiente alfa >.9 es excelente
- Coeficiente alfa >.8 es bueno
- Coeficiente alfa >.7 es aceptable
- Coeficiente alfa >.6 es cuestionable
- Coeficiente alfa >.5 es pobre
- Coeficiente alfa <.5 es inaceptable

La fórmula estadística para aplicar este coeficiente es la siguiente:

$$r = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

K: El número de ítems

Si²: Sumatoria de Varianzas de los Items

ST²: Varianza de la suma de los Items

: Coeficiente de Alfa de Cronbach

Para el caso en estudio los valores obtenidos son los siguientes:

K: 20

Si²: 36,83

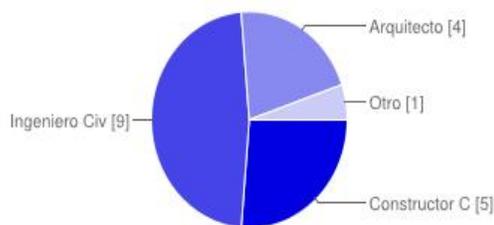
ST²: 347

Con los valores anteriores obtenemos un coeficiente Alfa de 0,94, con lo que podemos ver que los datos son consistentes y aptos para su estudio.

8.1.2 Resultados encuesta etapa 0 fase 1

Esta etapa constaba de 4 preguntas que buscaban información referente a la profesión, cargo, años de experiencia y área de experiencia. La finalidad de estas consultas es poder establecer si las respuestas obtenidas son generadas por personas con conocimiento del tema tratado.

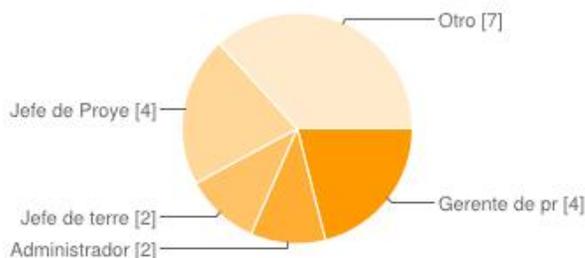
Indique su profesión



Constructor Civil / Ingeniero Constructor	5	26%
Ingeniero Civil	9	47%
Arquitecto	4	21%
Otro	1	5%

En la primera pregunta que hace mención a la profesión, podemos ver que el 95% de los encuestados declara estar en posesión de algún título profesional a fin con el área de estudio.

Indique su Cargo



Gerente de proyecto	4	21%
Administrador de Obra	2	11%
Jefe de terreno	2	11%
Jefe de Proyecto	4	21%
Otro	7	37%

En esta pregunta podemos ver una mayor dispersión en cuanto a sus respuestas, sin embargo es posible identificar que un 63% manifiesta desempeñarse en cargos de jefatura de proyectos. Lo anterior es importante, ya que finalmente son ellos los que deben planificar

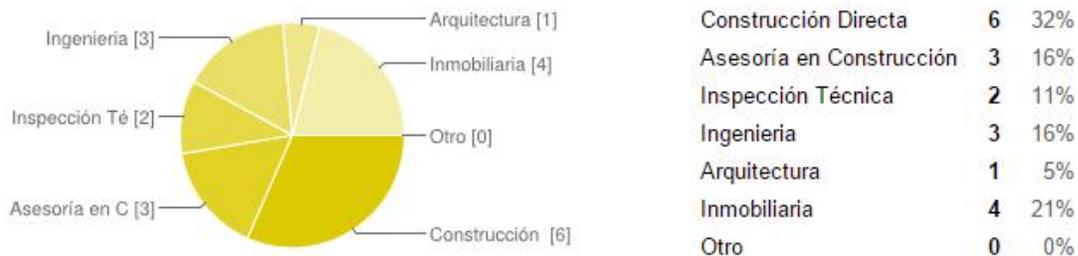
y organizar los recursos dentro de la ejecución del proyecto.

Indique sus años de experiencia



En esta consulta podemos ver que el 79% de los encuestados declara tener más de 5 años de experiencia, encontrándose la mayoría en el rango de 6 a 10 años. Por otro lado es importante hacer notar que más del 25% de los encuestados declara tener más de 10 años de experiencia, lo anterior nos indica que la encuesta fue tomada por profesionales con conocimiento del área.

Indique en cual de estas areas se encuentra mayormente su experiencia



Esta es quizás de la pregunta más importante de esta etapa, ya que nos indica directamente donde se encuentra la experiencia de los encuestados ya que no es lo mismo contar con respuestas de ingenieros o constructores civiles con 20 años de experiencia pero que esta se encuentre en otras áreas.

Para analizar estas respuestas lo haremos separándolas en dos grupos, en el primero dejaremos las áreas de Arquitectura, ingeniería e inspección técnica las que en términos generales tienen que ver más con el control y diseño de los proyectos y no así con su planificación. En el segundo grupo dejaremos las respuestas de Construcción directa, Asesoría e inmobiliaria, ya que estos son en general los que están preocupados de la planificación, organización y presupuesto de los proyectos lo que hace que sean conocedores de la forma que cada proyecto se ve influenciado por los diversos factores estudiados. En

función de esto podemos decir que las respuestas obtenidas son de gran interés, debido a que el 69% de éstas se encuentra en el segundo grupo mencionado.

En resumen, podemos ver que la muestra contiene información de actores con la experiencia y conocimientos adecuados para el estudio, por lo anterior no se hará discriminación y se utilizarán todas la respuestas obtenidas, ya que si bien como se ha presentado en el análisis de la última pregunta, existen encuestados que tienen su experiencia en el área del diseño o similar, y su experiencia les permite opinar y contestar con el conocimiento que entrega el estar inserto en el rubro y que es finalmente lo que busca el presente estudio.

8.1.3 Resultados encuesta etapa 0 fase 2

El análisis de estos datos se hará de tres maneras, la primera de ella tomará en cuenta a los encuestados sin considerar los ítems, es decir, a nivel general. En segundo punto se analizará Ítem por Ítem observando cuales son los que obtienen una mayor y menor puntuación y finalmente se analizará en su conjunto.

	Encuestado 1	Encuestado 2	Encuestado 3	Encuestado 4	Encuestado 5	Encuestado 6	Encuestado 7	Encuestado 8	Encuestado 9	Encuestado 10	Encuestado 11	Encuestado 12	Encuestado 13	Encuestado 14	Encuestado 15	Encuestado 16	Encuestado 17	Encuestado 18	Encuestado
Clima	4	1	4	3	1	3	5	1	3	3	1	5	2	3	1	3	4	2	
Ubicación Geográfica (comuna, etc)	6	4	4	5	4	6	6	3	6	3	6	4	5	5	6	6	4	5	3
Accesibilidad	6	4	6	5	4	5	6	3	2	3	6	3	5	6	6	6	5	5	3
Cantidad de proyectos cercanos	2	3	1	4	3	6	6	3	2	2	5	3	2	2	3	5	1	3	1
Similitud con Proyectos cercanos	2	2	1	2	3	5	3	1	1	2	1	3	1	2	3	1	3	4	1
Oro	2	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	1	1	1	3	2	1	2	2
Minería	2	4	3	6	5	6	6	1	4	5	6	6	6	5	6	6	4	1	4
Agricultura	1	1	4	2	2	2	4	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1
Oro	1	1	1	1	3	2	2	1	1	3	2	1	1	1	2	2	2	1	1
Alta Ciesantía	1	1	6	1	1	6	6	2	3	4	1	3	6	3	1	1	6	5	3
Baja Ciesantía	4	4	6	5	3	6	5	3	2	4	6	6	6	3	4	6	6	4	3
Crisis Internacional	3	1	2	2	1	3	3	2	4	3	1	1	3	2	3	1	6	6	4
Capacitaciones	1	1	5	2	2	4	4	3	2	3	1	3	3	2	2	1	5	3	3
Sueldo	4	3	4	4	2	5	6	4	2	4	2	3	6	4	3	2	5	6	4
Estabilidad Laboral	3	2	3	3	2	5	2	4	1	3	2	5	3	4	3	2	4	6	3
Horario de Trabajo	3	2	2	3	2	4	2	6	2	3	1	1	3	2	3	1	3	6	3
Geometría	2	1	1	3	1	3	5	3	2	2	1	1	1	1	5	1	2	2	2
Nivel de estandarización de los proyectos	3	2	1	3	1	2	4	3	2	2	2	3	2	2	3	2	5	6	2
Calidad de los proyectos	3	2	1	2	3	5	6	5	3	3	2	3	1	4	3	2	6	6	2
Disponibilidad de recursos	3	2	2	4	5	2	3	4	2	3	3	3	4	1	3	3	6	6	2
Suma	56	42	58	61	51	83	86	54	46	58	52	55	65	54	67	52	79	82	49

Cuando analizamos a nivel de encuestados, se observa e infiere lo siguiente:

	Encuestado 1	Encuestado 2	Encuestado 3	Encuestado 4	Encuestado 5	Encuestado 6	Encuestado 7	Encuestado 8	Encuestado 9	Encuestado 10	Encuestado 11	Encuestado 12	Encuestado 13	Encuestado 14	Encuestado 15	Encuestado 16	Encuestado 17	Encuestado 18	Encuestado 19
Suma Puntuaciones	56	42	58	61	51	83	86	54	46	58	52	55	65	54	67	52	79	82	49
Promedio	60,53																		
Desviación Standart	13,17																		

Como es posible observar, existe una gran variedad de opiniones, sin embargo al tomar el promedio de la muestra se ve que los factores consultados a juicio de los encuestados si modifican el valor de la mano de obra, obteniendo en algunos casos importantes puntuaciones las que sin duda se refieren a la experiencia propia de cada profesional.

En el segundo análisis que se puede establecer y que tiene relación con el estudio de los distintos factores tenemos lo siguiente:

	Encuestado 1	Encuestado 2	Encuestado 3	Encuestado 4	Encuestado 5	Encuestado 6	Encuestado 7	Encuestado 8	Encuestado 9	Encuestado 10	Encuestado 11	Encuestado 12	Encuestado 13	Encuestado 14	Encuestado 15	Encuestado 16	Encuestado 17	Encuestado 18	Encuestado 19	Suma	Promedio	Moda	S	r
Clima	4	1	4	3	1	3	5	1	3	3	1	1	5	2	3	1	3	4	2	48	2,67	1,00	1,41	0,63
Ubicación Geográfica (comuna, etc)	6	4	4	5	4	6	6	3	6	3	6	4	5	5	6	6	4	5	3	88	4,89	6,00	1,08	0,23
Accesibilidad	6	4	6	5	4	5	6	3	2	3	6	3	5	6	6	6	5	5	3	86	4,78	6,00	1,31	0,36
Cantidad de proyectos cercanos	2	3	1	4	3	6	6	3	2	2	5	3	2	2	3	5	1	3	1	56	3,11	3,00	1,53	0,29
Similitud con Proyectos cercanos	2	2	1	2	3	5	3	1	1	2	1	3	1	2	3	1	3	4	1	40	2,22	1,00	1,17	0,69
Otro	2	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	1	1	1	3	2	1	2	2	29	1,61	1,00	0,78	0,33
Minería	2	4	3	6	5	6	6	1	4	5	6	6	6	5	6	6	4	1	4	82	4,56	6,00	1,76	0,04
Agricultura	1	1	4	2	2	2	4	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	31	1,72	1,00	0,96	0,42
Otro	1	1	1	1	3	2	2	1	1	3	2	1	1	1	2	2	2	1	1	28	1,56	1,00	0,70	0,16
Alta Cesantia	1	1	6	1	1	6	6	2	3	4	1	3	6	3	1	1	6	5	3	57	3,17	1,00	2,15	0,70
Baja Cesantia	4	4	6	5	3	6	5	3	2	4	6	6	6	3	4	6	6	4	3	83	4,61	6,00	1,33	0,37
Crisis Internacional	3	1	2	2	1	3	3	2	4	3	1	1	3	2	3	1	6	6	4	47	2,61	3,00	1,54	0,66
Capacitaciones	1	1	5	2	2	4	4	3	2	3	1	3	3	2	2	1	5	3	3	47	2,61	3,00	1,29	0,65
Sueldo	4	3	4	4	2	5	6	4	2	4	2	3	6	4	3	2	5	6	4	69	3,83	4,00	1,38	0,79
Estabilidad Laboral	3	2	3	3	2	5	2	4	1	3	2	5	3	4	3	2	4	6	3	57	3,17	3,00	1,29	0,52
Horario de Trabajo	3	2	2	3	2	4	2	6	2	3	1	1	3	2	3	1	3	6	3	49	2,72	3,00	1,45	0,44
Geometria	2	1	1	3	1	3	5	3	2	2	1	1	1	1	5	1	2	2	2	37	2,06	1,00	1,30	0,57
Nivel de estandarización de los proyectos	3	2	1	3	1	2	4	3	2	2	2	3	2	2	3	2	5	6	2	48	2,67	2,00	1,28	0,65
Calidad de los proyectos	3	2	1	2	3	5	6	5	3	3	2	3	1	4	3	2	6	6	2	60	3,33	3,00	1,64	0,68
Disponibilidad de recursos	3	2	2	4	5	2	3	4	2	3	3	3	4	1	3	3	6	6	2	59	3,28	3,00	1,36	0,40

Lo primero que se puede establecer es que existen factores que a juicio de los encuestados no son relevantes al momento de establecer o estudiar la mano de obra, para establecer con mayor certeza se ordenaran en forma descendente para poder ver gráficamente cuales son los más importantes:

	Encuestado 1	Encuestado 2	Encuestado 3	Encuestado 4	Encuestado 5	Encuestado 6	Encuestado 7	Encuestado 8	Encuestado 9	Encuestado 10	Encuestado 11	Encuestado 12	Encuestado 13	Encuestado 14	Encuestado 15	Encuestado 16	Encuestado 17	Encuestado 18	Encuestado 19	Suma	Promedio	Moda	S	r
Ubicación Geográfica (comuna, etc	6	4	4	5	4	6	6	3	6	3	6	4	5	5	6	6	4	5	3	88	4,89	6,00	1,08	0,23
Accesibilidad	6	4	6	5	4	5	6	3	2	3	6	3	5	6	6	6	5	5	3	86	4,78	6,00	1,31	0,36
Baja Cesantía	4	4	6	5	3	6	5	3	2	4	6	6	6	3	4	6	6	4	3	83	4,61	6,00	1,33	0,37
Minería	2	4	3	6	5	6	6	1	4	5	6	6	6	5	6	6	4	1	4	82	4,56	6,00	1,76	0,04
Sueldo	4	3	4	4	2	5	6	4	2	4	2	3	6	4	3	2	5	6	4	69	3,83	4,00	1,38	0,79
Calidad de los proyectos	3	2	1	2	3	5	6	5	3	3	2	3	1	4	3	2	6	6	2	60	3,33	3,00	1,64	0,68
Disponibilidad de recursos	3	2	2	4	5	2	3	4	2	3	3	3	4	1	3	3	6	6	2	59	3,28	3,00	1,36	0,40
Alta Cesantía	1	1	6	1	1	6	6	2	3	4	1	3	6	3	1	1	6	5	3	57	3,17	1,00	2,15	0,70
Estabilidad Laboral	3	2	3	3	2	5	2	4	1	3	2	5	3	4	3	2	4	6	3	57	3,17	3,00	1,29	0,52
Cantidad de proyectos cercanos	2	3	1	4	3	6	6	3	2	2	5	3	2	2	3	5	1	3	1	56	3,11	3,00	1,53	0,29
Horario de Trabajo	3	2	2	3	2	4	2	6	2	3	1	1	3	2	3	1	3	6	3	49	2,72	3,00	1,45	0,44
Clima	4	1	4	3	1	3	5	1	3	3	1	1	5	2	3	1	3	4	2	48	2,67	1,00	1,41	0,63
Nivel de estandarización de los proyectos	3	2	1	3	1	2	4	3	2	2	2	3	2	2	3	2	5	6	2	48	2,67	2,00	1,28	0,65
Crisis Internacional	3	1	2	2	1	3	3	2	4	3	1	1	3	2	3	1	6	6	4	47	2,61	3,00	1,54	0,66
Capacitaciones	1	1	5	2	2	4	4	3	2	3	1	3	3	2	2	1	5	3	3	47	2,61	3,00	1,29	0,65
Similitud con Proyectos cercanos	2	2	1	2	3	5	3	1	1	2	1	3	1	2	3	1	3	4	1	40	2,22	1,00	1,17	0,69
Geometría	2	1	1	3	1	3	5	3	2	2	1	1	1	1	5	1	2	2	2	37	2,06	1,00	1,30	0,57
Agricultura	1	1	4	2	2	2	4	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	31	1,72	1,00	0,96	0,42
Otro	2	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	1	1	1	3	2	1	2	2	29	1,61	1,00	0,78	0,33
Otro	1	1	1	1	3	2	2	1	1	3	2	1	1	1	2	2	2	1	1	28	1,56	1,00	0,70	0,16

Como podemos observar existen cuatro factores que tiene la mayor puntuación, donde los dos primeros tienen que ver con la ubicación y accesibilidad del proyecto y los otros tienen relación con temas más globales y no directos de la obra en sí misma, como son la influencia de la situación país y de los rubros compatibles, es decir, para los encuestados lo más importante hace relación a temas propios de la obra, pero también al contexto general en que esta se construirá. Por otro lado podemos ver que la puntuación promedio que se obtuvo en estos ítems es cercana a los 4.5 puntos, es decir, generarían una variación promedio del costo de la mano de obra entre un 20-25%, importante también notar que si bien su promedio es cercano a 4.5 el valor de puntuación que más se repite y que por ende se podría asumir apuntan los profesionales es la opción 6, es decir, indican que el aumento del costo de mano de obra producto de estos factores podría llegar a más de un 25%.

Más abajo figuraría el sueldo de los trabajadores, lo que nos indica que si bien es un factor a considerar no es el más importante ya que la gente privilegiaría otro tipo de factores.

Podemos ver que los cinco ítems que lideran la puntuación son en términos generales una mezcla de factores propios del proyecto y del contexto en que este se ejecutara, por lo que el evaluador y programador de este deberá ampliar su análisis para no cometer posibles errores.

Una vez que se identificó cuáles son los factores más influyentes se extrajeron de la tabla de resultados para analizar el grado de correlación que existe entre ellos y de esta manera poder establecer si estos son independientes entre sí o no.

El análisis descrito anteriormente se realiza utilizando el programa Excel en su opción de correlación y los datos obtenidos son los siguientes:

<i>Ítem</i>	<i>Correlación</i>				
Ubicación Geográfica (comuna, etc.)	1,000				
Accesibilidad	0,577	1,000			
Baja Cesantía	0,222	0,498	1,000		
Minería	0,346	0,198	0,427	1,000	
Sueldo	-0,059	0,218	0,232	-0,203	1,000

De la tabla anterior podemos inferir que en términos generales existe cierto grado de correlación entre los factores (se debe recordar que los valores para esta van entre -1, cuando la correlación es absolutamente negativa, y 1 cuando es absolutamente positiva) esta no es significativa, por ejemplo podemos ver que la ubicación geográfica presenta su mayor relación con la accesibilidad y su menor relación con el sueldo.

Como los valores obtenidos de este análisis muestran bajos niveles de correlación entre los factores es que se aconseja tomarlos en forma independiente al momento de la evaluación.

Para la tercera parte del análisis se consultó por la influencia que los encuestados consideran de ciertos puntos que son habituales para las distintas etapas de un proyecto, a continuación se muestran los resultados obtenidos:

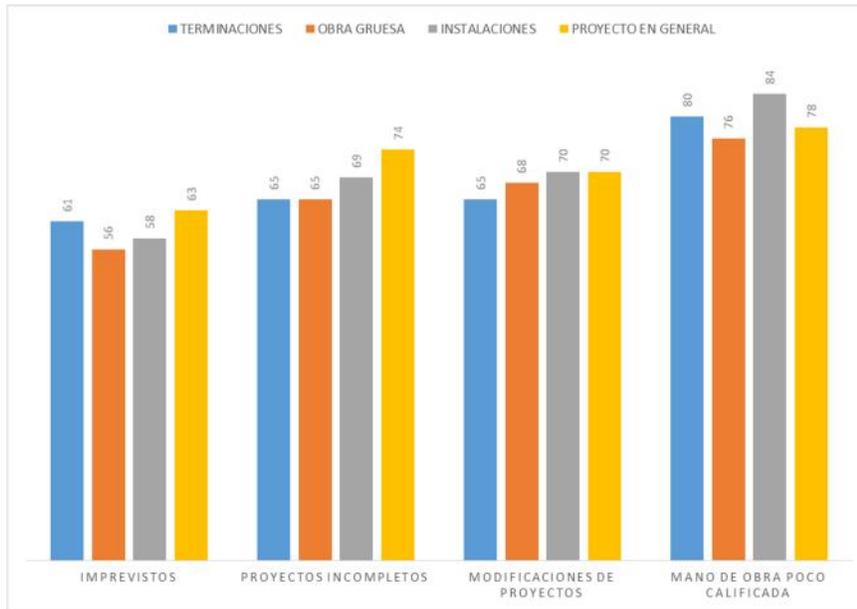


Gráfico 1

El grafico anterior es una muestra de las respuestas obtenidas donde se observa que el contar con una mano de obra poco calificada es el ítem más importante para los encuestados, seguido de la dificultad que generan los proyectos incompletos.

	Encuestado 1	Encuestado 2	Encuestado 3	Encuestado 4	Encuestado 5	Encuestado 6	Encuestado 7	Encuestado 8	Encuestado 9	Encuestado 10	Encuestado 11	Encuestado 12	Encuestado 13	Encuestado 14	Encuestado 15	Encuestado 16	Encuestado 17	Encuestado 18	Encuestado 19	Suma	Promedio	Moda	S	r
OBRA GRUESA																								
Imprevistos	2	2	2	2	2	6	5	3	2	2	4	6	2	2	3	4	3	2	2	56	2,95	2,00	1,39	0,79
Proyectos incompletos	2	2	3	3	2	5	5	6	3	3	3	6	5	2	3	3	3	3	3	65	3,42	3,00	1,30	0,84
Modificaciones de proyectos	5	2	3	2	2	5	4	6	4	4	3	6	3	3	4	3	3	3	3	68	3,58	3,00	1,22	0,86
Mano de obra poco calificada	6	2	5	4	2	4	5	4	3	4	5	6	5	2	4	5	2	5	3	76	4,00	5,00	1,33	0,62
TERMINACIONES																								
Imprevistos	2	2	2	3	2	6	5	6	3	2	4	6	2	2	3	4	3	2	2	61	3,21	2,00	1,51	0,87
Proyectos incompletos	2	2	3	2	2	5	6	6	4	3	3	6	5	2	4	3	3	3	1	65	3,42	3,00	1,54	0,87
Modificaciones de proyectos	5	2	3	3	2	5	4	6	3	3	3	6	3	3	4	3	3	3	1	65	3,42	3,00	1,30	0,86
Mano de obra poco calificada	6	2	5	2	2	6	5	6	2	4	5	6	5	6	3	5	2	5	3	80	4,21	5,00	1,62	0,70
INSTALACIONES																								
Imprevistos	2	2	2	2	2	5	5	5	3	2	4	6	2	2	4	4	2	2	2	58	3,05	2,00	1,39	0,90
Proyectos incompletos	2	2	3	2	2	6	6	6	5	3	3	6	5	2	4	3	3	3	3	69	3,63	3,00	1,54	0,86
Modificaciones de proyectos	5	2	3	2	2	5	4	6	6	3	3	6	3	3	4	3	4	3	3	70	3,68	3,00	1,34	0,78
Mano de obra poco calificada	6	2	5	4	2	6	5	4	4	3	5	6	5	6	4	5	4	5	3	84	4,42	5,00	1,26	0,65
PROYECTO EN GENERAL																								
Imprevistos	2	2	2	2	2	6	5	5	3	2	6	6	2	2	4	6	2	2	2	63	3,32	2,00	1,73	0,81
Proyectos incompletos	2	2	3	2	2	5	6	6	6	3	6	6	5	2	4	6	2	3	3	74	3,89	2,00	1,73	0,81
Modificaciones de proyectos	5	2	3	2	2	5	4	6	6	4	3	6	3	3	4	3	3	3	3	70	3,68	3,00	1,34	0,79
Mano de obra poco calificada	6	2	5	3	2	6	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	2	5	2	78	4,11	5,00	1,33	0,72
Suma	60	32	52	40	32	86	79	86	61	49	64	95	60	47	60	64	44	52	39					
Promedio	58,00																							
Desv. Estandart	18,22																							

Lo primero que podemos ver cuando analizamos la muestra (encuestados) es que cerca del 70% de estos considera que los puntos consultados tienen importancia en los costos (se

considera importante si la columna obtiene más de 48 puntos que son equivalentes al 50% del puntaje máximo que podría obtener) lo que nos muestra que estos también son factores que se deben tomar en cuenta al momento de estudiar y programar un proyecto.

Cuando se analiza la partida de obra gruesa podemos ver que todas las líneas obtienen un puntaje elevado con promedios similares y modas parecidas que apuntarían a indicar alzas cercanas a un 15%.

Al analizar las terminaciones e instalaciones ocurre un efecto similar a lo anterior es decir puntuaciones elevadas con indicadores que hacen presumir alzas cercanas a un 15%.

Finalmente se consultó por el proyecto en su totalidad y no en forma separada, ya que se podía dar el caso que el resultado no fuera necesariamente la suma de partes, en este caso se repitió la tendencia de los puntos anteriores, es decir, puntuaciones elevadas con indicadores que nos muestran alzas de un 15%.

Quizás el hecho más relevantes en estas preguntas es poder ver que todas tienen un patrón común, que es que al consultar sobre la influencia de la mano de obra poco calificada se puede observar que esta la que obtiene la mayor puntuación y además la que, según los encuestados, podría provocar la mayor alza en el costo con inclusive valores que superen un 20 o 25%.

9 CONCLUSIONES

Para efectos de este estudio se analizaron datos obtenidos mediante una encuesta a profesionales de obra, con la finalidad de generar un análisis que permitiera ver la incidencia de estos en el costo del proyecto, en primer lugar se obtiene que efectivamente existen factores que pueden alterar el costo de la mano de obra y por ende el costo de un proyecto. Importante mencionar que los factores que acá se han mostrado son tanto internos y propios de un proyecto (accesibilidad, ubicación, sueldo) como del contexto general en que este se ejecutara (Cesantía, estado de los rubros compatibles).

Por otro lado los factores mencionados pueden provocar importantes alzas 20-25% que deben ser considerados desde un inicio en el costo de un proyecto de tal manera de generar un presupuesto y planificación inicial errónea, ayudando de esta manera no tan solo al correcto ajuste a presupuesto sino más bien del control general del proyecto.

En resumen podemos ver que la mano de obra es un factor importante y cuyo análisis debe ser más profundo que utilizar y/o repetir un análisis de precio unitario de tal manera de poder incorporar los factores que puedan corregir su valor en momentos previos a la ejecución del proyecto.

Para poder incorporar estos factores se sugiere que el evaluador genere aunque sea de manera mental una serie de preguntas y análisis que no son de mayor de complejidad pero que le permitirán anticipar posibles alzas o variaciones de precio, por ejemplo:

- ¿Cuál es la ubicación del proyecto?
- ¿El proyecto es de fácil acceso?
- ¿Los sueldos que maneja la empresa son competitivos?
- ¿La economía a mediano y largo plazo como se prevé según los indicadores adecuados?

Preguntas como las anteriores le permitirá por ejemplo arrendar un método de acercamiento que permita facilitar la llegada de la gente, el cual si bien es cierto es un costo fijo que se agrega probablemente se inferior al alza que significara aumentar el sueldo o el atraso que se generara por el aumento de plazo. O por otro lado entregar al mandante de un proyecto un presupuesto con los valores de mano de obra ya ajustados de tal manera de transparentar

el verdadero costo de este, lo anterior es de suma importancia cuando por ejemplo el proyecto a bajo la modalidad de suma alzada donde cualquier alza de este tipo (a menos que se haya dejado claro en el contrato) deberá ser asumida por la empresa con la correspondiente merma que esto implicara para ellos.

De la última etapa de la encuesta se puede desprender que la mano de obra poco calificada también es un factor importante a considerar, para lo cual es necesario establecer de manera anticipada la cantidad del recurso que se dispondrá y evaluar posibles alternativas tendientes por ejemplo a la industrialización, construcción modular entre otros que permiten de alguna manera ayudar en este proceso.

Por otro lado vemos que es necesaria la innovación, entendida como la aplicación de la tecnología al área de la construcción de tal manera de mejorar los procesos y obtener los beneficios tanto sociales, económicos, etc. que esta trae asociada. Para lo anterior es importante vencer la inercia que existe en el área y entender que la planificación estratégica de un proyecto está asociada a la utilización de tecnología tanto a nivel por ejemplo de la industrialización de ciertos procesos (moldajes prefabricados, doblado de fierro, elementos modulares, etc.) o a nivel de software utilizando programas como Project, Presto, Softland (RRHH), etc., que ayudan en la planificación y control de la obra, donde el valor agregado que estos entregan a cada proyecto es sin duda mucho mayor a costo que este pudiera significar para la empresa (Pago de patentes, capacitaciones, etc.)

En conclusión se puede decir que con los datos obtenidos del análisis de la encuesta en conjunto con la falta de estudios sobre este tema, podemos obtener ciertos lineamientos para posteriores investigaciones siempre y cuando las empresas estén dispuestas a generar los recursos para poder hacerlo. Además estas mismas constarían con datos de sus propios profesionales, lo que sería en cierta forma un “plus” para el manejo de recursos de cada empresa.

10 BIBLIOGRAFIA

Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificaciones [En línea]
http://www.researchgate.net/publication/235995818_Indicadores_de_Productividad_y_Calidad/file/3deec5155c25faaf16.pdf. [Consulta 14 de noviembre de 2013]

Industrializar la construcción [En línea]
www.sgm-gic.com/Mi_pagina/Pagina_3_cast/Articles.../7_cast.pdf [Consulta 5 de Diciembre de 2013]

Productividad en la construcción, Capítulo 3 [En línea]
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/alpuche_s_r/capitulo3.pdf [Consulta 14 de noviembre de 2013]

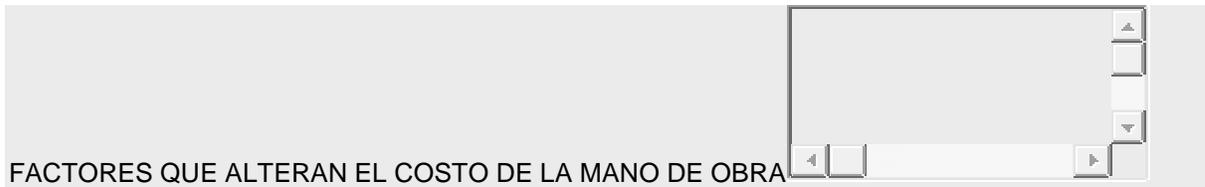
Gestión en el ciclo de vida de un proyecto de construcción [En línea]
<http://ecallejon.com/2013/11/18/gestion-en-el-ciclo-de-vida-de-un-proyecto-de-construccion/>
[Consulta 25 de octubre de 2014]

Alfa de Cronbach y consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida [En línea]
<http://www.uv.es/~friasnav/AlfaCronbach.pdf>
[Consulta 10 de noviembre de 2014]

Metodología de la Investigación [En línea]
http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod_invest.pdf
[Consulta 6 de noviembre de 2014]

11 ANEXOS

11.1 Encuesta realizada



FACTORES QUE ALTERAN EL COSTO DE LA MANO DE OBRA

Indique su profesión* _

- Constructor Civil / Ingeniero Constructor
- Ingeniero Civil
- Arquitecto
- Otros:

Indique su Cargo* _

- Gerente de proyecto
- Administrador de Obra
- Jefe de terreno
- Jefe de Proyecto
- Otros:

Indique sus años de experiencia* _

- 0-5 años
- 6-10 años
- 11-15 años
- 16-20 años
- 21 años o mas.

Indique en cual de estas areas se encuentra mayormente su experiencia* _

- Construcción Directa
- Asesoría en Construcción
- Inspección Técnica
- Ingeniería
- Arquitectura
- Inmobiliaria
- Otros:

INCIDENCIA DE LOS DISTINTOS FACTORES

Para las actividades mostradas, indique en base a su experiencia el % de incidencia (aumento) en el valor de la Mano de obra según factores indicados

	No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	< 25%
Horario de trabajo	<input type="radio"/>					

En relación a las características técnicas del proyecto, indique el % de incidencia de los siguientes factores en el costo de la mano de obra: * _

	No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
Geometría	<input type="radio"/>					
Nivel de estandarización de los proyectos	<input type="radio"/>					
Calidad de los proyectos	<input type="radio"/>					
Disponibilidad de recursos	<input type="radio"/>					

Para Partidas de OBRA GRUESA indique en base a su experiencia que % de pérdida o sobre costo generan los factores indicados * _

	No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
Imprevistos	<input type="radio"/>					
Proyectos incompletos	<input type="radio"/>					
Modificaciones de proyectos	<input type="radio"/>					
Mano de obra poco calificada	<input type="radio"/>					

Para Partidas de TERMINACIONES indique en base a su experiencia que % de pérdida o sobre costo generan los factores indicados * _

	No Influye	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25% o más
Imprevistos	<input type="radio"/>					
Proyectos incompletos	<input type="radio"/>					
Modificaciones de proyectos	<input type="radio"/>					
Mano de obra poco calificada	<input type="radio"/>					

Para Partidas de INSTALACIONES indique en base a su experiencia que % de pérdida o sobre costo generan los factores indicados * _

