

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ANÁLISIS DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA POPULAR**

**TESIS  
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR**

**JOEL NOÉ VIATO VALLE  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

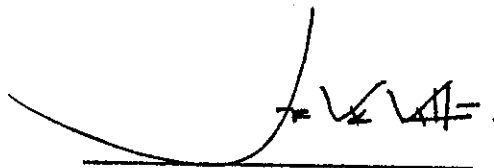
**GUATEMALA, FEBRERO DE 1,999.**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el presente trabajo de tesis titulado:

**ANÁLISIS DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE  
VIVIENDA POPULAR**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil con fecha 2 de septiembre de 1,996.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. V. V.', is written above a horizontal line.

**JOEL NOÉ VIATO VALLE.**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS.
VOCAL PRIMERO:	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA.
VOCAL SEGUNDO:	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ.
VOCAL TERCERO:	ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA
VOCAL CUARTO:	BR. DIMAS ALFREDO CARRANZA BARRERA
VOCAL QUINTO:	BR. JOSÉ ENRIQUE LÓPEZ BARRIOS.
SECRETARIA:	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS.

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO:**

DECANO:	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK.
EXAMINADOR:	ING. CARLOS LEONEL ESTUARDO SUAREZ BENDFELDT.
EXAMINADOR:	ING. SERGIO WALDEMAR VALDEZ BONILLA.
EXAMINADOR:	ING. JUAN LUIS GUZMAN ROMÁN.
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Fernando Conlledo Ligorría y del Coordinador del Area de Construcciones Civiles Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, del trabajo de tesis del estudiante Joel Noé Viato Valle, titulado ANALISIS DE COSTOS DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA POPULAR, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, febrero de 1,999.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis **ANALISIS DE COSTOS DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA POPULAR**, del estudiante Joel Noé Viato Valle, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, febrero de 1,999

**AGRADECIMIENTOS A:**

**DIOS TODOPODEROSO.**

**MIS PADRES.**

## **DEDICATORIA A:**

**MIS PADRES**

FELIPE VIATO  
MARÍA VALLE DE VIATO.

**MI ESPOSA**

CLAUDIA LISSETH DE VIATO.

**MIS HIJOS**

ANDREA MARÍA VIATO GARCÍA  
Y A MI PEQUEÑO BEBÉ QUE  
PRONTO NACERÁ.

**MI HERMANO**

ERICK FERNANDO VIATO VALLE  
Y SEÑORA.

**MIS SOBRINOS**

ANA LUCÍA, ERICK FERNANDO Y  
DANIEL ALEJANDRO VIATO CRUZ

**MIS TIOS**

VÍCTOR MANUEL Y REBECA  
VALLE ALVAREZ, FELIX (QEPD) Y  
RAFAELA JIMÉNEZ GARCÍA,  
EFRAÍN Y CARMEN VALLE  
MENDOZA, MARIANO Y JOHANA  
BIATO ARGUETA.

**MI FAMILIA EN GENERAL**

GRACIAS POR TODO SU APOYO

**F.C. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN.**

EN ESPECIAL AL ING. FERNANDO  
CONLEDO Y FAMILIA

**MI PATRIA GUATEMALA**

**LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TRABAJO.**






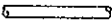





















## ÍNDICE GENERAL

TEMA	PÁGINA
SIMBOLOGÍA	i
GLOSARIO	ii
LISTADO DE PLANOS	iv
INTRODUCCIÓN	xi
DESARROLLO DEL TEMA	
CAPÍTULO 1: Generalidades.	
1.01 Definiciones.	01
1.01.01 Concepto de costo unitario.	01
1.02.02 Construcción económica.	03
1.02 Causas de falta de vivienda.	04
1.03 Importancia de la programación de actividades en la reducción de costos unitarios.	04
CAPÍTULO 2: Análisis de costos de construcción en un modelo.	
2.01 Cimentación.	
2.01.01 Trazo y colocación de puentes de madera.	07
2.01.02 Excavación estructural.	08
2.01.03 Cimiento corrido.	09
2.01.04 Relleno estructural.	10
2.02 Levantados.	
2.02.01 Levantado de muros de mampostería.	11
2.02.02 Tabiques interiores.	13
2.03 Techos.	
2.03.01 Losas de concreto armado in-situ.	15
2.03.02 Cubiertas de estructura metálica y lámina galvanizada.	17
2.03.03 Impermeabilizado de losas.	18
2.04 Instalaciones.	
2.04.01 Instalaciones sanitarias de PVC.	19
2.04.02 Instalaciones hidráulicas para agua fría.	21
2.04.03 Instalaciones eléctricas.	23
2.05 Pisos.	
2.05.01 Piso de granito fondo gris.	25
2.05.02 Torta de cemento	26
2.06 Acabados	
2.06.01 Repellos.	27
2.06.02 Cernidos.	28
2.06.03 Pintura.	29



2.07	Obra exterior.	
2.07.01	Tanque cisterna.	30
2.07.02	Muros de contención.	32
<b>CAPÍTULO 3: Criterios de supervisión para construcción de obras de Vivienda Popular.</b>		
3.01	Cimentación y levantados.	
3.01.01	Trazo de ejes.	34
3.01.02	Levantados.	35
3.02	Estructuras.	
3.02.01	Fundición de columnas.	36
3.02.02	Fundición de vigas.	37
3.02.03	Fundición de estructuras secundarias.	38
3.03	Techos.	
3.03.01	Fijación de la formaleta.	38
3.03.02	Fundición de losas.	39
3.03.03	Impermeabilizado de losas.	40
3.04	Instalaciones.	
3.04.01	Instalaciones sanitarias.	40
3.04.02	Instalaciones hidráulicas.	41
3.04.03	Instalaciones eléctricas.	42
3.05	Pisos.	
3.05.01	Pisos de concreto.	42
3.05.02	Pisos de granito.	43
3.05.03	Pisos de cerámica.	44
3.06	Acabados.	
3.06.01	Repellos.	44
3.06.02	Cernidos	45
3.06.03	Revestimientos plásticos.	45
3.07	Obras exteriores.	
3.07.01	Cisternas.	45
3.07.02	Muros de contención.	46
<b>CAPÍTULO 4: Programación de actividades por medio de programa de computadora.</b>		
4.01	Programas disponibles en el mercado.	47
4.02	Ventajas de utilizar un programa de computadora.	47
4.02.01	Control de tiempos.	47
4.02.02	Control de costos.	49
4.02.03	Control de recursos.	51
<b>CONCLUSIONES.</b>		xiii
<b>RECOMENDACIONES.</b>		xv
<b>REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.</b>		xvi
<b>ANEXOS.</b>		

# SIMBOLOGÍA

	TUBERÍA AGUA POTABLE
	TEE
	CODO HORIZONTAL
	CODO VERTICAL
	TUBERÍA AGUAS NEGRAS
	TUBERÍA AGUA PLUVIAL
	CAJA DE REGISTRO
	CODO VERTICAL
	INDICA SENTIDO DE PENDIENTE
	BAJA AGUA PLUVIAL
	SIFÓN TERMINAL
	REPOSADERA
	CAJA TRAMPA DE GRASA
	SALIDA DE ILUMINACIÓN EN TECHO
	SALIDA DE ILUMINACIÓN EN PARED
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN h=1.75 m.
	CONTADOR ELÉCTRICO
	INTERRUPTOR h = 1.20 m.
	INTERRUPTOR Y TOMACORRIENTE
	NEUTRO calibre #12
	LÍNEA VIVA calibre # 12
	RETORNO calibre # 14
	DUCTO SUBTERRÁNEO
	DUCTO POR LOSA
	TOMACORRIENTE 110 V. h = 0.30
	SALIDA PARA TELÉFONO h = 0.30
	SALIDA PARA TELEVISOR h = 0.30

## GLOSARIO

**CERNIDO:** Capa final de acabado que se aplica sobre el repello de los muros. Es hecho con una mezcla de arena cernida blanca y cal hidratada. El cernido puede ser vertical, remolineado o de la forma que cada persona lo prefiera.

**CISTERNA:** Tanque hecho de mampostería reforzada o bien de concreto reforzado, que sirve para almacenar líquidos. Puede ser subterráneo o superficial.

**CIMBRA:** Armazón de madera o metal que sirve de molde al concreto recién fabricado. Sinónimo de formaleta.

**COSTO UNITARIO:** Costo que representa la inversión que se debe hacer para construir una unidad de superficie o de volumen de determinada actividad. Está integrado por materiales, equipo, transporte, mano de obra y gastos administrativos.

**DESENCOFRADO:** Actividad que consiste en quitar la formaleta después de haber colocado el concreto y que éste pueda resistir las cargas para las cuales fue diseñado.

**DIAGRAMA DE GANTT:** Gráfico que representa las actividades de un proyecto a lo largo de una escala de tiempos.

**ENCOFRAR:** Actividad consistente en colocar formaleta.

**EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL:** Actividad consistente en excavar zanjas para la fundición de cimientos, el volumen a excavar depende de las especificaciones de planos.

**DRENAJES SEPARATIVOS:** Indica que hay dos redes de drenaje: una para aguas pluviales y otra para aguas negras.

**FORMALETA:** Molde de madera o metal sobre el cual se deposita el concreto en estado plástico y que sirve para darle la forma que se desea. Sinónimo de cimbra.

**FORMALETEAR:** Acción de colocar la formaleta. Sinónimo de encofrar.

**MAMPOSTERÍA REFORZADA:** Muros de block estructuralmente reforzados con acero y concreto.

**MANO DE OBRA:** Recurso humano utilizado para la construcción.

**MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN:** Todo tipo de material utilizado en la industria de la construcción, por ejemplo: cemento, hierro, block, acero, madera, clavo, alambre de amarre, aditivos, agua, epóxicos, Etc.

**MURO:** Pared que sirve para sostener o soportar cargas. Es utilizado también para separar ambientes, proteger propiedades privadas, definir colindancias entre terrenos, Etc. Pueden ser contruidos de mampostería, concreto armado, concreto prefabricado, Etc.

**MUROS DE CONTENCIÓN:** Muros de mampostería reforzada o de concreto armado que se utilizan en cambios fuertes de nivel de plataformas de construcción.

**PROCESO DE ÉXUDACIÓN DEL CONCRETO:** Fase del fraguado del concreto, en la cual empieza a expulsar una parte del agua con que fue preparado.

**PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES:** Actividad de planificación en la cual se establecen tiempos de ejecución por renglones separados, se proyectan los recursos humanos y materiales a utilizar, para poder finalizar un proyecto en tiempo.

**RELLENO ESTRUCTURAL:** Relleno de material seleccionado libre de basura y de materia vegetal, el cual se compacta con equipo adecuado hasta que alcance la densidad deseada.

**TABIQUE:** Muro de mampostería, tablayeso, madera o cualquier otro material de construcción que no es elemento estructural.

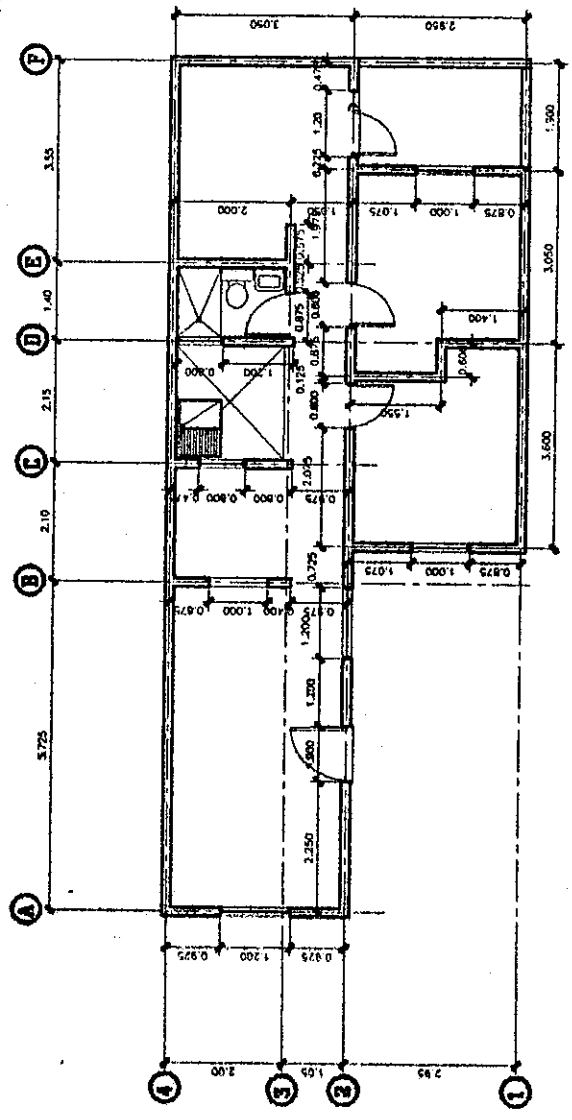
## **LISTADO DE PLANOS**

Para la realización del presente trabajo de tesis se hará uso de los siguientes planos:

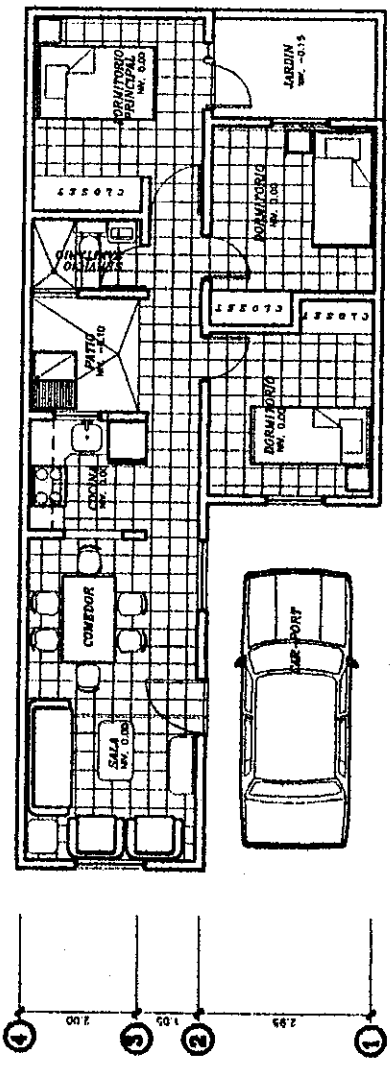
1. Plantas amueblada y acotada.
2. Planta de acabados, elevación y sección.
3. Plantas de cimentación y armado de losa.
4. Detalles de muros.
5. Plantas de instalación hidráulica y drenajes.
6. Plantas de instalación eléctrica.

### **NOTA IMPORTANTE:**

Los planos presentados en esta tesis no están impresos a escala, debido a que es necesario ajustarlos a las dimensiones de las hojas utilizadas.

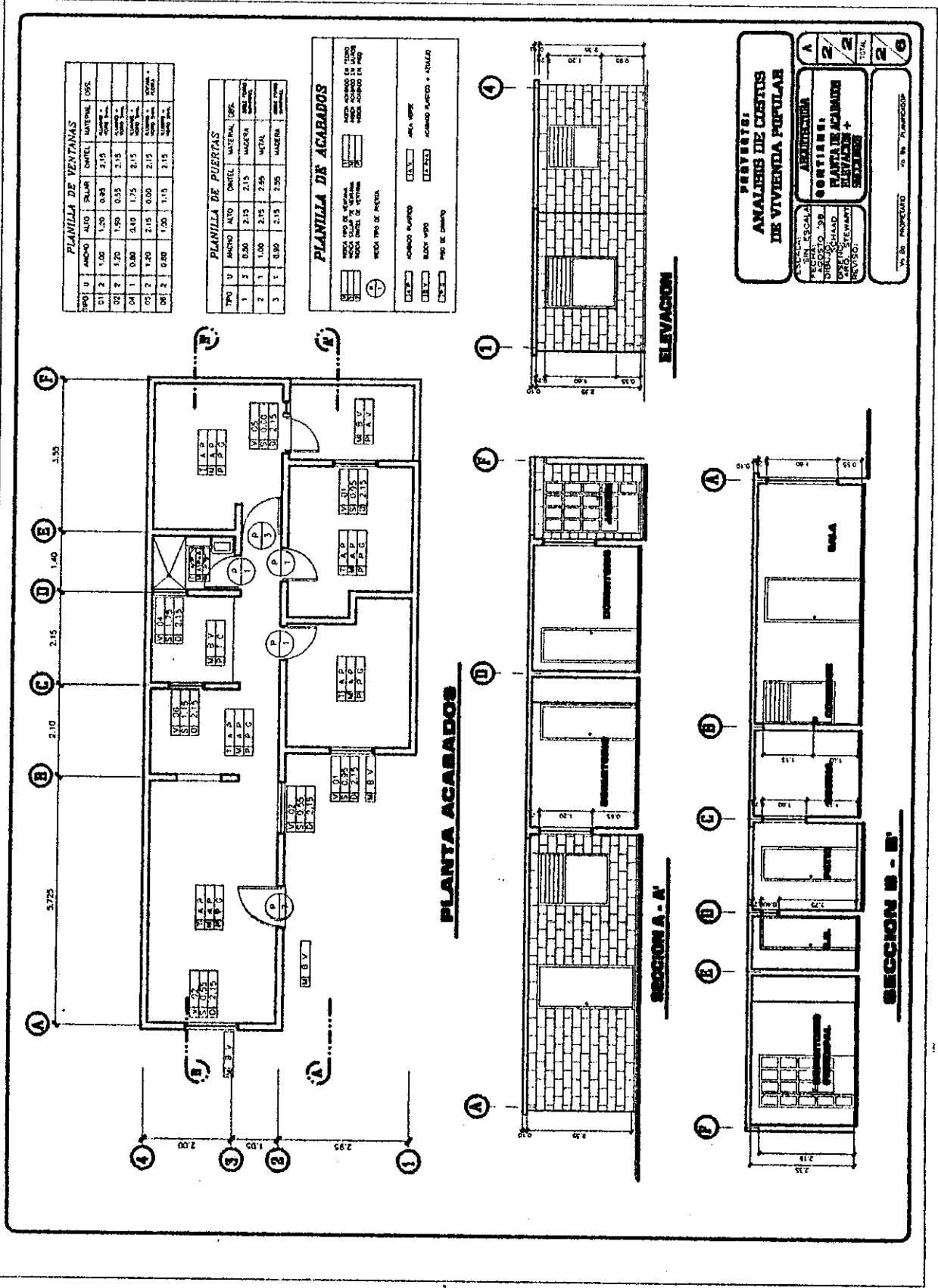


**PLANTA ACOTADA**



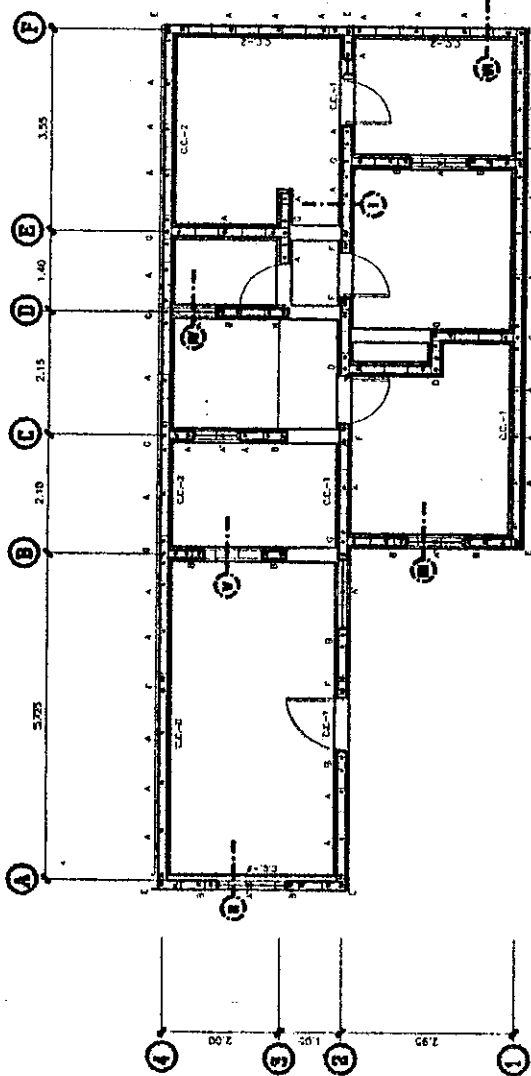
**PLANTA AMUEBLADA**

<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS DE COSTOS DE VIVIENDA POPULAR		<b>A</b>	
		<b>CONTIENE:</b> PLANTAS AMUEBLADA Y ACOTADA	<b>1</b>
		<b>VE EN PROYECTO</b>	<b>1</b>
		<b>VE EN PARTICIPAR</b>	<b>6</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>7</b>

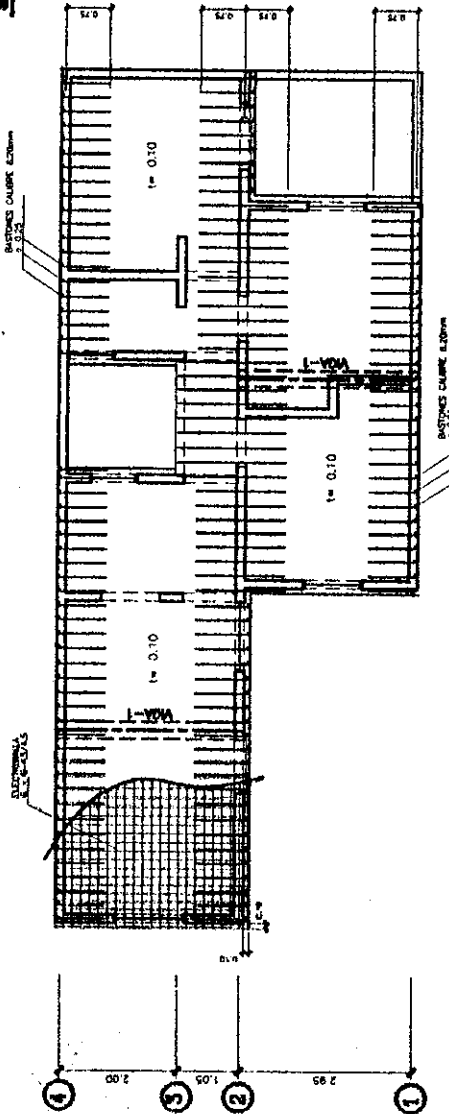


TIPO	REFERENCIA	
	VERTICAL	HORIZONTAL
A	1 • 6.20mm	1 ES. # 4.5 mm 0 cada 100mm
B	2 • 6.20mm	2 ES. # 4.5 mm 0 cada 100mm
C	3 • 6.20mm	3 ES. # 4.5 mm 0 cada 100mm
D	4 • 6.20mm	4 ES. # 4.5 mm 0 cada 100mm
E	5 • 6.20mm	5 ES. # 4.5 mm 0 cada 100mm
F	6 • 6.20mm	6 ES. # 4.5 mm 0 cada 100mm
G	7 • 6.20mm	7 ES. # 4.5 mm 0 cada 100mm

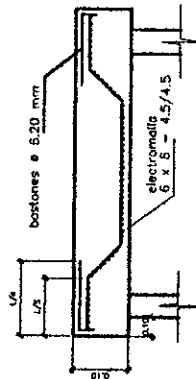
A = INDICA HASTA ALTURA DE SALAR



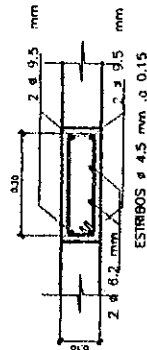
### PLANTA DE CIMENTACION



### PLANTA ARMADO DE LOSA



### Seccion de losa sin acacia



### DETALLE VIGA-1

**PROYECTO:**  
**ANALISIS DE COSTOS DE VIVIENDA POPULAR**

**ADMINISTRADORA:**  
**CONYINTE:**  
**PLAZA DE FERIA DE LA VIVIENDA POPULAR**

**PROYECTISTA:**  
ING. CARLOS ALBERTO GONZALEZ  
ING. JOSE ANTONIO GONZALEZ  
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ  
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ  
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

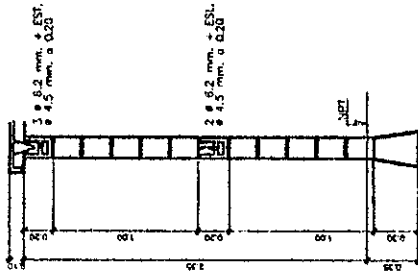
**REVISOR:**  
ING. CARLOS ALBERTO GONZALEZ  
ING. JOSE ANTONIO GONZALEZ  
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ  
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ  
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

**FECHA:** 1980  
**NO. DE PROYECTO:** 1000  
**NO. DE PLAN:** 1000

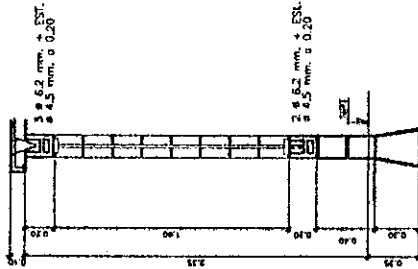
**ESCALA:** 1/200  
**FECHA:** 1980  
**NO. DE PROYECTO:** 1000  
**NO. DE PLAN:** 1000

**PROYECTO:** 1  
**ANALISIS DE COSTOS DE VIVIENDA POPULAR:** 2  
**ADMINISTRADORA:** 3  
**CONYINTE:** 4  
**PLAZA DE FERIA DE LA VIVIENDA POPULAR:** 5  
**PROYECTISTA:** 6

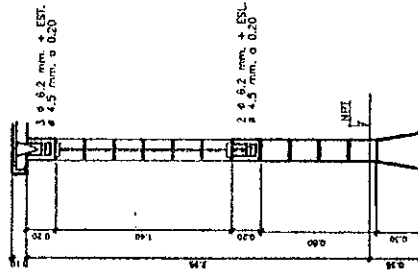




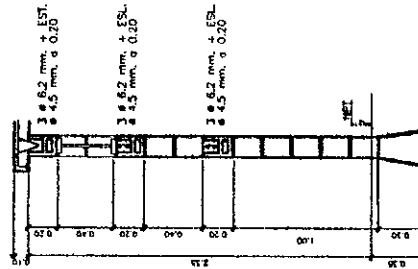
**MURO I**



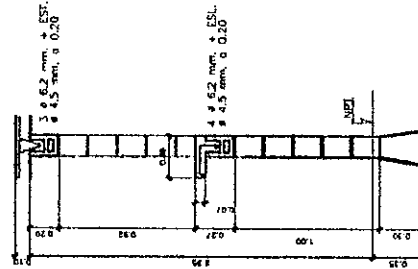
**MURO II**



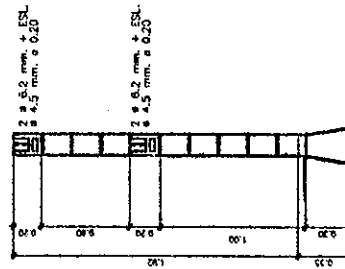
**MURO III**



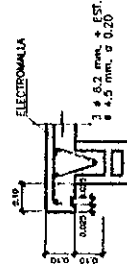
**MURO IV**



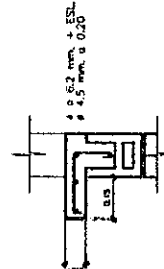
**MURO V**



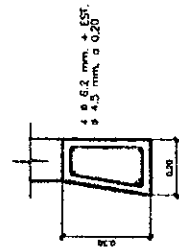
**MURO VI**



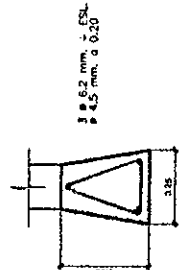
**DETALLE III**



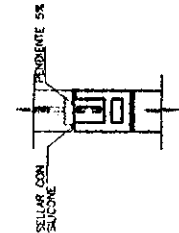
**DETALLE II**



**C.C.-2**



**C.C.-1**



**DETALLE I**

**ESPECIFICACIONES**

- CONCRETO f'c = 3000 PSI
- ACERO fy = ALTA RESISTENCIA GRADO 70
- BLOCK f'm = SUPER BLOCK f'm 47.36 kg/cm
- RECUBRIMIENTOS MINIMOS
- LOSAS = 2 CM
- CARIENTOS = 7 cm

LOS DESMIGLES DE LA LOSA SERAN FORMADOS POR LA MISMA FUNDICION DEJANDO 0.10m. COMO MINIMO DE ESPESOR DEBERA IMPERMEABILIZARSE CON MEMBRANAS TIPO PESTER O SIMILAR

**PROYECTA:**  
ANALISIS DE COSTOS DE VIVIENDA POPULAR

1	2	3	4	5	6
PROYECTA	DISEÑO	CONSTRUCCION	CONTORNOS	ESTIMACIONES DE PRECIOS	TOTAL
1	2	3	4	5	6
					TOTAL
					6

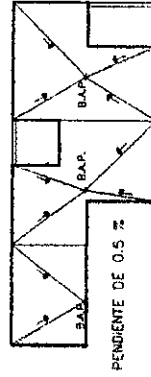
IN. DE PROYECTO: 10 IN. FUNDACION

SIMBOLOGIA INST. HIDRAULICA	
	TUBERIA AGUA POTABLE
	TEE
	CODO HORIZONTAL
	CODO VERTICAL

NOTA :  
 LA TUBERIA PARA CIRCUITO PRINCIPAL  
 ES PVC Ø 3/4" DE 250 PSI  
 SUBIDA A ARTEFACTOS ES PVC Ø 1/2"  
 DE 315 PSI

SIMBOLOGIA INST. DRENAJES	
	TUBERIA AGUAS NEGRAS
	TUBERIA AGUA PLUVIAL
	CAJA DE REGISTRO
	CODO VERTICAL
	INDICA SENTIDO DE PENDIENTE
	BAJA AGUA PLUVIAL
	SIFON TERMINAL
	REPOSADERA
	CAJA TRAMPA DE GRASA

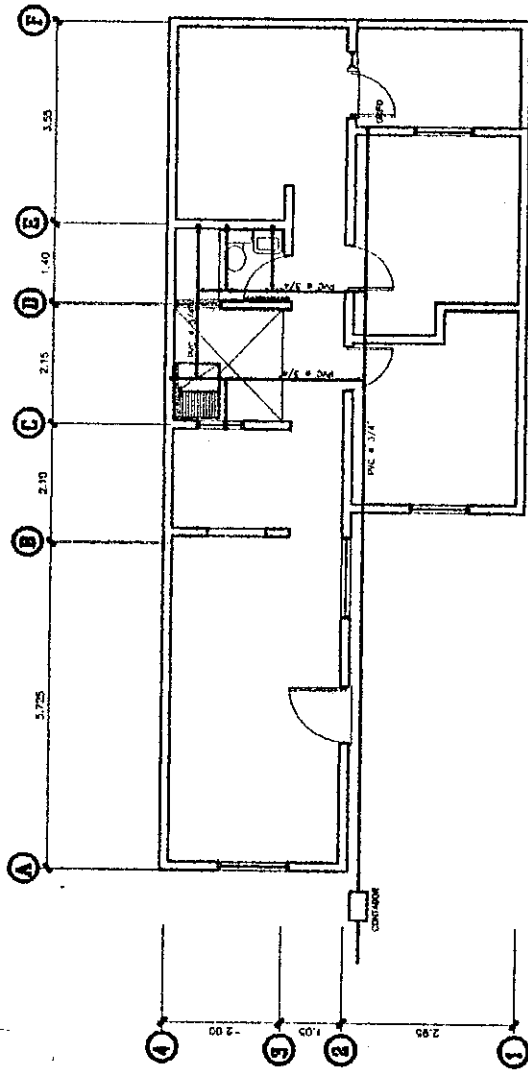
NOTA :  
 TODA LA TUBERIA PARA DRENAJES  
 TENDRA 2% DE PENDIENTE  
 TUBERIA DE 160 PSI



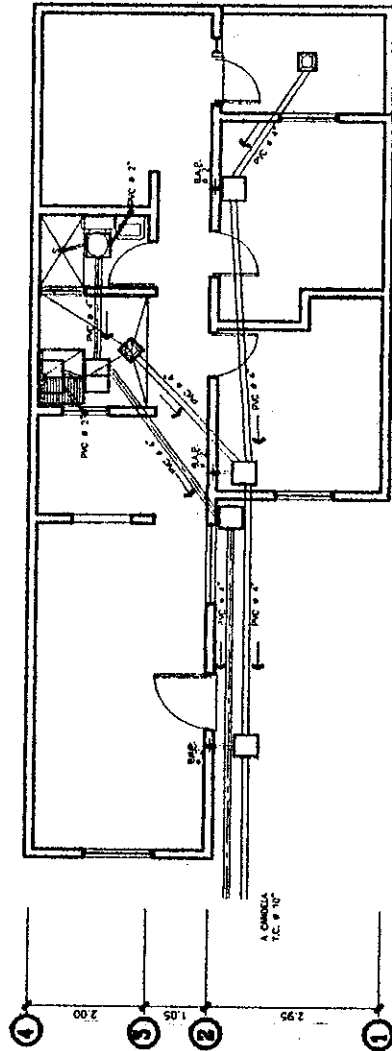
PENDIENTE DE 0.5 %

**PLANTA DE PASADIZOS**

PROYECTO: ANÁLISIS DE COSTOS DE VIVIENDA POPULAR	
1	1
2	2
TOTAL	
6	6



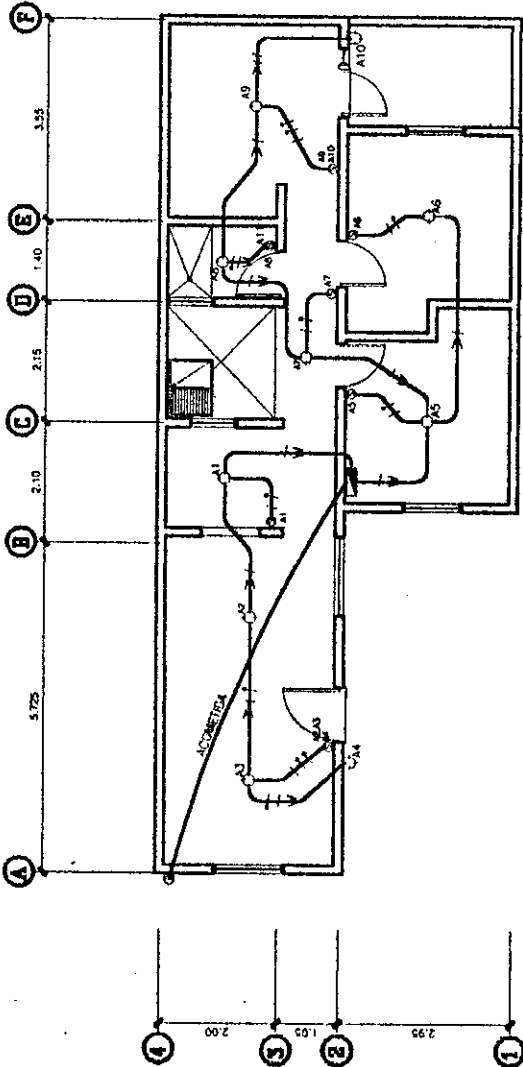
**PLANTA INSTALACION HIDRAULICA**



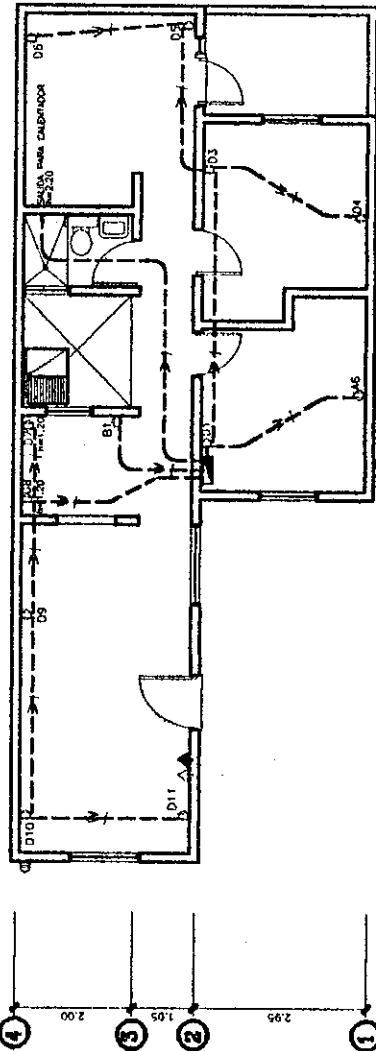
**PLANTA INSTALACION DRENAJES**

BIBLIOTECA INST. ELECTRICIA	
○	SALIDA DE ILUMINACION EN TECHO
□	SALIDA DE ILUMINACION EN PARED
▬	TABLERO DE DISTRIBUCION h = 1.75 m.
■	CONTADOR
⊖	INTERRUPTOR h = 1.20 m.
⊕	INTERRUPTOR + TOMACORRIENTE
⊗	NEUTRO calibre #12
⊘	LINEA VIVA calibre # 12
⊙	RETORNO calibre # 14
---	DUCTO SUBTERRANEO
---	DUCTO POR LOSA
⊖	TOMACORRIENTE 110 V. h = 0.30
△	SALIDA PARA TELEFONO h = 0.30
▲	SALIDA PARA TELEVISOR h = 0.30

NOTA :  
LA TUBERIA SERA DUCTOVINI  
# 3/4". SALVO OTRA INDICACION



**PLANTA INST. ELECTRICA ILUMINACION**



**PLANTA INST. ELECTRICA FUERZA**

**PROYECTO:**  
**ANALISIS DE COSTOS DE VIVIENDA POPULAR**

**FECHA ESPECIAL:** 11/05/78  
**DISEÑO:** J. A. GARCIA  
**REVISOR:** J. A. GARCIA

**CONTENIDO:**  
PLANTA DE INST. ELECTRICA

**NO. DE PROYECTO:** 10 DE PLANTAS  
**NO. DE HOJA:** 6 DE 6

## INTRODUCCIÓN

El análisis de costos de construcción es una de las principales funciones que debe realizar todo Ingeniero Civil. Su importancia en la actualidad es tal, que dependiendo de qué tan económico se construya un proyecto habitacional, se pueda ayudar a aliviar el problema de la falta de vivienda en el país<sup>1</sup>, pues un bajo costo de venta depende directamente de un bajo costo de construcción.

En la actualidad existen muchos métodos constructivos que dan distintas alternativas al Ingeniero Civil para lograr costos bajos, sin embargo, debe tenerse mucha cautela al escoger cualquiera de estos métodos debido a que no todos garantizan la seguridad del usuario. Otro de los aspectos en los que se debe poner mucha atención es en la calidad de los materiales, éstos deben cumplir con las especificaciones establecidas por las entidades encargadas de velar por la calidad de materiales en nuestro país<sup>2</sup>.

El presente trabajo de tesis se limitará exclusivamente al análisis de costos de construcción y no profundizará en el análisis de calidad de materiales. Se recalcará en el procedimiento de integración de costos unitarios, con los cuales se podrá establecer el costo total del proyecto.

Para la integración de costos unitarios se utilizarán costos promedio de materiales de calidad aprobados por el FHA (Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas), y costos de mano de obra establecido por la Cámara Guatemalteca de la Construcción. No debe

---

<sup>1</sup> Véase sección 1.02: causas de falta de vivienda.

<sup>2</sup> F.H.A., Municipalidades, Cámara Guatemalteca de la Construcción, entre otras.

olvidarse que estos costos son únicamente referencia y que los mismos pueden variar dependiendo de los acabados que se deseen para el proyecto, de los materiales que se utilicen, así como de cualquier aumento en prestaciones laborales, aumentos en mano de obra por inflación o decretos gubernamentales, aumento de impuestos e incluso de características especiales del lugar donde se va a construir el proyecto, tales como distancia, condiciones sanitarias, gastos de energía eléctrica, Etc.

Para poder desarrollar la integración de costos unitarios, se hará uso de un diseño arquitectónico aprobado por el FHA, y por la municipalidad de Villa Canales, y que ha sido proporcionado por el asesor de este trabajo de tesis para su análisis de costos.

Para lograr reducir los costos de construcción no se necesita únicamente de una buena integración de costos unitarios, también es necesario que se lleve un seguimiento de la planificación durante la construcción del proyecto, por tal razón se decidió incluir en este trabajo de tesis un capítulo destinado a la supervisión de construcción de obras de vivienda popular.

Lograr un tiempo de ejecución corto es importante para reducir costos de construcción; mientras menos tiempo se emplee para la ejecución de un proyecto, más barato será el mismo, debido a que los gastos administrativos se reducirán como se analizará en la sección 1.01.02<sup>3</sup>, por esa razón se decidió incluir un capítulo de programación de actividades por medio de computadora.

---

<sup>3</sup> Sección 1.01.02: construcción económica.

# CAPÍTULO 1

## GENERALIDADES

### 1.01 Definiciones.

#### 1.01.01 Concepto de costo unitario:

El costo unitario<sup>1</sup> de construcción representa el valor que se debe invertir para construir una unidad de superficie o de volumen de determinada actividad. Este costo multiplicado por la cantidad total de superficie o volumen a construir, da como resultado el costo monetario total del renglón. El costo unitario es muy susceptible a cambios en función de la calidad de los materiales a utilizar y de los costos de mano de obra que utilice la persona que calcula la integración de los mismos, aún y cuando la actividad a construir sea la misma.

Es importante mencionar que el costo unitario puede variar en función de la logística de construcción que se piense durante la integración de costos y de la manera en que se optimice la utilización de recursos<sup>2</sup>. Es por ello, que el Ingeniero que integra los costos tiene la responsabilidad de darle seguimiento al proyecto durante su fase de ejecución, pues la metodología utilizada durante la construcción debe ser la misma que se planteó durante la integración de costos. De no cumplirse con este aspecto, se corre el riesgo de aumentar los costos de construcción; por ejemplo, si en el momento que se integra el costo unitario de levantado de muros de block, el ingeniero propone utilizar andamios metálicos y arrendar formaleta metálica para encofrar soleras y columnas, y durante la ejecución se compra madera para fabricar andamios y para utilizar de formaleta, el costo unitario de levantados aumentará, aún y cuando la madera comprada sea útil para futuros proyectos.

Cada trabajo tiene su propia individualidad y debe considerarse como un problema nuevo. No se obtendrá nada valioso si un estimado sólo

---

<sup>1</sup> Véase glosario.

<sup>2</sup> Recursos: maquinaria, equipo y mano de obra.

se basa en lo que otros contratos han propuesto para un trabajo similar. Por esa razón no se puede garantizar el uso de un costo unitario para distintos proyectos, por lo tanto, es conveniente la integración de cada costo de un proyecto a otro.

El costo unitario está conformado por costos directos, indirectos y administrativos. Éstos a su vez están formados por los siguientes 5 aspectos:

- a) Materiales.
- b) Equipo, arrendamiento y transporte.
- c) Mano de obra (directa e indirecta).
- d) Gastos administrativos (tanto de oficina como de proyecto)
- e) Utilidad o ganancia.

En la integración de los materiales, el costo puede variar en función de la calidad de los mismos. El costo de materiales también puede variar en función de la magnitud del proyecto, pues en cantidades mayores de materiales es posible negociar mejores precios.

Los costos por arrendamiento de equipo también pueden variar en función de la magnitud del proyecto, ya que si el mismo es lo suficientemente grande como para requerir la compra de equipo, el costo por uso diario será mucho menor que si se tiene que arrendar el equipo. En cuanto al costo por transporte, es usual que se cobre el flete en función de la distancia de la planta productora del material al proyecto, por lo cual este costo es muy variable de un proyecto a otro.

En la integración del costo de la mano de obra pueden afectar varios factores, entre ellos se pueden considerar los siguientes: jornada de trabajo (ordinaria y/o extraordinaria), bonificaciones adicionales a las de ley, prestaciones laborales adicionales a las decretadas, Etc.

Los gastos administrativos son considerables dentro de la integración del costo unitario, debido a que si el trabajo global requiere mucho tiempo, se necesitará pagar durante todo ese período a oficinistas, encargado de obra, planillero, guardián, hodeguero, ayudantes flotantes, supervisor,

superintendente, Etc. La utilidad dependerá de la decisión que tome el gerente general de cada compañía.

#### 1.01.02 Construcción económica.

La construcción económica se logra mediante la planificación y seguimiento de un sistema que optimice la utilización de materiales, mano de obra y recursos propios de cada empresa. En el medio nacional es muy usual que se interprete inadecuadamente el término de construcción económica, con el uso de materiales de baja calidad, mano de obra descalificada y supervisión deficiente. Es importante que todo Ingeniero tenga conciencia plena que a todo cliente debe brindársele siempre un trabajo de calidad que garantice seguridad, y para ello se deben utilizar materiales de calidad aprobados por instituciones como el Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), además debe de supervisarse que el personal a cargo de la construcción cumpla con los requerimientos especificados en planos y normas.

Para lograr un bajo costo de construcción, es necesario que durante el diseño del proyecto se tomen en cuenta factores importantes como el tipo de acabados a aplicar, el tiempo de vida útil del proyecto y el mantenimiento que se planifique para el mismo, ya que éstos pueden influir considerablemente en el costo final del proyecto.

Usualmente el propietario del proyecto requiere que el costo inicial de construcción sea bajo, ya que el interés sobre la inversión, la mayoría de las veces, es proporcional a dicho costo, no importando que los costos de postconstrucción como lo son el mantenimiento y futuras ampliaciones sean altos.

La reducción del costo de construcción se logra mediante una buena planificación como se analizará en la sección 1.03, y de la optimización de recursos, mediante la cual se espera que los desperdicios sean mínimos y el tiempo ocioso de la mano de obra sea nulo.



## **1.02 Causas de falta de vivienda.**

El problema del déficit habitacional, tanto en el municipio de Guatemala como en el resto del país, se ha incrementado en el transcurso de los años por distintas causas, que van desde lo cultural hasta lo económico.

No existe información exacta para determinar la necesidad de vivienda, entendiéndose ésta, especialmente en el sector poblacional de bajos recursos, como la carencia de vivienda de muchas familias, de un satisfactor para la conservación de la vida, así como la imposibilidad de compra, la cual depende del ingreso de cada una de las familias.

Las cifras calculadas reflejan una grave situación si se toma en cuenta el elevado déficit existente de viviendas. Esta circunstancia se complica más debido a otros factores que gravitan en el problema de la vivienda, entre los cuales se pueden mencionar: El hacinamiento<sup>3</sup> de los distintos tipos de vivienda, el constante deterioro de varias viviendas de tipo popular, la necesidad apremiante de eliminar los tugurios del centro de la ciudad y de las áreas marginales precarias por viviendas dignas, que reúnan cualidades de habitabilidad, los obstáculos a la población de bajos recursos para adquirir vivienda en el mercado de las empresas constructoras e importadoras de sistemas prefabricados, y finalmente la carencia de sistemas de créditos apropiados que puedan permitirle al sector poblacional de bajos recursos el acceso a una vivienda mínima adecuada.

## **1.03 Importancia de la programación de actividades en la reducción de costos unitarios.**

El tiempo de ejecución de un proyecto de construcción no es tan tangible como la mano de obra o los materiales que se utilizan en el mismo, sin embargo, su importancia es de primer orden tanto para el propietario como para el ejecutor: para ambos significa dinero.

Para el propietario de servicios que producen ingresos, se reducen los intereses sobre la inversión que se haga durante el período de construcción, de igual

---

<sup>3</sup> Hacinamiento: condición en que un número mayor de personas que las determinadas a un cierto criterio, se alberga en un mismo dormitorio.

forma, el ingreso se incrementa acumulándose hasta el grado de que, si se acorta el tiempo de terminación del proyecto, permite que las ganancias se obtengan más pronto.

Para el constructor la reducción del tiempo en terminar el trabajo significa, de igual manera, reducir los gastos de supervisión, administración y generales. Además, los beneficios se acumulan si se acorta el tiempo, debido a que permiten la pronta liberación del equipo para emplearlo en otro trabajo.

El programa de construcción consiste en ordenar las diversas operaciones comprendidas en la construcción de un proyecto en la secuencia requerida para lograr su terminación en el mínimo período económicamente viable. Para asegurar la terminación del trabajo dentro del tiempo límite estipulado y para reducir el tiempo requerido para realizarlo, es necesario programar cada unidad del proyecto y relacionarla con todas las otras unidades.

El programa de trabajo debe mostrar todas las partidas que afectan el desarrollo del proyecto y debe tomar en cuenta las condiciones que afectan la construcción en un lugar en particular en una época específica del año. El programa puede ser preparado de diversas formas, sin embargo, en un proyecto trabajado sobre la base de costos unitarios, se utiliza más regularmente la gráfica de barras rectangulares o gráfica de Gantt<sup>4</sup>, en la cual se muestran las fechas de inicio y de fin de cada partida de trabajo. Se indican las partidas en las cuales se empalma el trabajo, las partidas que se traslapan a otras y por qué cantidad, y las partidas que deben quedar terminadas antes de que se inicien otras.

Los programas de trabajo deben quedar preparados al comienzo del proyecto, con el fin de coordinar el trabajo de todos los departamentos de la organización del ejecutor. Por ejemplo, el programa es una forma conveniente para que el encargado de compras se entere de las fechas en que se necesitarán los materiales. Finalmente, los programas de trabajo también tiene importancia para el análisis económico del proyecto, pues sobre la base de él, se pueden establecer las fechas de pago y el monto aproximado necesario para cubrir las estimaciones.

---

<sup>4</sup> Véase glosario.

## CAPÍTULO 2

### ANÁLISIS DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO

En este capítulo se analizarán los costos de construcción de un modelo de vivienda popular, el cuál está aprobado por el Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), y se está construyendo durante la elaboración de la presente tesis en una lotificación de San Miguel Petapa.

Es importante hacer notar que para la integración del costo unitario de cada uno de los renglones se han considerado precios de materiales de construcción puestos en obra, así como también los desperdicios que cada una de las actividades conlleva y que se han considerado de acuerdo a experiencias vividas en campo. Para la integración de la mano de obra se han tomado como referencia los precios a destajo sugeridos por la Cámara Guatemalteca de la Construcción, en su versión de octubre de 1998, por lo que cada persona que haga uso de esta tesis debe actualizar el costo de mano de obra, así como de los materiales.

Los costos de administración de proyecto, tanto de oficina como de campo se integran en el anexo 5, así como la ganancia del constructor, por lo cual no está de más mencionar que en este capítulo solamente se integrarán los costos unitarios tomando en cuenta el precio de los materiales con sus respectivos desperdicios, y la mano de obra directa e indirecta del proyecto.

Actividad: **TRAZO Y COLOCACIÓN DE  
PUENTES DE MADERA** (ver planos)  
Cantidad: 62.30 MI

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.01.01.01	Cal hidratada	10.38	lbs	Q0.35	Q3.63
2.01.01.02	Paral de tiro de 8' (3 usos)	18.00	u	Q13.50	<u>Q243.00</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q246.63</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q3.96</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.01.01.03	Trazar ejes	9.00	u	Q6.55	Q58.95
2.01.01.04	Trazar zanjas con cal	62.30	ml	Q0.50	Q31.15
2.01.01.05	Hacer corral de madera	62.30	ml	Q1.50	Q93.45
2.01.01.06	Hacer puentes	14.00	u	Q1.00	<u>Q14.00</u>
<i>Sub total de mano de obra</i>					Q197.55
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<u>Q65.19</u>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					Q262.74
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<u>Q197.06</u>
<i>Suma:</i>					Q459.80
<i>IVA (10%)</i>					<u>Q45.98</u>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q505.78</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q8.12</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q12.08 /ml</b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

Actividad: **EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL<sup>5</sup>**  
 Cantidad: 5.45 M<sup>3</sup>

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>ACTIVIDAD ESPECIAL</b>					
2.01.02.01	Extracción de ripio (subcontrato)	7.63	m <sup>3</sup>	Q20.00	<u>Q152.60</u>
	<b>Total de actividad especial (IVA incluido):</b>				<b>Q152.60</b>
	<b>Costo unitario de actividad especial:</b>				<b>Q28.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.01.02.02	Excavación	5.45	m <sup>3</sup>	Q15.00	<u>Q81.75</u>
	<i>Sub total de mano de obra</i>				Q81.75
	<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>				<u>Q26.98</u>
	<i>Mano de obra directa + indirecta</i>				Q108.73
	<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>				<u>Q81.55</u>
	<i>Suma:</i>				Q190.28
	<i>IVA (10%)</i>				<u>Q19.03</u>
	<b>Total mano de obra:</b>				<b>Q209.31</b>
	<b>Costo unitario mano de obra:</b>				<b>Q38.41</b>
	<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>			<b>Q66.41 /m<sup>3</sup></b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>5</sup> Véase glosario.

Actividad: **CIMIENTO CORRIDO** (ver plano)  
**TRAPEZOIDAL**  
 Cantidad: 5.50 ml

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.01.03.01	Sabieta para tacos	0.01	m <sup>3</sup>	Q330.00	Q3.30
2.01.03.02	Armadura prefabricada de cemento (acero grado 70)	6.00	ml	Q5.85	Q35.10
2.01.03.03	Alambre de amarre	28.00	amarre	Q0.03	Q0.84
2.01.03.04	Clavo	0.80	lbs	Q1.95	Q1.56
2.01.03.05	Concreto	0.42	m <sup>3</sup>	Q358.38	Q150.52
2.01.03.06	Tabloncillo 12' (3 usos)	3.00	u	Q15.00	<u>Q45.00</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q236.32</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q42.97</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.01.03.07	Hacer tacos de 0.07x0.07m	22.00	u	Q0.10	Q2.20
2.01.03.08	Colocar tacos	22.00	u	Q0.05	Q1.10
2.01.03.09	Centrar armadura cemento	6.00	ml	Q1.50	Q9.00
2.01.03.10	Hacer y colocar concreto	0.39	m <sup>3</sup>	Q84.75	Q33.05
2.01.03.11	Colocar formaleta cemento	11.00	ml	Q2.25	Q24.75
2.01.03.12	Quitar formaleta cemento	11.00	ml	Q0.75	<u>Q8.25</u>
<i>Sub total de mano de obra</i>					<b>Q78.35</b>
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<u><b>Q25.86</b></u>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					<b>Q104.21</b>
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<u><b>Q78.16</b></u>
<i>Suma:</i>					<b>Q182.37</b>
<i>IVA (10%)</i>					<u><b>Q18.24</b></u>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q200.61</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q36.48</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q79.45 /ml</b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

Actividad: RELLENO ESTRUCTURAL<sup>6</sup>  
 Cantidad: 5.50 MI

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES Y ARRENDAMIENTOS</b>					
2.01.04.01	Material selecto	0.13	m <sup>3</sup>	Q30.00	Q3.90
2.01.04.02	Arrendamiento compactador	0.20	hora	Q61.50	Q12.30
2.01.04.03	Aceite y gasolina compactador	1.00	global	Q1.85	<u>Q1.85</u>
	<b>Total de materiales IVA incluido:</b>				<b>Q18.05</b>
	<b>Costo unitario materiales:</b>				<b>Q3.28</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.01.04.04	Compactar	0.40	hora	Q6.25	<u>Q2.50</u>
	<i>Sub total de mano de obra</i>				Q2.50
	<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>				<u>Q0.83</u>
	<i>Mano de obra directa + indirecta</i>				Q3.33
	<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>				<u>Q2.50</u>
	<i>Suma:</i>				Q5.83
	<i>IVA (10%)</i>				<u>Q0.58</u>
	<b>Total mano de obra:</b>				<b>Q6.41</b>
	<b>Costo unitario mano de obra:</b>				<b>Q1.17</b>
	<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>			<b>Q4.45 /ml</b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>6</sup> Véase glosario.

Actividad: **LEVANTADO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA<sup>7</sup>** (Ver Planos)  
 Cantidad: 31.68 m<sup>2</sup>

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.02.01.01	Block entero 0.14; 50Kgs/cm <sup>2</sup>	325.00	U	Q2.62	Q851.50
2.02.01.02	Block mitad 0.14; 50Kgs/cm <sup>2</sup>	10.00	U	Q1.37	Q13.70
2.02.01.03	Block solera 0.14; 50Kgs/cm <sup>2</sup>	66.00	U	Q2.74	Q180.84
2.02.01.04	Mezcla para levantado	17.21	Bolsa	Q10.42	Q179.33
2.02.01.05	Hierro 6.20 mm G70, para pines	14.50	Varilla	Q6.70	Q97.15
2.02.01.06	Hierro 4.50 mm G70, para eslab.	22.00	Varilla	Q3.75	Q82.50
2.02.01.07	<sup>3</sup> Concreto para pines	1.15	m <sup>3</sup>	Q358.38	Q412.14
2.02.01.08	Alambre de amarre	182.00	Amarre	Q0.03	Q5.46
2.02.01.09	Madera para andamio (3 usos)	143.00	pie/tabla	Q0.85	Q121.55
2.02.01.10	Clavo	5.00	Libras	Q1.95	Q9.75
2.02.01.11	Armadura solera intermedia	2.46	U	Q18.00	Q44.28
2.02.01.12	Armadura solera de remate	2.46	U	Q18.00	<u>Q44.28</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q2,042.48</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q64.47</b>

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

<sup>7</sup> Véase glosario.



<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.02.01.13	Centrar pines	29.00	u	Q1.00	Q29.00
2.02.01.14	Colocar block entero y solera	391.00	u	Q1.00	Q391.00
2.02.01.15	Colocar block mitad	10.00	u	Q1.00	Q10.00
2.02.01.16	Hacer eslabones	192.00	u	Q0.25	Q48.00
2.02.01.17	Colocar eslabones	192.00	u	Q0.20	Q38.40
2.02.01.18	Fundición y vibrado de pines	69.60	ml	Q1.50	Q104.40
2.02.01.19	Fundición y vibrado de soleras	26.90	ml	Q1.50	Q40.35
2.02.01.20	Armar andamio (una cama)	13.30	ml	Q2.50	Q33.25
2.02.01.21	Desarmar andamio (una cama)	13.30	ml	Q0.90	<u>Q11.97</u>
	<i>Sub total de mano de obra</i>				Q706.37
	<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>				<u>Q233.10</u>
	<i>Mano de obra directa + indirecta</i>				Q939.47
	<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>				<u>Q704.60</u>
	<i>Suma:</i>				Q1,644.07
	<i>IVA (10%)</i>				<u>Q164.41</u>
	<b>Total mano de obra:</b>				<b>Q1,808.48</b>
	<b>Costo unitario mano de obra:</b>				<b>Q57.09</b>
	<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q121.56 /m<sup>2</sup></b>

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

Actividad: **TABIQUES INTERIORES**  
 Cantidad: 4.80 m<sup>2</sup>

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.02.02.01	Block entero 0.14; 35Kgs/cm <sup>2</sup>	45.00	u	Q2.17	Q97.65
2.02.02.02	Block mitad 0.14; 35Kgs/cm <sup>2</sup>	10.00	u	Q1.14	Q11.40
2.02.02.03	Block solera 0.14; 35Kgs/cm <sup>2</sup>	10.00	u	Q2.28	Q22.80
2.02.02.04	Mezcla para levantado	2.60	bolsa	Q10.42	Q27.09
2.02.02.05	Hierro 6.20 mm G70, para pines	1.50	var	Q6.70	Q10.05
2.02.02.06	Hierro 4.50 mm G70, para eslab.	1.60	var	Q3.75	Q6.00
2.02.02.07	<sup>3</sup> Concreto para pines	0.11	m <sup>3</sup>	Q358.38	Q39.42
2.02.02.08	Alambre de amarre	36.00	amarre	Q0.03	Q1.08
2.02.02.09	Madera para andamio (3 usos)	56.00	pie/tabla	Q0.85	Q47.60
2.02.02.10	Clavo	1.00	lbs	Q1.95	Q1.95
2.02.02.11	Armadura solera intermedia	0.35	u	Q18.00	Q6.30
2.02.02.12	Armadura solera de remate	0.35	u	Q18.00	Q6.30
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q277.64</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q57.84</b>

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.02.02.13	Centrar pines	3.00	u	Q1.00	Q3.00
2.02.02.14	Colocar block entero y solera	55.00	u	Q0.90	Q49.50
2.02.02.15	Colocar block mitad	10.00	u	Q0.90	Q9.00
2.02.02.16	Hacer eslabones	24.00	u	Q0.25	Q6.00
2.02.02.17	Colocar eslabones	24.00	u	Q0.20	Q4.80
2.02.02.18	Fundición y vibrado de pines	7.20	ml	Q1.50	Q10.80
2.02.02.19	Fundición y vibrado de soleras	4.00	ml	Q1.50	Q6.00
2.02.02.20	Armar andamio (una cama)	2.00	ml	Q2.50	Q5.00
2.02.02.21	Desarmar andamio (una cama)	2.00	ml	Q0.90	<u>Q1.80</u>
	<i>Sub total de mano de obra</i>				Q95.90
	<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>				<u>Q31.65</u>
	<i>Mano de obra directa + indirecta</i>				Q127.55
	<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>				<u>Q95.66</u>
	<i>Suma:</i>				Q223.21
	<i>IVA (10%)</i>				<u>Q22.32</u>
	<b>Total mano de obra:</b>				<b>Q245.53</b>
	<b>Costo unitario mano de obra:</b>				<b>Q51.15</b>
	<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>			<b>Q108.99 /m<sup>2</sup></b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

Actividad **LOSA DE CONCRETO ARMADO IN-SITU**  
 Cantidad: 16.47m<sup>2</sup>

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.03.01.01	Paral 4"x4"x8' (3 usos)	28.00	u	Q8.90	Q249.20
2.03.01.02	Polín 3"x4"x8' (3 usos)	14.00	u	Q6.70	Q93.80
2.03.01.03	Tendal 3"x4"x8' (3 usos)	14.00	u	Q6.70	Q93.80
2.03.01.04	Tabloncillo 10' p/tarima (3 usos)	18.00	u	Q12.50	Q225.00
2.03.01.05	Clavo	32.94	lbs	Q1.95	Q64.23
2.03.01.06	Alambre de amarre	352.00	amarre	Q0.03	Q10.56
2.03.01.07	Sabieta para tacos	0.12	m <sup>3</sup>	Q330.00	Q39.60
2.03.01.08	Electromalla 6 x 6 -4.5 / 4.5	1.62	u	Q153.00	Q247.86
2.03.01.09	<sup>3</sup> Concreto	1.65	m <sup>3</sup>	Q358.38	Q591.33
2.03.01.10	Hierro 6.20 mm, G70 para bastón	5.50	var	Q6.70	<u>Q36.85</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q1,652.23</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q100.32</b>

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.03.01.11	Colocar polín	31.80	ml	Q1.25	Q39.75
2.03.01.12	Colocar paral	28.00	u	Q3.50	Q98.00
2.03.01.13	Colocar tendal	31.80	ml	Q2.00	Q63.60
2.03.01.14	Hacer y colocar tarima	16.47	m <sup>2</sup>	Q9.50	Q156.47
2.03.01.15	Colocar electromalla	16.47	m <sup>2</sup>	Q5.25	Q86.47
2.03.01.16	Hacer y colocar bastones	44.00	u	Q1.75	Q77.00
2.03.01.17	Hacer y colocar concreto	1.65	m <sup>3</sup>	Q84.75	Q139.84
2.03.01.18	Quitar formaleta de losa	16.47	m <sup>2</sup>	Q7.25	<u>Q119.41</u>
	<i>Sub total de mano de obra</i>				Q780.53
	<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>				<u>Q257.57</u>
	<i>Mano de obra directa + indirecta</i>				Q1,038.10
	<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>				<u>Q778.57</u>
	<i>Suma:</i>				Q1,816.67
	<i>IVA (10%)</i>				<u>Q181.67</u>
	<b>Total mano de obra:</b>				<b>Q1,998.34</b>
	<b>Costo unitario mano de obra:</b>				<b>Q121.33</b>
	<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q221.65 /m<sup>2</sup></b>

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

Actividad: **CUBIERTA DE ESTRUCTURA METÁLICA Y LÁMINA<sup>8</sup>** (Ver planos)  
 Cantidad: 16.47 m<sup>2</sup>

CÓDIGO	ACTIVIDAD	CANT.	U	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
2.03.02.01	Costanera de 2"x4"x1/16"x20'	1.50	u	Q110.00	Q165.00
2.03.02.02	Hierro 3/8", G40	2.00	var	Q10.35	Q20.70
2.03.02.03	Pintura anticorrosiva	0.50	gal	Q50.00	Q25.00
2.03.02.04	Electrodo	2.00	lbs	Q15.00	Q30.00
2.03.02.05	Tornillo	60.00	u	Q0.45	Q27.00
2.03.02.06	Lámina acanalada galvanizada	96.00	pie	Q4.50	<u>Q432.00</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q699.70</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q42.48</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.03.02.07	Colocar costanera	3.00	u	Q20.00	Q60.00
2.03.02.08	Soldar templete	16.00	u	Q4.00	Q64.00
2.03.02.09	Pintar estructura	1.00	global	Q120.00	Q120.00
2.03.02.10	Colocar lámina	16.47	m <sup>2</sup>	Q3.50	<u>Q57.65</u>
<i>Sub total de mano de obra</i>					<b>Q301.65</b>
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<u>Q99.54</u>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					<b>Q401.19</b>
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<u>Q300.89</u>
<i>Suma:</i>					<b>Q702.08</b>
<i>IVA (10%)</i>					<u>Q70.21</u>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q772.29</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q46.89</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q89.37 /m<sup>2</sup></b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>8</sup> Este costo unitario se integró únicamente para compararlo al costo de la losa de concreto armado in-situ, que es de Q.221.65/m<sup>2</sup>

Actividad: IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSAS  
 Cantidad: 16.47 m<sup>2</sup>

CÓDIGO	ACTIVIDAD	CANT.	U	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
2.03.03.01	Mezclón para formar pañuelos	14.40	bolsa	Q13.33	Q191.95
2.03.03.02	Impermeabilizante SIKA <sup>9</sup>	1.26	galón	Q95.00	Q119.70
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q311.65</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q18.92</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.03.03.03	Hacer y colocar mezclón	16.47	m <sup>2</sup>	Q3.00	Q49.41
2.03.03.04	Aplicar impermeabilizante	16.47	m <sup>2</sup>	Q1.00	Q16.47
<i>Sub total de mano de obra</i>					<i>Q65.88</i>
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<i>Q21.74</i>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					<i>Q87.62</i>
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<i>Q65.72</i>
<i>Suma:</i>					<i>Q153.34</i>
<i>IVA (10%)</i>					<i>Q15.33</i>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q168.67</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q10.24</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q29.16 /m<sup>2</sup></b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>9</sup> Marca comercial que se utiliza solamente como referencia en esta tesis.

Actividad: **INSTALACIONES SANITARIAS DE PVC.** (ver planos)

Cantidad: 34.50 MI

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.04.01.01	Tubo PVC B.A.P. Ø3"	1.00	u	Q73.15	Q73.15
2.04.01.02	Tubo PVC Ø4"; 125 PSI	3.00	u	Q270.87	Q812.61
2.04.01.03	Tubo PVC Ø4"; 160 PSI	2.00	u	Q335.93	Q671.86
2.04.01.04	Tubo PVC Ø2"; 160 PSI	1.00	u	Q93.63	Q93.63
2.04.01.05	Cajas de unión	6.00	u	Q125.00	Q750.00
2.04.01.06	Sifón terminal PVC Ø2"	1.00	u	Q16.09	Q16.09
2.04.01.07	Reposadera concreto Ø4"	2.00	u	Q60.00	Q120.00
2.04.01.08	Codo PVC Ø3" a 90	2.00	u	Q14.23	Q28.46
2.04.01.09	Codo PVC Ø2" a 90	2.00	u	Q5.16	Q10.32
2.04.01.10	Reducidor PVC de Ø2" a Ø ½"	1.00	u	Q19.91	Q19.91
2.04.01.11	Extraer ripio	15.12	m <sup>3</sup>	Q20.00	Q302.40
2.04.01.12	<sup>3</sup> Concreto protección tubería	1.32	m <sup>3</sup>	Q358.38	Q473.06
2.04.01.13	Pegamento PVC	0.25	galón	Q396.00	Q99.00
2.04.01.14	Lija 100	1.00	pliego	Q3.50	Q3.50
2.04.01.15	Material selecto para relleno	12.60	m <sup>3</sup>	Q30.00	<u>Q378.00</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q3,851.99</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q111.65</b>

<sup>3</sup> Véase Anexo 3



<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.04.01.16	Excavación	10.80	m <sup>3</sup>	Q15.00	Q162.00
2.04.01.17	Colocar bajadas de agua pluvial	2.00	u	Q25.00	Q50.00
2.04.01.18	Colocar tubo PVC Ø4"	5.00	u	Q24.00	Q120.00
2.04.01.19	Colocar tubo PVC Ø2"	1.00	u	Q3.00	Q3.00
2.04.01.20	Colocar salidas en pared	2.00	u	Q12.00	Q24.00
2.04.01.21	Hacer cajas de unión	7.00	u	Q60.00	Q420.00
2.04.01.22	<sup>3</sup> Fundir tubería	1.20	m <sup>3</sup>	Q84.75	Q101.70
2.04.01.23	Rellenar con selecto	9.00	m <sup>3</sup>	Q12.00	<u>Q108.00</u>
	<i>Sub total de mano de obra</i>				Q988.70
	<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>				<u>Q326.27</u>
	<i>Mano de obra directa + indirecta</i>				Q1,314.97
	<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>				<u>Q986.23</u>
	<i>Suma:</i>				Q2,301.20
	<i>IVA (10%)</i>				<u>Q230.12</u>
	<b>Total mano de obra:</b>				<b>Q2,531.32</b>
	<b>Costo unitario mano de obra:</b>				<b>Q73.37</b>
	<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>			<b>Q185.02 /ml</b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

Actividad: **INSTALACIONES HIDRÁULICAS DE AGUA**  
**FRÍA**<sup>10</sup> (ver planos)  
 Cantidad: 24.25 Ml

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.04.02.01	Tubo PVC Ø ¾"; 250 PSI	5.00	u	Q22.95	Q114.75
2.04.02.02	Tubo PVC Ø ½"; 315 PSI	1.00	u	Q17.95	Q17.95
2.04.02.03	Codo PVC Ø ¾"; 250 PSI	6.00	u	Q2.07	Q12.42
2.04.02.04	Tee PVC Ø ¾"; 250 PSI	6.00	u	Q2.51	Q15.06
2.04.02.05	Reductor PVC de Ø ¾" a Ø ½"	5.00	u	Q1.75	Q8.75
2.04.02.06	Codos adaptadores PVC de Ø ½"	5.00	u	Q2.23	Q11.15
2.04.02.07	<sup>3</sup> Concreto protección tubería	1.52	m <sup>3</sup>	Q358.38	Q544.74
2.04.02.08	Pegamento PVC	0.13	galón	Q396.00	Q51.48
2.04.02.09	Lija 100	1.00	pliego	Q3.50	Q3.50
2.04.02.10	Sacar ripio	1.52	m <sup>3</sup>	Q20.00	<u>Q30.40</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q810.20</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q33.41</b>

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

<sup>10</sup> Para vivienda popular no es usual instalar tubería para agua caliente (CPVC).

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.04.02.11	Excavación	1.08	m <sup>3</sup>	Q15.00	Q16.20
2.04.02.12	Colocar tubo PVC Ø 3/4"	6.00	u	Q15.00	Q90.00
2.04.02.13	Colocar subidas a artefactos	5.00	u	Q10.00	Q50.00
2.04.02.14	<sup>3</sup> Fundir tubería	24.25	ml	Q2.50	<u>Q60.63</u>
<i>Sub total de mano de obra</i>					Q216.83
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<u>Q71.55</u>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					Q288.38
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<u>Q216.28</u>
<i>Suma:</i>					Q504.66
<i>IVA (10%)</i>					<u>Q50.47</u>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q555.13</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q22.89</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q56.30 /ml</b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

Actividad: **INSTALACIONES ELÉCTRICAS<sup>11</sup>** (Ver Plano)  
 Cantidad: 1.00 Global

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.04.03.01	Ductovinil para fuerza Ø 3/4"; 10'	50.00	u	Q4.85	Q242.50
2.04.03.02	Ductovinil para ilum. Ø 3/4"; 10'	52.00	u	Q4.85	Q252.20
2.04.03.03	Tubo PVC Ø 2" para acometida	2.00	u	Q48.60	Q97.20
2.04.03.04	Cajas octogonales	9.00	u	Q1.70	Q15.30
2.04.03.05	Cajas rectangulares	11.00	u	Q1.50	Q16.50
2.04.03.06	Cable TGW #12	303.50	ml	Q1.20	Q364.20
2.04.03.07	Cable #2 para acometida	14.00	ml	Q2.55	Q35.70
2.04.03.08	Tablero eléctrico 112 con flip-on	1.00	u	Q287.89	Q287.89
2.04.03.09	Switch dado Bticino	7.00	u	Q5.45	Q38.15
2.04.03.10	Tomacorrientes polarizado	11.00	u	Q6.86	Q75.46
2.04.03.11	Placas dobles y sencillas	18.00	u	Q4.79	Q86.22
2.04.03.12	Plafoneros	9.00	u	Q3.22	Q28.98
2.04.03.13	Vueltas ductovinil Ø 3/4"	35.00	u	Q0.51	Q17.85
2.04.03.14	Pegamento PVC	0.13	galón	Q396.00	Q51.48
2.04.03.15	Cinta de aislar	4.00	rollo	Q11.68	Q46.72
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q1,656.35</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q1,656.35</b>

<sup>11</sup> Comprende iluminación y fuerza.

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.04.03.16	Colocar ductovinil Ø 3/4"	1.00	global	Q160.00	Q160.00
2.04.03.17	Colocar cajas rectangulares	11.00	u	Q5.00	Q55.00
2.04.03.18	Colocar cajas octogonales	9.00	u	Q7.50	Q67.50
2.04.03.19	Colocar tablero	1.00	u	Q50.00	Q50.00
2.04.03.20	Instalación general de acometida	1.00	global	Q100.00	Q100.00
2.04.03.21	Alambrado con cable THW # 12	1.00	global	Q75.00	Q75.00
2.04.03.22	Colocar placas	18.00	u	Q5.00	Q90.00
2.04.03.23	Colocar plafoneros	9.00	u	Q3.50	<u>Q31.50</u>
	<i>Sub total de mano de obra</i>				Q629.00
	<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>				<u>Q207.57</u>
	<i>Mano de obra directa + indirecta</i>				Q836.57
	<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>				<u>Q627.43</u>
	<i>Suma:</i>				Q1,464.00
	<i>IVA (10%)</i>				<u>Q146.40</u>
	<b>Total mano de obra:</b>				<b>Q1,610.40</b>
	<b>Costo unitario mano de obra:</b>				<b>Q1,610.40</b>
	<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>			<b>Q3,266.75 Global</b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

Actividad: PISO DE GRANITO FONDO GRIS  
 Cantidad: 15.23 m<sup>2</sup>

CÓDIGO	ACTIVIDAD	CANT.	U	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES Y SUBCONTRATOS</b>					
2.05.01.01	Selecto para capa de nivelación	0.76	m <sup>3</sup>	Q30.00	Q22.80
2.05.01.02	Mezclón para colocar piso	8.00	bolsa	Q13.33	Q106.64
2.05.01.03	Piso de granito fondo gris	15.23	m <sup>2</sup>	Q37.00	Q563.51
2.05.01.04	Estuque	15.00	lbs	Q1.00	Q15.00
2.05.01.05	(*) Pulido y lustrado de piso	15.23	m <sup>2</sup>	Q13.00	Q197.99
2.05.01.06	Granito para fundición de gradas	0.14	m <sup>2</sup>	Q95.00	<u>Q13.30</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q919.24</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q60.36</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.05.01.07	Nivelar sub-rasante	15.23	m <sup>2</sup>	Q2.00	Q30.46
2.05.01.08	Colocar piso	15.23	m <sup>2</sup>	Q5.00	Q76.15
2.05.01.09	Fundir gradas	0.14	m <sup>2</sup>	Q200.00	<u>Q28.00</u>
<i>Sub total de mano de obra</i>					Q134.61
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<u>Q44.42</u>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					Q179.03
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<u>Q134.27</u>
<i>Suma:</i>					Q313.30
<i>IVA (10%)</i>					<u>Q31.33</u>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q344.63</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q22.63</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q82.99 /m<sup>2</sup></b>	

(\*) Indica subcontrato.

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

Actividad: **TORTA DE CONCRETO**  
 Cantidad: 6.00 m<sup>2</sup>

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.05.02.01	Paral 4" x 3" x 10' (3 usos)	4.00	u	Q12.50	Q50.00
2.05.02.02	<sup>3</sup> Concreto	0.65	m <sup>3</sup>	Q358.38	Q232.95
2.05.02.03	Cemento para acabado	13.00	lbs	Q0.26	<u>Q3.38</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q286.33</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q47.72</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.05.02.04	Nivelar sub-rasante	6.00	m <sup>2</sup>	Q2.00	Q12.00
2.05.02.05	Colocar formaleta	12.00	ml	Q1.50	Q18.00
2.05.02.06	<sup>3</sup> Hacer y colocar concreto	0.65	m <sup>3</sup>	Q84.75	Q55.09
2.05.02.07	Alisar	6.00	m <sup>2</sup>	Q2.00	Q12.00
2.05.02.08	Quitar formaleta	12.00	ml	Q0.50	<u>Q6.00</u>
<i>Sub total de mano de obra</i>					Q103.09
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<u>Q34.02</u>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					Q137.11
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<u>Q102.83</u>
<i>Suma:</i>					Q239.94
<i>IVA (10%)</i>					<u>Q23.99</u>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q263.93</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q43.99</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q91.71 /m<sup>2</sup></b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

Actividad: REPELLOS<sup>12</sup>  
 Cantidad: 12.60 m<sup>2</sup>

CÓDIGO	ACTIVIDAD	CANT.	U	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
2.06.01.01	Bolsa de repello con arena de 1/4"	6.30	bolsa	Q16.36	Q103.07
2.06.01.02	Sabieta para base de repello	12.60	m <sup>2</sup>	Q5.52	<u>Q69.55</u>
	<b>Total de materiales IVA incluido:</b>				<b>Q172.62</b>
	<b>Costo unitario materiales:</b>				<b>Q13.70</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.06.01.03	Ensabietar	12.60	m <sup>2</sup>	Q2.50	Q31.50
2.06.01.04	Colocar guías	16.00	u	Q1.00	Q16.00
2.06.01.05	Repellar	12.60	m <sup>2</sup>	Q7.00	<u>Q88.20</u>
	<i>Sub total de mano de obra</i>				Q135.70
	<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>				<u>Q44.78</u>
	<i>Mano de obra directa + indirecta</i>				Q180.48
	<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>				<u>Q135.36</u>
	<i>Suma:</i>				Q315.84
	<i>IVA (10%)</i>				<u>Q31.58</u>
	<b>Total mano de obra:</b>				<b>Q347.42</b>
	<b>Costo unitario mano de obra:</b>				<b>Q27.57</b>
	<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q41.27 /m<sup>2</sup></b>

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>12</sup> Se integra un repello de aproximadamente 1 centímetro de espesor.



Actividad: CERNIDOS<sup>13</sup>  
 Cantidad: 12.60 m<sup>2</sup>

CÓDIGO	ACTIVIDAD	CANT.	U	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
2.06.02.01	Bolsa de cernido vertical	2.52	bolsa	Q21.44	Q54.03
2.06.02.02	Madera 8' para andamio (3 usos)	24.00	pie/tabla	Q0.63	Q15.12
2.06.02.03	Clavo para andamio	1.00	lbs	Q1.95	<u>Q1.95</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q71.10</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q5.64</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.06.02.04	Hacer andamio (1 cama)	5.25	ml	Q2.50	Q13.13
2.06.02.05	Cernido vertical	12.60	m <sup>2</sup>	Q3.00	Q37.80
2.06.02.06	Desarmar andamio (1 cama)	5.25	ml	Q0.90	<u>Q4.73</u>
<i>Sub total de mano de obra</i>					<b>Q55.65</b>
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<u><b>Q18.36</b></u>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					<b>Q74.01</b>
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<u><b>Q55.51</b></u>
<i>Suma:</i>					<b>Q129.52</b>
<i>IVA (10%)</i>					<u><b>Q12.95</b></u>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q142.47</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q11.31</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q16.95 /m<sup>2</sup></b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>13</sup> Véase glosario.

Actividad: **PINTURA**  
 Cantidad: 12.60 m<sup>2</sup> (2 Manos)

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.06.03.01	Pintura látex para exteriores	0.80	galón	Q54.00	Q43.20
2.06.03.02	Rodillos y bandejas	0.25	u	Q30.00	<u>Q7.50</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q50.70</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q4.02</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.06.03.03	Aplicar 2 manos de pintura	12.60	m <sup>2</sup>	Q1.50	<u>Q18.90</u>
<i>Sub total de mano de obra</i>					<b>Q18.90</b>
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<u>Q6.24</u>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					<b>Q25.14</b>
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<u>Q18.86</u>
<i>Suma:</i>					<b>Q44.00</b>
<i>IVA (10%)</i>					<u>Q4.40</u>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q48.40</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q3.84</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q7.86 /m<sup>2</sup></b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

Actividad: CISTERNA<sup>14</sup>  
 Cantidad: 6.40 m<sup>2</sup>

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>ACTIVIDAD ESPECIAL</b>					
2.07.01.01	Extracción de ripio	13.55	m <sup>3</sup>	Q20.00	Q271.00
<b>MATERIALES</b>					
2.07.01.02	Hierro #3, G40, 20'	27.00	var	Q10.38	Q280.26
2.07.01.03	Block entero 0.19; 50Kgs/cm <sup>2</sup>	160.00	u	Q3.49	Q558.40
2.07.01.04	Tabloncillo de 1½"x12"x8'(3 usos)	16.00	u	Q12.50	Q200.00
2.07.01.05	<sup>3</sup> Concreto	1.86	m <sup>3</sup>	Q358.38	Q666.59
2.07.01.06	Tapadera de metal	1.00	u	Q200.00	Q200.00
2.07.01.07	Sabieta para impermeabilizar	16.80	m <sup>2</sup>	Q8.00	Q134.40
2.07.01.08	Pintura para piscina	1.00	galón	Q150.00	Q150.00
2.07.01.09	Alambre de amarre	670.00	amarre	Q0.03	Q20.10
2.07.01.10	Clavo	8.00	lbs	Q1.95	<u>Q15.60</u>
<b>Total de actividad especial y materiales IVA incluido:</b>					<b>Q2,496.35</b>
<b>Costo unitario de actividad especial y materiales:</b>					<b>Q390.05</b>

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

<sup>14</sup> Véase glosario.

CÓDIGO	ACTIVIDAD	CANT.	U	P.U.	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.07.01.11	Excavar	9.68	m <sup>3</sup>	Q15.00	Q145.20
2.07.01.12	Hacer parrilla para piso	4.00	m <sup>2</sup>	Q10.00	Q40.00
2.07.01.13	Centrar pines	20.00	u	Q1.00	Q20.00
2.07.01.14	<sup>3</sup> Fundir piso	0.48	m <sup>3</sup>	Q84.75	Q40.68
2.07.01.15	Colocar block	160.00	u	Q1.25	Q200.00
2.07.01.16	Fundir y vibrar pines	32.00	ml	Q1.25	Q40.00
2.07.01.17	Armar y centrar solera intermedia	8.00	ml	Q1.50	Q12.00
2.07.01.18	Hacer estribos	40.00	u	Q0.20	Q8.00
2.07.01.19	Fundir y vibrar solera intermedia	8.00	ml	Q2.00	Q16.00
2.07.01.20	Hacer tarima de losa	4.00	m <sup>2</sup>	Q7.50	Q30.00
2.07.01.21	Colocar tarima de losa	4.00	m <sup>2</sup>	Q7.50	Q30.00
2.07.01.22	Hacer parrilla de losa	4.00	m <sup>2</sup>	Q10.00	Q40.00
2.07.01.23	<sup>3</sup> Fundir losa	0.48	m <sup>3</sup>	Q84.75	Q40.68
2.07.01.24	Quitar formaleta losa	4.00	m <sup>2</sup>	Q3.00	Q12.00
2.07.01.25	Aplicar sabieta	16.80	m <sup>2</sup>	Q3.00	Q50.40
2.07.01.26	Pintar	16.80	m <sup>2</sup>	Q6.00	Q100.80
2.07.01.27	Hacer brocal	1.00	global	Q80.00	Q80.00
2.07.01.28	Colocar tapadera de metal	1.00	u	Q30.00	<u>Q30.00</u>
	<i>Sub total de mano de obra</i>				Q935.76
	<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>				<u>Q308.80</u>
	<i>Mano de obra directa + indirecta</i>				Q1,244.56
	<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>				<u>Q933.42</u>
	<i>Suma:</i>				Q2,177.98
	<i>IVA (10%)</i>				<u>Q217.80</u>
	<b>Total mano de obra:</b>				<b>Q2,395.78</b>
	<b>Costo unitario mano de obra:</b>				<b>Q374.34</b>
	<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q764.39 /m<sup>2</sup></b>

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

Actividad: MUROS DE CONTENCIÓN<sup>15</sup>

Cantidad: 7.40 m<sup>2</sup>

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>					
2.07.02.01	Block entero 0.19; 50Kgs/cm2	43.00	u	Q3.49	Q150.07
2.07.02.02	Block solera 0.19; 50Kgs/cm2	20.00	u	Q3.53	Q70.60
2.07.02.03	Hierro #5, G60, 20'	1.00	var	Q31.11	Q31.11
2.07.02.04	Hierro #3, G60, 20'	7.00	var	Q10.77	Q75.39
2.07.02.05	Hierro #2, G40, 20'	1.70	var	Q4.66	Q7.92
2.07.02.06	Alambre de amarre	196.00	amarre	Q0.03	Q5.88
2.07.02.07	Extracción de ripio	1.48	m <sup>3</sup>	Q20.00	Q29.60
2.07.02.08	Sabieta para tacos	0.03	m <sup>3</sup>	Q300.00	Q9.00
2.07.02.09	<sup>3</sup> Concreto	0.83	m <sup>3</sup>	Q358.38	Q297.46
2.07.02.10	Clavo	8.00	lbs	Q1.95	<u>Q15.60</u>
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q692.63</b>
<b>Costo unitario materiales:</b>					<b>Q93.60</b>

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

<sup>15</sup> Véase glosario.

CÓDIGO	ACTIVIDAD	CANT.	U	P.U.	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
2.07.02.11	Excavar	1.05	m <sup>3</sup>	Q15.00	Q15.75
2.07.02.12	Hacer parrilla para cimiento	2.20	ml	Q2.00	Q4.40
2.07.02.13	Hacer y colocar tacos	24.00	u	Q0.15	Q3.60
2.07.02.14	<sup>3</sup> Fundir cimiento	0.26	m <sup>3</sup>	Q84.75	Q22.04
2.07.02.15	Colocar block sisado	63.00	u	Q1.25	Q78.75
2.07.02.16	Hacer y colocar pines	6.00	u	Q1.25	Q7.50
2.07.02.17	Fundir pines	13.20	ml	Q1.50	Q19.80
2.07.02.18	Hacer eslabones	48.00	u	Q0.20	Q9.60
2.07.02.19	Hacer y centrar armadura solera	8.80	ml	Q1.75	Q15.40
2.07.02.20	Fundir solera	8.80	ml	Q2.50	<u>Q22.00</u>
<i>Sub total de mano de obra</i>					Q198.84
<sup>1</sup> <i>Ayudante</i>					<u>Q65.62</u>
<i>Mano de obra directa + indirecta</i>					Q264.46
<sup>2</sup> <i>Prestaciones laborales</i>					<u>Q198.34</u>
<i>Suma:</i>					Q462.80
<i>IVA (10%)</i>					<u>Q46.28</u>
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q509.08</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q68.79</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>				<b>Q162.39 /m<sup>2</sup></b>	

<sup>1</sup> Véase Anexo 1

<sup>2</sup> Véase Anexo 2

<sup>3</sup> Véase Anexo 3

## CAPÍTULO 3

### CRITERIOS DE SUPERVISIÓN PARA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDA POPULAR.

#### 3.1 Cimentación y levantados.

##### 3.01.01 Trazo de ejes.

Durante el trazo de ejes de cualquier proyecto, es importante chequear que todas las zanjas perpendiculares estén formando ángulos de 90°, esto es muy sencillo de chequear utilizando el teorema de Pitágoras ( $C^2=(A^2+B^2)$ ). Regularmente se utilizan como catetos distancias de 3 y 4 metros para que la hipotenusa mida 5 metros, sin embargo, cada una de las dimensiones puede ser variada dependiendo de las dimensiones de los ambientes; es importante recordar que mientras más grandes sean las dimensiones de los catetos, más exactitud se logrará en el ángulo. La utilización de un teodolito es el procedimiento más recomendado, sin embargo, en muchos casos no se cuenta con el equipo y el arrendamiento del mismo es demasiado caro para obtener los mismos resultados. Cuando el trazo requiere líneas que no son perpendiculares, si es recomendable utilizar el teodolito, ya que se utiliza menos tiempo.

También es importante chequear las distancias de eje a eje, regularmente es suficiente hacerlo con cinta métrica. Los ejes deben identificarse plenamente sobre un puente de madera, con clavos de cabeza pequeña, pintados con pintura de aceite y su respectiva identificación de letra o número de eje.

El ancho de las zanjas debe verificarse, ya que regularmente las paredes de las mismas sirven como formaleta para la fundición del cimiento corrido. En el caso de cimientos en forma de trapezoide, es necesario colocar formaleta de madera o de metal, y asegurarse que la misma esté bien colocada para evitar que se mueva por la fuerza lateral del concreto. Antes de la fundición del cimiento, se debe observar que el fondo de la zanja sea de material estable y que no contenga material orgánico o residuos de

construcción. Se debe humedecer bien la zanja y/o la formaleta<sup>16</sup> para evitar que la misma absorba el agua que el concreto necesita para su hidratación. Los tacos<sup>17</sup> sobre los cuales se colocará la armadura del cimiento deben medir por lo menos 7 centímetros de altura, y la armadura no debe estar bajo ningún punto en contacto con cualquier objeto metálico que esté tocando suelo, ya que éste puede convertirse en un agente puente para la oxidación de la armadura del cimiento.

Los agregados que se utilicen para la fundición del cimiento deben ser acordes al dimensionamiento del refuerzo, debe controlarse también la calidad de los materiales.

### 3.01.02 Levantados.

Antes de iniciar el levantado de muros debe chequearse que los pines y las columnas estén fundidos según las cotas que especifican los planos. En el emplantillado<sup>18</sup> se debe disipar cualquier pequeña variación en la horizontalidad que haya quedado de la fundición del cimiento; para esto se utilizan hilos de nylon. Luego de estar concluido el emplantillado se deben pasar niveles para marcar la altura de cada hilada de block, ya que de lo contrario, el obrero podría dar diferentes anchos a las sisas entre block y con ello no cumplir con las alturas que indican los planos. Es importante chequear que el block que vaya a ser instalado esté lo suficientemente húmedo para que no absorba el agua de la sabieta que es necesaria para el fraguado del cemento, porque esto podría crear grietas.

El block a utilizar debe cumplir con las especificaciones indicadas en los planos de construcción, y de ser dudosa la calidad del mismo, se debe solicitar un ensayo de laboratorio.

Cuando sea necesario cortar block para cumplir con el diseño arquitectónico, debe procurarse hacerlo con cortadora de disco abrasivo, para evitar desportillamientos.

---

<sup>16</sup> Formaleta: véase glosario.

<sup>17</sup> Tacos: cubos de concreto que sirven para separar el acero de refuerzo del suelo o bien de la formaleta.

<sup>18</sup> Emplantillado: primera hilera de block que se coloca sobre el cimiento.



Siempre se debe revisar la verticalidad de los muros mediante el uso de una plomada, por conveniencia para el supervisor de proyectos, esta revisión se puede hacer a la altura de cada hilada de solera, sin embargo, la persona que está colocando el block debe chequear su plomo a cada hilada.

Para la fundición de soleras intermedias, de corona, columnas y pines, es necesario revisar que la armadura esté construida tal y como lo especifican los planos, se deben revisar los diámetros de las varillas de refuerzo longitudinal y transversal, así como los amarres y los traslapes del hierro. Se debe observar que la formaleta esté bien fijada para que la presión lateral del concreto no vaya a producir movimientos. La formaleta debe tener un desencofrante adecuado, que no contenga componentes que puedan reducir la calidad del concreto o bien impedir la adherencia de acabados. Para el caso de la fundición de pines, es recomendable que se fundan en tramos de 0.40m (2 hiladas).

### **3.02 Estructuras.**

#### **3.02.01 Fundición de columnas.**

Para toda fundición de columnas, ya sean éstas de marcos estructurales o bien para muros de mampostería reforzada, es muy importante la supervisión del encofrado<sup>19</sup>. De una buena fijación de la formaleta depende en buena medida el éxito de la fundición, ya que una columna que tiene una fijación deficiente corre el riesgo a tener una sección transversal variable, también permitirá el corrimiento de la armadura de acero. Por esa razón es importante revisar, antes de cualquier fundición, la forma en que está fijada la formaleta. Debe revisarse también que los diámetros de los refuerzos longitudinales y transversales sean los indicados en los planos, así como el grado del acero; los traslapes en las varillas longitudinales deben ser por lo menos 10 veces el número de octavos del diámetro nominal de la varilla, pero tomado en centímetros, esto quiere

---

<sup>19</sup> Véase glosario.

decir que si la varilla es de  $\frac{3}{4}$ " (6/8"), el traslape mínimo debe ser de 60 centímetros, debe procurarse que no queden a un mismo nivel los traslapes, sino que estén alternos.

Si por alguna razón la columna no puede fundirse monolíticamente, sino que tiene que fundirse en dos días distintos, es recomendable dejar la unión de las fundiciones en el centro de la luz, ya que en ese punto el valor del esfuerzo cortante es cero. Antes de iniciar la segunda parte de la fundición debe colocarse un epóxico en la unión concreto viejo - concreto nuevo.

Durante la fundición debe utilizarse un vibrador<sup>20</sup> adecuado, para evitar las bolsas de aire llamadas comúnmente "ratoneras", sin embargo, también deben evitarse las sobre vibraciones, ya que éstas pueden causar que los agregados se sedimenten y el concreto ya no sea homogéneo y pierda su calidad.

### 3.02.01 Fundición de vigas.

Para la ejecución de esta actividad es necesario volver a hablar de la importancia del encofrado. Al igual que en las columnas, es importante el anclaje de los faldones de las vigas, para evitar que la presión lateral que ejerce el concreto sobre la formaleta haga que ésta ceda y de como resultado una viga de sección variable; sin embargo, a todo lo anterior se debe agregar la importancia que tiene el sistema que sostiene a la viga, esto se hace con el uso de parales que se colocan a una distancia establecida mediante un cálculo, en donde se toma en cuenta el peso del concreto, el peso de los faldones y también el peso de las cargas vivas y muertas que vayan a influir sobre la viga mientras el concreto aún no haya alcanzado su resistencia de diseño.

---

<sup>20</sup> Equipo de construcción que crea un movimiento de vaivén y que sirve para expulsar las bolsas de aire que se crean dentro del concreto fluido. Puede ser eléctrico o de gasolina.

Para asegurar mejor los parales, se suelen utilizar polines de madera, a los cuales se clavan los parales y para aumentar la resistencia de los parales se restringen los mismos por medio de un embreizado.

Los cuidados que deben tenerse durante la fundición son los mismos de las columnas, entre los cuales se encuentra un buen vibrado, el control de los materiales con los que se fabrica el concreto, la homogeneidad del mismo, Etc. Cuando las vigas exigen un armado muy cerrado y se dificulta introducir un vibrador de aguja, se recomienda utilizar un vibrador exterior.

#### 3.02.02 Fundición de estructuras secundarias.

En este tipo de elementos, se pueden clasificar las soleras de humedad, soleras intermedias, soleras de corona, sillares y dinteles de puertas. Para todos estos casos, es importante la supervisión de la formaleta, del armado del elemento, la calidad del concreto, y el cuidado en la colocación del concreto dentro de la formaleta, tomando como parámetro los puntos analizados en las secciones anteriores.

### 3.03 Techos.

#### 3.03.01 Fijación de la formaleta.

La fijación de la formaleta es una actividad muy delicada en el proceso de fundición de losas, ya que debido al peso del concreto armado (aproximadamente  $2,300 \text{ Kg/m}^3$ ), se corre el riesgo de que la tarima se deforme o en un caso extremo se derrumbe a la hora de colocar el concreto. Para evitar este problema, se debe cumplir todo un proceso que inicia en la colocación de los polines en el piso que serán el apoyo de los parales; estos polines se colocan paralelamente aproximadamente a 0.90m de distancia entre cada uno y sobre ellos se montan los parales, los cuales también van colocados a 0.90m cada uno, dependiendo de la luz del ambiente en donde se va a fundir la losa. Debe tenerse mucho cuidado cuando hay necesidad de "añadir" parales, pues éstos deben ir de punta, ya que trabajan

únicamente para cargas verticales. Sobre los parales se deben colocar nuevamente polines para poder anclar a ellos la tarima que será armada a continuación. Para acelerar el proceso de armado de tarima es conveniente tener una sierra circular manual. Luego se debe revisar que en el armado de la parrilla se esté utilizando el acero de refuerzo indicado en los planos; debe chequearse que cada una de las varillas de acero esté a la distancia que se indica, así como las longitudes de tensiones<sup>21</sup> y bastones<sup>22</sup>.

Los cuidados que deben tenerse a la hora de la fundición serán analizados en la siguiente sección.

### 3.03.02 Fundición de losas.

En esta actividad hay que tener mucho control en la fabricación del concreto; si se fabrica en el proyecto con una mezcladora de tambor, debe supervisarse que no se sobrecargue la misma, ya que en este caso la mezcla resultante no es homogénea; el tiempo de rotación después de que todos los materiales ya están introducidos en el tambor debe de ser por lo menos 3 minutos. Debe procurarse que la mezcladora esté lo más cerca posible del lugar donde se colocará el concreto. Para losas es aceptable un asentamiento máximo de 4", si no se bombea y de 5", si se utiliza bomba para elevar el concreto. Luego que el concreto sale de la mezcladora debe transportarse en recipientes adecuados hasta el lugar de la fundición, procurando no crear sedimentaciones de los agregados. En el lugar de la fundición debe haber siempre un vibrador de aguja, el cual debe introducirse adecuadamente en el concreto para eliminar todas las bolsas de aire que puedan haber en el mismo. Antes de botar el concreto sobre la formaleta, ésta debe humedecerse suficientemente para evitar que le quite el agua que el concreto necesita para su hidratación.

---

<sup>21</sup> Tensión: hierro de refuerzo para los momentos positivos.

<sup>22</sup> Bastón: hierro de refuerzo para los momentos negativos.

Al terminar la fundición debe esperarse que el concreto inicie su proceso de exudación,<sup>23</sup> y en ese momento debe saturarse la superficie de la losa con agua para ayudar al concreto en el proceso de hidratación, o bien aplicársele algún curador de concreto, ya que de no hacerlo, se corre el riesgo de que se produzcan fisuras en la losa.

### 3.03.03 Impermeabilizado de losas.

Las losas finales siempre deben impermeabilizarse con cualquier producto del mercado, pero antes de aplicar el producto, se deben de formar los llamados pañuelos, que son los mantos sobre los cuales corre el agua de lluvia hacia la bajada de agua pluvial. No es recomendable formar estos pañuelos desde la fundición con el mismo concreto, ya que el grosor de la losa varía y la hace más pesada y menos económica, por lo tanto, usualmente estos pañuelos se construyen con mezclón, que es una mezcla de arena amarilla y cal. Luego que los pañuelos están formados, debe limpiarse la superficie de toda partícula de polvo y luego se aplica el impermeabilizante con rodillo o con brocha. Debe procurarse que el día que se aplique el impermeabilizante no haya expectativas de lluvia.

## 3.04 Instalaciones.

### 3.04.01 Instalaciones Sanitarias.

En la actividad de instalaciones sanitarias, es necesario revisar que los diámetros de las tuberías a utilizar sean las especificadas en los planos, así como la presión de las mismas. Para la red de drenaje pluvial es recomendable utilizar tubería de 125 PSI para las bajadas de agua pluvial se pueden utilizar tubos de 80 PSI, pero para los drenajes sanitarios, es necesario usar tubería de 160 PSI. En los lugares donde existen drenajes separativos<sup>24</sup> es obligatorio llevar dentro de la casa tuberías separadas de

---

<sup>23</sup> Véase glosario.

<sup>24</sup> Véase glosario.

agua pluvial y agua negra, pero en los lugares donde el sistema de drenajes es combinado, se permite que dentro de la casa se mezclen las aguas negras con las aguas pluviales; sin embargo, no es aconsejable hacerlo sino hasta la salida de la casa debido a las complicaciones que se tendrían a la hora de efectuar una reparación.

Cuando es necesario unir una tubería de agua pluvial con una tubería de agua negra, se debe construir una caja sifón para evitar que los malos olores de las aguas negras salgan por la tubería de agua pluvial.

Otro aspecto que es importante supervisar siempre es la pendiente que se le da a las tuberías, ya que una pendiente muy pequeña puede causar estancamiento de agua, o bien que los sólidos se sedimenten tapando la tubería. Antes de colocar la tubería se deben chequear los niveles del fondo de la zanja, para así garantizar la evacuación del agua.

Para hacer la unión de la tubería deben de limpiarse con lija las áreas donde se aplicará el pegamento y a la hora de hacer la unión se le debe dar media vuelta al tubo macho dentro del tubo hembra, para así asegurarse que el pegamento se ha esparcido por toda la superficie. Se pueden hacer pruebas después de 12 horas de haber pegado el último tubo.

Para proteger la tubería de posibles golpes durante la ejecución del proyecto o bien durante futuros trabajos, es recomendable recubrirla con una capa de concreto y luego sobre esa capa, se debe hacer un relleno controlado hasta llegar al nivel de piso terminado.

#### **3.04.02 Instalaciones Hidráulicas.**

Para las instalaciones hidráulicas se deben utilizar tubería de 250 PSI como mínimo, las zanjas deben tener una profundidad mínima de 40 centímetros del nivel de piso terminado y para pegar la tubería se deben guardar los mismos cuidados que se mencionaron en la sección anterior. Siempre que se tenga que hacer una reducción de un diámetro a otro, se debe hacer lo más próximo al artefacto o a la salida hacia la cual se dirige en ese momento la tubería.

Para las salidas a artefactos, se debe utilizar preferentemente un codo o un niple galvanizado. En este tipo de instalaciones no es necesario dejar la tubería con pendiente, ya que el sistema no trabaja por gravedad sino por presión. Para instalaciones donde vaya a haber uso de agua caliente se debe utilizar tubería especial para agua caliente (CPVC<sup>25</sup>), con su respectivo pegamento.

Al finalizar de pegar el último tubo, es recomendable dejar pasar 24 horas y luego hacer una prueba de presión, utilizando un compresor de aire con un manómetro en la salida; la prueba consiste en tapar todas las salidas de artefactos y se empieza a llenar la tubería con aire hasta llegar a una presión de 60 o 70 PSI, al llegar a esta presión, se deja el sistema en reposo y se esperan 6 horas, si al cabo de las mismas, la presión en el manómetro ha bajado más de un 5%, indica que en la tubería hay fugas y se debe proceder a buscarlas utilizando agua con jabón en las uniones o bien en los tubos donde se sospeche que pueda haber una fuga; si por el contrario, la presión se mantiene, se procede a proteger la tubería con una capa de concreto.

### 3.04.03 Instalaciones Eléctricas.

Esta actividad se compone de tres fases importantes: entubado, cableado y emplacado. En la primera de las fases mencionadas se debe chequear que durante la ejecución de la obra nadie lastime la tubería, porque puede obstruir la misma; para ello suelen hacerse chequeos aplicando presión de aire con un compresor por un lado y ver si el aire pasa al otro extremo. Es recomendable realizar el enguiado antes de cualquier fundición, sin embargo, en la práctica es muy difícil hacerlo debido a la variedad de actividades que deben realizarse simultáneamente. En la tercera fase, debe observarse que cada placa esté puesta con nivel. También debe chequearse en el tablero que los circuitos no estén sobrecargados, ya que esto podría causar un corto circuito.

---

<sup>25</sup> Tubería CPVC: tubo diseñado para resistir el flujo de agua a altas temperaturas.

### **3.05**

#### **Pisos.**

##### **3.05.01 Pisos de concreto.**

Antes de fundir un piso de concreto debe revisarse que la base esté debidamente compactada para evitar futuras deflexiones. La formaleta debe colocarse a distancias adecuadas, dependiendo del espesor de la pastilla de concreto, ya que si las juntas están muy separadas se producen fisuras por la dilatación del concreto. Antes de colocar el concreto se debe humedecer la base con suficiente agua para que el concreto no vaya a perder el agua que necesita para su hidratación. El concreto debe ser vibrado adecuadamente para sacar a la superficie el aire que atrapó durante el proceso de mezclado. Cuando el concreto está aún fresco, se le debe dar el acabado deseado, ya sea remolineado, alisado, cernido, o estampado; únicamente se debe agregar cemento mezclado con arena cernida para facilitar al obrero la actividad. Luego de terminar el acabado se debe saturar el piso con suficiente agua para ayudar al proceso de fraguado. A la hora de desencofrar se debe tener mucho cuidado de no lastimar la orilla de la pastilla de concreto. Al tener fundido todo el piso, es aconsejable sellar las juntas de dilatación, las longitudinales y las de construcción con material elastomérico, para evitar que se filtre el agua por las mismas y se dañe la base.

##### **3.05.02. Piso de Granito.**

Para la instalación de este tipo de piso es necesario nivelar la base antes de iniciar el trabajo. Al estar nivelada la base se procede a tender hilos que serán la guía para la primer hilada en el sentido vertical y horizontal. El piso se pega con una mezcla de arena amarilla de 3/8" de grosor, con cal hidratada y cemento. Para hacer los ajustes junto a las paredes, es necesario utilizar una cortadora de mano con disco abrasivo. Al estar finalizado el proceso de colocación de piso es necesario realizar el estucado, para lo cual se hace una pasta de estuque en polvo con agua y es recomendable agregar algún aditivo para que el estuque tenga una mejor



adherencia con el piso y también para que la sisa no se fisure con el tiempo. Para realizar el pulido y lustrado se deben esperar por lo menos 4 días para reducir el riesgo de que el estuque se levante con el peso de la pulidora. En el proceso de pulido, se deben utilizar por lo menos 3 tipos de piedra (gruesa, mediana y fina), y finalmente se procede al lustrado con cera líquida.

### 3.05.03 Pisos de Cerámica.

La instalación de pisos de cerámica requiere de una base de concreto con textura rústica y que esté completamente nivelada. Sobre esa base se coloca el piso con una pasta de cemento y arena, o bien utilizando uno de los muchos productos que se encuentran en la actualidad en el mercado nacional y que se identifican como adhesivos. Se debe cuidar que los pisos queden completamente nivelados. Luego de terminar la instalación se procede a la aplicación de la boquilla o relleno de sisas, para lo cual venden en el mercado el material en bolsas listas para agregarles agua. Al terminar la aplicación de la boquilla debe esperarse a que la misma seque y se le puede dar uso al piso.

## 3.06 Acabados.

### 3.06.01 Repellos.

Para iniciar un repello es necesario realizar anteriormente un ensabietado, para asegurar que el repello no se desprenda de la pared. El repello puede tener un grosor promedio de 1 centímetro y en él debe disiparse toda diferencia de medida que pueda traer el block de fábrica. El repello se realiza con arena amarilla de ¼" de grosor, mezclada con cal hidratada, cemento y agua. Luego de que se ha terminado el repello, se debe procurar mantener la pared húmeda para evitar fisuramientos en el mismo. Se debe supervisar que los andamios que se utilicen para esta actividad sean seguros para evitar accidentes. Una vez terminado el repello, la pared debe estar sin desperfectos y lista para recibir el cernido final.

### 3.06.02 Cernidos<sup>26</sup>

Esta actividad es una de las últimas que se realizan en cualquier proyecto de construcción, por lo cual, se debe cuidar que se realice con la mayor limpieza posible. El cernido de paredes se hace con una mezcla de arena blanca cernida, cal hidratada y agua. Debe tenerse cuidado en la proporción de cal, ya que de no ser la adecuada, se producen agrietamientos que dan una mala apariencia. El cernido se aplica sobre el repello y debe hacerse con el mayor de los cuidados para que quede recto (en el caso del cernido vertical). Antes de aplicar el cernido se debe humedecer el repello. Para la aplicación de la pintura, se debe esperar a que el cernido haya perdido toda su humedad, ya que de lo contrario, la pintura se levantará. La capa de cernido no debe ser mayor de 3mm.

### 3.06.03 Revestimiento Plástico.

Ésta es una alternativa que puede sustituir eficientemente al tradicional repello y cernido. Tiene la ventaja de que reduce los costos, ya que regularmente se trabaja como un subcontrato. Se debe cuidar que la pasta de revestimiento se fabrique con las proporciones adecuadas de fibras y resinas, ya que una deficiencia en cualquiera de éstas provocará desprendimientos del revestimiento de la pared, especialmente en las áreas exteriores. El revestimiento plástico es ideal para interiores, sin embargo, para exteriores se puede utilizar si al final se aplica una mano de impermeabilizante que impida que el agua penetre en el revestimiento. Otra ventaja de utilizar el revestimiento plástico, es que a la pasta se le puede adicionar colorante y así se evita el costo de la pintura.

## 3.07 Obras Exteriores.

### 3.07.01 Cisternas.

Para la construcción de cisternas, se debe tener especial cuidado en la excavación, ya que regularmente, las cisternas tienen profundidades

---

<sup>26</sup> Véase glosario.

considerables que pueden causar derrumbes y poner en peligro la seguridad de los trabajadores. De ser necesario, se deben construir obras de protección. Se debe seguir al pie de la letra las especificaciones de planos en cuanto a detalles estructurales y no se recomienda utilizar block con resistencia a la compresión menor de 50 Kg/cm<sup>2</sup>. Antes de fundir la losa de la cisterna, se debe revisar que no falte ninguna tubería de agua o de electricidad. Los muros deben impermeabilizarse con un cernido y con pintura de piscina o con cualquier impermeabilizante especial para estos casos, de preferencia de color blanco para así poder observar cuando la cisterna necesite limpieza. Para el mantenimiento del tanque, se deben dejar escalones lo suficientemente anchos para que una persona pueda bajar al fondo del tanque. Para probar si una cisterna no tiene fugas, se debe llenar el tanque con agua cuando todos los elementos hayan alcanzado la resistencia para la cual fueron diseñados, si el nivel no baja, significa que la cisterna no tiene fugas, de lo contrario, debe desocuparse inmediatamente la cisterna y buscar dónde se encuentra el problema para solucionarlo.

#### 3.07.02 Muros de contención.

Para la construcción de muros de contención se deben guardar los mismos cuidados que se tomaron para los levantados (véase sección 3.01.02), sin embargo, como estos muros están sometidos a la carga lateral del terreno y regularmente están expuestos a la intemperie, debe proveérseles de tubos que le sirvan de drenaje. Es aconsejable construir un drenaje tipo francés a la orilla del muro, sin embargo, cuando esto no es posible, se deben dejar mangas de tubería para que por ellas salga el agua que el terreno absorba. Si el muro tiene una longitud grande, no debe construirse monolítico, sino que deben dejarse uniones a cada 10 metros.

## CAPÍTULO 4

### PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES POR MEDIO DE PROGRAMA DE COMPUTADORA

#### 4.01 Programas disponibles en el mercado.

En la actualidad, es posible encontrar muchos programas de computadora que cumplen con el objetivo de lograr planificaciones eficientes, sin embargo, para el desarrollo de la presente tesis se decidió utilizar el programa Microsoft Project Versión 4.0, de la corporación Microsoft, debido a que se trabaja en el ambiente Windows y es en español.

#### 4.02 Ventajas de utilizar un programa de computadora.

Un programa de actividades ayuda a planificar, administrar y comunicar información acerca de los proyectos de manera eficaz. Debido a la facilidad para hacer cambios, se obtiene una gran flexibilidad y el control que se necesita para crear y organizar proyectos. Mediante el uso de un programa de computadora se pueden utilizar diferentes características de personalización para adecuar el programa a las necesidades específicas de cada usuario y además se tiene la ventaja de poder mantener un seguimiento exacto de la información que se necesite.

Básicamente, un programa de actividades sirve para tres objetivos: tener el control de tiempos de ejecución de un proyecto, tener un estricto control de costos y finalmente para poder controlar los recursos necesarios para ejecutar dicho proyecto.

##### 4.02.01 Control de tiempos.

La mayoría de los programas de computadora que se han creado para llevar control de las actividades de un proyecto, cuentan con opciones para dar seguimiento a los tiempos de ejecución mediante diferentes métodos, por ejemplo el método de la ruta crítica, PERT y diagrama de Gantt.

**El método de la Ruta Crítica** es un modelo matemático que calcula la duración total de un proyecto basándose en la duración de cada tarea en particular y en sus dependencias, y que identifica qué tareas son críticas. Este modelo es el método de programación utilizado fundamentalmente en el software<sup>27</sup> que se utiliza como ejemplo en esta tesis para la administración de proyectos.

**El método Pert** (técnica de revisión de evaluación del programa), fue desarrollado por la marina de los Estados Unidos Americanos durante los años 50's; este método utiliza probabilidades estadísticas para calcular las duraciones previstas. Actualmente, un diagrama PERT (también llamado diagrama de red) hace referencia a la representación gráfica de las relaciones entre tareas.

**El diagrama de Gantt** es un modo de representar gráficamente las actividades a lo largo de una escala de tiempos. Inicialmente llamadas diagramas de barras de Gantt, estas representaciones gráficas, han pasado a llamarse diagramas de Gantt en honor del inventor del sistema (Henry L. Gantt).

El llevar un control de proyecto mediante un programa de computadora facilita los cambios que se sufren en todos los proyectos, ya que la mayoría de los planes cambian una vez iniciado el trabajo real, y por medio de la ayuda del programa se pueden utilizar una serie de herramientas para efectuar los cambios en el proyecto de una manera eficaz. Por ejemplo, se puede introducir información acerca del progreso de las actividades específicas en el proyecto, y a continuación, comparar este progreso con el plan original. Conforme se van completando las actividades, se puede calcular rápidamente cómo afectan los cambios a la programación general del proyecto. Si una actividad se convierte en ruta crítica, y está retrasando la programación del proyecto, el programa permitirá saberlo, de modo que se pueda comenzar a vigilar las tareas más de cerca.

---

<sup>27</sup> Software: Programa de computadora diseñado para hacer tareas específicas.

Realizar un seguimiento del progreso ofrece varias ventajas:

- Identificar y resolver los problemas que se produzcan.
- Generar informes de estado para la administración y los participantes en el proyecto.
- Conservar datos históricos que ayuden a planificar proyectos futuros de una forma más precisa.

Con la ayuda de un programa de computadora se puede seguir la información acerca de la programación con diferentes niveles de detalle. Si solamente se está interesado en las fechas programadas, se puede seguir solamente las fechas de comienzo y fin de las actividades. Si se está interesado en otros aspectos del proyecto, como los costos y el uso de los recursos, se puede seguir el proyecto con un mayor grado de detalle. El seguimiento de tiempos del proyecto es un proceso que consta de tres pasos:

1. Crear una planificación prevista basada en la programación preliminar.
2. Actualizar periódicamente la programación para reflejar el proceso del proyecto.
3. Comparar la información actualizada de la programación con la planificación prevista para determinar hasta qué punto se ajusta el progreso del proyecto a lo planificado.

Cuando se compare la programación actual con el plan previsto de forma regular, se pueden identificar las discrepancias conocidas como variaciones entre el progreso planificado y el actual o real. Si se detectan las variaciones en un momento poco avanzado del proceso, se podrán ajustar los problemas de la programación antes que se conviertan en críticos.

#### 4.02.02 Control de costos.

El costo de una obra es un aspecto importante de la programación y del control total del proyecto. Por ejemplo, las consideraciones de costos predeterminan la rapidez con la que se llevan a cabo las tareas y cómo se

emplean los recursos (equipo y trabajadores). En algunos casos, el éxito del proyecto se mide por la desviación entre los costos finales del proyecto y los costos previstos.

Con un software avanzado es posible seguir la evolución de los costos a un nivel básico o avanzado por ejemplo:

- Asignar salarios a los trabajadores.
- Contabilizar el costo de los materiales.
- Controlar la acumulación de costos.
- Consultar los costos del proyecto.

Mediante la asignación de costos a las tareas y a los recursos, se puede utilizar el software para seguir la evolución del flujo de caja del proyecto. A medida que se vaya creando el proyecto, será posible desarrollar escenarios de costos del tipo “qué pasará si”, mediante el ajuste de los recursos y la posterior revisión del efecto de los cambios de los costos de la programación. Es posible determinar cuánto costará complementar una actividad, así como desarrollar un historial de costos para proyectos futuros. El costo de completar cada tarea incluye el costo de todos los recursos que trabajan en una tarea y de todos los gastos adicionales, como el costo de los materiales y los costos por uso de equipo.

Si se introduce información inicial acerca del costo de los recursos y las tareas al comienzo del proyecto, será posible predecir el costo total de las tareas individuales, de los recursos, de las fases y del proyecto completo. Si se introduce el costo real a medida que se van finalizando las tareas, se podrán administrar las tareas y los recursos para realizar el proyecto dentro del plazo y del presupuesto previstos.

Si se le asignan costos a los recursos y tareas, es posible obtener información relativa a costos en cualquier punto del proyecto, como pueden ser:

- El costo de los recursos de una tarea.
- El costo de los recursos del proyecto.
- El valor total de completar una tarea.

- El costo total de cualquier fase del proyecto.
- El costo planificado del proyecto.

También es posible asignar tareas a los recursos, lo cual ayuda para una administración exacta de los costos del proyecto. Las tasas de los recursos podrían ser el costo horario de los trabajadores o el equipo necesario para completar una tarea, o el costo fijo por uso de una pieza de equipo. Normalmente, el costo del recurso incluye las tasas de horas extra y estándar de los recursos. Cuando un recurso con una tasa de hora extra o estándar se asigna a una tarea, y ésta dura más tiempo del planificado, se incrementa el costo del recurso para esa tarea. Un recurso puede tener también un costo único cada vez que se utilice. Por ejemplo, el alquiler de equipo puede tener un costo de entrega de Q.100.00 o un cargo establecido por cada vez que se utilice, además de un recargo por hora.

Cada programa de software tiene distintas formas de ver los costos del proyecto. Se pueden ver *los costos de las tareas* cuando desee consultar el costo total de todos los recursos asignados y el costo total de una tarea. Se pueden ver *los costos de los recursos* cuando sea necesario consultar cuánto dinero se ha gastado en horas extras. Así mismo, se pueden consultar *los costos totales del proyecto* para comprobar si el proyecto permanece dentro de los valores generales presupuestados. Con un control de costos se puede administrar estrictamente el proyecto mediante el seguimiento de los mismos en cada tarea y también se pueden generar diversos informes de costos, tanto renglón por renglón, como del proyecto general.

#### 4.02.03 Control de recursos.

Los recursos son el personal y el equipamiento con los que trabaja el proyecto. En un programa de computadora se le puede asignar recursos a las tareas y después usar los diferentes menús para administrar estos recursos y el proyecto completo de forma más eficiente. También es posible asignar recursos a las tareas para asegurarse de que la programación



de trabajo para los recursos. El software almacena la información de los recursos con cada proyecto. La cantidad de información que se produzca dependerá del nivel de detalle que se desee.

La asignación de los recursos a las tareas puede ser una parte importante del éxito en la administración del proyecto. Se recomienda asignar recursos a las tareas cuando se tenga por objetivo cualquiera de los siguientes puntos:

- Realizar un seguimiento de los costos de los recursos.
- Llevar a cabo un seguimiento del trabajo realizado por el personal y el equipamiento asignado a las tareas.
- Asegurar una buena descripción y comprensión del proyecto. Si las responsabilidades están claras, el riesgo de que alguna tarea se pase por alto se disminuirá.
- Aumentar la flexibilidad en la planificación de cómo y cuándo deben estar terminadas las tareas.

Las asignaciones de recursos afectan la cantidad de tiempo que se empleará para finalizar la tarea, esto se denomina programación en función de los recursos. Según las asignaciones de los recursos, el software calculará también los costos de los recursos y las tareas, si se introdujo información acerca de los costos, y la cantidad de trabajo completado.

## CONCLUSIONES

1. El costo unitario de construcción está integrado por el costo de materiales, mano de obra, arrendamiento y/o depreciación de equipo y herramienta, transporte, gastos de administración y ganancia o utilidad.
2. Para cada proyecto se debe calcular el costo unitario de cada actividad, ya que las condiciones de cada proyecto son propias y pueden influir considerablemente en la integración del costo unitario.
3. Para hacer que un proyecto sea económico, es necesario que se realice una buena planificación, un estricto control de costos, y que se le dé seguimiento al proyecto por medio de un sistema que optimice la utilización de los recursos disponibles.
4. Una buena planificación tiene como objetivo que los desperdicios de materiales y el tiempo ocioso de mano de obra sean nulos.
5. La programación de actividades consiste en ordenar las diferentes operaciones comprendidas en la construcción de un proyecto en la secuencia requerida para lograr la finalización del trabajo en un período mínimo y que sea económicamente viable.
6. En la integración del costo unitario se deben considerar las prestaciones laborales del trabajador, así como los desperdicios de materiales que de acuerdo a la experiencia son inevitables.
7. Para la construcción de todo proyecto de Ingeniería Civil es necesaria una adecuada supervisión por parte de un Ingeniero para evitar malas prácticas que puedan poner en peligro la seguridad de los trabajadores, así como la del usuario final.

8. Todo supervisor de construcción debe revisar la calidad de los materiales a utilizar, y si lo considera necesario, debe exigir ensayos de laboratorio que respalden la calidad de los mismo. Se debe supervisar la calidad de los materiales que se elaboran en el proyecto como en el caso del concreto. Respecto a la mano de obra, se debe supervisar que el personal sea calificado para la realización de cada una de las actividades y que cumplan con las normas de seguridad impuestas.
9. La tecnología actual ofrece la posibilidad de usar diversos programas de computadora para planificación de proyectos, los cuales ofrecen muchas opciones de llevar eficientes controles de costos y de recursos que ayudan a visualizar qué actividades se deben reforzar para poder llevar a cabo el proyecto en el tiempo planificado.
10. Los programas de planificación por computadora ofrecen flexibilidad para hacer cambios sobre la marcha del proyecto, lo que ayuda al ejecutor a tomar decisiones sobre los recursos que está utilizando y la influencia que tendrán los cambios en los costos que ofertó.
11. Los programas de computadora pueden presentar la información procesada por medio del método de la ruta crítica CPM, el método PERT, o por medio del diagrama de Gantt.
12. Dar seguimiento a un proyecto mediante un programa de computadora ofrece la ventaja de poder identificar y resolver los problemas que se produzcan sobre la marcha, además, se pueden generar informes de estado para la administración y los participantes en el proyecto, y se pueden conservar datos históricos que ayuden a planificar proyectos futuros de una forma más precisa.

## RECOMENDACIONES

1. Es conveniente que para cada proyecto se calculen los costos unitarios, aunque las especificaciones de planos sean las mismas, ya que en el costo unitario influyen factores como la distancia del proyecto de la fuente de suministro de materiales, jornadas de trabajo (si se trabaja jornada extraordinaria el costo aumenta por la bonificación que se le debe dar al trabajador, por viático y por uso de recursos como energía eléctrica), recursos de infraestructura disponibles, Etc.
2. Para lograr construcciones económicas, es necesario una evaluación de las diferentes opciones que se pueden utilizar para construir, por ejemplo, en esta tesis se analizó el costo unitario de construcción de losa de concreto, contra la construcción de una cubierta de estructura metálica y lámina acanalada galvanizada; la diferencia en el costo unitario es de Q.132.28/m<sup>2</sup>, lo que multiplicado por el área total de la vivienda (60m<sup>2</sup>), da un ahorro inicial de Q.7,936.80, sin embargo, utilizando este tipo de cubierta, los gastos posteriores de mantenimiento son más altos.
3. Sería conveniente que en un nuevo punto de tesis, se realizaran comparaciones entre costos unitarios de renglones idénticos, pero utilizando distintos materiales o distintos métodos de construcción, ya que esto redundaría en beneficio para la población más necesitada de vivienda en el país.
4. Para llevar un buen control de costos y de tiempos de ejecución es recomendable utilizar un programa de computadora; para el programa presentado en esta tesis se utilizó el Microsoft Project, de Microsoft Corporation, sin embargo, cualquier software puede ser eficiente en función de las necesidades de cada proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

**COBOS MEJÍA, Carlos Roberto.**

“Necesidad de vivienda y su financiamiento en Guatemala”.  
Tesis de graduación de Ingeniero Civil.  
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.  
Guatemala, mayo de 1,989.

**ENRÍQUEZ DOMÍNGUEZ, Juan Alberto.**

“Administración y ejecución de proyectos de edificaciones para vivienda”.  
Tesis de graduación de Ingeniero Civil.  
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.  
Guatemala, octubre de 1,976.

**ET-AL.**

“Manual del Usuario de Microsoft Project Versión 4.0”.  
Estados Unidos de América, 1,994.

**ET-AL**

“Precios promedios de mano de obra pagados a destajo en la construcción para la ciudad de Guatemala”.  
Cámara Guatemalteca de la Construcción.  
Guatemala, octubre de 1998.

**LEVY, Sydney.**

“Administración de proyectos de construcción”.  
Editorial McGraw-Hill. 2da. Edición en español.  
México, 1997 .

**MERRIT, Frederick S.**

“Manual del Ingeniero Civil”  
Tercera Edición, Tomos I y II  
México, 1,992.

**PALACIOS JUAREZ, Francisco Manuel.**

“El problema de la vivienda en el municipio de Guatemala, de la población de escasos recursos”.  
Tesis de graduación de Licenciado en Ciencias Económicas.  
Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala.  
Guatemala, marzo 1,989.

**ANEXO 1:  
INTEGRACIÓN DEL FACTOR AYUDANTE.**

La mano de obra directa que se gastaría para la ejecución de este proyecto sería la siguiente:

<b>2.01</b>	<b>CIMENTACIÓN.</b>				
2.01.01	Trazo y colocación de puentes	62.30	ml	Q.3.17	Q.197.49
2.01.02	Excavación estructural.	5.45	m <sup>3</sup>	Q.15.00	Q.81.75
2.01.03	Cimiento corrido.	62.30	ml	Q.14.25	Q.887.78
2.01.04	Relleno estructural.	62.30	ml	Q.0.45	Q.28.04
<b>2.02</b>	<b>LEVANTADOS</b>				
2.02.01	Muros de mampostería.	103.88	m <sup>2</sup>	Q.22.30	Q.2,316.52
2.02.02	Tabiques interiores.	25.79	m <sup>2</sup>	Q.19.98	Q.515.28
<b>2.03</b>	<b>TECHOS</b>				
2.03.01	Losa concreto armado.	60.00	m <sup>2</sup>	Q.47.39	Q.2,843.40
2.03.02	Impermeabilizado de losa.	60.00	m <sup>2</sup>	Q.4.00	Q.240.00
<b>2.04</b>	<b>INSTALACIONES</b>				
2.04.01	Inst. Sanitarias de PVC.	34.50	ml	Q.28.66	Q.988.77
2.04.02	Inst. Hidráulicas.	24.25	ml	Q.8.94	Q.216.80
2.04.03	Inst. Eléctricas.	1.00	global	Q.629.00	Q.629.00
<b>2.05</b>	<b>PISOS</b>				
2.05.01	Piso de granito fondo gris.	60.00	m <sup>2</sup>	Q.8.84	Q.530.40
2.05.02	Torta de cemento.	5.70	m <sup>2</sup>	Q.17.18	Q.97.93
<b>2.06</b>	<b>ACABADOS</b>				
2.06.01	Repello.	154.96	m <sup>2</sup>	Q.10.77	Q.1,668.92
2.06.02	Cernido.	154.96	m <sup>2</sup>	Q.4.42	Q.684.92
2.06.03	Pintura.	154.96	m <sup>2</sup>	Q.1.50	Q.232.44
<b>2.07</b>	<b>OBRAS EXTERIORES</b>				
2.07.01	Tanque cisterna.	6.40	m <sup>2</sup>	Q.146.21	Q.935.76
2.07.02	Muros de contención.	13.53	m <sup>2</sup>	Q.26.87	Q.363.55

**TOTAL DE MANO DE OBRA DE ALBAÑIL:** Q.13,458.75  
**2 AYUDANTES POR 3 MESES A Q.24.50 AL DIA:** Q.4,410.00  
**PORCENTAJE DE AYUDANTE: (AYUDANTE/ALBAÑIL): 32.76%**

**Por lo tanto, se utilizará un factor de ayudante del 33.00% del total de la mano de obra de los albañiles.**

**ANEXO 2:  
CÁLCULO DE PRESTACIONES LABORALES.**

Para poder calcular las prestaciones laborales o el factor de incidencia, se debe tomar en cuenta que todo trabajador de la industria de la construcción tiene derecho cada año a lo siguiente:

		Días al año	% de Incidencia <sup>1</sup>
1	Vacaciones	15.00	5.76
2	Feridos oficiales	11.50	4.41
3	Domingos	52.00	19.96
4	½ día sábado	<u>26.00</u>	<u>9.98</u>
		104.00	40.11%
5	Aguinaldo	30.00	11.52
6	Indemnización	30.00	11.52
7	Bono 14	<u>30.00</u>	<u>11.52</u>
		90.00	34.56%

**OTRAS CUOTAS PATRONALES:**

1. I.G.S.S. 10.00% de cuota patronal sobre la mano de obra.
  2. I.R.T.R.A. 1.00% de la mano de obra pagada.
  3. I.N.T.E.C.A.P. 1.00% de la mano de obra pagada.
- 12.00%

% de Incidencia = 40.11 + 34.56 + 12.00 = 86.67% ≈ **87.00%**

**FERIADOS OFICIALES PARA LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

1° de enero	1.00 día
Semana Santa	2 ½ días
1° de mayo	1.00 día
30 de junio	1.00 día
15 de septiembre	1.00 día
20 de octubre	1.00 día
1° de noviembre	1.00 día
24 de diciembre	½ día
25 de diciembre	1.00 día
31 de diciembre	½ día
Fiesta patronal del poblado	<u>1.00 día</u>
<b>TOTAL:</b>	<b>11 ½ días</b>

<sup>1</sup> % de incidencia = ((días al año) x 100 / (días hábiles al año)) + otras cuotas patronales.

## ANEXO 3:

**INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO DEL CONCRETO.<sup>2</sup>** $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Cantidad a integrar:  $14.16\text{m}^3$ 

No.	ACTIVIDAD	CANT.	U	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES Y EQUIPO</b>					
1.0	Cemento	107.47	sacos	Q.23.17	Q.2,490.08
2.0	Arena	8.50	$\text{m}^3$	Q.60.00	Q.510.00
3.0	Piedrín	11.33	$\text{m}^3$	Q.115.00	Q.1,302.95
4.0	Transporte de cemento	107.47	u	Q.1.00	Q.107.47
5.0	Arrendamiento de mezcladora	1.00	día	Q.400.00	Q.400.00
6.0	Arrendamiento de vibrador	1.00	día	Q.200.00	Q.200.00
7.0	Gasolina	5.00	galón	Q.40.50	Q.52.50
8.0	Aceite	0.33	galón	Q.35.50	Q.11.72
<b>Total de materiales IVA incluido:</b>					<b>Q.5,074.72</b>
<b>Costo unitario de materiales:</b>					<b>Q.358.38/<math>\text{m}^3</math></b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
1.0	Mano de obra de ayudantes	89.80	hora/hom.	Q.2.50	Q.224.50
2.0	Colocación y vibrado de concreto	53.20	hora/hom.	Q.7.50	Q.399.00
<i>Sub-total mano de obra</i>					Q.623.50
<sup>3</sup> <i>Prestaciones laborales (75%)</i>					Q.467.60
<b>SUMA:</b>					Q.1,091.10
<i>IVA (10%)</i>					Q.109.11
<b>Total mano de obra:</b>					<b>Q.1,200.21</b>
<b>Costo unitario mano de obra:</b>					<b>Q.84.75/<math>\text{m}^3</math></b>
<b>COSTO UNITARIO DEL RENGLÓN:</b>					<b>Q.443.13/<math>\text{m}^3</math></b>

<sup>2</sup> Esta integración de costos se realizó sobre la base de datos reales obtenidos en diferentes fundiciones, en las cuales se cronometraron tiempos efectivos de trabajo, tanto de albañiles como de ayudantes. También se llevó un estricto control de volúmenes de arena, piedrín y cemento. Al final de cada día de fundición se tomó medida de los volúmenes fundidos, por lo cual, en este costo unitario también se están considerando los desperdicios.



ANEXO 4:  
**CUANTIFICACIÓN DE RENGLONES DE CONSTRUCCIÓN.**

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>U</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>2.01</b>	<b>CIMENTACIÓN.</b>				
2.01.01	Trazar y colocar puentes.	62.30	ml	Q.12.08	Q.752.58
2.01.02	Excavación estructural.	5.45	m <sup>3</sup>	Q.66.41	Q.361.93
2.01.03	Cimiento corrido.	62.30	ml	Q.79.42	Q.4,947.87
2.01.04	Relleno estructural.	62.30	ml	Q.3.98	Q.247.95
<b>2.02</b>	<b>LEVANTADOS</b>				
2.02.01	Muros de mampostería.	103.88	m <sup>2</sup>	Q.121.39	Q.12,609.99
2.02.02	Tabiques interiores.	25.79	m <sup>2</sup>	Q.107.93	Q.2,783.51
<b>2.03</b>	<b>TECHOS</b>				
2.03.01	Losa concreto armado.	60.00	m <sup>2</sup>	Q.221.65	Q.13,299.00
2.03.03	Impermeabilizado de losa.	60.00	m <sup>2</sup>	Q.29.16	Q.1,749.60
<b>2.04</b>	<b>INSTALACIONES</b>				
2.04.01	Inst. Sanitarias de PVC.	34.50	ml	Q.185.02	Q.6,383.19
2.04.02	Inst. Hidráulicas.	24.25	ml	Q.56.22	Q.1,363.34
2.04.03	Inst. Eléctricas.	1.00	global	Q.3,266.75	Q.3,266.75
<b>2.05</b>	<b>PISOS</b>				
2.05.01	Piso de granito fondo gris.	60.00	m <sup>2</sup>	Q.82.99	Q.4,979.40
2.05.02	Torta de cemento.	5.70	m <sup>2</sup>	Q.91.71	Q.522.75
<b>2.06</b>	<b>ACABADOS</b>				
2.06.01	Repello.	154.96	m <sup>2</sup>	Q.41.27	Q.6,395.20
2.06.02	Cernido.	154.96	m <sup>2</sup>	Q.91.71	Q.2,626.57
2.06.03	Pintura.	154.96	m <sup>2</sup>	Q.8.79	Q.1,362.10
<b>2.07</b>	<b>OBRAS EXTERIORES</b>				
2.07.01	Tanque cisterna.	6.40	m <sup>2</sup>	Q.764.39	Q.4,892.10
2.07.02	Muros de contención.	13.53	m <sup>2</sup>	Q.160.29	Q.2,168.72
	<b>COSTO TOTAL (IVA INCLUIDO):</b>				<b>Q.70,712.56</b>
	<b>COSTO POR METRO CUADRADO:</b>				<b>Q.1,178.54</b>

**ANEXO 5:**

**INTEGRACIÓN DE COSTOS ADMINISTRATIVOS Y UTILIDAD**

Para el presente proyecto, como se puede observar en el anexo No. 6, se está programando un tiempo de ejecución de 90 días calendario, por lo que durante ese tiempo se tendrán que pagar los siguientes sueldos:

<b>CANT.</b>	<b>PUESTO</b>	<b>Q./MES</b>	<b>Q./3 MESES</b>	<b>PRESTAC.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Maestro de obra	Q.2,250.00	Q.6,750.00	Q.5,062.50	Q.11,812.50
1	Guardián	Q.750.00	Q.2,250.00	Q.1,687.50	Q.3,937.50
1	Bodeguero	Q.750.00	Q.2,250.00	Q.1,687.50	Q.3,937.50
1	Planillero	Q.1,200.00	Q.3,600.00	Q.2,700.00	Q.6,300.00
1	Secretaria	Q.1,500.00	Q.4,500.00	Q.3,375.00	Q.7,875.00
1	Contador	Q.1,300.00	Q.3,900.00	Q.2,925.00	<u>Q.6,825.00</u>
<b>TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS:</b>					<b>Q.40,687.50</b>

Asumiendo que se construyan 6 casas simultáneamente, el total de gastos administrativos por cada casa será de Q.6,781.25, el cual dividido entre el costo total por casa que es de Q.70,712.56<sup>3</sup>, da como resultado el porcentaje de gastos administrativos equivalente a 9.60%.

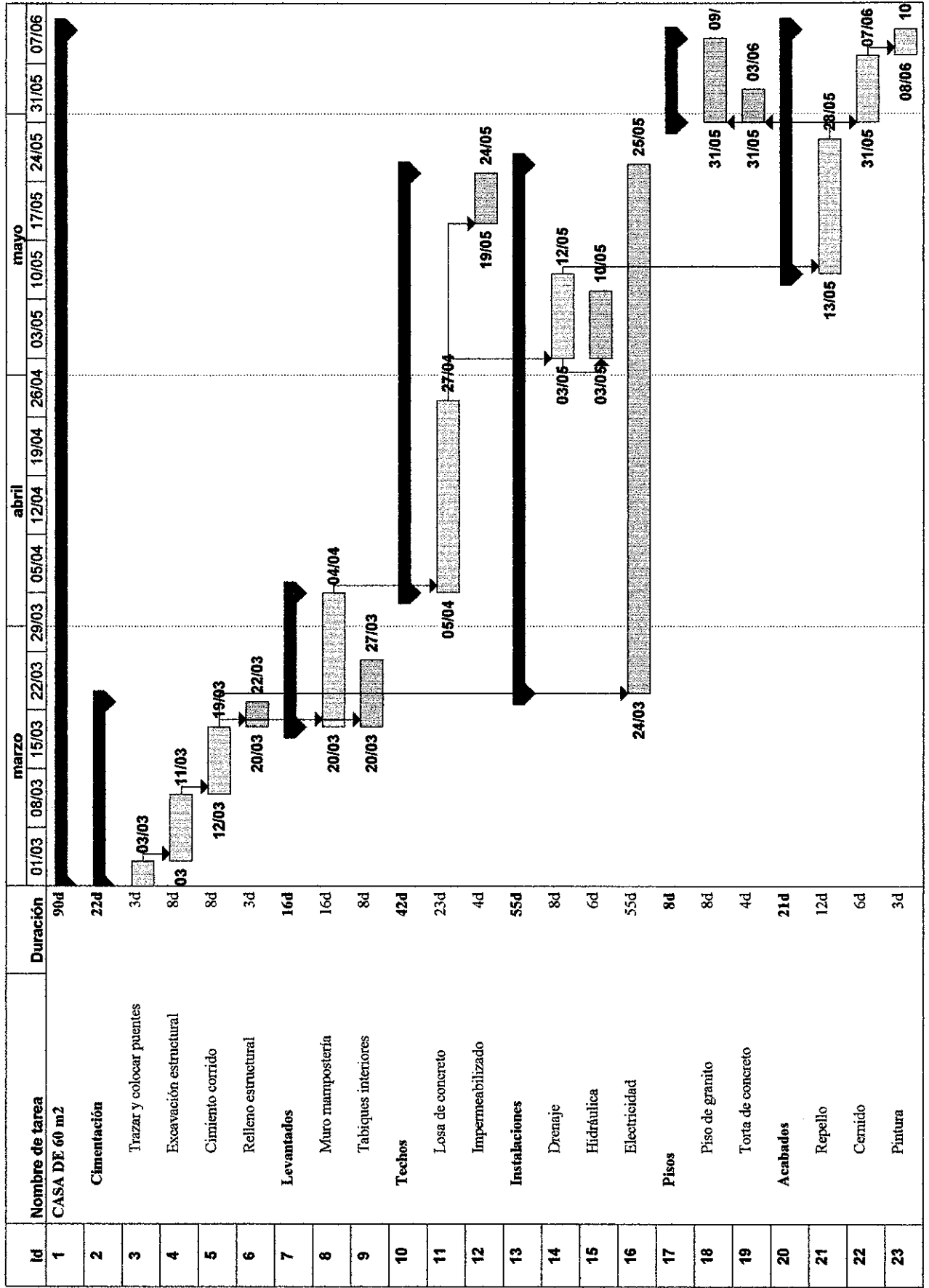
<b>UTILIDAD<sup>4</sup> EJEMPLO DESEADO POR EL CONSTRUCTOR POR CASA:</b>	<b>10%</b>
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS POR CASA:</b>	<b><u>9.60%</u></b>
<b>PORCENTAJE TOTAL:</b>	<b>19.60%</b>

**Por lo tanto, la casa finalmente costaría:  $Q.70,712.56 \times 1.196 = Q.84,572.22$**

<sup>3</sup> Véase anexo 4.

<sup>4</sup> Incluye honorarios de supervisión.

# ANEXO 6: PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA



ANEXO 7:

**GRÁFICO DE PORCENTAJES DE COSTOS**

