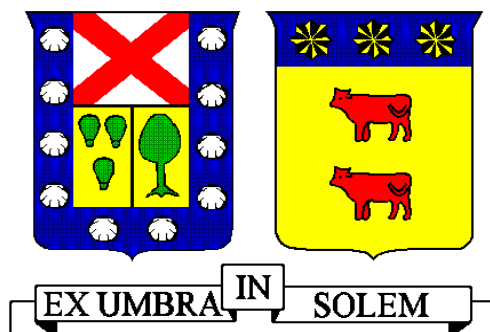




UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES

**MODELO DE GESTIÓN Y CONTROL DE MANO DE OBRA BASADO EN FUNDAMENTOS DE
DIRECCIÓN DE PROYECTOS PMBOK, PARA CONSTRUCTORA DEDICADA A EDIFICACIÓN
EN ALTURA EN LA V REGIÓN**

Memoria de titulación presentada por:

JUAN PABLO GELOS ALFARO

Como requisito para optar al título de:

Constructor Civil

Profesor guía:

Marisol Isabel Meza Guzmán

VALPARAÍSO, CHILE

ENERO 2018

RESUMEN

En un mercado nacional cada día más exigente y de expectativas inciertas, la necesidad de adaptarse por parte de las empresas constructoras hace apremiante replantearse la eficiencia de sus procesos para mejorar sus niveles de competitividad en pro de obtener mayores rentabilidades.

La correcta distribución y utilización de los recursos es un factor fundamental para minimizar las desviaciones en los costos directos. En una obra de construcción estándar dichos costos generalmente se reducen a materiales, equipos y herramientas, maquinaria y mano de obra. Este último es el componente de la producción que usualmente es más difícil de controlar debido a la gran variabilidad que se puede presentar desde el momento de presupuestarlo y planificarlo hasta su manejo y control.

La presente memoria tiene por objetivo diseñar un sistema de gestión que en base a mecanismos de control permita obtener la información necesaria sobre el uso efectivo de la mano de obra, con el fin de dirigir la toma de decisiones, facilitar el control y disminuir las desviaciones que recaen sobre este recurso.

ABSTRACT

In an ever-demanding national market full of uncertain expectations, the need to adapt by construction companies makes it imperative to rethink the efficiency of their processes to improve their levels of competitiveness in order to obtain higher returns.

The proper distribution and use of resources is a fundamental factor to minimize deviations in direct costs. In a standard construction site such costs are generally reduced to materials, equipment and tools, machinery and labor. The latter is the component of production that is usually more difficult to control due to the great variability that can occur from the time of budgeting and planning to its management and control.

The objective of this report is to design a management system that, based on control mechanisms, allows obtaining the necessary information on the effective use of labor, in order to direct decision-making, facilitate control and reduce deviations. that fall on this resource.

GLOSARIO

1. **PMI:** El Project Managment Institute es una asociación de profesionales sin fines de lucro reconocida a nivel mundial, que tiene como misión convertir a la gerencia de proyectos como la actividad indispensable para obtener resultados en cualquier actividad de negocios. Específicamente se dedican a promover el desarrollo del conocimiento y competencias básicas para el ejercicio profesional.
2. **PMBOK:** La Guía del PMBOK (Body of Knowledge Project Managment) es el más famoso y reconocido producto del PMI. Como su nombre lo sugiere describe un conjunto de conocimientos y prácticas aplicables a cualquier situación que requiera formular, las cuales han sido concebidas luego de evaluación y consenso entre profesionales pares sobre su valor y utilidad. Tales prácticas han sido compiladas y mejoradas durante los últimos veinte años gracias al esfuerzo de profesionales y académicos de diversos ámbitos profesionales y especialmente de la ingeniería. Es una guía de estándares internacionales para que los profesionales puedan adaptar a cada caso y contexto particular los procesos, reconocidos como buenas prácticas por el PMI. La importancia del PMBOK es que provee un marco referencial formal para desarrollar proyectos, guiando y orientando a los gerentes de proyecto para desarrollar proyectos.
3. **HORAS HOMBRE (H.H):** Las horas hombre, son la unidad de medida que se emplea en gestión de proyectos para medir los esfuerzos necesarios para completar una tarea. 1 hora hombre = trabajo completado en una hora de esfuerzo ininterrumpido por un trabajador medio.
4. **PRODUCTIVIDAD:** La productividad es la medida de la eficiencia de la administración de recursos para completar un producto específico. Es la relación entre lo producido y lo gastado.
5. **ESTADO DE RESULTADOS:** El estado de resultados, también conocido como estado de ganancias y pérdidas es un reporte financiero que en base a un periodo determinado, muestra de manera detallada los ingresos obtenidos, los gastos en el momento en que se producen y como consecuencia, el beneficio o pérdida que ha generado la empresa en dicho periodo de tiempo.

6. **BALANCE DE MANO DE OBRA:** Corresponde al flujo financiero de la mano de obra realizada a partir del flujo de mano de obra proyectado en el tiempo de duración del proyecto.
7. **PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA:** Corresponde al itemizado del presupuesto pero solo valorizando lo correspondiente a mano de obra.
8. **INFORME DE GESTIÓN DE GERENCIA (IGG):** Corresponde a un informe donde el mismo itemizado del presupuesto se descompone por los distintos factores que lo integran. En construcción generalmente se divide en materiales, mano de obra, subcontratos, equipos y maquinarias y gastos generales. En el IGG se entrega información como los recursos financieros invertidos a la fecha, lo por invertir, proyección al término del proyecto y variación absoluta.

Contenido

1.	Capítulo I Introducción	1
1.1	OBJETIVOS	1
1.1.1	Objetivos generales.....	1
1.1.2	Objetivos específicos.....	1
1.3	METODOLOGÍA.....	3
1.4	MARCO DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.	Capítulo II Antecedentes Económicos.....	6
2.1	ANTECEDENTES ECONÓMICOS NACIONALES.....	6
2.1.1	Mercado inmobiliario.....	6
2.1.1.1	<i>Índice mensual de actividad en la construcción (IMACON)</i>	6
2.1.1.2	<i>Indicador mensual de confianza empresarial (IMCE)</i>	8
2.1.1.3	<i>Índice de costo de edificación (ICE)</i>	10
2.1.1.4	<i>Índice de remuneraciones e Índice de costos de mano de obra</i>	12
3.	Capítulo III Marco Teórico	14
3.1	GESTIÓN DE TIEMPO	14
3.1.1	Definir las actividades	14
3.1.2	Secuenciar las actividades.....	14
3.1.3	Estimar la duración de las actividades	15
3.1.3.1	<i>Estimación análoga</i>	15
3.1.3.2	<i>Estimación paramétrica</i>	15
3.1.4	Controlar el programa.....	15
3.1.4.1	<i>Revisiones de desempeño</i>	15
3.2	GESTIÓN DE COSTOS	18
3.2.1	Planificar la gestión de costos	18
3.2.2	Estimar los costos.....	19
3.2.3	Determinar el presupuesto	20
3.2.4	Controlar los costos.....	21
3.2.4.1	<i>Factor de producción (PF)</i>	21
3.2.4.2	<i>Factor de costo (CF)</i>	22
3.2.4.3	<i>Gestión del valor ganado</i>	23
3.3.1	Plan de gestión de recursos humanos	28

3.3.1.1 Diagramas matriciales	28
3.3.2 Herramientas para desarrollo y dirección del equipo del proyecto	29
3.3.2.1 Desarrollo del espíritu de equipo.....	29
3.3.2.2 Reconocimientos y recompensas	29
3.4 LEY DE PARETO	30
3.4.1 Diagrama de Pareto.....	30
3.5 EL PROCESO Y SISTEMA PRODUCTIVO EN LA CONSTRUCCIÓN.....	32
3.5.1 Productividad en la construcción	33
3.5.2 Tipos de productividad.....	34
3.5.3 Productividad de mano de obra.....	34
3.5.4 Concepto de trabajo en actividades de construcción	35
3.6 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD	36
3.6.1 Acción preventivas	36
3.6.2 Acción correctiva.....	36
3.6.3 Herramientas de medición y evaluación de la productividad.....	37
3.6.3.1 Muestreo de trabajo.....	37
4. Capítulo IV Diagnóstico de procesos involucrados en la mano de obra	39
4.1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	39
4.2 FLUJO DE MANEJO DE MANO DE OBRA.....	39
4.2.1 Elaboración del presupuesto.....	40
4.2.2 Elaboración del programa de trabajo:	41
4.2.3 Contratación.....	42
4.2.4 Gestión de mano de obra	43
4.2.4.1 Flujo de mano de obra.....	43
4.2.4.2 Gestión de costos de mano de obra	43
4.3 EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS INVOLUCRADOS EN MANO DE OBRA	44
4.3.1 Plan de trabajo y presupuesto	44
4.3.1.1 Rendimientos.....	44
4.3.1.2 Remuneraciones.....	45
4.3.2 Contratación.....	45
4.3.3 Horas extraordinarias.....	45
4.3.4 Control y gestión de la mano de obra:	46

5.	Capítulo V Sistema de control y gestión de mano de obra	47
5.1	OBJETIVOS DEL SISTEMA	47
5.1.1	Objetivo general del sistema.....	47
5.1.2	Objetivos específicos del sistema.....	47
5.2.1	Planificación de los recursos	48
5.2.2	Remuneraciones.....	49
5.2.3	Horas extraordinarias.....	50
5.2.4	Análisis del presupuesto.....	51
5.2.4.1	<i>Análisis de incidencia por costos</i>	<i>52</i>
5.2.4.2	<i>Análisis de Pareto</i>	<i>54</i>
5.2.4.3	<i>Interpretación diagramas de Pareto</i>	<i>58</i>
5.2.5	Control y gestión de mano de obra.....	59
5.2.6	Mediciones de trabajo	60
5.2.7	Software de soporte al sistema.....	62
5.2.7.1	<i>Antecedentes pre-requisitos.....</i>	<i>62</i>
5.2.7.2	<i>Entradas</i>	<i>62</i>
5.2.7.3	<i>Ingresos</i>	<i>63</i>
5.2.7.4	<i>Salidas</i>	<i>63</i>
5.2.7.5	<i>Cuentas.....</i>	<i>64</i>
5.2.8	Gestión del equipo de trabajo.....	65
5.2.8.1	<i>Funciones y responsabilidades en el sistema de gestión de mano de obra</i>	<i>66</i>
5.3	VENTAJAS DEL NUEVO SISTEMA	68
5.3.1	Refuerzo a la supervisión	68
5.3.2	Refuerzo a la planificación	68
5.3.3	Distribución de responsabilidades	68
5.3.4	Herramientas de gestión.....	69
5.3.5	Registro formal.....	69
6.	Capítulo VI Conclusión	72
7.	Capítulo VII Referencias	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Índice mensual de actividad en la construcción.....	7
Tabla 2-2: Indicador mensual de confianza empresarial.....	9
Tabla 2-3: Costo de edificación.....	10
Tabla 2-4: Índice de remuneraciones e índice de costo de mano de obra.....	13
Tabla 3-1: Factor de producción acumulado, obra gruesa.....	22
Tabla 3-2: Factor de costo acumulado, obra gruesa.....	23
Tabla 3-3: Factor de costo acumulado, obra gruesa.....	28
Tabla 5-1: Sueldos por cargo.....	49
Tabla 5-2: Horas extras ponderadas.....	50
Tabla 5-3: Itemizado del presupuesto.....	52
Tabla 5-4: Incidencias del itemizado del presupuesto.....	52
Tabla 5-5: Itemizado del presupuesto de mano de obra general.....	53
Tabla 5-6: Itemizado del presupuesto de mano de obra directa.....	54
Tabla 5-7: Análisis de Pareto “Ítem obra gruesa”	55
Tabla 5-8: Análisis de Pareto “Ítem terminaciones”	56
Tabla 5-9: Análisis de Pareto “Ítem obras preliminares”	57
Tabla 5-10: Pocos vitales obra gruesa.....	58
Tabla 5-11: Pocos vitales terminaciones.....	58
Tabla 5-12: Pocos vitales instalaciones.....	59
Tabla 5-13: Matriz de responsabilidades.....	65
Tabla 5-14: Cuadro comparativo.....	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Índice mensual de actividad en la construcción.....	8
Figura 2-2: Índice mensual de confianza empresarial (IMCE).....	9
Figura 2-3: Índice de costo de edificación.....	11
Figura 2-4: Índice de remuneraciones e índice de costo de mano de obra.....	12
Figura 3-1: Curva S proyectada.....	16
Figura 3-2: Curva S proyectada vs curva S real.....	17
Figura 3-3: Componentes del presupuesto del proyecto.....	20
Figura 3-4: Método del valor ganado.....	25
Figura 3-5: Ejemplo método del valor ganado.....	26
Figura 3-6: Diagrama de Pareto.....	31
Figura 3-7: Aplicación diagrama de Pareto.....	31
Figura 3-8: Sistema de construcción (Santana, 1990).....	32
Figura 3-9: Proceso productivo de la construcción (Adaptado de Serpell, 1993).....	33
Figura 4-1: Flujo de procesos de mano de obra.....	39
Figura 5-1: Diagrama de Pareto del presupuesto mano de obra directa.....	54
Figura 5-2: Diagrama de Pareto “Ítem obra gruesa”	55
Figura 5-3: Diagrama de Pareto “Ítem terminaciones”	56
Figura 5-4: Diagrama de Pareto “Ítem Instalaciones”	57
Figura 5-5: Responsabilidades en sistema de control de mano de obra.....	60
Figura 5-6: Informe diario mano de obra.....	61

1. Capítulo I Introducción

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos generales

Diseñar e implementar un sistema de gestión que contenga mecanismos de control e indicadores de gestión que permitan definir las acciones correctivas y preventivas necesarias para dirigir los recursos humanos directamente relacionados con los procesos productivos de una obra de edificación.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar los factores relevantes en el control de mano de obra para una obra de construcción.
- Proponer herramientas de seguimiento y control de las horas hombre asociadas a las actividades que componen una obra de edificación.
- Instaurar el control de productividad de las partidas más incidentes respecto al presupuesto de mano de obra.
- Plantear el diseño de un software y metodología de trabajo para simplificar el registro y reportes de indicadores de gestión propuestos en la “guía de los fundamentos de dirección de proyectos”

1.2 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene su fundamento en la gestión de costos para dar respuesta a la necesidad de una empresa constructora por regular las desviaciones en el recurso “mano de obra” en las cuales han incurrido sus últimos proyectos.

En el rubro de la construcción por lo general la mano de obra es difícil predecir, estimar y controlar, debido a que su rendimiento y productividad están ligados a gran cantidad de factores, tanto internos como externos, y no se suele dar la importancia que tiene el contar con sistemas, los cuales permitan hacer mediciones para saber con certeza la distribución de este recurso en las distintas actividades para las cuales está destinado.

El control y manejo de la mano de obra puede ser un factor determinante para el éxito o fracaso de un proyecto, por lo que se debe acotar su dispersión mediante el desarrollo de un plan estratégico que permita obtener la información necesaria para procesarla y ejercer medidas en pro del logro de los objetivos planteados.

En lo particular, el estudio se ha realizado en base a una empresa constructora en específico, la cual se dedica a la edificación en altura en la V región. En los últimos años se han dedicado a construir el mismo producto en terrenos de zona determinada. Las proyecciones para los siguientes cinco años es seguir ofertando dicho producto en proyectos diferentes.

En los últimos dos proyectos realizados se detectó en los estados de resultados un sobre costo de aproximadamente 25% en mano de obra, por lo que se hace apremiante tomar medidas para mejorar la gestión y apuntar a una ejecución sistemática, la cual cuente con métodos de control estandarizados. De esta manera aprovechar la ventaja de la curva de aprendizaje en entregar un producto de mejor calidad optimizando los recursos.

Al regirse por un modelo de gestión de mano de obra, se logrará tomar acciones inmediatas cuando se presenten variaciones respecto a lo planificado y ya no se permitirá llevar un simple registro de lo gastado mensualmente, ya que, de esta forma se extienden mucho los tiempos de reacción. Adicionalmente, se facilitará la elaboración de indicadores de desempeño para visualizar la eficacia del nuevo sistema de trabajo.

Se facilitará el ajuste de los rendimientos estimados a rendimientos reales, y se tendrá total claridad de todas las actividades que son necesarias realizar y que no están declaradas o contempladas, con el fin de apuntar a la mejora continua.

En síntesis, a raíz de la aparición de un problema, se desea hacer un diagnóstico y proporcionar la mejor solución para el caso en particular por medio de mejoras en la gestión.

1.3 METODOLOGÍA

La estructura del estudio se radicará en la guía de dirección de proyectos PMOK, abarcando los distintos aspectos que componen el modelo desde dicha perspectiva.

Los enfoques de investigación pueden ser del tipo cuantitativo, es decir, “probar hipótesis mediante la recolección de datos, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.4) y también del tipo cualitativo, dicho de otra forma, utilizar la recolección de datos sin medición numérica para estudiar una realidad en su contexto natural a fin de interpretar fenómenos y extraer conclusiones.

Para abordar el tema de manera íntegra, la metodología de investigación adoptada es del tipo mixta, combinando características de los dos enfoques mencionados. Se adoptará un enfoque cuantitativo al analizar e interpretar el presupuesto de obra y en la medición de variables cuantitativas para evaluar la producción e interpretación de indicadores. Complementariamente se efectuará una apreciación y diagnóstico del sistema de trabajo, apuntando a mejoras en la gestión de los recursos humanos como equipo de trabajo frente a nuevos desafíos, desde una postura cualitativa.

A continuación se describe el proceso metodológico para llevar a cabo el desarrollo de la investigación:

1) Marco referencial:

- Recopilación de información y datos que sirvan para comprender el contexto de la industria de la construcción a nivel nacional y regional.
- Investigar acerca de la teoría la cual va a sostener la investigación, en este caso en particular, se abordarán los tópicos de gestión de tiempo, costos y recursos humanos del PMBOK, de los cuales se extraerán las herramientas necesarias para dar funcionalidad al modelo propuesto.

2) Análisis y diagnóstico del sistema de trabajo

- Estudiar y explicar el funcionamiento de la empresa en cuanto a la distribución del recurso “Mano de obra” y la forma en que se controla actualmente.
- Identificar el origen de los problemas que pueden derivar en brechas de lo presupuestado en mano de obra.
- Realizar un diagnóstico de las oportunidades de mejora, para ser tratadas en los tópicos del modelo propuesto.
- A través de un análisis basado en la ley de Pareto, determinar cuáles actividades deben tener un control más exhaustivo para lograr disminución de pérdidas por baja productividad.

3) Modelo propuesto

- Diseño de un sistema de gestión de mano de obra el cual proponga una metodología de trabajo para facilitar el control de este recurso mediante mecanismos, que al alimentarlos con la información necesaria, oriente la toma de decisiones y permita establecer medidas correctivas y preventivas.
- Analizar el impacto de una posible implementación comparando las ventajas y desventajas del modelo propuesto respecto al sistema de trabajo original.

1.4 MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación toma como objeto de estudio a una empresa constructora dedicada principalmente al rubro de la edificación de carácter habitacional en la V región. Esta empresa forma parte de un grupo inmobiliario, la cual lleva vigente por más de 29 años en el mercado, y está dirigida al segmento medio de la población, ofertando productos desde 1800 a 3000 UF.

En el anterior proyecto ejecutado, si bien, se obtuvieron buenos resultados generales, alcanzando una rentabilidad de 22%, estos no fueron los esperados, debido a un sobre costo de un 25% respecto a lo presupuestado en mano de obra. En el siguiente proyecto se repitió el mismo fenómeno, ante lo cual se le encomendó al investigador indagar sobre el recurso “Mano de obra”, analizar su comportamiento, estudiar la forma en que es administrado y controlado de forma interna, con el fin de detectar la raíz del problema y resolverlo mediante la elaboración y puesta en marcha de un modelo de gestión el cual permita controlar la mano de obra y productividad, además de clarificar las consideraciones previas que hay que tener al momento de presupuestar y planificar dicho recurso, con el objetivo de que en la ejecución de las próximas etapas se erradiquen estas desviaciones presentadas.

1.5 ALCANCE

El Modelo propuesto describe una manera de trabajar la cual facilite la alimentación de un sistema de control de H.H productivas, especificando las responsabilidades de cada uno de los miembros del equipo de trabajo. Dicho sistema, debe contar con herramientas para controlar los recursos gastados contra los presupuestados por cada centro de costo y con mecanismos que permitan controlar la productividad de las actividades designadas como críticas.

Cabe mencionar que el modelo propuesto está hecho a la medida de la empresa estudiada, es decir, adaptado para funcionar bajo una estructura organizacional específica, en base a los procesos constructivos y distribución de recursos correspondientes a los criterios tomados por la administración de la obra para este tipo de proyecto en particular.

2. Capítulo II Antecedentes Económicos

A continuación se realizará una contextualización económica del rubro de la construcción revisando los indicadores económicos pertinentes para comprender el escenario en el cual se encuentran las constructoras dedicadas a la edificación.

2.1 ANTECEDENTES ECONÓMICOS NACIONALES

2.1.1 Mercado inmobiliario

La necesidad de las empresas constructoras por mantener sus niveles de competitividad en el mercado, genera el desafío de reinventarse y estar en constante búsqueda de mejora continua en sus procesos productivos.

Con el propósito de comprender el escenario económico en el cual la empresa objeto de estudio se desenvuelve, se expone a continuación una contextualización económica sectorial del mercado inmobiliario a nivel nacional, basado en el informe MACH n° 46, publicado por la Cámara Chilena de la Construcción en segundo trimestre de 2017.

Para analizar el comportamiento del mercado inmobiliario actualmente, no se puede ignorar el efecto de factores político-económicos como lo fue la reforma tributaria, con la aparición del IVA gravado a la venta de viviendas nuevas. En 2015 se produjo una concentración de oferta y demanda futura para adquirir el bien de manera anticipada al alza de los precios.

Los efectos de este fenómeno se vieron reflejados en 2016, presentándose una variación de -34% en la venta de viviendas (casas y departamentos), a lo que se le atribuye en gran parte como causa el hecho de tener un año de comparación robusto producto del evento mencionado, y adicionalmente por el estado restrictivo de las condiciones de acceso a créditos hipotecarios.

Para el 2017 se espera un crecimiento bastante moderado, ya que, recién se retomarán niveles de crecimientos previos al efecto IVA.

A continuación se hará una revisión de indicadores económicos relacionados con el desarrollo de la construcción a nivel nacional.

2.1.1.1 Índice mensual de actividad en la construcción (IMACON)

El Índice Mensual de Actividad de la Construcción (IMACON) es un indicador que mide el pulso o empuje de la actividad mensual del sector de la construcción. Este indicador constituye un resumen de los ciclos de cinco componentes (o subíndices) del sector: permisos de edificación, facturación de contratistas generales, despachos de materiales de construcción, niveles de ventas de proveedores, PIB de la construcción y nivel de empleo sectorial. En otras palabras, el IMACON, es un solo índice, que recoge los cambios relativos que experimentan los distintos componentes de la actividad.

La gerencia de estudios de la CChC. Registra y tabula la información obtenida en torno al índice, como se presenta a continuación:

TABLA 2-1 INDICE MENSUAL DE ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

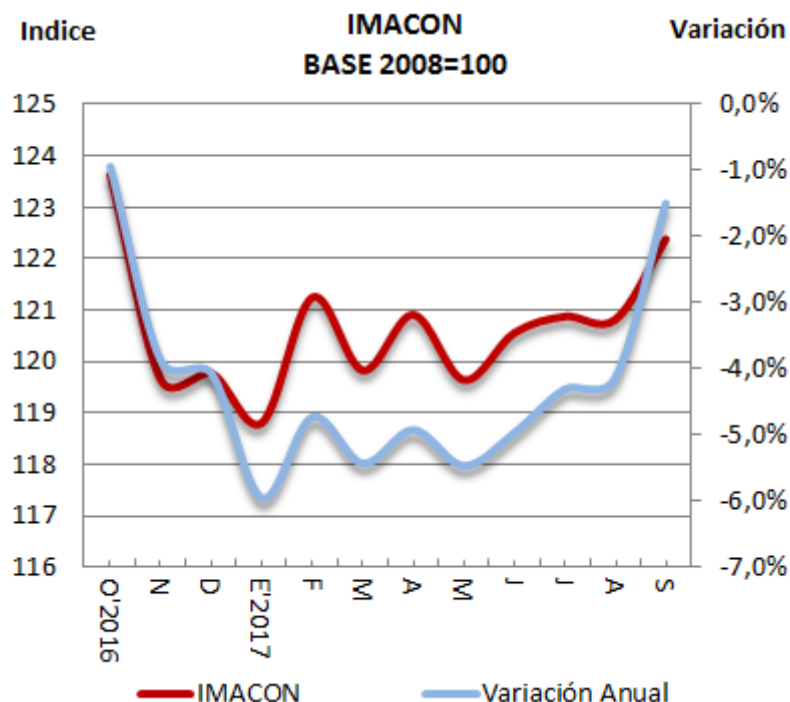
Año	Mes	IMACON (Base 2008=100)	Variación	
			Anual	Mensual
2016	E	126,33	4,4%	1,2%
	F	127,27	5,4%	0,7%
	M	126,71	4,3%	-0,4%
	A	127,17	3,7%	0,4%
	M	126,56	2,0%	-0,5%
	J	126,86	2,0%	0,2%
	J	126,32	1,5%	-0,4%
	A	126,04	1,0%	-0,2%
	S	124,27	-0,2%	-1,4%
	O	123,65	-1,0%	-0,5%
	N	119,66	-3,9%	-3,2%
	D	119,79	-4,1%	0,1%
2017	E	118,83	-5,9%	-0,8%
	F	121,27	-4,7%	2,1%
	M	119,85	-5,4%	-1,2%
	A	120,93	-4,9%	0,9%
	M	119,66	-5,5%	-1,0%
	J	120,58	-5,0%	0,8%
	J	120,89	-4,3%	0,3%
	A	120,83	-4,1%	0,0%
	S	122,40	-1,5%	1,3%

Según lo expuesto, el índice mensual de actividad en la construcción, registró una baja de 1,5% en Septiembre, siendo el treceavo mes seguido de retroceso anual, sin embargo, presentó un aumento de 1,2% respecto al mes anterior.

Al analizar los componentes del Imacon en septiembre, es posible percatarse que la contratación de mano de obra registró una caída anual de 4,8%, el índice de ventas de proveedores retrocedió 2,5% anual, en tanto, el índice de despachos de materiales cayó 2,4% anual. La actividad de contratistas generales se contrajo 2,3% anual, mientras que la aprobación de permisos de edificación aumentó en septiembre 12,9% anual, revirtiendo gradualmente la tendencia contractiva observada en los primeros meses del año 2017.

En la figura 2-1 se grafican las variaciones mensuales y anuales, evidenciando una baja constante desde 2016.

FIGURA 2-1 INDICE MENSUAL DE ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN



FUENTE: CChC.

2.1.1.2 Indicador mensual de confianza empresarial (IMCE)

El Indicador Mensual de Confianza Empresarial (IMCE) es una herramienta económica analítica creada por iniciativa del Banco Central de Chile y es elaborada por la Universidad Adolfo Ibañez y el Instituto Chileno de Administración Racional de Empresas (ICARE).

El IMCE se utiliza para medir la confiabilidad de los empresarios pertenecientes a las industrias manufacturera, minería, comercio y construcción. Se encuesta mensualmente a un universo de 600 empresas. Este índice es particularmente una referencia para anticipar los puntos de quiebre en los ciclos de crecimiento de las industrias estudiadas.

La “barrera neutral” del IMCE es 50, por lo que un índice mayor que 50 revela un nivel de confianza optimista, mientras que un índice menor a 50 revela un nivel de confianza pesimista.

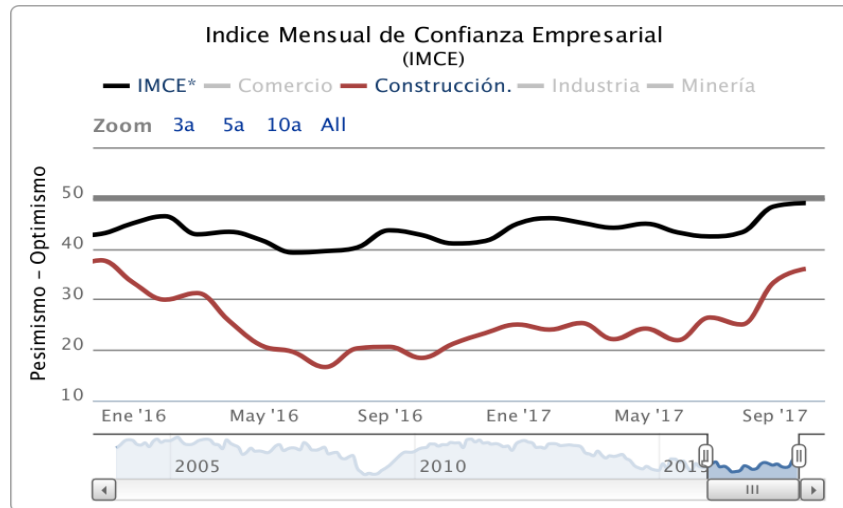
A continuación se registra el IMCE correspondiente al registro desde Enero 2016 hasta Septiembre 2017:

TABLA 2-2 INDICADOR MENSUAL DE CONFIANZA EMPRESARIAL

Meses	Comercio	Construcción	Industria	Minería	IMCE
ene-16	47,12	33,33	40,07	63,28	44,99
feb-16	49,82	29,85	44,11	62,61	46,41
mar-16	50	31,16	41,55	46,84	42,76
abr-16	47,38	25,7	39,5	62,68	43,32
may-16	45,49	20,95	38,1	64,16	41,72
jun-16	46,72	19,59	38,62	49,67	39,24
jul-16	48,99	16,57	37,86	52,47	39,5
ago-16	47,07	20,25	39,93	50,95	40,18
sept-16	47,8	20,57	42,34	63,15	43,63
oct-16	49,53	18,35	44,04	54,87	42,73
nov-16	50,35	21,15	39,9	49,94	40,97
dic-16	48,99	23,26	40,05	52,15	41,49
ene-17	50,34	25	41,61	63,51	44,88
feb-17	51,05	23,99	45,56	61,55	45,98
mar-17	50	25,32	43,41	61,36	45,12
abr-17	51,09	22,14	41,09	62,24	44,11
may-17	48,57	24,21	42,32	65,49	44,93
jun-17	49,74	21,88	40,40	60,86	43,20
jul-17	48,63	26,37	41,40	51,79	42,41
ago-17	50,00	25,00	42,65	52,82	43,17
sept-17	51,63	33,33	44,29	66,23	48,26

FUENTE: ICARE.

FIGURA 2-2 INDICE MENSUAL DE CONFIANZA EMPRESARIAL (IMCE)



FUENTE: SOFOFA.

La confianza empresarial en septiembre 2017 fue de 48,26 acumulando 42 meses consecutivos en la zona pesimista, es decir, bajo 50 puntos. Sin embargo, hubo un aumento de 0,7 puntos respecto al mes anterior y de 4,63 puntos en referencia al mismo mes del año pasado. Este incremento se explica por la expansión de la confianza en la industria manufacturera, minería y construcción, en referencia al mes anterior y al año anterior.

Cabe mencionar que desde Junio 2013 la expectativa económica del sector de la construcción ha sido la más baja de los cuatro sectores analizados para el cálculo del IMCE, registrando su baja histórica en Junio 2016 con 16,57 puntos.

2.1.1.3 Índice de costo de edificación (ICE)

El índice de costo de edificación es elaborado por la Cámara Chilena de la Construcción desde el año 1956, y permite determinar las fluctuaciones en los costos de edificación mensualmente. Se calcula en base a una vivienda tipo de 69,8 m² de un piso y que forma parte de un conjunto habitacional de 73 unidades, con una superficie total de construcción de 5.095,4 m².

La tabla 2-3 elaborada por la CChC. Muestra el índice de costo de edificación tipo medio, desde enero 2016 hasta abril 2017.

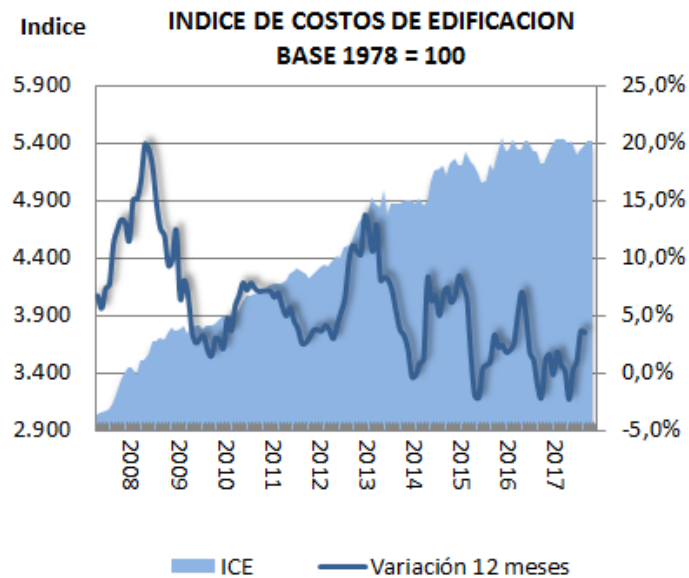
TABLA 2-3 COSTO DE EDIFICACIÓN

ÍNDICE DE COSTO DE EDIFICACIÓN TIPO MEDIO Base Dic 1978=100			
Año	Mes	Índice General	Índice General
			Variación 12 meses
2016	A	5.222,98	-1,0%
	S	5.326,57	-2,1%
	O	5.386,23	1,1%
	N	5.424,43	1,7%
	D	5.425,29	-0,1%
2017	E	5.432,32	1,9%
	F	5.382,65	0,7%
	M	5.422,81	0,2%
	A	5.292,45	-2,2%
	M	5.337,24	0,2%
	J	5.375,00	1,1%
	J	5.410,54	3,7%
	A	5.408,96	3,6%

FUENTE: CChC.

Es posible apreciar que en agosto 2017 se presenta una variación de 3,6% respecto del mismo mes del año anterior, lo que quiere decir que el costo de edificación está en aumento.

FIGURA 2-3 INDICE DE COSTOS DE EDIFICACION



FUENTE: CChC.

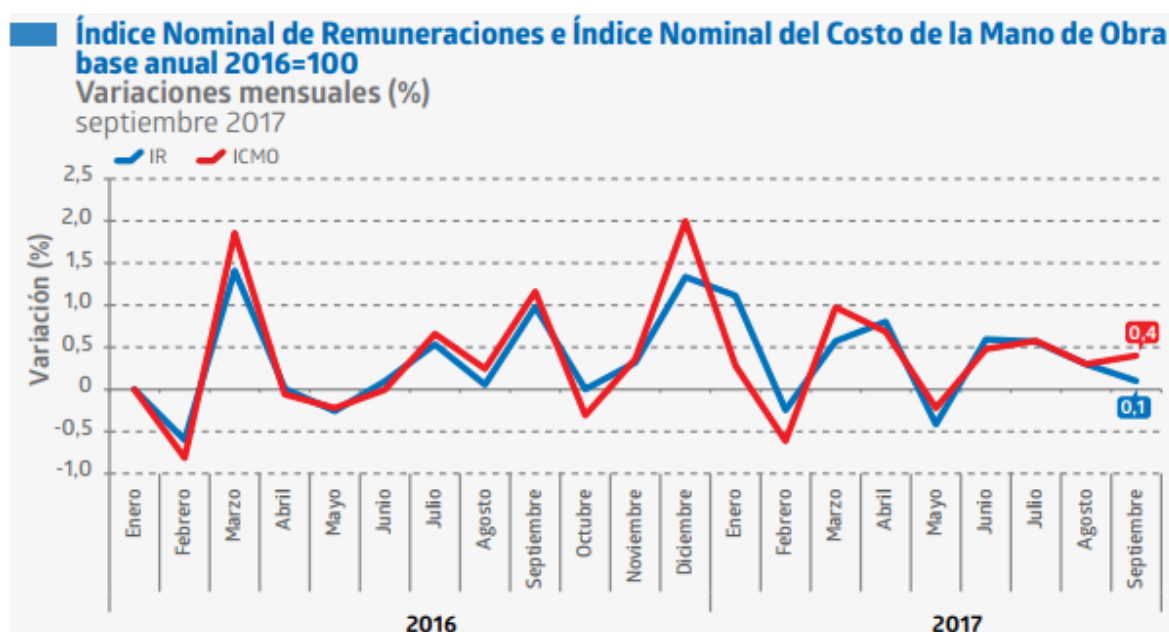
2.1.1.4 Índice de remuneraciones e Índice de costos de mano de obra

Tanto el índice de remuneraciones como el índice de costos de mano de obra fueron creados por el instituto nacional de estadísticas, con el propósito de contar con un marco que permita estudiar la evolución mensual de los salarios y costos laborales, medir el comportamiento de las remuneraciones y costos de mano de obra de las empresas que se desempeñan en la actividad económica de minería, industria manufacturera, electricidad, gas y agua, construcción, comercio, hoteles y restaurantes, transporte y comunicaciones, intermediación financiera, actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, administración pública, enseñanza, servicios sociales y de salud, otros servicios comunitarios, sociales y personales.

El índice se obtiene con información extraída a través de encuestas a muestras acotadas de empresas pertenecientes a los rubros mencionados.

La figura 2-4 presenta las variaciones del IR e ICMO en 12 meses:

FIGURA 2-4 INDICE DE REMUNERACIONES E INDICE DE COSTOS DE MANO DE OBRA



FUENTE: “Boletín Índices de Remuneraciones y Costo de mano de Obra (IR-ICMO) mayo 2017 (INE)

No se puede ignorar la tendencia a la baja en la cual ambos índices han incurrido en el primer trimestre de 2017, que según fuentes de información del INE, indican que hay menores pretensiones salariales, en un escenario donde existe mayor disponibilidad de mano de obra, permitiendo ajustar a la baja los costos de mano de obra y sostener una menor rotación laboral, sin embargo, lo indicado en el “Boletín índices de remuneraciones y costo de mano de obra (IR –ICMO) septiembre 2017” publicado por el INE, en

septiembre 2017 tanto el IR como el ICMO registraron variaciones acumuladas mensuales positivas de 0,1% y 0,4%, respectivamente.

Respecto al mismo mes del año anterior obtuvieron una variación de 5,1 en el IR y 5,0 en el ICMO. Específicamente los sectores de la construcción, actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, e industria manufactureras consignaron las mayores incidencias mensuales positivas en ambos índices, debido principalmente al alza del ítem incentivos y premios. Además desató el incremento de sueldos y salarios por funciones ocasionales en construcción e industria manufacturera, y de comisiones por ventas en actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler. Adicionalmente cabe mencionar que las actividades inmobiliarias y empresariales anotaron un notorio incremento debido al pago de bonos por producción, desempeño y logro de metas en empresas prestadoras de servicio de ingeniería y arriendo de maquinarias y equipos.

TABLA 2-4 ÍNDICE DE REMUNERACIONES E ÍNDICE DE COSTO DE MANO DE OBRA SECTOR CONSTRUCCIÓN

Año	Mes	IR	Variación Mensual	Variación Acum.	Variación en 12 Meses	ICMO	Variación Mensual	Variación Acum.	Variación en 12 Meses
2016	Enero	149,05	2,1	2,1	6	154,85	1,9	1,9	6,2
	Febrero	148,31	-0,5	1,6	5,2	153,43	-0,9	1,0	5,0
	Marzo	150,30	1,3	3,0	6,5	155,59	1,4	2,4	6,5
	Abril	151,33	0,7	3,7	7,3	156,35	0,5	2,9	6,6
	Mayo	149,99	-0,9	2,8	5,3	155,14	-0,8	2,1	4,8
	Junio	151,94	1,3	4,1	6,9	156,98	1,2	3,3	6,4
	Julio	152,73	0,5	4,7	5,7	157,83	0,5	3,8	5,3
	Agosto	152,30	-0,3	4,4	6,2	157,54	-0,2	3,7	6,2
	Septiembre	152,88	0,4	4,8	5,8	158,36	0,5	4,2	5,7
	Octubre	153,77	0,6	5,4	5,7	159,21	0,5	4,8	5,7
	Noviembre	154,11	0,2	5,6	5,7	159,60	0,2	5,0	5,6
	Diciembre	156,13	1,3	7,0	7	162,17	1,6	6,7	6,7
2017	Enero	155,71	-0,3	-0,3	4,5	161,43	-0,5	-0,5	4,2
	Febrero	155,11	-0,4	-0,7	4,6	161,36	-0,0	-0,5	5,2
	Marzo	155,55	0,3	-0,4	3,5	162,24	0,5	0,0	4,3
	Abril	155,34	-0,1	-0,5	2,7	162,09	-0,1	-0,1	3,7
	Mayo	156,43	0,7	0,2	4,3	163,43	0,8	0,8	5,3
	Junio	157,18	0,5	0,7	3,4	164,19	0,5	1,2	4,6

FUENTE: INE.

En junio 2017 se aprecia un aumento de 3,4% y 4,6% anual tanto en el IR como en el ICMO sectorial de la industria de la construcción, lo que en gran parte explica el impulso de éstos índices a nivel general.

3.1 GESTIÓN DE TIEMPO

Para construir un sistema de gestión de mano de obra, un elemento esencial es la “gestión del tiempo”, ya que, permite tener la capacidad de distribuir y administrar los tiempos de trabajo en un plazo determinado. Es necesario contar con herramientas de planificación y control de programa para tomar decisiones acerca del uso óptimo de los recursos en las actividades que componen el proyecto. Se debe tomar en consideración que las mediciones de tiempo son imprescindibles para la obtención de rendimientos, productividad e indicadores de gestión, piezas fundamentales del modelo propuesto.

Esta sección hará hincapié en la programación y sus herramientas, estableciendo los parámetros de control que ayudarán a la toma de decisiones.

En el PMBOK se detallan los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo de un proyecto, lo más relevantes son:

3.1.1 Definir las actividades

Definir las actividades del programa implica identificar y documentar el trabajo que se planifica realizar. El proceso consiste en descomponer o sub-dividir el proyecto de manera que sea manejable su control y planificación. El resultado del proceso de sub-dividir el proyecto se conoce como “Estructura de sub-división del proyecto” (E.S.P), O Work breakdown Structure (W.B.S). El beneficio de este proceso es que proporciona una visión estructurada de lo que se debe entregar.

Identificar las actividades proporciona la base para estimar y establecer el programa, además de servir para ejecutar, supervisar y controlar el trabajo del proyecto.

3.1.2 Secuenciar las actividades

Este proceso consiste en determinar y documentar las dependencias lógicas entre las diferentes actividades del proyecto. Estas dependencias determinan el orden en el que se deben realizar dichas tareas.

Las actividades del programa pueden estar ordenadas de forma lógica con relaciones de precedencia adecuadas, así como también adelantos y atrasos, para respaldar el desarrollo posterior de un programa del proyecto realista y factible.

El fin es obtener la secuencia lógica de trabajo para conseguir la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto.

3.1.3 Estimar la duración de las actividades

Este proceso corresponde a realizar a estimar la cantidad de periodos de trabajo para finalizar las actividades individuales con los recursos ya estimados y es un pilar fundamental para el proceso de desarrollar el programa del proyecto.

A continuación se realizará un repaso por las técnicas comúnmente utilizadas en la programación de proyectos:

3.1.3.1 Estimación análoga

Se trata de la estimación de la duración o costo de una actividad en base a datos históricos de dicha actividad o por proyecto similar.

3.1.3.2 Estimación paramétrica

Es una técnica de estimación en la que se utiliza un algoritmo para calcular la duración o costo sobre la base de datos históricos y parámetros del proyecto. Por ejemplo, conocer que el rendimiento de una cuadrilla de excavadores en el tipo de suelo del proyecto es de 2 m³/día y se deben excavar 20 m³, la duración de los trabajos sería de 10 días.

3.1.4 Controlar el programa

Una vez iniciado el proyecto se debe controlar el programa a fin de cumplir la planificación. En esta fase se monitorea el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance del mismo y se influye sobre los factores que crean cambios en la línea base del programa. El control del programa proporciona los medios para detectar desviaciones con respecto al plan y permite establecer acciones correctivas y preventivas para minimizar el riesgo.

Existen diversas técnicas y herramientas para controlar y hacer seguimiento al programa, la más habitual corresponde a las revisiones de desempeño que se describen a continuación:

3.1.4.1 Revisiones de desempeño

Las revisiones de desempeño miden, comparan y analizan el desempeño de las fechas reales de inicio y finalización, los porcentajes completados de las actividades y del programa. Así también la duración restante para el trabajo comenzado. Entre las diferentes técnicas que se pueden utilizar, se incluyen:

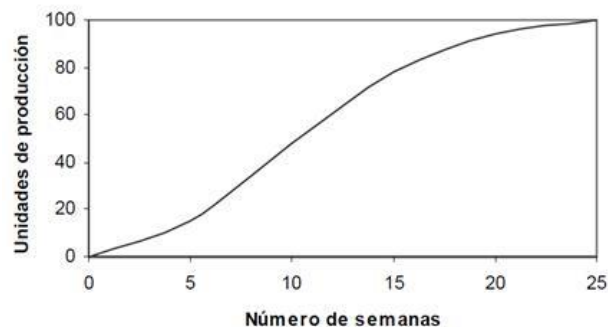
3.1.4.1.1 Análisis de tendencias

Se trata de analizar el desempeño del proyecto en el tiempo para determinar si el desempeño mejora o se deteriora. Se recomienda el análisis gráfico para facilitar la comprensión del desempeño a la fecha de control y compararlo con las metas de desempeño futuras.

Una forma de analizar gráficamente la tasa de producción o velocidad de avance del proyecto es posible elaborar una curva de producción. Esta curva representa el avance acumulado del proyecto a través del tiempo en el horizontal "x". La pendiente de la curva relaciona el incremento en unidades de producción en la ordenada, con el incremento del tiempo en la abscisa, por lo tanto la pendiente de la curva representa el número de unidades producidas en un incremento de tiempo, esto es la tasa de producción.

A este tipo de gráfico se le conoce como "Curva S", debido a que la tasa de producción inicial de los proyectos suele ser más baja, luego en la medida que el tiempo favorece la curva de aprendizaje y se sistematizan los procesos la tasa de producción tiende a aumentar, para volver a decrecer al final del proyecto, porque al ir finalizando partidas van disminuyendo las cantidades de unidades de producción.

FIGURA 3-1, CURVA S PROYECTADA



Esta curva inicial, representa gráficamente a la línea base del proyecto y en la medida que éste se desarrolla se puede incorporar la curva de avance real. De esta manera se puede apreciar visualmente el estado de salud del avance del proyecto.

FIGURA 3-2, CURVA S PROYECTADA VS CURVA S REAL



En la figura 2-8 se aprecia de manera clara y sencilla que el avance del proyecto en la fecha de control 15 semanas está muy por debajo de lo proyectado.

3.1.4.1.2 Avance físico por unidades completadas

Aplicable a tareas que implican una producción repetitiva y fáciles de medir. Se considera que las unidades son similares en cuanto al trabajo que requieren para su materialización. Se define por medio de la siguiente ecuación 2-1:

$$Avance [\%] = \frac{Unidades\ compeltadas}{Unidades\ totales} \times 100$$

(ECUACIÓN 3-1)

3.1.4.1.3 Avance físico por razón de costo

Aplicable a tareas de largo aliento y que son estimadas y presupuestadas en función de presupuestos globales, es decir, en base a asignación de fondos o HH y no en función de la producción. Se puede definir en base a Horas Hombre o en base al costo de la actividad.

$$Avance [\%] = \frac{HH\ Reales}{HH\ Presupuesto} \times 100$$

(ECUACIÓN 3-2)

$$Avance [\%] = \frac{Costo\ Real}{Costo\ Presupuesto} \times 100$$

(ECUACIÓN 3-3)

3.1.4.1.4 Software de gestión de proyectos

El uso de softwares de gestión de proyectos para programación permite agilizar el control, informar las desviaciones de avance del proyecto respecto a la línea base, comparación de fechas reales contra fechas planificadas, facilitar cambios en la programación, facilitar la visualización de la red del programa, entre otras funciones. Los más utilizados en este contexto corresponden a MS Project y Primavera Project Planner.

3.2 GESTIÓN DE COSTOS

El costo corresponde al gasto económico ocasionado por la producción de algún bien, elemento o servicio. Este concepto incluye la compra de insumos, pago de mano de obra, gastos administrativos y de producción, entre otros.

Los costos tienen distintas clasificaciones de acuerdo al enfoque y utilización que se les dé. Para efectos de la mano de obra es conveniente clasificarlos por directos y costos indirectos. Entendiendo por costo directo aquel que se puede asociar a una actividad determinada, mientras que el costo indirecto no se pueden asociar a una actividad específica, por ejemplo, el sueldo de un administrador de obra.

La gestión de costos se compone de cuatro principales procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos con el fin de completar el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Estos procesos se detallan a continuación:

3.2.1 Planificar la gestión de costos

Es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionarán los costos del proyecto a lo largo del mismo (PMI, 2013, p 195).

Este proceso comienza en las etapas iniciales de la planificación del proyecto. Para realizarlo se requiere conocer el alcance del proyecto, el programa de ejecución, la información sobre riesgos del proyecto, política de contratación, condiciones de mercado, tasas de cambio, inflación y políticas, procedimientos y guías relacionadas con control de presupuesto, etc. Estos elementos tienen gran importancia al momento de planificar la gestión de costos, porque, ayudan a tener claros los lineamientos para la estimación de costos y adicionalmente facilitan la unificación de los criterios de planificación.

El producto de este proceso es el “Plan de gestión de proyectos” y en él se establece principalmente:

- 1) **Unidades de medida:** Establecer las unidades de medida de tiempo (horas hombre, días, semanas), cantidad (metros cuadrados, toneladas, litros, etc.), pago único (unidades, suma global, etc)
- 2) **Niveles de precisión:** define el grado de redondeo de las cifras (depende de la magnitud del proyecto)
- 3) **Niveles de exactitud:** Definir la desviación de los costos del proyecto para el manejo de la incertidumbre.
- 4) **Umbral de control:** Lineamientos sobre el porcentaje de desviación en los costos permitido antes de requerirse acciones correctivas.
- 5) **Reglas para medir el desempeño:** Definición de indicadores de desempeño asociados a costos (valor ganado, compromisos, ejecución presupuestaria)
- 6) **Distribución de la información de gestión de costos:** Establece los requerimientos de información para el grupo de interés del proyecto, tales como, el contenido del informe, frecuencia del informe, medio de distribución, etc.

3.2.2 Estimar los costos

El proceso de estimar los costos, consiste en realizar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. La exactitud de la estimación del costo de un proyecto, aumenta según su avance, de manera que es un proceso iterativo.

Para realizar las estimaciones se requiere tener en cuenta antecedentes previos como el plan de gestión de costos, plan de gestión de recursos humanos, línea base del alcance, ya que, son los documentos donde se acotan los métodos de estimación de costos, se definen los atributos de la dotación del personal (salarios y compensaciones) y limitaciones del proyecto. Adicionalmente, es necesario desarrollar este proceso en función del programa del proyecto, porque la cantidad de recursos y su tipo, así como la cantidad de tiempo que dichos recursos dedican a completar el trabajo del proyecto, son los factores principales para determinar el costo del proyecto.

Para el proceso de estimación de costos las técnicas y herramientas más relevantes para la presente investigación que el PMI sugiere son:

- 1) **Juicio de expertos:** Utilización del juicio de expertos para aportar con perspectivas experimentadas.
- 2) **Estimación análoga:** Utilizar costos de proyectos similares anteriores como base para estimar el costo del proyecto actual.
- 3) **Estimación ascendente:** Método que sirve para estimar el costo de alguna actividad de la cual se desconoce. Consiste en descomponer la actividad en sub-actividades con mayor detalle, estimar los recursos para dichas sub-actividades, la suma de la descomposición entrega un buen estimativo de los recursos requeridos.

- 4) **Software de gestión de proyectos:** Aplicar softwares de gestión de proyectos que agilicen el proceso de estimación de costos.
- 5) **Análisis de ofertas de proveedores:** Método que consiste en comparar distintas ofertas de proveedores calificados. Esta técnica es muy utilizada en construcción al momento de subcontratar partidas.

Terminado este proceso, se debe documentar las estimaciones con sus fundamentos, supuestos y restricciones tomadas.

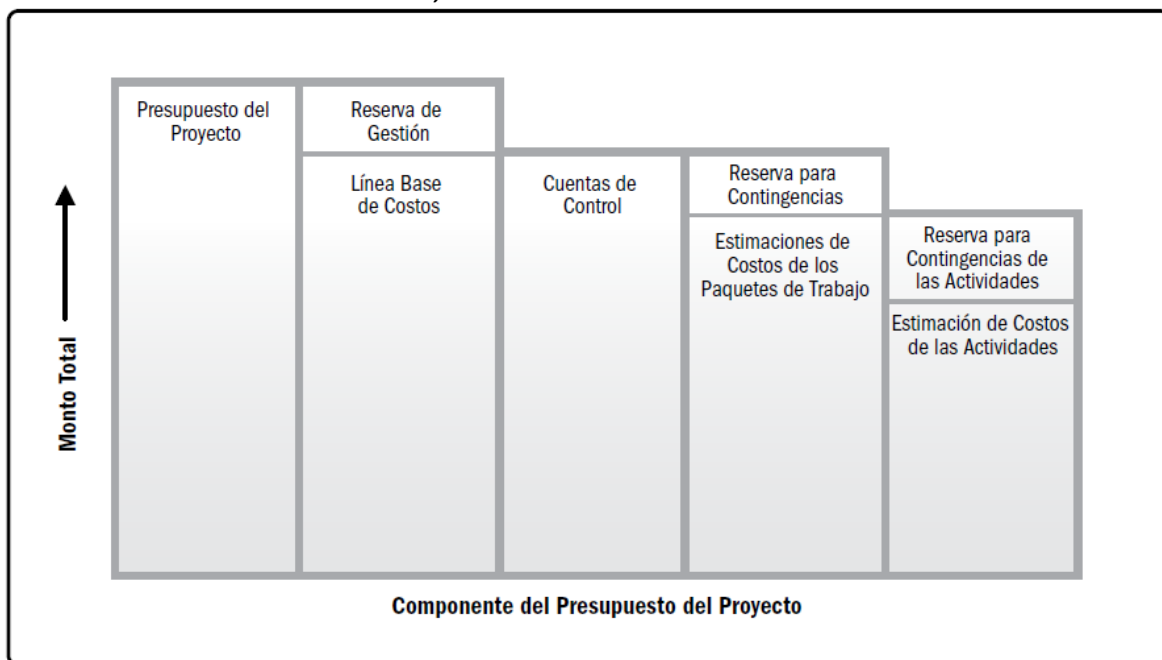
3.2.3 Determinar el presupuesto

La determinación del presupuesto consiste en sumar los costos ya estimados de las actividades individuales para establecer la línea base de costos autorizada.

La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto por fases del proyecto, excluida cualquier reserva de gestión, que solo se puede cambiar a través de procedimientos formales de control de cambios y se utiliza como base de comparación con los resultados reales.

En la figura 3-3, se expresan gráficamente los componentes del presupuesto del proyecto.

FIGURA 3-3, COMPONENTES DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO



FUENTE: PMBOK 5ª EDICIÓN

3.2.4 Controlar los costos

Controlar los costos es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar sus costos y gestionar cambios de la línea base de costo. El beneficio clave de este proceso es que proporciona los medios para detectar desviaciones con respecto al plan con objeto de tomar acciones correctivas y minimizar el riesgo (PMI, p 215).

A continuación se detallan técnicas y herramientas para el control de costos:

3.2.4.1 Factor de producción (PF)

El factor de producción es uno de los instrumentos más utilizados para medir productividad, se define como un índice estadístico que compara por medio del cociente entre, la cantidad de horas productivas en la ejecución y la cantidad de horas ganadas según presupuesto.

El factor de producción se define en la siguiente ecuación:

$$PF = \frac{HH \text{ Gastadas}}{HH \text{ Ganadas}} \times 100$$

(ECUACIÓN 3-4)

Donde las HH gastadas corresponden a la cantidad de horas que se invirtieron en realizar la actividad. En cambio las HH ganadas es aquella cantidad de horas estimadas para ejecutar la actividad. Se basa en el volumen de obra a ejecutar y en el rendimiento de la mano de obra.

Un factor de producción inferior a 1,0 significa que el trabajo se efectúa con un rendimiento menor a lo programado, es decir se gastan menos horas hombres que las presupuestadas para el trabajo. A su vez, un factor de desempeño superior a 1,0 señala que la mano de obra rinde menos de lo esperado, es decir, se gastan más horas hombre de lo planificado.

Ejemplo 3-1:

Para la actividad “Excavación de fundaciones”, se trabajó 51 Horas Hombre para llevar a cabo la actividad (despeje de terreno, trazado, construcción niveletas, excavación). Y en su ejecución se excavaron 12 m³. Para lo cual se consideró un rendimiento de 0,27 [m³/H]. Finalmente las HH gastadas son 51 HH, las HH ganadas son: 12 x 0,27 = 44,4 HH, luego el PF es igual a 1.15.

Esto implica que la actividad es “deficiente” productivamente, ya que se están invirtiendo más recursos de los planificados.

Este factor tiene gran influencia sobre la toma de decisiones, ya que, una de sus finalidades es justificar la contratación de personal adicional o bien, detectar una sobredotación de personal. Asimismo, detectar una baja en los rendimientos y tomar las medidas para mejorar el índice.

Para utilizar este parámetro como herramienta de control, se puede tabular el factor acumulado por capítulos del presupuesto como se ejemplifica en la tabla 3-1:

TABLA 3-1: FACTOR DE PRODUCCIÓN ACUMULADO, OBRA GRUESA

FACTOR DE PRODUCCIÓN										
Item	Unidad	Cantidad (UN)	Consumo H.H (HH/UN)	Costo HH (UF/HH)	HH TOTAL	Costo Total (UF)	Avance Acumulado (UN)	HH Gastadas	HH Ganadas	Factor de producción
Hormigon H-30	m3	2.535	3	0,1152	6.607	761	2.213	7.573	5.768	1,31
Moldaje Muros	m2	10.952	2	0,1156	25.281	2.922	9.756	27.185	22.753	1,19
Moldaje Losas	m2	5.980	3	0,1157	15.912	1.841	5.262	18.386	14.002	1,31
Acero Estructural	Ton	278	70	0,1154	19.456	2.245	253	23.794	17.705	1,34
GLOBAL OBRA GRUESA					67.256	7.770	88,5%	76.938	60.228	1,28

3.2.4.2 Factor de costo (CF)

El factor de costo indica la relación entre los costos incurridos y los planificados, es un índice crítico pues mide el desempeño en la gestión del presupuesto.

El factor de producción se define en la siguiente ecuación:

$$CF = \frac{\text{Costo Gastado}}{\text{Costo Ganado}} \times 100$$

(ECUACIÓN 3-5)

Donde el Costo gastado es el costo en que se ha incurrido en mano de obra durante el trabajo ejecutado, es decir, el costo real de las horas hombre gastadas. Mientras que el Costo Ganado es el costo ideal del trabajo que se debiera realizar, es decir, el costo de las horas hombre ganadas según los costos del presupuesto.

Un factor de costo inferior a 1,0 señala que se está incurriendo en gastos menores a lo planificado, es decir, se ahorra. Por el contrario, si el factor de costo es superior a 1,0 señala que los gastos exceden lo esperado, es decir, se pierde dinero.

TABLA 3-2: FACTOR DE COSTO ACUMULADO, OBRA GRUESA

FACTOR DE COSTO										
Item	Unidad	Cantidad (UN)	Consumo H.H (HH/UN)	Costo HH (UF/HH)	HH TOTAL	Costo Total (UF)	Avance Acumulado (UN)	HH Gastadas	HH Ganadas	Factor de costo
Hormigon H-30	m3	2.535	2,61	0,1152	6.607	761	2.213	913	665	1,37
Moldaje Muros	m2	10.952	2,33	0,1156	25.281	2.922	9.756	3.277	2.631	1,25
Moldaje Losas	m2	5.980	2,66	0,1157	15.912	1.841	5.262	2.216	1.619	1,37
Acero Estructural	Ton	278	70	0,1154	19.456	2.245	253	2.868	2.042	1,40
GLOBAL OBRA GRUESA					67.256	7.770	88,5%	9.274	6.957	1,33

3.2.4.3 Gestión del valor ganado

“En un control de proyecto, lo que más interesa es saber cuan bien ha sido ejecutado el trabajo en comparación a lo planeado, ya sea en términos de costo o tiempo. Para lograr esto, se utilizan los conceptos del método del Valor Ganado (EVM)” (Serpell y Alarcón, Planificación y control de proyectos, p. 196).

La gestión del valor ganado (EVM) es una metodología que integra medidas del alcance, de costos y del programa para ayudar al equipo de dirección a evaluar el desempeño del proyecto. Además de permitir la detección temprana de variaciones en los plazos y costos, de esta manera, posibilita tomar medidas preventivas o correctivas.

EL EVM se caracteriza porque integra bien la línea base de costos con la línea base del programa, generando la partida para la medición del desempeño. Éste método proporciona una medida objetiva de cuanto trabajo ha sido realizado en un proyecto en relación al plazo y al presupuesto.

El valor ganado, es el valor del trabajo que ha sido completado, se expresa en términos monetarios o de Hora Hombre. Específicamente, el valor ganado representa la cantidad del presupuesto total del proyecto que ha sido “ganado” basado en el porcentaje de trabajo que ha sido realizado.

El método de valor ganado es un sistema de administración integrado que permite:

- Detectar factores que producen cambios a la línea base de costos autorizada e influir sobre ellos.
- Asegurar que los gastos no excedan los fondos autorizados por periodo.
- Monitorear el desempeño del costo para detectar y comprender las desviaciones respecto de la línea base de costos.
- Monitorear el desempeño del trabajo con relación a los gastos en los que se ha incurrido.
- Asignar autoridad y responsabilidades a niveles de desempeño del trabajo

- Resumir y reportar los datos de desempeño a los más altos niveles de la administración.

Para operar con el método de valor ganado se requieren cuatro pasos básicos:

- 1) Establecer la medida de desempeño de línea base
- 2) Monitorear el proyecto
- 3) Desarrollar los reportes de valor ganado
- 4) Control de cambios (en caso de ser necesario)

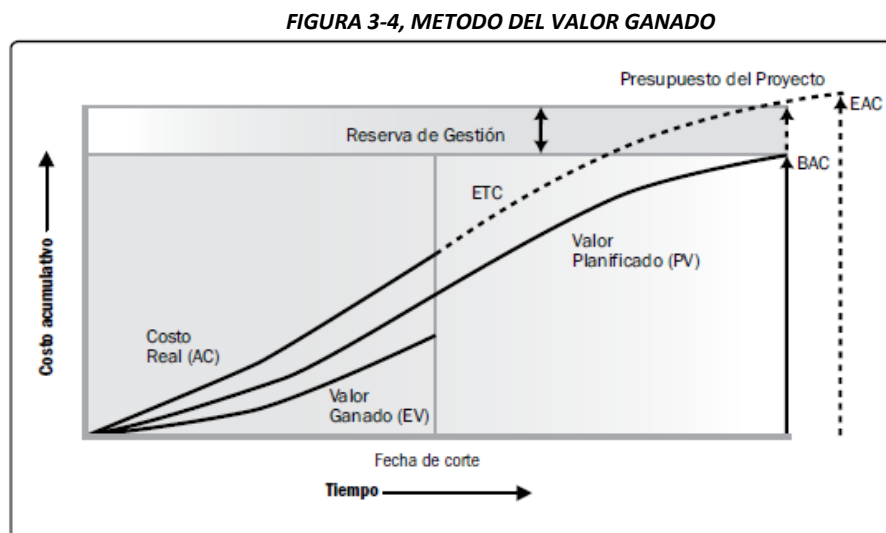
3.2.4.3.1 Terminología método valor ganado

- **Presupuesto al término (BAC, Budget at completion):** Corresponde al valor planificado para completar el total del proyecto, es decir, es la suma de todos los presupuestos asignados a un proyecto.
- **Valor Planeado (PV):** Corresponde al costo presupuestado o HH planeadas para las tareas que fueron planeadas empezar y terminar en el momento del análisis.
- **Valor Ganado (EV):** Corresponde al valor total del trabajo ejecutado hasta la fecha de control, de acuerdo al presupuesto.
- **Costo Actual (AC):** Corresponde al costo real del trabajo realizado en el momento del análisis.
- **Varianza de programa (SV):** Corresponde a una medida de desempeño del programa y se calcula como: $SV = EV - PV$. La varianza negativa significa que el valor planeado excede el valor ganado y, por lo tanto, el proyecto está retrasado.
- **Varianza de costo (CV):** Corresponde a una medida de desempeño del costo del proyecto y se calcula como: $CV = EV - AC$. La varianza negativa significa que el proyecto está fallando en cumplir con el costo objetivo y está superando el presupuesto base.
- **Índice de desempeño del programa (SPI):** Corresponde a una medida de eficiencia del programa que compara el valor ganado con el valor planeado y se calcula como: $SPI = EV/PV$. Un valor menor que 1 significa que el proyecto está quedando corto de alcanzar el plazo objetivo y, por lo tanto, se está tomando más tiempo que el planificado para completar el trabajo requerido.
- **Índice de desempeño del costo (CPI):** Corresponde a una medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados que compara los costos reales o HH reales con el valor ganado y se calcula como: $CPI = EV/AC$. Un valor menor a uno significa

que el proyecto no está alcanzando el costo objetivo o gastando más dinero para completar el trabajo requerido.

- **Costo estimado para terminar el proyecto (ETC):** El método ETC tiene en cuenta el que el desempeño real del proyecto a la fecha continuará de igual forma. Se calcula mediante la siguiente ecuación: **ETC (Estimate to Complete) = $\frac{BAC - VG}{CPI}$** . Representa los fondos requeridos para completar el trabajo que queda.
- **Estimación del costo total del proyecto (EAC):** Se calcula mediante la siguiente ecuación: **EAC (Estimate at Completion) = AC + ETC, o también puede calcularse como $EAC = \frac{BAC}{CPI}$** . Este costo incorpora los costos reales más los costos estimados para terminar el proyecto.

La figura 3-4 grafica el método del valor ganado



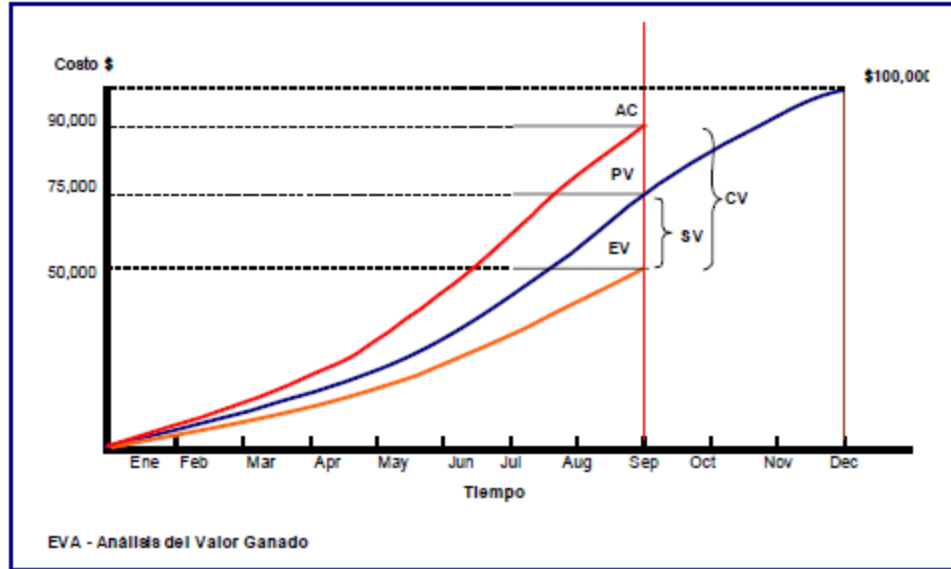
Ejemplo propuesto valor ganado (3-2):

Asumamos que tenemos un proyecto para ejecutar en cuatro semanas y que el presupuesto es de \$100.000.

Nos informan al finalizar la tercera semana que se ha completado solo el 50% del trabajo, de acuerdo al programa se debía haber realizado el 75%, también que los costos actuales del proyecto ascienden a \$90.000.

¿Cuál será el estado de salud del proyecto?

FIGURA 3-5: EJEMPLO METODO DEL VALOR GANADO



En este ejemplo, el valor planeado (PV) es \$75.000 basado en el programa del proyecto, el equipo debe de haber realizado el 75% de progreso del proyecto. El valor planeado puede calcularse multiplicando porcentaje planeado por presupuesto del proyecto.

$$\text{PV} = \text{Porcentaje planeado (\%)} * \text{Presupuesto del proyecto} = 75\% * \$100.000 = \$75.000$$

El valor ganado (EV) es determinado multiplicando porcentaje actual completado por el presupuesto del proyecto. El valor ganado determina la cantidad del presupuesto del trabajo realizado al momento del análisis.

$$\text{EV} = \text{Porcentaje ejecutado (\%)} * \text{Presupuesto del proyecto} = 50\% * \$100.000 = \$50.000$$

Finalmente, el costo actual para lograr 50% del proyecto es de \$90.000. El costo actual es calculado rastreando el costo contra el presupuesto del proyecto. **AC = \$90.000** Aplicando estos cálculos simples, podemos determinar el costo y variaciones del programa.

$$\text{Varianza del costo (CV)} = \text{EV} - \text{AC}$$

$$\text{CV} = \$50.000 - \$90.000 = -\$40.000$$

$$\text{CV} = -\$40.000$$

$$\text{Varianza del programa (SV)} = \text{EV} - \text{PV}$$

$$\text{SV} = \$50.000 - \$75.000 = -\$25.000$$

$$\text{SV} = -\$25.000$$

Analizando los resultados, se puede determinar que el proyecto ha gastado el 90% de su presupuesto para completar solo el 50% del trabajo. El proyecto está retrasado en el

programa y estará por encima del presupuesto final. Se necesita extender el plazo del proyecto y/o obtener fondos adicionales para completar el proyecto.

Se pueden calcular los índices de desempeño de costo y tiempo para comunicar una valoración objetiva del estado de salud del proyecto.

Índice de desempeño del costo (CPI) = EV / AC

$CPI = \$50.000 / \$90.000 = 0,56$

CPI = 0,56

Índice de desempeño del programa (SPI) = EV / PV

$SPI = \$50.000 / \$75.000 = 0,67$

SPI = 0,67

En el ejemplo, el CPI es 0,56 y el SPI es 0,67. Ambos índices son menores que 1, por lo que es evidente que el proyecto necesita ser examinado.

Para saber cuáles serán los costos si el proyecto continúa con esta tendencia, se calcula la “estimación a la terminación, EAC”.

EAC = BAC/CPI = \$100.000 / 0,56

EAC = \$180.000

Esto quiere decir que si no se toma ninguna medida correctiva, el total del proyecto que estaba presupuestado costar \$100.000, costará \$180.000.

Lo relevante del control de costos radica en el análisis posterior de las actualizaciones periódicas del estado del proyecto, donde se deben buscar las causas de las variaciones y extraer conclusiones de la información entregada para tomar acciones en todos los escenarios.

Siguiendo esta metodología de trabajo es posible percatarse, por ejemplo, si se están arrastrando errores de la línea base del presupuesto, investigar las causas y tomar medidas, como hacer gestión sobre partidas más holgadas en cuanto a costos planificados y cubrir con las reservas ganadas otras partidas que se detecten caídas en lo presupuestado.

Para contextualizar en el caso de la presente memoria, éste método es totalmente aplicable al presupuesto de mano de obra, ya que, permite evaluar directamente el costo de mano de obra y el programa. Además simplifica los registros y provee una meta para la administración. Los datos de desempeño son susceptibles de distorsiones si el presupuesto no es distribuido de forma realista.

3.3 GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La gestión de recursos humanos se ocupa de los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo del proyecto para conseguir metas establecidas. Es en este proceso donde se asignan los roles y responsabilidades específicos a cada miembro del equipo. Es de gran importancia hacer partícipe al equipo del proyecto en la toma de decisiones y en la planificación, ya que, se aporta experiencia al proceso y se fortalece su compromiso con el proyecto.

Otro beneficio implícito pero importante sobre hacer gestión en los recursos humanos, es que se pueden lograr mejoras en la productividad y rendimiento de los trabajadores.

A continuación se hará una breve descripción de los temas más relevantes tratados por el PMI en la gestión de recursos humanos para la implementación del modelo propuesto.

3.3.1 Plan de gestión de recursos humanos

El plan de gestión de recursos humanos proporciona una guía sobre el modo en que se deben definir, adquirir, dirigir y liberar los recursos humanos del proyecto. Dentro de este plan de gestión es importante definir los roles y responsabilidades del equipo, necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Una de las herramientas útiles para la asignación de roles y responsabilidades son los diagramas matriciales.

3.3.1.1 Diagramas matriciales

Una matriz de asignación de responsabilidades (RAM) es una tabla que muestra los recursos del proyecto asignados a cada actividad del proyecto. Se utiliza para ilustrar relaciones entre las actividades y los miembros del proyecto.

Ejemplo 3-3:

TABLA 3-3: FACTOR DE COSTO ACUMULADO, OBRA GRUESA

Matriz RACI	Persona				
Actividad	Ana	Berjamín	Carlos	Dina	Eduardo
Desarrollar el acta de constitución	A	R	I	I	I
Recopilar requisitos	I	A	R	C	C
Enviar solicitud de cambio	I	A	R	R	C
Desarrollar el plan de pruebas	A	C	I	I	R

R = Responsable de ejecución A = Responsable último C = Persona a consultar I = Persona a informar

En la matriz se diferencian 4 designaciones de responsabilidad; Responsable de ejecución, Responsable último, persona a consultar y persona a informar.

- Responsable de ejecución: Aquellos recursos que hacen el trabajo para lograr la tarea. Normalmente hay un solo rol con el tipo de participación de responsable, aunque otros pueden asumir el mismo al ser delegada dicha responsabilidad para ayudar en el trabajo requerido.

- Responsable último: El responsable en última instancia por la correcta realización y completa de la entrega o la tarea, y aquel a quien el responsable debe rendirle cuentas. En otras palabras, el responsable le rinde cuentas al responsable último.

- Persona a consultar: Aquellos que no estando directamente implicados en el desarrollo de las actividades, se les solicita opiniones, y con quien exista una comunicación bidireccional.

- Persona a informar: Aquellos que se mantienen al día sobre los progresos, a menudo sólo cuando la tarea se termina o entrega, o que reciben las salidas de un proceso y con el que sólo hay una vía de comunicación.

3.3.2 Herramientas para desarrollo y dirección del equipo del proyecto

3.3.2.1 Desarrollo del espíritu de equipo

Un verdadero equipo comienza a gestarse cuando cada una de las personas que forman el grupo entienden que sus intereses y objetivos individuales son más fáciles de alcanzar cuando se trabaja por un bien común, el cual hace que los esfuerzos se multipliquen y juntos puedan llegar a afrontar desafíos mayores de los que podrían alcanzar individualmente.

El auténtico sentimiento de equipo empieza a percibirse cuando los miembros del equipo adquieren sus compromisos y unen sus motivaciones personales para el logro de un objetivo común. En el PMI, se sugiere realizar actividades para el desarrollo del espíritu de equipo que “pueden variar desde un asunto tratado en 5 minutos durante una reunión de seguimiento hasta una experiencia facilitada por profesionales para la mejora de las relaciones interpersonales impartido fuera de la organización” (PMI, 2013, p 276).

3.3.2.2 Reconocimientos y recompensas

Las recompensas y reconocimientos tienen gran importancia en la gestión de recursos humanos, ya que proporcionan una manera eficaz de estimular a los trabajadores para que logren más altos niveles de desempeño. Es importante comprender que el reconocimiento o recompensa se debe adecuar a cada persona individual, teniendo en cuenta las diferencias culturales, a su vez debe ser oportuno y específico.

Desde una perspectiva individual, relacionada con la calidad de vida en el trabajo, las recompensas deben ser suficientes para satisfacer las necesidades del personal.

Los sistemas de recompensas mejoran cuatro aspectos de la eficacia organizacional:

- 1) Motivan al personal a unirse a la organización.
- 2) Influyen sobre los trabajadores para que acudan a su trabajo.
- 3) Los motivan para actuar de manera eficaz.
- 4) Refuerzan la estructura de la organización para especificar la posición de sus diferentes miembros.

3.4 LEY DE PARETO

El principio o ley de Pareto es utilizado en varios aspectos de la vida por su simpleza. Su creador, Wilfredo Pareto, fue un pensador italiano que estudió la distribución de la tierra entre la población llegando a la conclusión de que el 20% de la gente poseía el 80% de las tierras.

Este principio explica que el 80% de los efectos o resultados provienen del 20% de las causas o esfuerzos. Por lo que algunos elementos son más importantes que otros, ya que, impactan de mayormente en los resultados. Este concepto permite clasificar a los elementos en:

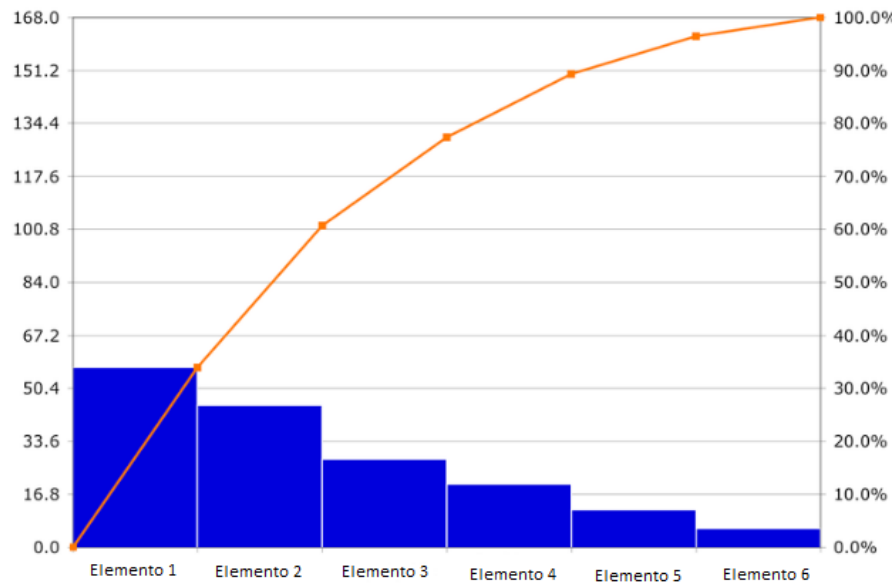
- Pocos vitales: Corresponden al 20% de los elementos estudiados que contribuyen al 80% del valor total
- Muchos triviales: Corresponde al 80% de los elementos estudiados que contribuyen al 20% del valor total.

3.4.1 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto consiste en una representación gráfica de los datos obtenidos de una situación la cual sea de utilidad realizar este análisis.

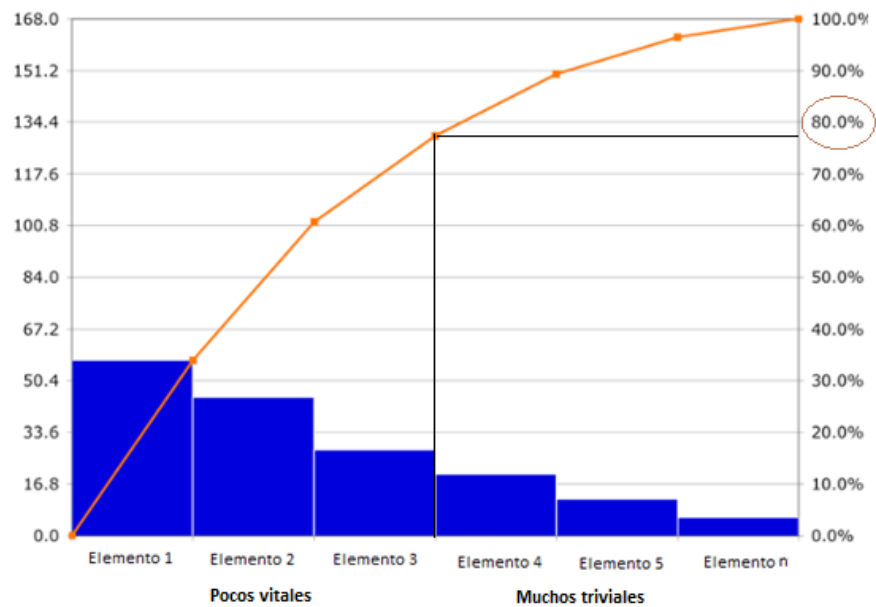
Se trata de un gráfico donde se organizan los datos de forma que queden en orden descendente de izquierda a derecha. Los recursos (generalmente expresados en valor monetario) se representan en el eje de las ordenadas izquierdo. Mientras que la magnitud de los porcentajes de incidencia se representan en el eje de las ordenadas derecho. Las barras se extienden según los recursos y la curva se extiende según la incidencia de los elementos.

FIGURA 3-6: DIAGRAMA DE PARETO



Para encontrar el punto donde se dividen los muchos triviales de los pocos vitales, se debe trazar una línea horizontal en la zona de cambio de pendiente de la curva, indicando en el eje derecho del diagrama el porcentaje de incidencia que aportan los pocos vitales, y al trazar una línea vertical en la zona de cambio de pendiente, se identifica la separación de los elementos pocos vitales y muchos triviales. Si no hay un cambio notoriamente definido, se debe trazar la línea en el porcentaje de incidencia promedio entre el máximo y el mínimo de la zona de indefinición.

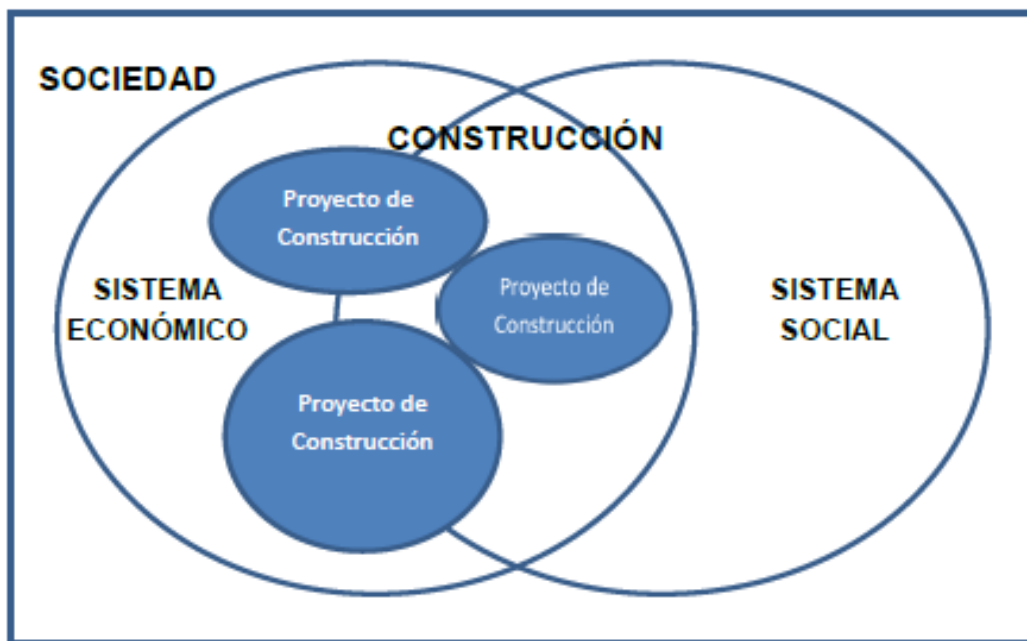
FIGURA 3-7 APLICACIÓN DIAGRAMA DE PARETO



3.5 EL PROCESO Y SISTEMA PRODUCTIVO EN LA CONSTRUCCIÓN

Dado que la construcción es una industria sujeta a muchas incertidumbres es necesario visualizar el universo de trabajo como un sistema. Este se encuentra inserto en un entorno que es la sociedad en general y, más concretamente, el medio económico y social ya que no pertenece a él pero influye directamente en su estado. Asimismo el sistema construcción se encuentra integrado por los proyectos de construcción, es decir, por un conjunto de actividades de naturaleza material o no, debidamente planificadas, cuyos objetivos son materializar una obra de ingeniería o construcción para satisfacer necesidades humanas y económicas dentro de un marco que se sustenta principalmente en la calidad, el costo y el plazo (Santana, 1990). Por lo tanto, se puede decir que una obra de construcción es un sistema abierto dentro de la construcción, ya que, intercambia energía e información con su medio. Este enfoque se presenta en la figura 3-8.

FIGURA 3-8, SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN (SANTANA, 1990)



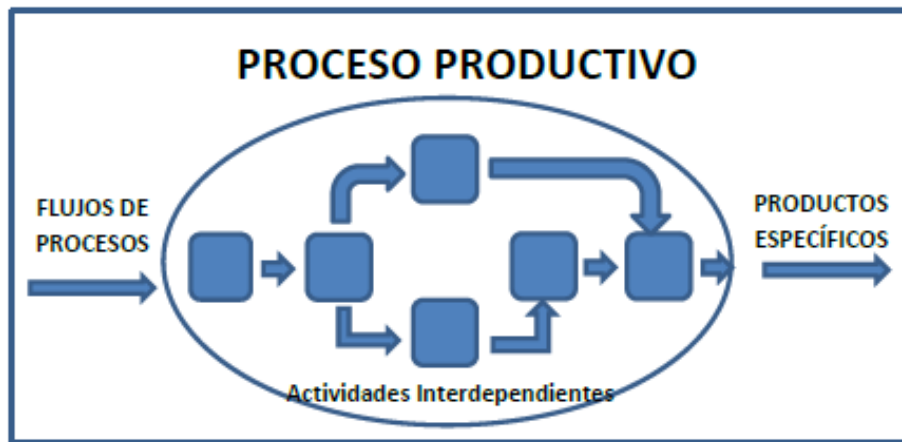
La construcción es básicamente un proceso productivo y como tal debe ser administrado correctamente. Esto significa planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar todas las actividades del sistema productivo de manera de convertir las entradas o inputs al sistema, en un producto terminado (obra), a través de un proceso con una alta productividad. Esta administración, en la construcción es un proceso dinámico, sujeto a una gran cantidad de incertidumbre debido principalmente a aspectos tales como:

- Clima de la zona

- Condiciones físicas del terreno
- Rendimientos, que dependen principalmente del ser humano
- Entorno administrativo, legal, contractual, logístico, etc.

Las actividades de conversión del sistema productivo son interdependientes, es decir, el término de una condiciona la otra, por lo tanto, es fundamental visualizar esta situación en las decisiones que constantemente tiene que estar tomando la administración de cualquier obra, pues su impacto afecta a todo el sistema productivo. En la figura 3-9, se ilustra el proceso incorporando la administración de estas actividades independientes.

FIGURA 3-9, PROCESO PRODUCTIVO DE LA CONSTRUCCIÓN (ADAPTADO DE SERPELL, 1993)



3.5.1 Productividad en la construcción

La productividad es la relación entre lo producido y lo consumido o recursos utilizados. Es posible hablar de productividad en los materiales, de los equipos, del terreno o espacio y de la mano de obra. En la construcción siendo todas importantes, no cabe duda que la más impredecible es la última. Para lograr una buena productividad, es importante que aporten todos los que, de una u otra forma, puedan afectarla: el mandante, los proyectistas, los directivos de la obra, los proveedores, etc.

La productividad en los proyectos de construcción es afectada por un gran y variado número de factores, cuyo efecto no siempre es fácil de identificar y/o cuantificar. Muchas personas tienden a responsabilizar a los trabajadores de gran parte de los problemas de productividad y desvían su atención de otras áreas que tienen una mayor participación en este aspecto.

En general, las principales fuentes de problemas que afectan la productividad son las siguientes:

- La administración de la obra
- El entorno en el que se desarrolla la obra, con todos sus participantes
- El tipo y método de trabajo
- El personal del proyecto

Entre las mencionadas, la que más puede manejarse para reducir el efecto de las otras, es la administración de la obra.

Para lograr una buena eficiencia en una obra de construcción, primero se debe determinar acabadamente cómo se va a ejecutar, es decir, se debe realizar el proceso de la planificación.

Posteriormente, se debe establecer el escenario más favorable para la realización de las actividades de acuerdo a la disponibilidad de recursos para cumplir con la planificación, es decir, se debe llevar a cabo el proceso de programación.

El plan y el programa deben ser comunicados a las personas que participarán de la ejecución de la obra, dentro y fuera de la faena. Finalmente la persona a cargo de la obra debe hacer un seguimiento durante la ejecución de la obra, tomando las acciones correctivas que sean pertinentes de acuerdo a las metas deseadas. (Serpell, 1986).

La presente memoria se enfoca principalmente en la fase de control y seguimiento.

3.5.2 Tipos de productividad

Dentro de la construcción se puede hablar de distintos tipos de productividad (Botero et al, 2004)

- Productividad de los materiales: por su costo es importante evitar desperdicios
- Productividad de la mano de obra: es un factor fundamental pues fija el ritmo de trabajo, del cual depende la productividad de otros recursos
- Productividad de la maquinaria: representa un alto costo por lo que es necesario racionalizar su uso en los proyectos evitando tiempos muertos.

3.5.3 Productividad de mano de obra

Como ya se mencionó anteriormente la mano de obra es un factor de gran relevancia, y según Serpell (2003b) para que ésta sea productiva deben existir tres principios básicos:

- El obrero debe desear realizar un buen trabajo, lo cual se relaciona con la motivación y satisfacción en el trabajo.

- El obrero debe saber hacer un buen trabajo, lo que tiene relación con que exista una adecuada capacitación y entrenamiento del mismo.
- El obrero debe poder realizar un buen trabajo, lo que proviene de una administración eficiente y efectiva.

Si alguno de estos principios no se cumple la productividad de la mano de obra se verá afectada en un grado proporcional a la deficiencia que se presente.

3.5.4 Concepto de trabajo en actividades de construcción

El trabajo son las acciones realizadas por los participantes del sistema para convertir los recursos en productos parciales o finales, o en términos generales, para, para la producción de valor.

El contenido de trabajo de una faena se compone de las siguientes categorías:

1. **Trabajo no contributorio:** Aquel tiempo en que el trabajador no aporta en ningún sentido a la ejecución de la obra y que incluye actividades tales como: detenciones por falta de materiales y/o equipos por falta de proyecto o instrucciones, ocio innecesario, reconstrucción de trabajos mal hechos, traslados a más de 10 m del lugar de trabajo por materiales o herramientas.
2. **Trabajo contributorio:** Aquel trabajo que debe ser realizado para que pueda existir el trabajo productivo, entre cuyas actividades están las siguientes: discusiones de consulta, de planificación o de chequeo; trazado y medición; ajuste y/o reparación de herramientas y equipos; retiro de escombros y basura; ocio necesario debido a cuadrillas mal balanceadas o a las características de la operación, etc.
3. **Trabajo productivo:** Aquel trabajo que aporta en forma directa a la construcción, con actividades tales como: fabricación, montaje, desmontaje, terminaciones, armado, etc.

La productividad del trabajo se mide en relación al contenido del trabajo productivo, el cual se ve afectado por la existencia de actividades contributivas y no contributivas que restan tiempo al tiempo disponible para realizar dicho trabajo (Serpell, 1993). Sin embargo, llegar a pensar en un 0 % de contenido de trabajo no contributivo, es algo totalmente utópico, puesto que el cuerpo y la mente humana no pueden trabajar mucho tiempo sin detener su actividad para tomar un descanso.

Según Serpell (2003b) los valores óptimos de trabajo productivo, no contributorio y contributorio que se consideran como meta general para las obras son:

- Trabajo Productivo: 60%
- Trabajo Contributorio: 25%
- Trabajo No Contributorio: 15%

Sin embargo, en Chile, el Servicio de Productividad y Gestión el año 2002 realizó un estudio en una muestra de 30 obras de construcción, el cual entregó los siguientes resultados:

- Trabajo productivo: 36%
- Trabajo contributorio: 26%
- Trabajo no contributorio: 38%

3.6 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD

Una parte importante de los sistemas de gestión de calidad es la denominada “Mejora Continua” ya que permite mejorar la eficiencia en la producción de bienes y servicios y lograr una cultura de mejoramiento permanente (ISO 9001:2015)

3.6.1 Acción preventivas

Acción que se realiza para eliminar las causas de no conformidades potenciales, con el fin de prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales (ISO 9001:2015).

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:

- 1) Determinar las no conformidades potenciales y sus causas.
- 2) Evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades.
- 3) Determinar e implementar las acciones necesarias.
- 4) Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- 5) Revisar la eficacia de las acciones preventivas tomadas.

3.6.2 Acción correctiva

Acción para eliminar las causas de las no conformidades con objeto de prevenir que vuelvan a ocurrir.

Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas (ISO 9001:2015).

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:

- 1) Revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes).
- 2) Determinar las causas de las no conformidades.
- 3) Evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir.
- 4) Determinar e implementar las acciones necesarias.
- 5) Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- 6) Revisar la eficacia de las acciones correctivas tomadas.

3.6.3 Herramientas de medición y evaluación de la productividad

Según Serpell (2003c) es elemental determinar la forma en que se están utilizando los recursos de una obra, lo cual se lleva a cabo con el fin de:

- Detectar las pérdidas en la ejecución del proceso de construcción.
- Identificar las tareas donde se producen las pérdidas y sus causas.
- Cuantificar la magnitud de las pérdidas.
- Entregar información para la toma de decisiones oportunas.
- Usar la información obtenida como base de medición de mejoramientos.

Para efectos de la presente memoria, la principal herramienta de medición corresponde al muestreo de trabajo.

3.6.3.1 Muestreo de trabajo

El muestreo del trabajo es una herramienta de medición del nivel de actividad de un proyecto u operación, específicamente mide el porcentaje de tiempo que la mano de obra o los equipos ocupan en ciertas categorías predeterminadas de actividades. Al saber cómo es utilizado el tiempo de estos recursos, se conocerán los problemas que afectan la productividad, los que al ser eliminados, permitirán reducir los costos asociados a la mano de obra y a los equipos.

En resumen las características que definen a esta técnica, son:

- 1) Es una medición para el análisis cuantitativo en términos de tiempo de las actividades de los recursos.
- 2) Se aplica principalmente a la mano de obra y/o equipos.
- 3) Las observaciones de muestreo deben ser hechas en forma aleatoria.

- 4) Se deben establecer categorías predeterminadas de actividades en las cuales clasificar las observaciones de los recursos.
- 5) Los resultados permiten realizar una inferencia estadística de las actividades de los recursos.

Las principales ventajas que tiene esta herramienta son:

- 1) Simple de llevar a cabo.
- 2) Económica.
- 3) Fácil de comprender.
- 4) Estadísticamente confiable.
- 5) Entrega información útil y actualizada.

Su principal desventaja radica en que no permite identificar en forma directa las causas que provocan los problemas de productividad, por lo que es considerada como una herramienta de investigación de carácter general, pero es muy importante de utilizar previamente a las técnicas de mejoramiento de productividad (Serpell, 2003c).

4. Capítulo IV Diagnóstico de procesos involucrados en la mano de obra

4.1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

El proyecto modelo de la investigación corresponde a la segunda etapa de un condominio ubicado en la V región, comuna de Quilpué. Está compuesto por edificios habitacionales de 5 pisos con estructura de hormigón armado.

La necesidad de intervenir en la gestión y control de mano de obra, nace a partir del seguimiento mensual efectuado a la utilización de recursos de la obra, requisito de control exigido por gerencia.

A cuatro meses del término programado de la obra, la dirección del proyecto se percató que las desviaciones respecto a lo planificado en el consumo de mano de obra incrementaban mensualmente. Hecho que ya se había dado al cierre de la primera etapa, con un 25% de sobrecostos en mano de obra directa, por lo que se le pide a la administración de la obra proponer medidas para mejorar la gestión y controlar la variabilidad del recurso mano de obra e implementarlas desde el inicio de la siguiente etapa del proyecto.

4.2 FLUJO DE MANEJO DE MANO DE OBRA

Para diseñar un sistema de gestión adecuado a la realidad de la empresa, primero es necesario identificar y analizar los procesos que la empresa maneja referente a la mano de obra. De esta manera es posible identificar los factores que componen los procesos y ver de qué manera impactan en los resultados de los costos esperados de mano de obra.

En la figura 4-1, se puede apreciar el flujo de procesos de manejo de mano de obra que la empresa emplea en lo que respecta a este recurso.

FIGURA 4-1, FLUJO DE PROCESOS DE MANO DE OBRA



Se describen a continuación las etapas que componen el flujo descrito en la figura 4-1.

4.2.1 Elaboración del presupuesto

La estimación de costos y la elaboración del presupuesto es uno de los procesos más importante de la planificación, ya que, es donde se determinan los recursos necesarios para llevar el proyecto a término y es una herramienta fundamental para la toma de decisiones.

La elaboración del presupuesto es el punto de inicio para el control de los recursos, en este caso en particular, la mano de obra.

Para preparar el presupuesto del proyecto estudiado, se externalizaron las cubicaciones y se le entregaron al administrador de obra para que efectúe una cubicación más detallada, para luego realizar los análisis de precios unitarios en base a la experiencia de la primera etapa.

En esta fase de planificación y elaboración del presupuesto hay 5 puntos relevantes que pueden alejar de la realidad a la línea base de la mano de obra:

- 1) **Mala estimación de los rendimientos:** Si los rendimientos estimados o teóricos son menores que los reales, al momento de ejecutar se incurrirá rápidamente en desviaciones.
- 2) **Error en las cubicaciones:** Si las cubicaciones se sub-dimensionan, se deberán emplear más recursos para ejecutar las cantidades reales, ya que, estas indican el volumen de obra a ejecutar.
- 3) **No tomar en cuenta las consideraciones de ejecución:** En todo proyecto existen particularidades de ejecución que pueden depender de condiciones ambientales, recursos disponibles, políticas de la empresa, entre otros.
- 4) **No considerar los trabajos contributivos:** Siempre se debe considerar los recursos empleados en trabajos contributivos, tales como acarreo de materiales, aseo, construcción de elementos de seguridad, etc.
- 5) **Estimación de remuneraciones alejadas de la realidad:** Se deben tener en cuenta todos los factores que pueden determinar los niveles de remuneración de la mano de obra:
 - Factores internos: Son condiciones propias de la empresa, por ejemplo, tipo de cargos de la empresa, política salarial, capacidad financiera y desempeño general de la empresa, competitividad de la organización.
 - Factores externos: Son condiciones ambientales, por ejemplo, situación del mercado de trabajo en el rubro, situación económica del país, legislación laboral, etc.

4.2.2 Elaboración del programa de trabajo:

El programa de trabajo es donde se plasman las actividades y sus respectivas duraciones. Es indispensable para el control de avance de las partidas, establecer ritmos de trabajo en la ejecución y planificar el uso de los recursos.

Es importante que el programa sea coherente con el plan de trabajo y con el presupuesto, es decir, que los recursos considerados para las actividades sean los necesarios para completarlas en el tiempo establecido en base al orden, organización y métodos de construcción que se dispondrán para la ejecución de los trabajos.

Se debe definir y coordinar el orden en que deben realizarse las actividades con el fin de lograr la más eficiente y económica utilización de los recursos, y eliminar las diversificaciones innecesarias de los esfuerzos.

El programa de obra permite establecer un sistema para medir el avance que se está realizando y poder compararlo con el proceso programado, además se puede utilizar para controlar los recursos empleados en mano de obra.

Un programa debidamente controlado permite:

1. Conocer qué actividad no se está desarrollando de acuerdo al programa
2. Tomar decisiones en el momento adecuado.
3. Llevar un orden y disciplina de trabajo.
4. Proporcionar un medio de comunicación en los distintos niveles organizacionales.

En el proyecto estudiado es el administrador de obra quien elabora el programa de trabajo y en base a este, realiza el flujo de mano de obra. Esto es, establecer la cantidad de personal por actividad del programa, distribuido en el tiempo de ejecución de dichas actividades. De esta manera se puede planificar la cantidad de personal que la obra debe mantener cada mes y marca la pauta de las contrataciones y despidos. Definido el flujo de mano de obra, procede a asignar el costo empresa de cada trabajador para obtener el “balance de mano de obra”, en el cual se registra los recursos económicos planificados a gastar mensualmente en remuneraciones.

4.2.3 Contratación

En base al programa de trabajo, el administrador de obra realiza el flujo de mano de obra mencionado en la sección 4.2.2, este flujo se utilizará como guía para tener claridad de cuánto personal se debe contratar de las distintas especialidades se debe contratar y cuándo hacerlo.

De este proceso se destacan tres puntos que pueden tener repercusiones a lo largo del proyecto en los costos de mantener al personal.

- 1. Planificación de la contratación:** Es necesario conocer el número de trabajadores por especialidad que habrá en una faena. Se debe planificar una curva de ocupación sin grandes fluctuaciones para reducir los gastos de finiquitar personal.
Si no se cuenta con una buena planificación, se pueden perder días de producción en actividades específicas por falta de personal, o bien por el ingreso tardío.
- 2. Niveles de remuneraciones:** Según lo descrito en el punto 4.2.1, se deben tener considerar los factores que influyen en los niveles de remuneraciones, es en esta instancia de contratación donde se cierra el proceso y se establece la remuneración definitiva que obtendrá cada trabajador.
Si no se cuenta con una buena planificación y no se busca a tiempo el tipo de trabajador necesario según lo requerido, puede llegarse a cierres de sueldos más elevados de lo planificado.
- 3. Niveles de competencia laboral:** Este punto guarda relación con los rendimientos, ya que, si el trabajador no es competente para la especialidad requerida, o no cumple con los rendimientos esperados, se deberá incurrir en cambio de personal y nuevas contrataciones, aumentando los costos por despidos.

En la empresa objeto de estudio, el administrador de obra le entrega la planificación de las actividades responsabilizadas a cada supervisor, y se da una instancia de retroalimentación sobre la cantidad de personal a utilizar para las distintas labores. Cada supervisor debe corroborar en base a la experiencia en su área si es posible realizar el trabajo con la cantidad de trabajadores máxima propuesta, en caso contrario, el administrador debe tomar las acciones necesarias para suplir la falta de personal o bien analizar de donde obtener los recursos para efectuar la contratación que no se tenía considerada.

4.2.4 Gestión de mano de obra

Es en este proceso donde se crean las planillas para controlar y gestionar la mano de obra. En la obra estudiada se utilizan dos herramientas para controlar la mano de obra, estos son:

4.2.4.1 Flujo de mano de obra

Como se mencionó en el punto 4.2.2 el administrador de obra crea el flujo de mano de obra en la fase de planificación del proyecto. Una vez que se da inicio a las partidas se lleva un registro mensual del personal contratado y se compara con la cantidad proyectada. Generalmente varía en función de la producción, ya que, si se tienen ritmos más rápidos, las partidas comienzan antes, por lo que el ingreso de personal se anticipa a lo proyectado.

4.2.4.2 Gestión de costos de mano de obra

Una vez que se establece el presupuesto, el administrador de obra procede a elaborar la planilla de gestión de costos, donde cada ítem del presupuesto se desglosa en costos de distinta naturaleza que los componen, esto es, materiales, mano de obra, subcontrato, maquinaria y gasto general. De esta forma se diferencia la procedencia de los gastos y se controlan por separado.

Por requerimiento de gerencia, la administración de la obra debe presentar mensualmente la planilla de gestión de costos. De este informe se desprende la planilla de gestión de mano de obra, en la cual se compara el monto total destinado a mano de obra por cuenta de costo del presupuesto con lo gastado en mano de obra a la fecha por cada cuenta de costo.

Para completar la planilla, se debe identificar en qué cuenta de costo del presupuesto aportó producción cada trabajador. Por ejemplo, si un gáster trabajó todo el mes de marzo en cámaras de alcantarillado, el costo de ese trabajador correspondiente a marzo se carga al centro de costo "Alcantarillado exterior". Para obtener esta información, cada supervisor debe informar mensualmente en qué actividad trabajó mayoritariamente cada miembro de su personal a cargo.

4.3 EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS INVOLUCRADOS EN MANO DE OBRA

4.3.1 Plan de trabajo y presupuesto

Para la elaboración del presupuesto, siempre es recomendable registrar el plan de trabajo, que es un conjunto de programas detallados donde se determina el orden, los métodos de construcción y la organización que se dispondrá para la ejecución de la obra. Consiste en planear cada etapa del proyecto, y determinar cuándo, con qué y cómo se ejecutará cada partida. El estudio del plan de trabajo debe llevarse a cabo previamente a la confección del presupuesto de la obra y su principal objetivo es evitar decisiones improvisadas como, con qué equipo o herramientas se ejecutarán actividades específicas, la determinación del tamaño de las cuadrillas, quien será el responsable asignado, etc.

En la obra estudiada, no existe un procedimiento establecido ni un plan de trabajo donde se registren las consideraciones de ejecución, sino más bien depende de cada administrador de obra, esto dificulta la tarea de extraer parámetros del presupuesto que puedan ser utilizados para el control de mano de obra. Si bien se puede utilizar el presupuesto para clasificar y controlar los gastos, no hay nada que explicita el tamaño de las cuadrillas, consideraciones de ejecución, ritmos esperados, etc.

4.3.1.1 Rendimientos

Como se mencionó anteriormente, en el proyecto es el administrador de obra el encargado de elaborar el presupuesto, por lo que es el quien estima los rendimientos de la mano de obra en las partidas.

El principal problema detectado en este proceso es que los rendimientos asignados a las partidas no solo consideran las HH para el proceso productivo propiamente tal, sino que también contemplan el mantener toda una jornada a la cuadrilla asignada para dicha partida.

Ejemplo 4-1: En la actividad hormigonado de muros, el ritmo planificado corresponde a hormigonar 4 departamentos a la semana, lo que equivale en promedio a 13,5 m³ diarios. En base a la experiencia de la primera etapa del proyecto y al procedimiento utilizado, esto se puede lograr con una cuadrilla de 6 trabajadores, y el tiempo que efectivamente se está hormigonando es de 2 horas.

Teniendo en cuenta estos antecedentes se pueden calcular el rendimiento y consumo de mano de obra:

Rendimiento de la cuadrilla: 6,75 m³/h

Rendimiento por concretero: 1,125 m³/h

Consumo de mano de obra: 0,88 h/m³

El rendimiento teórico considerado para el presupuesto contempla un rendimiento por concretero de 0,25 m³/h, este rendimiento es mucho más bajo que el real debido a que la

consideración para una cuadrilla de 6 trabajadores es que hormigonan 13,5 m³ pero en toda la jornada laboral (9 horas), de esta forma todas las H.H para costear a cada trabajador durante el día están incluidas en el rendimiento por unidad constructiva. Esto significa que en el rendimiento considerado se incluyen las horas de trabajo contributivas y no contributivas. Esta forma de considerar el rendimiento de la mano de obra, hace que no sirva como parámetro de comparación para poder controlar la productividad de las partidas respecto a las H.H gastadas.

4.3.1.2 Remuneraciones

En la obra estudiada al momento de hacer las estimaciones de las remuneraciones de la mano de obra, no se llevó a cabo ningún estudio que sirviera para establecer los niveles de remuneración por especialidad. Al momento de la contratación se dio que por los sueldos ofrecidos los trabajadores no aceptaban trabajar o bien, renunciaban tras poco tiempo de su contratación. Esto dificultó mantener equipos fijos para la ejecución de los trabajos. El problema radica en que la empresa tenía una categorización de las especialidades muy acotada e invariable tras 4 años de funcionamiento.

4.3.2 Contratación

Es importante tener en consideración los aspectos internos de la empresa, que pueden afectar en la planificación de la contratación, por ejemplo, en la obra estudiada, se estableció una política; que el único día destinado para ingreso de trabajadores sería el día miércoles de cada semana, ya que, por políticas de prevención se debe hacer una charla de inducción a cada trabajador y esta sería una buena medida para optimizar el tiempo tomado para estas exigencias. Si algún supervisor no se planificaba bien debía esperar hasta el día establecido para la contratación de trabajadores, afectando a veces a la producción o al comienzo de nuevas partidas.

4.3.3 Horas extraordinarias

En la obra estudiada no existe control sobre las horas extraordinarias, si bien, en el presupuesto se considera un fondo para cubrir las horas extras, este fue excedido por el gasto mucho antes de lo planificado. Es importante tener en cuenta que generalmente se incurre en horas extraordinarias a causa de una mala programación de actividades o bien, favorecer el avance a un mayor costo.

4.3.4 Control y gestión de la mano de obra:

En términos de control, en la obra estudiada el único control efectivo que se realiza es el control de avance, pero no existe una arraigada cultura de medición donde se analicen los recursos humanos invertidos para dar el avance a las actividades, es decir, no existen nociones de productividad en las partidas ni a nivel general del proyecto.

Tener una cultura de medición y control permite interpretar la información para saber si las obras están progresando de acuerdo a lo planificado, o en caso haber desviaciones, se puedan detectar a tiempo y tomar las medidas para recuperar el tiempo perdido o bien reducir costos, justificar contrataciones, despidos, etc.

Como se mencionó en el punto 4.2.4.2, mensualmente el administrador de obra debe presentar el informe de mano de obra, donde se proyecta la cantidad de trabajadores presentes durante el proyecto y lo gastado en mano de obra hasta el mes de control.

El gasto en mano de obra debe estar clasificado por las cuentas de costos provenientes del presupuesto, pero este proceso se lleva a cabo de forma estimativa, es decir, el administrador decide a cuál cuenta de costo cargar la remuneración de los trabajadores, orientándose por las labores en las cuales el trabajador aportó mayor producción en el mes. Esto provoca en muchos casos que las cuentas de costos destinadas a partidas específicas queden sin recursos antes de lo planificado y se tenga que recurrir a otras cuentas de costos para solventar los recursos necesarios.

Ejemplo 4-2: La cuadrilla de hormigones se programa para aportar durante la mañana en perfilado de excavaciones de fundación y para la tarde hormigonado de muros. Bajo la lógica actual utilizada, a final de mes la cuadrilla se carga en el centro de costos “Hormigones”, hasta agotar los recursos de esta cuenta y a continuación se seguiría cargando a “Excavaciones”. Si bien esto no altera el resultado global del capítulo de “Obra Gruesa”, si afecta en el control parcial y no permite hacer gestión sobre la mano de obra para ver si los recursos se están gastando de forma correcta.

En resumidas cuentas, no existe control efectivo sobre la mano de obra, solo se declara mensualmente el gasto y se compara con los recursos destinados para mano de obra según el presupuesto.

5. Capítulo V Sistema de control y gestión de mano de obra

La necesidad de una empresa constructora por controlar la variabilidad en sus resultados económicos en mano de obra, plantea el desafío de idear un modelo de gestión en el cual se describan los procesos para monitorear y controlar este recurso durante sus proyectos. El modelo debe ocuparse desde la etapa de planificación hasta el monitoreo y control de la mano de obra empleada en las distintas actividades.

Es relevante mencionar que previo a la puesta en marcha del modelo, la empresa objeto de estudio no cuenta con ningún tipo de control exhaustivo más que el registro y clasificación de lo gastado mes a mes comparado a lo presupuestado.

"Todo lo que se hace se puede medir, sólo si se mide se puede controlar, sólo si se controla se puede dirigir y sólo si se dirige se puede mejorar" *Dr. Pedro Mendoza A.* Es por esta razón que cobra gran importancia el contar con sistemas de mediciones para los procesos productivos que se desean controlar.

En el modelo de gestión y control de mano de obra, se propone controlar este recurso en base a mediciones de H.H, tras lo cual se podrá monitorear el comportamiento de las partidas en términos de productividad. Adicionalmente analizando la procedencia de las H.H según el presupuesto de mano de obra, se podrá llevar un control financiero que permitirá identificar de qué ítems del presupuesto provienen las horas productivas aportadas por cada trabajador a las distintas partidas. Y permite también tener nociones sobre horas hombre gastadas y ganadas, por lo que se puede ver el estado de salud del proyecto respecto del presupuesto de mano de obra y el avance físico.

5.1 OBJETIVOS DEL SISTEMA

5.1.1 Objetivo general del sistema

Establecer un flujo de trabajo para hacer gestión sobre el recurso mano de obra, entregando las herramientas necesarias para la planificación y control.

5.1.2 Objetivos específicos del sistema

- A partir del presupuesto y programa de trabajo, establecer la planificación del recurso mano de obra que se utilizará como base de referencia para el control.
- Obtener y registrar mediciones de avance físico de las actividades del programa.
- Obtener y registrar mediciones reales de las H.H gastadas para completar las distintas actividades.
- Clasificar las H.H gastadas en los centros de costos del presupuesto que corresponda.
- Obtener comparaciones de los recursos planificados contra los gastados.
- Obtener indicadores de productividad y costo de las actividades más incidentes del presupuesto de mano de obra.

- Obtener una visión global del estado de salud del proyecto en cuanto al recurso mano de obra referente a costos y plazos, para facilitar el control por parte de la gerencia.

5.2 MANEJO DEL NUEVO SISTEMA

Para cumplir con los objetivos descritos, primero se deben establecer medidas de mejora a procesos existentes, de modo que permitan con facilidad establecer una línea base y controlar las H.H

5.2.1 Planificación de los recursos

En la etapa de planificación se describen los procedimientos relevantes para la elaboración del presupuesto, necesarios para fijar la línea base para el control de mano de obra.

Para el éxito del modelo se debe confeccionar un presupuesto en el cual los rendimientos estimados para las actividades que cuenten con mano de obra directa consideren exclusivamente el consumo de mano de obra que aporte valor a la actividad misma, de modo que, los rendimientos permitan fijar las bases para medir el resultado global de las partidas y el de cada una de las actividades a controlar.

Esto requiere un trabajo adicional respecto a la forma actual en que se elabora el presupuesto, ya que, obliga a abrir más las partidas que se desean controlar y generar más actividades donde compensar los recursos para mantener una jornada completa a los trabajadores.

Ejemplo 5-1:

Volviendo al ejemplo 4-1, según presupuesto, el consumo de mano de obra considerado para la partida “Hormigonado de muros” corresponde a 0,25 día/m³, sin embargo, se sabe que el consumo real de H.H de un concretero corresponde a 0,098 día/m³.

El consumo teórico considera mantener al concretero la jornada completa sin embargo, éste a lo largo del día no aporta por completo horas productivas a la partida, sino que, también aporta horas productivas a otras partidas como aseo general de obra gruesa.

Si bien, para efectos de presupuesto, estas actividades pueden pertenecer al mismo centro de costo “Hormigones”, se deben separar en actividades que permitan un análisis de productividad de las más incidentes.

5.2.2 Remuneraciones

Se desea crear un sistema de gestión de mano de obra que sirva para dirigir el destino de este recurso, por ende, se deben tener controlados todos los procesos involucrados que puedan interceder en esta tarea. Es importante tener los niveles de remuneraciones previamente definidos y asegurarse de que estén actualizados a la realidad del mercado, ya que, de esta forma, se facilita el hecho de que las remuneraciones consideradas por presupuesto sean coherente con las reales y se evita el exceso de rotación de personal por disconformidades en remuneración, ya que, si los niveles no se mantienen acordes a la realidad del mercado, se da a pie a renuncias por mejores ofertas laborales.

Para abarcar este punto, se realizó una investigación salarial con datos de empresas de la competencia con proyectos de similares características en zonas cercanas. La investigación fue llevada a cabo por el administrativo de obra. Con esta información se hizo una reestructuración de la clasificación de las especialidades y rangos, y se equipararon las remuneraciones a niveles más competitivos. El resultado final de la investigación fue un listado con la clasificación de los cargos, con su respectivo desglose de sueldos, como se ve en la tabla 5-1.

TABLA 5-1, SUELDOS POR CARGO

PROPUESTA DE SUELDOS - AÑO 2017					
CARGO	SUELDO PACTADO	SUELDO BASE	ASIG. COLACION	ASIG. MOVILIZ.	TOTAL ASIGNACIONES
Jornal Nuevo sin Exp	350.000	284.802	40.000	20.000	60.000
Jornal Nuevo con Exp	380.000	314.265	40.000	20.000	60.000
Jornal antiguo Esp	400.000	324.085	40.000	30.000	70.000
Ayudante Nuevo	400.000	324.085	40.000	30.000	70.000
Ayudante con Exp	450.000	363.369	50.000	30.000	80.000
Ayudante antiguo Esp	500.000	402.652	50.000	40.000	90.000
Maestro A	500.000	397.143	50.000	40.000	90.000
Maestro B	550.000	454.056	55.000	40.000	95.000
Maestro C	600.000	509.298	60.000	40.000	100.000
Rigger	500.000	397.143	50.000	40.000	90.000
Trazador A	500.000	397.143	50.000	40.000	90.000
Trazador B	600.000	509.298	60.000	40.000	100.000
Asist. Ofc. Técnica	600.000	509.298	60.000	40.000	100.000
Asistente de Prevención	350.000	300.278	20.000	20.000	40.000
Prevención de Riesgos	650.000	558.402	65.000	45.000	110.000
Bodeguero	650.000	558.402	65.000	45.000	110.000
Supervisor A	650.000	558.402	65.000	45.000	110.000
Supervisor B	750.000	668.886	70.000	50.000	120.000
Supervisor C	800.000	705.714	80.000	60.000	140.000
Supervisor D	850.000	754.817	80.000	70.000	150.000
Supervisor E	900.000	791.645	100.000	70.000	170.0

5.2.3 Horas extraordinarias

Bajo la lógica de planificar, medir y controlar los recursos empleados en mano de obra, las horas extraordinarias son un factor que no se debe dejar de lado, ya que, en construcción es común que el objetivo de cumplir con los plazos propuestos se realice sin escatimar los gastos o sobrecostos que se puedan presentar. Las horas extras se pueden ver como una inyección adicional de H.H a las partidas y su abuso puede significar problemas de programación, es por esta razón que debe controlarse y gestionarse tal y como el resto de los recursos.

Tomando en cuenta las características organizacionales y aspectos de planificación de la empresa, se propone involucrar al supervisor responsable de cada área, mediante un sistema de recompensas.

La empresa considera en sus presupuestos un ítem en los gastos generales que contempla horas extraordinarias del personal. Bajo esta condición se debe proceder de la siguiente manera:

1. Hacer un flujo mensual del monto destinado a horas extras a lo largo del proyecto. Para efectuar el flujo se debe tener en cuenta que hay meses en que se utilizan más horas extras por la naturaleza de las partidas, por ejemplo, en obra gruesa las faenas de hormigonado deben ser continuas, por lo que es más habitual la utilización de horas extras en esta fase del proyecto.
2. Una vez obtenido el monto mensual destinado a horas extraordinarias, se debe transformar a H.H, por ejemplo:
Para el mes de marzo se tiene planificado gastar \$ 500.000 en horas extraordinarias, adicionalmente se sabe que el valor promedio de la hora extra es de \$2.500. Para ese mes se dispone de una cantidad máxima de horas extraordinaria de $\frac{500.000}{2.500} = 200$ [h.e]
3. Establecidas la cantidad total de horas extraordinarias (h.e) disponibles para el mes, se deben asignar a cada supervisor una cantidad ponderada según la porción del total presupuestado en mano de obra del área que supervisa, por ejemplo:

Entendiendo que según el organigrama de la obra, existe un supervisor de obra gruesa, de instalaciones, de terminaciones gruesas y de terminaciones finas.

TABLA 5-2, HORAS EXTRAS PONDERADAS

ITEM	PARTIDA	MANO DE OBRA MENSUAL	PONDERACIÓN	HORAS EXTRAS	CANT. TRABAJADORES
1	OBRA GUESA	\$12.000.000	53%	107	24
2	TERMINACIONES GRUESAS	\$6.000.000	27%	53	12
3	TERMINACIONES FINAS	\$3.000.000	13%	27	6
4	INSTALACIONES SANITARIAS	\$1.500.000	7%	13	3

TOTAL	\$22.500.000		200	45
--------------	---------------------	--	------------	-----------

De esta forma se pondera acorde a la necesidad de producción de la obra según lo planificado.

4. Una vez que se determinó la cantidad de horas extras con la que podrá contar cada supervisor para el mes. El desafío consiste en no sobrepasar las horas extras asignadas a cada uno, y una porción de lo sobrante se podrá administrar como recompensa a la gestión del mes.
5. Este sistema de recompensas se puede adaptar fácilmente a la empresa, ya que, se controla periódicamente el avance de las partidas de cada supervisor, mediante el sistema Last Planner. Se debe cumplir con un avance mínimo semanal programado, por lo que al combinar ambos sistemas, se desea lograr que el equipo de trabajo busque cumplir con el avance exigido controlando el recurso H.H.

5.2.4 Análisis del presupuesto

El análisis del presupuesto es necesario para poder determinar cuáles son las partidas más preponderantes y dar énfasis en su control, ya que, es en estos puntos críticos donde las desviaciones pueden ser de mayor magnitud.

La estructura del presupuesto (ilustrado en el anexo A.2) está compuesta por ítems, que se dividen en capítulos, los cuales agrupan todas las partidas que tienen costos asociados. El presupuesto de la obra estudiada se compone de 7 ítems generales los cuales se describen a continuación:

1. **Obras preliminares:** Las obras preliminares contemplan la instalación de faena, y obras previas de despeje de terreno, trazado, niveles y replanteo.
2. **Obra gruesa:** La obra gruesa contempla las partidas que constituyen la estructura de los edificios, tabiquería y techumbre.
3. **Terminaciones:** Las terminaciones contemplan todas las partidas que dan el acabado de los departamentos.

4. **Instalaciones:** Las instalaciones contemplan las partidas que constituyen la infraestructura o sistemas de servicio del proyecto, tales como, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, instalaciones de gas y sistemas de ventilación.
5. **Obras de urbanización:** Las obras de urbanización contemplan las partidas de pavimentación, urbanización eléctrica subterránea, áreas verdes, evacuación de aguas lluvias, entre otros.
6. **Obras especiales:** Las obras especiales contemplan todas aquellas partidas particulares, propias de las áreas comunes del proyecto, tales como, muros de contención, portería, club house, sala de bombas, bodegas, entre otros.
7. **Gastos Generales:** En los gastos generales se contemplan aquellos costos indirectos relacionados a la ejecución de la obra, que no intervienen directamente en el proceso constructivo, tales como, sueldos de personal indirecto, mantención de equipos, capacitaciones, entre otros.

En la tabla 5-3, figuran los ítems descritos con sus respectivos costos asociados.

TABLA 5-3, ITEMIZADO DEL PRESUPUESTO

CÓDIGO	ITEM	TOTAL UF
1	OBRAS PRELIMINARES	2.537
2	OBRA GRUESA	28.175
3	TERMINACIONES	25.042
4	INSTALACIONES	5.998
5	OBRAS DE URBANIZACION	8.015
6	OBRAS ESPECIALES	8.222
7	GASTOS GENERALES	1.567
TOTAL		93.755

Para facilitar la gestión de costos del presupuesto, el administrador de obra clasifica los costos según su procedencia, haciendo un desglose diferenciado entre, mano de obra, subcontratos, materiales, maquinarias y gastos generales. Este desglose se resume en una planilla conocida como “Planilla de gestión”, herramienta que se utiliza para controlar todos los gastos por ítem en cada uno de los desgloses (M.O, materiales, maquinarias, y G.G).

5.2.4.1 Análisis de incidencia por costos

A continuación se realizará un análisis de incidencia por costos de los componentes del presupuesto general y del presupuesto de mano de obra extraído de la planilla de gestión.

TABLA 5-4, INCIDENCIAS DEL ITEMIZADO DEL PRESUPUESTO

ITEM	TOTAL UF	% INDICENCIA
OBRA GRUESA	28.175	30%

TERMINACIONES	25.042	27%
GASTOS GENERALES	15.767	17%
OBRAS ESPECIALES	8.222	9%
OBRAS DE URBANIZACION	8.015	9%
INSTALACIONES	5.998	6%
OBRAS PRELIMINARES	2.537	3%
TOTAL	93.755	

En base al análisis de incidencia del presupuesto, se puede apreciar que los ítems más incidentes respecto del total del presupuesto corresponden a obra gruesa (30%), terminaciones (27%) y gastos generales (17%).

En la tabla 5-5, se realiza un análisis de incidencia del presupuesto de mano de obra general, es decir, mano de obra directamente e indirectamente relacionada con la producción.

TABLA 5-5, ITEMIZADO DEL PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA GENERAL

ITEM	TOTAL UF	% INDICENCIA
GASTOS GENERALES	8.991	39%
OBRA GRUESA	5.845	25%
TERMINACIONES	3.069	13%
OBRAS PRELIMINARES	1.684	7%
INSTALACIONES	1.605	7%
OBRAS DE URBANIZACIÓN	892	4%
OBRAS ESPECIALES	849	4%
TOTAL	22.934	

Es posible apreciar que solo la mano de obra directa corresponde a un 24,5% del presupuesto total, lo que ratifica la importancia de controlar este recurso

En la tabla 5-5 es posible notar que el ítem con mayor incidencia respecto del presupuesto de mano de obra son los gastos generales. Este puede variar bastante respecto de una empresa a otra, ya que, depende en gran parte de su estructura organizacional, niveles de remuneraciones y políticas internas.

En la tabla 5-6, se realiza un análisis de incidencia del presupuesto exclusivamente de la mano de obra directa para no alterar los resultados del análisis.

TABLA 5-6, ITEMIZADO DEL PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA DIRECTA

ITEM	TOTAL UF	% INCIDENCIA	TOTAL UF ACUM.	% INDICENCIA ACUM.
OBRA GRUESA	5.845	44%	5.845	44%
TERMINACIONES	3.069	23%	8.914	67%
INSTALACIONES	1.605	12%	10.598	79%
OBRAS PRELIMINARES	1.134	8%	12.202	87%
OBRAS DE URBANIZACIÓN	892	7%	13.094	94%
OBRAS ESPECIALES	849	6%	13.943	100%

TOTAL	13.394
--------------	---------------

En base a la tabla 5-6, los primeros tres ítems ordenados de mayor a menor costo corresponden a obra gruesa, terminaciones e instalaciones, tienen una incidencia de 42%, 22% y 12% respectivamente, sumando un total de 76% respecto del total presupuestado en mano de obra directa.

Al ser los ítems más preponderantes en lo que a costos mano de obra directa respecta, en ellos se centrará un análisis más detallado para precisar cuáles son los capítulos que más aportan al costo total de cada ítem.

5.2.4.2 Análisis de Pareto

Como se describió en la sección 3.4, el principio de Pareto explica que el 80% de los efectos o resultados provienen del 20% de los esfuerzos. Por lo que mediante este análisis se podrá identificar cuáles son las actividades que impactan mayormente en los costos de mano de obra. Adicionalmente mediante la elaboración de diagramas de Pareto se clasificarán entre “pocos vitales” y los “muchos triviales”.

FIGURA 5-1, DIAGRAMA DE PARETO DEL PRESUPUESTO MANO DE OBRA DIRECTA

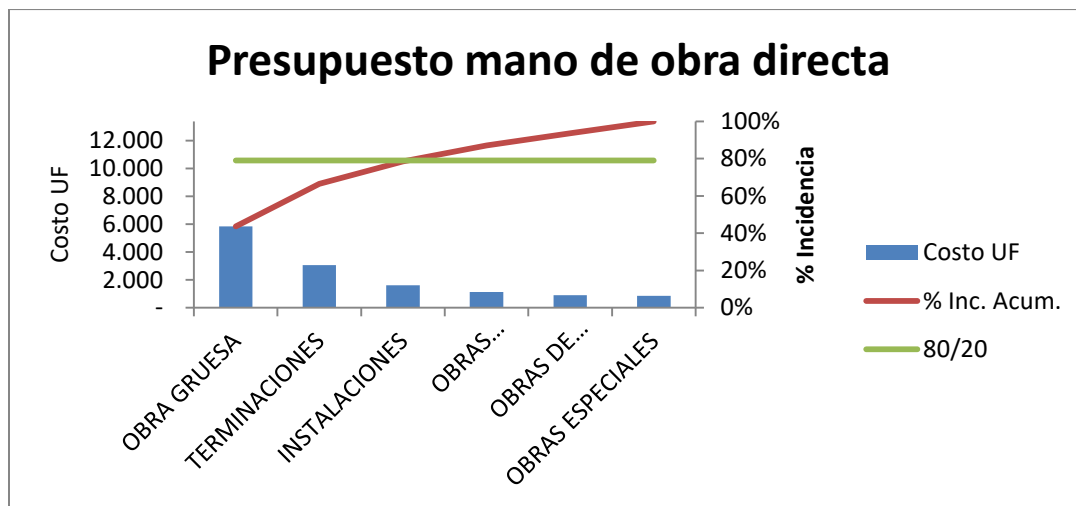


TABLA 5-7, ANÁLISIS DE PARETO “ÍTEM OBRA GRUESA”

OBRA GRUESA	TOTAL	TOTAL ACUM.	% INCIDENCIA ACUM.
FIERRO	2.071	2.071	35%
HORMIGONES	1.112	3.183	54%
TECHUMBRES	885	4.069	70%
HOJALATERÍAS	386	4.455	76%
MOLDAJES	375	4.829	83%
EXCAVACIONES	366	5.195	89%
TABICERÍAS	237	5.432	93%
RADIERES	210	5.642	97%
MAQUILLAJE DE FACHADA	85	5.727	98%
VIGAS FALSAS	70	5.797	99%
IMPERMEABILIZACIONES	47	5.845	100%

TOTAL	5.845
--------------	--------------

FIGURA 5-2, DIAGRAMA DE PARETO “ÍTEM OBRA GRUESA”

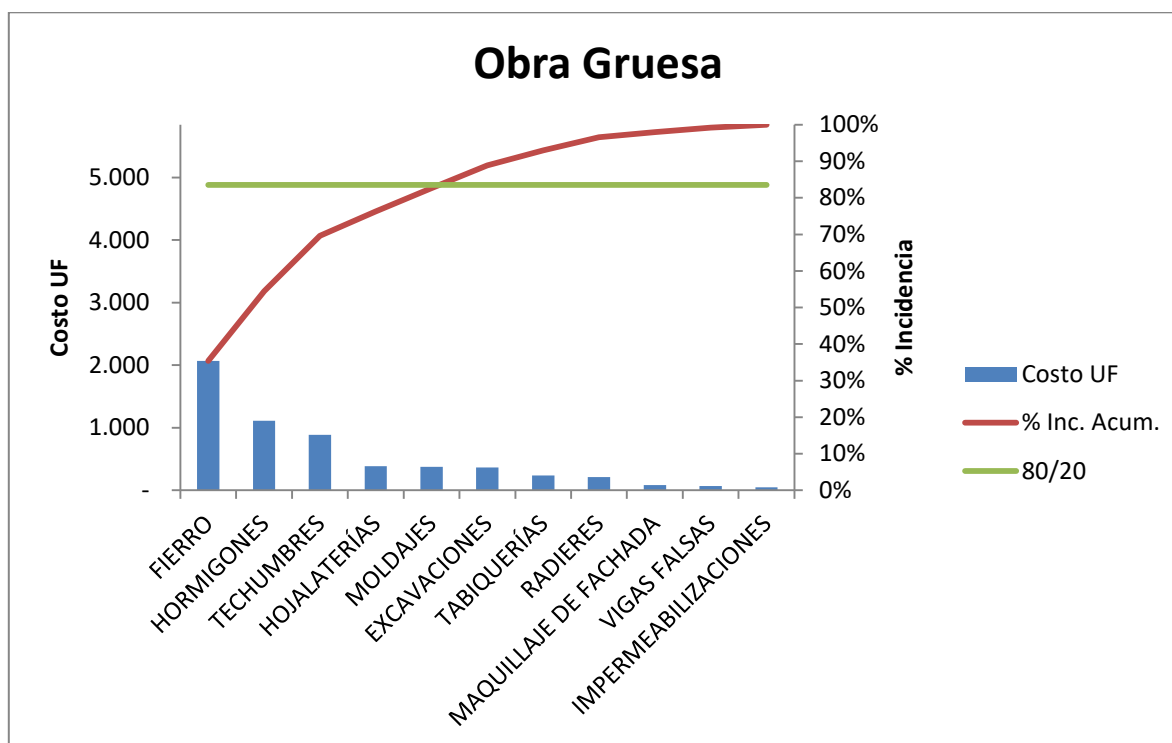


TABLA 5-8, ANÁLISIS DE PARETO “ÍTEM TERMINACIONES”

TERMINACIONES	TOTAL	TOTAL ACUM.	% INCIDENCIA ACUM.
ASEO Y ENTREGA DE DEPTOS.	1.255	1.255	41%
REVESTIMIENTOS DE MUROS	670	1.926	63%
PAVIMENTOS EXTERIORES	587	2.512	82%
AISLACIÓN TÉRMICA	233	2.746	89%
ARTEFACTOS SANITARIOS Y DE COCINA	154	2.900	94%
PAVIMENTOS	92	2.991	97%
GRIFERÍAS	33	3.024	99%
CIELOS Y VIGONES FALSOS	15	3.039	99%
MUEBLES DE COCINA, CLOSET Y BAÑOS	13	3.052	99%
QUINCALLERÍAS	8	3.061	100%
PUERTAS	6	3.067	100%
VENTANAS DE ALUMINIO	2	3.069	100%
BARANDA BALCONES	0,2	3.069,2	100%
CARPINTERÍAS METÁLICAS	0,1	3.069,3	100%

TOTAL	3.069
--------------	--------------

FIGURA 5-3, DIAGRAMA DE PARETO “ÍTEM TERMINACIONES”

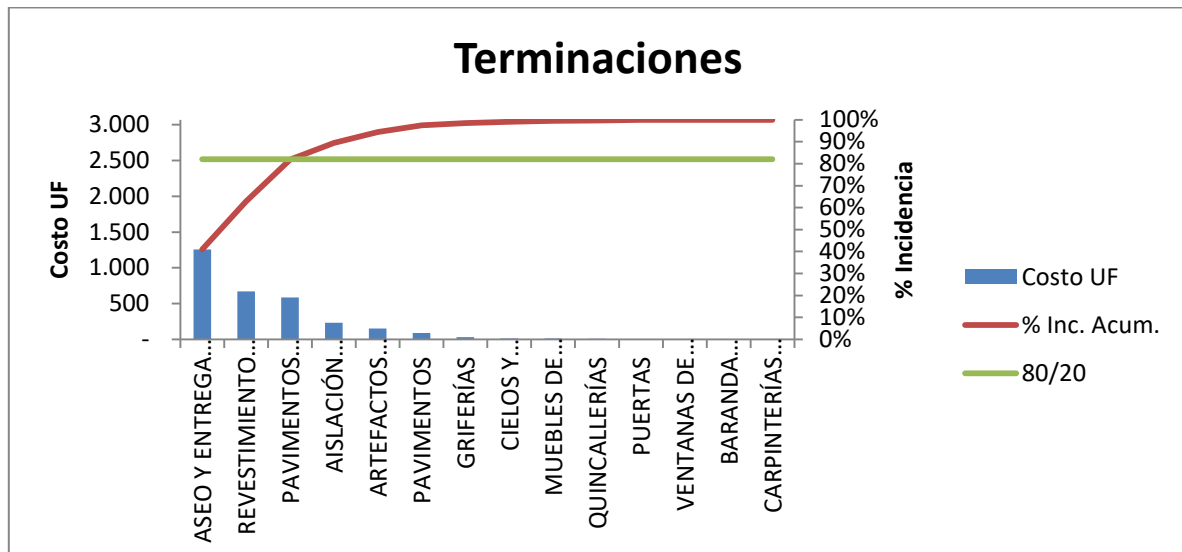
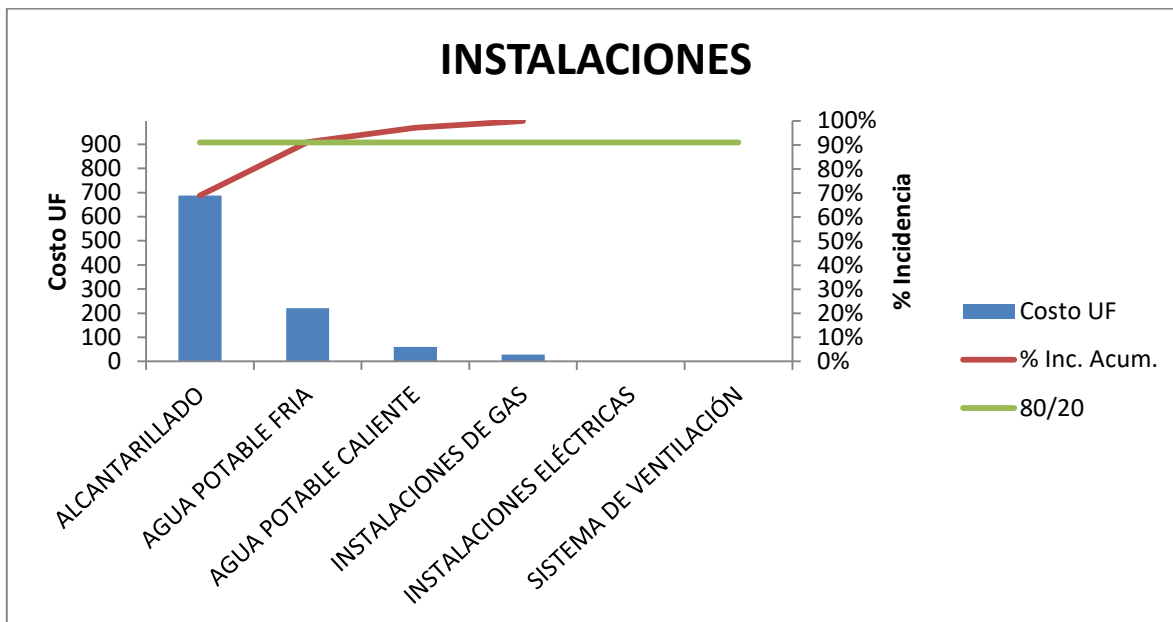


TABLA 5-9, ANÁLISIS DE PARETO “ÍTEM OBRAS PRELIMINARES”.

INSTALACIONES	TOTAL	TOTAL ACUM.	% INCIDENCIA ACUM.
ALCANTARILLADO	688	688	69%
AGUA POTABLE FRIA	221	908	91%
AGUA POTABLE CALIENTE	60	968	97%
INSTALACIONES DE GAS	28	996	100%
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	0,5	997	100%
SISTEMA DE VENTILACIÓN	0	997	100%

TOTAL	997
--------------	------------

FIGURA 5-4, DIAGRAMA DE PARETO “ÍTEM INSTALACIONES”



5.2.4.3 Interpretación diagramas de Pareto

En base al diagrama de Pareto del presupuesto de mano de obra directa, es posible identificar que los primeros tres ítems de un total de siete pertenecen a la clasificación de los “pocos vitales”, con un porcentaje de incidencia acumulado de 76%.

En el diagrama de obra gruesa, al haber 2 zonas de notorio cambio de inclinación de la curva, se debe tomar el promedio entre ambos puntos para definir la línea de división entre los pocos vitales y muchos triviales.

A continuación se tabulan los capítulos que se categorizaron como “pocos vitales” tras el análisis realizado.

TABLA 5-10, “POCOS VITALES OBRA GRUESA”

OBRA GRUESA	TOTAL	% INCIDENCIA
FIERRO	2.071	35%
HORMIGONES	1.112	19%
TECHUMBRES	885	15%
HOJALATERÍAS	386	7%
MOLDAJES	375	6%

Para la obra gruesa, las partidas que más inciden en costos de mano de obra directa son las relacionadas con la estructura de hormigón armado de los edificios.

TABLA 5-11, “POCOS VITALES TERMINACIONES”

TERMINACIONES	TOTAL	% INCIDENCIA
ASEO Y ENTREGA DE DEPTOS.	1.255	41%
REVESTIMIENTOS DE MUROS	670	22%
PAVIMENTOS EXTERIORES	587	19%

Para las terminaciones, la partida más incidente corresponde a “aseo y entrega de deptos.”. Esta situación bastante particular se da porque la constructora asume dos instancias de entrega: La primera corresponde a la entrega R1, en la cual la inmobiliaria recibe los departamentos con el 95% de las partidas terminadas como estrategia para fortalecer las ventas y la segunda corresponde a la entrega RF, en la cual se entrega nuevamente a inmobiliaria el departamento listo para recibir a los propietarios. Por esta razón se debe mantener una cuadrilla de aseo fino de forma prolongada.

TABLA 5-12, "POCOS VITALES INSTALACIONES"

INSTALACIONES	TOTAL	% INCIDENCIA
ALCANTARILLADO	688	69%
AGUA POTABLE FRIA	221	22%

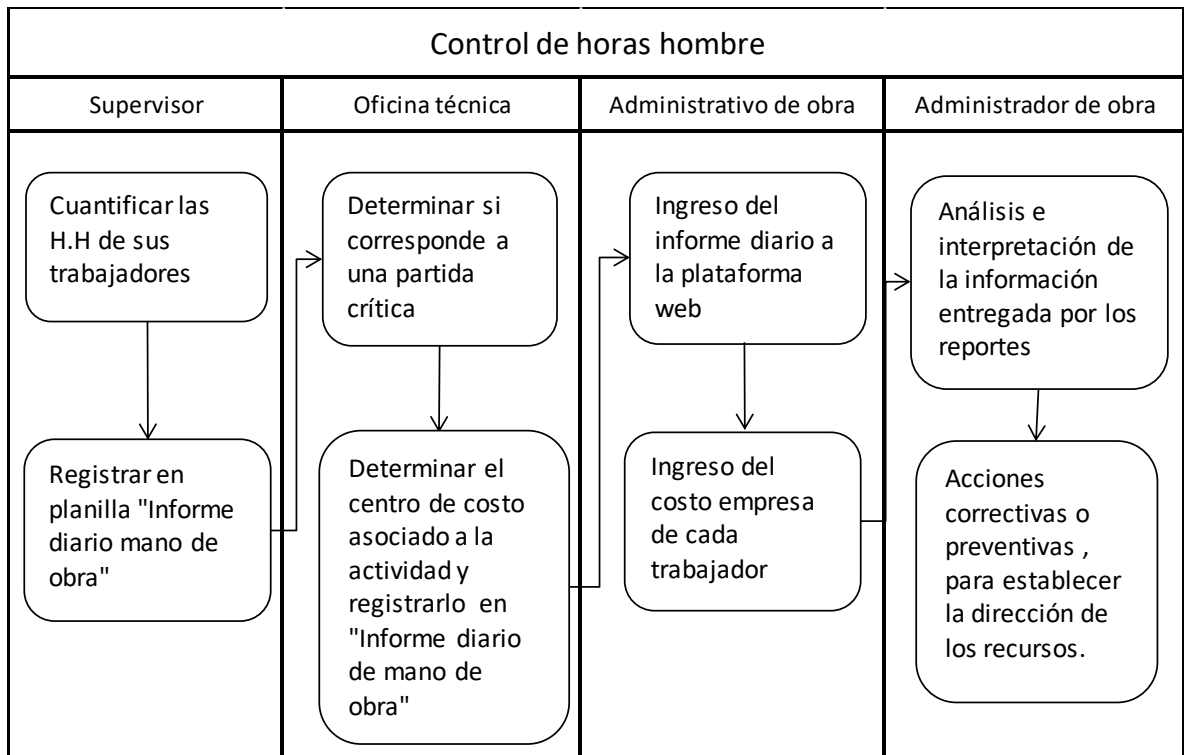
En términos generales, todas las partidas que pertenecen a los pocos vitales, requieren un control más exhaustivo, ya que, si se presentasen ineficiencias en actividades relacionadas con estas partidas los sobre costos pueden ser mucho más elevados contra los que podrían surgir de una actividad perteneciente a los "muchos triviales".

5.2.5 Control y gestión de mano de obra

Para mejorar el control y la gestión sobre la mano de obra, se estableció llevar un control periódico de H.H de los trabajadores, donde cada supervisor se hace responsable de registrar en una planilla pre definida las horas de trabajo que sus trabajadores han destinado a las actividades que realizan durante el día. De esta forma se pueden cuantificar las horas hombre por trabajador y clasificar por centro de costo del presupuesto, identificando si corresponde o no a una actividad crítica.

En la figura 5-5 se puede apreciar una combinación entre una matriz de asignación de responsabilidades y la descripción del flujo de proceso del sistema propuesto, el cual va desde la recopilación de datos en terreno hasta el análisis e interpretación de la información entregada.

FIGURA 5-5, RESPONSABILIDADES EN SISTEMA DE CONTROL DE MANO DE OBRA



5.2.6 Mediciones de trabajo

Por medio de mediciones de tiempo de trabajo se obtendrán datos de terreno para cuantificar el recurso de mano de obra (H.H) que se está empleando para llevar a cabo las actividades del programa.

Cada supervisor debe registrar los tiempos que sus trabajadores utilizan para completar las actividades.

Las H.H gastadas de cada trabajador se registran en una planilla de control diario, la cual debe entregarse diariamente a oficina técnica para ser sometida a una clasificación de las actividades descritas por los supervisores. La clasificación consiste en designar a qué centro de costo corresponde cada actividad y determinar si es o no una actividad crítica.

FIGURA 5-6, INFORME DIARIO MANO DE OBRA.

LOGO

INFORME DIARIO MANO DE OBRA

SUPERVISOR: Francisco Zambrano

Fecha:

1.0 DETALLE HORAS HOMBRE

N°	NOMBRE	CATEGORÍA	ACTIVIDAD								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Cristian Borquez	Mantenición	9								
2	Manuel Guerra	Gásfiter		5	4						
3	Mario Guerra	Ayudante de Gásfiter		5	4						
4	Paolo Rojas	Gásfiter				9					
5	Jaime Illanes	Gásfiter					6	3			
6	Gerardo Cortes	Ayudante de Gásfiter							9		
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
TOTAL			9	10	8	9	6	3	9	0	0

2.0 DETALLE DE ACTIVIDADES

N°	ACTIVIDAD	CÓDIGO	CUENTA DE COSTO	ACT. CRÍTICA √ o X
1	Mantenición de obra	7.1.6	PERSONAL MANTENCIÓN	
2	Confección de cámara de alcantarillado	5.3	ALCANTARILLADO PÚBLICO	
3	Hormigonado de muros D-101	1.3.4	HORMIGONES	√
4	Instalación medidores de gas	4.3	INSTALACIONES DE GAS	
5	Instalación de lavaplatos	3.7.1	ARTEFACTOS SANITARIOS Y DE COCINA	
6	Post Venta en etapa I	7.5.9	POST-VENTA	
7	Instalación de calefont	3.7.1	ARTEFACTOS SANITARIOS Y DE COCINA	
8				
9				

La información obtenida y registrada en el informe diario de mano de obra, se entrega semanalmente al administrativo de obra, el cual se encarga de ingresar las H.H gastadas diariamente por cada trabajador al sistema creado para el control de mano de obra.

5.2.7 Software de soporte al sistema

El sistema de control de mano de obra se diseñó en torno al soporte de un software sobre una plataforma web, que su función es registrar el ingreso de las mediciones realizadas en terreno y entregar los indicadores, gráficos y todas las herramientas necesarias para la toma de decisiones de forma oportuna.

El alcance o rol del investigador en la creación del software se limita a determinar todos los requerimientos para su funcionamiento, es decir, definir todos los procesos con sus respectivas entradas, salidas y visualizaciones para que el software reciba, almacene y entregue la información requerida de la forma especificada.

Requerimientos para software de sistema de control de mano de obra:

5.2.7.1 Antecedentes pre-requisitos

5.2.7.1.1 Presupuesto: El presupuesto del proyecto es utilizado para excluir solos los costos referidos a mano de obra, estableciendo el “Presupuesto de mano de obra”. También se utiliza para extraer los rendimientos y costos de mano de obra estimados.

5.2.7.1.2 Programa de trabajo: El programa de trabajo es utilizado en conjunto con el presupuesto de mano de obra para hacer el flujo financiero de mano de obra clasificado por cuenta de costo del presupuesto y adicionalmente se usa para el control de avance de las partidas.

5.2.7.2 Entradas

Las entradas corresponden a información del proyecto en particular, necesaria para formar la base de datos del programa.

5.2.7.2.1 Planilla de trabajadores: Se debe contar con la nómina de trabajadores presentes al momento de iniciar con el sistema, e ir incorporando en la medida que progresan las contrataciones.

5.2.7.2.2 Presupuesto de mano de obra: Se debe contar con el listado completo de los centros de costo correspondientes al presupuesto, con sus respectivos costos totales en mano de obra asociados.

5.2.7.2.3 Flujo financiero de mano de obra: Se debe contar con el flujo financiero de mano de obra clasificado por cuenta de costo del presupuesto.

5.2.7.2.4 Listado de actividades: Se debe contar con el listado de las actividades que componen al programa de trabajo con sus respectivas “unidades totales” para facilitar la determinación del avance físico. Estas actividades se deben codificar para asociar al centro de costo del presupuesto que corresponda.

5.2.7.2.5 Determinación de actividades críticas: Se deben identificar las actividades más incidentes del presupuesto de mano de obra. Para esto se debe utilizar el método por diagramas de Pareto detallado en el punto 3.4.1. Una vez diferenciadas estas actividades, se debe proceder a registrarlas con información adicional como; centro de costo asociado, unidad de medida, consumo de H.H, costo de H.H y cantidad total.

5.2.7.3 Ingresos

Los ingresos corresponden a la alimentación periódica del sistema con los datos obtenidos de las mediciones en terreno.

5.2.7.3.1 Ingreso de informe diario de M.O: Se debe ingresar la información obtenida del informe diario de mano de obra, esto es, las H.H realmente gastadas en las actividades del programa. El ingreso consiste en registrar las H.H gastadas, asociadas a cada trabajador en un día determinado. Se debe seleccionar a cuál centro de costo corresponde la actividad realizada y distinguir si corresponde o no a una partida crítica.

5.2.7.3.2 Ingreso de avance semanal por actividad: El avance por actividad debe registrarse semanalmente y se obtiene mediante el reporte de avance semanal exigidas por gerencia.

5.2.7.3.3 Ingreso de costo empresa: Se debe ingresar mensualmente el costo empresa de cada trabajador, con el fin de poder valorizar las H.H y así obtener los gastos reales en mano de obra.

5.2.7.4 Salidas

5.2.7.4.1 Detalle por trabajador: Corresponde a un reporte que detalla la cantidad de H.H gastadas por el trabajador, clasificándolas por su centro de costo de procedencia en el mes de control.

5.2.7.4.2 Resumen por cuenta de costo: Corresponde a un reporte donde se visualiza el total de H.H gastadas y su valor económico en el mes de control por cada cuenta de costo.

5.2.7.4.3 Detalle por cuenta de costo: Corresponde a un reporte que detalla que trabajadores aportaron a cada cuenta de costo, cuántas H.H y el costo de esas H.H por trabajador, en el mes de control.

5.2.7.4.4 Horas Hombre por trabajador: Corresponde a un reporte que muestra a todos los trabajadores que aportaron H.H en el mes de control con el total de H.H empleadas en el mes de control.

5.2.7.4.5 Comparativo proyectado vs real: Corresponde a un reporte que entrega una tabla comparativa entre los montos proyectados en las cuentas del presupuesto y los recursos reales gastados en mano de obra en el mes de control.

5.2.7.4.6 Informe de gestión de gerencia (IGG): Corresponde a un reporte que entrega la comparación entre los montos totales del presupuesto de mano de obra y los gastos acumulados hasta la fecha de control. Adicionalmente se visualizan las comparaciones parciales por cada mes.

5.2.7.4.7 Planilla de avance: Corresponde a un reporte donde se visualizan todas las actividades del programa con sus unidades totales, unidades avanzadas y porcentaje de avance.

5.2.7.4.8 Control de actividades críticas: Corresponde a un reporte de las actividades críticas con sus respectivos factores de desempeño y factores de costo. Este reporte incluye un gráfico para visualizar los factores de desempeño y costo.

5.2.7.4.9 Gestión del valor ganado: Corresponde a un reporte que permite visualizar los indicadores de desempeño y las varianzas del presupuesto de mano de obra y del programa. Este reporte también incluye un gráfico donde se compara la curva “S” de costo actual, valor ganado y valor planeado.

5.2.7.5 Cuentas

Se deben crear dos tipos de cuenta siendo consecuentes con las responsabilidades de cada miembro del equipo de trabajo; Administración y Administrativo.

5.2.7.5.1 Administración: Esta cuenta es para el administrador de obra y oficina técnica. Tiene la característica que tiene todas las opciones y menús libres para poder editar y visualizar.

5.2.7.5.2 Administrativo: Esta cuenta es para el administrativo de obra. Tiene la característica de que solo permite visualizar el ingreso de las H.H por trabajador y los costos empresa de los trabajadores.

5.2.7.6 Implementación

La implementación del software se llevó a cabo en 2 partes; La primera parte corresponde a montar el software en una plataforma web en un servidor, con su respectivo dominio e incorporar las siguientes funcionalidades:

- Entradas: Planilla de trabajadores, presupuesto de mano de obra y flujo financiero de mano de obra.
- Ingresos: Informe diario de mano de obra y costo empresa.
- Salidas: Detalle por trabajador, resumen por cuenta de costo, detalle por cuenta de costo, horas hombre por trabajador, comparativo proyectado vs real e informe de gestión de gerencia.

En la segunda etapa de implementación se incluyen las entradas, ingresos y salidas correspondientes a las mediciones de productividad y valor ganado:

- Entradas: Listado de actividades.
- Ingresos: Avance semanal por actividad y actividades críticas.
- Salidas: Planilla de avance, control de actividades críticas y gestión del valor ganado.

Instaurar un software configurado a la medida de la empresa, requiere de un proceso de puesta en marcha con el fin de levantar todas las observaciones que puedan surgir al momento de probar el funcionamiento. La duración de cada parte de implementación del software es de aproximadamente 2 meses cada una y su valor total es de 40 UF.

5.2.8 Gestión del equipo de trabajo

Para la implementación de nuevos sistemas que signifiquen otorgar nuevas responsabilidades a integrantes de un equipo de trabajo, es importante que exista una figura responsable de la gestión del equipo, y que por medio de técnicas de liderazgo ayude a influir en la eficacia de cada uno de los individuos del grupo con el fin de alcanzar un objetivo común.

Se destacan 5 puntos relevantes para lograr una buena gestión sobre el equipo:

- 1) **Objetivo:** Debe ser común a todos los miembros del equipo y del que han de conocer todas sus características.
- 2) **Planificación:** Cada miembro del equipo ha de saber su función, su objetivo individual y sus responsabilidades.

- 3) **Buen ambiente:** Se debe generar un ambiente de confianza y colaboración entre todos los componentes del equipo.
- 4) **Evaluación:** Se debe Verificar que el trabajo realizado hasta el momento y sus resultados se corresponden con el objetivo principal.
- 5) **Resultados:** Que demuestren el rendimiento del equipo. A través de unos indicadores de gestión se mide la eficacia de esos resultados.

5.2.8.1 Funciones y responsabilidades en el sistema de gestión de mano de obra

- 1) **Supervisor:** Es el encargado de dirigir directamente a los trabajadores, cuantificar y registrar las horas hombre gastadas y de ejercer las decisiones tomadas por administración.
- 2) **Oficina técnica:** Es el encargado de controlar y dirigir el funcionamiento, debe suministrar todos los antecedentes necesarios para que el sistema opere correctamente, tales como; planificaciones, información extraída del presupuesto, información extraída del programa, etc. Además debe controlar el cumplimiento del registro diario de los supervisores y clasificar la información entregada.
- 3) **Jefe de terreno:** Es el encargado de coordinar y velar por la correcta ejecución de todas las acciones correctivas o preventivas que se definan en el proceso de control. Adicionalmente debe velar por el cumplimiento de las planificaciones, cuidando el uso en terreno de los recursos.
- 4) **Administrativo de obra:** Es el encargado de mantener actualizada la base de datos e ingresos referente a los trabajadores, es decir, debe alimentar al sistema con la planilla de trabajadores, costos empresa de cada periodo e ingresar periódicamente los informes diarios de mano de obra.
- 5) **Administrador de obra:** Es el encargado de velar por la correcta funcionalidad del sistema, estudiar y analizar los resultados entregados y tomar las medidas respectivas para que los recursos empleados en mano de obra se mantengan bajo lo planificado. Debe ser quien lidere el sistema de gestión, motivando al equipo de trabajo por obtener los mejores resultados posibles a través de esta nueva herramienta.

A continuación se simplifica la distribución de las responsabilidades en el sistema en la siguiente matriz raci:

TABLA 5-13, MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

Matriz RACI	Equipo de trabajo				
Actividad	Supervisor	Oficina técnica	Administrativo	Administrador de obra	Jefe de terreno
Confección presupuesto mano de obra	I	R	I	A	C
Planificación de H.H	I	R	I	A	C
Ingresar información del proyecto y línea base al software	I	R	I	A	I
Medición de H.H y registrar en informe diario	R	A	I	I	I
Revisar informe diario	C	R	I	A	I
Identificar actividades críticas	I	R	I	A	C
Asignar centros de costos a las actividades	I	R	I	A	C
Ingreso de informe diario al software	I	C	R	A	I
Ingreso de costo empresa al software	I	C	R	A	I
Mantener planilla de trabajadores actualizada en software	I	C	R	A	I
Análisis e interpretación de indicadores y reportes	I	R	I	A	I
Dirigir mano de obra	I	C	I	A	R
<i>R = Responsable de ejecución A= Responsable último C= Persona a consultar I= Persona a informar</i>					

5.3 VENTAJAS DEL NUEVO SISTEMA

La principal ventaja de crear un sistema para el control y gestión de los recursos empleados en mano de obra, es que, en el contexto de la empresa objeto de estudio no se cuenta con ningún tipo de control efectivo que permita dirigir este recurso.

A continuación se clasifican las ventajas del nuevo sistema:

5.3.1 Refuerzo a la supervisión

La implementación del sistema propuesto genera un impacto positivo y medible, que proporciona la información necesaria para la dirección del recurso mano de obra. Por su naturaleza inicial de mediciones de horas de trabajo, hace que los supervisores deban pasar más tiempo controlando la realización de las actividades en terreno, lo que significa que el sistema trae intrínsecamente un refuerzo a la supervisión.

5.3.2 Refuerzo a la planificación

Los datos recopilados en terreno deben tener una línea base contra la cual compararse. Crear esta línea base significa mucho trabajo de planificación en el recurso de mano de obra. Montar este sistema obliga a estudiar el presupuesto para ver cuáles son las partidas más incidentes, analizar sus rendimientos, costos de mano de obra y cantidades totales, para luego contrastar con el programa de obra y determinar los recursos disponibles y necesarios para cumplir con los ritmos propuestos. La elaboración de estos estudios y análisis se consideran una ventaja si se compara con el nivel de planificación actual, donde solamente se genera un presupuesto de mano de obra contra el cual comparar los gastos.

Si bien la implementación del sistema requiere invertir grandes esfuerzos en planificación y estructuración de base de datos, es algo que solamente se debe realizarse completamente solo una vez, y después solamente ajustarse en caso de haber cambios producto de alguna gestión.

5.3.3 Distribución de responsabilidades

En el nuevo sistema la gestión de la mano de obra ya no recae totalmente sobre el administrador de obra, sino que, está repartida en un equipo de trabajo. Los informes de mano de obra para presentar a gerencia se hacen de forma automática, gracias a que las H.H se ingresan clasificadas por centro de costo según las mediciones realizadas en terreno. Esto permite que las horas gastadas se carguen de forma mucho más exacta a cada centro de costo.

5.3.4 Herramientas de gestión

Las herramientas propuestas como el factor de desempeño y factor de costo sirven para saber si se está siendo improductivo en cuanto a la utilización del recurso mano de obra. Estos factores pasan a ser los primeros indicadores de alerta para la toma de medidas correctivas.

Es importante mencionar que mediante la utilización del método de valor ganado, se permite cuantificar la proyección de recursos remanentes y se proponen indicadores de gestión que son un buen parámetro para el control de gerencia.

5.3.5 Registro formal

Uno de los grandes beneficios de utilizar un software sobre una plataforma web, es que sirve para dejar un registro formal del avance de la obra y de los recursos utilizados en mano de obra en todo momento. Información que puede ser utilizada para extraer conclusiones al final del proyecto, lo que puede ser muy útil al momento de evaluar un siguiente proyecto. Además cabe mencionar que se logran obtener estados de resultados y análisis del recurso mano de obra, de manera rápida sin invertir muchos recursos.

Para visualizar de manera más práctica los cambios y mejoras al implementar un sistema de control y gestión de mano de obra, se comparan a continuación:

TABLA 5-14, CUADRO COMPARATIVO

Aspecto comparativo	Sistema actual	Sistema nuevo
Registro	El control se lleva a partir de una planilla de gestión registrada en Excel, que solo es visualizada desde una unidad computacional.	El control se lleva a partir de diversos parámetros de gestión registrados en una plataforma web, que puede ser visualizada por múltiples participantes.
	A partir del presupuesto de obra, se obtiene el presupuesto de mano de obra , que se utiliza como base de comparación para lo gastado.	A partir del presupuesto de obra, se obtiene el presupuesto de mano de obra , que se utiliza como base de comparación para lo gastado. De él se identifican rendimientos, costos de mano de obra y se realiza un estudio de incidencia para reconocer las

Línea base		partidas más incidentes en costos de mano de obra. Con el presupuesto de mano de obra y el programa de trabajo se realiza un flujo para planificar lo gastado en m.o cada mes.
Entradas	Se ingresa la planilla de “Costo empresa” por trabajador, entregada por el administrativo de obra. Información que se registrar en la planilla de gestión de mano de obra, clasificándola por centro de costo.	Se ingresa el “informe diario de mano de obra” al sistema, registrando las H.H por trabajador en cada actividad y cuenta de costo. Se ingresa la planilla “costo empresa” por trabajador. Se ingresa el avance semanal por actividad del programa, cada una asociada al centro de costo que corresponda.
Control	El gasto en mano de obra mensual se compara con el presupuesto de mano de obra, controlando los siguientes parámetros: - Invertido a la fecha - Por invertir - Proyección al término - Variación absoluta El avance y el control de recursos de mano de obra se analizan por separado.	El gasto de mano de obra mensual se compara con el presupuesto de mano de obra y con lo planificado mensualmente, controlando los siguientes parámetros: - Invertido a la fecha - Por invertir - Proyección al término - Variación absoluta Adicionalmente se identifican las partidas críticas y se controlan parámetros de productividad: - Factor de desempeño - Factor de costo El método de valor ganado permite controlar:

		- Varianza del programa - Varianza de costo - Desempeño del programa - Desempeño del costo
Responsabilidad	La responsabilidad de confeccionar la planilla de gestión de mano de obra y cargar los costos empresa, clasificando por centro de costo es del administrador de obra. No se involucra a los supervisores en la gestión de mano de obra. En síntesis, la responsabilidad recae solamente sobre el administrador de obra.	La principal responsabilidad de dirigir el sistema, hacer las planificaciones y clasificaciones es de oficina técnica. La línea de supervisión participa registrando las mediciones en el informe diario y haciendo gestión sobre los trabajadores. El administrativo de obra tiene la responsabilidad de ingresar el informe diario y los costos empresa. El administrador de obra tiene la responsabilidad de analizar la información entregada por el sistema y tomar las medidas que sean necesarias. En síntesis, la responsabilidad es de un equipo de trabajo.

6. Capítulo VI Conclusión

El diseño de un modelo de gestión y control de mano de obra nace como respuesta ante la necesidad de una empresa por buscar formas más efectivas por controlar este recurso, el cual en proyectos anteriores resultó un 25% de sobre costo en lo presupuestado para mano de obra.

Para estructurar y respaldar la base teórica del modelo se recurrió a la “guía de fundamentos de dirección de proyectos PMBOK.”. Libro en el cual se detallan los procesos, habilidades, herramientas y técnicas útiles para la dirección de proyectos. Los procesos más relevantes para el modelo, corresponden a la gestión de costo, gestión de tiempo y gestión de recursos humanos. De aquí se obtienen los métodos y herramientas de control, que fueron aplicados en el sistema propuesto.

El modelo propuesto se basa en mediciones de H.H de las actividades que los trabajadores realizan durante la jornada, lo cual puede entregar información valiosa al momento de controlar y comparar resultados contra una planificación establecida. La posible implementación de un sistema como éste tiene un gran impacto en la empresa, ya que, se busca controlar un recurso del cual no se tenía mayor control y proporciona un medio para el registro formal de la información obtenida.

En el diseño del sistema se busca una implementación que sea concordante a la realidad de la empresa, es decir, a su estructura organizacional, y a su vez sea un aporte tanto para la gestión de la mano de obra, como para los informes que se presentan mensualmente a gerencia. Es por esta razón que se le otorgan responsabilidades a toda la línea de mando. Los trabajos se reparten y se genera un sentido de equipo con un objetivo en común.

La estructuración del sistema, si bien puede significar otorgar más carga laboral y responsabilidades a miembros del equipo de trabajo, la implementación puede tener un impacto importante, ya que, se hace partícipe en la gestión de mano de obra a varios eslabones de la línea de mando incluyendo a los supervisores, y adicionalmente se le aligera un poco de carga laboral al administrador de obra al obtener los reportes, gráficos y tablas para el informe de gestión de forma automática.

Se debe tener en consideración que los esfuerzos para la implementación en obra son mucho mayores que los realizados para mantener en marcha el sistema, ya que, en un comienzo se debe considerar el trabajo de capacitación de los que conformarán el equipo de trabajo, la planificación de los recursos y suministrar al software toda la base de datos correspondiente a la obra. Luego para mantener el sistema en funcionamiento solamente

se requieren, las mediciones en terreno y los ingresos de la información al sistema, para lo cual se cuenta con una metodología equilibrada para no generar una sobrecarga laboral.

El sistema de gestión propuesto sustenta su operatividad en un software que es el receptor de toda la información recopilada en terreno y entrega los indicadores e información necesaria para controlar la mano de obra. El diseño del software fue un tópico relevante en la presente memoria, ya que, para conseguir el financiamiento de la empresa para la programación del sistema operativo, se debieron hacer dos presentaciones ante el departamento de operaciones mostrando la operatividad y ventajas del nuevo sistema. Una vez aprobado se construyó un informe donde se exponen todos los requerimientos para el funcionamiento de las entradas, ingresos y reportes. También se detallan bosquejos donde se ejemplifica la visualización y los elementos con los que debe contar la página web. Este informe fue entregado a un prestador de servicios informáticos el cual montó el software en base a los requerimientos entregados.

Cabe mencionar que actualmente la segunda etapa de implementación del software de soporte al sistema, se encuentra en desarrollo y las pruebas se realizan en una página paralela para hacer las pruebas necesarias sin entorpecer la puesta en marcha de la primera etapa de implementación.

Generalmente en el rubro de la construcción se presenta una resistencia por parte de los equipos de trabajo a la incorporación de nuevas tecnologías de información, sistemas de gestión o ERP. Una pieza clave para el éxito de las implementaciones es el pleno convencimiento por parte de gerencia de que se trata de una mejora, mostrando y transmitiendo plena la confianza en el sistema a todos los eslabones inferiores del equipo de trabajo.

Considerando que en construcción la productividad es un parámetro que no se suele controlar, uno de los principales impactos que trae consigo con el sistema de control y gestión de mano de obra propuesto, es que se logra introducir el concepto de productividad de una manera sencilla y práctica, ya que, se utiliza el mismo reporte de avance semanal que la empresa ya tiene incorporado en sus procesos de control de obras.

Para identificar cuáles aspectos mejorar o considerar en el sistema de gestión de mano de obra, primero fue necesario hacer un análisis de este recurso en el tipo de obras de construcción a la cual se dedica la empresa objeto de estudio. Luego, en base a la experiencia de proyectos anteriores y a la literatura (PMBOK) se reconocieron los componentes de mayor relevancia que, de ser mal estudiados o no controlados, pueden repercutir en sobrecostos en mano de obra.

Respecto a las herramientas de seguimiento y control de H.H propuestas, se destaca la utilización del informe diario de mano de obra, el cual debe realizar cada supervisor y se registra en el software descrito. De él se obtienen interesantes reportes acerca de la distribución de mano de obra en el presupuesto y del desempeño de las H.H durante la construcción.

El control de productividad de las partidas más incidentes, primero se efectúa a través de un análisis de Pareto del presupuesto de mano de obra, con el fin de determinar cuáles serán las partidas a controlar. Luego, se lleva un control en base a un factor de desempeño que relaciona las H.H gastadas con las H.H ganadas.

El software diseñado, fue planteado tras definir todas sus funcionalidades en un informe de requerimientos (funcionalidades que fueron descritas en el punto 5.2.7), dentro de las cuales se distinguen las entradas, los ingresos y las salidas. La utilización de un software de registro trae consigo múltiples ventajas, como; ser un registro formal de la distribución de la mano de obra, avance y costos, facilita la creación de indicadores y reportes útiles para la toma de decisiones, sirve como refuerzo a la planificación y estudio del presupuesto, ya que, se debe ingresar la línea base contra la cual comparar los recursos gastados.

7.

Capítulo VII Referencias

LIBROS

1. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), (Project Management Institute, 2013)
2. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista P. Metodología de la investigación. 5° ed. México, McGraw-Hill, 2010.
3. Planificación y control de proyectos , Alfredo Serpell Bley, Luis Alarcón Cárdenas

TESIS:

4. Estimación de pérdidas de productividad laboral en compensación de costos en un proyecto de construcción de la provincia de Llanquihue (Carlos Vergara Muñoz, 2014)
5. Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación, (Sergio Andrés Arboleda López, 2014)
6. Sistema de control de horas hombre y productividad en un proyecto de edificación, (Tomas Orlando Cañulef Muñoz, 2006)

INFORMES

7. Cámara Chilena de la Construcción. (2017). Informe MACH Macroeconomía y construcción (n°46). Santiago, Chile.

ARTICULOS DE PERIODICOS ELECTRONICOS

8. Análisis de operaciones de construcción, Publicación N° ICC – AP -1, (Alfredo Serpell, Departamento de ingeniería de construcción, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, 1986)
9. < <http://www.elmercurio.com/Inversiones/Noticias/Acciones/2017/04/18/Sector-de-la-construccion-entra-en-recesion-tras-caer-47.aspx>> [Publicación, 18 Abril 2017]
10. *Boletín Índices de Remuneraciones y Costo de mano de Obra (IR-ICMO) mayo 2017 (INE)*

A. ANEXOS

“Documentos necesarios para el funcionamiento del sistema de control de mano de obra”

1. INFORME DIARIO DE MANO DE OBRA

LOGO		INFORME DIARIO MANO DE OBRA									
		SUPERVISOR: Francisco Zambrano					Fecha: 				
1.0 DETALLE HORAS HOMBRE											
N°	NOMBRE	CATEGORÍA	ACTIVIDAD								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Cristian Borquez	Mantenición	9								
2	Manuel Guerra	Gásfiter		5	4						
3	Mario Guerra	Ayudante de Gásfiter		5	4						
4	Paolo Rojas	Gásfiter				9					
5	Jaime Illanes	Gásfiter					6	3			
6	Gerardo Cortes	Ayudante de Gásfiter							9		
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
TOTAL			9	10	8	9	6	3	9	0	0
2.0 DETALLE DE ACTIVIDADES											
N°	ACTIVIDAD	CÓDIGO	CUENTA DE COSTO	ACT. CRÍTICA √ o X							
1	Mantenición de obra	7.1.6	PERSONAL MANTENCIÓN								
2	Confección de cámara de alcantarillado	5.3	ALCANTARILLADO PÚBLICO								
3	Hormigonado de muros D-101	1.3.4	HORMIGONES	√							
4	Instalación medidores de gas	4.3	INSTALACIONES DE GAS								
5	Instalación de lavaplatos	3.7.1	ARTEFACTOS SANITARIOS Y DE COCINA								
6	Post Venta en etapa I	7.5.9	POST-VENTA								
7	Instalación de calefont	3.7.1	ARTEFACTOS SANITARIOS Y DE COCINA								
8											
9											

2. Presupuesto de mano de obra, obra Lomas de los pinos 2

Código	Partida	Mano de Obra
\$ 1	OBRAS PRELIMINARES	45.061.512
1.1	INSTALACION DE FAENAS	7.158.350
1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISORIAS	5.304.420
1.1.2	INSTALACIONES PROVISORIAS	1.853.930
1.2	OBRAS PREVIAS	37.903.162
1.2.1	DESPEJE DE TERRENO	42.194
1.2.2	TRAZADOS Y NIVELES	14.339.348
1.2.3	REPLANTEOS	23.521.620
\$ 2	OBRA GRUESA	156.419.388
2.1	OBRA GRUESA HUMEDA	116.058.053
2.1.1	EXCAVACIONES	9.785.258
2.1.2	HORMIGONES	29.770.786
2.1.3	MOLDAJES	10.034.803
2.1.4	FIERRO	55.419.524
2.1.5	RADIERES	5.629.833
2.1.6	MAQUILLAJE DE FACHADAS	2.277.293
2.1.7	IMPERMEABILIZACIONES	1.265.828
2.1.8	VIGAS FALSAS	1.874.730
2.2	OBRA GRUESA SECA	40.361.335
2.2.1	TABIQUERIAS	6.334.942
2.2.2	TECHUMBRES	23.696.461
2.2.3	HOJALATERIAS	10.329.932
\$ 3	TERMINACIONES	82.142.584
3.1	MUROS, CIELOS Y PAVIMENTOS	27.043.091
3.1.1	REVESTIMIENTOS DE MUROS	17.943.679
3.1.2	AISLACION TERMICA	

		6.244.524
3.1.3	CIELOS Y VIGONES FALSOS	403.527
3.1.4	PAVIMENTOS	2.451.362
3.2	CARPINTERIAS METALICAS Y DE MADERA	8.000
3.2.1	CARPINTERIAS METALICAS	1.782
3.2.2	BARANDAS BALCONES	6.218
3.3	PUERTAS Y QUINCALLERIAS	377.973
3.3.1	PUERTAS	153.089
3.3.2	QUINCALLERIAS	224.884
3.4	VENTANAS	64.838
3.4.1	VENTANAS DE ALUMINIO	64.838
3.5	MUEBLES	357.268
3.5.1	MUEBLES DE COCINA , CLOSET Y BAÑOS	357.268
3.6	PINTURAS	0
3.6.1	PINTURAS INTERIORES Y EXTERIORES	-
3.7	ARTEFACTOS SANITARIOS Y GRIFERIAS	5.001.774
3.7.1	ARTEFACTOS SANITARIOS Y DE COCINA	4.130.724
3.7.2	GRIFERIAS	871.050
3.8	TERMINACIONES EXTERIORES	15.699.377
3.8.1	ESTRUCTURAS METALICAS	-
3.8.2	PAVIMENTOS EXTERIORES	15.699.377
3.9	ASEO Y ENTREGA	33.590.263
3.9.1	ASEO Y ENTREGA DE DEPTOS	33.590.263
§ 4	INSTALACIONES	42.951.218
4.1	INSTALACIONES SANITARIAS	39.151.652
4.1.1	AGUA POTABLE FRIA	10.402.540
4.1.2	AGUA POTABLE CALIENTE	9.000.867
4.1.3	ALCANTARILLADO	19.748.245
4.2	INSTALACIONES ELECTRICAS	12.113
4.3	INSTALACIONES DE GAS	3.787.454
4.4	SISTEMA DE VENTILACION	0
§ 5	OBRAS DE URBANIZACION	23.860.150
5.1	PAVIMENTACION	8.296.606
5.2	AGUA POTABLE PUBLICA	2.985.696
5.3	ALCANTARILLADO PUBLICO	4.617.352
5.4	EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS	1.389.490
5.5	URB. ELECTRICA Y ALUMBRADO PUBLICO	4.528.812

5.6	AREAS VERDES Y ARBORIZACION	2.042.195
5.7	SEÑALIZACIONES	0
\$ 6	OBRAS ESPECIALES	22.717.759
6.1	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	2.906.718
6.2	MUROS DE CONTENCIÓN	5.000.000
6.3	PORTERIA	1.742.629
6.4	CLUB HOUSE	8.000.000
6.5	EXTENSION DE REDES EXTERIORES	0
6.6	CIERROS PERIMETRALES	2.500.000
6.7	PORTON DE ACCESO	0
6.8	ESTANQUE AGUA POTABLE Y SALA DE BOMBAS	2.568.412
6.9	DESPLAZAMIENTO DE POSTES ELECTRICOS	0
6.10	SALAS DE BASURA	0
6.11	BODEGAS	0
6.12	ESTACIONAMIENTOS	0
6.13	RED HUMEDA	0
\$ 7	GASTOS GENERALES	240.618.850
7.1	SUELDOS PERSONAL INDIRECTO	237.293.850
7.1.1	PROFESIONALES	81.210.750
7.1.2	SUPERVISORES	63.516.050
7.1.3	PERSONAL PREVENCIÓN DE RIESGOS	13.733.200
7.1.4	PERSONAL ADMINISTRATIVO	30.635.600
7.1.5	PERSONAL BODEGA	27.466.400
7.1.6	PERSONAL MANTENCIÓN	1.188.450
7.1.7	OBREROS DE APOYO	11.620.400
7.1.8	HORAS EXTRAS PERSONAL	7.923.000
7.2	MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	0
7.2.1	ARRIENDO EQUIPOS	-
7.2.2	MANTENCIÓN Y REPARACIÓN DE EQUIPOS	-
7.2.3	COMBUSTIBLE DE EQUIPOS	-
7.2.4	TRASLADO DE MATERIALES, EQUIPOS Y MAQUINARIAS	-
7.3	CONSUMOS BASICOS Y COMBUSTIBLES	0
7.3.1	AGUA POTABLE	-
7.3.2	ELECTRICIDAD	-
7.3.3	GAS	-
7.3.4	TELEFONO E INTERNET	-

7.4	VIGILANCIA Y SEGURIDAD	0
7.4.1	VIGILANCIA	-
7.5	GASTOS ADMINISTRATIVOS GENERALES	3.325.000
7.5.1	PERMISOS, DERECHOS Y SEGUROS	-
7.5.2	CAPACITACION	-
7.5.3	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	-
7.5.4	LABORATORIO Y ENSAYES	-
7.5.5	GASTOS OFICINA OBRA	-
7.5.6	MOVILIZACION EN OBRA	-
7.5.7	VIATICOS, COMIDAS Y COLACIONES	-
7.5.8	GASTOS VISITA A OBRA	-
7.5.9	POST-VENTA	3.325.000
7.5.10	MEDIO AMBIENTE	-
7.5.11	SEGURO TODO RIESGO CONSTRUCCION	-
7.5.12	APORTE GG OFICINA CENTRAL	-
7.5.13	OTROS	-
7.6	GASTOS ESPECIALES PROYECTOS INMOBILIARIOS	0
7.6.1	PROYECTOS Y ASESORIAS	-
7.6.2	INTERES BOLETAS DE GARANTIA	-
7.6.3	GASTOS NOTARIA Y C.B.R.	-
	Inversión Total	613.771.460

B. ANEXOS

“Manual de uso software sistema de gestión de mano de obra”

MANUAL DE USO

SISTEMA DE GESTIÓN

DE MANO DE OBRA

*“Software de registro para el control y gestión sobre la mano de obra directa involucrada en
nuestra obra de construcción”*

1. ENTRADAS

A continuación se describen las entradas al sistema de la información que compone la línea base del proyecto.

1.1 Trabajadores: Opción donde se agrega la nómina de los trabajadores.

Se debe agregar el nombre completo del trabajador, su cargo, su codificación interna de obra e identificar si corresponde a mano de obra directa o indirecta.

The screenshot shows the 'Agregar Trabajador' form within the 'Control Mano de Obra' application. The interface includes a sidebar with navigation options: Inicio, Entradas, Trabajadores, Agregar Trabajador, Editar Trabajador, Centro de Costos, Partidas del Programa, Ingresos, and REPORTES. The main form area is titled 'Trabajadores / Agregar Trabajador' and contains the following fields: 'Nombre' (text input), 'cargo' (text input), 'codigo' (text input), and 'Tipo' (dropdown menu currently set to 'Directo'). A blue 'Añadir' button is positioned at the bottom right of the form. The top right of the application window displays the user 'Lomas de los Pinos II', a profile icon, 'jgelo', and a 'Salir' button.

This close-up view of the 'Agregar Trabajador' form shows it populated with sample data. The 'Nombre' field contains 'Juan Pedro Fernandez Plaza', the 'cargo' field contains 'Concretero', and the 'codigo' field contains 'LP018'. The 'Tipo' dropdown menu is still set to 'Directo'. The blue 'Añadir' button remains at the bottom.

1.2 Presupuesto de mano de obra: Opción donde se ingresa el presupuesto de mano de obra, agregando el código, ítem del presupuesto o cuenta de costo y el monto asignado.

Control Mano de Obra  Lomas de los Pinos II  jgelos  Salir

Inicio

Entradas

Ingresos

REPORTES

Centro de Costos

Agregar Centro de Costos

#	Codigo	Nombre	\$Monto Asignado	
1	1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISORIAS	5304420	Guardar Eliminar
2	1.1.1.1	ASEO OBRA GRUESA	1231423	Guardar Eliminar
3	1.1.2	INSTALACIONES PROVISORIAS	1853930	Guardar Eliminar
4	1.2.1	DESPEJE DE TERRENO	42194	Guardar Eliminar
5	1.2.2	TRAZADOS Y NIVELES	14339348	Guardar Eliminar
6	1.2.3	REPLANTEOS	23521620	Guardar

Ingreso Centro de Costos

Codigo

Codigo

Nombre Centro de Costo

Nombre Centro de Costo

Monto Asignado

Monto Asignado

Guardar

1.3 Partidas del programa: En esta opción se agregan todas las actividades del programa, añadiendo información proveniente del presupuesto como; cuenta de costo asociada, cantidad total de unidad constructiva, unidad de medida del avance físico, consumo de H.H y costo de H.H.

Control Mano de Obra  Lomas de los Pinos II  jgelos  Salir

Inicio

Entradas

Trabajadores

Centro de Costos

Partidas del Programa

Entradas

Partidas del Programa

Ingresos

REPORTES

Partidas del Programa

Agregar Partida

#	Nombre	Centro de Costo	Total(UA)	Crítica	
1	Construcción 2	CONSTRUCCIONES PROVISORIAS	150	SI	 
2	Construccion 1	CONSTRUCCIONES PROVISORIAS	32143200	SI	 
3	awefsd	MOLDAJES	150	SI	 
4	qwe	MOLDAJES	213123	NI	 
5	1111212	MOLDAJES	212121000	SI	 

Ingreso de Nueva Partida

Partida

Ingrese Nombre de Partida

Centro de Costo

Cantidad Total (Unidad de medida de Avance)

Ingrese la cantidad total de unidades de medida a controlar

Actividad Crítica ☒ SI ☐ NO

Partida

Unidad de Medida

Ingrese Unidad de Medida

Consumo de H.H.(H.H/Unidad de Medida)

Consumo de H.H

Costo H.H

Costo de H.H

1.4 Flujo financiero M.O: Opción que corresponde a la proyección mensual por cuenta de costo de recursos financieros en mano de obra.

Mes: Mayo Año: 2017

#	Codigo	Centro de Costo	\$Gasto Proyeccion	
1	1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISORIAS	12345346	Guardar Eliminar
2	1.1.1.1	ASEO OBRA GRUESA	12341234	Guardar Eliminar
3	1.1.2	INSTALACIONES PROVISORIAS	0	Guardar Eliminar
4	1.2.1	DESPEJE DE TERRENO	0	Guardar Eliminar
5	1.2.2	TRAZADOS Y NIVELES	2300000	Guardar Eliminar
6	1.2.3	REPLANTEOS	0	Guardar

2. INGRESOS

A continuación se describen los ingresos, que corresponden a la alimentación periódica del sistema con la información extraída de terreno y con los costos reales por trabajador obtenidos a fin de mes.

2.1 Informe diario Mano de Obra: Opción que corresponde al ingreso del informe diario de mano de obra a la plataforma web. Se deben registrar las H.H por cada trabajador en un día determinado, asignándolas a las distintas cuentas de costo según corresponda.

Control Mano de Obra Lomas de los Pinos II jgelos Salir

Mano de Obra

Fecha:

Ingreso Mano de Obra

Nombre Trabajador

CANCINO COFRE DAVID DEL CARMEN

Actividad

1.1.1 | CONSTRUCCIONES PROVISORIAS

Actividad Crítica ☐ SI ☒ NO

Partida

Construccion 1

H.H.

9

Guardar

2.2 Avance Partidas: Opción que corresponde al ingreso del avance semanal de las partidas. Este avance retroalimenta a la gestión del valor ganado y a la medición de productividad de actividades críticas.

Control Mano de Obra

Inicio

Entradas

Ingresos

Mano de obra

Avance partida

Costo Empresa

REPORTES

Avance Partida

Agregar Trabajo

#	Partida			Avance	
1	1111212	0	0	Eliminar	
2	awefsd	0	0	Eliminar	
3	Construccion 1	0	0	Eliminar	
4	Construcción 2	0	0	Eliminar	
5	qwe	0	0	Eliminar	

Ingreso Avance

Partida

Avance

20

Guardar

2.3 Costo empresa trabajadores: Opción que corresponde al ingreso del costo empresa de los trabajadores del mes que se está controlando. El costo empresa se compone del total haberes, seguro de cesantía, seguro de invalidez y sobrevivencia.

Control Mano de Obra  Lomas de los Pinos II  jgelos  Salir

Inicio
Entradas
Ingresos
REPORTES

Costo Empresa

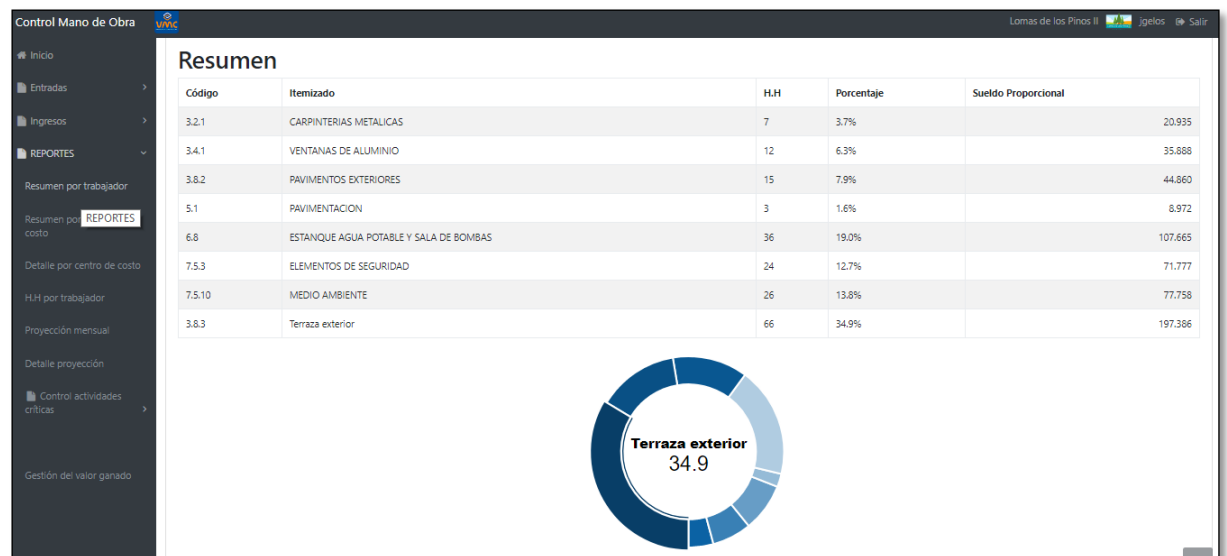
Mes: Mayo Año: 2017

#	Codigo	Trabajador	\$Costo Empresa	
1	DP089	BORQUEZ VILLAGRA CHRISTIAN HERNAN	686735	Guardar Eliminar
2	DP009	ARANDA GARRIDO DAVID NELSON	3994591	Guardar Eliminar
3	DP080	VIDAL CABRERA LEANDRO AGUSTIN	699216	Guardar Eliminar
4	DP044	HERNANDEZ GARAY ENRIQUE ALEJANDRI	569946	Guardar Eliminar
5	DP135	GUERRA OSORIO MANUEL SEGUNDO	630606	Guardar Eliminar
6	DP043	GUERRA OSORIO MARIO ENRIQUE	544678	Guardar Eliminar
7	DP006	ROJAS CORTES PAOLO LEONARDO	727592	Guardar Eliminar
8	DP005	ILLANES FUENTEALBA JAIME CRISTIAN	713247	Guardar Eliminar

3. SALIDAS O REPORTES

Los reportes corresponden a la información que el sistema entrega en base a las entradas e ingresos. Dentro de los reportes se encuentran informes de gestión, gráficos e indicadores de productividad.

3.1 Detalle por trabajador: Corresponde a un reporte que entrega la distribución de horas trabajadas en las distintas cuentas de costo en el mes de consulta por trabajador. Incluye un gráfico de distribución porcentual de los costos.



3.2 Resumen por cuenta de costo: Corresponde a un reporte que entrega la visualización de las cuentas de costo con las respectivas horas hombre y monto gastado en el mes de consulta.

Control Mano de Obra

Reporte Resumen por Centro de Costos

Mes: Abril Año: 2017 [Aceptar]

Detalle por Centro de Costos
Descargar Reporte: [EXCEL]

Show 10 entries

#	T1	Codigo	T2	Item	T3	Total Horas Hombre	T4	Monto	T5	%	T6
1		1.2.2		TRAZADOS Y NIVELES			324	1,601,411		4,14	
2		2.1.6		MAQUILLAJE DE FACHADAS			320	900,171		2,32	
3		2.1.8		VIGAS FALSAS			33	179,091		0,46	
4		2.2.1		TABICERIAS			257	1,133,943		2,93	
5		3.1.1		REVESTIMIENTOS DE MUROS			111	406,552		1,05	
6		3.1.3		CIELOS Y VIGONES FALSOS			94	402,153		1,04	
7		3.4.1		VENTANAS DE ALUMINIO			18	61,939		0,16	
8		3.7.1		ARTEFACTOS SANITARIOS Y DE COCINA			153	662,058		1,71	

3.3 Detalle por cuenta de costo: Corresponde a un reporte que entrega el detalle de las horas hombre aportadas por cada trabajador a las distintas cuentas de costo con su valor económico asociado en el mes de control.

Control Mano de Obra

Detalle por Centro de Costos

Mes: Abril Año: 2017 [Aceptar]

Descargar Reporte: [EXCEL]

Show 10 entries

#	T1	Codigo	T2	Item	T3	Trabajador	T4	Horas Hombre	T5	Monto	T6
1		1.2.2		TRAZADOS Y NIVELES		LABRADOR GALLARDO VICTOR MANUEL		162		1,073,916	
2		1.2.2		TRAZADOS Y NIVELES		SEPULVEDA VALENCIA ENZO ANDREE		162		527,495	
3		2.1.6		MAQUILLAJE DE FACHADAS		ALARCON QUEZADA FRANCISCO JAVIER		99		308,354	
4		2.1.6		MAQUILLAJE DE FACHADAS		LARRONDO ROJAS LUIS ALFONSO		77		435,684	
5		2.1.6		MAQUILLAJE DE FACHADAS		VEGA PAYACAN RICARDO ALFONSO		36		156,133	
6		2.1.8		VIGAS FALSAS		ALARCON QUEZADA FRANCISCO JAVIER		3		9,344	
7		2.1.8		VIGAS FALSAS		LARRONDO ROJAS LUIS ALFONSO		30		169,747	
8		2.2.1		TABICERIAS		JARA JIMENEZ EDUARDO PATRICIO		162		794,440	

3.4 H.H por trabajador: Corresponde a un reporte que muestra las H.H totales gastadas por trabajador en el mes de control

#	f1	Codigo	f1	Trabajador	Horas Hombre
1		DP082		AHUMADA GONZALEZ LUCY DEL CARMEN	162
2		DP017		ALARCON ORELLANA ERNESTINA CECILIA C.	162
3		DP037		ALARCON QUEZADA FRANCISCO JAVIER	162
4		DP009		ARANDA GARRIDO DAVID NELSON	162
5		DP028		AVENDANO CORDERO CARLOS JOSE	162
6		DP089		BORQUEZ VILLAGRA CHRISTIAN HERNAN	162
7		DP036		CANCINO COFRE DAVID DEL CARMEN	162
8		DP030		CERVANTES PINTO ITALO FELIPE	162
9		DP055		CORTES BOBADILLA GERARDO	162
10		DP035		DIAZ DIAZ FRANCISCO RAFAEL	162

3.5 Comparación flujo proyectado vs real: Corresponde a un reporte que compara los montos proyectados en el flujo financiero de mano de obra (punto 1.4), con lo realmente gastado por cuenta de costo en el mes de control.

#	Codigo	Item	Proyectado	Gastado	Diferencia
1	1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISORIAS	0	0	0
2	1.1.1.1	ASEO OBRA GRUESA	0	0	0
3	1.1.2	INSTALACIONES PROVISORIAS	0	0	0
4	1.2.1	DESPEJE DE TERRENO	0	0	0
5	1.2.2	TRAZADOS Y NIVELES	2.300.000	1.601.411	698.589
6	1.2.3	REPLANTEOS	0	0	0
7	2.1.1	EXCAVACIONES	0	0	0
8	2.1.2	HORMIGONES	500.000	0	500.000

3.6 Informe de gestión de gerencia: Corresponde a la comparación acumulada del flujo proyectado vs lo gastado a la fecha de control.

Reporte Detalle Proyección

Detalle Proyección
Actualizar Reporte Actualizar Descargar Reporte EXCEL

Search:

#	Código	Item	Historico Proyectado	Historico Gastado	Historico Por Gastar	Proyectado 04-2017	Gastado 04-2017	Saldo en 04-2017	Proyectado
1	1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISORIAS	5.304.420	53.422	5.250.998	0	0	0	1;
2	1.1.1.1	ASFO OBRA GRUESA	1.231.423	286.624	944.599	0	0	0	1;
3	1.1.2	INSTALACIONES PROVISORIAS	1.853.930	375.000	1.478.930	0	0	0	
4	1.2.1	DESPEJE DE TERRENO	42.194	0	42.194	0	0	0	
5	1.2.2	TRAZADOS Y NIVELES	14.339.348	2.484.953	11.854.395	2.300.000	1.601.411	698.589	;
6	1.2.3	REPLANTEOS	23.521.620	0	23.521.620	0	0	0	
7	2.1.1	EXCAVACIONES	9.785.258	0	9.785.258	0	0	0	
8	2.1.2	HORMIGONES	29.770.786	229.459	29.541.327	500.000	0	500.000	
9	2.1.3	MOLDAJES	10.034.803	125.000	9.909.803	0	0	0	

3.7 Partidas críticas: Corresponde a un reporte donde se visualizan las actividades críticas con la respectiva información extraída del presupuesto: nombre de la actividad, unidad de medida, cantidad total (de unidad de medida), consumo H.H, costo H.H, total unidad medida del avance.

Partidas Críticas del Programa

#	Nombre	Centro de Costo	Total(UA)	Unidad Medida	Consumo HH	Costo HH	Total (Unidad Constructiva)	
1	Muros H.A	2.1.2 HORMIGONES	85	m3	0,45	0,11	1200	Guardar Eliminar
2	Construccion 1	CONSTRUCCIONES PROVISORIAS	32143200			1	12	Guardar Eliminar
3	awefsd	MOLDAJES	150			12312321	12312321	Guardar Eliminar
4	1111212	MOLDAJES	212121000			0	0	Guardar Eliminar

3.8 Factor de desempeño: Corresponde al cuadro de H.H acumuladas gastadas y ganadas con su respectivo factor de desempeño por actividad crítica.

Control Mano de Obra

Entradas

Ingresos

REPORTES

Resumen por trabajador

Resumen por centro de costo

Detalle por centro de costo

H.H por trabajador

Proyección mensual

Detalle proyección

Control actividades críticas

Partidas críticas

Factor de desempeño

Factor de costo

Gestión del valor ganado

Lomas de los Pinos II

Logos

Salir

Factor de Desempeño

#	item	Cantidad	Rend.(HH/UN)	Costo HH	HH Total	Costo Total	Avance Acumulado	% Avance Acumulado	HH Gastadas	HH Ganado	Factor de Desempeño
1	1111212	212121000	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0
2	awefsd	150	1234	12312321	12312321	151593248407041	0	0.00	0	0	0
3	Construccion 1	32143200	12312	1	12	12	0	0.00	5	0	0
4	Construcción 2	150	0	0	0	0	0	0.00	13	0	0
5	qwe	213123	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0

3.9 Factor de costo: Corresponde al cuadro de costos acumulados gastados y ganados con su respectivo factor de costo por actividad crítica.

Control Mano de Obra

Entradas

Ingresos

REPORTES

Resumen por trabajador

Resumen por centro de costo

Detalle por centro de costo

H.H por trabajador

Proyección mensual

Detalle proyección

Control actividades críticas

Partidas críticas

Factor de desempeño

Factor de costo

Gestión del valor ganado

Lomas de los Pinos II

Logos

Salir

Factor de Desempeño

#	item	Cantidad	Rend.(HH/UN)	Costo HH	HH Total	Costo Total	Avance Acumulado	Costo Gastado	Costo Ganado	Factor de Costo
1	1111212	212121000	0	0	0	0	0	0	0	
2	awefsd	150	1234	12312321	12312321	151593248407041	0	0	0	
3	Construccion 1	32143200	12312	1	12	12	0	0	0	
4	Construcción 2	150	0	0	0	0	0	0	0	
5	qwe	213123	0	0	0	0	0	0	0	

3.10 Gestión del valor ganado: Corresponde a los indicadores de gestión para analizar el desempeño del presupuesto de mano de obra en base a los costos y el avance.

Factor de Desempeño											
Centro de Costo	Presupuesto	Valor Planeado	HH Real	Valor Ganado	% Avance	SV	CV	CPI	SPI	Por Gastar(EPT)	Presupuesto Al Terminio
CONSTRUCCIONES PROVISORIAS	5304420	19891891	0	0.00	-19891891.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ASEO OBRA GRUESA	1231423	12341234	0	0.00	-12341234.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
INSTALACIONES PROVISORIAS	1853990	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
DESPEJE DE TERRENO	42194	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAZADOS Y NIVELES	14339348	9200000	0	0.00	-9200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
REPLANTEOS	23521620	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
EXCAVACIONES	9785258	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
HORMIGONES	29770786	1000000	0	0.00	-1000000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MOLDAJES	10034803	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
FIERRO	55419524	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
RADIERES	5629833	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAQUILLAJE DE FACHADAS	2277293	6000000	0	0.00	-6000000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
IMPERMEABILIZACIONES	1265828	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
VIGAS FALSAS	1874730	700350	0	0.00	-700350.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TABIQUERIAS	6334942	2000000	0	0.00	-2000000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	