



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

**COMPARACIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN ENTRE DOS MUROS  
PERIMETRALES (UNO CONSTRUIDO CON *BLOCK* CONTRA OTRO DE PLANCHAS DE  
CONCRETO PREFABRICADO)**

**Ed Junior Torres Arriaga**

Asesorado por el Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, enero de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**COMPARACIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN ENTRE DOS MUROS  
PERIMETRALES (UNO CONSTRUIDO CON *BLOCK* CONTRA OTRO DE PLANCHAS DE  
CONCRETO PREFABRICADO)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ED JUNIOR TORRES ARRIAGA**

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO FRANCISCO MELINI SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADORA	Inga. Dilma Yanet Mexicanos Yol
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **COMPARACIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN ENTRE DOS MUROS PERIMETRALES (UNO CONSTRUIDO CON *BLOCK* CONTRA OTRO DE PLANCHAS DE CONCRETO PREFABRICADO)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería civil, con fecha 7 de octubre de 2015.

**Ed Junior Torres Arriaga**



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
03 de octubre de 2017

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **COMPARACIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN ENTRE DOS MUROS PERIMETRALES (UNO CONSTRUIDO CON BLOCK CONTRA OTRO DE PLANCHAS DE CONCRETO PREFABRICADO)** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ed Junior Torres Arriaga, quien contó con la asesoría del Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Civil, Guillermo Francisco Melini Salguero  
Asesor y Jefe Del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
USAC

/mrrm.



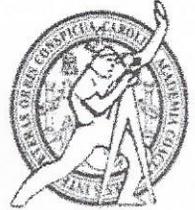
*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

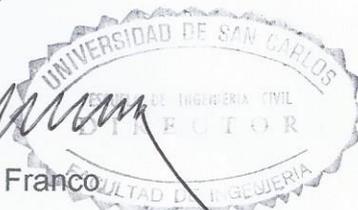
<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Ed Junior Torres Arriaga COMPARACIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN ENTRE MUROS PERIMETRALES (UNO CONSTRUIDO CON *BLOCK* CONTRA OTRO DE PLANCHAS DE CONCRETO PREFABRICADO) da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2018

/mmm.



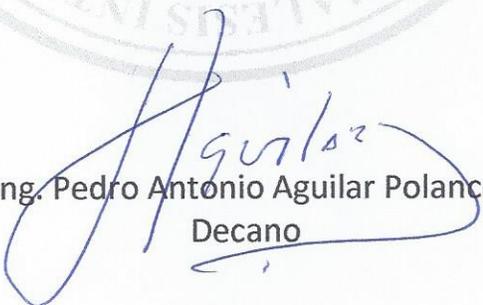
*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*



DTG. 024.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **COMPARACIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN ENTRE DOS MUROS PERIMETRALES (UNO CONSTRUIDO CON *BLOCK* CONTRA OTRO DE PLANCHAS DE CONCRETO PREFABRICADO)**, presentado por el estudiante universitario: **Ed Junior Torres Arriaga**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, enero de 2018

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser el creador de todo.
<b>Mi padre</b>	Milton Gonzalo Torres Del Cid (q. e. p. d.) por haberme dado todo lo que pudiste y haberme inculcado buenos valores.
<b>Mi madre</b>	Silvia Lili Arriaga López por estar siempre conmigo en todo momento y apoyándome para cumplir mis metas.
<b>Mis hermanos</b>	Hamilton y Jacqueline por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios.

**Facultad de Ingeniería**

Por haberme formado todos estos años como profesional.

**Mis padres**

Por toda su ayuda, amor y paciencia brindada en todos estos años.

**Mi novia**

Por ser mi fiel compañera y estar conmigo en los momentos más importantes de mi vida, apoyarme en las buenas y en las malas.

**Mi asesor**

Por su paciencia y apoyo.

**Mis amigos**

Por su amistad y buenos deseos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. GENERALIDADES .....	1
1.1. Muros de mampostería.....	1
1.1.1. Definición.....	1
1.1.2. Historia .....	1
1.1.3. Características.....	5
1.1.4. Tipos de muros de mampostería .....	6
1.2. Muro de mampostería hechos con <i>block</i> de arena pómez.....	8
1.2.1. Materiales .....	8
1.2.2. Método de construcción.....	11
1.2.3. Ventajas y desventajas .....	12
1.3. Muro de mampostería hecho con planchas de concreto prefabricado .....	13
1.3.1. Materiales .....	13
1.3.2. Método de construcción.....	14
1.3.3. Ventajas y desventajas.....	14
2. INTEGRACIÓN DE COSTOS.....	17

2.1.	Renglones de trabajo .....	18
2.1.1.	Renglones de trabajo para muros perimetrales.....	19
2.1.1.1.	Con <i>block</i> de arena pómez .....	19
2.1.1.2.	Con planchas de concreto .....	21
2.2.	Tipo de costos .....	23
2.2.1.	Costos indirectos.....	23
2.2.1.1.	Integración .....	23
2.2.1.1.1.	Materiales.....	23
2.2.1.1.2.	Mano de obra .....	25
2.2.1.1.3.	Herramienta, equipo y suministros .....	33
2.2.2.	Costos indirectos.....	34
2.2.2.1.	Integración .....	34
3.	PRESUPUESTO .....	45
3.1.	Integración.....	46
3.2.	Precios unitarios.....	48
3.2.1.	Estructura e integración .....	48
3.3.	Precio de oferta .....	51
4.	EJEMPLO DE INTEGRACIÓN DE COSTOS DE MURO PERIMETRAL .....	53
4.1.	Con <i>block</i> de arena pómez.....	54
4.1.1.	Cuantificación de materiales .....	54
4.1.2.	Cálculo precio unitario.....	58
4.1.3.	Renglones de trabajo .....	69

4.1.4.	Integración del costo total .....	69
4.2.	Con planchas de concreto .....	70
4.2.1.	Cuantificación de materiales.....	71
4.2.2.	Cálculo de precio unitario .....	73
4.2.3.	Renglones de trabajo.....	79
4.2.4.	Integración del costo total.....	79
5.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE MURO PERIMETRAL.....	81
5.1.	Ventajas.....	85
5.2.	Desventajas .....	86
6.	TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE MUROS PERIMETRALES ....	87
6.1.	Con <i>block</i> de arena pómez.....	87
6.2.	Con planchas de concreto prefabricado .....	87
6.3.	Análisis comparativo.....	89
	CONCLUSIONES .....	91
	RECOMENDACIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	95
	APÉNDICES .....	97



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Tipos de muros romanos.....	3
2.	Integración detallada del costo en edificación.....	18
3.	Integración del costo de mano de obra .....	25
4.	Integración de gastos generales o de administración .....	35
5.	Modelo de integración de un presupuesto .....	47
6.	Estructura del precio unitario.....	49
7.	Integración del precio unitario .....	50
8.	Comparación de costos de materiales, mano de obra e indirectos para muros perimetrales .....	84
9.	Ventajas de los muros perimetrales .....	85
10.	Desventajas de los muros perimetrales .....	86
11.	Cronograma de ejecución para muro perimetral de <i>block</i> .....	88
12.	Cronograma de ejecución para muro perimetral prefabricado .....	89

### TABLAS

I.	Resistencia mínima a compresión calculada sobre área neta .....	10
II.	Medidas normales de los bloques huecos de concreto.....	10
III.	Renglones de trabajo para muro perimetral con <i>block</i> de arena pómez.....	21
IV.	Renglones de trabajo para muro perimetral con planchas de concreto prefabricado.....	22

V.	Integración del factor de indirectos o sobrecosto.....	43
VI.	Cuantificación de materiales para metros de trazo y nivelación .....	54
VII.	Cuantificación de materiales para cimiento corrido.....	55
VIII.	Cuantificación de materiales para solera hidrófuga .....	56
IX.	Cuantificación de materiales para solera final .....	56
X.	Cuantificación de materiales para muro.....	57
XI.	Cuantificación de materiales para columna tipo A .....	58
XII.	Cuantificación de materiales para columna tipo B .....	58
XIII.	Integración de prestaciones laborales muro de <i>block</i> .....	59
XIV.	Integración de costos indirectos .....	60
XV.	Precio unitario limpieza y chapeo para muro <i>block</i> .....	61
XVI.	Precio unitario trazo y nivelación para muro de <i>block</i> .....	62
XVII.	Precio unitario cimentación para muro de <i>block</i> .....	63
XVIII.	Precio unitario solera hidrófuga para muro de <i>block</i> .....	64
XIX.	Precio unitario solera final para muro de <i>block</i> .....	65
XX.	Precio unitario muro de <i>block</i> .....	66
XXI.	Precio unitario columna tipo A para muro de <i>block</i> .....	67
XXII.	Precio unitario columna tipo B para muro de <i>block</i> .....	68
XXIII.	Renglones de trabajo de muro con <i>block</i> de arena pómez.....	69
XXIV.	Costo total para muro con <i>block</i> de arena pómez.....	70
XXV.	Cuantificación de materiales trazo y nivelación muro prefabricado .....	71
XXVI.	Cuantificación de materiales para postes prefabricados.....	72
XXVII.	Cuantificación de materiales para panchas prefabricadas.....	73
XXVIII.	Integración de prestaciones laborales muro prefabricado .....	74
XXIX.	Precio unitario limpieza y chapeo para muro prefabricado .....	75
XXX.	Precio unitario trazo y nivelación para muro prefabricado .....	76
XXXI.	Precio unitario postes prefabricados.....	77
XXXII.	Precio unitario planchas prefabricadas .....	78
XXXIII.	Renglones de trabajo para muro prefabricado.....	79

XXXIV.	Costo total para muro prefabricado .....	80
XXXV.	Costo de materiales para muro de <i>block</i> .....	81
XXXVI.	Costo de materiales para muro prefabricado .....	82
XXXVII.	Costo de mano de obra para muro de <i>block</i> .....	82
XXXVIII.	Costo de mano de obra para muro prefabricado.....	83
XXXIX.	Costos indirectos para muros perimetrales .....	83
XL.	Cálculo de precio unitario para muros perimetrales .....	84
XLI.	Comparación de tiempos de ejecución por renglones de trabajo para muros perimetrales .....	89



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A.C.</b>	Antes de Cristo
<b>cm</b>	Centímetro $10^{-2}$
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
<b>Psi</b>	Libra sobre pulgada cuadrada
<b>MPa</b>	Megapascal $10^6$
<b>m</b>	Metro $10^0$
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzal, moneda de Guatemala



## GLOSARIO

<b>Albañil</b>	Persona que realiza trabajos básicos de construcción.
<b>Ayudante</b>	Persona que asiste al albañil.
<b>Block</b>	Es un mampuesto prefabricado utilizado en la construcción de muros.
<b>Cantera</b>	Lugar en donde se extrae materiales de construcción.
<b>Cimiento corrido</b>	Es un elemento estructural que recibe cargas de los muros y las transmite al suelo.
<b>Concreto</b>	Es una mezcla de cemento, agua, arena y grava.
<b>Cronograma</b>	Es una lista de procesos de un proyecto incluyendo fechas de comienzo y fin.
<b>Depreciación</b>	Disminución del precio de algo debido al desgaste que provoca su uso.
<b>Formaleta</b>	Madera u otro material que se utiliza como molde para fundir el concreto.

<b>Merma</b>	Pérdidas que se producen en el proceso de construcción.
<b>Mortero</b>	Es una mezcla de agregados finos y agua para pegar elementos de mampostería.
<b>Muro</b>	Es un elemento vertical utilizado para delimitar áreas y para resistir cargas según sea el caso.
<b>Obra</b>	Donde se ejecutan trabajos de construcción.
<b>Presupuesto</b>	Es un cálculo anticipado de los costos de un proyecto.
<b>Proceso constructivo</b>	Es un conjunto de actividades o procesos que se realizan para alcanzar una meta.
<b>Proyecto</b>	Conjunto de tareas de forma ordenada para lograr un objetivo.
<b>Solera</b>	Elemento horizontal equivalente al de una viga.
<b>Varilla</b>	Barra larga de acero para la construcción.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación es un análisis de dos tipos de muros perimetrales: con *block* de arena pómez y con planchas de concreto prefabricado. Se hace una comparación basándose en los costos y tiempos de ejecución de cada uno de ellos. La integración de los costos se hace en base a renglones de trabajo y precios unitarios.

Para hacer la comparación se hace un ejemplo con las mismas dimensiones en donde se cuantifican materiales, mano de obra, precio unitario y junto con los renglones de trabajo se integra el costo total de cada uno de los muros perimetrales. En base a los resultados obtenidos se determinan las ventajas y desventajas que cada uno posee.

Se realizaron cronogramas de ejecución de cada sistema con ayuda de Project. Para tener datos más exactos se tomaron en cuenta los rendimientos de los albañiles en cada proceso constructivo.



## OBJETIVOS

### General

Realizar una comparación de costos y tiempo de ejecución entre dos muros perimetrales (un muro perimetral construido con *block* contra otro de planchas de concreto prefabricado).

### Específicos

1. Establecer el precio de materiales, herramienta y mano de obra para ambos muros perimetrales.
2. Identificar el muro perimetral que resulta más económico de realizar.
3. Estimar los tiempos de ejecución de los dos muros perimetrales.
4. Determinar las ventajas y desventajas que posee la construcción de ambos muros perimetrales.



## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la construcción de muros perimetrales ha ido cambiando de materiales, técnicas y procesos. Han aparecido nuevas alternativas para suplir las necesidades de cada época. Estas alternativas resulta de nuevos materiales mejorados que reducen el tiempo de ejecución de la construcción, mano de obra y en sí el costo de todo el proyecto. Por otra parte, muchas personas prefieren métodos convencionales para la delimitación, separación, o división de sus propiedades.

Los métodos constructivos más utilizados actualmente son los muros de mampostería de *block* pómez y los muros prefabricados de planchas de concreto. Este último ha empezado a adquirir mayor demanda en el mercado, aunque existe desconocimiento sobre las ventajas y desventajas de cada método, así como el costo y tiempo de ejecución de cada una.

En este trabajo de graduación se pretende dar a conocer cuál de los dos tipos resulta más económico y práctico, a través de una comparación de costos y tiempos de ejecución entre los dos métodos mencionados. Para esto se utiliza la metodología de precios unitarios y renglones de trabajo, así como los diagramas de tiempos de ejecución para realizar el análisis comparativo entre los dos sistemas. Así la población podrá elegir qué muro perimetral se adecua a sus necesidades, dependiendo del área que se requiere construir, el tiempo que se disponga, la utilidad, etcétera.



# **1. GENERALIDADES**

## **1.1. Muros de mampostería**

Una gran variedad de materiales han sido utilizados desde la antigüedad para hacer muros de mampostería. Los elementos más usados actualmente son los ladrillos y bloques de concreto. Los muros han tenido un constante desarrollo desde que se comenzaron a realizar hace algunos miles de años atrás. Desde la piedra y arcilla, hasta la mampostería reforzada. Esta última ha evolucionado de tal manera que es una de las más utilizadas en la construcción.

### **1.1.1. Definición**

La mampostería se puede definir como un sistema constructivo conformado por unidades que se colocan a mano (mampuesto), unidas por un mortero para pegarlos entre sí. Estas unidades pueden ser naturales y artificiales.

### **1.1.2. Historia**

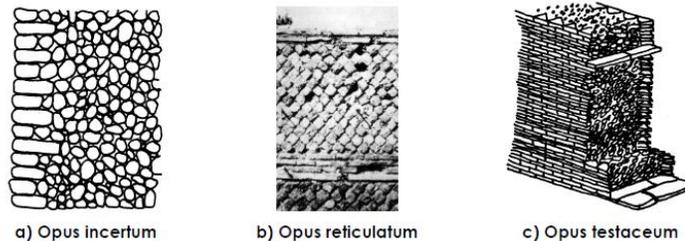
Su uso puede remontarse desde que empezaron a surgir las primeras aldeas. La necesidad de tener un lugar en donde protegerse de las inclemencias de la naturaleza. El hombre tuvo que utilizar los materiales que eran fáciles de conseguir y de utilizar, dependiendo del lugar en donde se encontrara. El proceso que dio desarrollo pudo ser la utilización de mortero.

Según Héctor Gallegos y Horacio Ramírez de Alba en su libro *Las estructuras de mampostería*, el primer templo fue hecho en la ciudad de Uruk (2 900 a.C). En las excavaciones arqueológicas practicadas allí aparecen los cimientos de construcciones de un tamaño considerable, una colina artificial y una torre escalonada, el cual era indispensable en un templo de tipo sumerio.

Los muros en el cual se tienen referencias, han surgido hace algunos cientos de años antes de Cristo. En esta época eran elementos sólidos e irregulares. Se utilizó el barro como principal fuente para hacer ladrillos, y como un tipo de mortero, se utilizaba lodo de hasta 4 cm de espesor en las juntas. También se empleó la piedra. Fueron utilizados en la antigüedad para retener tierra, fortificar comunidades o delimitar edificios. Estos muros eran de gran espesor y de varios tipos. Un ejemplo de un muro de gran espesor se encuentra en el palacio de Ctesiphon, en Mesopotamia con una altura de 34,40 m y espesor de 5,00 m.

Los romanos utilizaron piedra de las mejores canteras egipcias y mármol griego. Usaron la caliza, roca sedimentaria y tufa volcánica. Puede ser que esta tecnología aportara una idea a la invención del mortero de cemento y del concreto. Estos adoptaron una nueva racionalidad para la construcción de muros, como se muestra en la figura de abajo. Estos eran fáciles de levantar, utilizando un nuevo mortero a base de cal.

Figura 1. Tipos de muros romanos



Fuente: GALLEGOS, H. y RAMÍREZ DE ALBA, O. *Las estructuras de mampostería*. p.14.

Según Marco Vitruvio Polión, un arquitecto romano del siglo I antes de Cristo dijo: “Una clase de polvo que por causas naturales produce resultados asombrosos. Se encuentra en Baia y Putuoli y en los alrededores del monte Vesubio. Esta sustancia, cuando es mezclada con cal o piedras, no solamente provee resistencias a construcciones, sino que cuando se construye pilares en el mar, endurece bajo el agua”. La sustancia que menciona es la cal (aglomerante hidráulico), el agregado grueso (piedra) y agua es el concreto.

Las culturas mesoamericanas lograron desarrollos importantes en la construcción. Las creencias religiosas y la organización política y social llevaron a tener una arquitectura grande basada principalmente en las construcciones de mampostería con piezas naturales y artificiales. Utilizaron muros de contención para centros ceremoniales. Se emplearon lajas de piedra de forma alargada e irregular para que, una vez acomodadas, interactuaran por fricción con el peso del terraplén, para así lograr una buena estabilidad.

La mampostería fue importante en Europa occidental para controlar los incendios que destruían las ciudades medievales. Esto es porque sus construcciones estaban hechas en su mayor parte de madera. En 1620, el rey de Inglaterra, Jacobo I, había proclamado el espesor mínimo de los muros en sótanos y primeros niveles en dos y medio espesores de ladrillo. Es por ello que inclusive en Guatemala, con la llegada de los españoles, implementaron este método con las iglesias católicas y otras estructuras.

Con la revolución industrial en el siglo XVII, se extendió la aplicación de ladrillos de arcilla en Inglaterra. Estas empresas se ubicaron cerca de las minas de carbón, que era un combustible abundante y económico. A pesar de que en algunos lugares ya se había inventado el ladrillo, Europa llevo máquinas para el proceso de extrusión, molienda de la arcilla y el corte de las unidades. Esto hizo que se produjera en grandes masas.

En 1796 se patenta el cemento romano, un tipo de cal hidráulica. Brunel propuso en 1813 el refuerzo de una chimenea con mampostería reforzada con barras de hierro forjado. En 1824 se inventa y se patenta el cemento portland. En esa misma década se inventa una máquina para extrudir ladrillos de arcilla, que se usa por primera vez para la mampostería reforzada. Entre los años de 1840 a 1870 se inventa y patenta el primer bloque de concreto. Este era un ladrillo sílico-calcáreo.

En 1889, el ingeniero francés Paul Cottancin patentó un método para reforzar y construir edificios. Dando un paso importante en la construcción, ya que se podían hacer estructuras mucho más grandes con la ayuda de la mampostería reforzada. Un ejemplo de ellos es el edificio Monadnock, en el cual se emplearon criterios más modernos de la ingeniería. Los muros de carga exteriores constan de 16 pisos y de muros de 180 centímetros de espesor.

En Zúrich, 1954, se terminó el primer edificio de muros de carga de mampostería diseñada racionalmente. Su altura es de 20 pisos y los muros tienen un grosor de 32 centímetros. En esta última década se ha logrado reducir el grosor de los muros hasta 10 centímetros para muros que no soportan carga. Entre 15 a 20 centímetros se ha logrado reducir el grosor de los muros que soportan carga.

La Unión Soviética se convirtió en el primer país que propuso resolver el problema de vivienda, y para ello se usaron sistemas de grandes paneles de concreto. Para 1948 se construyeron casas unifamiliares de uno y dos niveles. Aquí comienza la historia de la prefabricación. Actualmente, se construye cada vez más con elementos prefabricados. Unos ejemplos son: vigueta, bovedilla, topes de parqueo, postes de cerco, postes y planchas de concreto para la realización de muros.

### **1.1.3. Características**

Los muros son elementos hechos de diferentes materiales de mampostería. Por ejemplo, pueden estar hechos de una variedad de tipos de piedra, ladrillo de barro cocido, bloques de concreto, y actualmente de planchas de concreto prefabricado. Para estos elementos es necesario que estén fijados en las juntas. En este caso se utiliza un tipo de mortero para que puedan adherirse y se convierta en un sistema constructivo. El mortero que se ha utilizado va desde el lodo, hasta el mortero hecho de la mezcla de cal o cemento con arena y agua. El tipo de cal que se utiliza actualmente es la cal apagada ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), sustancia que se obtiene de la reacción de la cal con el agua.

Una de las características principales de los muros de mampostería es que el ancho es siempre menor que el alto del mismo. La altura máxima en la actualidad es de 37 metros. Se trata del muro de escalada Excalibur, ubicado en las llanuras de Groningen, Países Bajos. Sin embargo, es importante resaltar que la altura dependerá del uso que se le vaya a dar. La altura de un muro perimetral puede ser más alto que un muro de carga, debido a que está sujeto a fuerzas externas que puede hacer que falle más fácilmente.

#### **1.1.4. Tipos de muros de mampostería**

Pueden ser divididos según la función que tengan. Se clasifican preferiblemente de la siguiente manera:

- Según la función estructural

Estos muros pueden ser: confinados estructurales, de rigidez y no estructurales. Los confinados estructurales son los que soportan cargas de las losas y techos, además de su propio peso. Estos pueden resistir las fuerzas horizontales causadas por sismo y viento.

Los muros de rigidez son los que soportan su propio peso, pero también ayudan a resistir fuerzas horizontales. Dichas fuerzas están causadas por sismos en la dirección contraria a los muros estructurales. La diferencia con los anteriores es que no son considerados para el soporte de losas y techos. Los muros no estructurales sirven para separar o dividir espacios de vivienda y terrenos. Estos solo soportan el peso propio de su estructura. Pueden usarse como fachada frente a una casa, como muros divisorios o perimetrales; que separan un espacio del otro.

- Según el material que están contruidos

Los muros pueden ser de piedra natural, ladrillo, madera, concreto, bloques de concreto, y por último, de concreto prefabricado. La piedra natural que se utiliza en la construcción puede ser de cantera, es decir, de forma irregular. La otra forma es cuando la piedra se labra, es decir que se producen bloques rectangulares y casi lisos. Estos son más conocidos como muros de sillería.

Los ladrillos pueden ser de barro cocido, ya sea macizo o hueco, y por ladrillos de mortero de arena y cemento. En los muros de concreto pueden construirse de concreto simple, armado o ciclópeo. Los de madera no tienen mucho uso en comparación con los demás. Generalmente están compuestos por una serie de elementos verticales, y forrados con tablas, ya sea a una o dos caras. No son muy recomendables ya que se deben preservar de la humedad y de los organismos vivos que los atacan.

Los muros de bloques de concreto son los más utilizados actualmente. Esto es debido a la capacidad de colocar acero de refuerzo en distintas cuantías, satisfaciendo las exigencias de resistencia y estabilidad. También presentan resistencia al fuego, sirven como aislantes térmicos debido a los espacios huecos con los que están hechos.

Los muros de concreto prefabricado han tomado auge estos últimos años. Son usados en su mayoría como divisiones perimetrales, es decir, que no soportan cargas. Debido a su poca exigencia de resistencia, los anchos de estos han llegado hasta ser de 5 centímetros. Casi todos tienen una resistencia aproximada a los  $35\text{kg/cm}^2$ .

- Según su función aislante

Según su función aislante pueden ser: exteriores o interiores. Los primeros son los que deben estar sujetos a: resistencia al viento, fuerzas gravitatorias, impermeabilidad, aislante térmico y apariencia. Los otros tienen como función el aislamiento acústico y visual.

## **1.2. Muro de mampostería hechos con *block* de arena pómez**

La construcción de muros de *block* en Guatemala se incrementó a partir del terremoto de febrero de 1976. La gran demanda debido a este suceso, hizo que aparecieran más fábricas que se dedicaron a vender este material. Aunque estas fábricas no cumplían con un control de calidad de los materiales de construcción. Actualmente, los muros de mampostería hechos con *blocks* es todavía bastante alta, por lo que es necesario conocer los elementos que lo conforman, su método de construcción, las ventajas y desventajas que estos poseen.

### **1.2.1. Materiales**

Los materiales de los muros de mampostería hechos con *block* de arena pómez son los siguientes:

- Cemento Portland: el cemento es un conglomerante que da adherencia, se presenta en forma de polvo que se obtiene de pulverizar en altos hornos duras rocas como la caliza y la arcilla. No es más que un cemento artificial, cuyo color gris es similar al de una roca extraída de una isla inglesa con el mismo nombre.

- Arena de río: actualmente es una de las arenas más utilizadas en la construcción. Estas proceden del silíceo y se produce por el bombeo desde el lecho del río.
- Piedrín: es grava o piedra triturada. Esta puede ser de diferentes tamaños. Los tamaños de piedrín más usados en la construcción son de 3/8", 1/2", 3/4" y de 1".
- Acero: es una aleación de hierro con pequeños porcentajes de carbono. Este es de mucha ayuda al concreto en lugares donde hay tensión. En la construcción de mampostería reforzada, se usa entre grado 40 y grado 60. Esto quiere decir que el límite de fluencia está entre los 40 000 PSI a 60 000 PSI. La norma COGUANOR NTG 36011, hace énfasis en las especificaciones de barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de concreto.
- *Block* de arena pómez: son bloques huecos, que son hechos en fábrica. Los materiales que lo constituyen son arena blanca, arena amarilla y cemento en su mayoría. La resistencia está entre los 25 kg/cm<sup>2</sup> a los 35 kg/cm<sup>2</sup> en área bruta. Sin embargo, debido a que se fabrican sin un control de calidad riguroso, la resistencia puede llegar a tener un rango entre 11 kg/cm<sup>2</sup> a 15 kg/cm<sup>2</sup>.

La norma COGUANOR NTG 41054 abarca el tema de bloques huecos de concreto para muros. Menciona tres clases de *blocks*. La clasificación se realiza por la resistencia a compresión y por el porcentaje máximo de humedad. Los de arena pómez entran en la clase C.

Según esta norma, son para muros exteriores o interiores sobre el nivel del suelo, que no soportan carga, o que la soportan en edificaciones de un nivel, menores de 50 metros cuadrados, con distribución simétrica. También para muros colindantes entre terrenos. Si son exteriores debe aplicárseles un recubrimiento acabado protector contra las inclemencias del tiempo.

Tabla I. **Resistencia mínima a compresión calculada sobre área neta**

CLASE	Resistencia mínima a compresión, calculada sobre área neta del bloque (1) kg/cm <sup>2</sup> (Mpa)	
	Promedio de 5 bloques o mas	Mínimo de bloque individual
A	133,0 (13,0)	113,0 (11,1)
B	100,0 (9,8)	85,0 (8,3)
C	66,0 (6,5)	56,0 (5,5)

Fuente: Norma COGUANOR NTG 41054. p. 4.

Las dimensiones de los *blocks* para la construcción, según la norma son:

Tabla II. **Medidas normales de los bloques huecos de concreto**

USO	Medidas principales nominales o modulares (centímetros)			Medidas principales reales (centímetros)		
	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo
Bloque de muro	20	20	40	19	19	39
	15	20	40	14	19	39
Medio bloque de muro	20	20	20	19	19	19
	15	20	20	14	19	19
Bloque del tabique	10	20	40	9	19	39
Medio bloque del tabique	10	20	20	9	19	19

Fuente: Norma COGUANOR NTG 41054. p. 6.

### **1.2.2. Método de construcción**

Es la colocación de materiales y uso de sucesos o procedimientos de forma ordenada y lógica basados en la experiencia a fin de terminar el sistema constructivo con éxito. Es necesario fijar un método para hacer eficientes los trabajos para conseguir construcciones útiles, seguras y económicas. A continuación, se menciona el método para un realizar un muro de *block* de arena pómez.

Antes de empezar con el proyecto, se deben verificar los planos, las especificaciones técnicas, y otras consideraciones para comenzar a trabajar. Ya que todo esté claro se procede a trabajar en el lugar. Primero se debe limpiar y quitar la capa vegetal en el área de trabajo. Después se procede a hacer el trazo y la nivelación de todo el terreno.

Como siguiente punto, se cavan las zanjas para el cimiento corrido y zapatas con el ancho y profundidad especificados. Al mismo tiempo se comienzan a hacer las armaduras necesarias para la construcción: para cimiento corrido, zapatas, columnas y soleras. Para las columnas es necesario que se excave una profundidad, con el largo y ancho especificado en los planos. Ya teniendo las armaduras de cimiento corrido, se acomodan con tacos de concreto o plástico. Después de ello, se funden ambos elementos a la altura indicada.

Luego se comienzan a colocar las hiladas de *blocks* desde el cimiento corrido hasta la solera de humedad. Esta última debe ser fundida con concreto reforzada, y debe ir colocada a nivel del terreno. Para fundirla se necesitará colocar formaleta de madera de 1 pulgada de espesor.

Como siguiente paso se comienza a levantar el muro con *blocks* hasta la altura que se necesita. Se deben colocar con un mortero hecho de cemento y arena de río. Terminado el levantado de muro se funden las columnas con ayuda de formaleta de madera de 1 pulgada de espesor. Se verifica que cumplan con todas las especificaciones dadas.

### **1.2.3. Ventajas y desventajas**

- Ventajas del muro de *block* de pómez
  - Puede ser considerado para un muro de carga.
  - Buena durabilidad.
  - Estabilidad con el tiempo.
  - El muro es un buen aislante térmico y acústico.
  - Son excelentes retardantes al fuego.
  - Es una construcción uniforme, y permite levantar muros muy verticales.
  - La resistencia puede variar dependiendo al tipo de block que se utilice. Dicha resistencia puede ir de 35 kg/cm<sup>2</sup> a 70 kg/cm<sup>2</sup> en área bruta.
  
- Desventajas del muro de *block* de pómez
  - Se debe esperar algún tiempo para que el concreto pueda fraguar y obtener una buena resistencia.
  - Existe una considerable cantidad de residuos en la construcción.
  - Es necesario algún tipo de acabado para que pueda verse estético.
  - Se requiere mano de obra calificada.

### 1.3. Muro de mampostería hecho con planchas de concreto prefabricado

Los muros hechos con planchas de concreto prefabricados se han expandido cada vez más en Guatemala debido a que son muy rápidos y fáciles de instalar. Existen varios estilos que difieren por el largo y el ancho de las planchas. En este caso se tratará con uno tipo *Blocon* o *Teknomuro*. Este tiene una imitación de *block* con un ancho de 12 cm y una modulación entre 0,96m y 1,12m a ejes. Esto dependiendo del proveedor que se elija.

#### 1.3.1. Materiales

Los materiales que se necesitan para los muros prefabricados son los siguientes:

- Poste prefabricado: son hechos con concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$  normalmente. Se hacen en fábrica, para su fácil instalación en obra. Aparte de la longitud efectiva del muro, tienen una longitud donde van fundidos en el suelo. Esta longitud es cada vez más grande, según se va incrementando la altura útil. El límite de fluencia del acero de refuerzo es de  $5\,000 \text{ kg/cm}^2$ .
- Plancha prefabricada: las bardas sustituyen al *block* que va colocado en los muros tradicionales. Actualmente, las bardas pueden ser lisas, tipo ladrillo y *blocon*. Depende del tipo, así serán las dimensiones que tenga dicho elemento.
- Solera de remate: es un elemento ubicado en la parte superior de la última barda. Es útil para la caída del agua y como elemento decorativo. Puede ser opcional en la mayoría de los casos.

### **1.3.2. Método de construcción**

El método de construcción para un muro de planchas de concreto prefabricado es bastante sencillo. Se deben seguir los siguientes pasos:

- Verificar los planos y que todas especificaciones técnicas estén completas.
- Verificar que el lugar de construcción esté limpio, y no exista obstrucción alguna.
- Trazar y nivelar el terreno donde se colocará dicho muro.
- Cavar agujeros a la profundidad requerida y con 5 cm más de cada lado del poste.
- Introducir los postes centrados y totalmente verticales dentro de los agujeros.
- Dejar empotrados los postes, se funde con concreto de 3 000 PSI o solo compactado con el mismo suelo.
- Deslizar las planchas a través de los canales previstos en las caras de los postes. El procedimiento continúa hasta que se llegue a la altura del poste.
- Repetir los pasos anteriores en cada tramo hasta finalizar la obra.

### **1.3.3. Ventajas y desventajas**

Dentro de las ventajas que poseen los muros perimetrales hechos con planchas de concreto prefabricados están:

- Fácil instalación en obra
- Reducción en tiempo de ejecución
- Ahorro en transporte

- Reducción en costos de materiales y mano de obra
- Reducción de los residuos de la construcción
- Hay diferentes colores y acabados para las bardas

Dentro de las desventajas se encuentran:

- No son aptos para muros de carga.
- No hay muchos lugares donde se fabriquen los materiales para colocar estos muros prefabricados.
- La resistencia de las bardas perimetrales no sobrepasa  $35 \text{ kg/cm}^2$ .



## 2. INTEGRACIÓN DE COSTOS

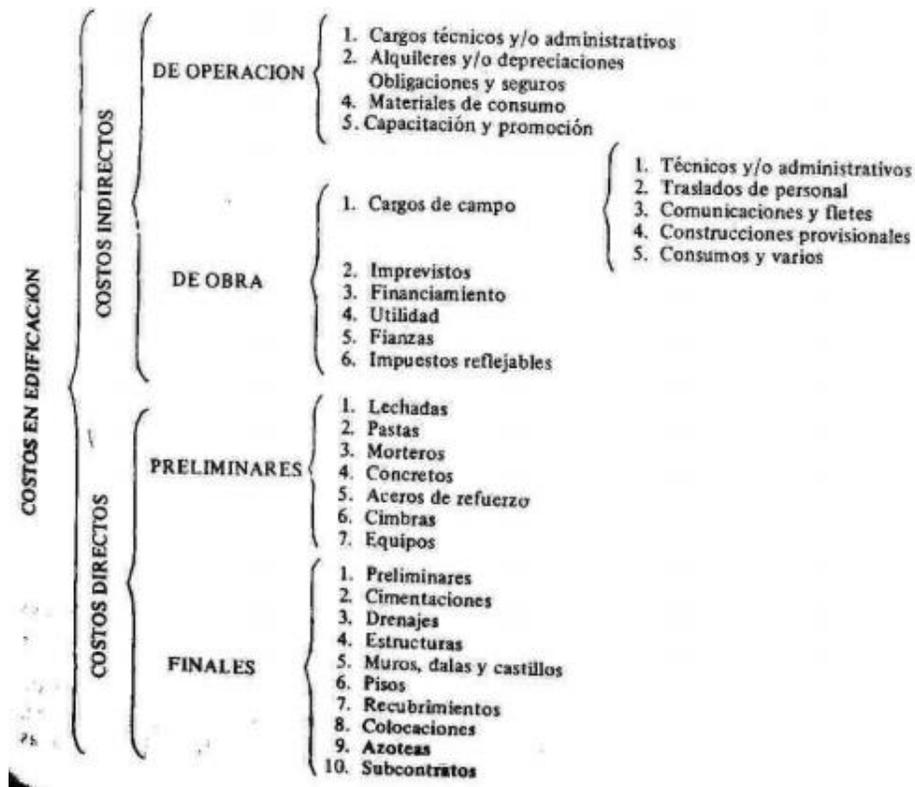
Carlos Suárez Salazar en su libro *Costo y tiempo en edificación* definió la palabra costo como la suma de gastos de material, mano de obra, equipo y subproductos para la realización de un producto. Según el ingeniero civil Leopoldo Valera Alonso, en su libro *Ingeniería de costos, teoría y práctica en construcción*, lo define como el que se registró a su término, después de que se contabilizó cada gasto, erogación o cargo imputable de manera directa o indirecta, así como de la utilidad que el contratista obtuvo en su caso.

El costo se divide en dos grandes grupos: directo e indirecto. Más adelante se analizará a detalle cada uno. Por otro lado, la determinación de este permite:

- Conocer el precio unitario de una actividad o artículo
- Determinar el precio que al cual se debe vender
- Llevar un control en obra en base a los costos cuantificados

La integración de costos de la construcción se divide en varios tipos. En los directos se pueden identificar los gastos preliminares y finales. En los indirectos están los gastos de operación y de obra. Estos, a su vez, se dividen en actividades que se realizan dentro de un proyecto.

Figura 2. Integración detallada del costo en edificación



Fuente: SUÁREZ SALAZAR, Carlos. *Costo y tiempo en edificación*. p.25.

Antes de desarrollar cada tipo de costo, es importante determinar los renglones de trabajo que integran un proyecto. La razón es porque se debe conocer las actividades que se realizarán para integrar el precio unitario de cada una de ellas.

## 2.1. Renglones de trabajo

Los renglones de trabajo dependen del proceso constructivo, sin omitir ninguna de las actividades por realizar. Cada renglón puede dividirse en uno más sub-renglones que están determinados por las actividades

correspondientes. Prácticamente, son un resumen en donde se integra la cantidad y precio unitario de cada actividad.

### **2.1.1. Renglones de trabajo para muros perimetrales**

Se darán a conocer los renglones de trabajo para dos tipos de muros perimetrales: con *block* de arena pómez y de planchas de concreto prefabricado.

#### **2.1.1.1. Con *block* de arena pómez**

Los renglones varían dependiendo del lugar y lo que el cliente necesite. Pero, de forma general, estos son los renglones de trabajo más usuales y necesarios para la construcción de dicho muro:

- Trabajos preliminares

Se realizan actividades previas antes de comenzar de lleno con la construcción del muro perimetral. Las actividades más comunes son: limpieza, chapeo, trazo y nivelación. Es indispensable cumplir con estas tareas, para tener el área limpia y nivelada. De lo contrario será casi imposible seguir trabajando con el resto de la obra.

- Excavación

Esta actividad se refiere a la excavación de la zanja, dependiendo de la profundidad y ancho del cimiento corrido y zapatas.

- Cimiento corrido

El cimiento incluye un bloque de concreto junto con la armadura de acero, según las especificaciones de los planos. También lo componen las hiladas de block antes de la solera hidrófuga.

- Solera hidrófuga

Está va a nivel del suelo para evitar que se filtre el agua. Es un elemento de concreto armado con varillas de acero de 3/8" y 1/4" de diámetro.

- Columnas

Es un elemento axial sometido a compresión. En los muros perimetrales, regularmente se colocan dos tipos de columnas. La columna A, es la principal, esta va anclada a la zapata. La tipo B es la secundaria, va anclada al cimiento corrido.

- Levantado de *block*

Consiste en el apilamiento de los *blocks* con ayuda de mortero. Si la altura lo amerita, se utilizan andamios para seguir con el levantado del muro.

Estos son los renglones de trabajo que más se repiten dentro de la construcción de un muro perimetral hecho de *block* de arena pómez. Para dejar más clara la integración se resume en la siguiente tabla:

Tabla III. **Renglones de trabajo para muro perimetral con *block* de arena pómez**

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Limpieza y chapeo				
1.2	Trazo y nivelación				
2	Cimiento corrido				
3	Zapatas				
4	Solera hidrófuga, intermedia y de remate				
4.1	Solera hidrófuga				
4.2	Solera de remate				
5	Muro de <i>block</i>				
6	Columnas				
6.1	Columna tipo A				
6.2	Columna tipo B				
6.3	Columna tipo C				
<b>TOTAL</b>					

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.1.2. Con planchas de concreto

Los renglones de trabajo del muro perimetral son los siguientes:

- Trabajos preliminares

Se realizan actividades previas antes de comenzar de lleno con la construcción del muro perimetral. Las actividades más comunes son: limpieza, chapeo, trazo y nivelación. Es indispensable cumplir con estas tareas, ya que de lo contrario no puede ser casi imposible seguir trabajando con el resto de la obra.

- Postes prefabricados:

En el renglón de postes va incluida la excavación, de la profundidad especificada en los planos. Estos pueden ir fundidos con concreto o solo compactados con el mismo suelo. Es importante que los postes vayan a plomo para no tener problemas con el muro más adelante.

- Planchas de concreto prefabricado

Las planchas pueden ser de diferente tamaño o grosor, todo depende de las especificaciones técnicas que tenga la construcción del muro perimetral. Este renglón se refiere a su colocación.

Para dejar una mejor idea de cómo se integran los renglones de trabajo se resume en la siguiente tabla:

Tabla IV. **Renglones de trabajo para muro perimetral con planchas de concreto prefabricado**

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Limpieza y chapeo				
1.2	Trazo y nivelación				
2	Postes prefabricadas				
3	Planchas prefabricadas				
<b>TOTAL</b>					

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Tipo de costos**

Los costos, como se explicó anteriormente, se dividen en dos grandes grupos:

- Costos directos
- Costos indirectos

El análisis de costos se refiere a actividades que se realizan dentro del proceso de planificación y ejecución del proyecto, con el objetivo de conocer los costos directos, indirectos e integrarlos para la elaboración de un presupuesto. Esto con el fin de llevar un análisis financiero, y llevar un mejor control en obra.

### **2.2.1. Costos indirectos**

Se entiende por todos los gastos que se hacen directamente en la ejecución de la obra.

#### **2.2.1.1. Integración**

Los costos directos están integrados por materiales, mano de obra, herramienta, equipo y suministros.

##### **2.2.1.1.1. Materiales**

El costo de los materiales está determinado por su valor de adquisición y transporte. Se debe tomar en cuenta un porcentaje de desperdicio en obra, dependiendo de cada material. Algunos factores que afectan el costo del material según Carlos Velazco Serrano en su libro *El ABC del analista de precios unitarios* son:

- Merma en manejos
- Desperdicios de operación
- Fletes
- Maniobra de carga y descarga
- Almacenaje

El precio del artículo más los gastos de los factores mencionados anteriormente conforman el costo del material puesto en obra, y será el que se considere para el presupuesto. Para elegir un proveedor que abastezca los materiales que se necesitan en obra es importante que se tomen en cuenta las siguientes recomendaciones:

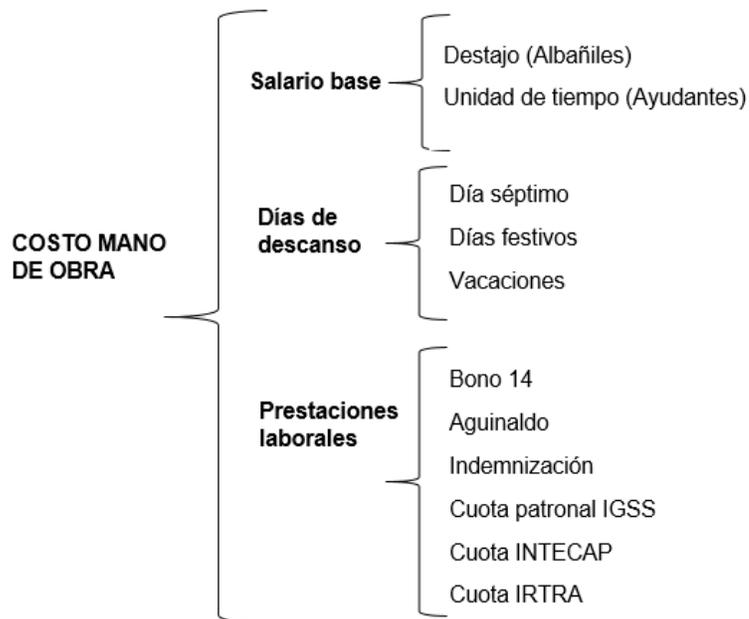
- Realizar una investigación de mercado considerando el lugar de la obra.
- El precio de lista del proveedor más los gastos de los factores ya descritos conformarán el costo del material puesto en obra, y será el que se tome en cuenta para efectos del presupuesto.
- Se sugiere tener, por lo menos, dos o tres proveedores.
- Conocer las vías que comunican a la región donde está ubicada la obra.
- Comprar materiales certificados, mediante normas o especificaciones técnicas según lo exija la construcción de la obra. No se debe ahorrar dinero comprando material barato o de segunda mano.
- Tener un control de entradas y salidas del material en bodega, para evitar confusiones, falta de material, detectar si los materiales presupuestados son los que se estén ejecutando en obra.
- Conocer el rendimiento que tienen los materiales ya que en base a esto se cuantificará de una manera más exacta.

### 2.2.1.1.2. Mano de obra

Son todas las actividades aplicadas al pago del salario de los trabajadores de la construcción, ya sea a nivel individual o por grupos. La mano de obra incluye la preparación de los materiales, la integración a la obra, las prestaciones laborales que según las leyes del país conceden según el código de trabajo.

Para hacer una buena integración de mano de obra es importante conocer todos los gastos que representan tenerlos dentro de la empresa. Se pueden dividir en tres grandes grupos:

Figura 3. Integración del costo de mano de obra



Fuente: elaboración propia.

- Salario base

Según el Código de Trabajo en su artículo 88, el salario o sueldo es la retribución que el patrono debe pagar al trabajador en virtud del cumplimiento del contrato de trabajo o de la relación de trabajo vigente entre ambos. Salvo las excepciones legales, todo servicio prestado por un trabajador a su respectivo patrono, debe ser remunerado por este.

Todo trabajador tiene derecho a devengar un salario mínimo que cubra sus necesidades normales de orden material, moral y cultural y que le permita satisfacer sus deberes como cabeza de familia.

Cada año en Guatemala se fija un salario mínimo que debe respetarse según las actividades que desempeñen. Según el Acuerdo Gubernativo No. 288-2016 con fecha del 29 de diciembre de 2016 menciona que para actividades agrícolas y no agrícolas el salario por día no debe disminuir de Q.86,90 ni de Q.2 643,21 mensual. Para exportadoras y maquilas es de Q.79,48 y Q.2 417,52 respectivamente.

El pago de mano de obra en la construcción puede ser de dos tipos: Por unidad de tiempo y a destajo.

- Pago de unidad de tiempo

Nunca debe ser menor a un salario mínimo. La desventaja de pagar de esta manera es que la persona puede llegar de alguna forma a acomodarse, y atrasarse con la construcción de la obra. Regularmente, se les paga a los ayudantes con este tipo de salario.

- A destajo

Es decir, por la cantidad de obra realizada por cada trabajador o grupos de trabajadores a un precio unitario, previamente acordado. Esta es la más utilizada dentro del campo de la construcción. La desventaja de esta forma de pago es que la persona puede apresurarse a realizar las actividades, y no cumpla con la calidad deseada. Este riesgo puede disminuir siempre y cuando se haga una correcta supervisión en campo. Se les paga a los albañiles con este tipo de salario.

De cualquier manera de pago, es necesario que exista una persona que este supervisando la obra, y que vea el rendimiento de los trabajadores. Esto ayudara a ser más eficiente la ejecución de la obra. Se tomará en cuenta a los albañiles con un salario por trato y a los ayudantes con un salario fijo.

Existe un código de trabajo en Guatemala que define los derechos y obligaciones para el trabajador y patrono. Según el título tercero, trata acerca de los salarios, jornadas y descansos. Es necesario conocer estos puntos, ya que en base a esto se debe hacer el costo de un proyecto.

- Jornadas de trabajo

Existe un tiempo de trabajo efectivo y es aquel en que el trabajador permanezca a las órdenes del patrono. Es por ello que existen jornadas de trabajo, y estas se dividen en:

- Jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno

Esta no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana. El trabajo diurno es el que se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día.

- La jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturno

No puede ser mayor de seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana. El trabajo nocturno es el que se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.

- Jornada ordinaria de trabajo efectivo mixto

No puede ser mayor que siete horas diarias ni exceder de un total de cuarenta y dos horas a la semana. La jornada mixta es la que se ejecuta durante un tiempo que abarca parte del período diurno y parte del período nocturno. No obstante, se entiende por jornada nocturna la jornada mixta en que se laboren cuatro o más horas durante el período nocturno.

- Descansos semanales, días de asueto, horas extras y vacaciones anuales

El capítulo cuarto del Código de Trabajo trata acerca de los descansos semanales, días de asueto y vacaciones anuales. Es necesario conocer estos datos, para colocarlo en el cronograma de la construcción de la obra. Así se tendrá un dato más real. Es importante resaltar que entre más días tarde la construcción de la obra, se incrementa más el costo de la misma debido al salario de los trabajadores.

- Descanso semanal

El artículo 126 menciona que: todo trabajador tiene derecho a disfrutar de un día de descanso remunerado después de cada semana de trabajo. La semana se computará de cinco a seis días según, costumbre en la empresa o centro de trabajo.

- Días de asueto

El artículo 127 menciona los días de asueto que deben ser remunerados, es decir, con goce de salario para los trabajadores particulares: el 1 de enero; el jueves, viernes y sábado santos; el 1 de mayo, el 30 de junio, el 15 de septiembre, el 20 de octubre, el 1 de noviembre, el 24 de diciembre, medio día, a partir de las 12 horas, el 25 de diciembre, el 31 de diciembre, medio día, a partir de las 12 horas y el día de la festividad de la localidad.

- Horas extras

Hay veces que la necesidad de terminar la construcción de una obra es muy importante, por lo que deben trabajarse en días de asueto o descanso semanal. En este caso, el trabajador tiene derecho a que se cancele el tiempo trabajado, reconociendo como trabajo extraordinario. El Acuerdo Gubernativo No. 288-2016 fija los precios por hora extraordinaria según la jornada laboral. Para actividades agrícolas y no agrícolas para una jornada diurna son Q.10,86, Q.12,48 para mixta y Q.14,48 para nocturna. Para exportadoras y maquilas son Q.9,93, Q.11,35 y Q.13,25 respectivamente.

- Bonificación incentivo

El Decreto 78-89 del Congreso de la República de Guatemala fija una bonificación-incentivo para el sector privado con el fin de estimular y aumentar la productividad. El Acuerdo Gubernativo No. 288-2016 establece un monto de Q.250,00 mensuales. Este valor no suma a los cálculos de prestaciones laborales, solo para el día séptimo.

- Vacaciones

El artículo 130 hace mención que todo trabajador sin excepción, tiene derecho a un período de vacaciones remuneradas después de cada año de trabajo continuo al servicio de un mismo patrono, cuya duración mínima es de quince días hábiles. Para calcular el salario que el trabajador debe recibir con motivo de sus vacaciones, debe tomarse el promedio de las remuneraciones ordinarias y extraordinarias devengadas por él durante los últimos tres meses, si el beneficiario presta sus servicios a la empresa agrícola o ganadera; o durante el último año en los demás casos.

- Prestaciones laborales

Las prestaciones laborales son pagadas por la empresa con el fin de ofrecer al trabajador una ayuda económica y servicio social en adición a su salario. Están unidas a decretos que el Congreso de la República de Guatemala ha impuesto.

- Aguinaldo

Según el decreto 76-78 del Congreso de la República de Guatemala decreta la Ley Reguladora de la Prestación del Aguinaldo para los Trabajadores del Sector Privado. Todo patrono queda obligado de dar a sus trabajadores anualmente en concepto de aguinaldo, el equivalente al cien por ciento del sueldo o salario ordinario mensual que estos devenguen por un año de servicios continuos o la parte proporcional correspondiente. Comprende del 1 de diciembre al 30 de noviembre del siguiente año.

- Bono 14

Según el decreto 42-92 del Congreso de la República de Guatemala, decreta la ley de bonificación anual para trabajadores del sector privado y público. Esta prestación es adicional e independiente al aguinaldo anual que obligatoriamente se debe pagar al trabajador.

La bonificación anual será equivalente al cien por ciento del salario o sueldo ordinario devengado por la persona en un mes, para los que hubieren laborado al servicio del patrono, durante un año ininterrumpido y anterior a la fecha de pago. Si la duración de la relación laboral fuere menor de un año, la prestación será proporcional al tiempo laborado.

El bono 14 empieza del 1 de junio al 30 de mayo del siguiente año. La bonificación deberá pagarse durante la primera quincena del mes de julio de cada año.

- Indemnización

El Código de Trabajo de Guatemala, en su artículo 82 menciona que, si el contrato concluye por razón de despido injustificado del trabajador, el patrono debe pagar a este una indemnización por su tiempo prestado. Esto es equivalente a un mes de salario por cada año de servicios continuos. La integración de la indemnización es la suma de un salario promedio mensual, más la doceava parte del aguinaldo y bono 14.

- Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, es una institución pública, cuyos servicios son prestados a todos los trabajadores afiliados por medio de diversos programas en el país. Las leyes del seguro social, obligan a los patronos a inscribir a sus trabajadores. El IGSS considera como patrono al propietario de la obra, cuando este ha contratado la construcción por administración. Las cuotas de tributación varían de acuerdo con los programas que se tienen en los distintos departamentos del país.

En el departamento de Guatemala, la cuota patronal es del 12,67 %, integrado de la siguiente forma: 10,67 % para el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 1 % para el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) y 1 % para el Instituto de Recreación de los Trabajadores del sector privado (IRTRA). A excepción de las entidades no lucrativas las cuales no efectúan el pago del 1 % al IRTRA, en tal sentido la cuota se reduce al 11,67 %. La cuota laboral del empleado es del 4,83 %, para el IGSS. Este porcentaje es sobre el salario base, es decir, sin incluir la bonificación por incentivo.

En algunos departamentos la cuota patronal y laboral es diferente. Es algo que se tienen que tomar en cuenta en el momento de trabajar proyectos en diferentes partes del país. La cuota patronal se reduce al 8,67 % y la cuota laboral a 2,83 %.

### **2.2.1.1.3. Herramienta, equipo y suministros**

Las herramientas, equipo y suministros son todos los gastos ocasionados por la adquisición de elementos para la ejecución del proyecto. Cuando es necesaria la compra de maquinaria y/o equipo, se deberá cargar los gastos del proyecto en forma proporcional, tomando en cuenta el tiempo de ejecución. Si se tiene la herramienta y/o equipo dentro de la empresa, solo se coloca un monto por la depreciación.

Las herramientas tienen como fin realizar diferentes trabajos mecánicos, facilitando una tarea determinada de modo que aumente la productividad. Algunos ejemplos de herramienta en la construcción son: pala, piocha, carreta, escuadra, grifas, espátulas, serrucho, tenazas, entre otras. Carlos Suarez Salazar en su libro *Costo y tiempo en edificación* sugiere que se utilice un porcentaje de depreciación de la herramienta que usa en forma particular el operario. Este porcentaje se encuentra entre el 1 % a 5 %.

El equipo en la construcción hace referencia a la maquinaria que se va a utilizar para facilitar la construcción de una obra o proyecto. La maquinaria puede ser de orden menor o mayor. Dentro del equipo mayor se encuentran: excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, etcétera. Del equipo menor se puede mencionar: barrenos, pulidoras, equipo de soldadura, vibradores y concreteras. El alquiler o compra del equipo debe tomarse en cuenta en la

ejecución del proyecto ya que son fundamentales para agilizar el proceso constructivo.

Los suministros son aquellos materiales complementarios que sirven para el proyecto. Algunos ejemplos de ellos son: cascos, chalecos, escobas, material de limpieza, extintores, entre otros.

### **2.2.2. Costos indirectos**

Los costos indirectos son todos los que se dan en un proyecto y que no pueden ser parte de los costos directos. Por lo regular, son gastos que no pueden identificarse físicamente en la obra o proyecto, tampoco podrían atribuirse a algún renglón de trabajo. Sin embargo, son necesarios para hacer posible la ejecución de la obra. Debido a que no pueden cuantificarse de una forma exacta, se hace un aproximado basándose en los costos directos. Se toma un porcentaje, que se incrementa proporcionalmente en cada renglón de trabajo.

#### **2.2.2.1. Integración**

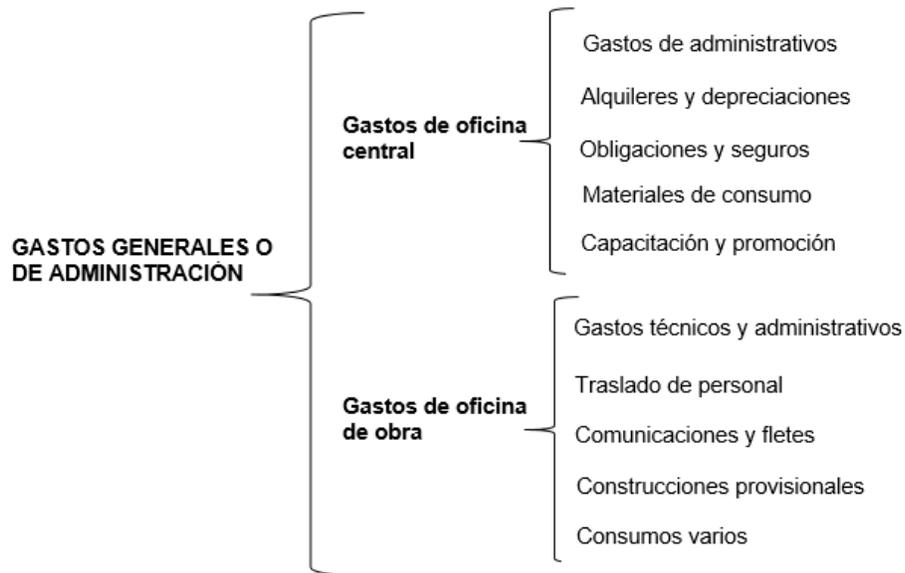
La integración de los costos indirectos comprende varios gastos que pueden afectar al proyecto:

- Gastos generales o de administración
- Imprevistos
- Utilidad
- Fianzas y seguros
- Financiamiento
- Impuestos

- Gastos generales o de administración

Son todos los gastos que se atribuyen a la administración del proyecto, como apoyo hacia el mismo. Según Carlos Suarez Salazar en su libro *Costo y tiempo en edificación*, los gastos generales o de administración se describen en la figura siguiente.

Figura 4. **Integración de gastos generales o de administración**



Fuente: Basado en GARDNER ANAYA, Godofredo. *Apuntes de: costos y presupuestos* p. 61-70.

Los gastos de oficina central son la suma de todos los gastos generales, de organización, de administración, de control y servicios para el buen funcionamiento de la empresa. Estos deben cargarse como un porcentaje a cada proyecto que se tenga.

Los gastos administrativos son todos los honorarios o sueldos de oficina que contribuyen a la construcción. Los alquileres y depreciaciones con todos los servicios de teléfono, luz eléctrica, equipo de almacén y de mantenimiento. Las obligaciones y seguros son los gastos para la operación de la empresa que incluyen seguros de vida, de vehículos, contra incendio. Los materiales de consumo pueden ser combustibles, papelería, artículos de oficina, copias heliográficas, entre otras.

Los gastos por capacitación y promoción son todos aquellos que se invierten en el personal para que puedan incrementar sus conocimientos y ayudar de una mejor forma al crecimiento de la empresa.

Los gastos de oficina de obra son todos aquellos que ayudan a ejecutar el proyecto de una manera más eficiente. Los gastos administrativos son los honorarios de residente de obra, maestro, bodegueros, cadeneros, topógrafos, seguridad, etcétera. Los gastos por comunicación y fletes son por uso de celular corporativo, radio, fletes por transporte de equipo menor, entre otros. Las construcciones provisionales ayudan a proteger los bienes de la empresa y mejorar la productividad en la obra tales como: bodegas, cercas, baños. Los consumos varios están relacionados a los pagos de agua, papelería, equipo de oficina y señalización.

- Imprevistos

En la ejecución del proyecto, se van dando situaciones que no estaban contempladas en el presupuesto, y que afectan en el costo de la obra. Estas pueden ser de carácter natural, económico o humano.

Dentro de los imprevistos por razones naturales se encuentran los terremotos, maremotos, lluvia, inundaciones. Los de razón económica pueden ser por: cambio de jornadas de trabajo, inflación, cambios de precios en materiales, mano de obra, equipos y subcontratos. Los de razón humana son: guerra, golpes de estado, huelgas, cambios al proyecto, errores en las especificaciones, errores en presupuesto, etcétera.

- Utilidad

La utilidad es la ganancia que la empresa o contratista perciba por la ejecución del proyecto. Como todos los costos indirectos, la utilidad se calcula o se determina como un porcentaje al costo directo de la obra. Esta depende de lo que quiera ganar la empresa. Esto afecta en el momento de presentar la oferta, ya que si las utilidades son muy bajas y se ejecuta el proyecto, hay posibilidades que se termine el proyecto con un déficit de dinero.

Por el contrario, si se elige un porcentaje muy elevado, puede que la oferta del proyecto se quede en el proceso de selección y no sean elegidos para realizar el proyecto. Es por ello, que hay que escoger un porcentaje que bien pueda generar la utilidad necesaria, y sea de competencia para el mercado.

- Seguros

Un seguro es una cobertura de riesgos en donde la aseguradora se encarga de garantizar, cubrir o indemnizar una parte o su totalidad el perjuicio que se presente de forma accidental. Algunos seguros que puede adquirir la empresa son:

- Seguro corporativo:

Se les asegura a los trabajadores administrativos o a las personas que no cuentan con los beneficios del IGSS. La compañía aseguradora se compromete a pagar los daños que hayan sido de forma accidental.

- Seguro contra incendios

Cubre a los bienes inmuebles, al mobiliario, maquinaria y equipo. También llega a cubrir daños causados por eventos de la naturaleza como: terremotos, erupciones o arena volcánica, tormentas, inundaciones y maremotos.

- Fianzas

Las fianzas son los gastos que se realizan debido al cumplimiento por parte del afianzado y contratista de las obligaciones contraídas por los mismos. Los tipos de fianzas según la Ley de Contrataciones del Estado de Guatemala para obras del gobierno son:

- Por sostenimiento de oferta

Garantiza que el contratista ganador cumpla con el precio ofertado. Se da por un porcentaje no menor al 1 % ni mayor del 5 % del valor del contrato. Cubre desde la recepción y apertura de plicas hasta la adjudicación del proyecto.

- De anticipo

Esta fianza garantiza el buen uso de los fondos anticipados al contrato o la devolución de los mismos en caso de incumplimiento.

- De cumplimiento

Ya adjudicado el proyecto, el contratista deberá dar una fianza de cumplimiento al 10 % del monto total del proyecto. Esto con el afán de garantizarle al propietario la ejecución y terminación de los trabajos que se contrataron. También cubre fallas o desperfectos que aparecen durante la ejecución del contrato.

- De saldos a deudores

Esta fianza garantiza el pago de los saldos pendientes de pago ante proveedores o subcontratistas. El afianzado deberá dar el 5 % del valor original del contrato. Esta fianza debe otorgarse simultáneamente con la conservación de obra como un requisito para que pueda recibirse el proyecto.

- De conservación de obra o de calidad o de funcionamiento

Esta fianza cubre el valor de las reparaciones o desperfectos que aparezcan por un tiempo de 18 meses contados a partir de la fecha de recepción de la obra. Deberá darse un equivalente al 15 % del valor original del contrato como un requisito para la recepción.

Para el sector privado muchas veces se piden fianzas de conservación de obra, por cumplimiento y garantía de los proyectos. La empresa lo hace con el

fin de cubrir cualquier reparación o desperfectos que tengan los trabajos realizados por el contratante.

- **Financiamiento**

El financiamiento para una empresa ayuda a reunir capital para ejecutar uno o varios proyectos. Tener un financiamiento significa pagar intereses. En el proyecto debe estimar el pago de estos para cargarlo al presupuesto.

La tasa de interés que se maneja en los bancos puede elevarse hasta un 26 % anual. Si el proyecto es propio se puede financiar con el mismo hasta un 70 % del valor de la tasación. De lo contrario se debe buscar otras propiedades para garantizar el pago del préstamo.

- **Impuestos**

Son un tributo que se debe pagar al Estado para los gastos públicos del país. Los impuestos a los que pueden estar sujetos una empresa constructora son:

- **Impuesto al valor agregado (IVA)**

Este es un impuesto de carácter obligatorio para toda persona individual o jurídica incluyendo el Estado que en forma habitual o periódica, realice actos de compra-venta de bienes o servicios en el territorio nacional según el decreto 47-92 de la República de Guatemala. En este decreto los contribuyentes pagarán un impuesto con una tarifa del 12 % sobre el precio de los bienes o el valor de los servicios.

- Impuesto sobre la renta (ISR)

Este impuesto es obligatorio según el decreto 26-92 de la República de Guatemala. Los contribuyentes son todas las personas individuales y jurídicas que obtengan rentas en el país. Según el artículo 44 de la Ley de Actualización Tributaria, si se está en el régimen opcional simplificado sobre ingresos de actividades lucrativas se aplica una renta imponible de: 5 % en un rango de renta mensual entre Q.0,001 a Q.30 000,00. Y de un 7 % sobre el excedente de Q.30 000,00.

- Impuesto de solidaridad (ISO)

El decreto 73-2008 de la República de Guatemala impone este impuesto a las personas individuales o jurídicas, los fideicomisos, los contratos de participación, las sociedades irregulares, de hecho, sucursales, agencias o establecimientos permanentes o temporales de personas extranjeras que operen en el país con un margen bruto superior al 4 % de sus ingresos brutos.

- Timbre de ingeniería

El decreto 22-75 es de la ley de creación del timbre de ingeniería. Lo pagarán los miembros del Colegio de Ingenieros de Guatemala y las empresas nacionales y/o extranjeras que tengan como fin la práctica de la ingeniería. El ingeniero en los proyectos deberá pagar el cinco por millar. Las personas individuales o jurídicas que realicen obras que requieran licencia pagarán el uno por millar. Los miembros del Colegio de Ingenieros de Guatemala que ocupen cargos en entidades públicas, privadas o que trabajen por su cuenta deberán pagar el dos por millar.

- Impuesto único sobre inmuebles (IUSI)

Según el Decreto 15-98 lo pagan personas propietarias o poseedoras de bienes inmuebles y los usufructuarios de bienes del Estado integrando los terrenos, las estructuras, construcciones, instalaciones adheridas al inmueble y sus mejoras. Para la determinación del impuesto anual se establecen escalas y tasas. Hasta Q.2 000,00 no se paga, desde Q, 2 000,01 a Q.20 000,00 es un 2 por millar, de Q.20 000,01 a Q.70 000,00 es un 6 por millas y de Q.70 000,001 en adelante se paga un 9 por millar.

- Impuesto de circulación a vehículos

El Decreto 10-2012 realizó reformas sobre la Ley del impuesto sobre circulación de vehículos terrestres, marítimos y aéreos. La base imponible aplicable para los vehículos de la serie particular se establece sobre el valor de los mismos. Para un vehículo del año en curso o siguiente se paga un 2 %. De un año a dos años 1,8 %, de dos años a tres años 1,6 % y así va disminuyendo un 0,2 % cada año hasta llegar a los nueve años para atrás, cuando solo se paga un 0,2 %.

- Ley de impuesto del petróleo

Según el Decreto 38-92 se crea la Ley de impuesto a la distribución de petróleo crudo y combustibles derivados del petróleo. Lo deben pagar personas individuales o jurídicas distribuidoras de combustibles, que realicen operaciones de explotación petrolera del país, refinadoras, transformadoras, procesadoras o personas para consumo propio. Por cada galón americano de 3,785 litros se fija un monto. Para la gasolina se paga un valor de Q.4, 70. Para la gasolina regular

un valor de Q.4, 60, Para el diésel Q.1, 30. Para la kerosina, gas propano, butano, metano y similares un valor de Q.0,50.

Se debe hacer una integración que contenga todos los gastos indirectos que tenga la empresa. Carlos Suarez sugiere porcentajes para integrar los costos indirectos. Por supuesto, esto es solo una sugerencia. Para tener un factor de indirectos más exacto se deben analizar todos los gastos de la empresa constructora y un dato más exacto.

Tabla V. **Integración del factor de indirectos o sobrecosto**

	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>OPTIMO</b>
Costos indirecto de operación	4%	9%	5%
Costo indirecto de obra local	4	8	5
Costo indirecto de obra foránea	5	12	6
Imprevistos	1	3	1
Financiamiento	0	5	1
Utilidad	7	15	10
Fianzas	0	1	0.5
Impuestos reflejados	0	5	varía

Fuente: SUAREZ SALAZAR, Carlos. *Costo y tiempo en edificación*. p. 53.



### 3. PRESUPUESTO

Según el ingeniero Álvaro Beltrán Razura en su libro de texto *Costos y presupuestos*, define el presupuesto de una obra como la valoración económica “a priori” de un producto o servicio. Se basa en el cálculo del total de los costos involucrados en la construcción de la obra incrementados con el margen de beneficio que se tenga previsto. En otras palabras, es el cálculo de todo tipo de gastos que se atribuyen a la ejecución del proyecto. Este se realiza durante la planificación, y su finalidad es conocer previamente los costos de ejecución.

Realizar un presupuesto para un proyecto en la construcción es de suma importancia ya que establece el marco económico que se tiene para la ejecución del mismo. Para realizarlo es necesario contar con toda la información necesaria del diseño del proyecto. Esto incluye el juego de planos completo, especificaciones técnicas y cualquier otro documento que pueda alterar el presupuesto del proyecto. Muchas veces se realiza un antepresupuesto, que es una estimación del costo del anteproyecto. Se realiza con el fin de darse una idea sobre el monto del proyecto y la magnitud de la obra por construir.

En la construcción se utiliza un tipo de presupuesto que es el más usado, se le denomina presupuesto por renglones, o presupuesto detallado por renglones. Este tipo de presupuesto permite dar información detallada y segura de un proyecto. Lleva una secuencia lógica del proceso constructivo, de forma que pueda olvidarse de algún detalle, y pueda afectar en la construcción.

### **3.1. Integración**

Para la integración de un presupuesto por renglones se debe seguir los siguientes pasos:

- Reconocer los renglones de trabajo: antes de comenzar de lleno, se deben identificar todos los renglones de trabajo junto con sus subrenglones, de una forma secuencial ordenada, es decir, desde que se hacen los primeros trabajos del proyecto, hasta que este se haya concluido.
- Se debe definir la unidad de medida para cada renglón y subrenglón para luego hacer la cuantificación de cada uno de ellos.
- Cuantificación: se cuantifica la cantidad por unidad de medida que se estableció. Por ejemplo, una de las primeras actividades es el subrenglón trazo y estaqueado, se establece la unidad de medida en metros lineales.
- Después de la cuantificación va la integración del precio unitario para cada renglón y subrenglón. La integración del precio unitario es otro procedimiento que se desarrollará más adelante.
- Ya teniendo todos estos datos, se calcula el total para cada renglón de trabajo. Este se determina multiplicando la cantidad por el precio unitario.
- Por último, se determina el monto total del presupuesto. Se determina sumando el total de todos los renglones de trabajo.

A continuación se presenta la integración de un presupuesto por renglones de trabajo:

Figura 5. **Modelo de integración de un presupuesto**

**PRESUPUESTO**

Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Ubicación: \_\_\_\_\_ Realizado por: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Revisado por: \_\_\_\_\_

Renglón	Descripción	Cantidad	Unidad medida	Precio unitario	Total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Limpieza y chapeo				
1.2	Trazo y nivelación				
2	Cimiento Corrido				
3	Zapatatas				
4	Solera hidrófuga				
5	Levantado de muro de <i>block</i>				
6	Columnas				
6.1	Tipo A				
6.2	Tipo B				
6.3	Tipo C				
<b>TOTAL</b>					

Fuente: elaboración propia.

La figura de arriba es un resumen de la integración de un presupuesto. Se puede analizar a grandes rasgos cuáles tareas tienen más peso respecto de cantidades, precios unitarios o totales. También ayuda a tener parámetros para cada proceso constructivo para futuros proyectos que sean parecidos o idénticos.

## **3.2. Precios unitarios**

Es el monto total por unidad de medida para cada renglón o subrenglón, ejecutado conforme a las especificaciones que correspondan. La unidad de medida es la que se usa para cuantificar cada concepto de trabajo para fines de medida y pago. Teniendo precios unitarios asegura una mejor precisión en el presupuesto siempre y cuando integre con datos y reales.

### **3.2.1. Estructura e integración**

No existe una estructura específica para el cálculo de un precio unitario, pero siempre debe tener la siguiente información: desglose de materiales, mano de obra con sus prestaciones laborales, equipo y herramienta. Esto corresponde a los costos directos del proyecto.

Luego se desglosan los gastos administrativos, fianzas, utilidad, imprevistos e impuestos que corresponden a los costos indirectos. Así se trabaja de una manera clara y ordenada dejando procedimiento de la integración de los precios unitarios. A continuación, se muestra la estructura con la que se va a trabajar en el siguiente capítulo:

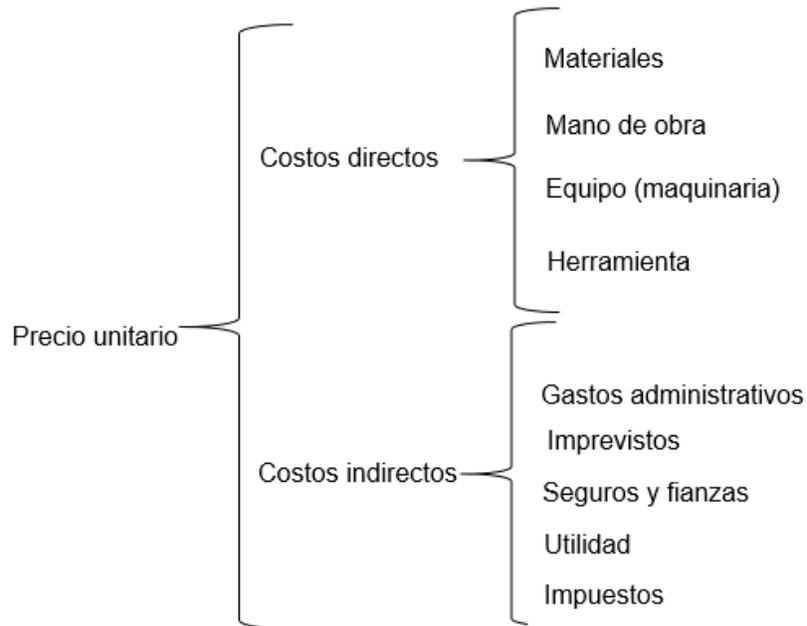
Figura 6. Estructura del precio unitario

PROYECTO				
HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO				
REGLÓN No.:	1		UNIDAD:	
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>TOTAL MATERIALES</b>				
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				
Factor de ayudante				%
Prestaciones laborales				%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				
Herramienta y equipo	%			%
<b>TOTAL, COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				
<b>TOTAL, COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>				%
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				

Fuente: elaboración propia.

Es importante conocer la integración de los precios unitarios, ya que indica todos los factores que se deben tomar en cuenta para conocer el dato del precio unitario. Posteriormente, tener una estructura o un modelo es de gran uso para que toda la información este en una forma clara y ordenada. La integración del precio unitario de un proyecto puede reducirse a la figura que se muestra a continuación:

Figura 7. **Integración del precio unitario**



Fuente: elaboración propia.

La suma de los costos directos e indirectos de un renglón o subrenglón hace la integración del precio unitario. Primero, deben calcularse los costos directos que implican: materiales, mano de obra, equipo (maquinaria) y herramienta. Después se hace la estimación de costos indirectos.

En los costos directos, se cuantifican primero los materiales, luego la mano de obra, y por último el equipo y herramienta. La cuantificación de materiales es por la unidad de medida que se estableció en el renglón o subrenglón.

### **3.3. Precio de oferta**

Cuando una entidad pública o privada decide contratar a una persona individual o jurídica para la ejecución de un proyecto, esta última debe darle un precio por la ejecución de dicho proyecto. A esto se le denomina precio de oferta. El proceso para elegir el ganador, tanto en la entidad pública o privada es distinto. Para una entidad pública o el Estado, está la Ley de contrataciones del Estado. Por el contrario, en el sector privado ellos hacen su propio proceso de selección, en donde en la mayoría de ocasiones escogen al precio de oferta más bajo y que cumpla con todas las especificaciones que pidan.

Según el decreto 57-92 se publicó la ley de contrataciones del Estado. Este ayuda a la pronta ejecución de obras y adquisiciones de bienes, suministros y servicios que requiere el Estado, sus entidades descentralizadas y autónomas, unidades ejecutoras, las municipalidades y las empresas públicas estatales y municipales, con el consiguiente atraso en la realización de los programas de desarrollo nacional.

Según el artículo 28 de La ley de Contrataciones del Estado trata acerca de los criterios de calificación de ofertas. Para determinar cuál es la oferta más conveniente y favorable para los intereses del Estado, se utilizan criterios de calidad, precio, tiempo, características y demás condiciones que se fijan en las bases. En las cuales también se determinará el porcentaje en que se estimará cada uno de los referidos elementos, salvo que se solicite únicamente el precio, en cuyo caso, la decisión se tomará con base en el precio más bajo. Cuando se trate de obras, la junta tomará en cuenta el costo total oficial estimado.



#### 4. EJEMPLO DE INTEGRACIÓN DE COSTOS DE MURO PERIMETRAL

Teniendo toda la teoría para armar un presupuesto, se procede a realizar un ejemplo en base a muros perimetrales. Para ello se necesita exponer el lugar en donde se realizará el proyecto, qué es lo que se va a realizar, los planos que detallen todos los trabajos y cualquier información que ayude a conocer todo respecto de la obra que se va a construir. A continuación, se expone un ejemplo para llevar a cabo todos los cálculos y análisis correspondientes en base a los resultados obtenidos.

Don Carlos Juárez necesita circular un terreno en la colonia El Renacimiento, zona 5 de Villa Nueva. Existen dos posibles soluciones para construir el muro perimetral. La primera forma es hacerlo de la forma tradicional, es decir, con *block* de arena pómez de 2,40 metros de alto. La segunda es con muro prefabricado de 12 centímetros de ancho y con la misma altura. Se elegirá la opción que implique un menor precio y un menor tiempo de ejecución en la construcción. Para más especificaciones ver apéndice 1.

#### 4.1. Con *block* de arena pómez

Para determinar el costo del muro perimetral de *block* de arena pómez se debe realizar la integración del mismo. Esto implica hacer la cuantificación de materiales, mano de obra, costos indirectos, cálculo de precio unitario, renglones de trabajo y, por último, la integración del costo total.

##### 4.1.1. Cuantificación de materiales

El terreno tiene 126,44 metros lineales de muro perimetral. Tiene una altura vista de 2,40 metros. Para hacer un área total de 303,46 metros cuadrados. El terreno tendrá una entrada de 4,00 metros en donde irá colocado un portón para acceso. Siguiendo los renglones de trabajo de la sección 2.1.1.1. Se cuantificaron los materiales. Para más información, ver anexo 1.

- Trabajos preliminares:

Dentro de los trabajos preliminares que se deben cuantificar materiales está:

- Trazo y nivelación

Tabla VI. **Cuantificación de materiales para metros de trazo y nivelación**

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Cal hidratada	Bolsa	0,02	Q 27,50	Q 0,55
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 0,55</b>

Fuente: elaboración propia.

- Cimiento corrido

El cimiento corrido tiene dimensiones de 40 centímetros de ancho, por 20 centímetros de alto. La cuantificación de materiales se hace por metro lineal.

Tabla VII. **Cuantificación de materiales para cimiento corrido**

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,71	Q 62,25	Q 44,20
Piedrín de 3/4"	m <sup>3</sup>	0,07	Q 169,64	Q 11,88
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,05	Q 80,36	Q 4,02
Acero No. 3 grado 60	Varilla	0,55	Q 15,21	Q 8,36
Acero No. 2 grado 40	Varilla	0,40	Q 5,97	Q 2,39
<i>Block</i> 14 cm de 35 kg/cm <sup>2</sup>	Unidad	5,00	Q 2,75	Q 13,75
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 84,59</b>

Fuente: elaboración propia.

- Solera hidrófuga

La solera hidrófuga tiene una dimensión de 15 centímetros de ancho por 20 centímetros de alto. Están reforzados con acero grado 60 con un diámetro de 3/8" ubicados de forma longitudinal y estribos de acero grado 40 de 1/8" de diámetro a cada 20 centímetros. La cuantificación es por metro lineal.

Tabla VIII. **Cuantificación de materiales para solera hidrófuga**

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,25	Q 62,25	Q 15,56
Piedrín de 3/4"	m <sup>3</sup>	0,03	Q 169,64	Q 4,24
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,02	Q 80,36	Q 1,37
Acero No. 3 grado 60	Varilla	0,70	Q 15,21	Q 10,64
Acero No. 2 grado 40	Varilla	0,63	Q 5,97	Q 3,76
Tabla de 1"x12"x10' (4 usos)	m	2,00	Q 3,57	Q 7,14
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 42,72</b>

Fuente: elaboración propia

- Solera final

Tiene las mismas dimensiones y mismo refuerzo y armado de la solera hidrófuga. La cuantificación es por metro lineal.

Tabla IX. **Cuantificación de materiales para solera final**

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,25	Q 62,25	Q 15,56
Piedrín de 3/4"	m <sup>3</sup>	0,03	Q 169,64	Q 4,24
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,02	Q 80,36	Q 1,37
Acero No. 3 grado 60	Varilla	0,70	Q 15,21	Q 10,64
Acero No. 2 grado 40	Varilla	0,63	Q 5,97	Q 3,76
Tabla de 1"x12"x10' (4 usos)	m	2,00	Q 3,57	Q 7,14
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 42,72</b>

Fuente: elaboración propia

- Muro perimetral

El muro perimetral estará hecho con *block* de 14 centímetros de ancho, por 19 centímetros de alto y 39 centímetros de largo. Este tendrá una resistencia de 35 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla X. **Cuantificación de materiales para muro**

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,11	Q 62,25	Q 6,85
<i>Block</i> de 14 cm de 35 kg/cm <sup>2</sup>	Unidad	12,50	Q 2,75	Q 34,38
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,01	Q 80,36	Q 1,04
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 42,27</b>

Fuente: elaboración propia.

- Columnas

Se instalarán tres tipos de columnas en el muro perimetral. La columna de tipo A tendrá 15 centímetros de ancho y largo; estará anclada al cimiento corrido. La columna tipo B tendrá 15 centímetros de ancho por 10 centímetros de largo. La cuantificación se hará por unidad.

Tabla XI. **Cuantificación de materiales para columna tipo A**

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,60	Q 62,26	Q 37,35
Piedrín	Unidad	0,06	Q 169,64	Q 10,18
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,04	Q 80,36	Q 3,21
Acero No. 2 grado 40	Varilla	1,75	Q 5,97	Q 10,45
Acero No. 3 grado 60	Varilla	2,35	Q 15,21	Q 35,73
Tabla de 1"x12"x10' (4 usos)	m	6,00	Q 3,57	Q 21,43
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 118,36</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Cuantificación de materiales para columna tipo B**

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	1,08	Q 62,25	Q 67,23
Piedrín	Unidad	0,04	Q 169,64	Q 6,28
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,09	Q 80,36	Q 7,23
Acero No. 2 grado 40	Varilla	2,70	Q 5,97	Q 16,13
Acero No. 3 grado 60	Varilla	2,35	Q 15,21	Q 35,73
Tabla de 1"x12"x10' (4 usos)	m	9,00	Q 3,57	Q 32,14

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. **Cálculo precio unitario**

Ya que se identifican los renglones de trabajo que contiene el proyecto, se procederá a calcular el precio unitario de cada uno de ellos para luego hacer la integración del costo total. Antes de comenzar con el cálculo se debe establecer el porcentaje por utilizar para: prestaciones laborales, ayudantes, herramienta y

equipo e indirectos. El proyecto se estimará con un mes calendario de ejecución. Con base a ese tiempo se calcularán las prestaciones laborales. El proyecto se dará inicio el martes 3 de enero de 2017 y finalizará el 3 de febrero del mismo año. En la siguiente tabla se detalla el resultado obtenido.

Tabla XIII. **Integración de prestaciones laborales muro de *block***

DESCRIPCIÓN DE PRESTACIÓN LABORAL	PRESTACIONES POR AÑO LABORADO		PRESTACIONES POR MES LABORADO EN PROYECTO	
	Días	%	Días	%
Bono 14	30,00	8,33	2,50	0,69
Aguinaldo	30,00	8,33	2,50	0,69
Indemnización	30,00	8,33	2,50	0,69
Vacaciones	15,00	4,17	1,25	0,35
Sábados	26,00	7,22	2,50	0,69
Domingos	52,00	14,44	5,00	1,39
Días de asueto	12,00	3,33	0,00	0,00
Cuota IGSS		10,67		10,67
IRTRA		1,00		1,00
INTECAP		1,00		1,00
<b>TOTAL</b>	<b>195,00</b>	<b>66,84</b>	<b>18,75</b>	<b>17,17</b>

Fuente: elaboración propia

En el proyecto se estimará que habrá un ayudante por cada dos albañiles. El pago del salario mínimo para 2017 es de Q.86,90 por día. Estimando que un albañil gana alrededor de Q.120,00 por día y el ayudante gana el salario mínimo se obtiene el factor de ayudante de la siguiente manera:

$$\text{Factor ayudante} = \frac{Q86,90}{Q120,00 + Q120,00} = 36,30 \%$$

El porcentaje para los costos indirectos es importante definirlo dentro del proyecto. Tomando en cuenta cada factor, se determinó un total de 43,001 % desglosado de la siguiente forma:

Tabla XIV. **Integración de costos indirectos**

No.	NOMBRE GASTO INDIRECTO	Porcentaje (%)	Porcentaje total (%)
<b>1</b>	<b>Gastos administrativos</b>	<b>10,00</b>	10
1.1	Gastos administrativos en oficina central	7,00	
1.2	Gastos administrativos de oficina en obra	3,00	
2	Imprevistos	5,00	5
3	Utilidad	15,00	15
4	Seguros y fianzas	3,00	3
5	Financiamiento	1,00	1
<b>6</b>	<b>Impuestos</b>	<b>19,001</b>	19,0001
6.1	Impuesto sobre el valor agregado IVA	12,00	
6.2	Impuesto Sobre la Renta ISR	5,00*	
6.3	Impuesto de solidaridad ISO	2,00	
6.4	Impuesto timbre de ingeniería	0,001	
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>		<b>53,001</b>	<b>53,001</b>

Nota: \*Depende del régimen escogido

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Precio unitario limpieza y chapeo para muro *block*

MURO PERIMETRAL DE <i>BLOCK</i>				
HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO				
<b>REGLÓN No.:</b>	1,1	Limpieza y chapeo		<b>UNIDAD:</b> m
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 0,00</b>
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Limpieza y chapeo	m	1,00	Q 4,00	Q 4,00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 4,00</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 1,45
Prestaciones laborales	%	17,17	17,17%	Q 0,94
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 6,38</b>
<b>Herramienta y equipo</b>	%	4,00	4,00%	<b>Q 0,16</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 6,54</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>			53,00%	Q 3,47
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 10,01</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Precio unitario trazo y nivelación para muro de *block*

<b>MURO PERIMETRAL DE <i>BLOCK</i></b>				
<b>HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO</b>				
<b>REGLÓN No.:</b>	1,2	Trazo y nivelación		<b>UNIDAD:</b> m
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Cal hidratada	Bolsa	0,02	Q 27,50	Q 0,55
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 0,55</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Trazo y nivelación	ml	1,00	Q. 1,50	Q 1,50
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 1,50</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 0,54
Prestaciones laborales	%	17,17	17,17%	Q 0,35
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 2,39</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	<b>Q 0,06</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 3,00</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad + imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>				<b>Q 1,59</b>
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 4,59</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Precio unitario cimentación para muro de *block*

<b>MURO PERIMETRAL DE <i>BLOCK</i></b>				
<b>HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO</b>				
<b>REGLÓN No.:</b>	<b>2</b>	Cimiento corrido	<b>UNIDAD:</b>	m
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,71	Q 62,25	Q 44,20
Piedrín de 3/4"	m <sup>3</sup>	0,07	Q 169,64	Q 11,88
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,05	Q 80,36	Q 4,02
Acero No. 3 grado 60	Varilla	0,55	Q 15,21	Q 8,36
Acero No. 2 grado 40	Varilla	0,40	Q 5,97	Q 2,39
Block 14 cm de 35 kg/cm <sup>2</sup>	Unidad	5,00	Q 2,75	Q 13,75
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 84,59</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación terreno intermedio	m <sup>3</sup>	0,48	Q 25,00	Q 12,00
Relleno compactado por capas	m <sup>3</sup>	0,27	Q 7,25	Q 1,96
Armado y fundición de Cimiento corrido	m	1,00	Q 25,00	Q 25,00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 38,96</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 14,10
Prestaciones laborales	%	17,17	17,17%	Q 9,11
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 62,17</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	Q 1,56
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 148,32</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>				<b>Q 78,61</b>
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 226,93</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Precio unitario solera hidrófuga para muro de *block*

MURO PERIMETRAL DE <i>BLOCK</i>				
HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO				
REGLÓN No.:		3,1	Solera hidrófuga	UNIDAD: m
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,25	Q 62,25	Q 15,56
Piedrín de 3/4"	m <sup>3</sup>	0,03	Q 169,64	Q 4,24
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,02	Q 80,36	Q 1,37
Acero No. 3 grado 60	Varilla	0,70	Q 15,21	Q 10,64
Acero No. 2 grado 40	Varilla	0,63	Q 5,97	Q 4,00
Tabla de 1"x12"x10' (4 usos)	m	2,00	Q 3,57	Q 7,14
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 42,72</b>
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de solera de 14cm	m	1,00	Q 17,10	Q 17,10
Formaleta poner y quitar	m	2,00	Q 1,50	Q 3,00
Hechura de estribos No. 2	Unidad	5,00	Q 0,70	Q 3,50
Armadura No. 3	m	4,00	Q 1,25	Q 5,00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 28,60</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 10,35
Prestaciones laborales	%	17,17	17,17%	Q 6,69
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 45,64</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	Q 1,14
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 89,50</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>				<b>Q 47,44</b>
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 136,94</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Precio unitario solera final para muro de *block*

<b>MURO PERIMETRAL DE <i>BLOCK</i></b>				
<b>HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO</b>				
<b>RENGLÓN No.:</b>	<b>3,2</b>	Solera final	<b>UNIDAD:</b>	m
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,25	Q 62,25	Q 15,56
Piedrín de 3/4"	m <sup>3</sup>	0,03	Q 169,64	Q 4,24
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,02	Q 80,36	Q 1,37
Acero No. 3 grado 60	Varilla	0,70	Q 15,21	Q 10,64
Acero No. 2 grado 40	Varilla	0,63	Q 5,97	Q 4,00
Tabla de 1"x12"x10' (4 usos)	m	2,00	Q 3,57	Q 7,14
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 42,72</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de solera de 14cm	m	1,00	Q 17,10	Q 17,10
Formaleta poner y quitar	m	2,00	Q 1,50	Q 3,00
Hechura de estribos No. 2	Unidad	5,00	Q 0,70	Q 3,50
Armadura No. 3	m	4,00	Q 1,25	Q 5,00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 28,60</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 10,35
Prestaciones laborales	%	17,17	17,17%	Q 6,69
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 45,64</b>
<b>Herramienta y equipo</b>	%	4,00	4,00%	<b>Q 1,14</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 89,50</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>				<b>Q 47,44</b>
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 136,94</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Precio unitario muro de *block*

<b>MURO PERIMETRAL DE <i>BLOCK</i></b>				
<b>HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO</b>				
<b>REGLÓN No.:</b>	<b>4</b>	Muro perimetral	<b>UNIDAD:</b>	m <sup>2</sup>
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,11	Q 62,25	Q 6,85
Block de 14 cm de 35 kg/cm <sup>2</sup>	Unidad	12,50	Q 2,75	Q 34,38
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,01	Q 80,36	Q 1,04
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 42,27</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Levantado de block	m <sup>2</sup>	1,00	Q 23,50	Q 23,50
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 23,50</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 8,51
Prestaciones laborales	%	17,17	17,17%	Q 5,50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 37,50</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	<b>Q 0,94</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 80,71</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad + imprevistos + financiamiento + impuestos):</b>				<b>Q 42,78</b>
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 123,48</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Precio unitario columna tipo A para muro de *block*

<b>MURO PERIMETRAL DE BLOCK</b>				
<b>HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO</b>				
<b>REGLÓN No.:</b>	<b>5,1</b>	Columna tipo A	<b>UNIDAD:</b>	Unidad
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	0,60	Q 62,26	Q 37,35
Piedrín	Unidad	0,06	Q 169,64	Q 10,18
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,04	Q 80,36	Q 3,21
Acero No. 2 grado 40	Varilla	1,75	Q 5,97	Q 10,45
Acero No. 3 grado 60	Varilla	2,35	Q 15,21	Q 35,73
Tabla de 1"x12"x10' (4 usos)	m	6,00	Q 3,57	Q 21,43
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 118,36</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado y fundición de columna	m	3,00	Q 25,00	Q 75,00
Formaleta poner y quitar	m	6,00	Q 3,00	Q 18,00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 93,00</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 33,67
Prestaciones laborales	%	17,17	17,17%	Q 21,75
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 148,41</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	Q 3,72
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 270,50</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>				<b>Q 143,37</b>
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 413,87</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Precio unitario columna tipo B para muro de *block*

MURO PERIMETRAL DE <i>BLOCK</i>				
HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO				
<b>RENGLÓN No.:</b>	<b>5,2</b>	Columna tipo B	<b>UNIDAD:</b>	Unidad
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento gris	Saco	1,08	Q 62,25	Q 67,23
Piedrín	Unidad	0,04	Q 169,64	Q 6,28
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,09	Q 80,36	Q 7,23
Acero No. 2 grado 40	Varilla	2,70	Q 5,97	Q 16,13
Acero No. 3 grado 60	Varilla	2,35	Q 15,21	Q 35,73
Tabla de 1"x12"x10' (4 usos)	m	9,00	Q 3,57	Q 32,14
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 164,74</b>
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado y fundición de columna	m	3,00	Q 25,00	Q 75,00
Formaleta poner y quitar	m	6,00	Q 3,00	Q 18,00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 93,00</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 33,67
Prestaciones laborales	%	17,17	17,17%	Q 21,75
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 148,41</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	Q 3,72
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 316,88</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>				<b>Q 167,95</b>
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 484,83</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.3. Renglones de trabajo

Se hizo la cuantificación de las cantidades que tiene cada renglón de trabajo para un muro de *block* de arena pómez.

Tabla XXIII. Renglones de trabajo de muro con *block* de arena pómez

No.	Renglón de trabajo	Cantidad	Unidad
1	Trabajos preliminares	126,44	Metros
1,1	Limpieza y chapeo	126,44	Metros
1,2	Trazo y nivelación	126,44	Metros
2	Cimiento corrido	126,44	Metros
3	Soleras	237,38	Metros
3,1	Solera final	118,69	Metros
3,2	Solera hidrófuga	118,69	Metros
4	Muro de <i>block</i>	261,12	m <sup>2</sup>
5	Columnas	51,00	Unidades
6.1	Columna tipo A	49,00	Unidades
6.2	Columna tipo B	2,00	Unidades

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.4. Integración del costo total

La integración del costo total se encuentra multiplicando el precio unitario por la cantidad de cada renglón de trabajo. La suma de todos ellos da como resultado el costo total de la obra.

Tabla XXIV. **Costo total para muro con *block* de arena pómez**

No.	REGLÓN DE TRABAJO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
<b>1</b>	<b>Trabajos preliminares</b>	<b>126,44</b>	<b>Metros</b>	<b>Q 14,60</b>	<b>Q 1 846,02</b>
1,1	Limpieza y chapeo	126,44	Metros	Q 10,01	Q 1 265,66
1,2	Trazo y nivelación	126,44	Metros	Q 4,59	Q 580,36
<b>2</b>	<b>Cimiento corrido</b>	<b>126,44</b>	<b>Metros</b>	<b>Q 226,93</b>	<b>Q 28 693,03</b>
<b>3</b>	<b>Soleras</b>	<b>237,38</b>	<b>Metros</b>	<b>Q 136,94</b>	<b>Q 32 506,82</b>
3,1	Solera de humedad	118,69	Metros	Q 136,94	Q 16 253,41
3,2	Solera final	118,69	Metros	Q 136,94	Q 16 253,41
<b>5</b>	<b>Muro de <i>block</i></b>	<b>261,12</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Q 123,48</b>	<b>Q 32 243,10</b>
<b>6</b>	<b>Columnas</b>	<b>51,00</b>	<b>Unidad</b>	<b>Q 416,65</b>	<b>Q 21 249,29</b>
6,1	Columna tipo A	49,00	Unidad	Q 413,87	Q 20 279,63
6,2	Columna tipo B	2,00	Unidad	Q 484,83	Q 969,66
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 116 538,26</b>

Fuente: elaboración propia.

El proyecto del muro perimetral hecho con *block* de arena pómez tendrá un valor de Q.116 538,26. A este número se le conoce como precio de oferta, ya que con este monto se participaría para elegir al ganador del proyecto.

#### 4.2. Con planchas de concreto

Para determinar el costo total del muro perimetral con planchas de concreto prefabricado se debe realizar la integración del mismo. Esto implica hacer la cuantificación de materiales, mano de obra, costos indirectos, cálculo de precio unitario, renglones de trabajo y, por último, la integración del costo total.

#### 4.2.1. Cuantificación de materiales

El terreno tiene 126,44 metros lineales de muro perimetral. Tiene una altura vista de 2,40 metros. Para hacer un área total de 303,46 metros cuadrados. El terreno tendrá una entrada de 4,00 metros en donde irá colocado un portón de metal de 2 hojas. Siguiendo los renglones de trabajo de la sección 2.1.1.2. Se cuantificaron los materiales.

- Trabajos preliminares

Dentro de los trabajos preliminares que se deben cuantificar están:

- Trazo y nivelación.

Tabla XXV. **Cuantificación de materiales trazo y nivelación muro prefabricado**

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal hidratada	Bolsa	0,02	Q 27,50	Q 0,55
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 0,55</b>

Fuente: elaboración propia.

- Postes prefabricados

Los postes prefabricados tienen una dimensión de 0,12 metros de ancho por 0,2 metros de espesor. Tienen una altura total de 3,00 metros y una vista útil de 2,40 metros. Estos fundidos con concreto de resistencia 3,000 psi. La cuantificación de material se hace por unidades.

Tabla XXVI. **Cuantificación de materiales para postes prefabricados**

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Poste prefabricado h=3.00m	Unidad	1,00	Q 128,28	Q 128,28
Cemento gris	Saco	0,15	Q 62,25	Q 9,34
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,01	Q 80,36	Q 0,80
Piedrín	Unidad	0,01	Q 169,64	Q 1,70
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 140,11</b>

Fuente: elaboración propia.

- Planchas de concreto prefabricado

Las planchas tienen una dimensión de 0,20 metros de altura por 0,86 metros de largo y 0,12 metros de espesor. Estas tienen la imitación de muro de *block* para que se vea de la forma tradicional, a excepción que es de material prefabricado. La cuantificación de materiales se hace por metro cuadrado.

Tabla XXVII. **Cuantificación de materiales para panchas prefabricadas**

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Plancha prefabricada 0,20x0,86m	Unidad	5,18	Q 12,99	Q 67,29
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 67,29</b>

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.2. Cálculo de precio unitario**

De la misma forma que se hizo la integración del precio unitario para el muro de *block*, se realizará el mismo procedimiento para el de planchas de concreto prefabricado. Se utiliza el mismo porcentaje para el factor de ayudante, herramienta y equipo e indirectos. El único que se recalculará es el de prestaciones laborales ya que varía el tiempo de ejecución.

El proyecto se estimará con 12 días calendario de ejecución. Con base a ese tiempo se calcularán las prestaciones laborales. El proyecto se dará inicio el martes 3 de enero de 2017 y finaliza el sábado 14 de febrero del mismo año. En base a lo anterior, el porcentaje total fue de 14,21 %. A continuación se describe la integración:

Tabla XXVIII. Integración de prestaciones laborales muro prefabricado

DESCRIPCIÓN DE PRESTACIÓN LABORAL	PRESTACIONES POR AÑO LABORADO		PRESTACIONES POR 12 DÍAS LABORADOS EN PROYECTO	
	Días	%	Días	%
Bono 14	30,00	8,33	1,00	0,28
Aguinaldo	30,00	8,33	1,00	0,28
Indemnización	30,00	8,33	1,00	0,28
Vacaciones	15,00	4,17	0,50	0,14
Sábados	26,00	7,22	1,00	0,28
Domingos	52,00	14,44	1,00	0,28
Días de asueto	12,00	3,33	0,00	0,00
Cuota IGSS		10,67		10,67
IRTRA		1,00		1,00
INTECAP		1,00		1,00
<b>TOTAL</b>	<b>195,00</b>	<b>66,84</b>	<b>5,50</b>	<b>14,21</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Precio unitario limpieza y chapeo para muro prefabricado

<b>MURO PERIMETRAL DE PLANCHAS DE CONCRETO PREFABRICADA</b>
<b>HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO</b>

<b>REGLÓN No.:</b>	1,1	Limpieza y chapeo		<b>UNIDAD:</b>	ml
--------------------	-----	-------------------	--	----------------	----

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 0,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Limpieza y chapeo	m	1,00	Q 4,00	Q 4,00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 4,00</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 1,45
Prestaciones laborales	%	14,21	14,21%	Q 0,77
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 6,22</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	<b>Q 0,16</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 6,38</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>			53,00%	<b>Q 3,38</b>
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 9,76</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Precio unitario trazo y nivelación para muro prefabricado

<b>MURO PERIMETRAL DE PLANCHAS DE CONCRETO PREFABRICADA</b>
<b>HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO</b>

<b>RENGLÓN No.:</b>	<b>1,2</b>	Trazo y nivelación	<b>UNIDAD:</b> ml
---------------------	------------	--------------------	-------------------

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal hidratada	Bolsa	0,02	Q 27,50	Q 0,55
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 0,55</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Trazo y nivelación	m	1	Q 1,50	Q 1,50
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 1,50</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 0,54
Prestaciones laborales	%	14,21	14,21%	Q 0,29
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 2,33</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	<b>Q 0,06</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 2,94</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>				<b>Q 1,55</b>
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 4,49</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. Precio unitario postes prefabricados

<b>MURO PERIMETRAL DE PLANCHAS DE CONCRETO PREFABRICADA</b>
<b>HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO</b>

<b>REGLÓN No.:</b>	<b>2</b>	Poste prefabricado		<b>UNIDAD:</b>	Unidad
--------------------	----------	--------------------	--	----------------	--------

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Poste prefabricado h=3.00m	Unidad	1,00	Q 128,28	Q 128,28
Cemento gris	Saco	0,15	Q 62,25	Q 9,34
Arena de río lavada	m <sup>3</sup>	0,01	Q 80,36	Q 0,80
Piedrín	Unidad	0,01	Q 169,64	Q 1,70
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 140,11</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación a terreno intermedio	m	0,60	Q 10,00	Q 6,00
Fundición poste prefabricado	m	0,60	Q 12,00	Q 7,20
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 13,20</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 4,78
Prestaciones laborales	%	14,21	14,21%	Q 2,55
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 20,53</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	<b>Q 0,53</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 161,18</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>			53,00%	Q 85,43
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 246,61</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Precio unitario planchas prefabricadas

<b>MURO PERIMETRAL DE PLANCHAS DE CONCRETO PREFABRICADA</b>
<b>HOJA DE INTEGRACIÓN DE PRECIO UNITARIO</b>

<b>RENGLÓN No.:</b>	<b>3</b>	Planchas prefabricadas		<b>UNIDAD:</b>	m <sup>2</sup>
---------------------	----------	------------------------	--	----------------	----------------

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Plancha prefabricada 0.20x0.86m	Unidad	5,18	Q 12,99	Q 67,29
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 67,29</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de muro prefabricado	m <sup>2</sup>	1,00	Q 15,00	Q 15,00
Andamio poner y quitar	m <sup>2</sup>	1	Q 4,50	Q 4,50
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 19,50</b>
Factor de ayudante	%	36,20	36,20%	Q 7,06
Prestaciones laborales	%	14,21	14,21%	Q 3,77
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 30,33</b>
Herramienta y equipo	%	4,00	4,00%	Q 0,78
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (Materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):</b>				<b>Q 98,41</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (Administrativos + fianzas + utilidad +imprevistos+ financiamiento+ impuestos):</b>			53,00%	Q 52,16
<b>TOTAL (suma de directos + indirectos):</b>				<b>Q 150,57</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.3. Renglones de trabajo

Se hizo la cuantificación de las cantidades que tiene cada renglón de trabajo para un muro perimetral hecho de planchas de concreto prefabricado. A continuación se muestran los datos obtenidos:

Tabla XXXIII. Renglones de trabajo para muro prefabricado

No.	Renglón de trabajo	Cantidad	Unidad
1.	Trabajos preliminares	126,44	Metros
1.1	Limpieza y chapeo	126,44	Metros
1.2	Trazo y nivelación	126,44	Metros
2.	Postes prefabricados	134,00	Unidades
3.	Planchas de concreto prefabricado	303,46	m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.4. Integración del costo total

La integración del costo total se encuentra multiplicando el precio unitario por la cantidad de cada renglón de trabajo. La suma de todos ellos da como resultado el costo total de la obra.

Tabla XXXIV.

**Costo total para muro prefabricado**

<b>No.</b>	<b>REGLÓN DE TRABAJO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>1</b>	<b>Trabajos preliminares</b>	<b>126,44</b>	<b>Metros</b>	<b>Q 14,25</b>	<b>Q1 801,77</b>
1,1	Limpieza y chapeo	126,44	Metros	Q 9,76	Q1 234,05
1,2	Trazo y nivelación	126,44	Metros	Q 4,49	Q567,72
<b>2</b>	<b>Postes prefabricados</b>	<b>134,00</b>	<b>Unidad</b>	<b>Q 246,61</b>	<b>Q33 045,74</b>
<b>3</b>	<b>Planchas de concreto prefabricado</b>	<b>303,46</b>	<b>m2</b>	<b>Q 150,57</b>	<b>Q45 691,97</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q80 539,48</b>

Fuente: elaboración propia.

El proyecto del muro perimetral hecho con planchas de concreto prefabricado tendrá un valor de Q.80 539,49. A este número se le conoce como precio de oferta, ya que con este monto se participa para elegir al ganador del proyecto.

## 5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE MURO PERIMETRAL

El análisis comparativo de los tipos de muro perimetral se hará en base al costo de materiales, mano de obra y el precio unitario de cada uno de ellos. Ya con este resultado se conocerán de una mejor manera las ventajas y desventajas de cada sistema.

A continuación se detalla la integración de materiales y mano de obra de cada muro perimetral.

Tabla XXXV. **Costo de materiales para muro de *block***

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Cal hidratada	2,53	Bolsa	Q 27,50	Q 69,54
Cemento gris	209,40	Saco	Q 62,25	Q 13 035,19
Piedrín de 3/4"	17,80	m3	Q169,64	Q 3 019,52
Arena de río lavada	15,89	m3	Q 80,36	Q 1 277,04
Acero No. 3 grado 60	355,56	Varilla	Q 15,21	Q 5 406,39
Acero No. 2 grado 40	291,28	Varilla	Q 5,97	Q 1 739,85
Block 14 cm de 35 kg/cm <sup>2</sup>	3 896,20	Unidad	Q 2,75	Q 10 714,55
Tabla de 1"x12"x10' (4 usos)	786,76	ml	Q 3,57	Q 2 809,86
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 38 071,93</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Costo de materiales para muro prefabricado**

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Cal hidratada	2,53	Saco	Q 27,50	Q 69,54
Poste prefabricado h=3.00m	134,00	Unidad	Q 128,28	Q17 189,09
Plancha prefabricada 0.20x0.86m	1571,92	Unidad	Q 12,99	Q20 420,96
Cemento gris	20,10	saco	Q 62,25	Q 1 251,23
Piedrín de 3/4"	1,34	m <sup>3</sup>	Q 80,36	Q 107,68
Arena de río lavada	1,34	m <sup>3</sup>	Q 169,64	Q 227,32
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 39 265,82</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Costo de mano de obra para muro de *block***

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Limpieza y chapeo	126,44	m	Q 4,00	Q 505,76
Trazo y nivelación	126,44	m	Q 1,50	Q 189,66
Excavación terreno intermedio	60,69	m <sup>3</sup>	Q 25,00	Q 1 517,28
Relleno compactado por capas	34,14	m <sup>3</sup>	Q 7,25	Q 247,51
Armado y fundición de CC	126,44	m	Q 25,00	Q 3 161,00
Armadura No. 3	951,12	Unidad	Q 1,25	Q 1 188,90
Fundición de solera de 14cm	237,78	m	Q 17,10	Q 4 066,04
Formaleta poner y quitar	475,56	m	Q 1,50	Q 713,34
Hechura de estribos No. 2	1188,90	Unidad	Q 0,70	Q 832,23
Levantado de <i>block</i>	261,56	m <sup>2</sup>	Q 23,50	Q 6 146,66
Armado y fundición de columna	153,00	m	Q 25,00	Q 3 825,00
Formaleta poner y quitar	306,00	m	Q 3,00	Q 918,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q23 311,37</b>
<b>FACTOR DE AYUDANTE</b>	36,2	%	36,20%	Q 8 438,72
<b>PRESTACIONES LABORALES</b>	17,17	%	17,17%	Q 5 451,49
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q37 201,58</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Costo de mano de obra para muro prefabricado**

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Limpieza y chapeo	126,44	ml	Q 4,00	Q 505,76
Trazo y nivelación	126,44	ml	Q 1,50	Q 189,66
Excavación a terreno intermedio	80,40	ml	Q 10,00	Q 804,00
Fundición de poste prefabricado	80,40	ml	Q 12,00	Q 964,80
Colocación de muro prefabricado	303,46	m2	Q 15,00	Q 4 551,90
Andamio poner y quitar	303,46	M2	Q 4,50	Q 1 365,57
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 8 381,69</b>
<b>FACTOR DE AYUDANTE</b>	36,2	%	36,20%	Q 3 034,17
<b>PRESTACIONES LABORALES</b>	14,21	%	14,21%	Q 1 622,19
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q13 038,06</b>

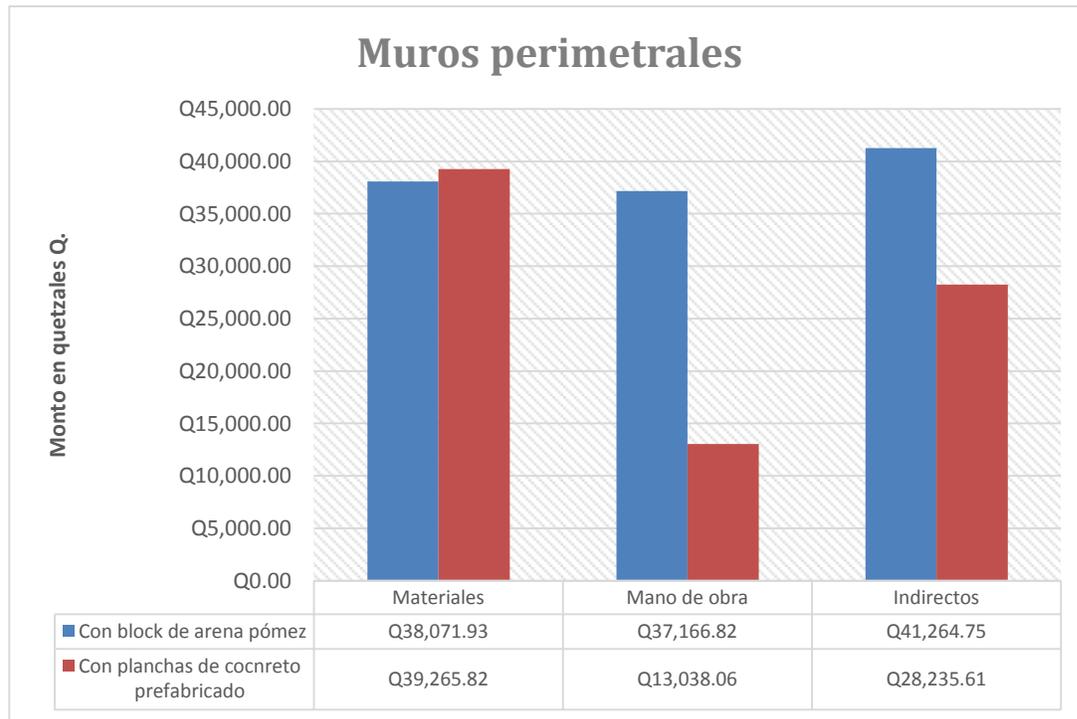
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Costos indirectos para muros perimetrales**

Tipo de muro	Total
Con <i>block</i> de arena pómez	Q 41 264,75
Con planchas de concreto prefabricado	Q 28 235,61

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Comparación de costos de materiales, mano de obra e indirectos para muros perimetrales**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Calculo de precio unitario para muros perimetrales**

Tipo de muro	Cantidad	Unidad	Total	Precio unitario
Con <i>block</i> de arena pómez	303,46	m <sup>2</sup>	Q116 538,26	Q 384,03
Con planchas de concreto prefabricado	303,46	m <sup>2</sup>	Q 80 539,49	Q 265,40

Fuente: elaboración propia.

En resumen, el muro perimetral de planchas de concreto prefabricado es más económico de realizarlo. Para obtener el porcentaje de ahorro respecto del de *block* de arena pómez se calcula la diferencia entre los dos, luego se divide dentro del total del último y se multiplica por 100.

$$\% = \frac{Q116\ 538,26 - Q\ 80\ 539,49}{Q116\ 538,26} * 100 = 30,89 \%$$

### 5.1. Ventajas

A continuación se muestran las ventajas que tiene cada sistema de muro perimetral en su construcción tomando en cuenta también los costos calculados de cada uno:

Figura 9. **Ventajas de los muros perimetrales**

<b>Con <i>block</i> de arena pómez</b>	<b>Con planchas de concreto prefabricado</b>
Se tiene acceso a los materiales en cualquier ferretería reduciendo el costo en fletes.	Tiene una fácil instalación en obra sin equipo y herramienta especial.
Tiene un menor costo en los materiales.	Tiene un menor costo en la mano de obra y de indirectos.
Es una construcción uniforme, con muros muy verticales.	No es necesario utilizar mezcla en su instalación, minimizando los desperdicios.
Son más resistentes a impactos y a sismos.	Aproximadamente son un 30,89 % más económico en su construcción.

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Desventajas

A continuación se muestran las desventajas que tiene cada sistema de muro perimetral en su construcción tomando en cuenta también los costos calculados de cada uno:

Figura 10. **Desventajas de los muros perimetrales**

<b>Con <i>block</i> de arena pómez</b>	<b>Con planchas de concreto prefabricado</b>
Requiere de un mayor trabajo de mano de obra aumentando el costo.	Requiere una mayor inversión en materiales debido a que ya vienen preparados solo para ser colocados.
Requiere un mayor control para cuidar la calidad en obra.	Traen una resistencia estándar de 35 kg/cm <sup>2</sup> .
Tienen una mayor inversión para la fabricación del muro.	La plancha y el poste no lo venden en cualquier ferretería. Podría aumentar el costo en fletes.
Se pagan más prestaciones laborales por el tiempo que se tarda la obra.	No es tan resistente a los impactos. Se puede caer el sistema si no está totalmente vertical.

Fuente: elaboración propia.

## **6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE MUROS PERIMETRALES**

Por lo regular se acostumbra hacer un cronograma de ejecución para llevar un control tanto de las actividades y tareas por realizar, así como del avance que se lleva en campo. Se debe respetar dicho cronograma para no atrasarse y pagar por el recurrir a un sobre costo en el presupuesto. Excel y Project son las herramientas que sirven para darle seguimiento al proyecto.

### **6.1. Con *block* de arena pómez**

Para este tipo de muro perimetral se estimó un tiempo de ejecución de 32 días calendario (ver figura 11). Se tomó en cuenta todas las actividades de mano de obra que están en el presupuesto. Se basó en rendimientos de albañiles por tarea para hacer más acertado el cronograma.

### **6.2. Con planchas de concreto prefabricado**

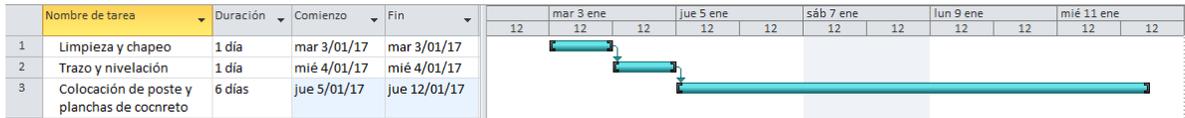
Para este tipo de muro perimetral se estimó un tiempo de ejecución de 10 días calendario (ver figura 12). Para la colocación de muro prefabricado se basó en el rendimiento de la empresa Precon.

Figura 11. Cronograma de ejecución para muro perimetral de *block*



Fuente: elaboración propia

Figura 12. **Cronograma de ejecución para muro perimetral prefabricado**



Fuente: elaboración propia.

### 6.3. Análisis comparativo

Con el cronograma de ejecución se conocen los tiempos que se tarda cada proceso constructivo de cada uno de los muros. A continuación se dan a conocer los resultados.

Tabla XLI. **Comparación de tiempos de ejecución por renglones de trabajo para muros perimetrales**

Renglón de trabajo	Muro de <i>block</i> de arena pómez	Muro con planchas de concreto prefabricado
Trabajos preliminares	2 días	2 días
Cimiento corrido	11.5 días	0 días
Solera de humedad	4 días	0 días
Muro perimetral	8 días	8 días
Columna y solera final	6.5 días	
<b>TOTAL</b>	<b>32 días</b>	<b>10 días</b>

Fuente: elaboración propia.

Basándose en la tabla anterior, se puede observar que mientras el muro de *block* de arena pómez está por su segundo proceso constructivo, el muro prefabricado está construido por completo.

Este último no necesita de cimiento corrido y solera de humedad por lo que se hace más fácil su instalación.

Si se comprara el proceso de levantamiento del muro y columnas, el muro prefabricado se tarda aproximadamente 4 días menos en terminarse. Dos personas pueden colocar alrededor de 150 *blocks* que son 12 m<sup>2</sup>. Mientras que con la misma cantidad de personal se pueden instalar de 18 a 20 m<sup>2</sup> de muro prefabricado incluyendo los postes.

## CONCLUSIONES

1. Se logró realizar una comparación de costos y tiempos de ejecución entre muros perimetrales construido con *block* contra otro de planchas y postes prefabricados, con lo que será útil para decidir qué tipo de sistema constructivo utilizar al delimitar una propiedad.
2. Se estableció una lista de precios de materiales, mano de obra y herramientas para cada uno de los muros perimetrales, obtenido de una cotización realizada a varios proveedores aledaños al lugar de estudio. Estos se utilizaron para la integración de los precios unitarios.
3. Luego de realizar la cuantificación y análisis comparativo de costos entre los dos sistemas, se identificó que, para la construcción de muros perimetrales con planchas y postes de concreto prefabricado, resulta ser más económico por un 30,89 % que el muro hecho con *block*, debido a que disminuye el tiempo de ejecución del proyecto por la fácil instalación del muro prefabricado, así como la disminución de costos directos de mano de obra.
4. Utilizando el programa de *Microsoft Project* se realizó un cronograma de ejecución para llevar el control de los avances de cada una de las actividades que se llevan a cabo para la construcción del muro perimetral, con esto se estimaron 32 días calendario para el muros de mampostería de *block* y 10 días para planchas prefabricadas de concreto y poste. Esto se basó en el rendimiento de los albañiles por tareas.

5. Se concluye que el muro con planchas prefabricadas tiene mejores ventajas en cuanto a ahorro, así como su facilidad para instalar y el tiempo de ejecución, pero tiene la desventaja de tener una resistencia estándar de  $35 \text{ kg/cm}^2$  y no es muy resistente a impactos y sismos. Contrario al de *block* de pómez que es bastante resistente a impactos y a sismos que son un fenómeno natural común en Guatemala. A cambio, tiene la desventaja de requerir mayor mano de obra y tiempo de construcción, lo que aumenta los costos en general.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las personas que van a realizar un proyecto de mantener un control de calidad alto, sometiendo muestras a distintos ensayos para cumplir con las normas y estándares de acuerdo con las especificaciones establecidas. Esto para evitar daños irreversibles o reparaciones a un futuro que afecta el costo de la obra.
2. La persona interesada en construir un muro perimetral deberá utilizar el sistema que más se adecue a las necesidades que se desean satisfacer para optimizar recursos. Si lo que se desea es optimizar tiempo y dinero se recomienda utilizar el muro perimetral prefabricado, ya que este necesita poco tiempo por su facilidad para instalarlo y por lo mismo disminuyen los costos de mano de obra. Ahora si lo que se necesita es un muro más resistente sin tener presiones de tiempo y costos, se recomienda el muro perimetral de *block* de arena pómez.
3. Para muros perimetrales mayores de tres metros medidos a partir del suelo (altura vista) no es recomendable utilizar muros prefabricados debido a la inestabilidad que se crea por la esbeltez de la pared. En este caso es preferible utilizar muros de *block* de pómez que permite levantar muros muy verticales y uniformes. Según AGIES NS2 7.4, se pueden construir muros hasta una relación de esbeltez de 20 (relación entre su altura y espesor), pero si excede de este valor se puede colocar elementos adicionales de refuerzo para imposibilitar el pandeo del muro.

4. Para las personas que ejecuten el proyecto, se recomienda colocar los primeros dos postes y las primeras cinco planchas (a media altura) y se verifica a plomo e hilo el alineamiento y perpendicularidad en los dos sentidos, y luego se termina hasta la altura indicada, para evitar desplomes causados por el viento o vibraciones. Esto se toma de guía para el resto de tramos, en cada tramo se debe ir verificando la verticalidad.
  
5. Se recomienda a las personas interesadas en construir un muro perimetral, utilizar materiales y recursos que se encuentren cercanos al lugar de trabajo para evitar grandes pagos por transporte.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BELTRÁN RAZURA, Álvaro. *Costos y presupuestos*. México: Instituto Tecnológico de Tepic, 2001. 85p.
2. GALLEGOS, Héctor; RAMÍREZ DE ALBA, Horacio. *Edificaciones de mampostería para vivienda*. 3ª ed. México: Fundación ICA, A.C. 2003. 578 p.
3. GARDNER ANAYA, Godofredo. *Apuntes de: costos y presupuestos*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2001. 85 p.
4. Multiblock. *Instalación de barda prefabricada*. [en línea] <<http://www.multiblocks.com.gt/manuales-de-instalacion>> [consulta: junio de 2016].
5. Multiblock. *Hojas técnicas, Teknomuro M96* [en línea] <<http://www.multiblocks.com.gt/hojas-tecnicas>> [consulta: junio de 2016].
6. SUÁREZ SALAZAR, Carlos. *Costo y tiempo en edificación*. 3ª ed. México: Limusa, 2002. 451 p.
7. VELAZCO SERRANO, Carlos Antonio. *El abc del analista de los precios unitarios*. México: Editorial Ciencia y Cultura S.A. 2007. 132 p.



# APÉNDICES

## Apéndice 1. **Especificaciones técnicas para la construcción de muro de mampostería**

### **1. Trabajos preliminares**

Los trabajos preliminares lo conforman: reconocimiento del terreno, limpieza, chapeo, remoción de capa vegetal, trazo y nivelación.

#### **1.1. Reconocimiento del terreno**

La persona encargada deberá verificar previamente el terreno, es decir, hacer un reconocimiento para luego ver algunos aspectos importantes como la topografía del terreno. Si hay taludes donde se debe realizar cortes y rellenos, también se deberá observar los elementos que existan en el lugar que interfieran con la ubicación y la construcción, como tuberías de agua potable y drenaje, cableado telefónico, líneas eléctricas, rótulos, arboles, etcétera.

Se deberán corroborar las medidas tanto planimétricas como altimétricas. Estas deben coincidir con los planos consignados y el lugar de construcción.

## **1.2. Limpieza, chapeo y remoción de capa vegetal**

Esta tarea consistirá en remover la basura, maleza, árboles hasta sus raíces, material orgánico e inorgánico, en resumen, cualquier obstáculo que se localicen en los alrededores del área de construcción. Todo el material que se retire, debe trasladarse a un banco de desperdicios.

## **1.3. Trazo y nivelación**

La persona encargada del proyecto deberá replantear y nivelar el área de construcción, de acuerdo con los planos proporcionados. Se han de verificar las cotas iniciales, a fin de asegurar que sean las correctas. Se deberán colocar los mojones que se necesiten, procurando que se localicen de una forma adecuada para evitar cualquier movimiento.

## **2. Excavación y relleno**

Se tiene que realizar la excavación y zanjeo para el cimiento corrido hasta la profundidad indicada en planos, con dimensiones suficientes para permitir la colocación del armado y fundición. Se deberá rellenar y compactar debidamente los vacíos dejados por la excavación estructural después de que el trabajo de cimentación haya sido concluido. Este material debe cumplir con la calidad requerida para relleno.

## **3. Cimiento corrido**

El cimiento corrido será de concreto reforzado con un ancho de 40 cm y una altura de 20 cm. El acero debe ser de grado 40 para varillas No.2 y grado 60 para mayores diámetros. Se utilizarán 3 varillas No. 3 a lo largo, y varillas

No. 2 para los estribos a cada 20 cm. Para colocar la armadura, se deben colocar tacos hechos de concreto a distancias que el maestro de obra considere necesarias. El concreto deberá ser con una resistencia de 3 000 psi. El tamaño del agregado grueso deberá ser de 3/4". Los materiales deben cumplir con las normas y especificaciones especificadas en el último numeral.

#### **4. Solera hidrófuga y de remate**

El muro de mampostería lleva solera hidrófuga y de remate.

##### **4.1. Solera hidrófuga**

La solera hidrófuga será de concreto reforzado con un ancho de 15 cm y una altura de 20 cm. El acero debe ser de grado 40 para varillas No.2 y grado 60 para mayores diámetros; se utilizarán 4 varillas No. 3 a lo largo, y varillas No. 2 para los estribos a cada 20 cm. El concreto deberá tener una resistencia de 3,000 psi. El tamaño del agregado grueso deberá ser de 3/4".

##### **4.2. Solera de remate**

La solera de remate será de 15 cm de ancho y 20 cm de alto. Esta solera estará colocada a lo largo del muro. Se utilizarán 4 varillas No. 3 a lo largo y estribos No. 2 a cada 20 cm. Será fundida con concreto de resistencia 3 000 psi. El tamaño del agregado grueso deberá ser de 3/4".

#### **5. Muros de *block***

Para hacer un levantado de muro se debe especificar el tipo de *block* y el mortero por utilizar.

### **5.1. Tipo de *block***

Para el levantado del muro perimetral será tipo C, con una resistencia neta a compresión de  $66 \text{ kg/cm}^2$ . Este tipo de *block* es para muros que no soportan carga, o que la soportan en muros de edificaciones de un nivel. También tiene su uso para muros colindantes entre terrenos. Los *blocks* deben cumplir con todas las especificaciones de la norma COGUANOR NT 41054.

Los *blocks* deben transportarse a obra en buenas condiciones: con las aristas y esquinas rectas, sin rajaduras o con cualquier clase de irregularidad. Los *blocks* se transportarán a la obra cuando estén suficientemente curados, para evitar daños en el traslado. Queda a responsabilidad del maestro de obra o encargado de velar por el buen traslado del material.

### **5.2. Mortero**

Para el levantado de *block*, se empleará un mortero cemento-arena 1:4 para el *block* tipo C.

## **6. Columnas**

El muro de mampostería tendrá dos tipos de columna. Las especificaciones se muestran a continuación.

### **6.1. Columna tipo A**

Las columnas tipo A serán de  $0,15 \times 0,15 \text{ m}$ , de concreto reforzado. El acero debe ser de grado 40 para varillas No.2 y grado 60 para mayores diámetros; se utilizarán 4 varillas No. 3 para el refuerzo longitudinal y varillas

No. 2 para los estribos colocados a cada 20 cm. El concreto deberá tener una resistencia de 3 000 psi. El tamaño del agregado grueso deberá ser de 3/4". Serán colocadas a cada 2,4 metros a lo largo del muro.

## **6.2. Columna tipo B**

Las columnas tipo B serán de 0,20 x 0,20, se colocarán en el portón. Será de concreto reforzado. El acero debe ser de grado 40 para varillas No.2 y grado 60 para mayores diámetros; se utilizarán 4 varillas No. 3 para el refuerzo longitudinal y varillas No. 2 para los estribos colocados a cada 15 cm. El concreto deberá tener una resistencia de 3 000 psi.

## **7. Materiales**

Los materiales esenciales para construir un muro de mampostería son: concreto, cemento, agregado fino, agregado grueso y agua.

### **7.1. Concreto**

El concreto es la mezcla homogénea de cemento Portland normal, agregado fino y grueso, agua y si es necesario aditivos, con una resistencia de 3 000 psi. Debe cumplir con ciertas características según las especificaciones del Reglamento de construcción para concreto reforzado del ACI. Se deberá realizar los ensayos correspondientes para la dosificación de los materiales y así obtener la resistencia establecida. Se debe lograr que los materiales de la mezcla se integren unos a otros evitando el fraguado antes de su colocación.

A continuación, se detalla cada uno de los requisitos que deben cumplir cada uno de los integrantes del concreto:

- Cemento

Se utilizará cemento Portland tipo 1, de una marca reconocida que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM y sometidas a pruebas correspondientes antes de su uso.

El cemento debe ser usado antes de los 5 meses de haber sido producido, siempre y cuando esté en un lugar adecuado. No se deberá usar cemento, que ya manifieste dureza en su consistencia, por envejecimiento o humedad.

- Agregado fino

Será arena de río lavada, libre de arcilla, limo y material orgánico. Debe cumplir con la norma COGUANOR NTG 41007, que hace referencia a las especificaciones para los agregados del concreto. Se deberá someter a pruebas representativas para calcular la granulometría y módulo de fineza antes de usarlo en la obra.

- Agregado grueso

Será grava de río o piedra triturada lavada, libre de arcilla, limo y cualquier material orgánico, el tamaño debe de ser de 3/4", siempre y cuando no sea mayor a 1/5 de la dimensión menor entre los lados de la formaleta, ni mayor a 3/4 de la mínima separación entre barras. Debe ser sometido a pruebas de granulometría, masa unitaria, gravedad específica, absorción, absorción, etcétera para verificar si es adecuado para su uso en la construcción.

- Agua

Debe ser limpia, clara, fresca, libre de ácidos, aceites, álcalis, material orgánico u otra sustancia que altere el comportamiento químico del concreto.

## **7.2. Acero de refuerzo**

Las varillas de refuerzo deberán cumplir con las especificaciones para varillas de acero de lingote para el refuerzo en concreto de la norma ASTM A-15, y con las especificaciones para corrugaciones de varillas ASTM A-305. Se debe realizar los ensayos correspondientes para conocer su esfuerzo a tensión y prueba de doblado. Se deberán utilizar varillas de acero de grado 40 con un límite de fluencia de 40 000 lb/in<sup>2</sup> para varillas No. 2 y grado 60 con un límite de fluencia de 60 000 lb/in<sup>2</sup> para varillas de mayor diámetro. Libre de defectos, óxido, escamas y materiales extraños que perjudiquen la adherencia con el concreto. No debe tener grietas, dobladuras y laminaciones.

- Acero longitudinal

El acero longitudinal para las columnas, soleras y cimentaciones deberán ser No. 3 con corruga. Atendiendo las longitudes de desarrollo según especificaciones del capítulo 12 del ACI 318-95. (16" o 0,40 m).

- Acero transversal

El acero transversal para las columnas, soleras y cimentaciones será No. 2 colocados a cada 0,20 cm, el cual será liso de grado 40. Los dobleces de las barras se harán alrededor de un perno de doblar con diámetro mínima de dos veces el diámetro de la barra. Los dobleces de los ganchos en los extremos de

los estribos serán dobleces a 135 grados con una extensión de 6 veces el diámetro de la barra y o menor de 0,07 m.

- Alambre de amarre

El alambre para el refuerzo en concreto debe cumplir con las “especificaciones para alambre de acero estirado en frío” (ASTM A 185). En este caso será calibre 14.

## Apéndice 2. **Especificaciones técnicas para la construcción de muro prefabricado de teknomuro**

### **1. Trabajos preliminares**

Los trabajos preliminares lo conforman: reconocimiento del terreno, limpieza, chapeo, remoción de capa vegetal, trazo y nivelación.

#### **1.1. Reconocimiento del terreno**

Se debe hacer una visita de campo para verificar la topografía del terreno donde se instalará la barda prefabricada. Si hay taludes donde se debe realizar cortes y rellenos, también se deberá observar los elementos que existan en el lugar que interfieran con la ubicación y la construcción, como tuberías de agua potable y drenaje, cableado telefónico, líneas eléctricas, rótulos, arboles, etcétera.

#### **1.2. Limpieza, chapeo y remoción de capa vegetal**

Esta tarea consistirá en remover desechos, maleza, árboles hasta sus raíces, material orgánico e inorgánico, en resumen, cualquier obstáculo que se localice en los alrededores del área de construcción. Todo el material que se retire, debe trasladarse a un banco de desperdicios.

#### **1.3. Trazo y nivelación**

La persona encargada del proyecto deberá replantear y nivelar el área de construcción, de acuerdo a los planos proporcionados. Se deben colocar hilos que enmarcan el límite del terreno.

## **2. Perforación de agujeros para la colocación de poste**

Se debe realizar las primeras dos excavaciones donde se hincarán los postes, dichas excavaciones deben ser de 0,25 x 0,25 m con una profundidad de 0,60 m, que son los correspondientes para bardas con altura menor de 2,40 m. Se debe realizar las excavaciones de tal manera que no tengan aristas redondeadas.

Este proceso se repetirá para marcar y excavar los siguientes agujeros, para la colocación del resto de postes.

## **3. Modulación de postes y emplantillado de placas**

Se deben colocar los primeros dos postes en los agujeros excavados, es importante que cada poste quede a plomo en los dos sentidos, deben tener una dimensión de 0,12 x 0,12 m x la altura que se solicite en los planos correspondientes. Dichos postes no deben tener una altura mayor a 4 metros en total (con longitud de pie de poste fundido) y 3 metros visto a partir del suelo. La distancia entre ejes debe ser de 0,96 metros. Luego se fundirá con concreto de 3 000 psi para darle estabilización y mayor rigidez.

Se inicia colocando 5 filas de placas de Teknomuro, para facilitar la colocación de las placas restantes, estas deben tener dimensiones de 0,12 x 0,20 x 0,84 m rostro. Se deberá continuar con la colocación de postes, de acuerdo con avance de la instalación. En cada tramo se debe ir tomando en cuenta la colocación de cinco filas de placas para asegurar que la separación entre postes sea uniforme y facilite la colocación de las siguientes placas.

#### **4. Fundición y terminación de empacado**

No se debe hacer más de 5 agujeros para postes a la vez, porque pierde el centro. Por lo que se irá trabajando de 5 unidades hasta terminar con todo el perímetro, se debe seguir siempre las recomendaciones del fabricante para asegurar la calidad del material. En cada base de poste hincado se debe ir fundiendo con concreto de excelente calidad.

#### **5. Materiales**

El sistema constructivo con que se realiza la comparación de costos consiste en el TEKNOMURO, que es un producto de la empresa MULTIBLOCKS. Este un sistema simple y económico conformado por placas con acabado imitación de *block* y postes reforzados con escalerilla de acero, para la construcción de muro de tipo perimetrales y circulación de terrenos. A continuación, se detallan las características de cada uno de los materiales que lo conforman:

- Poste prefabricado

Tiene dimensiones de 0,12 x 0,12 m y 0,15 x 0,12 m. Está elaborado de concreto con resistencia de 3,000 PSI, con refuerzo interno de acero de alta resistencia de grado 70, que consiste en 4 varillas con diámetro de 6,20 mm, con un límite de fluencia de  $f_y = 5\ 000\ \text{kg/cm}^2$ . Con un peso de 57 libras por metro lineal. Deben ir colocadas a una distancia a ejes de poste de 0,96 metros.

- Placa prefabricada

Tiene dimensiones de 0,12 x 0,20 x 0,84 rostro imitación de *block*, tienen agujeros internos, con un peso de 35 kg/cm<sup>2</sup>. Estas deben ir ensambladas dentro de los postes, colocando 5 filas y luego las siguientes, colocadas a cada 0,20 metros.

- Concreto para la fundición de postes

El concreto para la fundición de las bases de los postes deberá tener una resistencia de 3 000 psi. Realizando una mezcla homogénea de cemento portland tipo 1, arena de río y agregado grueso de tamaño nominal de 3/4" y agua. Según la dosificación del diseño de mezclas correspondiente, calculado según el ACI. Se deberán realizar las pruebas correspondientes de resistencia y asentamiento para verificar que sea adecuado a las especificaciones requeridas.

- Mortero para la colocación de elementos complementarios

El mortero utilizado debe ser una mezcla de arena de río, cemento y agua. Se debe realizar los ensayos correspondientes para aprobar su uso en la construcción de este tipo de muro. La proporción de cada material y el módulo de finura dependen del diseño de mezclas y ensayos de granulometría realizados.