



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**MANUAL PARA EL CONTROL DE COSTOS EN LA PEQUEÑA EMPRESA
CONSTRUCTORA DE VIVIENDA EN SERIE, CON EL SISTEMA DE
FORMALETA DE ALUMINIO**

Allan Rodny Cacao Estrada

Asesorado por el Ing. Milton Lenin Hernández González

Guatemala, enero de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL PARA EL CONTROL DE COSTOS EN LA PEQUEÑA EMPRESA
CONSTRUCTORA DE VIVIENDA EN SERIE, CON EL SISTEMA DE
FORMALETA DE ALUMINIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALLAN RODNY CACAO ESTRADA

ASESORADO POR EL ING. MILTON LENIN HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Alan Geovani Cosillo Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MANUAL PARA EL CONTROL DE COSTOS EN LA PEQUEÑA EMPRESA
CONSTRUCTORA DE VIVIENDA EN SERIE, CON EL SISTEMA DE
FORMALETA DE ALUMINIO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 06 de marzo de 2015.



Allan Rodny Cacao Estrada

Guatemala, 14 de Agosto de 2015

Ingeniero Civil
Guillermo Francisco Melini Salguero
Jefe del Departamento de Planeamiento
Escuela de Ingeniería Civil
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Melini:

Por medio de la presente tengo el gusto de informarle que he revisado y asesorado el trabajo de graduación titulado **"MANUAL PARA EL CONTROL DE COSTOS EN LA PEQUEÑA EMPRESA CONSTRUCTORA DE VIVIENDA EN SERIE, CON EL SISTEMA DE FORMAleta DE ALUMINIO"**, desarrollado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Civil Allan Rodny Cacao Estrada.

El mencionado trabajo de graduación se encuentra satisfactoriamente desarrollado y llena los requisitos para mi completa aprobación.

Sin otro particular me suscribo de usted atentamente.



Milton Lenin Hernández González
Ingeniero Civil
Colegiado: 12,262
ASESOR

Milton Lenin Hernández González
Ingeniero Civil
Colegiado 12,262



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
28 de octubre de 2015

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **MANUAL PARA EL CONTROL DE COSTOS EN LA PEQUEÑA EMPRESA CONSTRUCTORA DE VIVIENDA EN SERIE, CON EL SISTEMA DE FORMAleta DE ALUMINIO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Allan Rodny Cacao Estrada, quien contó con la asesoría del Ing. Milton Lenin Hernández González.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Guillermo Melini Salguero

Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero
Jefe Del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
PLANEAMIENTO
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Milton Lenin Hernández González y del Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Allan Rodney Cacao Estrada, titulado **MANUAL PARA EL CONTROL DE COSTOS EN LA PEQUEÑA EMPRESA CONSTRUCTORA DE VIVIENDA EN SERIE, CON EL SISTEMA DE FORMALETA DE ALUMINIO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

[Handwritten signature]

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 DIRECTOR
 FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, enero 2016

/mrrm.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **MANUAL PARA EL CONTROL DE COSTOS EN LA PEQUEÑA EMPRESA CONSTRUCTORA DE VIVIENDA EN SERIE, CON EL SISTEMA DE FORMAleta DE ALUMINIO**, presentado por el estudiante universitario: **Allan Rodny Cacao Estrada**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, enero de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por sobre todas las cosas, gracias a ti, por cada instante en el que me has demostrado tu amor y fidelidad. Señor, tu misericordia ha permitido que se materialice esta meta tan anhelada.

Mi padre

Otto Fredman Cacao (q. e. p. d.), esto es para usted padre; gracias por todo, por cada consejo y cada palabra de aliento; hoy quisiera que estuviera aquí mi viejo querido para poder abrazarlo y darle las gracias porque nunca dejó de creer en mí. Un suspiro al viento y una lágrima hacia el cielo y en donde se encuentre, un beso desde lo más profundo de mi corazón.

Mi madre

Nirma Estrada, por su apoyo y motivación; por alentarme a salir adelante; esta es una pequeña muestra de honra para usted.

Mi hermano

Otto Fredman, infinitas gracias por haber creído en mí, por ser ese apoyo que se convirtió en uno de los pilares fundamentales para alcanzar esta meta. Gracias por todo el amor y la comprensión.

.

Mi hermana y familia

Desiré Cacao, que esta sea una pequeña muestra de superación; a mis sobrinos recordarles que bajo la instrucción de Dios no hay nada imposible.

Mi amada esposa

Débora María Medina, porque llegaste a convertirme en la persona más importante en mi vida, mi compañera de hogar, mi amor; porque sabes lo que este logro significa en mi vida.

Mis tíos

Ronal y Heriberto Estrada; gracias por comprenderme y sobre todas las cosas, gracias porque en ustedes encontré el aliento y el consejo para salir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

No existen palabras para expresar la gratitud que hay en mi corazón, porque sin tu misericordia y ayuda no habría alcanzado este sueño. A ti sea la gloria, la honra y el honor.

Mis padres

Por haberme formado como hombre de bien. Gracias por haber inculcado principios y valores; esta pequeña meta es para ustedes. Otto Fredman Cacao, gracias porque siempre sus palabras de aliento fueron “Buena estrella” a donde vaya; te amo querido viejo. Nirma Estrada madre querida, gracias por tanto amor y apoyo.

Mi hermano

Otto Fredman, gracias por el apoyo incondicional; por todos los momentos compartidos; gracias porque siempre ha sido una motivación para superarme en mi vida.

Mi esposa

Gracias porque eres una luz en mi vida; eres esa chispa que necesitaba para alcanzar esta meta. Gracias por compartir mi sueño y porque me ayudaste a que se hiciera realidad. Te amo Débora María.

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

En especial a mi querida Facultad de Ingeniería, y Escuela de Ingeniería Civil, mi casa del saber; siempre será un orgullo para mí pertenecer a la tricentenaria Usac.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. PRINCIPIOS GENERALES	1
1.1. Descripción del sistema de vivienda en serie, con formaleta de aluminio	1
1.1.1. Antecedentes en Guatemala del uso del sistema de formaleta de aluminio para la producción de vivienda en serie	3
1.1.2. Proceso constructivo de viviendas con formaleta de aluminio.....	3
1.1.2.1. Descripción	4
1.1.2.1.1. Topografía y trazo.....	4
1.1.2.1.2. Zanjeo.....	5
1.1.2.1.3. Armado y fundición de losas de cimentación.....	5
1.1.2.1.4. Descripción del armado de muros.....	8
1.1.2.1.5. Detalle de instalaciones sanitarias y eléctricas.....	8

	1.1.2.1.6.	Montaje de paneles en muro.....	10
	1.1.2.1.7.	Apuntalamiento de losa.....	11
	1.1.2.1.8.	Instalación de electromalla en losa.....	12
	1.1.2.1.9.	Revisión final.....	13
	1.1.2.1.10.	Fundición del primer nivel.....	14
1.2.		Aspectos generales de proyectos.....	14
1.2.1.		Conceptos generales	15
1.2.2.		Etapas de la formulación de proyectos	15
	1.2.2.1.	Estudio preliminar	15
	1.2.2.2.	Planificación de proyecto.....	15
	1.2.2.3.	El diseño detallado	16
	1.2.2.4.	El recurso del proyecto	16
	1.2.2.5.	Implementación del proyecto	16
	1.2.2.6.	Ejecución del proyecto.....	16
	1.2.2.7.	Cierre del proyecto	16
1.3.		Criterios de evaluación de proyectos.....	17
1.3.1.		Evaluación económica y social de los proyectos	17
1.3.2.		Evaluación del costo de los proyectos.....	17
	1.3.2.1.	Costo directo.....	17
	1.3.2.2.	Costo indirecto.....	18
	1.3.2.3.	Costo operativo.....	18
1.3.3.		Evaluación administrativa de proyectos.....	18
2.		EJEMPLO DE APLICACIÓN (GENERALIDADES)	19
2.1.		Planificación de proyecto.....	19
	2.1.1.	Planos.....	20
	2.1.2.	Presupuesto.....	22

2.1.2.1.	Cálculo de mano de obra	22
2.1.2.1.1.	Planilla por día	22
2.1.2.1.1.1.	IGSS.....	24
2.1.2.1.1.2.	Intecap e Irtra...25	
2.1.2.1.1.3.	Vacaciones.....	25
2.1.2.1.1.4.	Bono 14 y aguinaldo.....	25
2.1.2.1.1.5.	Indemnización...26	
2.1.2.1.2.	Subcontratos por actividad.....	27
2.1.2.2.	Cálculo de materiales.....	29
2.1.2.3.	Integración de costos directos (mano de obra + materiales)	34
2.1.2.4.	Presentación de costo directo	35
2.1.2.5.	Integración del costo administrativo	38
2.1.2.6.	Integración del costo indirecto.....	39
2.1.2.7.	Costo de formaleta	40
2.1.2.7.1.	Por área cubierta	41
2.1.2.7.2.	Por cara de contacto.....	41
2.1.2.8.	Otros costos	42
2.1.2.8.1.	Utilidad.....	42
2.1.2.8.2.	Imprevistos.....	42
2.1.2.8.3.	Impuestos.....	43
2.1.2.9.	Integración final del presupuesto	43
2.1.3.	Cronograma de actividades	43
2.2.	Organización de proyecto	49
2.2.1.	Licitación de trabajos	49
2.2.2.	Listado de contratistas	51
2.2.3.	Listado de proveedores.....	52

2.2.4.	Listado de personal administrativo	52
2.2.5.	Contratos de trabajo	53
2.3.	Dirección de proyecto.....	53
2.4.	Ejecución de proyecto	54
2.5.	Control de proyecto	55
2.5.1.	Control real del avance	55
2.5.2.	Matriz de cobros	57
2.5.3.	Control de egresos	57
2.5.4.	Directorio de personal.....	58
3.	ANÁLISIS DE COSTO DEL PROYECTO	59
3.1.	Identificación del costo	59
3.2.	Criterios de evaluación del costo.....	60
3.2.1.	Costo mínimo.....	60
3.2.2.	El índice de rentabilidad.....	60
3.2.3.	La tasa interna de retorno.....	60
3.3.	Indicadores del costo	61
3.3.1.	Costo total.....	61
3.3.1.1.	Costo fijo.....	61
3.3.1.2.	Costo variable.....	61
3.3.2.	Estado de ganancias y pérdidas.....	62
3.3.3.	Valor ganado (EVM)	62
4.	FORMATOS DE CONTROL	65
4.1.	Formatos de control en la etapa de planificación	66
4.1.1.	Programa de erogaciones (<i>cash flow</i>)	66
4.2.	Formatos de control en la etapa de organización.....	67
4.2.1.	Pedido de materiales	67
4.2.2.	Pedido de herramienta y equipo	68

4.3.	Formatos de control en la etapa de ejecución	69
4.3.1.	Salida de materiales de bodega	70
4.3.2.	Salida de herramienta de bodega	71
4.3.3.	Control de mano de obra.....	72
4.3.3.1.	Planilla.....	72
4.3.3.2.	Pago contratistas	72
4.3.4.	Estimación de cobro.....	75
4.3.5.	Análisis presupuesto vs. costo	76
4.4.	Formatos de control en la etapa de cierre	77
4.4.1.	Formulario de entrega de proyecto	77
4.4.2.	Control de cambios de proyecto.....	79
4.4.3.	Estado de cuenta final.....	80
4.4.4.	Lecciones aprendidas	80
	CONCLUSIONES.....	83
	RECOMENDACIONES	85
	BIBLIOGRAFÍA.....	87
	ANEXOS	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Personal realizando trazo	4
2.	Zanjeo	5
3.	Armado de cimentación	6
4.	Fundición de losa de cimentación	7
5.	Losa de cimentación acabada	7
6.	Colocación de electromalla para muros	8
7.	Colocación de separadores de muro	9
8.	Colocación de instalaciones en muro	9
9.	Corbata y yumbolón	10
10.	Instalación de paneles	11
11.	Apuntalamiento de losa	12
12.	Instalación de electromalla en losa	13
13.	Colocación de concreto	14
14.	Planta arquitectónica, nivel 1	20
15.	Planta arquitectónica, nivel 2	21

TABLAS

I.	Piezas de formaleta de aluminio	2
II.	Precios de mano de obra por día	3
III.	Integración de planilla quincenal	24
IV.	Precios de mano de obra por tarea	27
V.	Integración de costo directo: de mano de obra en cimentación.	29

VI.	Precio de materiales	30
VII.	Integración de costo directo: materiales y mano de obra.....	34
VIII.	Integración de costo directo: resumen	35
IX.	Presupuesto de 2 viviendas proyecto “A”.....	36
X.	Integración de costo administrativo.....	39
XI.	Integración de costo de herramienta y equipo	39
XII.	Integración de costo de maquinaria y vehículos	40
XIII.	Integración final de presupuesto	43
XIV.	Cronograma de ejecución para una casa	46
XV.	Cronograma de ejecución para diez casas	48
XVI.	Análisis de oferta de proveedores.....	50
XVII.	Listado de contratistas	51
XVIII.	Listado de proveedores.....	52
XIX.	Listado de personal administrativo.....	52
XX.	Cronograma de ejecución real	56
XXI.	Control de cobros.....	57
XXII.	Control de egresos.....	58
XXIII.	Directorio de personal	58
XXIV.	Precio desglosado con base en metas	66
XXV.	Programa de erogaciones.....	67
XXVI.	Pedido de materiales	68
XXVII.	Pedido de herramientas	69
XXVIII.	Salida de materiales de bodega.....	70
XXIX.	Entrega de herramienta	71
XXX.	Control de asistencia de planilla	72
XXXI.	Reporte de trabajos ejecutados	73
XXXII.	Control de pago de mano de obra.....	74
XXXIII.	Estimación de cobro.....	75
XXXIV.	Análisis de costo de presupuesto vs. ejecutado.....	76

XXXV.	Análisis de costo directo y otros gastos.....	76
XXXVI.	Análisis de costo con relación a la venta.....	77
XXXVII.	Formulario de entrega de vivienda	78
XXXVIII.	Control de cambios.....	79
XXXIX.	Estado de cuenta final	80
XL.	Formato de lecciones aprendidas.....	81

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetros
KPa	Kilo Pascal
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Psi	Libra por pulgada cuadrada
N-m	Newton-metro
%	Porcentaje
\$	Representación de moneda dólar
Q	Representación de moneda quetzal
”	Representación de pulgadas

GLOSARIO

Acabado galvanizado	Es un acabado con elemento de zinc. Su uso, generalmente, es para proteger al acero de la corrosión.
Aditivo fluidificante	Su función principal es la de disminuir el contenido de agua para una trabajabilidad dada, aumentarla para un mismo contenido de agua sin producir segregación u obtener ambos efectos simultáneamente.
Aleación	Es una mezcla homogénea de propiedades metálicas, que está compuesta de dos o más elementos, de los cuales, al menos uno es un metal.
Aserradero	Industria encargada de fabricar objetos de madera; provee de productos semiacabados que generalmente son destinados a una industria de segunda transformación, tales como carpintería, construcción, entre otros.
<i>Bushing</i>	Es un accesorio en acero galvanizado que funciona como barrera protectora de las perforaciones de ensamble.

Cemento ARI	Cemento que alcanza alta resistencia mecánica inicial, diseñado para desencofrado rápido en procesos industriales.
Cuantitativo	Es un adjetivo que está vinculado a la cantidad. Referencia una cantidad de cosas.
Desencofrante	Es el producto químico empleado para evitar que el concreto o mortero queden adheridos al retirar el encofrado; dependiendo de su composición química puede encontrarse base solvente o agua.
Desencofre	Es la acción y efecto de retirar en una obra civil la formaleta de sostén, una vez ha fraguado.
Eficiente	Habilidad de contar con algo para lograr un resultado. Capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos.
Encofre	Acción de preparar un molde de tablas o planchas de metal donde se vierte concreto para hacer columnas, muros, cimientos y vigas de una vivienda en construcción.
Estructura tipo cajón	Estructura donde las cargas gravitacionales se transmiten al cimiento mediante fuerzas axiales en los muros, no se puede esperar un comportamiento dúctil, al no producirse disipación

de energía.

**Fundición
de concreto**

Es el proceso que consiste en la fabricación de piezas a partir de verter un material (concreto) e introducirlo a un molde, solidificándose y adquiriendo la forma del molde.

**Fundición
monolítica**

Proceso por el cual se funde un material compacto, con una unión tan fuerte entre sus distintas partes, como si fuera de una sola pieza.

Leasing

Sistema de arrendamiento de bienes de equipo mediante un contrato en el que se prevé la opción de compra por parte del arrendatario.

Manómetro

Instrumento que se emplea para la medición de la presión en los fluidos; generalmente determina la diferencia que hay entre la presión del fluido y la local.

**Medida
estándar**

Que es lo más habitual o que reúne las características comunes a la mayoría.

Mojón

Indicadores a base de concreto o mortero que sirven para delimitar los ejes de localización de una construcción.

Molde

Es una pieza o un conjunto de piezas acopladas, interiormente huecas, pero con los detalles e

impresiones exteriores del futuro sólido que se desea obtener.

Outsourcing

Es la subcontratación de terceros para hacerse cargo de ciertas actividades complementarias a la actividad principal.

Panel CAP

Sirve de complemento a la formaleta estándar para completar la altura total del muro exterior, abarcando el espesor de la losa.

**Panel
de aluminio**

Es un tipo de material compuesto por una capa en la superficie de aluminio. Las características deciden el amplio rango de aplicaciones, por ejemplo: recubrimiento de paredes.

**Perfil
de aluminio**

Es un material de aleación de aluminio, resultando en formas diferentes para diversas aplicaciones.

**Pin
grapa**

Accesorio utilizado para la sujeción de rieles, ranurados con rieles perforados.

Portalineador

Accesorio que se utiliza para el alineamiento horizontal del encofrado de muros.

Preliminar

Es aquello que sirve de preámbulo para tratar algo, o que antecede a una acción.

Puntal telescópico	Es el puntal que se caracteriza por la fibra del tubo de acero y las chapas onduladas en los extremos, que le proporcionan más estabilidad y solidez.
Rentabilidad	Rendimiento que se obtiene a partir de las inversiones.
Resane	Es el proceso de reparación de grietas y agujeros para dejar sin imperfecciones los muros y losas de la obra gris en una edificación.
Revestimiento	Capa de un material con que se cubre totalmente una superficie.
Stock	Conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o comercialización.
Taladro percutor	Taladro que tiene un movimiento hacia dentro y fuera muy leve como la función de un martillo, suficiente para hacer un agujero en concreto con una broca especial para concreto.
Tasa	Coeficiente que expresa la relación existente entre una cantidad y la frecuencia de un fenómeno. De esta forma, permite expresar la existencia de una situación que no puede ser medida o calculada de forma directa.

Tensor	Mecanismo o dispositivo que se utiliza para tensar elementos.
Tratamiento térmico	Proceso que comprende el calentamiento de metales o aleaciones en estado sólido a temperaturas definidas, manteniéndolas a esa temperatura por suficiente tiempo seguido de un enfriamiento, con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, especialmente la dureza, resistencia y la elasticidad.
Tricket	Es una máquina que genera presión para la elevación de cargas mediante el accionamiento manual de una palanca.
Vano	Consiste en un hueco abierto en un muro con la intención de iluminar un lugar, destinado para una puerta o ventana.
Yumbolón	Es el material de lámina de espuma de polietileno que recubre las corbatas para su aislamiento.

RESUMEN

En Guatemala, el sector de la construcción ha crecido grandemente en los últimos años. Pueden verse varias empresas emergentes con visión de crecimiento, así como profesionales de la ingeniería civil con espíritu emprendedor y que inician con instalar su propia empresa y posicionarse en el mercado utilizando métodos y técnicas constructivas innovadoras que bajen costos y sean más rápidos que la construcción tradicional de mampostería reforzada; uno de esos sistemas constructivos es el de concreto reforzado usando formaleta de aluminio.

Uno de los grandes problemas que enfrentan las pequeñas constructoras y los profesionales recién graduados con espíritu emprendedor es la falta de conocimiento y organización administrativa y de costos. Es por ello que surge la necesidad de desarrollar un manual que sirva de apoyo al nuevo profesional y a la pequeña empresa constructora para organizar mejor el costo de los proyectos que emprenda.

El “Manual para el control de costos en la pequeña empresa constructora de vivienda en serie con el sistema de formaleta de aluminio” es un instrumento de formatos y controles administrativos, cuyo principal propósito es brindar soporte para la pequeña empresa constructora en el control de costos en la fase de planificación, ejecución y cierre de proyectos.

OBJETIVOS

General

Brindar un documento de apoyo al desarrollador de proyectos, para el análisis, planificación, dirección, y control de los costos en la ejecución de proyectos de vivienda en serie, utilizando el sistema de formaleta de aluminio.

Específicos

1. Proporcionar lineamientos claves y formatos accesibles que brinden datos para análisis y planificación de costos en la planificación de proyectos de construcción de vivienda en serie para la pequeña empresa.
2. Elaborar formatos de control administrativo-financiero para el control del costo en la fase de ejecución de un proyecto de vivienda en serie para la pequeña empresa.
3. Ofrecer herramientas de control de costos para el cierre de proyecto de vivienda en serie para la pequeña empresa.
4. Obtener la información necesaria para tomar una decisión durante la ejecución de un proyecto, basada en estados financieros y de resultados del proyecto.

INTRODUCCIÓN

Entre los instrumentos más importantes que deben utilizarse para el desarrollo de un proyecto, el control de costos debe ser considerado como uno de los aspectos principales tanto en la etapa de planificación como en la ejecución de un proyecto, ya que los costos están presentes durante todo el desarrollo del mismo.

Todo proyecto contiene varias fases por las cuales debe desarrollarse encontrando desde el análisis de factibilidad, análisis de inversión, planificación, ejecución y cierre. En todas las fases de proyectos están presentes los costos y son un factor determinante en la toma de decisiones, desde la planificación, hasta la organización, ejecución, control y cierre de los proyectos.

La construcción de vivienda en serie con el sistema constructivo de formaleta de aluminio es un concepto que recientemente se comenzó a explorar en el país, por ser un sistema bastante rápido en producción requiere mucho control a nivel operativo como administrativo.

Entre las herramientas que sirven de apoyo para el control de los proyectos están: el presupuesto, cronograma de trabajo, estimaciones de cobros, cuadros de control de materiales, cuadros de control de mano de obra, matrices de entrega de los proyectos, matrices de lecciones aprendidas, entre otros.

El presente trabajo desarrolla una guía para el análisis, planificación, dirección, control y ejecución de los costos en los proyectos, la cual puede ser

utilizada como un documento de apoyo para la implementación en las pequeñas empresas constructoras emergentes o para los profesionales de la construcción recién egresados, cuyas metas contemplen administrar un proyecto de construcción de vivienda.

1. PRINCIPIOS GENERALES

1.1. Descripción del sistema de vivienda en serie con formaleta de aluminio










Es un sistema constructivo industrializado que utiliza moldes de formaleta de aluminio para dar forma a las viviendas que se desean construir. Las formaletas de aluminio están hechas de aluminio estructural, con perfiles moldeados de alta resistencia y peso liviano, que se ensamblan entre sí de manera rápida. La resistencia de sus piezas hace que puedan ser reutilizadas.

El sistema permite fundir el 100 % de la obra gris de la estructura monolíticamente muro y losa, y deja un acabado completamente listo para recibir cualquier tipo de recubrimiento.

Las piezas principales de la formaleta son las siguientes:

- Panel de muro
- Panel de losa
- Esquinero de muro interno
- Ángulo exterior
- Formaleta CAP
- Formaleta para culatas
- Tapa muro
- Cuchilla
- Culatón

Tabla I. **Piezas de formaleta de aluminio**

Nombre	Descripción	Nombre	Descripción
Panel de muro		Formaleta para culatas	
Panel de losa		Tapamuro	
Esquinero de muro interno		Cuchilla	
Ángulo exterior		Culatón	
Formaleta CAP			

Fuente: archivos de empresa Forsa.

1.1.1. Antecedentes en Guatemala del uso del sistema de formaleta de aluminio para la producción de vivienda en serie

La palabra formaleta quiere decir: armazón enlazada fuertemente que sirve para formar el molde de los elementos constructivos en una obra civil.

En cualquiera de los conceptos, los encofrados o formaletas son verdaderas estructuras. Aunque son temporales, deben ser diseñadas, calculadas y construidas para soportar sobrecargas, resistir tensiones, compresiones e impactos. El hecho de ser estructuras temporales obliga a que sean armadas y desarmadas varias veces en el proceso de una obra en construcción.

Las formaletas metálicas se empezaron a establecer en el mercado de ingeniería civil, mayormente en lo que se refiere a construcciones de viviendas en serie; esto llevó al descenso de pedidos en algunos aserraderos, pues el metal invadía el tradicional campo de las formaletas.

El sistema industrializado de moldes para muros, losas y fundición de concreto se introdujo en el mercado de Guatemala desde principios de los años noventa, en su mayoría para la construcción de vivienda de nivel medio.

1.1.2. Proceso constructivo de viviendas con formaleta de aluminio

Por su versatilidad, se tiene la ventaja de poder ejecutar cualquier tipo de proyecto de vivienda, conociendo los tipos o modelos de casas y la cantidad de las mismas, se procede a modular las piezas de muros y losa.

1.1.2.1. Descripción

Generalmente se utiliza una losa de cimentación, aunque se pueden utilizar en cimientos tradicionales.

El espesor de los muros depende del requerimiento de diseño por lo general se funden muros de 7 cm, 8 cm, 10 cm y 12 cm para viviendas, en edificios generalmente se utilizan muros de 15 cm o 20 cm de espesor.

1.1.2.1.1. Topografía y trazo

Para iniciar se debe de realizar una etapa de urbanización donde se evalúan y ubican las áreas de corte y relleno para conformar las plataformas, tomando en cuenta la mecánica de suelos hasta obtener un grado óptimo de compactación para iniciar el trazo. Se debe corroborar constantemente la topografía.

Figura 1. **Personal realizando trazo**



Fuente: proyecto casco San Rafael.

1.1.2.1.2. Zanjeo

Con base en el trazo con topografía se ubican los recorridos de las instalaciones bajo piso (hidráulicas, eléctricas y especiales), también se ubican los refuerzos verticales de acero.

Figura 2. **Zanjeo**



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

1.1.2.1.3. Armado y fundición de losas de cimentación

Luego de colocar las instalaciones bajo piso se procede a ubicar el acero de refuerzo de la cimentación que generalmente son mallas electrosoldadas; de acuerdo con la configuración del cimiento se pueden integrar cimiento corrido y zapatas a la losa de cimentación. Se dejan esperas para el refuerzo de muros.

Figura 3. Armado de cimentación



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

Se realiza la revisión final para asegurarse que todo esté debidamente fijado y con la tubería libre de fugas para proceder con la fundición de la losa de cimentación.

Figura 4. **Fundición de losa de cimentación**



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

Para obtener un mejor acabado en la losa se utiliza una regla de arrastre; una vez terminado se inicia el siguiente proceso constructivo.

Figura 5. **Losa de cimentación acabada**



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

1.1.2.1.4. Descripción del armado de muros

En las esperas que se ubicaron durante la cimentación se amarra la electromalla que servirá de refuerzo de muros; cada espera tiene una separación de 15 a 20 centímetros.

Figura 6. Colocación de electro malla para muros



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

1.1.2.1.5. Detalle de instalaciones sanitarias y eléctricas

Se colocan accesorios para dar recubrimiento, o discos separadores para centrar el acero de refuerzo en los muros.

Figura 7. **Colocación de separadores de muro**



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

Se deben sujetar a la malla electrosoldada las cajas eléctricas y los conductos eléctricos, sanitarios y de gas para evitar que se desplacen al momento de colocar el concreto.

Figura 8. **Colocación de instalaciones en muro**



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

Ya instaladas las mallas de refuerzo, cajas eléctricas y tuberías, y colocados los discos separadores, se hace una revisión general antes de iniciar el montaje de las formaletas de aluminio.

1.1.2.1.6. Montaje de paneles en muro

Previo al inicio del montaje de los paneles de muro se debe verificar que estos tengan bien aplicado el desencofrante, el cual es una película de sustancia líquida; hay diversos tipos de desencofrantes, generalmente se dividen en base, agua y base solvente.

El desencofrante se aplica en la cara de contacto de las formaletas. Se debe supervisar que las corbatas estén debidamente forradas con polietileno (yumbolón) para su fácil extracción y evitar daños en las mismas.

Figura 9. **Corbata y yumbolón**



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

Se inicia la instalación de paneles en las esquinas de la edificación ubicándolas sobre los trazos o replanteo de la vivienda. Se debe fijar al esquinero de muro una formaleta a cada lado formando escuadra, para dar estabilidad.

Figura 10. **Instalación de paneles**



Fuente: instalaciones de la empresa Forsa.

1.1.2.1.7. Apuntalamiento de losa

Para garantizar la horizontalidad y nivelación de la parte baja de la losa se instalan puntales a cada uno o dos metros como máximo en ambos sentidos; existen accesorios que se denominan losas puntales; estos se unen a los paneles de losa con pin grapa y se soportan con su respectivo puntal o paral.

La cantidad y posición de las losas puntales se determinan de acuerdo con la configuración estructural de cada ambiente.

Figura 11. **Apuntalamiento de losa**



Fuente: instalaciones de la empresa Forsa.

La instalación de puntales que conforma un sistema de apuntalamiento, facilitan el desencofre, garantizando que la losa siempre quede apuntalada y permitiendo la reutilización de las formaletas al otro día.

1.1.2.1.8. Instalación de electromalla en losa

Terminada la instalación de los paneles en la losa, se procede a la instalación de las mallas inferiores de refuerzo de la losa y toda la tubería y accesorios hidráulicos y sanitarios correspondientes a la losa, se colocan las mallas de refuerzo y los refuerzos de acero como vigas, dinteles, bastones entre otros.

Figura 12. Instalación de electromalla en losa



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

1.1.2.1.9. Revisión final

Antes de cada vaciado, el personal de supervisión debe revisar todo el montaje desde la correcta colocación de los accesorios y esto incluye verificar que los muros estén plomados y alineados y la losa este alineada y nivelada.

Es recomendable aplicar diésel en la parte exterior de la formaleta con máquina de fumigar, esto servirá para evitar que el concreto se pegue a la formaleta.

1.1.2.1.10. Fundición del primer nivel

Como último proceso para la construcción de la vivienda, se procede a la fundición de concreto en la misma.

Figura 13. Colocación de concreto



Fuente: proyecto Hacienda de las Flores.

1.2. Aspectos generales de un proyecto

Un proyecto es un conjunto de actividades desarrolladas en un tiempo determinado, con recursos limitados, para cumplir con un objetivo final definido mediante una necesidad u oportunidad de negocio.

1.2.1. Conceptos generales

En el campo de la ingeniería civil un proyecto podría ser de tipo intelectual como un diseño estructural o bien de tipo físico como la construcción de obra civil.

1.2.2. Etapas de la formulación de proyectos

En el campo de la construcción podemos definir que el ciclo de vida de un proyecto inicia cuando de parte de la junta directiva se aprueba el inicio del mismo, luego de haber analizado el mercado y la factibilidad del proyecto.

Una vez aprobado el proyecto se deben contemplar las siguientes etapas:

1.2.2.1. Estudio preliminar

Se debe investigar información relevante para el proyecto como cercanía de proveedores, capacidad de stock, características del suelo, temas legales como licencias, patentes, permisos entre otros.

1.2.2.2. Planificación de proyecto

En esta fase se debe realizar todo lo correspondiente a diseño arquitectónico, diseño estructural, diseño hidrosanitario, desarrollo de planos para construcción, integración de presupuesto y cronograma de actividades.

1.2.2.3. El diseño detallado

En este se inicia por diseñar los componentes arquitectónicos, diseño de estructuras, diseño sanitario, diseño eléctrico, elaborar especificaciones, desarrollo de planos.

1.2.2.4. El recurso del proyecto

En base al diseño y planos se procede a estimar los recursos (dinero y tiempo) necesarios para poder llevar a cabo el proyecto. En esta fase se debe realizar el presupuesto y el cronograma del proyecto.

1.2.2.5. Implementación del proyecto

En esta etapa se asignan recursos al proyecto (materiales y humanos), se realiza el presupuesto de ejecución con el cual se deberá entrar a negociación con los proveedores (mano de obra y materiales). Se adquieren los recursos necesarios para iniciar.

1.2.2.6. Ejecución del proyecto

En esta etapa se realizan todas las actividades necesarias para construir lo planificado utilizando el recurso asignado y debiendo terminar cada actividad según el tiempo estimado en el cronograma.

1.2.2.7. Cierre del proyecto

Esta etapa inicia cuando la última actividad del cronograma fuere terminada y aceptada por el cliente final. Una vez se obtiene aprobación en

campo de lo ejecutado se procede a realizar un cierre administrativo que contempla la presentación de la última estimación de cobro y la extensión de un finiquito en el que se saldan todas las deudas que hubiere hasta ese momento.

1.3. Criterios de evaluación de proyectos

A continuación se definen los diversos criterios que deben tomarse en cuenta al elaborar un proyecto.

1.3.1. Evaluación económica y social de los proyectos

La evaluación económica determina el impacto sobre los recursos y la utilidad que genera el proyecto a la empresa que lo desarrollará.

La evaluación social consiste en determinar el aporte al bienestar social del país. Por este medio se mide el impacto en el desarrollo socioeconómico nacional.

1.3.2. Evaluación del costo de los proyectos

Para analizar el costo de los proyectos debe hacerse con base en costos reales ligados a la ejecución y operación del proyecto. No se deben tomar los costos contables, ya que estos tienen otros fines. Los costos de proyectos se pueden definir como:

1.3.2.1. Costo directo

Se refiere a todos los recursos necesarios para la ejecución del proyecto que afectan directamente el mismo tales como materia prima y mano de obra.

1.3.2.2. Costo indirecto

Se refiere a todos los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades de ejecución del proyecto, pero que pueden utilizarse en distintas actividades tales como herramienta, equipo, mobiliario, vehículos, combustible, maquinaria, entre otros.

1.3.2.3. Costo operativo

Se refiere a los costos generados por el personal que administra, supervisa, dirige, controla la ejecución del proyecto. En este rubro se incluyen salarios, viáticos, seguros y otros beneficios que se proveen al equipo de trabajo integrado por gerente de proyecto, residentes, supervisores, asistentes de obra y bodegueros.

1.3.3. Evaluación administrativa de proyectos

Consiste en evaluar la rentabilidad del proyecto desde el punto de vista de la economía en conjunto para medir su efecto sobre la economía general de la empresa. En esta evaluación se debe tomar en cuenta todo el costo que se genera en las oficinas de apoyo a la ejecución (administración, sistemas, contabilidad, auditoría, cobros).

2. EJEMPLO DE APLICACIÓN (GENERALIDADES)

Desarrollo de una fase del Condominio “Modelo”, iniciando con diez casas en total. Las casas tendrán muros y losa de concreto reforzado construido con el sistema de formaleta de aluminio. Se construirán de manera “dúplex” (es decir, compartirán un muro medianero). A continuación se presenta las diferentes herramientas que servirán para controlar el proyecto en sus diferentes fases:

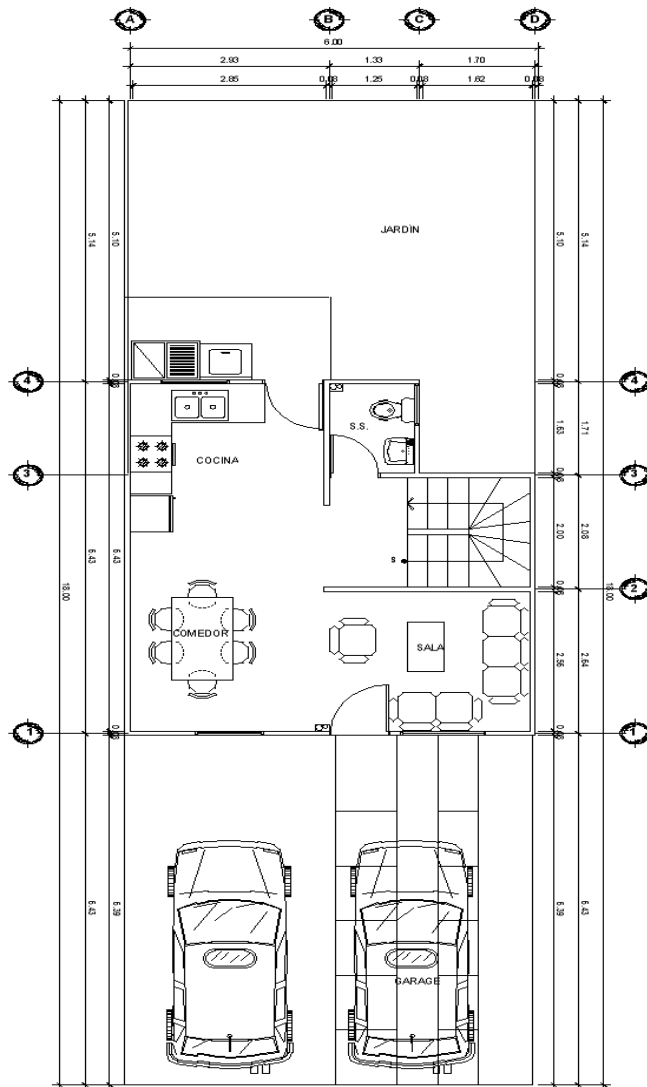
2.1. Planificación de proyecto

- Proyecto habitacional “A”: conjunto de 10 casas de 2 niveles con las siguientes características:
 - Terrenos de 6 m x 18 m
 - Sistema constructivo de muros de concreto
 - *Carport* para 2 vehículos
 - Sala
 - Comedor
 - Cocina
 - Lavandería
 - Sala de visita
 - Dormitorio principal
 - Dormitorio secundario
 - Sala familiar
 - Baño compartido
 - Patio de servicio
 - Jardín

2.1.1. Planos

A continuación se presentan los planos del proyecto.

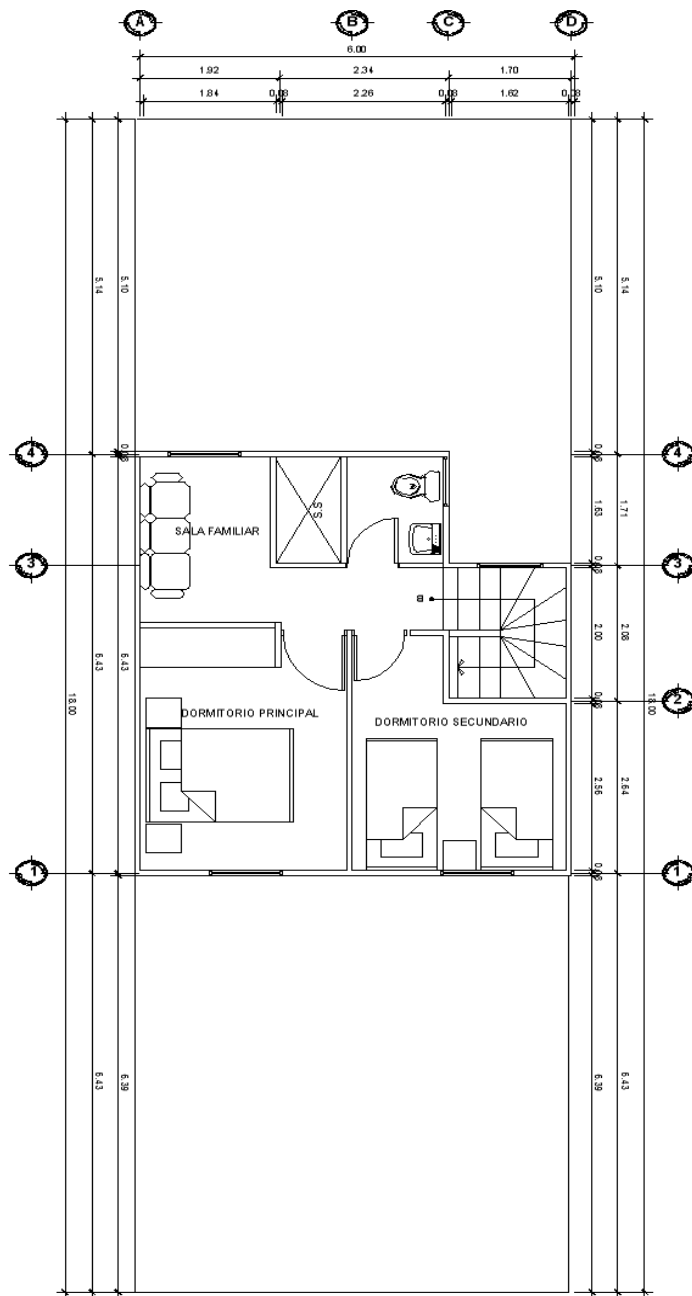
Figura 14. **Planta arquitectónica, nivel 1**



PLANTA ARQUITECTONICA NIVEL 1

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 15. Planta arquitectónica, nivel 2



PLANTA ARQUITECTONICA NIVEL 2

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.2. Presupuesto

Para desarrollar el presupuesto se deben realizar las siguientes actividades:

- Cuantificar con base en los planos las cantidades de trabajo.
- Con las cantidades de trabajo se procede a cuantificar los materiales y mano de obra a utilizar.
- Se determina el pago por mano de obra con el que trabajará (subcontratos o planilla).
- Cotizar precios de materiales para integrar a las cantidades de trabajo para darle forma al presupuesto.
- Integrar los costos indirectos, estos incluyen la supervisión profesional, los supervisores calificados de las construcciones, herramientas, mobiliario y equipo que se utilizan.

2.1.2.1. Cálculo de mano de obra

La mano de obra se puede estimar de dos maneras:

2.1.2.1.1. Planilla por día

Se refiere a que los trabajadores estarán devengando un salario por día y mantendrán una relación laboral directa con la empresa, además del sueldo por día se debe estimar las prestaciones laborales que establece la ley (bono 14, aguinaldo e indemnización), IGSS, Intecap e Irtta.

Para poder integrar la mano de obra se deben conocer los precios que se manejan en el mercado. A continuación una descripción de los mismos.

Tabla II. Precios de mano de obra por día

Núm.	Puesto	Sueldo líquido
1	Albañil	Q80,00
2	Ayudante	Q65,00
3	Bodeguero	Q130,00
4	Capataz	Q74,50
5	Conductor de camión	Q70,00
6	Maestro de obra	Q152,50
7	Plomero	Q96,00
8	Plomero – ayudante	Q68,00
9	Soldador	Q100,00
10	Topógrafo	Q150,00

Fuente: elaboración propia.

El salario neto se calcula multiplicando los días trabajados por el sueldo diario de la siguiente manera:

Maestro de obra:

Días laborados semana 1 = 6 + séptimo

Días laborados semana 2 = 6 + séptimo

Total días laborados = 14

Sueldo diario = Q152,50

Salario catorcenal = total días laborados x sueldo diario

Salario catorcenal = 14 x Q152,50

Salario catorcenal = Q2 135,00

Bono incentivo mensual = Q250,00

2.1.2.1.1.1. IGSS

El pago de la cuota de cobertura de Igss se divide en 2: cuota patronal y laboral. Esto significa que el patrono debe pagar al Igss lo correspondiente al 10,67 % del salario del trabajador. El trabajador por consiguiente también debe aportar el 4,83 % sobre su salario, para gozar de esta cobertura. Por ejemplo:

Cuota patronal del IGSS quincenal = Q2135,00 x 10.67 % = Q227,80

Cuota laboral del IGSS quincenal = Q2,135,00 x 4.83 % = Q103,12

La cuota del trabajador es descontada del pago catorcenal de la siguiente manera:

Tabla III. **Integración de planilla quincenal**

Colaborador	Puesto	Sueldo diario	Total de días laborados	Horas extra	Bonificación incentivo	Descuento IGSS	Total
Luis Monroy	Maestro de obra	Q152,50	14	0	Q250,00	Q103,12	Q2 871,88
Miguel Perdomo	Albañil	Q85,00	14	0	Q250,00	Q57,48	Q1 382,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.1.1.2. Intecap e Irtra

Corresponde al patrono pagar por concepto de Intecap e Irtra, 1 %, respectivamente sobre el salario del trabajador.

Por ejemplo:

- Cuota de Intecap = Q2,135,00 x 1 % = Q21,35
- Cuota de Irtra = Q2,135,00 x 1 % = Q21,35

La ley establece otros beneficios para los trabajadores que se deben tomar en cuenta para el cálculo del presupuesto.

2.1.2.1.1.3. Vacaciones

El trabajador tiene derecho a vacaciones con goce de salario una vez cumplido 1 año de relación laboral ininterrumpida, hasta 15 días hábiles.

2.1.2.1.1.4. Bono 14 y aguinaldo

Son 2 bonificaciones que se dan anualmente; una en julio y la otra en diciembre. Cada una equivale a un salario mensual cuando hubiere transcurrido como mínimo un año de labores; si el tiempo fuese menor le corresponderá el porcentaje correspondiente a los días laborados. Por ejemplo:

Cuando el trabajador tuviere como mínimo 1 año de laborar en la empresa = Q4 270,00.

Si el trabajador tuviese 6 meses de laborar en la empresa = bonificación
= (salario mensual /12 meses)* número de meses laborados:

$$\text{Bonificación} = \text{Q4 270,00} / 12 = \text{Q355.83} \times 6 \text{ meses} = \text{Q 2 135,00}$$

2.1.2.1.1.5. Indemnización

Cuando se rompe la relación laboral el trabajador tiene derecho a pago por indemnización equivalente a 1 salario mensual por cada año laborado en la empresa. Por ejemplo: el maestro de obra se retira luego de laborar 5 años 3 meses en la empresa:

- Salario mensual año 1: Q4 270,00
- Salario mensual año 2: Q4 270,00
- Salario mensual año 3: Q4 270,00
- Salario mensual año 4: Q4 270,00
- Salario mensual año 5: Q4 270,00
- Salario final: Q4 270,00

$$\text{Indemnización} = \text{Q4 270,00} \times 5 \text{ años} = \text{Q21 350,00}$$

$$(\text{Q4 270,00} / 12 \text{ meses}) * 3 \text{ meses} = \text{Q1 067,50}$$

$$\text{Total indemnización} = \text{Q21 350,00} + \text{Q1 067,50} = \text{Q22 417,50}$$

En conclusión, si en un proyecto se trabajara con planilla se deben calcular todas las prestaciones laborales que la ley requiere para integrarlo en el presupuesto. Otra forma de calcular la mano de obra para el presupuesto es por trato, tal como se explica a continuación:

2.1.2.1.2. Subcontratos por actividad

Se refiere a que la relación laboral que no es de dependencia, sino indirecta. Se pacta un precio por cada actividad y se cancela cuando dicha actividad que hubiere terminado. No tiene derecho a prestaciones ni beneficios de ley. A continuación listado de precios que se manejan en el mercado por trato:

Tabla IV. Precios de mano de obra por tarea

No.	Descripción	Unidad de medida	Precio unitario
Muros primer nivel			
	Armado de formaleta	m ²	Q 30,00
	Instalación de electromalla	m ²	Q 30,00
	Colocación de concreto en muros	m ³	Q 100,00
	Colocación de refuerzo de acero en columnas	ml	Q 5,00
Losa primer nivel			
1	Armado de formaleta	m ²	Q 30,00
2	Instalación de electromalla	m ²	Q 30,00
3	Colocación de concreto en losa	m ³	Q 100,00
4	Armadura y colocación de vigas	ml	Q 15,00
Muros segundo nivel			
1	Armado de formaleta	m ²	Q 30,00
2	Instalación de electromalla	m ²	Q 30,00
3	Colocación de concreto en muros	m ³	Q 100,00
4	Colocación de refuerzo de acero en columnas	ml	Q 5,00
Losa segundo nivel			
1	Armado de formaleta	m ²	Q 30,00
2	Instalación de electromalla	m ²	Q 30,00
3	Colocación de concreto en losa	m ³	Q 100,00
4	Armadura y colocación de vigas	ml	Q 15,00
Acabados en gris			
1	Fundición de torta de concreto	m ²	Q 15,00
2	Relleno base selecto compactado a mano	m ³	Q 20,00
3	Resane	m ²	Q 10,00
4	Instalación de pila	Unidad	Q 50,00
5	Pañuelos para losa	m ²	Q 15,00
6	Corte de sisa	ml	Q 3,00
7	Instalación de duroport	m ²	Q 3,00
8	Instalación de perfil de PVC	ml	Q 3,00

Continuación de la tabla IV.

9	Armado y fundición de sillar	ml.	Q 18,00
10	Repello de 1,5 cm	m ²	Q 14,00
Instalaciones			
11	Instalación tubería agua potable	ml	Q 12,00
12	Instalación tubería de aguas negras	ml	Q 18,00
13	Instalación de ductería eléctrica	ml	Q 3,00
Acabados finales			
14	Instalación de piso cerámico	m ²	Q 25,00
15	Aplicación de pintura de zócalo	ml	Q 5,00
16	Suministro e instalación textura plástica proyectada	m ²	Q 20,00
17	Impermeabilización	m ²	Q 6,00
18	Instalación de artefactos sanitarios	Unidad	Q 100,00
19	Pintura	m ²	Q 5,00
20	Zanjeo	ml	Q 15,00
21	Trazo	ml	Q 5,00
22	Armadura, centrado y fundición de cimiento corrido	ml	Q 25,00
23	Colocación de electromalla en piso	m ²	Q 1,80
24	Fundición de losa de cimentación	m ²	Q 18,00
25	Armadura, centrado y fundición de zapata	Unidad	Q 145,00

Fuente: elaboración propia.

Se procede a integrar los costos de mano de obra. En este proyecto se opta por utilizar precios por trato de la siguiente manera: Por ejemplo:

- Cuantificar la cantidad de trabajo: trazo = 37 ml.
- Multiplicar la cantidad de trabajo por el precio unitario: M.O. trazo = 37 ml x Q5,00= Q185,00.
- Realizar esta actividad con cada rubro.

Tabla V. **Integración de costo directo: mano de obra en cimentación**

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Total
1	Zanjeo	37	ml	Q15,00	Q555,00
2	Trazo	37	ml	Q5,00	Q185,00
3	Armadura, centrado y fundición de cemento corrido	65	ml	Q25,00	Q1625,00
4	Colocación de electromalla en piso	67	m ²	Q1,80	Q120,60
5	Fundición de losa de cimentación	67	m ²	Q18,00	Q1206,00
6	Armadura, centrado y fundición de zapata	5	Unidad	Q145,00	Q725,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2. Cálculo de materiales

Se deben conocer los precios actuales del mercado, por lo que es necesario realizar una cotización para actualizar datos cada vez que se realiza un presupuesto. A continuación se presenta un listado de precios de materiales que ya incluyen el IVA.

Tabla VI. Precios de materiales

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	PRECIO CON IVA EN QUETZALES
Adhesivo para pegado de piso	Bolsa	40,50
Alambre de amarre cal.16	lb	5,00
Alquiler de andamio	Día	28,00
Anti-sol rojo	Cubeta	403,20
Arena de rio cernida en 3/16"	m ³	145,00
Arrastres de 3/8"	qq	351,00
Azulejo Nápoli de 0.20x0.20 blanco	m ²	77,35
Balcones metálicos	Unidad	2 800,00
Bolsa de monocapa blanco de 40 Kg.	Saco	62,87
Bolsa de monocapa gris de 40 Kg.	Saco	56,56
Cal hidratada	Saco	33,50
Cemento ugc 4000 psi	Saco	71,50
Chapeta	Unidad	4,50
Combo de felpa, maneral y rodillo	Unidad	65,00
Concreto 3,000 psi para vivienda en serie	m ³	1 000,12
Contra-llave de pared 1/2"	Unidad	20,00
Corte de sisa	ml	0,95
Costanera negra de 2" x 4" de 3,00 m	Unidad	125,00
Duroport (instalado cada dos módulos)	m ²	26,94
Electrocable cal 14	ml	2,50
Electrocable n°12 negro	ml	3,50
Electrocable n°12 rojo	ml	3,50
Electrocable n°12 verde	ml	3,50
Electrocaja octogonal	Unidad	3,30
Electrocaja rectangular	Unidad	2,55
Electrocurva ducto ø1"	Unidad	3,07
Electroguía galvanizada 200 pies	Rollo	177,60
Interruptor bticino línea matix doble (incluye armadura placa, interruptor)	Unidad	85,00
Tomacorriente armadura 220v tipo araña de 4x4	Unidad	30,91
Tomacorriente armadura doble 2p+t 15a 125 v 3 módulos matix bticino	Unidad	25,20
Tomacorriente placa para toma 220 V	Unidad	10,89
Tomacorriente placa 3 módulos plata metálico matix bticino	Unidad	12,57
Tomacorriente puente para 3 módulos matix bticino	Unidad	5,00

Continuación de la tabla VI.

Electrotubo ducto ø1" 10pies	Tubo	10,08
Electrounión ducto ø1"	Unidad	0,72
Electromalla 6x6 4.5/4.5	Malla	240,00
Electromalla 6x6 7/7	Malla	162,85
Estuque para piso	Bolsa	36,00
Fachaleta lisa	m ²	45,98
Focos ahorradores	Unidad	35,00
Hierro #2 °40 6mt	Varilla	13,45
Hierro # 3 °40 6 mt	Varilla	27,00
Hierro # 4 °40 6 mt	Varilla	47,00
Hierro # 5 °40 6 mt	Varilla	74,94
Hierro # 6 °40 6 mt	Varilla	120,86
Impermeabilizante Sika Acriltech 8 años	Cubeta	869,00
Inodoros	Unidad	370,00
Lavamanos Ecoline	Unidad	285,00
Lija #100	Unidad	4,11
Malla de gallinero de 3/4" de abertura	Yarda	12,00
Manguera de abasto 1/2"	Unidad	27,00
Mezcladora	Unidad	150,00
Mezcladora de ducha	Unidad	520,80
Muro prefabricado doble cara tipo ladrillo, incluye: columnas, planchas	m ²	169,83
Niple hg ø1/2"x4"	Unidad	5,04
Pasamanos de madera	MI	185,64
Perfil de PVC (instalado cada dos módulos)	MI	17,98
Pila de concreto	Unidad	175,00
Pintura color café	Galón	156,00
Pintura Excello	Galón	246,00
Piso antideslizante formato 0.20x0.20	m ²	94,02
Piso cerámico Brasilia <i>beige</i>	m ²	85,00
Plafonera	Unidad	3,50
Bandeja para pintura	Unidad	65,00
Brocha 3"	Unidad	12,44
Puerta Mdf colonial	Unidad	924,00
Puerta tipo gladiador	Unidad	1 708,00
PVC- tubería de 1/2" de 350 psi	Unidad	20,50
PVC- tubería de 3/4" de 250 psi	Unidad	25,50

Continuación de la tabla VI.

PVC-codo a 45° ø2" drenaje sanitario	Unidad	7,06
PVC-codo a 45° ø3" drenaje sanitario	Unidad	28,60
PVC-codo a 45° ø4" drenaje sanitario	Unidad	44,21
PVC-codo a 90° ø 2" drenaje sanitario	Unidad	12,30
PVC-codo a 90° ø 3" drenaje sanitario	Unidad	22,60
PVC-codo a 90° ø1/2" liso	Unidad	0,90
PVC-codo a 90° ø2" drenaje sanitario	Unidad	6,77
PVC-codo a 90° ø3/4" liso	Unidad	1,50
PVC-pegamento 1/4 galón	Unidad	111,60
PVC -reducidor 3"x2"	Unidad	9,46
PVC -reducidor 3/4"x1/2" liso	Unidad	1,20
PVC -reducidor de 4"x3"	Unidad	40,60
PVC -sifón terminal ø2" drenaje sanitario	Unidad	36,95
PVC -tapón macho con rosca ø1/2"	Unidad	3,65
PVC -tee ø3/4" lisa	Unidad	1,75
PVC -tee ø4" drenaje sanitario	Unidad	58,13
PVC -tee reductora de ø 3" x 2"	Unidad	75,00
PVC -tee reductora de ø 3/4" x 1/2"	Unidad	2,55
PVC -tubo ø2" 125 psi	Tubo	67,00
PVC -tubo ø3" 125 psi	Tubo	156,00
PVC -tubo ø4" 125 psi	Tubo	244,00
PVC -yee ø3" drenaje sanitario	Unidad	71,50
PVC -yee ø4" drenaje sanitario	Unidad	153,60
Selecto para relleno o compactación	m ³	110,00
Sello de cera para inodoro	Unidad	37,00
Separadores plásticos de 8 cms.	Unidad	0,73
Sifón cromado	Unidad	54,00
Sikamalla	m ²	16,24
Silletas piramidales 3,5 cm	lb	0,85
Sistema de timbre	Unidad	408,80
Suministro e instalación de ventanería PVC de Durman	m ²	598,75
Tablero, circuitos y acometidas	unidad	3 640,00
Textura plástica alisado con color	m ²	22,96
Textura plástica tipo corcho con color	m ²	24,64
Textura plástica tipo palo viejo con color	m ²	26,88
Tubo galvanizado <i>conduit</i> de ø 2"	Tubo	225,50

Continuación de la tabla VI.

Tubo proceso 3/4" chapa 18	Tubo	87,51
Tv y teléfono	Unidad	204,40
Unión Hg ø 2"	Unidad	12,50
Vuelta Hg ø 2"	Unidad	50,00
Wype	lb	16,00

Fuente: elaboración propia.

Para integrar los costos unitarios de los materiales se debe acudir a los planos y con base en la información encontrada en los mismos seguir el siguiente procedimiento:

- Cuantificar cantidades de trabajo.
- Definir dosificaciones (en caso fuese necesario).
- Estimar rendimientos de los materiales.
- Obtener cantidades de material.
- Integrar el costo total multiplicando la cantidad de material por el precio unitario.

Por ejemplo:

Zapata: dimensión 0,90 m x 0,90 m x 0,20 m. refuerzo Núm. 4 @ 0,10 m en ambos sentidos.

Cálculo de acero de refuerzo: $0,9 \text{ m} / 0,1 \text{ m} = 9$ piezas de acero en un sentido.

$$9 \times 2 = 18 \text{ piezas de acero de } 0,9 \text{ m de largo}$$

$$18 \times 0,9 \text{ m} = 16,2 \text{ ml de acero}$$

$16,2\text{ml} / 5,6$ (largo útil del acero) = 2,89 varillas por zapata

$2,89 \text{ var} \times 5 \text{ zapatas} = 14,45 \text{ varillas en total}$

Con este dato se integra el precio de la siguiente manera:

$14,45 \text{ varillas} \times \text{Q}47,00 = \text{Q}679,15$

Y así sucesivamente con cada uno de los renglones de trabajo.

2.1.2.3. Integración de costos directos (mano de obra + materiales)

Una vez cuantificados los costos directos se procede a integrarlos por rubro. Ejemplo:

Tabla VII. Integración de costo directo: materiales y mano de obra

Zapatas	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Hierro # 3° 40 6 m	14,450	Varilla	Q26,00	Q375,70
Alambre de amarre calibre 16	2,00	lb	Q5,00	Q10,00
Silleta piramidal 3,6 cm	15,000	Unidad	Q0,76	Q11,38
Concreto	1,000	m ³	Q1 200,00	Q1 200,00
Armado, colocación y fundición de zapata	5,000	Unidad	Q145,00	Q725,00
Total renglón	---	---	---	Q2 322,08

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.4. Presentación de costo directo

Una vez determinado e integrado el costo de mano de obra y materiales, se procede a ingresar esos datos en un formato de resumen que permite visualizar los precios unitarios por cada renglón de trabajo.

Tabla VIII. Integración de costo directo: resumen

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Zapatas	5,000	Unidad	Q464,42	Q2 322,08
Cimiento corrido	37,000	ml	Q145,54	Q2 322,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Presupuesto de 2 viviendas proyecto "A"

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costos unitarios (sin IVA)	Subtotal
1	TRAZO + EXCAVACIÓN				
1,1	Trazo y estaqueado	37,02	ml.	Q 9,06	Q 335,40
1,2	Excavación	7,86	m ³	Q 42,04	Q 330,43
1,3	Extracción de material excavado	7,86	m ³	Q 14,04	Q 110,35
2	INSTALACIONES BAJO PISO				
2,1	Instalaciones de agua potable de 3/4"	52,8	ml.	Q 19,95	Q 1 053,36
2,2	Instalaciones de drenaje de agua pluvial PVC de 4" de 125 psi	60,48	ml.	Q 87,12	Q 5 269,02
2,3	Instalaciones de drenaje de aguas servidas PVC de 4" de 125 psi	47,08	ml.	Q 80,73	Q 3 800,77
2,4	Instalación de ducto eléctrico de PVC de ø 1" bajo piso	117,66	ml.	Q 51,54	Q 6 064,20
2,5	Instalaciones de ductos para alarma con PVC de ø 1"	21,60	ml.	Q 17,71	Q 382,54
2,6	Instalaciones de ductos para gas de Cu. Flexible de ø 3/8"	8,00	ml.	Q 141,93	Q 1 135,44
3	CIMENTACIONES				
3,2	Armado de zapatas "Z-1" de 1,00x1,00x0,20 m. + REF. 4 Núm. 3	3,00	U.	Q 291,86	Q 875,58
3,3	Armado de zapatas "Z-2" DE 0.60x0.60x0.20 m. + REF. 4 No. 3	2,00	U.	Q 286,12	Q 572,24
3,4	Armado de losa de cimentación con ref. electromalla 6x6 7/7	67,54	m ²	Q 174,29	Q11 771,55
4	FUNDICIÓN DE CIMENTACIÓN				
4,1	Fundición de cimiento corrido t: 0.20 m. + Losa de cimentación t: 0.10 m.+ 3 zapatas Z-1 + 2 zapatas Z2	14,66	m ³	Q 1 192,08	Q17 475,89
5	ARMADO DE PAREDES + COLUMNAS + VIGAS V-1, V-2, V-3, V-4 Y LOSA 1 NIVEL	194,3	m ²	Q 59,79	Q11 617,20
6	INSTALACIONES EN MUROS 1 NIVEL				
6,1	Instalación de tubería de PVC ø 1/2"	24,5	ml.	Q 30,93	Q 757,79
6,2	Instalación de tubería de drenajes de PVC ø 3"	12,00	ml.	Q 38,82	Q 465,84
6,3	Instalación de tubería de PVC ø 3/4" para instalaciones eléctricas	38,00	ml.	Q 21,09	Q 801,42
7	FORMALETA MUROS Y LOSA + FUNDICION 1 NIVEL	194,29	m ²	Q 151,10	Q29 357,22
8	ARMADO DE PAREDES 2NIVEL	218,97	m ²	Q 56,91	Q12 461,58
9	INSTALACIONES EN MURO 2 NIVEL				
9,1	Instalación de tubería de PVC ø 1/2"	5,2	ml.	Q 29,17	Q 151,68
9,2	Instalación de tubería de PVC ø 3"	5,2	ml.	Q 79,01	Q 410,85
9,3	Instalación de tubería de PVC ø 3/4" para instalaciones eléctricas	12,00	ml.	Q 23,55	Q 282,60
10	FORMALETA MUROS Y LOSA + FUNDICIÓN 2 NIVEL	218,97	m ²	Q 148,91	Q32 606,82
11	TRABAJOS EXTERIORES				
11,1	Torta de concreto en lavandería sin refuerzo t: 0.10 m.	9,10	m ²	Q 382,45	Q 3 480,30

Continuación de la tabla IX.

11,2	Carrileras de concreto sin refuerzo t: 0.10 m., de 0.60x5.10 m. de concreto	12,24	m ²	Q 128,44	Q 1 572,11
11,3	Pila de un lavadero	2,00	U.	Q 1 017,70	Q 2 035,40
11,4	Muro perimetral tipo poste y plancha, altura 2.10 m., acabado tipo ladrillo	65,52	m ²	Q 183,98	Q12 054,37
12	ELABORACIÓN DE PAÑUELOS + AFINADO LOSA				
12,1	Elaboración de pañuelos + afinado de Losa	67,30	m ²	Q 38,60	Q 2 597,78
13	ACABADOS EN OBRA GRIS				
13,1	Sisas inducidas	140,00	ml.	Q 8,73	Q 1 222,20
13,2	Juntas de construcción en muros	1,00	Global	Q 118,43	Q 118,43
13,3	Juntas de construcción en losas	1,00	Global	Q 1 385,75	Q 1 385,75
13,4	Sillares en ventanas	22,34	ml	Q 224,54	Q 5 016,22
14	FUNDICIÓN DE GRADAS				
14,1	Armado y fundición de módulo de gradas	6,80	m ²	Q 499,10	Q 3 393,88
15	INSTALACIONES BAJO PISO, 2º NIVEL				
15,1	Instalación de tubería de PVC ø 3/4"	11,44	ml.	Q 28,25	Q 323,18
15,2	Instalación de tubería de drenaje PVC ø 3" y 2"	5,42	ml.	Q 187,13	Q 1 014,24
15,3	Instalación de tubería de PVC ø 1" para instalaciones eléctricas	32,98	ml.	Q 17,15	Q 565,61
16	RELLENO EN BAÑOS				
16,01	Relleno en baños t:0,15 m. + Fundición de contrapiso t: 0,05 m.	16,04	m ²	Q 129,47	Q 2 076,70
17,00	FUNDICION DE CENEFA + FACHALETA + TEJA				
17,1	Fundición de voladizo + Cenefa + Fachaleta +	9,4	ml.	Q 447,85	Q 4 209,79
18	ACABADOS FINALES PAREDES Y CIELO				
18,1	Texturizado plástico tipo corcho color blanco natural en muros Interiores	560	m ²	Q 27,83	Q15 584,80
18,2	Texturizado plástico tipo palo viejo con color Integrado en muros exteriores	140	m ²	Q 30,12	Q 4 216,80
18,3	Texturizado plástico tipo alisado con color blanco natural en cielos	131,67	m ²	Q 27,13	Q 3 572,21
19	PISO CERÁMICO Y AZULEJO				
19,1	Suministro e instalación de piso cerámico en formato 0,31x0,31	147,06	m ²	Q 82,72	Q12 164,80
19,2	Suministro e Instalación de azulejo Nápoli blanco nacional en formato de 0,20x0,20 m. en baños	36,00	m ²	Q 140,83	Q 5 069,88
19,3	Suministro e instalación de piso Antideslizante a 45° en formato de 0,20x0,20	2,26	m ²	Q 115,13	Q 260,19
20	PUERTAS, VENTANAS Y ZÓCALO				
20,1	Suministro e instalación de puertas de metal tipo gladeador color blanco de 0,90x2,10 m.	4,00	Unidades	Q 1 797,79	Q 7 191,16

Continuación de la tabla IX.

20,2	Suministro e instalación de puertas MDF tipo colonial color blanco de 0.75x2.10	4,00	Unidades	Q 1 419,31	Q 5 677,24
20,3	Suministro e Instalación de ventanería de PVC + vidrio de 5 mm.	11,42	m ²	Q 525,67	Q 6 003,15
20,4	Suministro y aplicación de zócalo color café quemado t: 0.10 m.	80,00	ml	Q 17,97	Q 1 437,60
21	ELECTRICIDAD + ACOMETIDA				
21,1	Poste de acometida eléctrica	2,00	Unidades	Q 2 004,08	Q 4 008,16
21,2	Instalaciones de iluminación	26,00	Unidades	Q 231,43	Q 6 017,18
21,3	Instalaciones de fuerza 110 V	34,00	Unidades	Q 214,37	Q 7 288,58
21,4	Instalaciones de fuerza 220 V	6,00	Unidades	Q 2 167,13	Q13 002,78
21,5	Instalaciones de Tv. y teléfono (solo entubado)	12,00	Unidades	Q 183,98	Q 2 207,76
21,6	Tablero, circuito y acometidas	2,00	Unidades	Q 2 312,95	Q 4 625,90
21,7	Sistema de timbre	2,00	Unidades	Q 367,97	Q 735,94
22	IMPERMEABILIZACIÓN LOSA + DETALLE CAPOTE				
22,1	Impermeabilización losa + Detalle Capote	72,31	m ²	Q 16,10	Q 1 164,19
23	HERRERIA + PASAMANOS DE MADERA				
23,1	Baranda metálica y pasamanos de madera	4,00	ml	Q 431,05	Q 1 724,20
23,2	Balcones metálicos	4,00	Unidades	Q 346,94	Q 1 387,76
24	ARTEFACTOS SANITARIOS				
24,1	Inodoros Ecoline blanco	4,00	Unidades	Q 629,90	Q 2 519,60
24,2	Lavamanos Ecoline blanco	4,00	Unidades	Q 802,29	Q 3 209,16
24,3	Llave de ducha	2,00	Unidades	Q 391,10	Q 782,20
25	FUNDICIONES DE VOLÚMENES FACHADAS PRINCIPALES				
	Mano de obra				
26	RETOQUES FINALES	1,00	Global	Q16 647,95	Q16 647,95
27	LIMPIEZA Y ENTREGA				
27,1	Limpieza y entrega	2,00	Unidades	Q 471,00	Q 942,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.5. Integración del costo administrativo

Tiempo estimado de ejecución 5 meses. Personal administrativo y de campo.

Tabla X. **Integración de costo administrativo**

Núm.	Puesto	Sueldo por mes en quetzales	Tiempo en meses	Total en quetzales
1	Ingeniero residente	9 000,00	5	45 000,00
2	Maestro de obra	5 500,00	5	27 500,00
3	Capataz	4 500,00	5	22 500,00
4	Bodeguero	4000 00	5	20 500,00
5	Guardián	2 700,00	5	13 500,00
6	Viáticos	5000,00	5	25 000,00
Subtotal				153 500,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.6. Integración del costo indirecto

Tiempo estimado de ejecución 5 meses.

Tabla XI. **Integración de costo de herramienta y equipo**

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario en quetzales	Total en quetzales
1	Bodega	1	Unidad	6 000,00	6 000,00
2	Palas	10	Unidad	75,00	750,00
3	Piochas	10	Unidad	100,00	1 000,00
4	Escoba	10	Unidad	25,00	350,00
5	Escobillón	10	Unidad	50,00	500,00
6	Alquiler de puntales	500	Unidad	8,00	4 000,00

Continuación de la tabla XI.

7	Andamios	15	Unidad	1100,00	16 500,00
8	Papelería y útiles	1	Global	2000,00	2 000,00
9	Energía eléctrica	5	Meses	500,00	2 500,00
10	Pulidoras	10	Unidad	300,00	3 000,00
Total					36 500,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Integración de costo de maquinaria y vehículos**

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario en quetzales	Total en quetzales
1	Renta de minicargador	5	Meses	2 000,00	10 000,00
2	Fletes internos	100	Viajes	50,00	5 000,00
3	Fletes externos	4	Viajes	1 500,00	6 000,00
Subtotal					21 000,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.7. Costo de formaleta

El sistema constructivo con formaleta de aluminio requiere de un molde especial para ser ejecutado. Este se debe diluir dentro del costo total del proyecto para que el mismo sea rentable. Existen dos formas de calcular el costo por formaleta, los cuales se presentan a continuación.

2.1.2.7.1. Por área cubierta

Se refiere a que se pagará renta por cada metro cuadrado de construcción techada. Este método es poco común en nuestro medio, ya que para las empresas que rentan formaleta es poco rentable. Por ejemplo:

Una casa mide 75 metros cuadrados de construcción, entonces se pagarán 75 metros cuadrados de formaleta a US\$ 37,50 = US\$ 2 812,50.

2.1.2.7.2. Por cara de contacto

Se refiere a que se pagará renta por cada metro cuadrado de cara de contacto de la formaleta. Este es el método más utilizado en nuestro medio. Por ejemplo: una casa mide 75 metros cuadrados de construcción, se calculan cantidades de trabajo de la siguiente manera:

metro cuadrado formaleta para muro = ml de muro x altura de muro x 2

metro cuadrado formaleta para muro = 125 ml x 2,6 m x 2

metro cuadrado formaleta para muro = 650 metro cuadrado

metro cuadrado formaleta para losa = metro cuadrado de losa

metro cuadrado formaleta para losa = 75 metro cuadrado

Integrar área de formaleta = metro cuadrado de losa + metro cuadrado de muro

Formaleta total = 75 metro cuadrado + 650 metro cuadrado = 725 metro cuadrado

Multiplicar el área de formaleta por el precio unitario. En Guatemala se paga mensualmente US\$ 7,50 por metro cuadrado por alquiler de formaleta de aluminio.

El tiempo de uso de la formaleta para el proyecto del ejemplo es de 1 mes.

$725 \text{ metro cuadrado} \times \text{US\$ } 7,50 = \text{US\$ } 5,437.50 * 1 \text{ mes} = \text{US\$ } 5\,437,50$
 $\text{US\$ } 5\,437,50 \times \text{Q}7,80 = \text{Q } 42\,412,50$

El costo por alquiler de formaleta es de Q 42 412,50.

Una vez determinado el costo de alquiler de formaleta se divide el mismo dentro del número de casas que se construirá para determinar la incidencia en cada casa:

$\text{Q}42\,412,50 / 10 \text{ casas} = \text{Q}4\,241,25 \text{ por casa}$

2.1.2.8. Otros costos

Para finalizar el presupuesto deben considerarse los siguientes rubros:

2.1.2.8.1. Utilidad

Es un % variable que se aplica al monto total del proyecto (su variación depende de los parámetros de cada empresa). Para el caso de estudio se utilizará 10 %.

2.1.2.8.2. Imprevistos

Es un % variable que se aplica al monto total del proyecto (su variación depende del nivel de incertidumbre del mismo y es determinado según parámetros de cada empresa). Para el caso en estudio se utilizará 3 %.

2.1.2.8.3. Impuestos

Estos porcentajes están establecidos en la ley: el IVA que corresponde al 12 % y el ISR, a 5 %, para dar un total de 17 %.

2.1.2.9. Integración final del presupuesto

Se debe tomar en cuenta que los costos indirectos, administrativos, la utilidad, los imprevistos y los impuestos van en función del proyecto en total; es decir, en el caso en estudio son costos que se agregan al monto que da la suma del costo directo total de las 10 casas.

Tabla XIII. Integración final de presupuesto

Núm.	Costo directo 10 casas en quetzales	
		1 349 545,80
1	Costo administrativo	153 500,00
2	Costo indirecto	57 500,00
3	Formaleta	42 412,50
4	Utilidad	156 054,58
5	Imprevistos	46 816,37
6	Impuestos	306 990,97
	Total	2 112 820,23

Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Cronograma de actividades

Debido a que se trabajan casas en serie y la velocidad con la que se producen es bastante rápida, surge la necesidad de establecer una metodología de trabajo con base en metas.

Una meta es un conjunto de actividades que se integran dentro de una actividad principal. De esta forma se facilita el control en obra y la planificación de actividades. Para el presente caso las metas se dividen de la siguiente manera:

Meta 1. Cimentación

- Trazo y zanjeo
- Instalaciones bajo piso
- Cimiento corrido
- Zapatas
- Losa de cimentación
- Fundición de cimentación

Meta 2. Muros y losa primer nivel

- Instalaciones en muros
- Armadura de refuerzo de acero y electro malla en muros
- Armadura de molde de muros y losa
- Instalaciones en losa
- Armadura de refuerzo de acero y electro malla en losa
- Fundición de muros y losa

Meta 3. Muros y losa segundo nivel

- Instalaciones en muros
- Armadura de refuerzo de acero y electro malla en muros
- Armadura de molde de muros y losa
- Instalaciones en losa

- Armadura de refuerzo de acero y electromalla en losa
- Fundición de muros y losa

Meta 4. Acabados en gris

- Resane de muros y losa
- Fundición de módulo de gradas
- Impermeabilización
- Enguado eléctrico

Meta 5. Acabados finales

- Instalación de piso y azulejo
- Textura interior y exterior
- Instalación de ventanas
- Cableado y emplacado eléctrico
- Instalación de puertas
- Instalación de artefactos sanitarios
- Pintura

Para realizar un cronograma de actividades se deben tomar en cuenta los siguientes datos:

- Actividad a desarrollar
- Duración de la actividad
- Actividades predecesoras
- Estimar tiempo de holgura
- Determinar ruta crítica

Tabla XIV. Cronograma de ejecución para una casa

Actividad	Duración (días)	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7
1. META 1. CIMENTACIÓN								
a. Trazo y zanjeo	1	■						
b. Instalaciones bajo piso	2	■	■					
c. Cimiento corrido	2	■	■					
d. Zapatas	2	■	■					
e. Losa de cimentación	2	■	■					
f. Fundición de cimentación	1		■					
2. META 2. MUROS Y LOSA PRIMER NIVEL								
a. Instalaciones en muros	2		■	■				
b. Armadura de refuerzo de acero y electromalla en muros	3		■	■	■			
c. Armadura de molde de muros y losa	1		■					
d. Instalaciones en losa	1		■					
e. Armadura de refuerzo de acero y electro malla en losa	1		■					
f. Fundición de muros y losa	1		■					
3. META 3. MUROS Y LOSA SEGUNDO NIVEL								
a. Instalaciones en muros	2			■	■			
b. Armadura de refuerzo de acero y electromalla en muros	3			■	■	■		
c. Armadura de molde de muros y losa	1			■				
d. Instalaciones en losa	1			■				
e. Armadura de refuerzo de acero y electromalla en losa	1			■				
f. Fundición de muros y losa	1			■				
4. META 4. ACABADOS EN GRIS								
a. Resane de muros y losa	10				■	■	■	■
b. Fundición de módulo de gradas	5				■	■	■	■

2.2. Organización de proyecto

Es importante la estructuración de los procesos que se utilizarán durante la ejecución del proyecto. Esta debe ser una actividad que se realice una única vez y que sea de conocimiento de todos los involucrados, para poder definir la estructura organizacional del proyecto.

En esta etapa se definen los recursos con los que se contará en el proyecto, tales como contratistas, proveedores y personal de supervisión.

Se establecen los tiempos de entrega de cada actividad, se presentan los objetivos y las metas a los colaboradores y proveedores, para que todos sepan cuándo deben entregar las tareas que fueron asignadas. Entre las herramientas que deben desarrollarse se citan algunas a continuación:

2.2.1. Licitación de trabajos

Para determinar quiénes serán los contratistas que pertenecerán al proyecto, es necesario sacar a licitación los trabajos que se necesita contratar.

La licitación es un proceso en el cual se establecen bases y se invita a diferentes empresas a presentar una oferta por los trabajos que se van a realizar. Como mínimo se deben obtener 3 ofertas por cada actividad, para realizar un análisis de los precios y obtener el que más se adecúe a las necesidades del proyecto. Dentro de las bases de licitación se debe incluir la siguiente información:

- Planos del proyecto
- Descripción de las actividades a realizar

- Formatos establecidos para la presentación de oferta (si hubiere)
- Criterios de aceptación de las actividades
- Tiempo en que se requiere ejecutar el trabajo
- Fecha límite para entrega de oferta

Una vez recibidas las ofertas de cada actividad se procede a realizar cuadros comparativos, tomando como base el presupuesto de mano de obra para establecer el techo presupuestario y tomar la decisión de adjudicación de trabajos.

La toma de decisión en la adjudicación no se limita únicamente al precio de la oferta sino que se deben tomar en cuenta otros criterios como experiencia y capacidad de respuesta del contratista. Este análisis ayuda a tomar una mejor decisión en función de la necesidad del proyecto. Por ejemplo: licitación de levantado de muros: techo presupuestario Q40 000,00.

Tabla XVI. **Análisis de ofertas de proveedores**

Núm .	Nombre de la empresa	Actividad	Precio de oferta en quetzales	Experiencia (en años)	Capacidad de respuesta
1	Proconstruye	Obra gris	35 850,00	5	250 empleados
2	Construgua	Obra gris	45 938,00	10	1000 empleados
3	Ingecorp	Obra gris	38 947,00	7	250 empleados

Fuente: elaboración propia.

En el ejemplo anterior puede verse que la empresa con más experiencia se encuentra fuera del presupuesto.

Las otras dos empresas están dentro del presupuesto y tienen la misma capacidad de respuesta. En esta toma de decisión existen 2 opciones:

- Contratar a la empresa con mejor precio y menos experiencia, obteniendo así un ahorro presupuestario, pero corriendo el riesgo de sacrificar la calidad.
- Contratar a la empresa con precio mayor, obteniendo un ahorro menor en el presupuesto pero asegurando la calidad.

En el presente caso de estudio se optará por la segunda opción, ya que el precio está dentro del presupuesto, tiene experiencia y capacidad de respuesta.

2.2.2. Listado de contratistas

Documento que sirve para tener los contactos y la información de todos los colaboradores del proyecto.

Tabla XVII. **Listado de contratistas**

Núm.	Nombre de la empresa	Nombre de contratista	Actividad	Contacto
1	Instaelectric	Juan Pérez	Electricidad	58920293
2	Plopro	Miguel Ramírez	Plomería	64930983
3	Ingecorp	Carlos López	Topografía	46739279
4	Servicios arking	José Monroy	Obra gris y resane	45788788
5	Servicios proacabado	Luisa Orozco	Acabados	45373784

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Listado de proveedores

Documento que sirve para tener los contactos y la información de todos los proveedores del proyecto.

Tabla XVIII. Listado de proveedores

Núm.	Nombre de la empresa	Nombre de contratista	Actividad	Contacto
1	Celasa	María Gutiérrez	Electricidad	73629382
2	Mixto listo	Estuardo Cordón	Concreto y acabados	22398392
3	Aceros de Guatemala	Byron López	Acero	31872019
4	De la roca	Marco Domínguez	Block y premezclado	31792138
5	Durman	Karla Ramírez	Plomería	31803176

Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Listado de personal administrativo

Documento que sirve para tener los contactos y la información de todos los proveedores del proyecto.

Tabla XIX. Listado de personal administrativo

Núm.	Puesto	Nombre	Contacto
1	Ingeniero de obra	Ing. Allan Cacao	73629382
2	Maestro de obra	Asunción Pérez	22398392
3	Bodeguero	Rudy Herrera	31872019
4	Guardián	José Valle	31792138
5	Conductor de camión	Carlos García	31803176

Fuente: elaboración propia.

2.2.5. Contratos de trabajo

Se debe firmar contrato por obra con cada uno de los contratistas, previo a iniciar labores. En el contrato se incluirá la siguiente información como mínimo:

- Datos de identificación de cada empresa
- Trabajos a realizar
- Criterios de aceptación de los trabajos
- Monto del contrato y desglose de precios según lo pactado
- Método de pago
- Fechas de entrega de actividades
- Fechas de pagos
- Multas y sanciones
- Anexos con planos, presupuestos de mano de obra y cronograma

Una vez organizada la metodología de trabajo y firmados los contratos, se procede con el inicio de actividades.

2.3. Dirección de proyecto

La gerencia de proyecto es la encargada de la toma de decisiones estructuradas y operacionales que cubran actividades de planeación, organización de recursos, desarrollo de inversiones, orientación a la ejecución del proyecto, coordinación, control, evaluación y transferencia de resultados, los cuales determinarán la óptima utilización de los recursos. Se encarga de dar seguimiento a lo planificado conforme al presupuesto y cronograma, obteniendo información actualizada periódicamente para tomar decisiones en el momento propicio.

2.4. Ejecución de proyecto

En esta fase es sumamente importante la coordinación de personal, materiales, cobros, control de bodega, control de avance y control de calidad de la obra.

En la fase de ejecución de proyectos se utilizan varias herramientas para el control del mismo, entre las más importantes están:

- Cronograma de actividades: es la guía que marca el ritmo con el que se deben ejecutar las actividades; se debe controlar diariamente.
- Presupuesto del proyecto: el presupuesto que se realizó en la fase de planificación es el que sirve de línea base en la etapa de ejecución para conocer los límites financieros que existen en cada rubro.
- Programa de erogaciones: es una estimación del cobro que se realizará en las fechas determinadas según el avance de la obra conforme dicta el cronograma.
- Pedidos de materiales: deben realizarse por escrito con suficiente tiempo de anticipación para asegurar que el personal siempre tenga recursos con los cuales trabajar.
- Ingresos y egresos de bodega: los documentos de ingresos y egresos de bodega sirven para controlar el consumo de materiales y corroborar que lo que se está consumiendo sea conforme a lo presupuestado.
- Listas de verificación de avance y calidad: son documentos que sirven para controlar el avance de cada una de las actividades del proyecto, en

ellas se establecen los criterios de aceptación de cada trabajo y se anotan algunas observaciones para mejoras de calidad.

2.5. Control de proyecto

Se debe llevar control de avance de obra, ingresos y egresos del proyecto. Para ello se debe mantener la información actualizada con el avance físico y el avance financiero del proyecto.

2.5.1. Control real del avance

El avance físico se puede medir con el mismo formato del cronograma inicial que sirve de línea base y con otro color puede marcarse el avance real, ponderando el porcentaje de avance en otra celda.

Tabla XX. Cronograma de ejecución real

1. META 1. CIMENTACIÓN	%	Tiempo	Cant.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	6
a. Trazo y zanjeo	100		1	█																									
b. Instalaciones bajo piso	100		2	█	█																								
c. Cimiento corrido	100	1 día	2			█	█																						
d. Zapatas	100		2			█	█																						
e. Losa de cimentación	50		2			█	█																						
f. Fundición de cimentación			1					█																					
3. META 2. MUROS Y LOSA PRIMER NIVEL																													
a. Instalaciones en muros			2						█	█																			
b. Armadura de refuerzo de acero y electromalla en muros			3						█	█	█																		
c. Armadura de molde de muros y losa			1								█																		
d. Instalaciones en losa			1									█																	
e. Armadura de refuerzo de acero y electromalla en losa			1										█																
f. Fundición de muros y losa			1											█															
4. META 3. MUROS Y LOSA SEGUNDO NIVEL																													
a. Instalaciones en muros			2												█	█													
b. Armadura de refuerzo de acero y electromalla en muros			3												█	█	█												
c. Armadura de molde de muros y losa			1																										
d. Instalaciones en losa			1																										
e. Armadura de refuerzo de acero y electromalla en losa			1																										
f. Fundición de muros y losa			1																										
5. META 4. ACABADOS EN GRIS																													
a. Resane de muros y losa			10																										
b. Fundición de módulo de gradas			5																										
c. Impermeabilización			2																										
d. Enguiado eléctrico			1																										

Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Matriz de cobros

Para el control de ingresos se debe desarrollar una matriz donde se lleve el control de cobros.

Tabla XXI. Control de cobros

Fecha	Concepto	Estimación de cobro en quetzales	Pago efectivo	Observaciones
3/01/2015	Anticipo 20 %	422 564,05	422 564,05	-
30/01/2015	10 cimentaciones terminadas	633 846,07	507 076,86	Del pago efectivo se descuenta del 20 % sobre la estimación de cobro por concepto de anticipo
15/02/2015	5 casas terminadas en gris y 5 a altura de primer nivel	739 487,08	591 589,66	Pago efectivo del 20 % sobre la estimación de cobro por concepto de anticipo

Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Control de egresos

Para el control de egresos se debe llevar una tabla donde se concentra la información de pagos.

Tabla XXII. **Control de egresos**

Fecha	Concepto	Proveedor	Monto proyectado	Pago efectivo	Observaciones
5/01/2015	Pedido de materiales núm. 1	Ferretería	85 000,00	85 000,00	-
15/01/2015	Pago de mano de obra primera quincena	Contratistas	123 409,09	123 409,09	Se retiene el 10 % por concepto de garantía
18/01/2015	Pedido de materiales núm. 2	Ferretería	157 843,	157,843,00	
Monto contratado total 10 casas Q. 2 112 820,23					

Fuente elaboración propia.

2.5.4. Directorio de personal

La comunicación entre el equipo de trabajo es clave para controlar el proyecto; por ello es importante tener una matriz en la que se describan los roles de cada uno de los miembros del equipo para que todos tengan acceso y se mantengan informados.

Tabla XXIII. **Directorio de personal**

Núm.	Nombre	Puesto	Responsabilidades	Contacto
1	Ing. Allan Cacao	Ingeniero de proyecto	Producción en obra	56983892
2	Inga. María Cano	Jefe de compras	Gestión de Compras y Logística de Materiales	78688934
3	Juan Pérez	Supervisor de obra	Supervisión en campo	57357386
4	Rosa Flores	Recursos Humanos	Planillas, contrataciones y trámites	78688935

Fuente: elaboración propia.

3. ANÁLISIS DE COSTO DEL PROYECTO

3.1. Identificación del costo

Entre los objetivos y funciones de la determinación de costos, están los siguientes:

- Servir de base para fijar precios de venta y para establecer políticas de comercialización.
- Facilitar la toma de decisiones.
- Permitir la valuación de inventarios.
- Controlar la eficiencia de las operaciones.
- Contribuir a planeamiento, control y gestión de la empresa.

Para poder controlar el costo de un proyecto es necesario identificar los diversos tipos de costo, tales como:

- Costo directo: son los costos correspondientes a mano de obra y materiales a utilizar en el proyecto.
- Costo indirecto: son los costos por concepto de herramienta, equipo, bodega, maquinaria y oficinas de campo.
- Costo administrativo: es el costo que conlleva los pagos de planilla, honorarios profesionales, viáticos, beneficios, papelería y útiles por la administración de obra del proyecto (ingeniero de obra, maestro de obra, bodeguero y asistente de ingeniería).

- Costos contables: corresponden a los pagos de impuestos, fianzas y seguros.
- Costos financieros: se refieren a los gastos en que incurre una empresa por el equipo de apoyo con el que cuenta como contabilidad, administración, finanzas y sistemas.

3.2. Criterios de evaluación del costo

Entre los criterios de evaluación se pueden mencionar:

3.2.1. Costo mínimo

Se refiere a la comparación de dos o más alternativas de inversión, para determinar con base en qué las alternativas prestarán idéntico servicio, cuál de ellas es más económica (no más barata) y beneficiosa para el proyecto.

3.2.2. El índice de rentabilidad

Se dice que un proyecto es rentable si el valor de sus rendimientos supera al de los recursos utilizados, concretamente, si el valor de los ingresos supera al de los egresos.

3.2.3. La tasa interna de retorno

Evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. “La tasa interna de retorno representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar

sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo”.¹

3.3. Indicadores del costo

Son los datos financieros, operativos, logísticos y de control que se obtienen por medio de sistemas de costos y se utilizan para la toma de decisiones.

3.3.1. Costo total

Es el indicador que suma los costos de ventas más los administrativos, en un período determinado.

$$\text{Costo total} = \text{costo fijos} + \text{costo variable}$$

3.3.1.1. Costo fijo

Es el gasto total que se incurre aunque no se produzca nada (renta de oficina, personal de apoyo como secretarias, entre otros)

3.3.1.2. Costo variable

Representa los gastos que varían según la producción (materias primas, mano de obra directa, entre otros).

¹ HINOJOSA, Jorge Arturo. *Evaluación de alternativas*. Consulta: junio de 2015.

3.3.2. Estado de ganancias y pérdidas

Es un documento conocido también como estado de resultados que consiste en desglosar los egresos e ingresos en distintas categorías y obtener el resultado, antes y después de los impuestos.

3.3.3. Valor ganado (EVM)

Es el estándar para medir el desempeño del cronograma y del costo en un proyecto. El EVM usa un acumulado del valor del trabajo realizado para medir el desempeño del cronograma respecto del plan original (o la línea base).

Para gestionar los índices de desempeño por este método se utilizarán las siguientes fórmulas:

- BAC. Presupuesto para completar: es el presupuesto original del proyecto (o del entregable a analizar).
- EAC. Estimado de costo: es el estimado del costo total del proyecto a medida que avanza el tiempo. Se calcula sumando el costo acumulado del proyecto (a la fecha).
- EV. Valor ganado: es la expresión del avance del proyecto a costos del presupuesto. En otras palabras es el costo estimado al principio del proyecto para desarrollar cierta actividad.
- AC. Costo real: es el costo acumulado a la fecha.
- PV. Valor planeado: es el costo estimado a lo largo del proyecto.

- CPI. Índice de desempeño del costo: es un índice que expresa la eficiencia en los costos reales del proyecto, comparando el valor ganado versus el costo real.
- SPI. Índice de desempeño del cronograma: es el índice que expresa la eficiencia del cronograma.
- CV. Varianza del costo: es una medida de la diferencia entre el valor ganado y el costo real.

Las fórmulas para calcular los índices de desempeño son los siguientes:

$$CPI = EV / AC \quad CV = EV - AC$$

$$SPI = EV / PV \quad SV = EV - PV$$

4. FORMATOS DE CONTROL

Son herramientas sumamente necesarias que ayudan al control de proyectos en cada una de las etapas de los mismos. A continuación se muestra un ejemplo de los formatos que servirán como herramientas para el control del costo de proyectos de construcción:

- Formatos de control en la etapa de la planificación
 - Programa de erogaciones

- Formatos de control en la etapa de organización
 - Pedido de materiales
 - Pedido de herramienta y equipo

- Formatos de control en la etapa de ejecución
 - Salida de materiales de bodega
 - Salida de herramienta en bodega
 - Control de asistencia de planilla
 - Control de pago a contratistas
 - Estimación de cobro
 - Análisis de costo presupuesto versus ejecutado
 - Análisis de costo en relación a la venta

- Formatos de control en la etapa de cierre
 - Formulario de entrega de proyecto
 - Control de cambios de proyecto
 - Estado de cuenta final y lecciones aprendidas

4.1. Formatos de control en la etapa de planificación

A continuación se dan a conocer los diferentes formatos diseñados en la etapa de la planificación.

4.1.1. Programa de erogaciones (*cash flow*)

Se refiere a la estimación de cobro periódica (semanal, quincenal, mensual) que se realizará al cliente durante dure la ejecución del proyecto.

Tabla XXIV. Precio desglosado con base en metas

PRECIO DESGLOSADO	
Meta 1	Q 32 227,59
Meta 2	Q 94 669,76
Meta 3	Q 14 420,66
Meta 4	Q 56 881,52
Meta 5	Q 47 879,15

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Programa de erogaciones**

PROGRAMA DE EROGACIONES PROYECTO MODELO							
Núm. de casa	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
1	32 227,59	94 669,76	14 420,66	56 881,52	47 879,15	-	-
2	-	32 227,59	94 669,76	14 420,66	56 881,52	47 879,15	-
3	-		32 227,59	94 669,76	14 420,66	56 881,52	47 879,15
Total semanal	32 227,59	126 897,35	141 318,01	165 971,94	119 181,33	104 760,67	47 879,15

Fuente: elaboración propia.

4.2. Formatos de control en la etapa de organización

A continuación se incluyen varios formatos que pueden utilizarse como parte del proceso organizacional de una empresa.

4.2.1. Pedido de materiales

En este se desglosan los materiales necesarios para ejecutar las actividades programadas para el mes que corresponde.

Tabla XXVI. **Pedido de materiales**

PEDIDO DE MATERIALES					
	Nombre del proyecto:	MODELO			
	Nombre de quien solicita	ING. ALLAN CACAO			
	Fecha de solicitud	viernes 25 de julio de 2014			
	ESTE PEDIDO CORRESPONDE AL MES DE :	AGOSTO 14			
Núm. casa	Cantidad	Unidad	Descripción material	P.U.	TOTAL
2	5	Quintal	Hierro Núm. 4	325,00	1 625,00
2	4	Quintal	Hierro Núm. 3	315,00	1 260,00
2	50	Libra	Alambre de amarre	6,50	325,00
2	20	Unidad	Electromalla 6x6 4.5/4.5	275,00	5 500,00
7	5	Quintal	Hierro Núm. 4	325,00	1 625,00
7	4	Quintal	Hierro Núm. 3	315,00	1 260,00
7	50	Libra	Alambre de amarre	6,50	325,00
7	20	Unidad	Electromalla 6x6 4.5/4.5	275,00	5 500,00
23	5	Quintal	Hierro Núm. 4	325,00	1 625,00
23	4	Quintal	Hierro Núm. 3	315,00	1 260,00
23	50	Libra	Alambre de amarre	6,50	325,00
23	20	Unidad	Electromalla 6x6 4.5/4.5	275,00	5 500,00
8	50	Sacos	Adhesivo para piso	38,60	1 930,00
			Total sujeto a cambios		28 060,00

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. **Pedido de herramienta y equipo**

En este se desglosa la herramienta que se utilizará para ejecutar las actividades programadas durante el mes que corresponde.

Tabla XXVII. Pedido de herramienta

HERRAMIENTA Y EQUIPO AM-DEH-004

Datos generales							
FACTURAR A:						FECHA	
CONSTRUCTORA ARCE						31/05/2014	
NIT							
98216736							
PROYECTO						FECHA DE ENTREGA 04-06-13 MAYO	
DATOS DEL EQUIPO MES							
ABRIL		MAYO				31/05/2014	
		31		PERIODO			
DESCRIPCIÓN	PRECIO (Q)	TOTAL (Q)	DEL	AL	DÍAS	PROVEEDOR	
				31/05/2014	28/02/2014		
1 Bomba hidrostática	20,00	520,00	01/05/2014	31/05/2014	26		REMCO
1 Cizalla <i>Pedinhause</i>	32,00	832,00	01/05/2014	31/05/2014	26		REMCO
60 Punterales 60	12,00	360,00	01/05/2014	31/05/2014	30		REMCO
1 Pulidora 9	20,00	520,00	01/05/2014	31/05/2014	26		REMCO
1 Rotomartillo 9 Kilos Hilti Rojo	44,00	5,20	01/05/2014	31/05/2014	26		REMCO
1 Rotomartillo de 5 Kilos Hilti	36,00	936,00	01/05/2014	31/05/2014	26		REMCO
1 Vibrocompactadora	53,00	1 378,00	01/05/2014	31/05/2014	26		REMCO
1 Vibrador de concreto	42,00	1 092,00	01/05/2014	31/05/2014	26		REMCO
		TOTAL					
							5 643,20
Observaciones generales:							
FIRMA Y SELLO DEL RESIDENTE							

Fuente: elaboración propia.

4.3. Formatos de control en la etapa de ejecución

Durante la etapa de ejecución es necesario llevar control de todas las actividades a través de formatos elaborados para el efecto.

4.3.1. Salida de materiales de bodega

Sirve para llevar el control de los materiales que salen de bodega y direccionar el material a la tarea que será utilizada.

Tabla XXVIII. Salida de materiales de bodega

ENTREGA DE MATERIALES EN BODEGA				
CASA A TRABAJAR:		NO. 20		
FECHA:		15/05/2014		
TRABAJO A REALIZAR:		INSTALACIÓN DE PISO		
ENCARGADO DE OBRA:		JUAN PÉREZ		
ID	Cantidad	Descripción	Unidad	Actividad
1	5	Azulejo	m ²	Acabados
2	50	Piso	m ²	Acabados
3	40	Adhesivo para piso	Bolsa	Acabados
4	2	Wipe	Bola	Acabados
5	3	Estuque	Bolsa	Acabados
6				
	100	Total de artículos entregados		
<p>NOTA: esta herramienta y material debe entregarse a la bodega del proyecto a trabajar en el momento de finalizar su uso.</p>				
ENTREGA MATERIAL			RECIBIDO	
BODEGA			NOMBRE Y FIRMA	

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Salida de herramienta de bodega

Sirve para llevar el control de la herramienta que sale de bodega, quién es responsable de su uso y para qué actividad se utilizará.

Tabla XXIX. Entrega de herramienta

ENTREGA DE HERRAMIENTA EN BODEGA					
	CASA A TRABAJAR:		7, 10, 14		
	FECHA:		15/05/2013		
	TRABAJO A REALIZAR:		RESANE		
	ENCARGADO DE HERRAMIENTA:		ALBERTO RODRÍGUEZ		
ID	CANTIDAD	TIPO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	
1	4	PULIDORA	UNIDAD	CÓDIGO 079-24, 079-56, 079-45	
2					
3					
4					
5					
6					
7					
	4	Total de herramientas entregadas			
	ENTREGA HERRAMIENTA		RECIBIDO		
	BODEGA		NOMBRE Y FIRMA		

NOTA: esta herramienta y material debe entregar a bodega del proyecto a trabajar en el momento de finalizar su uso.

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Control de mano de obra

A continuación se describen las diferentes formas de llevar el control del cumplimiento de tareas de los trabajadores.

4.3.3.1. Planilla

Se lleva la asistencia del personal de planilla y se presenta quincenalmente para estimar el pago de cada colaborador. Se calculan horas extras, bonos, entre otros.

Tabla XXX. Control de asistencia de planilla

										PROYECTO: MODELO															
										REPORTE DE PLANILLA CATORCENAL															
PERIODO DEL 15 DE ABRIL DEL 2013 AL 28 DE ABRIL DEL 2013 SEMANA 16-17										Indicación de días trabajados por colaborador, por catorcena														Total de días laborados	
g v	A / B	Código O4B	Nombre Completo del Colaborador	Puesto	Sueldo diario	Semana No. 01							Semana No. 02												
						Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do						
1		3467	BYRON ESTUARDO RODAS SEGURA	ASISTENTE	Q 130.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14				
2		5337	MIGUEL EDUARDO CUTE OLIVA	BODEGUERO	Q 100.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14				
3		11654	RUDY WALDEMAR SARAT	SUPERVISOR DE OBRA	Q 120.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14				
4	A	0	HUMBRETO ORLANDO TOLEDO PALACIOS	ASISTENTE DE BODEGA	Q 71.40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14				

Fuente: elaboración propia.

4.3.3.2. Pago contratistas

Formato que se utiliza para llevar el control de pago de las actividades del presupuesto que han sido ejecutadas por contratistas.

Tabla XXXI. Reporte de trabajos ejecutados

REPORTE DE TRABAJOS EJECUTADOS								
Nombre de Contratista		CALA						
Codigo de Contratista		Factura No.	56	No. Semana	NO.	1		
Nombre Proyecto		PROYECTO MODELO						
No.	Modelo	No. De Casa	Mz-Villa-Sector	Descripcion de Actividad	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
1	A	20	5	Suministro e instalacion de Puerta interior y exterior	5	UNIDAD	Q 1,280.00	Q 6,400.00
2								
3								
4								
5								
6								
						COSTO TOTAL DE TRABAJOS	Q	6,400.00
<p>_____ FIRMA AUTORIZACION RESIDENTE</p>								

Fuente:
elaboración propia.

Tabla XXXII. Control de pago de mano de obra

CONTROL DE PAGO M.O. PROYECTO MODELO						GRAN TOTAL		
						Q	45 580,00	
SEMANA	FACTURA	CONTRATISTA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P/U	TOTAL	
1	19	60	JULIO CESAR BO	ARMADO DE BODEGA EN CAMPAMENTO DE LARGO 15 ML X 12 ML.	1	GLOBAL	Q 12 000,00	Q 12 000,00
3	19	58	JULIO CESAR BO	FABRICACIÓN DE MARCOS PARA MANTAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	1	GLOBAL	Q 1 340,00	Q 1 340,00
4	19	469	RIGOBERTO PARADA DÍAZ	PRESTAMO DE PERSONAL PARA ORDENAR MATERIALES EN BODEGA	1	GLOBAL	Q 1 170,00	Q 1 170,00
5	21	474	RIGOBERTO PARADA DÍAZ	PERSONAL PARA CERAMIENTO DE ÁREA DE CAMPAMENTO.	24	DIAS	Q 90,00	Q 2 160,00
6	21	63	JULIO CESAR BO	ESCALERAS DE 6 MTS X 0.50	2	UNIDAD	Q 1 000,00	Q 2 000,00
7	21	63	JULIO CESAR BO	ESCALERAS DE 3 MTS X 0.50	2	UNIDAD	Q 500,00	Q 1 000,00
8	21	63	JULIO CESAR BO	ELABORACIÓN DE SACA-PANELES DE 0.66	6	UNIDAD	Q 100,00	Q 600,00
9	21	63	JULIO CESAR BO	ELABORACIÓN DE BANCOS METÁLICOS (BURRITOS) DE 0.70 X 0.40 X 0.70	8	UNIDAD	Q 500,00	Q 4 000,00
10	21	63	JULIO CESAR BO	NEGATIVOS PARA NICHOS DE 0.30 X 0.30 X 2 PULGADAS	4	UNIDAD	Q 100,00	Q 400,00
11	21	63	JULIO CESAR BO	COLOCACIÓN DE TABLAS EN MESANINI DE BODEGA	2	DIAS	Q 125,00	Q 250,00
12	22	2190	FAUSTINO RODRÍGUEZ	REPARACIÓN DE FUGA DE AGUA POTABLE	120	ML	Q 5,00	Q 600,00
13	23	478	RIGOBERTO PARADA DÍAZ	PERSONAL PARA CERAMIENTO DE ÁREA DE CAMPAMENTO	3	PERSONAS	Q 90,00	Q 270,00
14	23	478	RIGOBERTO PARADA DÍAZ	PERSONA COLOCANDO ROTULOS ÁREA DE CAMPAMENTO.	1	PERSONAS	Q 90,00	Q 90,00
16	23	64	JULIO CESAR BO	FABRICACIÓN DE BATEAS 1.50 X 2.00	1	UNIDAD	Q 1 350,00	Q 1 350,00
17	23	64	JULIO CESAR BO	FABRICACIÓN DE BATEAS 1.00 X 2.00	2	UNIDAD	Q 1 350,00	Q 2 700,00
18	23	64	JULIO CESAR BO	FABRICACIÓN DE BATEAS 1.00 X 1.50	1	UNIDAD	Q 1 350,00	Q 1 350,00
19	23	64	JULIO CESAR BO	FABRICACIÓN PARA FUNDICIÓN DE POSTE DE CONTADOR	1	UNIDAD	Q 1 500,00	Q 1 500,00
20	23	64	JULIO CESAR BO	MOLDE PARA MOLDURA DE VENTANA 1.55 X 0.32	2	UNIDAD	Q 750,00	Q 1 500,00
21	23	64	JULIO CESAR BO	NEGATIVOS DE COSTANERAS DE 2.00 X 0.92 X 0.40	4	UNIDAD	Q 250,00	Q 1 000,00
22	23	64	JULIO CESAR BO	CAMBIO DE CHAPA PRINCIPAL DE PORTON DE BODEGA MARCA PHILIPS	1	UNIDAD	Q 200,00	Q 200,00
26	25	66	JULIO CESAR BO	MOLDE P/BOLILLO SOBRE PARAPETO 2.15 X 2.15	1	UNIDAD	Q 600,00	Q 600,00
27	25	66	JULIO CESAR BO	MOLDE P/BOLILLO SOBRE PARAPETO 1.62 X 2.00 X 0.15	1	UNIDAD	Q 400,00	Q 400,00
28	25	66	JULIO CESAR BO	MOLDE P/BOLILLO SOBRE PARAPETO 0.50 X 2.00 X 0.15	2	UNIDAD	Q 200,00	Q 400,00
29	25	66	JULIO CESAR BO	MOLDE P/ FUNDICIÓN DE GRANITO LAVADO 1.60 X 1 PULG X 0.15	1	UNIDAD	Q 400,00	Q 400,00
30	25	66	JULIO CESAR BO	FORMALETA PARA FUNDICIÓN DE POSTE DE ACOMETIDA	1	UNIDAD	Q 400,00	Q 400,00
31	25	66	JULIO CESAR BO	AÑADIDURA DE 1 METRO + DE ESCALERA DE 6 METROS A 7	1	MT	Q 100,00	Q 100,00
32	25	66	JULIO CESAR BO	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METALICA EN OFICINA DE RESIDENTE	40	M2	Q 162,50	Q 6 500,00
33	25	66	JULIO CESAR BO	COLOCACIÓN DE ELECTROMALLA EN OFINA	1	UNIDAD	Q 100,00	Q 100,00
34	25	834	LUIS EMILIO RODRÍGUEZ	CIRCULACIÓN CON LAMINA BODEGA DE MATERIALES DE MODELO	12	DIAS	Q 100,00	Q 1 200,00

Fuente: elaboración propia.

4.3.4. Estimación de cobro

Esta herramienta sirve como documento para presentar al cliente los cobros que se realizará por avance de obra según la ejecución de cada meta (renglón de trabajo). Una vez aprobado debe procurarse que el pago sea hecho efectivo para manejar un mejor flujo de caja.

Tabla XXXIII. Estimación de cobro

ESTIMACIÓN DE COBRO						
PROYECTO	MODELO					
MES	jun-14					
	CIMENTACIÓN	MUROS Y LOSA PRIMER NIVEL	MUROS Y LOSA SEGUNDO NIVEL	ACABADOS EN GRIS	ACABADOS FINALES	
PRECIO POR META	Q32 227,59	Q94 669,76	Q14 420,66	Q56 881,52	Q47 879,15	
CASA 1	1	1	1	1		
CASA 2	1	1	1			
CASA 3	1	1				
TOTAL POR META	Q96 682,77	Q284 009,28	Q28 841,32	Q56 881,52	Q0,00	
		TOTAL MES:	Q466 414,89			

Fuente: elaboración propia.

4.3.5. Análisis presupuesto vs. costo

Esta herramienta sirve para obtener datos del estado financiero del proyecto y con esa información poder tomar decisiones.

Tabla XXXIV. Análisis de costo de presupuesto vs. ejecutado

COSTO DIRECTO			
Número de casa	Presupuestado	Costo por casa sin IVA	Presupuesto por casa
1	246 078,68	145 856,00	100 222,68
2	246 078,68	145 875,00	100 203,68
3	246 078,68	138 321,00	107 757,68
TOTALES	738 236,04	430 052,00	308 184,04

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Análisis de costo directo y otros gastos

Número de casa	Gasto general	Planilla más pasivo laboral	Costo por casa	Presupuesto por casa
1	6 915,08	4 346,62	157 117,70	88 960,98
2	6 915,98	4 347,19	157 138,17	88 940,51
3	6 557,84	4 122,07	149 000,91	97 077,77
TOTALES	20 388,90	12 815,88	463 256,78	274 979,26

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Análisis de costo con relación a la venta**

Con relación a la venta + extras					
Número de casa	Cobrado	Cobro extra	P.V. (+) Ext.	Diferencia cobro-costo	Porcentaje
1	163 358,62	-	163 358,62	6 241,02	4
2	163 380,00	-	163 380,00	6 241,83	4
3	154 919,52	-	154 919,52	5 918,61	4
TOTALES	481 658,24	0,00	481 658,24	18 401,46	4

Fuente: elaboración propia.

4.4. Formatos de control en la etapa de cierre

La etapa de cierre de proyecto finaliza cuando se termina la ejecución del proyecto y el cliente acepta formalmente el producto final. Para ello se debe entregar un documento donde se incluye:

4.4.1. Formulario de entrega de proyecto

Documento que se llena cuando se entrega una casa y se verifica que cada actividad sea recibida por el cliente a entera satisfacción; de no ser así se deja por escrito en los comentarios los cambios o modificaciones solicitadas por el cliente y se establece fecha de entrega de las mismas.

Tabla XXXVII. **Formulario de entrega de vivienda**

PROYECTO MODELO

Correlativo No.	
-----------------	--

Anexo de recepción No. 1:
FORMULARIO PARA RECEPCION DE VIVIENDAS

FECHA:	_____
MANZANA	_____
NO. CASA	_____ MODELO _____
PROPIETARIO:	_____

No.	Descripción	(X) = No Objeción	Observaciones
-----	-------------	----------------------	---------------

1. Pruebas:

Electricidad		
Agua potable y drenaje		
Especiales		
Aplicación de Estuque		
Conformación de Pañuelos		

2. Muebles fijos::

Puertas		
Chapas		
Ventanas		
Inodoros		
Lavamanos		
Duchas		
Reposaderas		
Llaves de chorro		
Pila		
Top de lavamanos		

3. Acabados:

Cielos		
Muros		
Pisos		
Gradas		
Patio y jardín posterior		
Car port		
Barandas Metálicas		
Jardín frontal		

OBSERVACIONES GENERALES: _____

ACLARACIONES:

1. Si la vivienda es recibida sin objeción, o con observaciones menores se podrán entregar las llaves, de lo contrario no.
2. Luego de realizadas las correcciones se realizará una segunda inspección conjunta previo a la entrega de llaves.
3. Reclamos posteriores se atenderán en el contexto de las garantías individuales a través de la Administración.

(F. PROPIETARIO) RECIBI CONFORME

CONSTRUCTORA

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Control de cambios de proyecto

Este documenta todos los cambios que sufrió el proyecto respecto de lo planeado contra lo ejecutado.

Tabla XXXVIII. Control de cambios

		FECHA:	martes, 25 de mayo de 2015
NOMBRE O ESPECIFICACIÓN DEL CAMBIO		CAMBIO DE TIPO DE PISO	
NOMBRE DE QUIEN AUTORIZA EL CAMBIO		ING. ALLAN CACAO	
TIEMPO DE EJECUCIÓN PARA EL CAMBIO		1 SEMANA	
ANÁLISIS DE COSTOS			
VER COBRO EXTRA POR CASA	Materiales		Q.35,00
	Mano de obra		Q.0,00
	Total		Q.35,00
DESCRIPCIÓN o RAZÓN DE CAMBIO			
SE CAMBIA EL TIPO DE PISO POR SOLICITUD DEL CLIENTE.			
REFERENCIA FOTOGRÁFICA			

Fuente: elaboración propia.

4.4.3. Estado de cuenta final

Este es un documento cuyo objetivo es finiquitar las finanzas del proyecto. Si hay facturas por cobrar se deja por escrito un acuerdo de pago.

Tabla XXXIX. Estado de cuenta final

Nombre de proyecto: "MODELO"

ESTADO DE CUENTA FINAL

Fecha: 15-08-2014

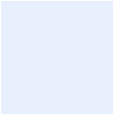
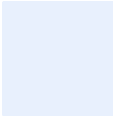
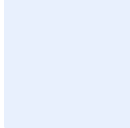
CONTRATO	MONTO CONTRATADO	MONTO CANCELADO	PENDIENTE
Casa 1	Q 371 826,86	Q 371 826,86	Q 0,00
Casa 2	Q 371 826,86	Q321 826,86	Q50 000,00
Casa 3	Q 371 826,86	Q 371 826,86	Q 0,00

Fuente: elaboración propia.

4.4.4. Lecciones aprendidas

Permite presentar las lecciones aprendidas de las situaciones del proyecto que sirve para mejorar en proyectos futuros.

Tabla XL. **Formato de lecciones aprendidas**

		PROYECTO	MODELO
CRITERIO DE BÚSQUEDA			
SITUACIÓN			
CONSECUENCIAS			
EVALUACIÓN			
¿CON EL CONOCIMIENTO QUE AHORA TENGO QUÉ HARÍA DIFERENTE?		¿CÓMO LO RESOLVIMOS?	
FOTOGRAFÍAS DE LAS LECCIONES APRENDIDAS			
			

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El control eficaz de los proyectos ayuda a evitar pérdidas en los mismos, así como para tomar decisiones durante su ejecución, para corregir a tiempo cualquier anomalía o rumbo inesperado que haya tomado el proyecto.
2. Debido a la competitividad que hay en el mercado es sumamente importante tener un sistema eficiente de control de costos dentro de la empresa para la ejecución de proyectos, ya que esto brinda una ventaja competitiva.
3. El presupuesto es una de las herramientas más importantes con las que se cuenta, debido a que es el que le sirve al cliente para tomar decisiones de adjudicar o no los proyectos; debe hacerse con cautela tomando en cuenta todos los factores que puedan afectar al momento de la ejecución, encontrando un punto de equilibrio entre el precio del mercado y el costo real del proyecto más la utilidad esperada.
4. Los costos que afectan los proyectos de construcción se estructuran de forma distinta a los de cualquier otro proyecto, interesa tanto el costo final del mismo así como de cada unidad que lo conforma, debido a la alta fluctuación de los precios y las variaciones que pueda tener el proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Llevar los controles actualizados semanalmente para mantener un control estricto sobre la ejecución del proyecto de forma tal, que se pueda corregir cualquier error a tiempo y asegurar que cada actividad sea realizada conforme lo proyectado.
2. Es importante que todos los cambios, adicionales y lecciones aprendidas sean documentados, para tener una base de información a tomar en cuenta en la planificación para proyectos futuros, de modo que cada vez más se alcancen mejores resultados.
3. Debe existir una comunicación constante entre el equipo de trabajo, de manera que se pueda asegurar que todas las tareas sean realizadas conforme a lo proyectado tanto en tiempo y calidad como en costo. Se debe verificar que toda la información recibida de los colaboradores referente a la obra sea confiable y verídica, ya que con ella se alimentan las bases de datos que sirven para analizar el proyecto, para lograr mejores resultados.

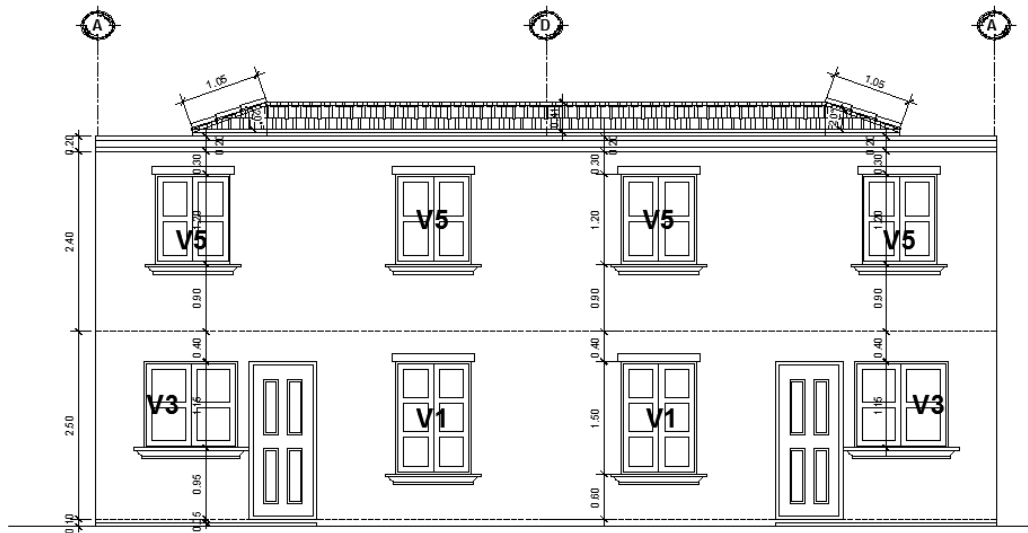
BIBLIOGRAFÍA

1. BILLENE, Ricardo. *Análisis de costos*. 3a ed. Argentina: Ediciones Jurídicas Cuyo, 2001. ISBN 9789875270183. 555 p.
2. FORSA. *Catálogo técnico sistema de formaleta de aluminio*. [en línea].
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:WE7Stl oF_TsJ:www.forsa.com.co/es/forsa-acero/sistemas-forsa/forsa-acero/descargarcatalogo.html+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=gt#sthas h.luBzhXTJ.dpuf>. [Consulta: agosto de 2015].
3. GIRÓN MEJÍA, Sergio David. *Descripción del sistema constructivo de viviendas en serie mediante el uso de formaletas de aluminio en la ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala, 2012. 169 p.
4. HALPIN, Daniel. *Conceptos financieros y de costos en la industria de la construcción*. 5a ed. México: Limusa, 1991. 134 p.
5. HINOJOSA, Jorge Arturo. *Evaluación de alternativas*. [en línea].
<http://www.ingenieria.unam.mx/~jkuri/Apunt_Planeacion_internet/TEMAVI.3.pdf>. [Consulta: junio de 2015].

6. RINCÓN SOTO, Carlos Augusto. *Auditoría de costos. Indicadores financieros de costos.* [en línea]. <<http://es.slideshare.net/wilsonvelas/indicadores-financieros-de-costos>>. [Consulta: mayo de 2015].
7. RODRÍGUEZ CASTILLEJO, Walter; VALDEZ CÁCERES, Doris. *El análisis de costo-tiempo utilizando el método de precedencias mejorado, para determinar el presupuesto mínimo y el tiempo óptimo de un proyecto.* [en línea]. <http://www.academia.edu/12688245/El_An%C3%A1lisis_Costo-Tiempo_Utilizado_El_M%C3%A9todo_de_Precedencias_Mejorado_para_Determinar_el_Presupuesto_M%C3%ADnimo_y_el_Tiempo_%C3%93ptimo_de_un_Proyecto>. [Consulta: junio de 2015].
8. RUSENAS, Rubén. *Manual de control interno.* 6a ed. México: Prentice-Hall, 1999. 302 p.
9. SAMAYOA PEQUE, Carlos Oswaldo. *Administración y control del costo en la construcción.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala, 2008. 135 p.
10. YANTUCHE MONTERROSO, José Rubén. *Actividades para la elaboración de un presupuesto y sus costos en la construcción de vivienda en Guatemala.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala, 2001. 135 p.

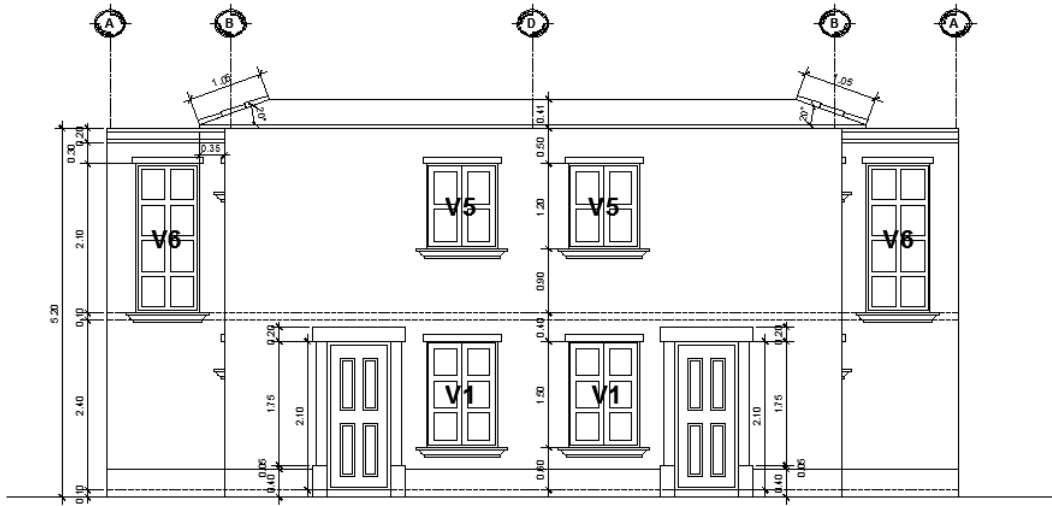
ANEXOS

Anexo 1. Planta de acabados nivel 1

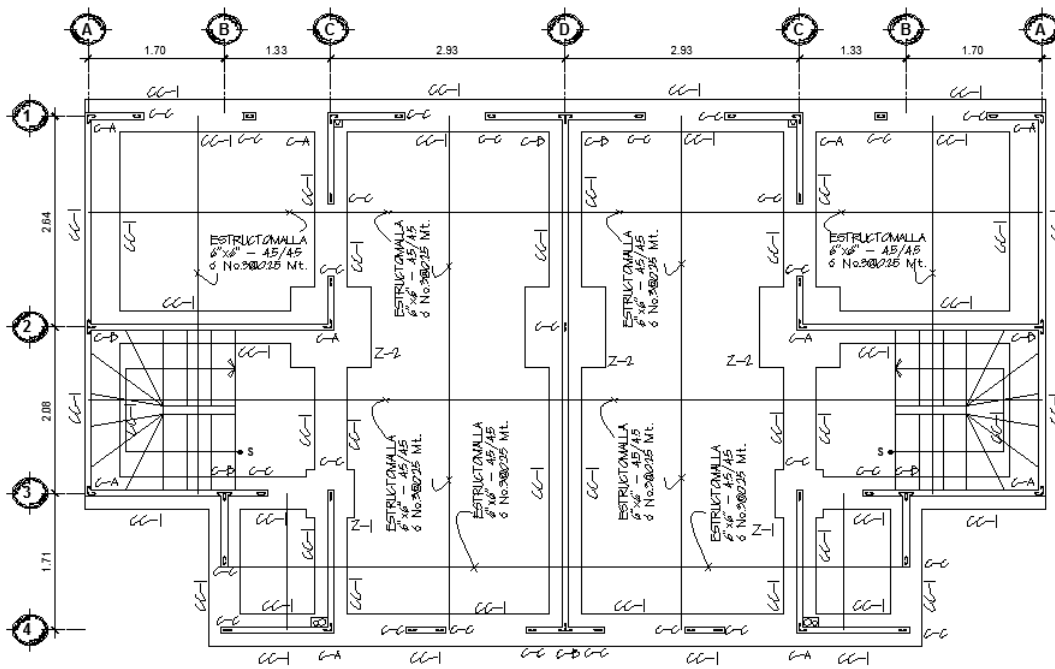


ELEVACION FRONTAL MODULO DUPLEX
ESCALA: 1/50

Continuación de anexo 1.



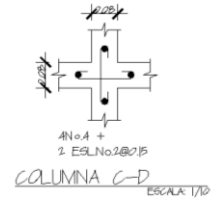
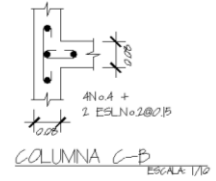
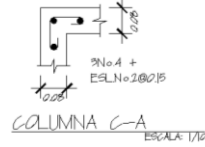
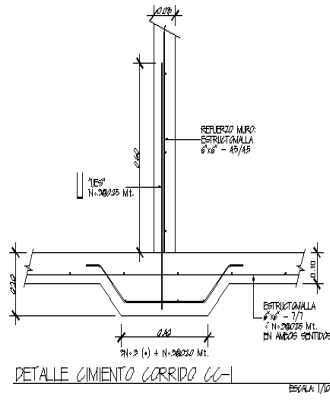
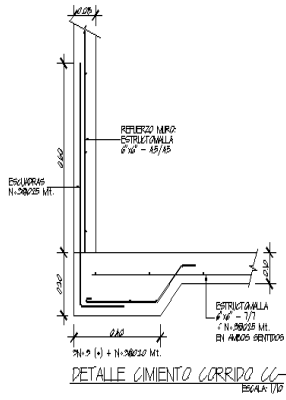
ELEVACION POSTERIOR MODULO DUPLEX
 ESCALA: 1/50



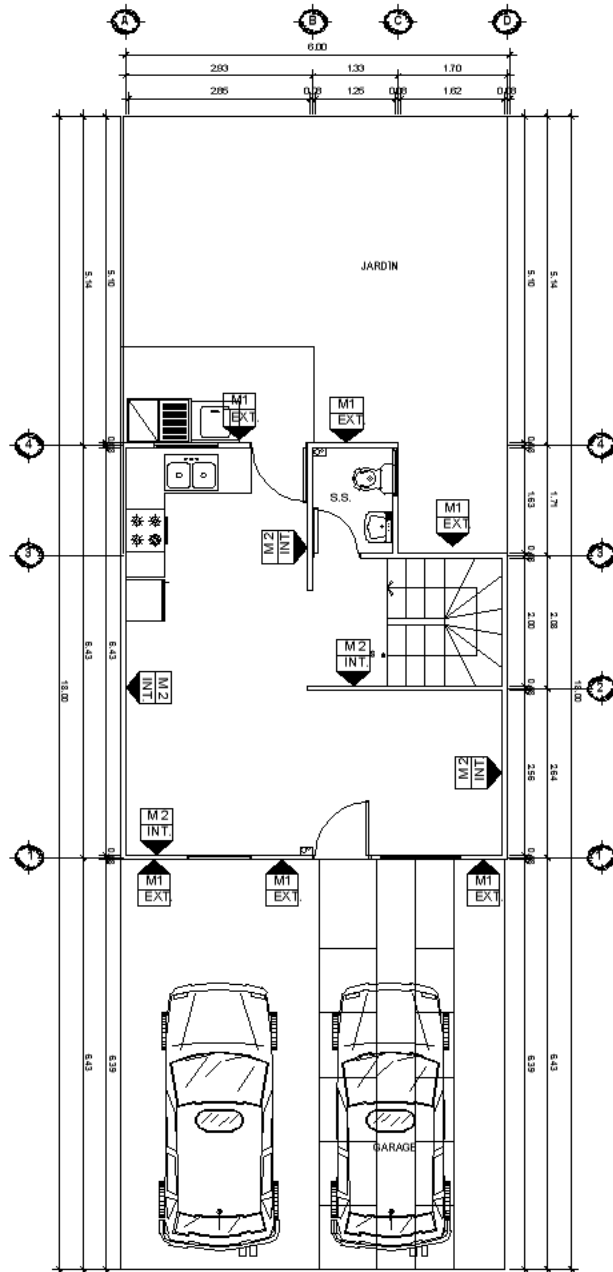
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

ESCALA: 1/50

Continuación de anexo 1.

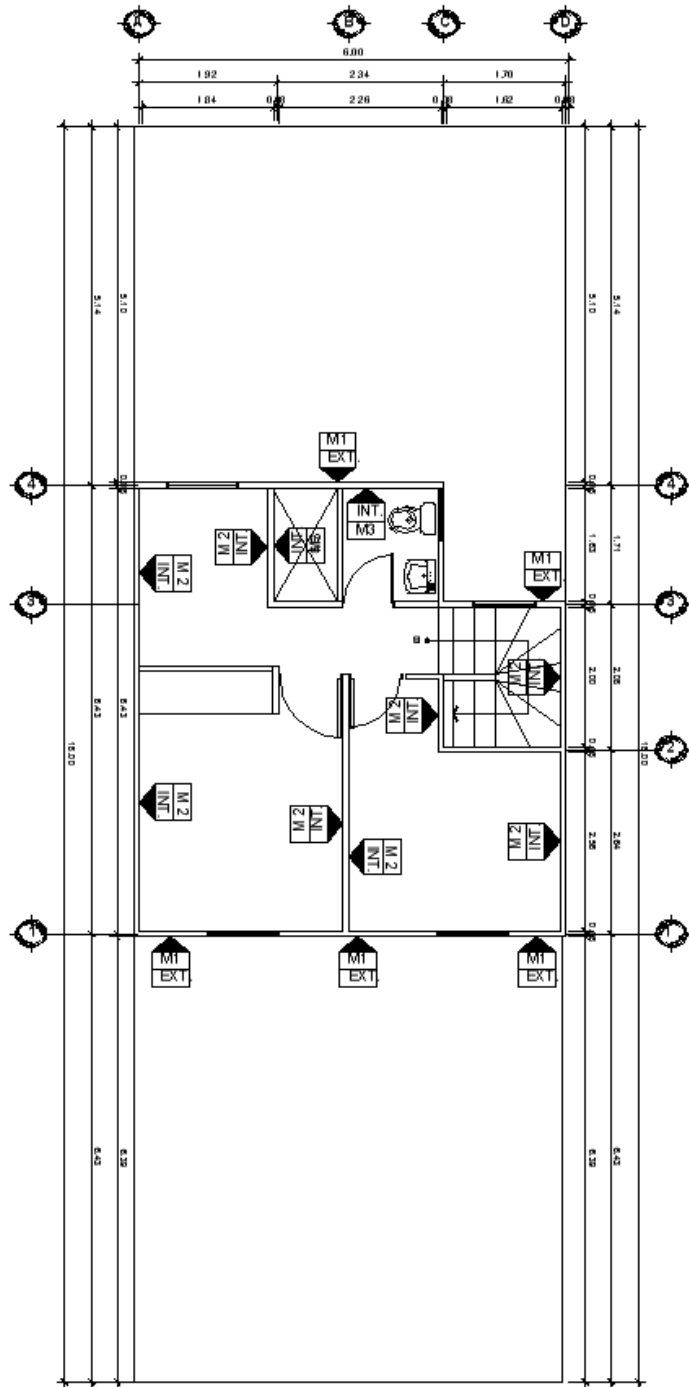


Continuación de anexo 1.



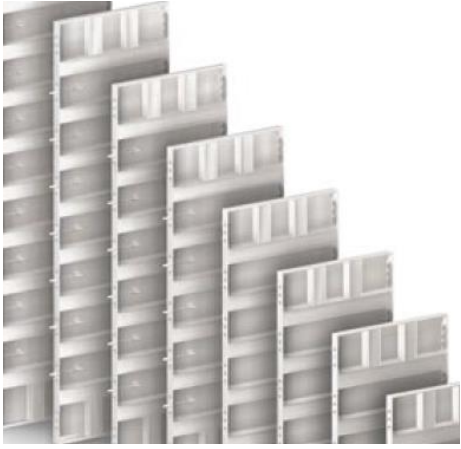

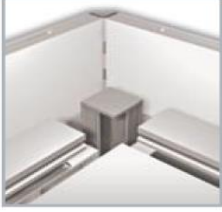

Fuente: archivos empresa Forsa.

Anexo 2. Planta de acabados nivel 2







Fuente: archivos empresa Forsa.

Anexo 3. Material y equipo

	<p>Panel de muro: se manejan como paneles de muros estándar en anchos entre 60 y 90 cm con alturas de 210 y 240 cm. Sin embargo, de acuerdo con el diseño requerido se pueden manejar anchos desde 10 hasta 90 cm; y alturas desde 30 hasta 300 cm con diferentes con binaciones.</p>
	<p>Ángulo exterior: perfil de aluminio, utilizado para conformar las esquinas exteriores a 90 grados, con las formaletas de muros.</p>
	<p>Esquinero de muro interno: elemento de aluminio, que conforma las esquinas interiores a 90 grados con las formaletas de muro. Es ofrecido en anchos de 10 x 10 cm y 15 x 15 cm, de acuerdo con la modulación del proyecto.</p>
	<p>Esquina en cruz: el ensamble en cruz es formado por cuatro esquineros de muro. Es acoplado con pasadores y cuñas como todo el resto de paneles.</p>

Fuente: archivos empresa Forsa.

Anexo 4. Equipo y accesorios para construcción

	<p>Esquina en “L”</p> <p>El ensamble o esquina en “L” está conformado por cuatro piezas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Un esquinero de muro• Un ángulo exterior• Dos formaletas de ancho igual al espesor del muro, más el esquinero. Estas piezas son acopladas con pasadores y cuñas.
	<p>Esquina en “T”</p> <p>El ensamble en “T” se forma siempre con tres piezas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dos esquineros de muro.• Una formaleta de muro de ancho igual al espesor de muro más 2 EQM. Estas piezas son acopladas con pasadores y cuñas.
	<p>Formaleta CAP: sirve de complemento a la formaleta estándar para completar la altura total del muro exterior abarcando el espesor de la losa.</p>
	<p>Formaleta alta: esta cubre la altura total del muro exterior más el espesor de la losa determinada. Su ventaja radica en que se manejan menos piezas, en comparación con la formaleta CAP, lo que genera un mejor desempeño y rapidez en el armado y desencofrado.</p>

Continuación de anexo 4.



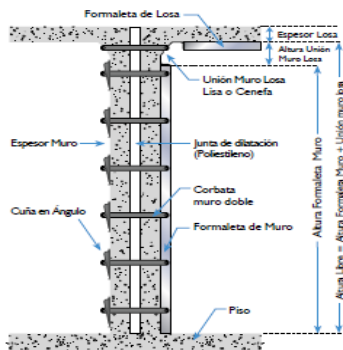
Formaleta para culatas:

Determinan la forma, altura y ángulo de inclinación de un muro. Las formaletas para culatas se aseguran a las formaletas de muro con pin-grapa en el borde inferior y pasadores y cuñas en los bordes laterales.



Tapa muro:

Perfil de aluminio de 3/8" de espesor, que se utiliza como cierre de un muro. Se ensambla igual que los paneles (con pasadores y con cuñas), y en determinadas ocasiones, si la configuración no es estándar, se pueden utilizar pin-grapas. Para muros con espesores mayores de 12 cm, se refuerza la tapa del muro, con perfiles en ángulo o tubulares.



Muro doble: el sistema de formaleta de aluminio permite usar los paneles para construir vivienda con muros dobles y con desnivel.



Cuña en ángulo:

Donde haya muros dobles con junta de dilatación, se utilizan corbatas especiales que se aseguran al muro construido el día anterior con las cuñas en ángulo.

Continuación de anexo 4.

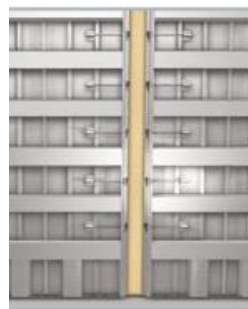
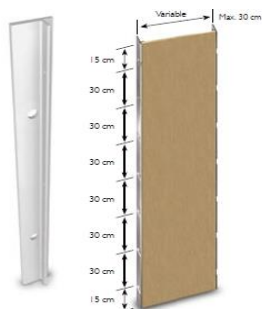


Cuña retenedora: accesorio utilizado para el atraque de la formaleta en su parte inferior, cuando hay desniveles, hasta 50 cm. Para desniveles superiores se utiliza el atraque tradicional, con gatos de construcción.



Filler de ajuste: se usa como elemento de ajuste o comodín cuando los espacios no son múltiplos de 5 cm, en el evento de que con un mismo equipo se construyan diferentes viviendas, incluso con cambios de espesor de muros.

El perfil de 1 cm es muy útil en adaptaciones del equipo.



Perfil de ajuste: en aquellos eventos en que se haga necesario efectuar ajustes rápidos en obra, se puede utilizar el perfil de ajuste. Este es un perfil de aluminio con pestaña para alojar lámina de madera de 1/2" de espesor, con el cual se pueden formar paneles de varios anchos hasta 30 cm máximo.

Continuación de anexo 4.



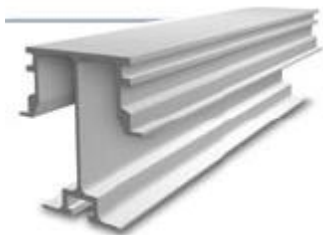
Cuchilla: la unión entre muros y losas se puede efectuar utilizando la cuchilla, la cual es una pieza de aluminio de 10 o 15 cm, que se soporta en la sección superior del panel de muro, generando una altura libre entre piso y losa igual a la altura del panel, más el espesor de la cuchilla 7 mm.



Soporte para cuchilla, el cual se fija a la formaleta de muro con pasador y cuña.

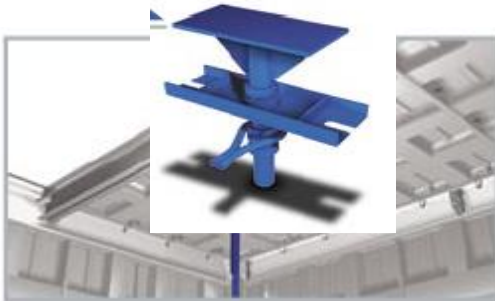


Culatón: esta pieza funciona como conector entre formaletas de muro y losas inclinadas. Cada culatón se fabrica con el ángulo requerido para la conformación de superficies inclinadas.



Viga en I: esta primera opción combina el uso de una viga en I, la cual es un perfil en aluminio, de 13.5 cm de altura, que trabaja con un puntal nivelador, cuya cara expuesta en la losa es de 20 x 10 cm. La forma acanalada permite el ajuste de la viga en I, para garantizar el nivel de la losa.

Continuación de anexo 4.



Puntal nivelador 2004: fabricado en acero de alta resistencia, sirve como elemento conector de los gatos o pies derechos a piso. Para garantizar que la losa quede apuntalada desde el día del vaciado y posterior al desencofre en los 2 días siguientes.



Puntal nivelador 2005: accesorio fabricado en acero al carbono, trabaja igual que el puntal nivelador 2004.



U de 10: el uso de la U de 10 cm, en aluminio de 5,4 cm de altura, en conjunto con el puntal nivelador 2005, corresponden a la segunda opción de FORSA, como sistema de apuntalamiento de losas. Las ventajas de esta combinación frente a la viga I radican en la mayor facilidad en el desencofre de la formaletas y el ajuste más fino de la nivelación de losa en general.

Continuación de anexo 4.



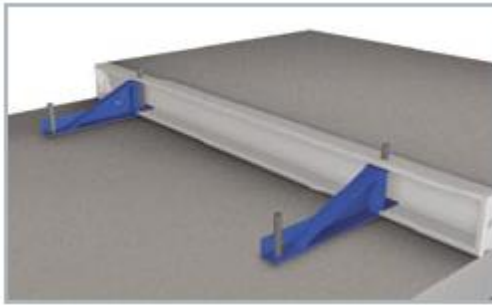
Losa puntal: cierre de losa, que varía entre 10 y 30 cms. de ancho, y en longitudes variables de acuerdo con el diseño. La ubicación de parales o gatos, se efectúa directamente a la losa puntal, posicionados en los pines soldados a la pieza. Para garantizar el alcance de la resistencia de la losa, FORSA suministra 3 juegos de losa puntal. No se requiere de la utilización de puntales ni veladores.



Base para gato: accesorio que sirve como soporte donde hay unión de cuatro paneles de losa.

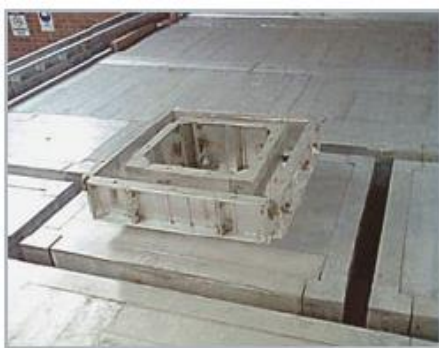


Continuación de anexo 4.



Formaletas para losa de cimentación: combinación de formaleta y soporte, para la conformación de cimentaciones de losas. Se fabrican en diferentes alturas y longitudes, de acuerdo con la modulación y diseño requerido. Su fijación se hace directamente al terreno, con varillas pasantes de construcción de 5/8" de diámetro.

Se pueden fabricar en alturas de 10 cm o más. Su unión se efectúa con pasador y cuña.

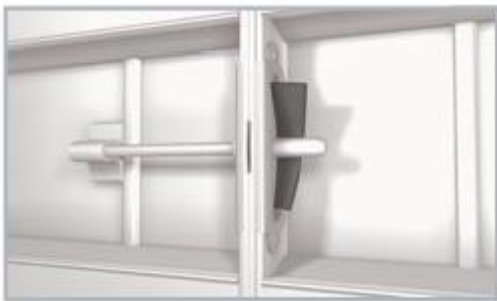


Formaletas para domos: los diseños arquitectónicos para domos sobrepuestos en la losa son realizados con una combinación de paneles de aluminio y esquineros en ángulo, los cuales son rigidizados con una estructura en perfil angular de acero. Las formaletas para domo se diseñan en su conjunto con un ángulo de inclinación para facilitar el desencofre. Cuando los domos quedan insertados en la losa, se envían negativos en acero con ángulo de desencofre, los cuales se fijan con tornillos directamente a los paneles de losa.

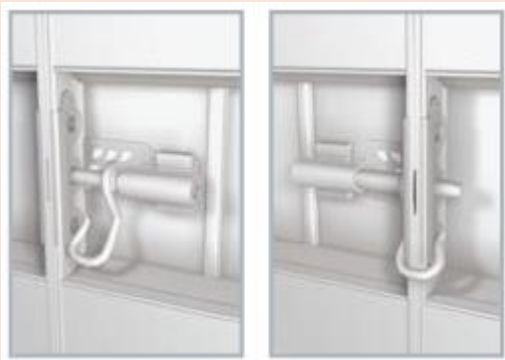
Continuación de anexo 4.



Pin flecha: en conjunto con la cuña asegura la sujeción de paneles. Su acabado galvanizado es una barrera protectora que le asegura una mayor duración.



Grapa candado: accesorio cuya forma de grapa permite la sujeción entre paneles, sin necesidad de accesorios adicionales; esto disminuye la pérdida de elementos en obra. Su acabado galvanizado es una barrera protectora que le asegura una mayor duración.



Continuación de anexo 4.



Pasadores: accesorio que en conjunto con la cuña sirve para la sujeción de paneles de muro entre sí, con angulares, esquineros de muro y tapamuros, así como para la sujeción básica de paneles de losa. Sirve como accesorio complementario en aquellas sujeciones donde haya *fillers* y perfiles de ajuste.



Pin-grapa: accesorio utilizado para la sujeción de rieles ranurados con rieles perforados, como:

- Paneles de losa con unión muro losa
- Paneles de muro con unión muro losa
- Tapamuros con formaletas de muro
- Paneles de losa con losa puntal
- Paneles de losa entre sí

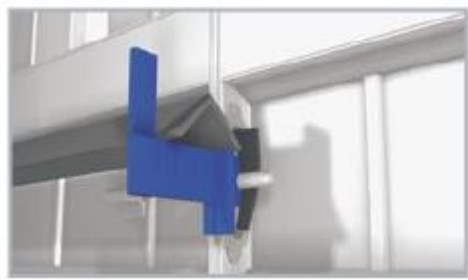


Cuña: Trabaja en conjunto con los pasadores y pin flecha. Su forma curva permite insertarla fácilmente disminuyendo el riesgo de daño de la formaleta. Por su trabajo exigente, se recomienda su revisión y cambio cada 250 usos. Si su desgaste es excesivo y no ajusta con el pasador, se deben cambiar.

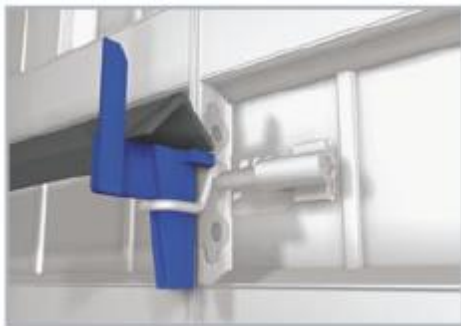
Continuación de anexo 4.



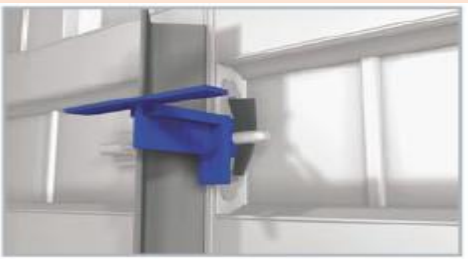
Corbatas: accesorio de acero al carbono para sujetar y separar las formaletas determinando el espesor del muro. Son instaladas en las uniones de paneles en toda la altura cada 30 cm. Por su trabajo exigente se recomienda su revisión y cambio cada 250 usos.



Portalineador horizontal: este diseño se utiliza en las formaletas de muro que se sujetan entre sí con pin flecha o pasador y cuña.



Portalineador grapacandado: este diseño se utiliza en formaletas cuya sujeción se efectúa con grapacandado.



Portalineador vertical: se utiliza para efectuar la alineación vertical en fachadas, entre paneles de muro y culatas o frontones que lo requieran por su altura. Se fijan a los paneles de muro con pasador y cuña.

Fuente: archivos de la empresa Forsa.