



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPONER UNA ADAPTACIÓN DEL “PROJECT MANAGEMENT” A LA ETAPA DE
CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

VALENTINA LORETO LAVÍN VALDÉS

PROFESOR GUÍA
JORGE PULGAR ALLENDES

MIEMBROS DE LA COMISIÓN
WILLIAM WRAGG LARCO
EDGARDO GONZÁLEZ LIZAMA

SANTIAGO DE CHILE

2020

PROPONER ADAPTACIÓN DEL “PROJECT MANAGEMENT” A LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA

Actualmente, la industria de la construcción es el rubro de menor índice de productividad, donde un 57% del tiempo, material y esfuerzo es considerado desperdicio, es decir, no agregan valor al producto final, mientras que en la industria de fabricación este ítem representa el 26%. (Corporación de Fomento de la Producción, 2016)

El objetivo de este trabajo es proponer metodologías de control para regular los contenidos, documentos y definiciones mínimas incorporadas en los contratos de construcción de proyectos de inversión públicos y privados, para obtener una mayor eficiencia y efectividad en la administración de los servicios y trabajos contratados por el mandante, entregando herramientas al contratista para que este pueda cumplir con las cláusulas establecidas en el contrato de construcción.

Para lograr lo anterior, se decide utilizar como base los conceptos entregados por el Project Management Institute y las herramientas definidas por el Construction Management. Además, se presenta un listado de materias a controlar en las Bases Administrativas Especiales de Licitación y en el Contrato de Construcción.

Se identifican cinco objetivos para definir las estrategias y subdividir el desarrollo del Trabajo de Título: Plazo, Costo, Calidad, Medio Ambiente y Seguridad. Para cada una de estas variables, se definen y describen distintas herramientas y técnicas para llevar a cabo el control de cada una durante la etapa de materialización de contratos de construcción de edificación.

Finalmente, se propone un material de apoyo a los contratistas para llevar a cabo la eficiente administración y control en la etapa de construcción mediante el seguimiento e inspección de las actividades, presentando buenas prácticas que pueden aumentar las posibilidades de éxito, enfatizando la dependencia de este último en el compromiso que deben adquirir todos los niveles de la organización.

*Cuatro besos al cielo y cinco a la Tierra:
Para mi Papi, Mami, Lucas, Berny y Pablo.*

AGRADECIMIENTOS

Después de años en la universidad, puedo decir que soy infinitamente feliz del proceso que acaba con el presente trabajo. Dejo atrás muchos momentos y emociones que marcaron cada uno de los años transcurridos.

En primer lugar quiero agradecer al Edu, Margi y Javi. Sin ustedes, esta etapa hubiese sido totalmente diferente. Hicieron que cada uno de mis días fuera especial. Gracias por entenderme, acompañarme, confiar en mí, reír conmigo y abrir sus vidas para que yo fuera parte de ellas.

En la otra esquina del ring, se encuentra el Moli, Paredes y Edgar que con el tiempo ocuparon un lugar importante en mí. Gracias por escucharme y estar conmigo durante estos años.

Quiero agradecer a mi equipo de voleibol de la universidad y de la facultad. No tengo palabras para expresar lo inmensamente feliz que me hicieron estos años y sin lugar a duda son el aspecto más difícil por superar. Espero haber contribuido de alguna forma en sus vidas, que sigan siendo los increíbles equipos que son y lo más importante es que disfruten jugando este lindo deporte.

Gracias a todos los que fueron parte de este proceso, a los que están y a los que ya no, cada uno marcó mi paso por la universidad de diferente forma, generando recuerdos maravillosos.

Finalmente, quiero agradecer a mi fans club, a mi batallón de guerra, al equipo más valioso y compañeros de vida: Mi Papá, Mamá, Lucas, Berny y Pablo. Sin ustedes, nada hubiese sido posible. Gracias por estar siempre conmigo sin dudarlo, por aceptar mis fracasos y mis errores y ayudarme a superarlos, por vivir conmigo todos mis triunfos y felicidades, simplemente gracias por estar conmigo sin importar las circunstancias. Solo espero que la vida me deje seguir disfrutando de ustedes hasta que el cuerpo me diga lo contrario. Simplemente los amos!

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ASPECTOS GENERALES.....	1
1.2 MOTIVACIÓN	1
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 METODOLOGÍA	2
2. MARCO CONCEPTUAL	3
2.1 PROYECTO	3
2.1.1. Fase Pre-Inversional.....	4
2.1.2. Fase Inversional	5
2.1.3. Fase Operacional	6
2.2 PROJECT MANAGEMENT	6
2.3 CONSTRUCTION MANAGEMENT.....	7
2.4 CONTRATO.....	8
2.5 PLANIFICACIÓN.....	10
2.6 OBJETIVOS QUE CUMPLIR EN CONTRATOS DE CONSTRUCCIÓN.....	11
2.6.1 Plazo.....	11
2.6.2 Presupuesto - Costos	12
2.6.2.1 Mano de Obra	13
2.6.2.2 Materiales.....	13
2.6.2.3 Equipos y Maquinaria para Construcción.....	14
2.6.2.4 Subcontratos	15
2.6.3 Aseguramiento de la Calidad y Gestión de Calidad Técnica	16
2.6.3.1 Norma ISO 9000	17
2.6.4 Medio Ambiente.....	18
2.6.5 Seguridad	19
2.7 EMPRESA CONSTRUCTORA	19
3. ANÁLISIS DE DOCUMENTOS CONTRACTUALES	23
3.1. CONTRATOS.....	23
3.2. BASES ADMINISTRATIVAS GENERALES (BAG)	24

3.3.	BASES ADMINISTRATIVAS ESPECIALES (BAE)	24
3.4.	BASES TÉCNICAS	26
3.5.	BASES DE MEDIDA Y PAGO	26
4.	GESTIÓN DE VARIABLES EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	27
4.1	GESTIÓN DE LA VARIABLE PLAZO	27
4.1.1	Determinación de Curva S Programada	29
4.1.2	Formularios	30
4.1.3	Muestreo de Actividades	31
4.1.4	Medición del Trabajo	32
4.1.5	Capitalización de la Información	33
4.1.6	Determinación de Curva S Real	34
4.1.7	Sistema Last Planner	35
4.1.8	Actualización del Programa	37
4.1.9	Reprogramación del Programa	37
4.2	GESTIÓN DE LA VARIABLE COSTO	38
4.2.1	Sistemas de Control	39
4.2.2	Flujo de Caja	40
4.2.3	Capitalización de la Información	41
4.2.4	Curva S de Costos	43
4.2.5	Método del Valor Ganado y Pronóstico en el Tiempo	44
4.2.6	Proyección del Resultado del Presupuesto	47
4.3	GESTIÓN DE LA VARIABLE CALIDAD	48
4.3.1	Aseguramiento de la Calidad	49
4.3.2	Plan de Gestión de Calidad	50
4.3.3	Auditorías	52
4.3.4	Control de Calidad Técnica	54
4.3.4.1	Procedimientos de Calidad	54
4.3.4.2	Inspección Técnica	54
4.4	GESTIÓN DE LA VARIABLE MEDIO AMBIENTE	56
4.4.1.	Plan de Gestión Ambiental Durante la Construcción	57
4.4.2.	Emisiones a la Atmosfera	59
4.4.3.	Ruidos	60
4.4.4.	Residuos	61

4.4.5.	Relación con los Vecinos.....	62
4.4.6.	Asignación de Responsabilidad.....	63
4.5	GESTIÓN DE LA VARIABLE SEGURIDAD.....	64
4.5.1.	Plan de Gestión de la Seguridad.....	64
4.5.2.	Equipos de Protección Personal.....	67
4.5.3.	Comité Paritario de Higiene y Seguridad.....	68
4.5.4.	Reuniones.....	69
4.5.5.	Medidas de Seguridad.....	69
4.5.6.	Capitalización de la Información.....	71
5.	CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.....	74
5.1.	CONCLUSIONES.....	74
5.2.	COMENTARIOS.....	75
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	77
7.	ANEXOS.....	81
	ANEXO A. TIPOS Y ESPECIALIDADES DE MANO DE OBRA.....	82
	ANEXO B. LISTADO DE MATERIALES.....	84
	ANEXO C. LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS.....	85
	ANEXO D. FUNCIONES CARGOS DE EMPRESA CONSTRUCTORA.....	86
	ANEXO E. CLASIFICACIÓN EMPRESAS CONSTRUCTORAS.....	87
	ANEXO F. CATEGORÍAS Y REQUISITOS EMPRESAS CONTRATISTAS.....	88
	ANEXO G. CONTENIDOS DEL CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN.....	89
	ANEXO H. LISTADO DE DOCUMENTOS OFERTA TÉCNICA.....	90
	ANEXO I. LISTADO DE DOCUMENTOS OFERTA ECONÓMICA.....	91
	ANEXO J. EJEMPLO DE WBS DE UN EDIFICIO.....	92
	ANEXO K. PLAN DE AUDITORÍA TIPO.....	99
	ANEXO L. FORMATO DE INFORME DE NO CONFORMIDAD.....	101
	ANEXO M. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	102
	ANEXO N. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDOS.....	103
	ANEXO O. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RESIDUOS.....	104
	ANEXO P. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RELACIÓN CON LOS VECINOS.....	105
	ANEXO Q. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN OBRA.....	106

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Materias Bases Administrativas Especiales.	25
Tabla 4.1: Ejemplo cronograma.	29
Tabla 4.2: Formulario paralización de actividades.	31
Tabla 4.3: Planilla seguimiento plazos actividades.	33
Tabla 4.4: Planilla seguimiento de avance de actividades.	33
Tabla 4.5: Planilla control de proveedores.	34
Tabla 4.6: Incidencia de actividades en obra.	34
Tabla 4.7: Planilla control Last Planner.	37
Tabla 4.8: Planilla control de costos.	41
Tabla 4.9: Planilla control de costos por partida.	41
Tabla 4.10: Planilla control de precios unitarios mensual por partida.	42
Tabla 4.11: Planilla mensual control de costos materiales.	42
Tabla 4.12: Planilla semanal control de costos de equipos.	42
Tabla 4.13: Planilla control de gastos generales mensual.	43
Tabla 4.14: Planilla control de imprevistos.	43
Tabla 4.15: Planilla Valor ganado para el control de costos.	46
Tabla 4.16: Plan de Gestión de Calidad tipo.	51
Tabla 4.17: Planilla auditoria interna.	53
Tabla 4.18: Planilla inspección de calidad.	55
Tabla 4.19: Planilla control de documentos.	55
Tabla 4.20: Plan de Gestión Ambiental tipo.	58
Tabla 4.21: Matriz de aplicación medidas de mitigación para emisiones a la atmósfera. (Correa, 2002) (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)	59
Tabla 4.22: Matriz de aplicación medidas de mitigación para ruidos. (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)	60
Tabla 4.23: Matriz de aplicación medidas de mitigación para residuos. (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)	61
Tabla 4.24: Matriz de aplicación medidas de mitigación para la relación con los vecinos. (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)	62
Tabla 4.25: Lista de chequeo aplicación medidas de mitigación.	63

Tabla 4.26: Plan de Gestión de la Seguridad tipo.	66
Tabla 4.27: Mantenimiento y cambio de Equipos de protección personal.....	67
Tabla 4.28: Control del polvo en obra.	69
Tabla 4.29: Control de las altas temperaturas en obra.....	70
Tabla 4.30: Control del ruido en obra.	70
Tabla 4.31: Registro de control de seguridad individual.....	71
Tabla 4.32: Planilla de control de seguridad diaria.....	71
Tabla 4.33: Planilla registro de accidentes.....	72
Tabla 4.34: Información emergencias.	73

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1: Etapas fase pre inversional.....	4
Ilustración 2.2: Etapas fase inversional.....	5
Ilustración 2.3: Ciclo de vida de un contrato. (Pulgar, 2019).....	9
Ilustración 2.4: Ciclo de Deming. (Serpell, 2002).....	10
Ilustración 2.5: Suministro de materiales. (McCaffer, 1999).....	14
Ilustración 2.6: Proceso de inspección de la calidad en la construcción. (Serpell, 2002)	16
Ilustración 2.7: Organigrama empresa constructora. (Termoliner: Montajes & Construcción, 2019).....	21
Ilustración 2.8: Organigrama obra de construcción. (Yepes Piquera, 2015).....	22
Ilustración 4.1: Esquema WBS.....	28
Ilustración 4.2: Curva S del programa real.....	30
Ilustración 4.3: Curva S para control de avance físico.....	35
Ilustración 4.4: Curva S para costos.....	44
Ilustración 4.5: Variación de costos valor ganado. (De Marco, 2018).....	46
Ilustración 4.6: Triángulo de la Calidad en Construcción. (Pulgar, 2019).....	49

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ASPECTOS GENERALES

La baja productividad en la industria de la construcción, en relación con la existente en la industria de la producción es de gran preocupación, ya que solo un 10% de las actividades del primer sector agregan valor, mientras que en la segunda este porcentaje alcanza el 62%. Por otro lado, la relevancia del sector de la construcción en la industria nacional hace necesario que la planificación, gestión y coordinación de la etapa de construcción se transformen en un elemento central para el logro de la eficiencia operativa. (Corporación de Fomento de la Producción, 2016)

El uso de herramientas para la dirección de proyectos como el Project Management, Construction Management y Lean Construction han generado una mejora en los niveles de rendimiento, ya sea en la reducción de costos, incremento de la productividad, cumplimiento de los plazos, mayor calidad en los productos generados, aumento de la seguridad del personal y mejora en el grado de satisfacción del cliente.

Todo lo anterior, refleja la necesidad de aplicar los diferentes instrumentos disponibles en el mercado en pos de mejorar la eficiencia en los procesos constructivos, generando beneficios tanto para el mandante, contratista y cliente.

1.2 MOTIVACIÓN

El presente trabajo está orientado a generar buenas prácticas en la etapa de construcción, mejorando la gestión para controlar las variables del contrato.

Para llevar a cabo lo descrito anteriormente, se identifican cinco variables comprometidas en el proceso administrativo y de materialización de un proyecto de inversión (plazo, costo, calidad, medio ambiente y seguridad).

En el desarrollo de este Trabajo de Titulación se muestran herramientas específicas para cada variable y así, generar un control de ellas durante el transcurso de la obra.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO

A continuación, se presentan tanto los objetivos generales como específicos que se pretenden alcanzar con el desarrollo de este Trabajo de Título.

1.3.1 Objetivo General

Proponer una adaptación del Project Management a la etapa de construcción de un proyecto de inversión pública y privada

1.3.2 Objetivos Específicos

El presente trabajo busca desarrollar los siguientes objetivos específicos:

- Análisis del campo de acción del Project Management.
- Distinguir procesos fundamentales que forman parte de un contrato de construcción.
- Identificar las variables a controlar en los diversos contratos .
- Identificar materias claves a considerar para cada variable.
- Identificar las mejores prácticas existentes en la actualidad.

1.4 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el presente Trabajo de Título, se procedió de la siguiente manera:

- Revisión bibliográfica de las herramientas del Project Management, Lean Construction y Construction Management, enfatizando en las herramientas y técnicas aplicables a cada variable a controlar en un contrato de construcción.
- Analizar los documentos que conforman un contrato de construcción.
- Reconocimiento de las variables a controlar en un contrato de construcción.
- Confección de un listado de materias claves relacionadas con las variables a controlar.
- Confección de la propuesta para cada variable.

2. MARCO CONCEPTUAL

En el presente capítulo se abordan los principales conceptos en los que se basa el trabajo a realizar.

2.1 PROYECTO

Un proyecto es un esfuerzo temporal que tiene como objetivo la creación de un nuevo producto, servicio, mejora o resultado único y tiene una duración determinada, es decir, tiene un principio y un fin definido. El resultado de un proyecto puede ser tangible o intangible, incluyendo los entregables que surgen a partir de los diferentes procesos, ya sean documentos técnicos, archivos, certificados, permisos, documentos de gestión, etc.

Para llevar a cabo la materialización de un proyecto, se deben cumplir objetivos asociados a distintos factores de forma individual y el conjunto de estas, las cuales son: El alcance, la calidad, el cronograma, el presupuesto, los recursos, el medio ambiente y los riesgos. La relación entre estos elementos es tal que, si alguna de estas cambia, es probable que afecte de forma directa o indirecta a alguna de las variables restantes.

El desarrollo del proyecto es una actividad iterativa y progresiva a lo largo del ciclo de vida de este. Este último, corresponde al conjunto de procesos que se llevan a cabo para lograr la transformación de las ideas en soluciones concretas que resuelve una necesidad o problema detectado, se producen los beneficios y, en algunos casos, finaliza con el cierre de la obra.

El ciclo de vida de un proyecto de inversión se compone por diferentes fases y etapas secuenciales desde su inicio hasta su término, las cuales pueden variar de un proyecto a otro dependiendo de la naturaleza de este. Se identifican tres fases a modo general, las cuales se componen de etapas. Las fases son: Pre-inversional, Inversional y Operación. Cada una tiene sus propias características y pueden implicar un cambio en el alcance del trabajo.

2.1.1. Fase Pre-Inversional

Corresponde a la elaboración y análisis necesario de documentos, estudios, evaluación y estimaciones que permiten resolver el problema o atender la necesidad que le da origen, con el fin de determinar la factibilidad y viabilidad del proyecto. Se generan todos los elementos necesarios para la toma de decisiones y el resultado es la determinación de realizar o no un proyecto o inversión.

Se compone de cuatro etapas (Ilustración 2.1) que se caracterizan por confeccionar diferentes niveles de estudios y análisis para definir las características de mercado, técnicas organizacionales, legales, financieras, económicas, sociales y ambientales, con el objetivo de decidir si el proyecto es factible de realizar, asegurando que la solución al problema planteada es la más convenientes mediante la presentación de indicadores de rentabilidad suficientes.

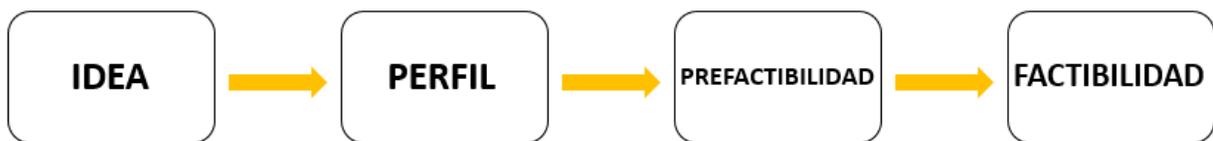


Ilustración 2.1: Etapas fase pre inversional.

Las características de cada etapa son:

- **Idea:** Es el primer acercamiento para detectar un problema, necesidad y/o oportunidad, junto con su resolución. Requiere de una gran cantidad de experiencia, iniciativa e imaginación y se obtiene a partir de la búsqueda de una solución, de otros proyectos o del costo de oportunidad observable.
- **Perfil:** Preparación y evaluación de las posibles soluciones a partir de fuentes de información secundaria y juicio de expertos. Se obtiene un discernimiento de las ideas no factibles y de las factibles que podrían ser estudiadas, considerando las características técnicas y económicas que se puedan obtener.
- **Prefactibilidad:** Estudio de la Ingeniería Conceptual más acabado de las soluciones propuestas en la etapa de perfil. Se generan documentos con niveles menores de incertidumbre. Nuevamente existe un proceso de selección,

descartando las propuestas no factibles y reconociendo las que son técnica y económicamente accesibles. Como resultado, se espera seleccionar una alternativa para continuar el estudio.

- **Factibilidad:** A partir de la información anterior se genera un mayor detalle de la alternativa seleccionada en la etapa de prefactibilidad. Se incorporan todas las especialidades involucradas con un nivel de estudio que permita una incerteza presupuestaria de $\pm 15\%$.

2.1.2. Fase Inversional

Considera todas las acciones destinadas a materializar la solución formulada y evaluada en el estudio de pre-inversión. Existe la asignación de recursos financieros, humano y materiales.

Se compone de tres etapas (Ilustración 2.2) que tienen como objetivo materializar la solución seleccionada en la fase pre-inversional. Se asignan distintos recursos para llevar a cabo los objetivos de la fase, ya sean financieros, humanos y/o materiales y tiene como entrada toda la documentación llevada a cabo en la etapa anterior.

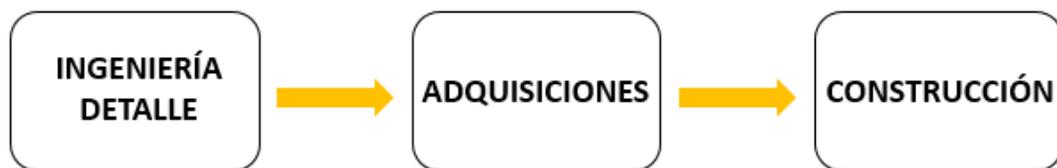


Ilustración 2.2: Etapas fase inversional.

Las características de cada etapa son:

- **Ingeniería Detalle:** Se lleva a cabo la definición de todas las partes o componentes involucradas en el alcance del contrato junto con las especificaciones técnicas de los materiales a utilizar y memoria de cálculo.
- **Adquisiciones de los equipos para operación del proyecto:** Se lleva a cabo la compra o adquisiciones de todos los equipos de operación.

- **Construcción:** Conjunto de tareas que se llevan a cabo para la construcción del edificio o estructura que se ha diseñado como la solución a la necesidad o problema. Responde a las características técnicas específicas del proyecto y requiere de la gestión de recursos de la forma adecuada para el desarrollo de la obra.

2.1.3. Fase Operacional

Corresponde a la etapa de funcionamiento del proyecto y lograr beneficios privados o sociales, dependiendo si se trata de una inversión privada o pública.

El presente trabajo de título se centra en la etapa de construcción de la fase inversional de un proyecto, la cual fue abordada desde el punto de vista de la administración de un contrato

2.2 PROJECT MANAGEMENT

El Project Management es una herramienta que incluye la planificación, control y la coordinación integral de un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Se enfoca en lograr los objetivos del proyecto, dentro del tiempo y presupuesto contemplado y, al mismo tiempo, cumplir con los estándares de calidad requeridos.

El Project Management Institute, organización internacional sin fines de lucro que promueve el uso de la dirección de proyecto, se refiere a este concepto como la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas en un proyecto para cumplir con los propósitos de este y satisfacer los requisitos. Esta organización crea la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK) para la profesión de la dirección de proyectos, la cual introduce conceptos claves, resume procesos e interacción entre estos, define las diez áreas de conocimientos y proporciona y promueve el vocabulario para el uso y aplicación de los conceptos en la profesión. (PMI, 2013)

Las diez áreas de conocimientos que presenta el Project Management Institute son:

- Integración
- Alcance
- Tiempo
- Costos
- Calidad
- Recursos humanos
- Comunicaciones
- Riesgos
- Adquisiciones
- Interesados

Este trabajo se centra en adaptar algunas herramientas del PMBOK directamente a la administración de los procesos de la construcción, abarcando las variables: Tiempo, costo, calidad, medio ambiente y seguridad. El desarrollo de un contrato de construcción no necesariamente abarca toda el área de conocimientos del PMBOK.

2.3 CONSTRUCTION MANAGEMENT

El Construction Management es un manual de tipo general para abordar un contrato en la etapa de construcción, el cual propone una metodología de materialización.

El representante del contratista es el profesional a cargo de ejercer las funciones directivas en la etapa de construcción, mejorando la viabilidad constructiva del proyecto. Además, debe tener la capacidad de manejar la seguridad pública, gestión de costos, tiempo, calidad y toma de decisiones. La Asociación de Gestión de la Construcción de América (CMAA) define las responsabilidades más comunes del gerente de construcción (El-Reedy, 2011):

- Planificación de un Contrato
- Gestión de Costos
- Gestión de Tiempo
- Gestión de Calidad

- Administración de Contratos
- Gestión de Seguridad

2.4 CONTRATO

Un contrato es un acuerdo legal escrito entre dos o más partes, en el cual se describen los derechos y deberes de cada una de las partes, llevando a cabo el compromiso recíproco de cumplir con dichas obligaciones. Un contrato prevalece sobre cualquier documento que pueda estar inserto en un proyecto.

Los tipos de contratos según su forma de pago son:

- **Contrato de Suma Alzada:** Contratista realiza la totalidad de la obra (construcción, suministro y montaje) por una suma fija de dinero según las especificaciones y el diseño del proyecto, el cual debe estar determinado y validado de forma previa. El riesgo del proyecto recae de forma directa en el contratista, mientras que el mandante sabe desde el inicio de la materialización el costo total de la obra.
- **Precio Unitario:** Se establece el pago de la obra por Precios Unitarios. Las cantidades de obras preliminares las entrega el mandante, pero finalmente se pagan las cantidades realmente realizadas.
- **Administración Delegada:** La administración de la obra es delegada al contratista, quien recibe el pago de honorarios fijos o variables según un previo acuerdo entre los agentes involucrados. El riesgo recae totalmente en el mandante, mientras que el riesgo que recae en el contratista es mínimo.

Un contrato de construcción debe incluir, entre otras cosas:

- Nombre del contrato
- Condiciones generales
- Descripción de trabajos (Alcance)
- Plazos de ejecución, hitos y programa de trabajo

- Desviaciones y modificaciones del programa (procedimientos en caso de cambios)
- Multas, precios, reajustes y formas de pago
- Garantías y retenciones
- Seguros
- Responsabilidades laborales
- Condiciones respecto del personal del contratista
- Comunicación entre las partes
- Evaluación de desempeño e incentivos
- Arbitraje

La Ilustración 2.3 representa de forma esquemática el ciclo de vida de un contrato.



Ilustración 2.3: Ciclo de vida de un contrato. (Pulgar, 2019)

2.5 PLANIFICACIÓN

La planificación de una obra de construcción corresponde al conjunto de actividades tendientes a simular la realización de un trabajo, ordenándolo de la manera más económica posibles y previendo todas las acciones para la ejecución de este.

El contenido de una planificación es:

- Programa detallado del proceso de ejecución elegido.
- Necesidades de recursos físicos situados en el tiempo y en el espacio.
- Valoración del coste del proceso constructivo elegido.
- Plan de calidad.
- Plan de seguridad.
- Plan de control de producción.

La planificación es un proceso iterativo y de mejora continua, similar al presentado por Shewhart y modificado por Deming (Ilustración 2.4), que incluye la programación, el desarrollo del plan, el seguimiento y cumplimiento de los objetivos, el control y acción.



Ilustración 2.4: Ciclo de Deming. (Serpell, 2002)

2.6 OBJETIVOS QUE CUMPLIR EN CONTRATOS DE CONSTRUCCIÓN

Tras el término del estudio y diseño de un proyecto, existen importantes elementos de gestión que se deben tener en cuenta al momento de la materialización.

En esta sección se presentan las variables a tratar en el presente trabajo, las cuales son seleccionadas debido al severo impacto, negativo o positivo, que puede causar una modificación de estas en un proyecto, y a las posibles pautas que se pueden realizar para controlar estos tópicos, disminuyendo la variabilidad en la construcción. Estas variables son:

- Plazo
- Costo
- Calidad
- Medio ambiente
- Seguridad

2.6.1 Plazo

Jurídicamente, es el tiempo comprometido en el contrato entre la entrega del terreno y la recepción provisoria del trabajo. El plazo en los contratos de construcción es propuesto por el mandante en las Bases de Licitación. Sin embargo, en algunos casos es abierto y este es propuesto por el contratista, entregando una mejor evaluación a la oferta de menor duración.

La gestión del tiempo en los proyectos es el proceso requerido para la terminación en plazo de este. Esto se lleva a cabo mediante modelos y herramientas de programación como lo son: Carta Gantt, CPM (Critical Path Method), PERT, Líneas de balance, programación rítmica, etc. Cada una de estas técnicas incluye duraciones, dependencias y otra información con la que finalmente, se genera el cronograma del proyecto, en donde se define y secuencia las actividades y se estiman los recursos y duraciones necesarias para el desarrollo de estas. Según el PMBOK, la gestión del tiempo involucra siete procesos los cuales se relacionan entre sí y se detallan a continuación (PMI, 2013):

1. **Planificar la Gestión del Cronograma:** Se definen las políticas, documentación y procedimientos para la planificación del cronograma.
2. **Definir las Actividades:** Documentar e identificar actividades para generar los entregables.
3. **Secuenciar Actividades:** Documentar e identificar las relaciones entre actividades.
4. **Estimar Recursos de Actividades:** Definir tipo y cantidad de recursos para llevar a cabo las actividades.
5. **Estimar la Duración de Actividades:** Períodos necesarios para llevar a cabo el término de las actividades.
6. **Desarrollar Cronograma:** Análisis de actividades y sus características para crear modelo de programación.
7. **Control de Cronograma:** Monitoreo de actividades y del estado de avance. Gestionar cambios si es necesario.

2.6.2 Presupuesto - Costos

El presupuesto de un contrato de construcción se compone por:

- **Costo Directo:** Asociados a la obra física, que quedan incorporados en ella.
- **Gastos Generales:** Asociados a los costos complementarios, que si bien no quedan incorporados en la obra, son necesarios para llevarla a cabo.
- **Imprevistos:** Asociado a valores desconocidos antes de la ejecución. Se asocia a un porcentaje de los costos directos: De 3% a 5%.
- **Utilidades:** Ganancia esperada por la empresa. Depende del tamaño del proyecto.
- **Impuesto (IVA):** Impuesto al valor agregado correspondiente al 19% de la suma de los costos anteriormente descritos.

Debido a la naturaleza de la industria de la construcción, es necesario tener un sistema de control de costos que permita comparar los costos reales con los planificados e implementar medidas correctoras para mantener estos dentro de márgenes aceptables.

Así, los costos por controlar son:

- Mano de Obra y su rendimiento
- Materiales
- Equipos y Maquinaria
- Subcontratos

La disponibilidad de estos recursos es normalmente limitada, produciendo un impacto directo en la duración y/o costos del contrato

2.6.2.1 Mano de Obra

Es uno de los recursos principales de un contrato de edificación debido a que solo con el personal adecuado es posible llevar a cabo la ejecución de las distintas actividades. Conocer y comprender el comportamiento de los trabajadores es una función relevante para lograr los objetivos.

Un proyecto industrial se caracteriza por estar conformado por varias contratos específicos y acotados. La mano de obra normalmente es poco especializada y con bajo nivel de estudio, características por las cuales la administración de un contrato de construcción debe saber tratar y administrar al personal mediante incentivos, salarios y otros componentes

Por esto, se desarrolla un plan de mano de obra tiene como objetivo determinar la cantidad y tipo de mano de obra necesaria para el desarrollo de las actividades.

En el ANEXO A. TIPOS Y ESPECIALIDADES DE MANO DE OBRA se presenta un listado de tipos y especialidades de mano de obra en el rubro de la construcción de edificios habitacionales.

2.6.2.2 Materiales

Los materiales, al igual que la mano de obra, son indispensables para materializar un contrato de construcción. Así, el plan de compra y uso de materiales tiene como objetivo determinar la cantidad y calidad de materiales necesarios para el desarrollo de las

actividades, incluyendo los procedimientos para llevar a cabo la compra, recepción y almacenamiento de estos. Al igual que la mano de obra, el plan se confecciona antes de la materialización del proyecto, pero puede sufrir modificaciones con el transcurso del tiempo. La Ilustración 2.5 muestra un diagrama de flujo que representa un procedimiento factible para el control de materiales. (McCaffer, 1999)

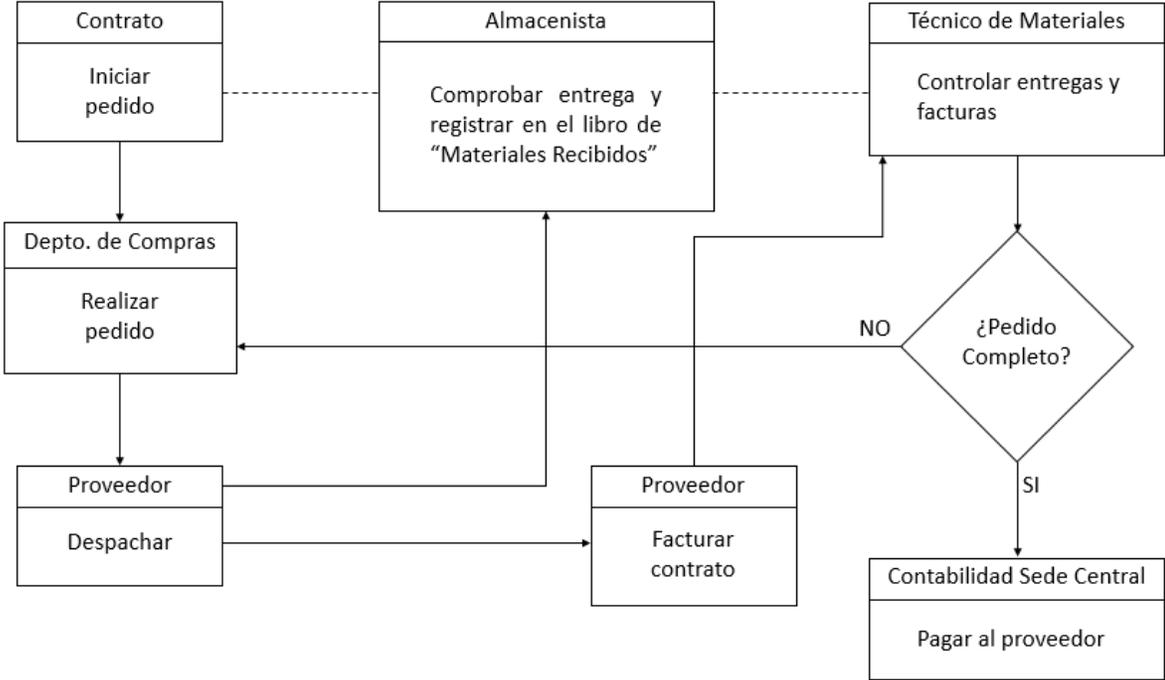


Ilustración 2.5: Suministro de materiales. (McCaffer, 1999)

En el ANEXO B. LISTADO DE MATERIALES se presenta un listado de materiales más comunes en el rubro de la construcción de edificios habitacionales.

2.6.2.3 Equipos y Maquinaria para Construcción

Una empresa constructora tiene de dos opciones para disponer de maquinaria especializada para realizar los trabajos: Comprar o arrendar. El crecimiento de la industria de alquiler ha facilitado la opción de arriendo, llegando a presentar un 50-60% de los equipos utilizados en este tipo de contratos.

En el ANEXO C. LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS se presenta un listado de equipos y maquinarias comunes en el rubro de la construcción de edificios habitacionales.

2.6.2.4 Subcontratos

Corresponden a personas o empresas especializadas, contratadas por el contratista principal para realizar labores o tareas específicas que forman parte del contrato: Instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, hormigón premezclado, etc. La principal característica de las empresas subcontratistas es que solo tienen relación con el contratista principal y no tienen ningún tipo de trato o comunicación con el mandante.

Algunos mandantes especifican en las bases que los subcontratistas a considerar por el contratista deben ser indicados. De todos modos, los participantes de una licitación deben conocer, a través de las bases generales de la organización, que cualquier subcontrato y subcontratista a considerar, debe ser aprobado por el mandante.

Finalmente, la gestión de costos en un contrato de construcción se relaciona con la planificación, financiamiento, gestión y control de los costos de manera tal, que el contrato se complete dentro del presupuesto establecido. Según el PMBOK, la gestión de costos involucra cuatro procesos los cuales se relacionan entre sí y se detallan a continuación (PMI, 2013):

- 1. Planificar la Gestión de Costos:** Políticas, procedimientos y documentación asociada a la gestión de costos.
- 2. Estimar Costos:** Aproximación de los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades.
- 3. Determinar Presupuesto:** Suma de costos estimados para establecer línea base.
- 4. Control de Costos:** Monitorear el estado de costos, actualizar y realizar cambios, de ser necesarios.

2.6.3 Aseguramiento de la Calidad y Gestión de Calidad Técnica

EL aseguramiento de la calidad se refiere a las acciones de tipo administrativo en un contrato para entregar confianza de que los productos o servicios están siendo monitoreados y se desarrolla la calidad comprometida.

La calidad técnica en la construcción queda establecida en el diseño (plano y especificaciones) y está asociada a la experiencia de los trabajadores y del adecuado control a realizar por los supervisores a cargo del trabajo hecho. (Ilustración 2.6)

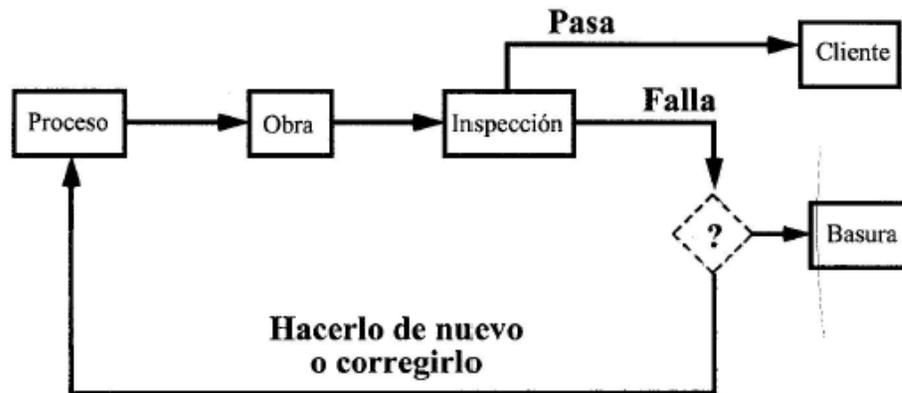


Ilustración 2.6: Proceso de inspección de la calidad en la construcción. (Serpell, 2002)

La gestión de la calidad corresponde al conjunto de procesos y actividades para que el contrato satisfaga las necesidades comprometidas en él. Según el PMBOK, la gestión de la calidad involucra tres procesos los cuales se relacionan entre sí y se detallan a continuación (PMI, 2013):

1. **Planificar la Gestión de la Calidad:** Identificar requisitos y estándares de los entregables y documentar como se demostrará el cumplimiento de estos.
2. **Aseguramiento de Calidad:** Auditar los requisitos de calidad y asegurar el uso de normas de calidad y definiciones operacionales establecidas.
3. **Control de Calidad:** Monitoreo y registro de resultados para evaluar desempeño y proponer cambios de ser necesario.

Algunos enfoques para lograr el cumplimiento de los requisitos especificados de los productos son:

- **Satisfacción del Cliente:** Entender, evaluar, definir y gestionar los requisitos.

- **Prevención antes de Inspección:** La calidad debe ser diseñada y construida, no inspeccionada. El costo de prevenir es menor que el de corregir.
- **Mejora Continua:** El ciclo de Deming es fundamental en la mejora de la calidad, es decir, una vez implementado la gestión de calidad, esta se debe mantener de forma permanente.
- **Costo de la Calidad:** El costo del trabajo conforme y no conforme debe ser compensado.
- **Participación de Empleados:** Grupos de trabajos establezcan los propios objetivos de calidad, integrando sistemas de evaluación y mejoramiento en las distintas áreas.
- **Educación y Capacitación:** Incorporar al personal a un proceso educativo de técnicas y herramientas necesarias para la ejecución de sus labores, aumentando el estándar de calidad en estas.

Así, el control de la calidad tiene como objetivos detectar y/o prevenir los trabajos mal hechos. Para llevar a cabo lo anterior, es necesario identificar los siguientes aspectos:

- Requisitos de calidad exigidos.
- Establecer procedimientos específicos.
- Proporcionar los recursos necesarios.
- Verificación, validación, seguimiento, medición, inspección y ensayos según corresponda en los trabajos.
- Criterios de aceptación.
- Registros de no conformidades y su corrección.

2.6.3.1 Norma ISO 9000

Para implementar el aseguramiento y control de la calidad, es necesario incorporar normas y leyes por las cuales se pueda regir, proporcionar una guía, herramientas y procedimientos para la ejecución de los trabajos. En este contexto, la norma ISO 9000 (International Standards Organization) cumple la función de orientar un sistema de gestión de calidad a proveedores y productores, la cual puede ser aplicada a todos los sectores industriales, independiente de sus características. Tiene como objetivo principal

garantizar la calidad del producto, servicio o bien, mediante la revisión periódica de los procesos, generando acciones preventivas y/o correctoras.

2.6.4 Medio Ambiente

Actualmente, el planeta está sometido a una serie de problemas medioambientales que ponen en riesgo la salud de los seres vivos y la continuidad de los ecosistemas. El medio ambiente es un conjunto de factores físico y biológicos que interactúan con los seres vivos y que afectan en su comportamiento y desarrollo, condicionando la forma de vida de la sociedad.

El ciclo de vida de los proyectos industriales genera numerosos impactos ambientales como la contaminación del agua y aire, erosión y alteración de los ecosistemas. Dado lo anterior, es necesario incorporar criterios de sustentabilidad y considerar variables ambientales en el diseño, construcción y operación de los proyectos, llevando a cabo medidas de mitigación y desarrollar metodologías de menor impacto.

En Chile, La Cámara Chilena de la Construcción (CChC) ha generado una guía orientada a las inmobiliarias, constructoras y subcontratistas con el objetivo de entregar información sobre las buenas prácticas relacionadas con el medio ambiente y proponer medidas de mitigación para atenuar el efecto de las actividades involucrados en los proyectos de construcción sobre el medio ambiente: Emisiones a la atmosfera, ruidos, residuos y relación con los vecinos.

Por otro parte, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) ha publicado una guía de “Estándares de construcción sustentable para viviendas en Chile”, la cual establece buenas prácticas y estándares en el diseño, construcción y operación de viviendas nuevas o usadas y así, mejorar el desempeño ambiental al incorporar criterios de sustentabilidad basados en parámetros verificables y objetivos.

El Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) es el instrumento preventivo que se define en la Ley 19.300 mediante el cual se determina si un proyecto se adapta a las normas ambientales vigentes. Lo anterior se lleva a cabo mediante la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o el Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Un proyecto se aprueba si cumple con la normativa ambiental y con los respectivos permisos sectoriales

o si las medidas propuestas en el estudio de impacto ambiental son responsables de los daños ambientales producidos por las actividades.

2.6.5 Seguridad

Las obras de construcción y todas las actividades relacionadas con estas, presentan una gran cantidad de peligros tanto del personal como de los recursos utilizado durante su ejecución, los que si no son controlados pueden derivar en accidentes, daños o la muerte de trabajadores, daños en equipos e instalaciones y deterioro en el lugar de trabajo.

El continuo contacto con maquinaria pesada, excavaciones, trabajos en altura y uso de herramientas cortopunzantes, entre otros, sumado a los factores externo como el clima y el público, hace necesario que las empresas incluyan en su organización y presupuestos los recursos necesarios para realizar los trabajos en condiciones de seguridad aceptables.

La Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) indica que la accidentabilidad en la construcción supera el 10% anual, es decir, uno de diez trabajadores resulta lesionado durante su trabajo. Por otro lado, estudios sobre siniestralidad en la construcción indican que el 80% de los accidentes son consecuencia de errores en la planificación, organización y control del rubro, mientras que el 20% restante se deben a errores en la ejecución. (Asociación Chilena de Seguridad, [201-])

En la actualidad, todos los antecedentes anteriores son posibles de evitar dado los recursos humanos y tecnológicos existentes que permiten controlar de forma adecuada los peligros en las obras de construcción, además de educar a todo el personal involucrado en los diferentes procesos sobre la prevención de estos en sus actividades.

2.7 EMPRESA CONSTRUCTORA

La empresa constructora es una organización privada con fines de lucro que emplea recursos: Materiales, equipo/maquinaria y mano de obra para ejecutar sus trabajos, mediante un contrato de obra.

Dentro de las características de una obra se encuentran:

- Existencia de elementos similares, pero ninguna es igual a la otra, cada una se diferencia por el alcance, la localización y el diseño.
- Existe una dependencia geográfica y climatológica del sector donde se emplaza la obra.
- Existe gran rotación del personal y del capital de la empresa.

El objetivo principal de una empresa constructora es ganar dinero optimizando el uso de recursos tales como la mano de obra, materiales, equipos, tecnología y gastos generales, cumpliendo con los requisitos de tiempo y costos establecidos.

La estructura de una empresa constructora depende del tamaño de esta, del tipo de sociedad, ubicación geográfica y del tipo de obra que se realiza, y tiene como objetivo que la organización pueda cumplir con sus funciones de forma óptima.

La Ilustración 2.7 presenta el organigrama de una empresa constructora mediana en Chile, mientras que en el ANEXO D. FUNCIONES CARGOS DE EMPRESA CONSTRUCTORA se presenta las principales funciones de los cargos mostrados.

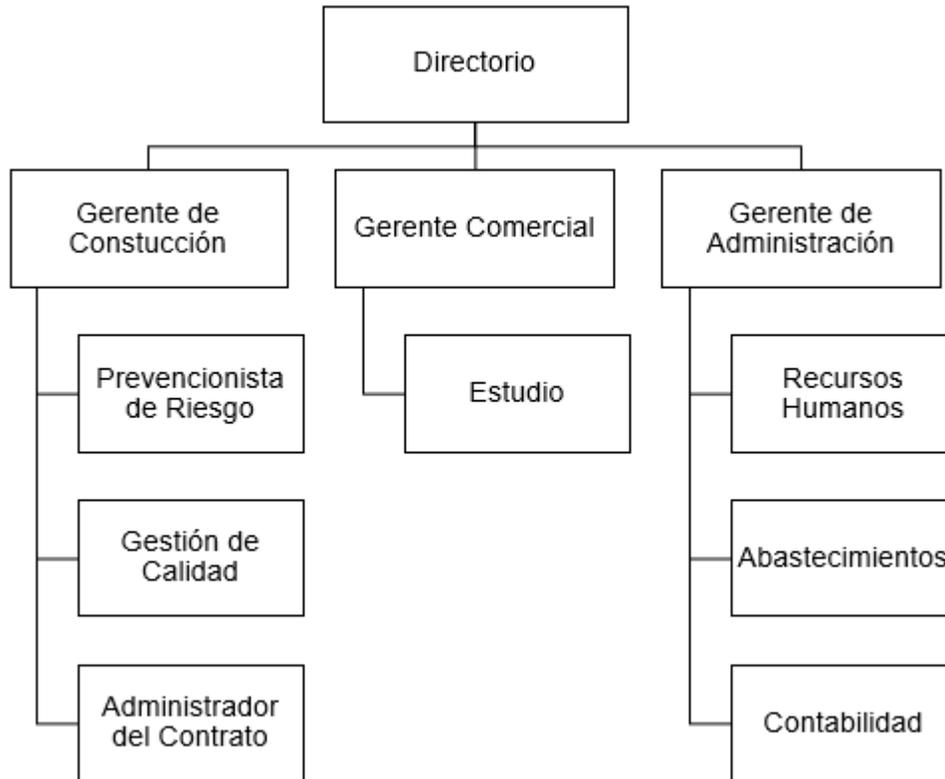


Ilustración 2.7: Organigrama empresa constructora. (Termoliner: Montajes & Construcción, 2019)

Por otra parte, se presenta el organigrama de una obra de construcción de un proyecto de edificación (Ilustración 2.8) en el que se muestran las principales áreas de gestión que participan en la materialización de un proyecto.

Según el decreto supremo N°127 de 1977 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, los rubros existentes en la construcción se clasifican en cuatro: A.- De Edificación; B.- De Urbanización; C.- De Especialidades y D.- De Construcciones Industrializadas. El ANEXO E. CLASIFICACIÓN EMPRESAS CONSTRUCTORAS entrega detalles de los rubros mencionados. El actual trabajo de tesis se enfoca en contratos orientados a obras de construcción de edificación.

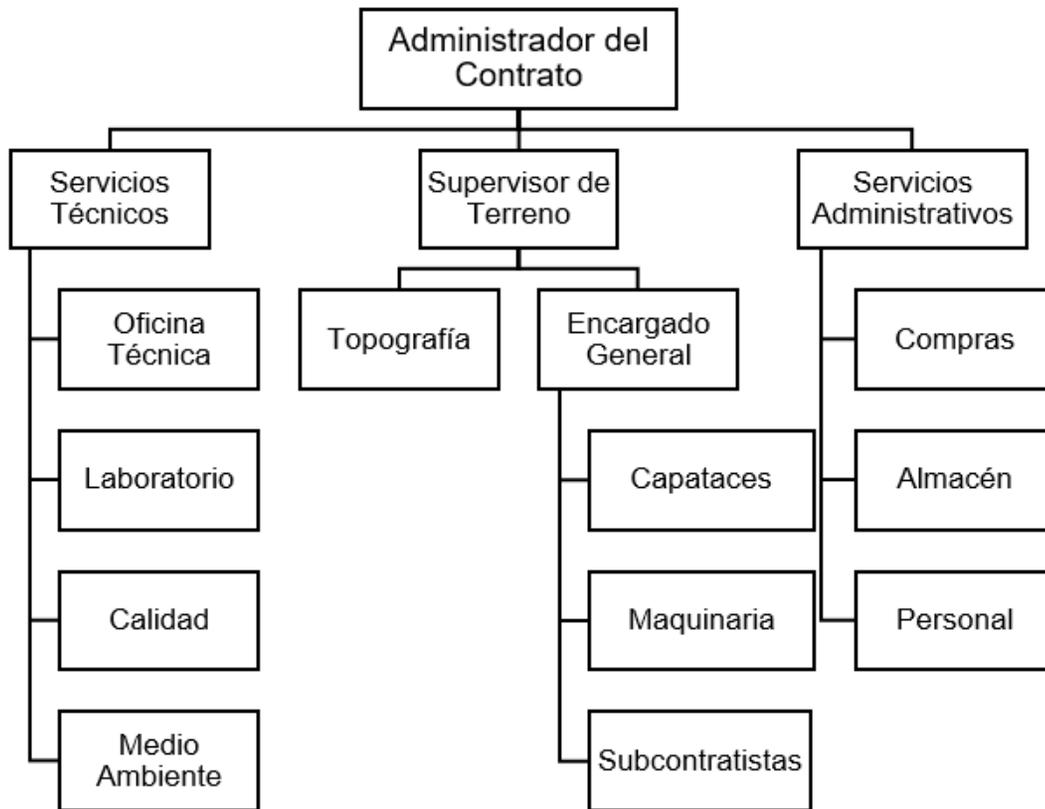


Ilustración 2.8: Organigrama obra de construcción. (Yepes Piquera, 2015)

Finalmente, las empresas constructoras pueden ser clasificadas en los rubros descritos en el ANEXO F. CATEGORÍAS Y REQUISITOS EMPRESAS CONTRATISTAS según los registros que declaren, los cuales deben incluir antecedentes, experiencia y capital. Está inscripción solo los habilita para realizar obras en el registro detallado. De forma paralela, las constructoras deben cumplir con requisitos económicos para poder formar parte de los registros y de las categorías existentes.

3. ANÁLISIS DE DOCUMENTOS CONTRACTUALES

En el actual capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de documentos contractuales tales como las Bases Administrativas Especiales (BAE), Contratos de Construcción y otro tipo de documentos.

3.1. CONTRATOS

El contrato de construcción es un documento legal firmado por ambas partes donde se describen los derechos y deberes de cada una de estas. La redacción de un contrato debe ser clara y específica, evitando ambigüedades. Los documentos típicos de un contrato de construcción son:

- Contrato
- Bases Administrativas Generales
- Bases Administrativas Particulares o Especiales
- Alcance
- Bases de Medida y Pago
- Oferta Técnica
- Oferta Económica
- Diseño (Especificaciones técnicas, planos y memorias de cálculo)
- Normas Internas de la Empresa

En el ANEXO G. CONTENIDOS DEL CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN se presentan los contenidos mínimos que debe considerar la confección de un contrato de construcción junto con la descripción y el detalle de cada uno de estos.

3.2. BASES ADMINISTRATIVAS GENERALES (BAG)

Describen el conjunto de normas y requisitos generales que regulan los contratos de construcción. Contiene disposiciones generales sobre los procedimientos y términos para la regulación de contratos, describen el proceso de licitación y etapas posteriores a su liquidación. Además, entrega antecedentes administrativos, financieros y técnicos del contrato junto con los deberes del contratista, mandante y la relación entre estos.

3.3. BASES ADMINISTRATIVAS ESPECIALES (BAE)

Las Bases Administrativas especiales describen las características administrativas particulares de un contrato. A partir de esto, se definen los requisitos a cumplir, condiciones, obligaciones, derechos, formas de pago, modalidad del contrato, garantías y retenciones, bonos, multas y otras disposiciones que deben ser cumplidas durante el desarrollo de una obra de construcción. Forman parte del proceso de licitación y, posteriormente, del contrato.

La Tabla 3.1 muestra las materias a controlar durante la materialización de un proyecto, especificadas en las Bases Administrativas Especiales. Además, existe un listado de documentos que se debe incluir junto a la oferta técnica (ANEXO H. LISTADO DE DOCUMENTOS OFERTA TÉCNICA) y oferta económica (ANEXO I. LISTADO DE DOCUMENTOS OFERTA ECONÓMICA), según los intereses del mandante.

Tabla 3.1: Materias Bases Administrativas Especiales.

Propósito y alcance	Comunicación entre las partes
Antecedentes generales	Control y seguridad de la calidad
Condiciones de licitación	Procedimientos de seguridad
Presentación de la oferta	Seguros
Periodo de vigencia y garantías	Pagos
Condiciones generales del contrato	Reajuste de precios
Plazos	Compensaciones
Garantía de cumplimiento	Subcontratos
Retenciones por garantía de correcta ejecución	Aportes de recursos por parte del mandante
Garantía de calidad	Cierres parciales del contrato
Programa de trabajo	Condiciones sobre interferencia
Multas y sanciones por incumplimiento del contratista	Representante y supervisión del contratista
Condiciones respecto al personal contratista	Término anticipado del contrato sin causa imputable al contratista
Seguros	DRB
Recepciones	Calificación de desempeño
Documentos para el estudio de la oferta	Comunicación entre las partes
Cambios en el encargo u obra extraordinaria	Propiedad intelectual – industrial
Solicitudes de compensación y reclamos	Informes obligatorios
Plan de protección del medio ambiente	Fuerza mayor
Responsabilidades laborales del contratista	Término anticipado del contrato por incumpliendo de una de las partes, caso fortuito, fuerza mayor o mutuo acuerdo

3.4. BASES TÉCNICAS

Las bases técnicas son parte de los documentos que conforman las bases de licitación y el contrato de construcción y describen términos de referencia técnica que deben ser incorporados a la obra, estableciendo antecedentes básicos, consideraciones técnicas, consideraciones administrativas, metodologías, actividades a desarrollar, modelos y planos, memorias de cálculo y cualquier otra especificación, requisito o restricción que deba ser incorporada al producto.

3.5. BASES DE MEDIDA Y PAGO

Las bases de medición y de pago son parte de los documentos que conforman las bases de licitación y el contrato de construcción y establecen una descripción de todas las partidas incluidas en el presupuesto y el sistema de medición de cada una para llevar a cabo los pagos por obra realizada. Estas bases rigen durante todo el desarrollo del contrato.

4. GESTIÓN DE VARIABLES EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En el presente capítulo se desarrollan pautas para la gestión y control de las variables plazo, costo, calidad, medio ambiente y seguridad en la etapa de construcción, a partir del análisis de materias de los contratos. Lo anterior, se lleva a cabo en base a La Guía de los Fundamentos para Dirección de Proyectos (PMBOK), presentando herramientas y técnicas en el desarrollo de cada variable capaces de ser aplicadas en la materialización de un proyecto de edificación.

El objetivo principal de este capítulo es proponer la adaptación de algunas herramientas del PMBOK a la etapa de construcción, que puedan contribuir a la minimización de costos y plazos, cumpliendo con la calidad y con la prevención de la seguridad y el cuidado del medio ambiente.

A partir del desarrollo de este capítulo se desea proponer las siguientes ventajas en el usuario:

- Gestionar los recursos de forma eficiente
- Identificar y desarrollar mejores prácticas en la construcción
- Entrenar, orientar y capacitar al personal
- Monitorear y controlar de forma más precisa las actividades
- Desarrollar y gestionar procedimientos, plantillas y documentación estándar para otros proyectos de inversión
- Otros

4.1 GESTIÓN DE LA VARIABLE PLAZO

La gestión del plazo en la etapa de construcción está orientada a todos los procesos requeridos para terminar dentro del tiempo estipulado en el contrato.

Lo anterior, se lleva a cabo a partir de la programación de las actividades de construcción previa al contrato, lo cual es una tarea fundamental que tiene como objetivo identificar las actividades que compone el contrato de construcción, la duración de cada una de ellas y la secuencia entre ellas.

Para la identificación de las actividades se propone la utilización del sistema de información del WBS (Work Breakdown Structure) de la obra. Esta última es una herramienta clave dada por el Project Management para definir el alcance del contrato, cuya forma esquemática se represente en la Ilustración 4.1 mientras que el ANEXO J. EJEMPLO DE WBS DE UN EDIFICIO presenta un ejemplo extendido del WBS correspondiente a la construcción de edificios.

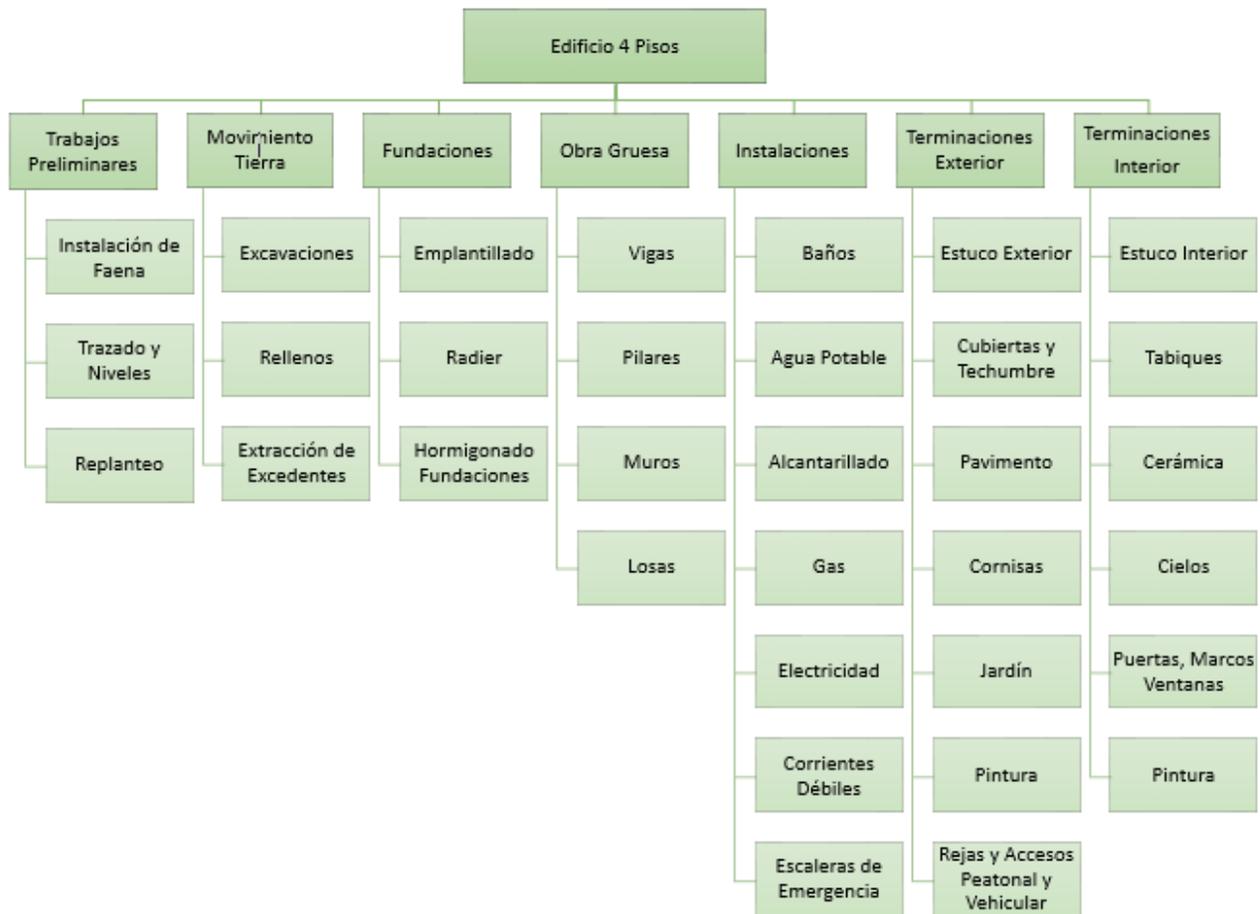


Ilustración 4.1: Esquema WBS.

De forma posterior, se determina la duración de cada actividad y las relaciones de precedencia entre ellas, construyendo la malla CPM e identificando la línea crítica del programa.

Las ventajas de tener un control permanente de avance físico de las actividades son:

- Detectar y prevenir desviación con respecto al programa.
- Influir en factores que afecten de manera positiva el cumplimiento de plazos.

- Identificar cuellos de botellas.
- Detectar retraso de actividades.

La información de entrada que se requiere para llevar a cabo el control del cronograma y de los plazos es:

- Desglose de actividades (WBS)
- Secuencia y duración de actividades
- Cronograma de trabajo

A continuación, se detallan los mecanismos para el control del cronograma de trabajo, lo que se traduce en el control del tiempo en la etapa de construcción.

4.1.1 Determinación de Curva S Programada

Es posible representar la red CPM en una carta Gantt determinando el cronograma de trabajo (Tabla 4.1). Con esta información se construye la curva S del programa teórico (Ilustración 4.2). El avance físico real a cierta fecha considera el porcentaje de avance real ponderado por el nivel de importancia de la actividad.

Tabla 4.1: Ejemplo cronograma.

N°	Actividad	Duración	% Incidencia	Periodo															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Actividad 1	2	5.6%	2.8%	2.8%														
2	Actividad 2	4	11.1%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%												
3	Actividad 3	5	13.9%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%											
4	Actividad 4	3	8.3%						2.8%	2.8%	2.8%								
5	Actividad 5	7	19.4%						2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%				
6	Actividad 6	6	16.7%						2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%					
7	Actividad 7	4	11.1%								2.8%	2.8%	2.8%	2.8%					
8	Actividad 8	2	5.6%														2.8%	2.8%	
9	Actividad 9	3	8.3%															2.8%	2.8%
	Parcial [%]			8.3	8.3	5.6	5.6	2.8	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	5.6	5.6	5.6	2.8	2.8%
	Acumulado [%]	36	100.0%	8.3	16.7	22.2	27.8	30.6	38.9	47.2	55.6	63.9	72.2	80.6	86.1	91.7	97.2	100.0	

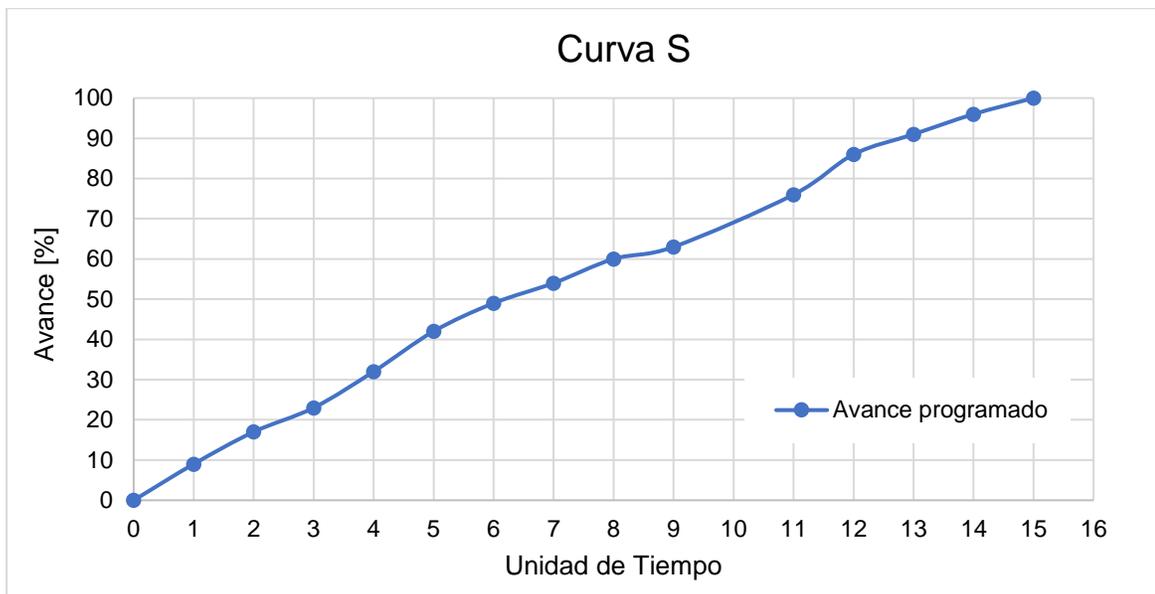


Ilustración 4.2: Curva S del programa real.

El control de plazos tiene como objetivo comparar el avance y la utilización reales de los recursos con el avance programado y utilización de recursos programados. Permite tomar decisiones en base a hechos con el fin de gestionar cambios en la línea base del cronograma, ajustar las deficiencias y producir un efecto positivo en cuanto a los resultados esperados de las actividades en torno a su duración.

4.1.2 Formularios

Este tipo de documentos se utiliza para el análisis de los factores que causaron retraso en las actividades y ayudan a definir los problemas que pueden estar presentes en la obra. Pueden entregar información precisa sobre la existencia de elementos nocivos y aspectos que afectan el desempeño de los trabajadores y fallas administrativas.

Un ejemplo de formulario es mostrado en la Tabla 4.2 el cual tiene como objetivo identificar interrupciones y la incidencia de ellas mediante el registro de actividades paralizadas, el motivo, las horas no trabajadas y la cantidad de hombres involucrada y tomar las acciones correctivas necesarias. Este tipo de formularios se puede llevar a cabo de forma mensual o semanal según el tipo de actividades que se lleven a cabo.

Tabla 4.2: Formulario paralización de actividades.

Contrato:			
Actividad:		Fecha Semanal:	
Cuadrilla:		Encargado:	
Motivo de la interrupción	Horas no trabajadas	Horas reales trabajadas	Horas planificadas

4.1.3 Muestreo de Actividades

El objetivo es el estudio del tiempo utilizado en la realización de actividades y así, conocer los factores que afectan la productividad. Se debe tener en cuenta que consiste en un análisis cuantitativo del uso del tiempo, las observaciones deben ser hechas de forma aleatoria, se deben dividir las actividades por categoría y los resultados permiten obtener una inferencia del uso de los recursos.

Las etapas de un muestreo de actividades son:

1. **Definir Objetivo:** Selección del trabajo a estudiar, número e identificación de trabajadores involucrados (y/o equipos).
2. **Categorías de Trabajo:** Trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo especificando las actividades que involucran cada una.
3. **Toma de Datos:** Registro de actividades mediante la observación desde un punto fijo de la obra o realizando el recorrido de esta en forma aleatoria.
4. **Análisis de Datos:** Se determina el porcentaje de tiempo que los recursos ocupan cada una de las categorías definidas en el punto dos, determinando las actividades a ser intervenidas para mejorar la productividad.

4.1.4 Medición del Trabajo

El objetivo es establecer el tiempo que tardará un trabajador en finalizar una actividad específica. Para llevar a cabo esto, se subdividen las actividades en elementos que faciliten la medición del tiempo. Con la utilización de un cronómetro es posible cuantificar el tiempo que toma cada elemento que forma parte de una actividad, y a su vez, cuantificar el tiempo que debería tomar la actividad completa, estableciendo parámetros comparativos.

A través de la observación de los trabajos se puede realizar la clasificación de la mano de obra según cuatro categorías (McCaffer, 1999)

- 125: Muy rápido, mucha destreza, alta motivación.
- 100: Activo, destreza especializada, motivado.
- 75: No muy rápido, destreza media, poco interés.
- 50: Muy lento, sin destreza, sin motivación

Con lo anterior, se puede determinar el plazo básico o normal que demora un trabajador en realizar una tarea mediante la siguiente ecuación (clasificación estándar igual a 100):

$$D_n = \text{Tiempo observado} \times \frac{\text{Clasificación estimada}}{\text{Clasificación estándar}} \quad (4.1)$$

A partir del plazo básico o normal, se puede determinar el plazo estándar para la realización de actividades (McCaffer, 1999):

$$\text{Plazo estandar} = \text{plazo básico} + \text{períodos de descanso} + \text{imprevistos} \quad (4.2)$$

Lo anterior, representa un tiempo estándar para que un trabajador cualificado ejecute una tarea o actividad. A partir de esto, se puede obtener el rendimiento de la mano de obra en una actividad, realizando una comparación con el tiempo real necesario para la ejecución de tarea. Esto se lleva a cabo a partir de la siguiente ecuación (McCaffer, 1999):

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Plazo estandar total para todas las tareas medidas}}{\text{HH de trabajo disponibles}} \quad (4.3)$$

4.1.5 Capitalización de la Información

Con el transcurso de la obra, es posible llevar a cabo el control del cronograma a partir de las fechas estimadas de inicio y término de cada una de las actividades. Con esto, es posible detectar retrasos o adelantes en las actividades. Para la realización de estos registros, es útil tener disponible el WBS de la obra. Un ejemplo de planilla para llevar a cabo este control se presenta en la Tabla 4.3 y Tabla 4.4.

Tabla 4.3: Planilla seguimiento plazos actividades.

Contrato:							
Encargado:				Área:			
Actividad	OD	Programado		Requerido		Real	
		Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término

Tabla 4.4: Planilla seguimiento de avance de actividades.

Contrato:					
Encargado:			Fecha:		
Área:			Período:		
Actividad	OD	% Completado		% por Completar	Tiempo Requerido
		Programado	Real		

Finalmente, es posible llevar a cabo el control de los proveedores de equipos y materiales, con el fin de determinar el cumplimiento de los contratos establecidos con estos y determinar acciones futuras en caso de que el resultado sea negativo. A partir de esto, la empresa constructora puede determinar una lista de proveedores confiables y no confiables para la planificación de obras futuras. La Tabla 4.5 muestra un ejemplo de planilla de control.

Tabla 4.5: Planilla control de proveedores.

Contrato:					
Encargado:					
Área	Detalle de adquisición	Responsable	Fecha programada	Estado	Observaciones

4.1.6 Determinación de Curva S Real

Es un gráfico del porcentaje del trabajo realizado en función del tiempo, el cual representa el estado de avance físico real de la obra en comparación con el avance físico programado, representando de forma gráfica si la obra está adelantado, atrasado o avanza de acuerdo con la programación confeccionada.

Para la confección de la curva S es necesario calcular el avance porcentual de las actividades medidas en obra y la ponderación de cada una de ellas sobre el total de horas hombre determinadas en el costo directo del contrato de construcción:

$$\% Avance = \frac{HH_{hasta\ el\ periodo}}{HH_{totales\ del\ contrato}} * 100 \quad (4.4)$$

Con esta misma fórmula, es posible determinar el peso relativo de cada actividad al inicio de la obra y confeccionar la Tabla de incidencia (Tabla 4.6)

Tabla 4.6: Incidencia de actividades en obra.

Contrato:					
Periodo			Fecha:		
N°	Actividad	Duración	% Incidencia	Avance Real	Avance Periodo
TOTAL					

Así, la Ilustración 4.3 representa la curva de control del avance físico para el control del plazo y se identifican dos casos:

1. Curva real sobre curva programada, la obra se encuentra adelantada.
2. Curva real bajo curva programada, la obra se encuentra atrasada.

Cabe recalcar que es posible preparar una Curva S para algunas actividades críticas de la obra por separado pudiendo distinguir posibles cuellos de botella o causas de retraso.

De esta forma es posible comparar el avance físico programado con el avance físico real y llevar a cabo modificaciones en caso de que sea necesario.

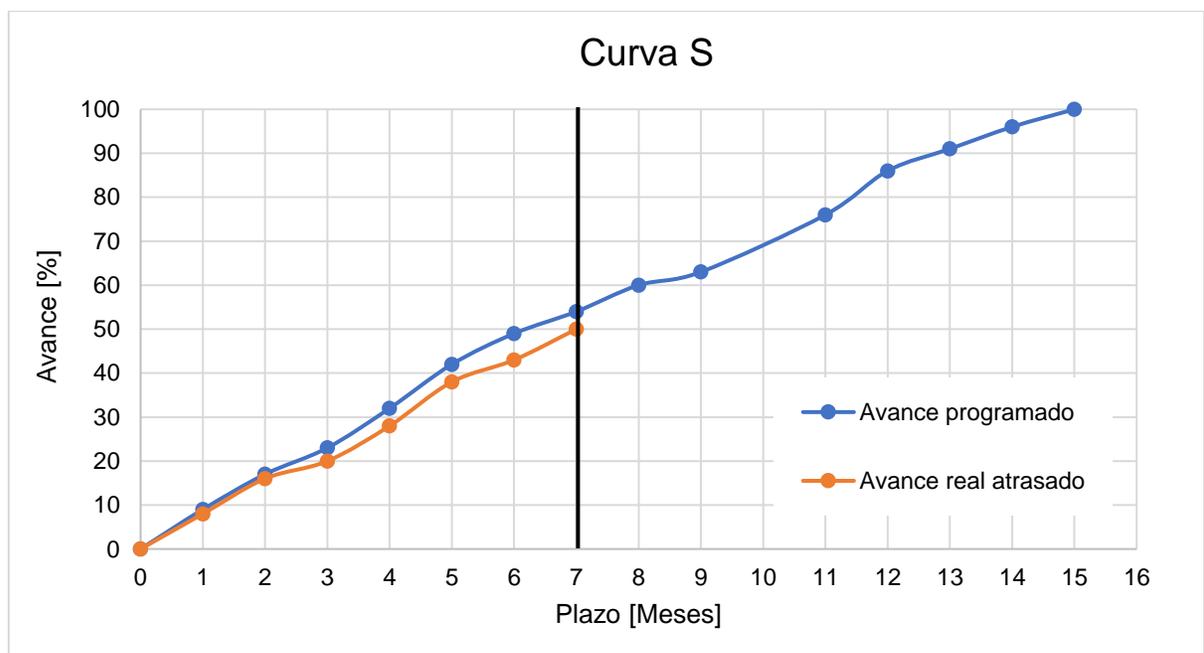


Ilustración 4.3: Curva S para control de avance físico.

4.1.7 Sistema Last Planner

Otra herramienta para controlar la variable plazo es el uso de la metodología Last Planner. Este sistema consiste en llevar a cabo una programación semanal de las actividades, considerando las actividades de la semana anterior y los objetivos para la semana siguiente, a partir del progreso de la semana actual.

Para confeccionar la programación semanal de actividades, se realizan las siguientes etapas:

1. Revisar actividades terminadas, no terminadas y sus causas, y programadas.
2. Reconocer restricciones que dificulten el término o inicio de las actividades.
3. Determinar Acciones correctivas o preventivas para levantar restricciones.
4. Determinar avances hasta la fecha y avances futuros.
5. Realizar programación definitiva según avances determinados junto con los compromisos de los encargados de cada área.

Para la correcta implementación del Last Planner, es necesario considerar:

- Realización de reuniones semanales de corta duración y con distribución de información precisa para confeccionar la programación futura.
- En estas reuniones deben participar todos quienes estén involucrados en la administración de la obra: Administrador de contrato, jefe de oficina técnica, jefe de terreno, capataces, etc.
- A cada actividad se le asigna un responsable.
- Cada responsable debe informar semanalmente los resultados y restricciones existentes.
- Llevar a cabo seguimiento de las restricciones hasta el levantamiento de estas.
- Confección de la planificación semanal.
- Actualización del programa de forma constante para evitar desalineamientos con el programa desarrollado a corto plazo.

El indicador utilizado para informar sobre las metas es el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) el cual mide si los avances comprometidos se cumplen con el plan semanal. Se define como (Soluciones e Ingeniería ELROY, 2014)

$$PAC [\%] = \frac{N^{\circ} \text{ de actividades cumplidas}}{N^{\circ} \text{ de actividades totales}} * 100 \quad (4.5)$$

Así, si la actividad se encuentra realizada y terminada, se le asigna el valor 1. Por el contrario, si la actividad no se ha finalizado según lo programado, se le asigna el valor 0.

Finalmente, si una actividad no tiene el avance esperado, es necesario reportar las causas de no cumplimiento (CNC) e identificar el origen de esta. Estas razones se pueden

documentar según la frecuencia de ocurrencia, con el objetivo de resaltar las causas predominantes y enfocar mejor los esfuerzos.

Un ejemplo de planificación semanal bajo la metodología Last Planner se muestra en la Tabla 4.7

Tabla 4.7: Planilla control Last Planner.

Contrato:										
Encargado:										
Fecha Reunión:					Fecha Semanal:					
Actividad	Semana					Responsable Ejecución	PAC	% Avance		CNC
	L	M	M	J	V			Solicitado	Cumplido	

4.1.8 Actualización del Programa

A partir del control de las actividades y de las estimaciones realizadas para definir el desempeño del cronograma, es necesario actualizar este último con los datos reales de construcción y con las modificaciones que se puedan haber realizado en función de los resultados obtenidos, siempre y cuando no afecten las actividades posteriores.

4.1.9 Reprogramación del Programa

En caso de existir un retraso importante de las actividades, se debe llevar a cabo la reprogramación del cronograma, determinando nuevos plazos para la finalización de estas, manteniendo el plazo del contrato. Es posible que para lograr el nuevo objetivo, sea necesario inyectar más recursos a la obra, por lo que es de vital importancia que se lleven a cabo las solicitudes de cambio necesarias y que estas sean revisadas y aceptadas por todos los involucrados en la gestión de los plazos y el mandante.

4.2 GESTIÓN DE LA VARIABLE COSTO

La gestión del costo en la etapa de construcción está orientada a todos los procesos requeridos para finalizar el proyecto dentro del presupuesto estipulado en el contrato. La estimación de costos se desarrolla para determinar el costo de los recursos necesarios para completar las actividades descritas en el cronograma, generando el presupuesto de obra, el cual se estructura de la siguiente forma:

1. Costos Directos
2. Gastos Generales
3. Imprevistos
4. Utilidades
5. Impuesto (IVA)

El presupuesto se utiliza como línea base para el control de costos durante la construcción y determina las sumas de dinero que se gastarán en cada periodo de la obra. Con esta información, es factible realizar un perfil de flujo efectivo e informes de avance y así, conocer el comportamiento del presupuesto en el presente y analizar las consecuencias futuras, influyendo en estas últimas para generar cambios beneficiosos y permitiendo que el contratista logre obtener los beneficios esperados.

Así, el control de costos permite comparar y analizar los costos programados con los costos reales junto con el porcentaje de avance de las actividades, determinando sobrecostos y ahorros. Las ventajas de llevar a cabo el control de costos son:

- Detectar desviaciones de costos con respecto al plan.
- Influir en factores que afecten de manera positiva el cumplimiento del presupuesto.
- Gastos no excedan los fondos autorizados por periodo.
- Analizar la relación de fondos consumidos y trabajo realizado.

La información de entrada que se requiere para llevar a cabo el control del presupuesto es:

- Asimilar el sistema de información de actividades y asociarlas al concepto de ítems de presupuesto del desglose de actividades (WBS), es decir, asociar cada actividad del programa al ítem del presupuesto.

- Distribuir los costos de cada actividad de acuerdo con el cronograma de trabajo.
- Descripción de precios unitarios por partida: Mano de obra, materiales, equipos, maquinarias y otros.
- Presupuesto de la obra.

A continuación, se detallan los mecanismos para el control del presupuesto de obra, lo que se traduce en el control del dinero en la etapa de construcción.

4.2.1 Sistemas de Control

Los sistemas de control permiten observar los niveles de costos de los trabajos realizados y compararlos con el programa de trabajo, con el objetivo de poder llevar a cabo medidas.

El desafío importante del control de costos y las características de cada obra, tales como el tamaño y la complejidad, conllevan realizar un análisis del sistema de control de costo, donde se deben considerar los siguientes factores:

- Existencia de un equilibrio entre los costos y beneficios del control de coste.
- Si el sistema a utilizar para el control es un método básico, se debe tener en cuenta la baja cantidad de errores que se pueden detectar.
- Los sistemas de control son retroactivos por lo que el momento de realizar acciones correctivas puede ser demasiado tarde para generar un beneficio.
- La dificultad de la toma y procesamiento de datos puede ser facilitado por las tecnologías de la información desarrolladas hasta el presente.

Los sistemas de control de costos utilizados en la actualidad son:

- **Beneficio y pérdidas globales:** Se basa en la comparación entre las sumas de dinero pagadas al contratista y el dinero utilizado en pagos de materiales, mano de obras, equipos y gastos generales, la cual se lleva a cabo cuando la obra ha finalizado.
- **Beneficio o pérdidas en cada obra con fechas de valoración:** Los costos totales hasta la fecha se comparan con las valoraciones brutas de las retenciones. Sirve como guía para ver qué actividades necesitan más atención que otras.

- **Costos unitarios:** Se detallan los costos acumulados, ya sea por actividad o por período, y se dividen por la cantidad de trabajo realizado, lo que permite comparar estos últimos con los precios unitarios presentados en la oferta.
- **Sistemas basados en los principios del cálculo de costos estándar:** Se compara el costo de las actividades realizadas con el costo de producirlas.
- **Medidas de realización:** Cuantificar la magnitud de cualquier desviación que ocurra en los costos y determinar la causa.
- **Herramientas computacionales:** Llevan a cabo la comparación entre los costos planificados con los costos reales. Sin embargo, no entregan las causas de las alteraciones.
- **Planificación adicional:** Llevar a cabo estimaciones de costos nuevas y análisis de métodos de construcción alternativos durante la obra, permitiendo realizar cambios donde el presupuesto se vea beneficiado.

4.2.2 Flujo de Caja

Debido a los periodos de duración de las obras de construcción, es indispensable llevar a cabo el pronóstico de las necesidades de fondo con el objetivo de tener provisiones de dinero en caso de que se desarrollen problemas en la economía del país.

La información necesaria para llevar a cabo el flujo de caja es:

- Valor del dinero que el contratista percibirá por los trabajos realizados en el tiempo.
- Retraso de los pagos entre emisión de boletas y pago de estas.
- Condiciones de retenciones y pago de estas.
- Costos obligatorios del contratista ocasionados por la mano de obra, materiales, maquinaria y otros elementos.
- Presupuesto de la obra.

Con la información anterior, es posible realizar informes sobre los ingresos de dinero por parte del mandante y egresos de dineros por los estados de avance de la obra, permitiendo que esta tenga cierta estabilidad financiera. Además, mediante el flujo de caja es posible percibir si el contratista se está viendo beneficiado o perjudicado al llevar a cabo la obra de construcción.

4.2.3 Capitalización de la Información

Es recomendable también llevar a cabo el control del presupuesto mediante registros periódicos que den cuenta los costos programados y los costos reales de las diferentes partidas. Estos registros se pueden confeccionar a partir del desglose de actividades llevado a cabo en el WBS y de los precios unitarios de cada partida. La Tabla 4.8 presenta un ejemplo de planilla para controlar el costo de la obra, mientras que la Tabla 4.9 y Tabla 4.10 presentan ejemplos de planillas para control los precios unitarios total y desglosado de las actividades respectivamente.

Tabla 4.8: Planilla control de costos.

Contrato:				
Fecha:			Periodo	
Partida	Costo Programado	Costo real	Variación Costo	% Ejecutado

Tabla 4.9: Planilla control de costos por partida.

Contrato:					
Fecha:					
Periodo:					
Ítem	% Avance	Presupuesto		Costo Real	Dif.
		Total	Avance		
Total hasta la fecha					

Tabla 4.10: Planilla control de precios unitarios mensual por partida.

Contrato:										
Fecha					Periodo:					
Ítem	% Avance	Costo Materiales			Costo Equipo			Costo M.O.		
		Prog.	Real	Dif.	Prog.	Real	Dif.	Prog.	Real	Dif.

De forma paralela, se puede llevar a cabo control mensual de los costos de los materiales (Tabla 4.11) y control semanal de los costos de los equipos (Tabla 4.12).

Tabla 4.11: Planilla mensual control de costos materiales.

Contrato:						
Partida:						
Fecha:				Mes:		
Material	Unidad	Cantidad		Monto		Total
		Acumulada	Periodo Actual	Acumulado	Periodo Actual	
Costo Programa						
Costo Real						
Variación						

Tabla 4.12: Planilla semanal control de costos de equipos.

Contrato:								
Partida:								
Fecha:					Semana:			
Equipo	Valor HM	Horas Trabajadas					Total Horas	Costo Total
		L	M	M	J	V		
Total Horas								
Costo Total								

Finalmente, se puede llevar a cabo el control de los Gastos Generales (Tabla 4.13) y del uso de dinero destinado a imprevistos (Tabla 4.14).

Tabla 4.13: Planilla control de gastos generales mensual.

Contrato:				
Encargado:				
Fecha:				
Ítem	Periodo 1		Periodo 2	
	Programado	Real	Programado	Real
Total				

Tabla 4.14: Planilla control de imprevistos.

Contrato:		
Encargado:		
Fecha:		Monto Programado:
Mes/ Periodo	Causal	Monto Utilizado
Total		
Monto excedente		

4.2.4 Curva S de Costos

Al igual que el control del plazo, se plantea la utilización de la curva S con el fin de obtener una idea general de los costos incurridos en obra, presentando el costo acumulado programado y real en función del tiempo.

Para obtener la curva real, se suman los costos directos realizados hasta la fecha de control. A diferencia del control de plazos, que la curva real no coincida con la programada no significa que exista un sobre costo o ahorro en los costos, sino que se ha gastado más o menos de lo programado a la fecha. Es decir, es una herramienta que sirve de

referencia y no como control propiamente tal. La Ilustración 4.4 representa un ejemplo de curva S para costos.

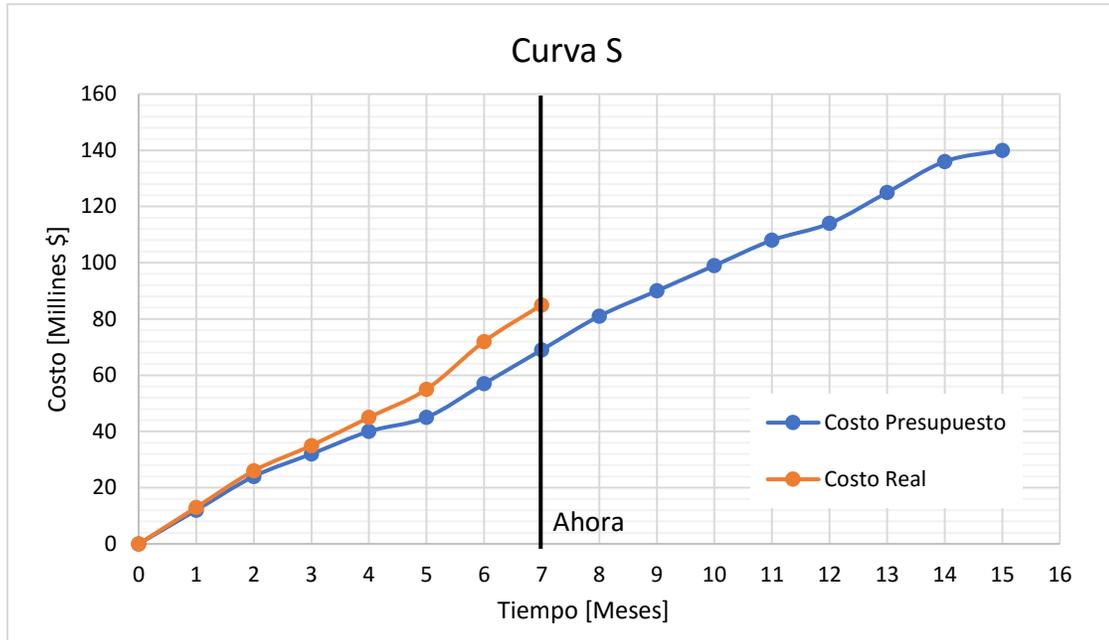


Ilustración 4.4: Curva S para costos.

4.2.5 Método del Valor Ganado y Pronóstico en el Tiempo

Este método utiliza la información de los recursos, cronograma y alcance de la obra de construcción con el fin de obtener índices de avance y desempeño de las actividades y de la obra en función de los costos incurridos en ella. Es necesario determinar tres variables:

- **Valor Planificado (PV):** Corresponde al presupuesto asignado para el trabajo programado en el cronograma.
- **Valor Ganado (EV):** Corresponde al trabajo realizado con respecto al presupuesto destinado para dicho trabajo, el cual no debería ser mayor al valor planificado para dicha tarea.
- **Costo real (AC):** Costo efectivo de las actividades llevadas a cabo en un período de tiempo específico.

Con esta información, es posible determinar la variación del cronograma (SV), el cual determina en qué medida las actividades se encuentran atrasadas o adelantadas, la variación del costo (CV), el cual determina el monto de déficit o superávit del presupuesto, el índice de desempeño del costo (CPI), el cual expone la eficiencia en el uso del dinero y el índice de desempeño del cronograma (SPI), el cual expone la eficiencia en el uso del tiempo.

$$SV = EV - PV \quad (4.6)$$

$$CV = EV - AC \quad (4.7)$$

$$CPI = \frac{EV}{AC} \quad (4.8)$$

$$SPI = \frac{EV}{PV} \quad (4.9)$$

Si la variación del cronograma es menor a cero, significa que las actividades están retrasadas con respecto a lo programado. De forma contraria, si la variación del cronograma es mayor a cero, las actividades están adelantadas. Paralelamente, si el índice de desempeño del cronograma es menor a uno, refleja que la cantidad de actividades o trabajo realizado es inferior a lo programado. De forma contraria, si el resultado es mayor a uno, la cantidad de trabajo ejecutado es mayor al previsto.

Por otra parte, si la variación del costo es menor a cero, significa que las actividades están sobre los costos presupuestados. De forma contraria, si la variación del cronograma es mayor a cero, las actividades causaron un ahorro sobre los costos. Paralelamente, si el índice de desempeño del cronograma es menor a uno, indica que los costos reales durante el periodo de tiempo estudiado son superiores al presupuestado con respecto al trabajo completado. De forma contraria, si el resultado es mayor a uno, indica que los costos reales son inferiores.

Es posible tabular la información obtenida y desarrollar la curva de la variación de los costos. La Tabla 4.15 muestra un ejemplo de planilla mientras que la Ilustración 4.5 representa la curva de costos.

Tabla 4.15: Planilla Valor ganado para el control de costos.

Contrato:							
Encargado:							
Actividad							
Periodo	PV	EV	AC	SV	CV	SPI	CPI

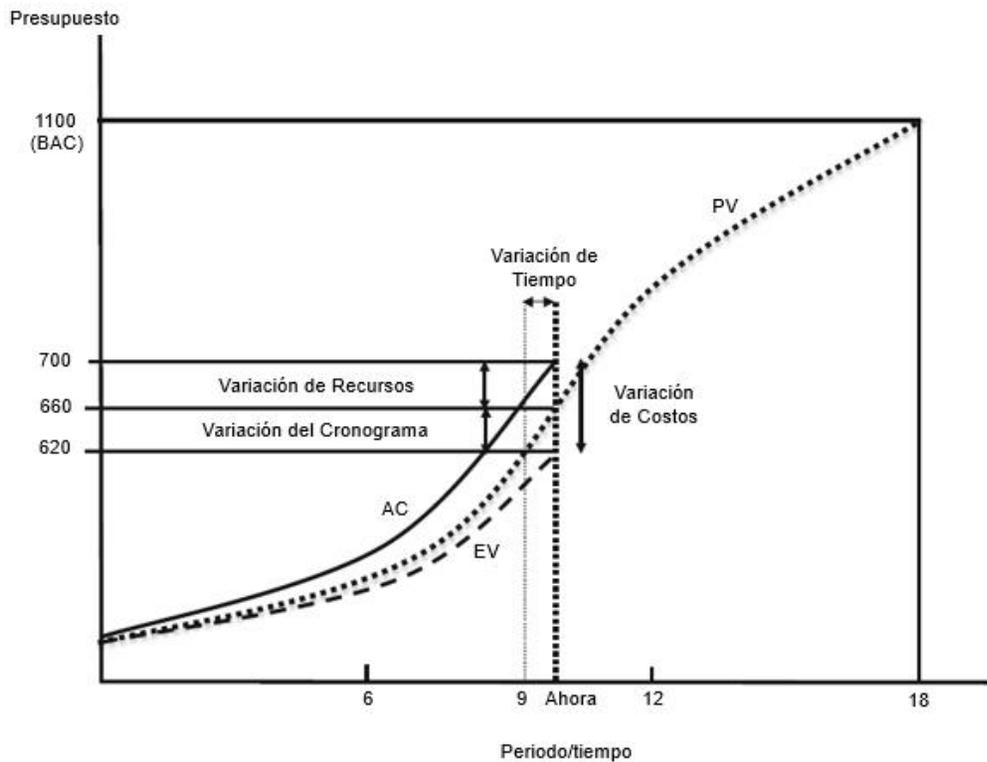


Ilustración 4.5: Variación de costos valor ganado. (De Marco, 2018)

Por otra parte, a medida que el proyecto avanza se puede determinar la estimación hasta la conclusión de los costos (EAC) en base a la información disponible y a los índices de desempeño de costo y cronograma obtenidos, considerando así una tasa de eficiencia de las actividades:

$$EAC = AC + \frac{(BAC - EV)}{\alpha * CPI + \beta * SPI} \quad (4.10)$$

$$\alpha + \beta = 1 \quad (4.11)$$

Donde α y β son ponderadores de los índices de desempeño y el BAC corresponde al presupuesto a la conclusión planificado.

4.2.6 Proyección del Resultado del Presupuesto

A partir del control de costos y de las estimaciones realizadas, es necesario proyectar el resultado final. Es de vital importancia que se formalicen a la brevedad los Cambio de Ordenes revisados y aprobados por el mandante. Las modificaciones realizadas deben ser anexadas al contrato de obra y a la documentación que aborda los precios unitarios.

4.3 GESTIÓN DE LA VARIABLE CALIDAD

El término calidad se asocia al grado de aceptación o cumplimiento de un producto o servicio a los requisitos o necesidades impuestos. Así, la gestión de la calidad es el proceso que define las políticas, los objetivos y las responsabilidades para que la obra satisfaga las necesidades para las que fue acometido. Dentro de este contexto, la gestión de la calidad en la construcción está relacionado directamente con dar cumplimientos a las cláusulas establecidas en el contrato, asegurando que las actividades se lleven a cabo según la planificación realizada, abarcando además la implementación, seguimiento y mejora de todos los procesos.

La Gestión de Calidad en la Construcción consta de dos partes:

- **Aseguramiento de Calidad:** Orientado a la implementación y gestión del Plan de Calidad en Obra, la realización de auditorías internas y el mejoramiento continuo.
- **Control de Calidad Técnica:** Orientado a la calidad física de los productos y servicios, la cual se mide y se compara con las especificaciones técnicas del contrato y con la normativa vigente.

Los requisitos de calidad deben ser claros y verificables y se debe disponer de datos para demostrar los cumplimientos de estos.

La información de entrada que se requiere para llevar a cabo la gestión de la calidad es:

- Plan de calidad
- Especificaciones técnicas
- Métricas de calidad
- Leyes y normativa vigente

La Ilustración 4.6 presenta la pirámide de calidad con respecto a los procesos realizados para la gestión de esta en construcción. Mediante esta imagen, se expresa que los procedimientos básicos y fundamentales para el éxito de la gestión de calidad son la Calidad Técnica y el Aseguramiento de Calidad de todas las actividades insertar en un contrato de construcción, seguido de todos los procesos internos que cada organización estime necesarios (representado por el espacio vacío del triángulo). Finalmente, se presenta la Calidad Total como un concepto al que todas las empresas u organizaciones

debiesen aspirar, en la cual no se considera error alguno. Sin embargo, debido a las características del rubro, el alcance de esta es de difícil acceso.



Ilustración 4.6: Triángulo de la Calidad en Construcción. (Pulgar, 2019)

A continuación, se detallan los mecanismos para la gestión de la calidad de la obra, lo que se traduce en el control de los requisitos.

4.3.1 Aseguramiento de la Calidad

Se centra en la prevención de defectos integrando la gestión de calidad en los procesos productivos, mediante actividades planificadas y sistemáticas definidas en el plan de calidad de la obra. El objetivo principal del aseguramiento de la calidad es generar confianza en que los entregables cumplen con los requisitos establecidos.

Así, para llevar a cabo el aseguramiento de calidad es necesario que la empresa constructora defina el Plan de Gestión de Calidad, además de conocer los objetivos y requisitos de calidad de las actividades, establecer procesos y documentación, proporcionar recursos, establecer criterios de aceptación de los productos, determinar procesos de medición, validación, seguimiento, inspección y ensayo de los trabajos y generar la evidencia necesaria para corroborar que los productos cumplen con los requisitos establecidos en el contrato,

Algunas herramientas utilizadas para el aseguramiento de la calidad son:

1. **Diagramas de Afinidad:** Descomposición del alcance formando patrones organizados de pensamientos.
2. **Gráficas de Programación de Decisiones de Proceso:** Desglose de actividades para cumplir una meta.
3. **Matrices de Priorización:** Identificar problemas clave y alternativas de solución.
4. **Diagramas Matriciales:** Análisis de datos dentro de la estructura creada

4.3.2 Plan de Gestión de Calidad

Los objetivos del Plan de Gestión de Calidad son:

- Mostrar la aplicación del sistema de gestión de calidad de la obra.
- Cumplir con requisitos del mandante, otras partes interesadas y del propio contratista.
- Desarrollar y validar nuevos productos y procesos.
- Demostrar procedimientos para el cumplimiento de los requisitos del contrato.
- Minimizar riesgos de incumplimientos de los requisitos del contrato.
- Alcanzar objetivos de calidad.

La Tabla 4.16 muestra la descripción de los contenidos de una Plan de Gestión de Calidad a partir de la norma ISO10005:2018 y ISO9001:2015 perteneciente al Instituto Nacional de Estandarización (International Organization for Standardization).

Tabla 4.16: Plan de Gestión de Calidad tipo.

	ítem	Descripción
1	Contexto de la Organización	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis de cuestiones internas y externas de la organización. ➤ Necesidades y expectativas de todas las partes ➤ Identificación de los procesos de la obra
2	Descripción de Contrato	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre y descripción general de la obra ➤ Bases Administrativas y Especiales de Licitación ➤ Fecha de inicio, término y duración de contrato ➤ Ubicación geográfica
3	Alcance del Plan de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificación de los procesos de la obra ➤ Restricciones y límites físicos de la obra ➤ Objetivos
4	Políticas y objetivos de calidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Directrices generales al respecto de la calidad ➤ Objetivos específicos de la obra
5	Normativa aplicable	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Documentación externa aplicables ➤ Leyes y reglamentos ➤ Bases Administrativas y Especiales de licitación
6	Organización	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estructura organizacional de la obra (Organigrama) ➤ Responsabilidades, roles, autoridad y competencia
7	Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mano de Obra, materiales, equipos y maquinaria ➤ Instalación de faena ➤ Equipos de medición
8	Programa de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cronograma de la obra
9	Procesos del plan de calidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Descripción de las partidas y procedimientos de trabajo ➤ Procedimientos de trabajo seguro ➤ Procedimientos de control, inspección y ensayo ➤ Procedimientos de control de productos no conformes ➤ Procedimiento de compra y recepción de materiales.
10	Eficacia del Sistema de Gestión de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Medición y evaluación del desempeño ➤ Auditorías internas ➤ Revisión del sistema por la alta dirección ➤ Acciones correctivas
11	Otros procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Control de documentos y registros

4.3.3 Auditorías

Proceso sistemático e independiente, mediante el cual se verifica si las actividades cumplen con las políticas y procedimientos definidos en el Plan de Calidad y tiene como objetivo identificar las buenas prácticas implementadas, no conformidades, causas de los problemas existentes y mejorar la implementación de los procesos. Además, puede confirmar la implementación de acciones correctivas, solicitudes de cambio, reparación de defectos y acciones preventivas.

Las auditorías internas se llevan a cabo por el personal de calidad de la empresa constructora. El ANEXO K. PLAN DE AUDITORÍA TIPO presenta un Plan de Auditoría tipo a partir de la norma ISO19011:2018, la cual entrega directrices para la realización de auditorías de los sistemas de gestión.

El desarrollo de una auditoría interna se lleva a cabo con las siguientes actividades:

1. **Plan de Auditoria:** Proceso previo a la auditoría en el cual se lleva a cabo el programa de auditoría.
2. **Definición de Criterios:** Se determina los documentos de referencia para llevar a cabo la auditoria y documentos de registro y trabajo.
3. **Reunión de Apertura:** Se presenta las condiciones y el cronograma de la auditoria, además del personal involucrado. Se asegura la viabilidad de la auditoría y se presenta el plan de auditoría.
4. **Recopilación de Información:** Se lleva a cabo observaciones directas de las actividades, revisión de la información documentada y registros, y la revisión y verificación de la información, la cual se transforma en la evidencia del cumplimiento de la calidad en obra.
5. **Análisis de Hallazgos de No Conformidades:** A partir de la evidencia recopilada se determina la cantidad de “Cumplimientos” y de “No Cumplimientos” presentes en las actividades, junto con la evidencia de esta.

6. **Reunión de Cierre:** Se presenta los hallazgos de no conformidades y conclusiones al cliente. Participa todo el equipo de auditoría y las partes interesadas.

7. **Informe Preliminar de Auditoría:** A partir del análisis de la información, se detallan las conclusiones del proceso, clasificando los hallazgos en fortalezas, oportunidades de mejora, no cumplimiento y observaciones. Además, se presenta toda la información obtenida durante la recopilación de esta (Punto 4). En caso de existir no cumplimiento, el contratista tiene un plazo para llevar a cabo el levantamiento de estos y presentar las evidencias de las acciones correctivas al equipo auditor.

8. **Corrección de No Conformidades:** Posterior a la auditoría, se debe verificar las acciones correctivas y la eficacia de esta, junto con las oportunidades de mejora. Se debe entregar un informe final con los resultados al equipo auditor.

La Tabla 4.17 presenta un ejemplo de planilla de auditoría interna que puede ser utilizada en una obra de construcción. El ANEXO L. FORMATO DE INFORME DE NO CONFORMIDAD presenta un formato de informe de No Conformidad que puede ser utilizado en auditorías.

Tabla 4.17: Planilla auditoría interna.

Contrato:			
Auditor:		Fecha:	
Área:		Encargado Área:	
Aspecto por Verificar	Responsable	Fuente de Verificación	Observaciones

Finalmente, es posible llevar a cabo una auditoría externa de calidad la cual es realizada por una organización externa, independiente y autorizada, que tiene como objetivo obtener una certificación de sistema de gestión de calidad a partir de la norma ISO9001.

4.3.4 Control de Calidad Técnica

El control de la Calidad Técnica está compuesto por:

- Procedimientos de Calidad
- Inspección Técnica (Autocontrol)

4.3.4.1 Procedimientos de Calidad

Están contenidos en el Manual de Calidad de cada empresa constructora y se refieren a la forma de llevar a cabo los diferentes procesos y operaciones. Todos los trabajadores de una obra deben cumplir con los procedimientos de calidad, mientras que los capataces de cada cuadrilla son los encargados de hacer cumplir con estos.

4.3.4.2 Inspección Técnica

Durante el desarrollo de la construcción, se realiza el control técnico de las partidas y/o actividades del contrato, las cuales son exigidas por el diseño del proyecto y por la Normativa Chilena, y se orienta a detectar los problemas, no a prevenirlos, en todos los procesos involucrados. Mediante la inspección técnica se obtienen datos confiables con los cuales se puede demostrar que se han cumplido los requisitos del mandante y que el trabajo ejecutado cumple con las especificaciones técnicas.

Se puede utilizar métodos estadísticos para controlar la calidad, los cuales se llevan a cabo a partir de la toma de muestras aleatorias, realización de ensayo o pruebas de estas y determinando si la muestra se encuentra dentro de los límites establecidos.

Además, es posible confeccionar listas de verificación, y utilizar estas a medida que las actividades y operaciones se van completando, con las cuales es posible comprobar que los entregables cumplen con los requisitos. La Tabla 4.18 presenta un ejemplo de planilla de verificación para el hormigonado de elementos. Este tipo de planilla se puede llevar a cabo para todas las actividades que requieran una inspección de calidad.

Es necesario que la mano de obra y todos los participantes de las diferentes actividades de la construcción tengan un entendimiento de la calidad necesaria en cada elemento,

llevando a cabo una autoinspección de tareas, con el objetivo de reducir el trabajo insatisfactorio y el trabajo rehecho.

Es posible discutir los resultados de las inspecciones en reuniones semanales, identificar los problemas existentes y causas asociadas, generar soluciones y planificar la implementación y el seguimiento de estas.

Tabla 4.18: Planilla inspección de calidad.

Contrato:				
Actividad:				
Elementos:				
Ítem	Descripción	Ejecutor	Fecha inspección	Observaciones
1	Armadura			
2	Cono de Abrams			
3	Resistencia			

Finalmente, se puede llevar a cabo un registro de los documentos y planos utilizados en obra. La Tabla 4.19 muestra un ejemplo.

Tabla 4.19: Planilla control de documentos.

Contrato:						
Código	Documento/ Plano	N° Revisión	Fecha	Responsable	Área	Obs.

4.4 GESTIÓN DE LA VARIABLE MEDIO AMBIENTE

El medio ambiente se define como el entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y sus interrelaciones. Así, la gestión del medio ambiente es el proceso mediante el cual se desea prevenir, mitigar y compensar el impacto ambiental que pudiera generarse a partir de las actividades desarrolladas en una obra de construcción, con el objetivo de proteger al medio ambiente de los efectos adversos y mejorar el desempeño ambiental del contratista.

El control del medio ambiente verifica la implementación del Plan de Gestión Ambiental y promueve estrategias sustentables para proteger las características ecológicas del sitio, las personas y sus alrededores.

Para llevar a cabo el control del medio ambiente se consideran cuatro elementos:

1. **Emisiones a la Atmósfera:** Contaminación del aire y suelo generada por aerosoles, polvo, polvos alergénicos, polvos inertes, polvos neumoconiógenos, polvos respirables, polvos tóxicos y ruediluvio.
2. **Ruidos:** Contaminación producida por instrumentos de medición, maquinaria y actividades propias de la construcción.
3. **Residuos:** Contaminación producida por almacenamiento de materiales, botaderos, contenedores y por manejo de residuos.
4. **Relación con los Vecinos:** Interferencias sobre el entorno social que perjudica a los vecinos cercanos, vecinos lejanos, peatones, automovilistas y trabajadores.

La información de entrada que se requiere para llevar a cabo el control del medio ambiente es:

- Estudio/Declaración de Impacto Ambiental.
- Leyes y normativa vigente.

A continuación, se detallan herramientas para el control del medio ambiente, enfocadas en los 4 elementos descritos anteriormente.

4.4.1. Plan de Gestión Ambiental Durante la Construcción

Los objetivos del Plan de Gestión Ambiental durante la construcción son:

- Protección del medio ambiente mediante prevención o mitigación de impactos.
- Mitigación de efecto adversos sobre trabajadores y equipos.
- Apoyo a contratista en el cumplimiento de requisitos legales.
- Comunicación de la información del Plan de Gestión Ambiental.

La ejecución del Plan de Gestión Ambiental debe ser supervisado de forma periódica en las actividades llevadas a cabo en obra y verificar el cumplimiento de este. Además, se debe designar a un responsable con dedicación completa al control de esta variable.

La Tabla 4.20 muestra la descripción de los contenidos de una Plan de Gestión Ambiental tipo a partir de la norma ISO14001:2015.

Tabla 4.20: Plan de Gestión Ambiental tipo.

	ítem	Descripción
1	Contexto de Organización	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compresión de la obra y su contexto ➤ Necesidades y expectativas de todas las partes ➤ Alcance ➤ Identificación de los procesos de la obra
2	Liderazgo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compromiso alta gerencia ➤ Política ambiental ➤ Roles, responsabilidades, autoridad y competencia
3	Planificación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Determinar y evaluar aspectos e impactos ambientales ➤ Determinar requisitos legales y otros requisitos ➤ Determinar y abordar riesgos y oportunidades ➤ Planificación de acciones ➤ Establecer objetivos ambientales y planes de acción para lograrlos.
4	Apoyo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecer los procesos de comunicación interna y externa. ➤ Establecer la información documentada necesaria. ➤ Establecer recursos necesarios
5	Operación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecer planificación para aplicar control operacional ➤ Planificar el proceso de preparación y respuesta ante emergencias.
6	Evaluación de Desempeño y Mejora	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Seguimiento, medición, análisis, evaluación y mejora ➤ Auditorías internas ➤ Revisión por la dirección ➤ No conformidades y acciones correctivas ➤ Solicitudes de cambio
7	Procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Procedimiento para determinar aspectos ambientales significativos. ➤ Procedimiento de preparación y respuesta ante emergencias ➤ Procedimiento de auditorías internas

4.4.2. Emisiones a la Atmosfera

La construcción emite material al ambiente en forma de polvo y partículas proveniente de las actividades de demolición, transporte y mezcla de materiales, excavaciones y aseo de la obra. Para el control de estos, la Cámara Chilena de la Construcción ha creado un listado de medidas de mitigación el cual se presenta en la “Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Construcción”.

A partir del desglose de actividades, se puede determinar aquellas que sean necesarias de controlar con respecto a la emisión de contaminantes a la atmósfera. De forma posterior se crea la matriz de aplicación (Tabla 4.21) en la cual se indica qué medidas de mitigación se aplicaran por actividad, llevando a cabo el control y verificación de estas, mediante una lista de comprobación propuesta en la Tabla 4.25.

Tabla 4.21: Matriz de aplicación medidas de mitigación para emisiones a la atmósfera. (Correa, 2002) (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)

N°	Actividad	Medida de Mitigación																					
		MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MM6	MM7	MM8	MM9	MM10	MM11	MM12	MM13	MM14	MM15	MM16	MM17	MM18	MM19	MM20	MM21	
1	Demoliciones masivas y puntuales																						
2	Excavación y movimiento de tierra																						
3	Transporte de residuos/materiales																						
4	Carga y descarga de residuos/materiales																						
5	Aseo interno y externo de la obra																						
6	Limpieza de andamios																						
7	Corte de materiales																						
8	Pulido de materiales																						
9	Puntereo de elementos																						
10	Uso de maquinarias y equipos de combustión																						

El listado de medidas de mitigación propuestas para las emisiones a la atmósfera se presenta en el ANEXO M. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

4.4.3. Ruidos

La contaminación acústica se genera a partir de actividades como demoliciones, excavaciones y corte de elementos, las cuales afectan a todas las personas presentes en el medio y alrededores donde se realizan los trabajos. Para el control de estos, la Cámara Chilena de la Construcción ha creado un listado de medidas de mitigación el cual se presenta en la “Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Construcción”.

Nuevamente, se crea la matriz de aplicación (Tabla 4.22) a partir del desglose de actividades y se efectúa el control mediante la lista de comprobación propuesta en la Tabla 4.25.

Tabla 4.22: Matriz de aplicación medidas de mitigación para ruidos. (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)

N°	Actividad	Medida de Mitigación																			
		MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MM6	MM7	MM8	MM9	MM10	MM11	MM12	MM13	MM14	MM15	MM16	MM17	MM18	MM19	MM20
1	Demoliciones masivas																				
2	Excavación																				
3	Montaje y desmontaje de grúas torre																				
4	Compactación y nivelación de terreno																				
5	Confección de enfierradura																				
6	Instalación y descimbre de moldajes																				
7	Descarga de hormigones																				
8	Bombeo de hormigones																				
9	Vibrado de hormigones																				
10	Alisado de hormigones																				
11	Uso de betonera																				
12	Puntereo de elementos y descarchado de juntas de hormigonado																				
13	Montaje y desmontaje de andamios																				
14	Carga y descarga de camiones																				
15	Descarga de desechos																				
16	Demolición de elementos aislados																				
17	Confección e instalación de estructura metálica																				
18	Instalación de tabiques y cielos de yeso cartón																				
19	Corte de elementos																				
20	Pulido de elementos metálicos																				
21	Pintura con compresores																				
22	Pulido de superficies, pulidoras de piso de madera, baldosas y hormigón																				
23	Tronaduras																				

El listado de medidas de mitigación propuestas para ruidos se presenta en el ANEXO N. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDOS.

4.4.4. Residuos

El mal manejo de los residuos llevado a cabo en obras de construcción genera efectos adversos en el medio ambiente, originando contaminación de agua, suelo, aire y del paisaje, entre otros. Para el control de estos, la Cámara Chilena de la Construcción ha creado un listado de medidas de mitigación el cual se presentan en la “Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Construcción”.

Para el manejo de residuos se deben fomentar dos ideas clave dentro de la obra:

- Minimizar la cantidad de residuos generados a partir de las actividades
- Maximizar la cantidad de residuos reciclados en la obra o fuera de ella.

Al igual que el control de emisiones y ruido, se genera la matriz de aplicación de residuos (Tabla 4.23) y se efectúa el control de esta mediante la lista de comprobación propuesta (Tabla 4.25).

Tabla 4.23: Matriz de aplicación medidas de mitigación para residuos. (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)

N°	Actividad	Medida de Mitigación												
		MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MM6	MM7	MM8	MM9	MM10	MM11	MM12	MM13
1	Demoliciones masivas													
2	Excavaciones													
3	Nivelación de terreno													
4	Confección de enfierradura													
5	Instalación y descimbre de moldajes													
6	Hormigonado													
7	Descarachado de juntas de hormigonado													
8	Carga y descarga de camiones													
9	Demolición de elementos aislados													
10	Confección e instalación de estructura metálica													
11	Instalación de tabiques y cielos de yeso													
12	Pulido de elementos metálicos													
13	Pulido de superficies como pisos de madera, baldosas y hormigón													
14	Manipulación de sustancias peligrosas													
15	Reutilización de instalaciones de faena y cierres perimetrales													
16	Almuerzo y colación del personal													

El listado de medidas de mitigación propuestas para los residuos se presenta en el ANEXO O. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RESIDUOS.

4.4.5. Relación con los Vecinos

Debido a la localización de las obras de construcción de edificación, generalmente inmersas en zonas pobladas, se debe llevar a cabo la interacción con la comunidad adyacente a esta, mitigando e informando sobre las interferencias que se puede producir en el entorno social y mejorar la calidad de vida de las personas involucradas. Para el manejo de la relación con los vecinos, la Cámara Chilena de la Construcción ha creado un listado de medidas de mitigación el cual se presenta en la “Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Construcción”.

Nuevamente, se crea la matriz de aplicación para este tópico (Tabla 4.24) y se efectúa el control de esta mediante la lista de comprobación (Tabla 4.25).

Tabla 4.24: Matriz de aplicación medidas de mitigación para la relación con los vecinos. (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)

N°	Comunidad	Medida de Mitigación												
		MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MM6	MM7	MM8	MM9	MM10	MM11	MM12	MM13
1	Vecinos cercanos													
2	Vecinos lejanos													
3	Peatones													
4	Automovilistas													
5	Trabajadores													

El listado de medidas de mitigación propuestas para la relación con los vecinos se presenta en el ANEXO P. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RELACIÓN CON LOS VECINOS.

Tabla 4.25: Lista de chequeo aplicación medidas de mitigación.

Contrato:						
Partida:						
Fecha Control:				Responsable:		
Medida Mitigación	Cumplimiento: Si / No / No Aplica				Observación Recomendación	Plazo Corrección
	Emisiones Atmósfera	Ruido	Residuos	Relación Vecinos		
MM1						
MM2						
MM3						
MM4						
MM5						
MM6						
MM7						
MM8						
MM9						
MM10						
MM11						
MM12						
MM13						
MM14						
MM15						
MM16						
MM17						
MM18						
MM19						
MM20						
MM21						

4.4.6. Asignación de Responsabilidad

Es importante que las medidas de mitigación impuestas en el Plan de Gestión Ambiental sean cumplidas durante todo el transcurso de la obra. Asignar encargados dentro de las cuadrillas y equipos de trabajo que están constantemente en obra, es fundamental para la verificación diaria del cumplimiento de las disposiciones medio ambientales.

4.5 GESTIÓN DE LA VARIABLE SEGURIDAD

La construcción es una actividad que presentan riesgos en su ejecución, los cuales al no ser controlados de forma sistemática puede provocar accidentes graves para la salud y/o mortales para los trabajadores. La gestión de la seguridad se asocia a la eliminación de cualquier causa que pueda provocar un accidente en particular, definiendo pautas y criterios a seguir por los trabajadores para que puedan desarrollar las actividades de forma segura.

Las acciones más importantes en el control de la seguridad es la vigilancia, la cual implica considerar los riesgos desde diferentes perspectivas, y la cooperación de todos los involucrados en una obra, lo que implica una educación adecuada sobre los procedimientos y riesgos.

La información de entrada requerida para llevar a cabo el control de la seguridad es:

- Leyes y normativa vigente
- Cronograma de actividades
- Listado del personal en obra

A continuación, se detallan herramientas para el control de la seguridad en obra.

4.5.1. Plan de Gestión de la Seguridad

Los objetivos del Plan de Gestión de la Seguridad son:

- Proporcionar marco de referencia para la gestión de riesgos y seguridad.
- Instaurar un sistema para prevenir lesiones y deterioro de la salud.
- Describir medidas de prevención y protección.
- Mejorar continuamente el desempeño de los sistemas de seguridad.
- Dar cumplimiento a los requisitos legales y otros requisitos existentes.

La ejecución del Plan de Gestión de Seguridad debe ser supervisado de forma periódica en las actividades llevadas a cabo en la obra, verificando el cumplimiento de este. Cabe recalcar que este plan es una exigencia por parte del mandante y forma parte de las Bases de Licitación, el cual es revisado y aprobado de forma previa a su implementación.

La Tabla 4.26 muestra la descripción de los contenidos de una Plan de Gestión de Seguridad tipo a partir de la norma ISO45001:2018

Es importante resaltar que el plan debe incluir procedimientos de evacuación ante emergencias posibles en obras de construcción junto con los implementos de seguridad que deben ser proporcionados a los trabajadores y al espacio, establecer zonas de seguridad, implementar políticas de seguridad y disponer de la señalética correspondiente.

Tabla 4.26: Plan de Gestión de la Seguridad tipo.

	ítem	Descripción
1	Contexto de Organización	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis de cuestiones internas y externas de la organización. ➤ Compresión de la obra y su contexto ➤ Necesidades y expectativas de trabajadores y de otras partes ➤ Determinar alcance ➤ Identificación de los procesos de la obra
2	Liderazgo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compromiso alta gerencia ➤ Políticas sobre el sistema de seguridad y salud ➤ Roles, responsabilidades, autoridad y competencia ➤ Consulta y participación de los trabajadores
3	Planificación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificación de peligros ➤ Determinar y abordar riesgos y oportunidades ➤ Determinar requisitos legales y otros requisitos ➤ Planificación de acciones ➤ Establecer objetivos de seguridad y planes de acción para lograrlos.
4	Apoyo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecer recursos necesarios. ➤ Determinar medidas de toma de conciencia en trabajadores
5	Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Determinar medios de comunicación interna y externa ➤ Información documentada y control de esta.
6	Operación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecer planificación para aplicar control operacional ➤ Establecer procesos de eliminación y reducción de riesgos ➤ Establecer procesos de compra de productos de seguridad ➤ Planificar proceso de preparación y respuesta ante emergencias.
7	Evaluación de Desempeño y Mejora	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Seguimiento, medición, análisis, evaluación y mejora ➤ Evaluación del cumplimiento ➤ Auditorías internas ➤ Revisión por la dirección ➤ Incidentes, No conformidades y acciones correctivas ➤ Solicitudes de cambio

4.5.2. Equipos de Protección Personal

Son elementos de uso individual que tienen como objetivo dar protección a los trabajadores frente a eventuales riesgos presentes en las actividades propias de una obra de construcción. Estos equipos deben ser seleccionados por profesionales especializados y se debe considerar la calidad de estos establecida en la normativa vigente.

Los equipos de protección personal se clasifican según el área de protección:

- Protección de Cráneo
- Protección de ojos y cara
- Protección del oído
- Protección de las vías respiratorias
- Protección de manos y brazos
- Protección de pies y piernas
- Cinturones de seguridad para trabajos en altura
- Ropa protectora

Es indispensable capacitar a los trabajadores sobre la forma de uso de los equipos y enfatizar la necesidad de utilizarlos durante el transcurso de la jornada laboral. Además, es preciso realizar mantenimiento o cambio de forma periódica de estos debido al deterioro inminente. La Tabla 4.27 presenta un ejemplo para el control de los EPP.

Tabla 4.27: Mantenimiento y cambio de Equipos de protección personal.

Contrato:									
Trabajador									
Área:									
Cargo:									
N°	Elemento	Fecha de mantención					Fecha de Cambio		Obs.
		1	2	3	4	5	1	2	

4.5.3. Comité Paritario de Higiene y Seguridad

Es un organismo técnico de participación entre empresa y trabajadores que tiene como objetivo detectar y evaluar los riesgos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Según el artículo 66 de la Ley 16.744, la conformación del comité paritario es obligatoria para toda organización con más de 25 trabajadores, y debe ser integrado por 3 representantes de la empresa y tres representantes de los trabajadores. (Chile. Ministerio del Trabajo y Previsión Social, 2011)

Sus principales funciones son:

- Asesorar e instruir a trabajadores sobre la utilización de los instrumentos de protección personal.
- Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención, higiene y seguridad por parte de la empresa y los trabajadores.
- Investigar las causas de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- Decidir si el accidente o enfermedad se debe a negligencia inexcusable del trabajador.
- Indicar la adopción de medidas de higiene y seguridad para la prevención de riesgos.
- Cumplir con funciones o misiones encomendadas por la Mutual de Seguridad o Servicio de Salud.
- Promover la realización de cursos de capacitación a trabajadores.

Se debe llevar a cabo reuniones mensuales del comité, en las que se debe discutir los problemas ocurridos y posibles de ocurrir en el futuro, se debe realizar la jerarquización de estos y presentar soluciones y medidas preventivas. Además, se debe verificar el cumplimiento de los puntos acordados en la reunión anterior.

4.5.4. Reuniones

Una herramienta útil al momento de dar a conocer información sobre seguridad a todos los trabajadores y equipos involucrados en la obra es la reunión diaria de cinco a quince minutos al inicio de la jornada de trabajo, donde se dan a conocer las actividades a realizar y los aspectos relevantes de seguridad asociados a estas, reiterando la necesidad y obligación del uso de los elementos de protección personal y cualquier otra instrucción imprescindible.

La realización de estas reuniones entrega una mejor comprensión a los equipos de trabajo sobre los aspectos de la seguridad en obra, generando conciencia en los trabajadores sobre la prevención de riesgos.

4.5.5. Medidas de Seguridad

Los principales elementos nocivos para la salud a los que está expuesta la mano de obra de forma continua son el polvo, las altas temperaturas y el ruido. Es necesario llevar a cabo medidas para evitar la exposición prolongada de los trabajadores a estos componentes. La Tabla 4.28, Tabla 4.29 y Tabla 4.30 exponen opciones para mitigar los efectos del polvo, calor y ruido respectivamente.

Tabla 4.28: Control del polvo en obra.

Polvo	
1	Evacuación controlada de polvo en suspensión
2	Humedecer el terreno de trabajo
3	Ventilación de los sitios de trabajo de forma natural o forzada
4	Uso de ventiladores personales o mascarillas en zonas agresivas
5	Uso de filtros de aires para ambientes cerrados
6	Uso de antiparras

Tabla 4.29: Control de las altas temperaturas en obra.

Altas Temperaturas	
1	Establecer descansos periódicos
2	Hidratación continua
3	Protección de radiación solar directa cubriendo la zona de trabajo
4	Uso de protector solar obligatorio

Tabla 4.30: Control del ruido en obra.

Ruido	
1	Elección de maquinaria
2	Adecuada mantención y reparación de equipos
3	Silenciadores de maquinaria y elementos de absorción del sonido
4	Elementos o equipos de protección personal para oídos

Por otra parte, se pueden determinar medidas de seguridad para actividades de riesgos como:

- Actividades que involucren maquinaria
- Excavaciones
- Actividades en altura
- Actividades que involucren sustancias peligrosas
- Otros

El ANEXO Q. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN OBRA presenta un listado de verificación con algunas medidas de seguridad que deben implementarse en obra.

4.5.6. Capitalización de la Información

Se puede llevar a cabo registros individuales del incumplimiento de las medidas de seguridad o registros diarios. La Tabla 4.31 y Tabla 4.32 entregan ejemplos de planillas de registros.

Tabla 4.31: Registro de control de seguridad individual.

Contrato:					
Trabajador:					
N°	Fecha y Hora	Actividad	Incumplimiento	Acciones	Observaciones
1					
2					
3					

Tabla 4.32: Planilla de control de seguridad diaria.

Contrato:						
Fecha:						
N°	Hora	Involucrado	Actividad	Incumplimiento	Acciones	Observaciones
1						
2						
3						

Cabe recalcar que si un trabajador lleva a cabo más de tres faltas en relación con la seguridad en obra, es necesario tomar una actitud diferente, expresar el peligro al cual se expone y declarar las consecuencias del comportamiento.

Por otra parte, se debe llevar a cabo el registro de accidentes ocurridos en la obra. La Tabla 4.33 presenta un ejemplo de planilla.

Tabla 4.33: Planilla registro de accidentes.

Contrato:		
Encargado:		
Fecha:		Hora:
N°	Datos	Información
1	Nombre	
2	Descripción de lesión en el lugar	
3	Actividad del suceso	
4	Lugar del suceso	
5	Descripción de acciones	
6	Se hizo uso de EPP	
7	Causas	
8	Atendido por	
9	Acciones llevadas a cabo	
10	Diagnóstico	
11	Acciones preventivas que se podrían haber ejecutado	

Finalmente, poner a disposición de todos los trabajadores los números y nombres de los encargados de emergencia y otros servicios necesarios, puede ayudar a informar de forma rápida los accidentes o incidentes en obra, solicitando la ayuda necesaria de forma directa y responsable. La Tabla 4.34 muestra un ejemplo de planilla de información que puede ser puesto en lugares estratégicos de la obra.

Tabla 4.34: Información emergencias.

Contrato:					
Dirección:					
Comuna:				Región:	
Número emergencia obra:					
N°	Servicio Emergencia	Número	Horario Atención	Encargado	Dirección
1	Bomberos				
2	Carabineros				
3	Ambulancia				
4	Mutual				
5	Primeros Auxilios				
6	Servicio Eléctrico (Corte)				
7	Servicio Agua Potable (Corte)				
8	Servicio Gas (Fuga)				
9					
10					

5. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

5.1. CONCLUSIONES

El contrato de construcción corresponde al documento que materializa un proyecto de inversión público o privado. El presente trabajo proporciona pautas, herramientas y técnicas para el control de las materias descritas en un contrato de construcción de edificación a partir de cinco variables claves: Costo, Plazo, Calidad, Seguridad y Medio Ambiente.

Para el desarrollo de las variables mencionadas, se hace uso de herramientas desarrolladas en el último tiempo aplicadas a la construcción: Work Breakdown Structure (WBS), Last Planner System, Earned Value Management (EVM), International Organization for Standardization (Normas ISO), Project Management Institute (PMI) y Construction Management.

La exposición de la información se presenta a partir de la metodología utilizada en el Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK), mencionando para cada variable la información de entrada necesaria para llevar a cabo el control de estas, las herramientas y técnicas propuestas a utilizar por el contratista, y finalmente, los registros o documentos que se generan a partir del proceso de gestión, lo cual representa la información de salida.

Las herramientas y técnicas propuestas constituyen un apoyo fundamental para la eficiente administración y control de la materialización de un proyecto de inversión, las cuales pueden tener un mayor protagonismo o importancia, dependiendo de la complejidad del proyecto. Además, el conjunto de fundamentos presentados para las distintas variables, son reconocidos como “Buenas Prácticas”, por lo que la aplicación de estas puede aumentar las posibilidades de éxito de la construcción, según las cláusulas establecidas en el contrato.

Por otra parte, con la información presentada es posible detectar desviaciones de las diferentes variables con respecto al plan, lo que permite orientar al contratista sobre la decisión de aplicar medidas correctivas o preventivas, corrigiendo los errores que se dan con el transcurso de los trabajos y permitiendo evitar errores en el futuro. Cabe destacar

que para realizar la comparación entre las unidades reales y programadas, es necesario incorporar métricas de avance e hitos de control coherentes y específicos.

Para llevar a cabo con éxito la aplicación de las herramientas entregadas es indispensable que las etapas previas a la construcción sean estudiadas, revisadas y aprobadas de forma minuciosa por todas las áreas involucradas en el proyecto. Además, la empresa contratista debe conocer con exactitudes las características, especificaciones y el alcance de la idea a materializar.

No es necesaria la aplicación de todos los conceptos propuestos en un mismo contrato. La elección de las herramientas y técnicas a utilizar se debe adecuar a las características de la etapa de construcción.

Finalmente, es necesario enfatizar la relevancia de implementar medidas de control en la materialización de proyectos de inversión, siendo el desarrollo de este trabajo una propuesta metodológica para facilitar el logro de los objetivos relacionados con el Plazo, Costo, Calidad, Medio Ambiente y Seguridad impuestos por el mandante y adquiridas por el contratista. La forma en que cada organización pueda poner en práctica cada herramienta presentada es la que genera el valor agregado a los productos o servicios entregados por esta. Además, el éxito de un sistema de gestión depende del compromiso de todas las funciones y niveles de la organización, bajo el liderazgo de la alta dirección.

5.2. COMENTARIOS

Es importante recalcar situaciones que nacen a partir del control de las materias insertas en los contratos:

- El método utilizado para comunicar la información debe ser acorde con el nivel de educación de cada trabajador, para permitir la transmisión de esta de forma eficaz y eficiente, y obtener las respuestas deseadas.
- Documentar las causas de las variaciones detectadas, las acciones correctivas seleccionadas y las bases de datos relacionadas puede generar un aprendizaje en el contratista, desarrollando mejores prácticas en contratos futuros.

- La mejora continua de procesos reduce las pérdidas y elimina las actividades que no agregan valor. Por esto, es de gran importancia introducir mejoramientos a los procesos de la construcción sobre la base de los sucesos anteriores.
- No es posible comenzar la materialización de un proyecto de inversión con una mala definición del diseño o una mala planificación, y esperar obtener resultados positivos con respecto a las variables estudiadas.
- La capacitación de los trabajadores, la gestión de la seguridad y la gestión de calidad deben ser consideradas como una inversión en los contratos de construcción y no como un gasto.
- Implementar mecanismos que permitan interrelacionar las distintas áreas involucradas en la construcción puede significar un apoyo directo a la realización de las actividades. Así, contar con un grupo interno experimentado que cumpla con el rol de coordinación de terreno, contraparte técnica y se involucre en el control administrativo-comercial aporta al éxito de la construcción y puede ser visto como una fortaleza diferenciadora para la organización.

Finalmente, las pautas entregadas son una propuesta para las empresas constructoras, las cuales pueden optar o no por ponerlas en práctica en obras de construcción. La implementación de estas herramientas en conjunto y el análisis de los resultados y beneficios queda propuesto para abordar en otro trabajo.

6. BIBLIOGRAFÍA

Aburto, A. (2016). *Desarrollar un Manual de Procedimientos para la Planificación de Obras de Construcción de Edificios*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.

Asociación Chilena de Seguridad. ([201-]). *Equipos de Protección Personal*. Santiago, Chile.

Asociación Chilena de Seguridad. ([201-]). *Prevención de Riesgos en Obras de Construcción*. Santiago, Chile.

Cámara Chilena de la Construcción. (2014). *Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la construcción*. Santiago, Chile.

Caterpillar. ([201-]). *Maquinaria*. Obtenido de CAT Sitio Web: <https://www.conexionescat.com/aplicacion/chile/construccion>

CHILE, Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1977). *Decreto Supremo N° 127 (V. y U.) (D.O. DE 11.03.77)*.

Chile. Ministerio del Trabajo y Previsión Social. (2011). *Ley 16.744: Establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales*.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. ([201-]). *Evaluación Social de Proyectos*. Obtenido de CEPAL Sitio Web: <https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/2/33602/SegundoModulo.pdf>

Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2017). *Glosario Técnico*. Obtenido de Sitio Web: <http://glosario.registrocdt.cl/word/bases-administrativas-generales>

Corporación de Fomento de la Producción. (2016). *Informe Final Fase 3: Hoja de Ruta PyCS 2025*. Santiago, Chile.

Correa, I. (2002). *Manual de Licitaciones Públicas*. Santiago, Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES.

Cueva del ingeniero Civil . (30 de Junio de 2010). *Organigrama*. Obtenido de <https://www.cuevadecivil.com/2010/06/esquema-de-la-organizacion-de-una.html>

- De Marco, A. (2018). *Project Management for Facility Constructions: A guide for Engineers and Architects. Second Edition*. Turin, Italia: Springer.
- De Solminihaq, H. T. (1997). *Procesos y Técnicas de Construcción. Quinta Edición*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Dirección del Trabajo. (8 de Febrero de 2019). *Comité Paritario de higiene y Seguridad*. Obtenido de DT Sitio Web: <https://www.dt.gob.cl/portal/1628/w3-article-60425.html>
- El-Reedy, M. (2011). *Construction Management and Design of Industrial Concrete and Steel Structures*. New York, USA: CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Escuela de Organización Industrial. (9 de Mayo de 2012). *El Modelo de Fases y Ciclo del Proyecto*. Obtenido de Wiki EOI Web: https://www.eoi.es/wiki/index.php/EL_MODELO_DE_FASES_Y_CICLO_DE_VIDA_DEL_PROYECTO_en_Gesti%C3%B3n_de_proyectos_2#Construcci.C3.B3n_y_Pruebas
- Gestión Empresarial. (2018). *Auditoría Externa*. Obtenido de Gestión Sitio Web: <https://www.gestion.org/auditorias-externas/>
- Gillespie, G. (2018). *AECOM Sitio Web*. Obtenido de <https://www.aecom.com/cornerstone-issue-04-es/construction-management-sp/>
- Hendrickson, C. (2008). *Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders*. Pittsburgh, USA: Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University,.
- ISO, International Standards Organization. (2008). *ISO9000:2015 Quality Management System - Fundamentals and Vocabulary*. Ginebra, Suiza: ISO.
- ISO, International Standards Organization. (2015). *ISO14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental - Requisitos con Orientación para su Uso*. Ginebra, Suiza: ISO.
- ISO, International Standards Organization. (2015). *ISO9001:2015 Sistemas de Gestión de Calidad - Requisitos*. Ginebra, Suiza: ISO.
- ISO, International Standards Organization. (2018). *ISO19011:2018 Directrices para la Auditoría de los Sistemas de Gestión*. Ginebra, Suiza: ISO.

ISO, International Standards Organization. (2018). *ISO45001:2018 Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo - Requisitos con Orientación para su Uso*. Ginebra, Suiza: ISO.

ISO, International Standards Organization. (2019). *ISO10005:2019 Sistemas de Gestión de Calidad - Directrices para los Planes de Calidad*. Ginebra, Suiza: ISO.

La Tercera. (22 de Febrero de 2016). ¿Qué es el Project Management y por qué es importante? Curso: Herramientas para la preparación de proyectos. *La Tercera*.

Levy, S. (2007). *Project Management in Construction. Fifth Edition*. New York, USA: McGraw-Hill.

Lifeder. ([201-]). *Organigrama*. Obtenido de Lifeder Sitio Web: <https://www.lifeder.com/organigrama-empresa-constructora/>

Madubashini, H. (2014). *Management Principles and Application - For Construction and The Built Environment Sector*. Sri Lanka: ICBT Campus.

Materiales de Construcción. (2018). *Materiales de construcción*. Obtenido de MDC Sitio Web: <https://www.materialesdeconstruccion.info/lista>

McCaffer, F. H. (1999). *Construction Management: Manual de Gestión de Proyectos y Dirección de obra*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.

Mutual de Seguridad y Cámara Chilena de la Construcción. (2015). *Manual Inicio de Obra Construcción*. Santiago, Chile.

Nazeer, A. (2017). *A Report on Construction Managemet*. Faisalabad, Pakistan: Goverment College University.

PMI, P. M. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Quinta Edición*. Pensilvania, USA: PMI Publications.

Pulgar, J. (2019). *Gestión Contractual*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.

Riquelme, M. (15 de Julio de 2019). *Planificación*. Obtenido de Web y Empresas Sitio Web: <https://www.webyempresas.com/que-es-la-planificacion/>

Rojas, R. (2010). *La Construcción*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos25/construccion/construccion2.shtml>

Sears, K. S. (2008). *Construction Project Managemet. Fifth Edition*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Serpell, A. (2002). *Administración de Operaciones de Construcción. Segunda Edición*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Serpell, A. (20 de Diciembre de 2018). *Planificación*. Obtenido de Slide Player Sitio Web: <https://slideplayer.es/slide/14179917/>

Soluciones e Ingeniería ELROY. (2014). *Metodología Last Planner System*. Santiago, Chile.

Termoliner: Monrajes & Construcción. (2019). *Organigrama*. Obtenido de Termoliner Sitio Web: <https://www.termoliner.cl/organigrama>

Tong, M. (1999). *Apuntes curso: Construction Management*. Glasgow: Glasgow Caledonian University.

Universidad para la Cooperación Internacional. (s.f.). Obtenido de http://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Ciclo_de_vida_del_proyecto.pdf

Universidad para la Cooperación Internacional sitio web. ([201-]). Obtenido de Ciclo de Vida de un Proyecto: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Ciclo_de_vida_del_proyecto.pdf

Valdés, B. (2017). *Modelo de Sistema de Gestión Ambiental Basado en la Norma ISO14001:2015 para Organizaciones de Educación Superior*. Santiago, Chile: Universidad Internacional Iberoamericana.

Vera, H. (28 de Mayo de 2015). *Bases de Medición y Pago*. Obtenido de Prezi Sitio Web: https://prezi.com/wj_0nyvu9_ip/bases-de-medicion-y-pago/

Yepes Piquera, V. (26 de Febrero de 2015). *Organización Interna de una Obra*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia Sitio Web: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/02/26/organizacion-interna-de-una-obra/>

7. ANEXOS

ANEXO A.	TIPOS Y ESPECIALIDADES DE MANO DE OBRA
ANEXO B.	LISTADO DE MATERIALES
ANEXO C.	LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS
ANEXO D.	FUNCIONES CARGOS DE EMPRESA CONSTRUCTORA
ANEXO E.	CLASIFICACIÓN EMPRESAS CONSTRUCTORAS
ANEXO F.	CATEGORÍAS Y REQUISITOS EMPRESAS CONTRATISTAS
ANEXO G.	CONTENIDOS DEL CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN
ANEXO H.	LISTADO DE DOCUMENTOS OFERTA TÉCNICA
ANEXO I.	LISTADO DE DOCUMENTOS OFERTA ECONÓMICA
ANEXO J.	EJEMPLO DE WBS DE UN EDIFICIO
ANEXO K.	PLAN DE AUDITORÍA TIPO
ANEXO L.	FORMATO DE INFORME DE NO CONFORMIDAD
ANEXO M.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA
ANEXO N.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDOS
ANEXO O.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RESIDUOS
ANEXO P.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RELACIÓN CON LOS VECINOS
ANEXO Q.	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN OBRA

ANEXO A. TIPOS Y ESPECIALIDADES DE MANO DE OBRA

Albañil de 1ª	Cuadrilla de cerrajería	Maestro electricista
Albañil de 2ª	Cuadrilla de encofrado	Maestro de voladuras
Cuadrilla planta de concreto	Cuadrilla de impermeabilización	Maestro de obras electromecánicas
Alineador de grúa	Cuadrilla de pintura	Maestro Granitero
Armador metálico	Cuadrilla de enfierradura	Maestro impermeabilizador
Asistente de arquitecto	Albañil refractario	Maestro mecánico
Asistente de ingeniero	Ayudante	Maestro pintor
Asistente TS3	Cuadrilla instalación cables	Maestro plomero de 1ª
Auxiliar de depósito	Cuadrilla tuberías	Maquinista concreto de 1ª
Cuadrilla excavación a mano	Cuadrilla instalaciones sanitarias	Mecánico de equipos pesados
Ayudante de mecánico	Mineros	Maquinista concreto de 2ª
Ayudante de minero	Delegado sindical	Mecánico de gasolina
Operador equipo de electrofucción	Delgado supervisión higiene y seguridad	Cuadrilla pulitura de granito
Ayudante de soldador	Depositario	Montador
Ayudante de topógrafo	Dibujante	Obrero de primera
Cabillero de 1ª	Dinamitero	Operador de aliva
Cabillero de 2ª	Ductero	Ayudante de operadores
Operador de equipo perforador	Operador de equipo de elevación	Operador de camión roquero
Capataz de equipo	Electricista de 1ª	Electricista de 2ª
Operador de equipo pesado	Encofrador de casa prefabricada	Operador de equipo liviano
Carpintero de 1ª	Engrasador	Capataz
Cauchero	Carpintero de 2ª	Espesorista
Chocritero	Granitero de 1ª	Operador de frezadora
Chofer de 1ª (8 a 15 ton)	Granitero de 2ª	Operador de grúa

Chofer de camión mezclador	Operador de motonivelador	Operado de equipo martillo eléctrico
Chofer de 3ª (hasta 3 ton)	Latonero de 1ª	Jardinero
Chofer de 4ª	Latonero de 2ª	Operador de pala
Chofer de camión	Listero	Operador de pavimentadora
Chofer de 2ª (3 a 8 ton)	Maestro albañil	Operador de planta
Cuadrilla colocación de concreto	Cuadrilla instalaciones eléctricas	Operador maquinas-herramientas
Maestro cabillero	Maestro carpintero 1ª	Palero de asfalto
Chofer de gandola	Maestro carpintero de 2ª	Pintor de 1ª
Cuadrilla de albañilería	Maestro de obra de 1ª	Pintor de 2ª
Cuadrilla de cabilla	Maestro de obra de 2ª	Ploguero
Cuadrilla de carpintería	Plomero de 2ª	Plomero de 1ª
Profesional civil tipo P1 entre 0 a 1 año	Profesional civil tipo P1 entre 1 a 2 años	Profesional civil tipo P10 entre 25 a 26 años
Profesional civil tipo P10 entre 26 a 27 años	Profesional civil tipo P10 entre 27 a 28 años	Profesional civil tipo P10 entre 28 a 29 años
Profesional civil tipo P10 entre 29 a 30 años	Profesional civil tipo P2 entre 2 a 3 años	Profesional civil tipo P2 entre 3 a 4 años
Profesional civil tipo P2 entre 4 a 5 años		

* (Aburto, 2016)

ANEXO B. LISTADO DE MATERIALES

Ductos	Granito
Acero	Grava
Aditivos	Hierro forjado
Adoquín	Hormigón
Agua	Ladrillo
Aluminio	Lodo bentonítico
Arcilla	Mortero
Arena	Piedra
Áridos	Pintura
Azulejo	Pizarra
Baldosas	Plástico
Bentonita	Poliestireno
Cal	Porcelanato
Cartón	PVC
Cartón yeso	Silicona
Caucho	Vidrio
Cemento	Yeso
Cerámica	Paneles y lamiandos
Cobre	Adhesivos
Concreto	Mármol
Contrachapado	Tierra orgánica
Ecomateriales	Tejas
Epoxi	Aislantes térmicos
Estuco	Madera
Ferrocemento	alambre
Fibra de vidrio	Artículos de cocina
Fibra de basalto	Artículos de baños
Fibrocemento	Cables
Geopolímeros	Geotextil

ANEXO C. LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

Herramientas manuales	Rompe pavimentos
Excavadora	Dúmperes
Retroexcavadora	Palas cargadoras
Dragas	Perfiladora de pavimento
Dragalina	Perforadora
Mototrailla	Taladoras
Escrepa	Camión Tolva
Pavimentadora	Pulidoras de hormigón
Compactadora	Plataformas elevadoras
Motoniveladora	Andamios
Cisternas de agua	Montacargas
Volquetas	Equipo protección de materiales
Tractores	Equipo protección mobiliario
Cargadora	Elementos de protección personal
Grúa	Compresor con martillo neumático
Motovolquete	Equipo de oxicorte
Bomba de agua	Motosierras
Compresoras	Concreteira
Vibradoras	Camiones mixer
Cortadora de acero	Equipos de soldadura
Sierras	Esmeril
Lijadora	Taladros
Galletera	Contenedores
Nivel topográfico	Taquímetro

ANEXO D. FUNCIONES CARGOS DE EMPRESA CONSTRUCTORA

Cargo	Función
Gerente General	Encargado de administrar la empresa. Responsable de llevar a cabo las exigencias de los accionistas y del crecimiento general de la constructora. Es el representante legal de la empresa y por lo tanto debe velar por que todos los requerimientos legales de esta sean satisfechos.
Gerente Comercial	Encargado de dirigir, controlar, planificar y coordinar las actividades que permitan el logro de los objetivos de la empresa. Dirige las actividades de marketing y venta de los servicios entregados por la organización.
Gerente de Construcción	Encargado de administrar los recursos de la empresa para poder prestar los servicios que se ofrecen. Planifica, implemente y supervisa el desarrollo de los procesos y actividades. Sus funciones se relación con la productividad de la empresa.
Gerente de Administración	Encargado de lograr el correcto desempeño de la empresa en el mercado que abarca. Programa el plan de adquisición de bienes, abastecimiento de bienes y servicios, teniendo vínculo directo con los proveedores y clientes de la empresa. Además, está a cargo del presupuesto anual y de las remuneraciones del personal.
Prevencionista de Riesgo	Encargado de promover la salud y la seguridad a los trabajadores, a través de la identificación, evaluación y control de los posibles riesgos y peligros asociados a las actividades pertenecientes a una obra de construcción. Fomenta la implementación y realización de buenas prácticas con el fin de evitar accidentes laborales.
Encargado de Calidad	Encargado de gestionar e implementar los procesos relacionados con la calidad de la empresa. Supervisar y asesorar el sistema de gestión de calidad, realización de informes de todo tipo, producción y administración de datos y generar parámetros de rendimiento y medición para llevar a cabo la comparación con los estándares establecidos
Jefe de Obra	Encargado de la dirección y supervisión de la ejecución de las actividades en terreno. Además, coordina y organiza la mano de obra para llevar a cabo los diferentes procesos dentro del costo y plazo establecido, siguiendo los estándares de calidad y seguridad.

ANEXO E. CLASIFICACIÓN EMPRESAS CONSTRUCTORAS

Rubro	Descripción
Edificación	Compuesto por el registro de viviendas, el que incluye a todas las edificaciones con fines habitacionales, y el registro de edificios que no constituyen viviendas, el que incluye edificaciones destinadas a servicios, ya sean de salud, comerciales, deportivos, escolares o educacionales y edificios destinados a la industria.
Urbanización	Compuesto por el registro de obras viales, la que incluye las obras destinadas al tránsito de peatones y vehículos en general, registro de obras sanitarias, la que incluye obra de abastecimiento de agua potable y evacuación de aguas excretas y, registro de obras de electrificación, la que incluye cualquier obra destinada al uso o entrega de electricidad.
Especialidades	Compuesto por el registro de instalaciones sanitarias domiciliarias, que incluye obras de servicios básicos de luz y gas, registro de instalaciones eléctricas domiciliarias, que incluye obras de servicio básico de luz, telecomunicaciones y electricidad domiciliaria y, registro de obras especiales, que comprende un listado de 19 obras menores.
Construcciones Industrializadas	Comprenden a los productores de elementos mediante procedimientos repetitivos y seriados, siguiendo un diseño previamente tipificado

ANEXO F. CATEGORÍAS Y REQUISITOS EMPRESAS CONTRATISTAS

Registros	Categorías	Capital Mínimo en U.F.	Monto Máximo de Obra en U.F.	Experiencia
GRUPO 1 A1 – Viviendas A2 – Edificios que no constituyen viviendas	1°	28.000	Sin Límite	60.000 m ²
	2°	14.000	56.000	30.000 m ²
	3°	7.000	28.000	15.000 m ²
	4°	350	7.000	-----
GRUPO 2 B1- Obras Viales B2- Obras Sanitarias	1°	16.000	Sin Límite	128.000 UF
	2°	8.000	32.000	64.000 UF
	3°	4.000	16.000	32.000 UF
	4°	200	4.000	-----
GRUPO 3 B3 – Obras de Electrificación C1 – Instalaciones Sanitarias Domiciliarias C2 – Instalaciones eléctricas domiciliarias C3 – Otros	1°	10.000	Sin Límite	80.000 UF
	2°	5.000	20.000	40.000 UF
	3°	250	10.000	20.000 UF
	4°	125	2.500	1.250 UF
GRUPO 4 C3 – Otros	1°	6.000	Sin Límite	48.000 UF
	2°	3.000	12.000	24.000 UF
	3°	1.500	6.000	12.000 UF
	4°	75	1.5000	750 UF

* (CHILE, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1977)

ANEXO G. CONTENIDOS DEL CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN

Nombre del contrato	Valores
Condiciones generales	Condiciones Vínculo Laboral
Descripción del trabajo	Alimentación
Administración del contrato	Leyes
Plazo	Desarrollo de Alianza
Descripción de consecuencias sobre incumplimiento del contrato	Validez del contenido del contrato y condiciones de cambio
Causas que generan multas	Creación de organizaciones internas
Costos	Mecanismos de evaluación de desempeño
Reajuste de precios	Incentivos
Pagos	Arbitraje
Prohibición de cesión de derechos y obligaciones del contratista	Responsabilidades laborales del contratista
Cesión de créditos en facturas	Seguros
Garantías y retenciones	

ANEXO H. LISTADO DE DOCUMENTOS OFERTA TÉCNICA

Declaración de negocios con persona relacionada	Facultades del representante del contratista
Identificación del proponente	Constancia reunión/visita
Declaración de conformidad	Metodología de trabajo
Certificado da inspección del trabajo	Ciclos de trabajo actividades principales
Experiencia específica del proponente	Distribución mensual de equipos
Nómina y antecedentes del personal ofrecido	Distribución mensual de consumo de equipos eléctricos
Organización – Trabajos	Cuadrillas de mano de obra
Organización – Descripción del cargo	Tiempo efectivo de trabajo
Organización – Empresa	Programa general de trabajo
Antecedentes preliminares del sistema de gestión de la calidad	Avance mensual de obras y distribución de dotación
Indecentes preliminares del sistema de gestión medio ambiental	Antecedentes de seguridad de la empresa
Antecedentes preliminares del sistema de gestión de prevención de riesgo	Equipos y herramientas
Curriculum Vitae	Instalación de faena
Dotación del personal	Gestión de riesgos
Gestión del recurso humano	

ANEXO I. LISTADO DE DOCUMENTOS OFERTA ECONÓMICA

Oferta de precios
Oferta casa de cambio
Itemizado del presupuesto
Análisis de precios unitarios
Costo total mano de obra, materiales y equipos
Detalle costos directos
Declaración de remuneración personal contratista
Declaración de remuneración personal subcontratista
Detalle de cálculo y periodicidad de pago remuneraciones. Personal directo e indirecto del contratista
Valores mano de obra. Personal directo e indirecto del contratista
Valores mano de obra. Personal directo e indirecto del subcontratista
Valor equipos
Desglose de gastos generales fijos y declaración de utilidad
Desglose de gastos generales variables y declaración de utilidad
Personal directo por actividad
Flujo de caja

ANEXO J. EJEMPLO DE WBS DE UN EDIFICIO

0	Contrato edificio
1	Trabajos preliminares
1.1.	Preparación del terreno
1.1.1.	Limpieza
1.1.1.1.	Limpieza
1.1.2.	Replanteo
1.1.2.1.	Replanteo
1.2.	Instalación de faenas
1.2.1.	Cierre
1.2.1.1.	Cierre
1.2.2.	Bodegas
1.2.2.1.	Bodegas
1.2.3.	Oficinas
1.2.3.1.	Oficinas
1.2.4.	Comedores
1.2.4.1.	Comedores
1.2.5.	Vestidores
1.2.5.1.	Vestidores
1.2.6.	Otros
1.2.6.1.	Otros
2	Obra gruesa
2.1.	Fundaciones
2.1.1.	Excavaciones
2.1.1.1.	Socalzado
2.1.1.2.	Movimiento de tierras
2.1.2.	Zapatas
2.1.2.1.	Colocación moldajes
2.1.2.2.	Colocación enfierradura
2.1.2.3.	Hormigonado
2.1.2.4.	Retiro moldajes
2.2.	Subterráneo obra gruesa
2.2.1.	Vigas obra gruesa subte.
2.2.1.1.	Colocación moldajes vigas subte.
2.2.1.2.	Colocación enfierradura vigas subte.
2.2.1.3.	Hormigonado vigas subte.
2.2.1.4.	Retiro moldajes vigas subte.

2.2.2.	Columnas obra gruesa subte.
2.2.2.1.	Colocación moldajes columnas subte.
2.2.2.2.	Colocación enfierradura columnas subte.
2.2.2.3.	Hormigonado columnas subte.
2.2.2.4.	Retiro moldajes columnas subte.
2.2.3.	Losas obra gruesa subte.
2.2.3.1.	Colocación moldajes losas subte.
2.2.3.2.	Colocación enfierradura losas subte.
2.2.3.3.	Hormigonado losas subte.
2.2.3.4.	Retiro moldajes losas subte.
2.2.3.5.	Retiro alzaprimas losas subte.
2.2.4.	Muros obra gruesa subte.
2.2.4.1.	Colocación moldajes muros subte.
2.2.4.2.	Colocación enfierradura muros subte.
2.2.4.3.	Hormigonado muros subte.
2.2.4.4.	Retiro moldajes muros subte.
2.3.	Piso 1 obra gruesa
2.3.1.	Vigas obra gruesa piso 1
2.3.1.1.	Colocación moldajes vigas piso 1
2.3.1.2.	Colocación enfierradura vigas piso 1
2.3.1.3.	Hormigonado vigas piso 1
2.3.1.4.	Retiro moldajes vigas piso 1
2.3.2.	Columnas obra gruesa piso 1
2.3.2.1.	Colocación moldajes columnas piso 1
2.3.2.2.	Colocación enfierradura columnas piso 1
2.3.2.3.	Hormigonado columnas piso 1
2.3.2.4.	Retiro moldajes columnas piso 1
2.3.3.	Losas obra gruesa piso 1
2.3.3.1.	Colocación moldajes losas piso 1
2.3.3.2.	Colocación enfierradura losas piso 1
2.3.3.3.	Hormigonado losas piso 1
2.3.3.4.	Retiro moldajes losas piso 1
2.3.3.5.	Retiro alzaprimas losas piso 1
2.3.4.	Muros obra gruesa piso 1
2.3.4.1.	Colocación moldajes muros piso 1
2.3.4.2.	Colocación enfierradura muros piso 1
2.3.4.3.	Hormigonado muros piso 1
2.3.4.4.	Retiro moldajes muros piso 1

2.4.	Piso n obra gruesa
2.4.1.	Vigas obra gruesa piso n
2.4.1.1.	Colocación moldajes vigas piso n
2.4.1.2.	Colocación enfierradura vigas piso n
2.4.1.3.	Hormigonado vigas piso n
2.4.1.4.	Retiro moldajes vigas piso n
2.4.2.	Columnas obra gruesa piso n
2.4.2.1.	Colocación moldajes columnas piso n
2.4.2.2.	Colocación enfierradura columnas piso n
2.4.2.3.	Hormigonado columnas piso n
2.4.2.4.	Retiro moldajes columnas piso n
2.4.3.	Losas obra gruesa piso n
2.4.3.1.	Colocación moldajes losas piso n
2.4.3.2.	Colocación enfierradura losas piso n
2.4.3.3.	Hormigonado losas piso n
2.4.3.4.	Retiro moldajes losas piso n
2.4.3.5.	Retiro alzaprimas losas piso n
2.4.4.	Muros obra gruesa piso n
2.4.4.1.	Colocación moldajes muros piso n
2.4.4.2.	Colocación enfierradura muros piso n
2.4.4.3.	Hormigonado muros piso n
2.4.4.4.	Retiro moldajes muros piso n
2.5.	Piscina obra gruesa
2.5.1.	Excavación piscina
2.5.1.1.	Movimiento de tierras piscina
2.5.2.	Obra gruesa piscina
2.5.2.1.	Colocación enfierradura piscina
2.5.2.2.	Hormigonado piscina
3	Terminaciones
3.1.	Subterráneo terminaciones
3.1.1.	Vigas terminaciones subte.
3.1.1.1.	Emparejamiento superficie vigas subte.
3.1.1.2.	Estucado vigas subte.
3.1.1.3.	Pintura vigas subte.
3.1.2.	Columnas terminaciones subte.
3.1.2.1.	Emparejamiento superficie columnas subte.
3.1.2.2.	Estucado columnas subte.
3.1.2.3.	Pintura columnas subte.

3.1.3.	Losas terminaciones subte.
3.1.3.1.	Emparejamiento superficie losas subte.
3.1.3.2.	Colocación baldosas losas subte.
3.1.3.3.	Pintado losas subte.
3.1.4.	Cielo terminaciones subte.
3.1.4.1.	Emparejamiento superficie cielo subte.
3.1.4.2.	Pintado cielo subte.
3.1.4.3.	Colocación cielo falso subte.
3.1.5.	Muros terminaciones subte.
3.1.5.1.	Planchas de yeso muros subte.
3.1.5.2.	Emparejamiento superficie muros subte.
3.1.5.3.	Estucado muros subte.
3.1.5.4.	Pintura muros subte.
3.2.	Piso 1 terminaciones
3.2.1.	Vigas terminaciones piso 1
3.2.1.1.	Emparejamiento superficie vigas piso 1
3.2.1.2.	Estucado vigas piso 1
3.2.1.3.	Pintura vigas piso 1
3.2.2.	Columnas terminaciones piso 1
3.2.2.1.	Emparejamiento superficie columnas piso 1
3.2.2.2.	Estucado columnas piso 1
3.2.2.3.	Pintura columnas piso 1
3.2.3.	Losas terminaciones piso 1
3.2.3.1.	Emparejamiento superficie losas piso 1
3.2.3.2.	Colocación baldosas losas piso 1
3.2.3.3.	Colocación parques losas piso 1
3.2.3.4.	Colocación alfombrado losas piso 1
3.2.4.	Cielo terminaciones piso 1
3.2.4.1.	Emparejamiento superficie cielo piso 1
3.2.4.2.	Pintado cielo piso 1
3.2.4.3.	Colocación cielo falso piso 1
3.2.5.	Muros terminaciones piso 1
3.2.5.1.	Planchas de yeso muros piso 1
3.2.5.2.	Emparejamiento superficie muros piso 1
3.2.5.3.	Estucado muros piso 1
3.2.5.4.	Pintura muros piso 1
3.3.	Piso n terminaciones
3.3.1.	Vigas terminaciones piso n

3.3.1.1.	Emparejamiento superficie vigas piso n
3.3.1.2.	Estucado vigas piso n
3.3.1.3.	Pintura vigas piso n
3.3.2.	Columnas terminaciones piso n
3.3.2.1.	Emparejamiento superficie columnas piso n
3.3.2.2.	Estucado columnas piso n
3.3.2.3.	Pintura columnas piso n
3.3.3.	Losas terminaciones piso n
3.3.3.1.	Emparejamiento superficie losas piso n
3.3.3.2.	Colocación baldosas losas piso n
3.3.3.3.	Colocación parques losas piso n
3.3.3.4.	Colocación alfombrado losas piso n
3.3.4.	Cielo terminaciones piso n
3.3.4.1.	Emparejamiento superficie cielo piso n
3.3.4.2.	Pintado cielo piso n
3.3.4.3.	Colocación cielo falso piso n
3.3.5.	Muros terminaciones piso n
3.3.5.1.	Planchas de yeso muros piso n
3.3.5.2.	Emparejamiento superficie muros piso n
3.3.5.3.	Estucado muros piso n
3.3.5.4.	Pintura muros piso n
3.4.	Piscina terminaciones
3.4.1.	Terminaciones piscina
3.4.1.1.	Terminación superficie piscina
3.4.1.2.	Pintura piscina
4	Instalaciones
4.1.	Agua potable
4.1.1.	Agua potable general
4.1.1.1.	Agua potable general
4.1.2.	Agua potable subte
4.1.2.1.	Agua potable subte
4.1.3.	Agua potable piso 1
4.1.3.1.	Agua potable piso 1
4.1.4.	Agua potable piso n
4.1.4.1.	Agua potable piso n
4.2.	Electricidad
4.2.1.	Electricidad general
4.2.1.1.	Electricidad general

4.2.2.	Electricidad subte.
4.2.2.1.	Electricidad subte.
4.2.3.	Electricidad piso 1
4.2.3.1.	Electricidad piso 1
4.2.4.	Electricidad piso n
4.2.4.1.	Electricidad piso n
4.3.	Corrientes débiles
4.3.1.	Corrientes débiles general
4.3.1.1.	Corrientes débiles general
4.3.2.	Corrientes débiles subte.
4.3.2.1.	Corrientes débiles subte.
4.3.3.	Corrientes débiles piso 1
4.3.3.1.	Corrientes débiles piso 1
4.3.4.	Corrientes débiles piso n
4.3.4.1.	Corrientes débiles piso n
4.4.	Sistema contra incendios
4.4.1.	Sistema contra incendios general
4.4.1.1.	Sistema contra incendios general
4.4.2.	Sistema contra incendios subte.
4.4.2.1.	Sistema contra incendios subte.
4.4.3.	Sistema contra incendios piso 1
4.4.3.1.	Sistema contra incendios piso 1
4.4.4.	Sistema contra incendios piso 2
4.4.4.1.	Sistema contra incendios piso 2
4.5.	Alcantarillado
4.5.1.	Alcantarillado general
4.5.1.1.	Alcantarillado general
4.5.2.	Alcantarillado subte
4.5.2.1.	Alcantarillado subte
4.5.3.	Alcantarillado piso 1
4.5.3.1.	Alcantarillado piso 1
4.5.4.	Alcantarillado piso n
4.5.4.1.	Alcantarillado piso n
4.6.	Gas
4.6.1.	Gas general
4.6.1.1.	Gas general
4.6.2.	Gas subte.
4.6.2.1.	Gas subte.

4.6.3.	Gas piso 1
4.6.3.1.	Gas piso 1
4.6.4.	Gas piso n
4.6.4.1.	Gas piso n
4.7.	Otros
4.7.1.	Otros
4.7.1.1.	Otros
5	Trabajos exteriores
5.1.	Jardines
5.1.1.	Preparación terreno jardines
5.1.1.1.	Limpieza jardines
5.1.1.2.	Emparejamiento jardines
5.1.2.	Sembrado jardines
5.1.2.1.	Pasto jardines
5.1.2.2.	Arboles jardines

* (Aburto, 2016)

ANEXO K. PLAN DE AUDITORÍA TIPO

	ítem	Descripción
1	Principios de Auditoría	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Integridad ➤ Presentación de la información ➤ Cuidado profesional ➤ Confidencialidad ➤ Independencia ➤ Método racional basado en la evidencia ➤ Riesgos y oportunidades
2	Objetivos del Programa de Auditoría	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Necesidades y expectativas de todas las partes ➤ Resultados de auditorías previas ➤ Identificación de oportunidades ➤ Requisitos legales y otros requisitos ➤ Otros
3	Riesgos y Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Determinar y evaluar los riesgos y oportunidades
4	Programa de Auditoría	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Roles, responsabilidades, autoridad y competencias del equipo de gestión del programa ➤ Extensión ➤ Recursos
5	Implementación del Programa de Auditoría	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comunicación ➤ Definir objetivos, alcance y criterios ➤ Selección y determinación del método de auditoría ➤ Selección de miembros del equipo auditor ➤ Asignación de responsabilidades del equipo auditor ➤ Gestión de resultados ➤ Gestión y conservación de registros
6	Seguimiento del Programa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cumplimiento de calendarios y logros ➤ Desempeño y capacidad del equipo auditor ➤ Retroalimentación al cliente ➤ Suficiencia y adecuación de información

7	Revisión y Mejora del Programa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisión de la implementación del programa ➤ Aplicación de cambios ➤ Identificación de áreas para la mejora ➤ Presentación y revisión de informe de auditoría
8	Realización de la Auditoría	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecimiento del contacto con el auditado ➤ Viabilidad de la auditoría ➤ Revisión de información documentada ➤ Enfoque y detalles de planificación ➤ Asignación de tareas del equipo auditor ➤ Preparación de información documentada ➤ Realización de actividades ➤ Recopilación y verificación de la información ➤ Generación de hallazgos ➤ Conclusiones ➤ Preparación y distribución del informe de auditoría ➤ Realización de las actividades de seguimiento
9	Competencia y Evaluación de Auditores	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Determinar competencias, comportamiento personal, conocimientos y habilidades en la disciplina y en liderazgo. ➤ Criterios de evaluación ➤ Método apropiado de evaluación

ANEXO L. FORMATO DE INFORME DE NO CONFORMIDAD

N° xx / Año yy	Fecha:
Nombre quien informa:	
Área/ proceso:	
Descripción incluyendo evidencia:	
Acción inmediata/ fecha/ responsable	
Análisis de causas:	
Acción Correctiva	
Responsable:	Fecha de implementación:
Seguimiento de aplicación de acciones correctivas	
Responsable:	Fecha de seguimiento:
Evaluación eficacia:	
Responsable:	Fecha de evaluación:

* (Valdés, 2017)

ANEXO M. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Sufijo	Descripción
MM1	Capacitación del personal
MM2	Programa de humectación de las zonas de trabajo
MM3	Uso de mallas protectoras en perímetro
MM4	Cubrir acopio
MM5	Minimizar permanencia de acopios en obra
MM6	Cubrir tolva de camiones
MM7	No recargar tolva de camiones
MM8	Restringir velocidad de circulación en la obra
MM9	Minimizar altura de descarga
MM10	Protocolo de aseo interno de la obra
MM11	Protocolo de aseo de áreas públicas de la obra
MM12	Avado de redas de equipos y camiones
MM13	Estabilizar vías interiores de la obra
MM14	Humectar residuos evacuados desde altura
MM15	Pavimentar accesos a la obra
MM16	Realizar faenas de corte o pulido en recintos cerrados
MM17	Humectar caminos
MM18	Protocolo de limpieza de andamios
MM19	Cubrir fachada y vanos
MM20	Extremar medidas de mitigación en episodios de contingencia ambiental
MM21	Mantenimiento preventivo de equipos, maquinarias y vehículos.

* (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)

ANEXO N. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDOS

Sufijo	Descripción
MM1	Capacitación del personal
MM2	Uso de equipos en buen estado
MM3	Preparado de enfierradura fuera de obra
MM4	Preparado de prefabricado fuera de obra
MM5	Uso de guillotinas o tijeras
MM6	Apantallamiento del área
MM7	Realizar faena en sector cerrado con buena ventilación
MM8	Planificar horario de la faena
MM9	Informar faenas ruidosas a vecinos
MM10	Ubicación de equipos en la obra
MM11	Uso de montacargas o grúas torre para transporte y descarga
MM12	Uso de hormigón autocompactante
MM13	Uso de puente de adherencia
MM14	Uso de moldajes de buena calidad y en buen estado
MM15	Uso de vibradores con cabeza cubierta con goma
MM16	Evitar contacto de sonda del vibrador con enfierradura
MM17	Privilegiar uso de motor eléctrico
MM18	Instalación de barrera acústica
MM19	Evitar camiones estacionados dentro y fuera de la obra
MM20	Insonorización y/o aislación de equipos

* (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)

ANEXO O. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RESIDUOS

Sufijo	Descripción
MM1	Capacitación del personal
MM2	Optimizar cortes
MM3	Preparado de enfierradura fuera de obra
MM4	Preparado de prefabricado fuera de obra
MM5	Plan de corres para utilización de planchas
MM6	Separación y clasificación de diferentes tipos de residuos
MM7	Disposición final de residuos de construcción
MM8	Disposición de residuos peligrosos en relleno de seguridad
MM9	Disposición de basuras domiciliarias
MM10	Proteger suelo en la manipulación de sustancias peligrosas
MM11	Entregar residuos reciclables
MM12	Reservar la capa vegetal
MM13	Programar los retiros de residuos

* (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)

ANEXO P. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RELACIÓN CON LOS VECINOS

Sufijo	Descripción
MM1	Capacitación del personal
MM2	Aviso de fechas
MM3	Uso de pizarrón
MM4	Espacio para inquietudes y reclamos
MM5	Promover el respeto a la comunidad
MM6	Definir horarios y sectores para comidas
MM7	Mantener el ingreso y salida de la obra expedito
MM8	Habilitar espacio para uso de trabajadores
MM9	Evitar en manifestaciones ruidos molestos
MM10	Cuidar espacios públicos
MM11	Mantenimiento y aseo de entorno
MM12	Banderillero para ingreso y salida de camiones
MM13	Señalética de advertencia para peatones de entrada y salida de camiones

* (Cámara Chilena de la Construcción, 2014)

ANEXO Q. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN OBRA

Lista de Chequeo	Si	No	NA
Se ha establecido un Departamento de Prevención de Riesgos en su empresa y faena			
El Departamento de Prevención es dirigido por un Experto en Prevención de Riesgos de la categoría según la normativa vigente, y elaboran estadísticas de Accidentabilidad, Siniestralidad, Gravedad y Frecuencia.			
El Departamento de Prevención de Riesgos elabora y difunde una Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, matriz de riesgos			
Los trabajadores aportan para la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos-Matriz de riesgos			
El administrador de obra participa en las reuniones de prevención y realiza seguimiento de los acuerdos preventivos			
Se proporciona a los trabajadores los equipos e implementos de protección personal, y cuentan con su certificación y mantención			
Se realizan capacitaciones o acciones educativas en el área de la prevención de riesgos, e informa de los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores de acuerdo con su actividad y cargo, las medidas preventivas y los métodos de trabajo correctos			
Se evalúa la efectividad de las actividades de capacitación, y se determina si existen medidas correctivas que permitan mejorar las desviaciones detectadas			
Se tiene difundida y comunicado a todos los trabajadores la política de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), que se encuentra vigente y aprobada por el máximo ejecutivo			
Se encuentra constituido y se reúne mensualmente el Comité Ejecutivo de Seguridad y Salud en el Trabajo			
En las reuniones de trabajo se realizan frecuentemente reflexiones de seguridad			
Conoce el modelo de certificación de comités paritarios de higiene y seguridad de Mutual de Seguridad			
Se encuentra formado el comité paritario de faena, si el total de trabajadores en el centro de trabajo ha superado los 25, cualquiera sea su dependencia, y esta condición se mantenga por al menos 30 días.			
Todos los miembros del comité paritario acreditan un curso de prevención de riesgos			
El comité paritario se reúne a lo menos una vez al mes, y cada vez que haya ocurrido un accidente grave o fatal			

Se asegura que los extintores portátiles instalados cumplan con lo establecido en el DS 594. Asegurando que los extintores de incendio cumplan con el Decreto 369, sobre la certificación de los equipos			
Se determinan las necesidades de capacitación y establece un programa anual/obra de capacitación en materias de seguridad y salud en el trabajo que considere a ejecutivos, jefes, supervisores y trabajadores			
Se dispone de símbolos y señalizaciones en el idioma oficial del país			
Se mantienen delimitadas las zonas de trabajo que expongan a peligros a los trabajadores y otros			
Se inspecciona periódicamente los andamios			
Se tiene un departamento de prevención de riesgo en funcionamiento de acuerdo con DS 40/69			
Se tiene implementado un procedimiento para actuar frente a una emergencia real o potencial			
Existe control de acceso del personal (general), y realiza un control en los cierres perimetrales a la faena			
Se tiene implementado acciones preventivas para el uso y manejo de escalas			
Se destina un recinto exclusivo a vestuario para las actividades de cambio de ropa para su personal			
Se controla que existan servicios higiénicos independientes y separados para hombres y mujeres en su faena			
Se verifican que los tableros eléctricos de su centro de trabajo cuentan con elementos identificatorios y protector diferencial. Las fases se encuentran debidamente señalizadas.			
En bodega se dispone de fácil consulta las hojas de datos de seguridad			
Se verifica que el trabajador encargado de la bodega de materiales peligroso cuenta con la capacitación formal y existe registro de ello			
Se controla que se realizan reportes de mantención de cada máquina y equipo al día en su centro de trabajo			
El departamento de prevención de riesgos de faena tiene implementado un programa y campaña en prevención de accidentes de trayecto			
Se controla que en las dependencias de sus oficinas se mantengan los pisos y/o revestimientos en buenas condiciones			
Se mantienen procedimientos de operación para las diversas maquinarias y equipos de trabajo			

* (Mutual de Seguridad y Cámara Chilena de la Construcción, 2015)