



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

**SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POR EL  
MÉTODO TRADICIONAL UTILIZANDO *BLOCK***

**Luis Alberto Morales Arroyo**

Asesorado por el Ing. Alejandro Castañón López

Guatemala, abril de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POR EL  
MÉTODO TRADICIONAL UTILIZANDO *BLOCK***

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LUIS ALBERTO MORALES ARROYO**

ASESORADO POR EL ING. ALEJANDRO CASTAÑÓN LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2017

**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. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
EXAMINADORA	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
SECRETARIO	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:

### **SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POR EL MÉTODO TRADICIONAL UTILIZANDO *BLOCK***

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 12 de mayo de 2015.

**Luis Alberto Morales Arroyo**

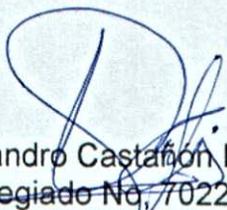
Guatemala, 17 de octubre de 2016

Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero  
Coordinador del Departamento de Planeamiento  
Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente:

Estimado Ingeniero:

Cumpliendo con lo resuelto por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado: **SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POR EL MÉTODO TRADICIONAL UTILIZANDO BLOCK**, presentado por el estudiante Luis Alberto Morales Arroyo, quien fue debidamente asesorado por el suscrito.

Considerando que el trabajo de graduación se ha desarrollado satisfactoriamente y cumple con los objetivos que motivaron a la selección de dicho tema, hago de su conocimiento que apruebo el trabajo realizado.

  
Ing. Alejandro Castañón López  
Colegiado No. 7022  
Asesor de trabajo de Graduación

ALEJANDRO CASTAÑÓN LÓPEZ  
Ingeniero Civil  
Colegiado 7022



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

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
 23 de marzo 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 **SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POR EL MÉTODO TRADICIONAL UTILIZANDO BLOCK**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Alberto Morales Arroyo, quien contó con la asesoría del Ing. Alejandro Castañón López.

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  
 Jefe Del Departamento de Planeamiento



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO**  
**DE**  
**PLANEAMIENTO**  
**U S A C**

/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 Ing. Alejandro Castañón López y del Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Luis Alberto Morales Arroyo titulado SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POR EL MÉTODO TRADICIONAL UTILIZANDO BLOCK da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*[Handwritten Signature]*  
  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, abril 2017  
 /mrrm.





Ref.DTG.D.176.2017

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: **SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POR EL MÉTODO TRADICIONAL UTILIZANDO BLOCK**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Alberto Morales Arroyo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar P. Anco  
Decano



Guatemala, abril de 2017

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la fuerza y energía para concluir mi carrera universitaria.
<b>Mis padres</b>	Jeovanna Arroyo y Nelson Morales por ser fuente de sabiduría y apoyo en todo momento.
<b>Mis hermanos</b>	Nelson Estuardo y Emily Marianna, por ser motivación para lograr mis metas.
<b>Mis abuelos</b>	Por ser dos ángeles a mi vida.
<b>Mis tíos</b>	Por apoyarme con consejos y las herramientas para ser mejor persona.
<b>Mis primos</b>	Por ser parte de mi vida y por alegrarme los días con su ingenio y su singular forma de ver el mundo.
<b>Amigos</b>	Por su amistad y fraternal compañía en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme formado profesionalmente.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por dotarme del conocimiento que aplicaré para el bien de la nación.
<b>Colegio Salesiano Don Bosco</b>	Por formarme en valores y principios, por darme la humildad y saber necesarios para ser mejor persona.
<b>Mi madre</b>	Por haber sido apoyo, enseñanzas y sobre todo por el amor que demostró que un hijo puede pedir.
<b>Mi abuelo</b>	Manuel de Jesús Arroyo por ser quien me enseñó a ser mejor persona y a lograr mis metas.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por estar junto a mí siempre que los necesité y acompañarme en mi carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XIII
1. CONCEPTOS GENERALES.....	1
1.1. Método constructivo tradicional .....	1
1.2. Elementos de mampostería.....	2
1.2.1. Block de concreto .....	3
1.3. Concreto.....	4
1.3.1. Agregados .....	5
1.3.1.1. Agregado grueso .....	5
1.3.1.2. Agregado fino .....	6
1.3.2. Cemento .....	6
1.3.2.1. Cemento portland .....	7
1.4. Morteros .....	7
1.4.1. Morteros de cal .....	8
1.4.2. Mortero de cemento y cal .....	9
1.4.2.1. Usos .....	9
1.4.3. Mortero de cemento y arena.....	12
1.4.4. Morteros de cemento.....	12
1.5. Acero de refuerzo .....	14

2.	RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS Y NORMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERÍA.....	17
2.1.	Sismos .....	17
2.2.	Ética constructiva .....	18
2.3.	Calidad en los materiales .....	19
2.4.	Normas y códigos.....	20
2.4.1.	Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).....	21
2.4.2.	American Concrete Institute (ACI).....	22
2.4.3.	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) .....	23
2.4.4.	Normas para Reducción de Desastres (NRD).....	23
2.4.5.	Otros reglamentos.....	25
2.5.	Disposiciones mínimas de seguridad Industrial .....	25
2.5.1.	Políticas de seguridad .....	26
2.5.2.	Director de seguridad .....	27
2.5.3.	Organización Internacional de Trabajo (OIT) .....	28
2.5.4.	Reglamento de salud y seguridad ocupacional .....	28
2.5.5.	Equipo de protección personal, art. 230.....	29
2.5.5.1.	Art. 233. Casco de seguridad .....	29
2.5.5.2.	Art. 232. chaleco reflector .....	29
2.5.5.3.	Art. 254. Guantes .....	30
2.5.5.4.	Art. 242. Lentes .....	30
2.5.5.5.	Art. 249. Botas industriales.....	31
2.5.5.6.	Art. 256. Protección respiratoria .....	32
2.5.5.7.	Art. 264. Arnese.....	33
2.5.5.8.	Art. 244. Protección para los oídos .....	33

3.	SUPERVISIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA .....	35
3.1.	Supervisión.....	35
3.1.1.	Perfil supervisor .....	35
3.1.2.	Funciones generales .....	36
3.2.	Actividades previas a la supervisión.....	37
3.3.	Denominaciones.....	38
3.3.1.	Delegado residente: competencias, roles y funciones .....	38
3.3.2.	Superintendente: competencias, roles y funciones .....	39
3.3.3.	Supervisor administrativo: competencias, roles y funciones .....	40
3.4.	Fundamentos legales .....	41
3.4.1.	Ley de Contrataciones del Estado .....	41
3.5.	Tipos de supervisión.....	41
3.5.1.	Supervisión de obra en campo .....	41
3.5.2.	Supervisión de obra administrativa.....	42
3.6.	Instrumentos de la supervisión de obra en campo .....	43
3.6.1.	Orden de inicio en campo.....	43
3.6.2.	Libro de bitácora .....	43
3.6.3.	Especificaciones generales .....	49
3.6.4.	Especificaciones técnicas.....	49
3.6.5.	Disposiciones especiales.....	52
3.6.6.	Planos de la obra.....	52
3.6.7.	Historial fotográfico .....	53
3.6.8.	Planos finales .....	56
3.6.9.	Recepción de la obra.....	56
3.6.10.	Liquidación de la obra.....	58
3.7.	Instrumentos para la supervisión de la obra administrativa .....	59

3.7.1.	Variaciones del objeto del contrato .....	59
3.7.1.1.	Orden de cambio .....	60
3.7.1.2.	Orden de trabajo suplementario .....	61
3.7.1.3.	Acuerdo de trabajo extra .....	61
3.7.2.	Estimaciones de pago .....	62
3.7.3.	Estimación final .....	66
4.	PROCESOS DE SUPERVISIÓN EN CAMPO .....	67
4.1.	Mano de obra .....	67
4.1.1.	Maestro de obra .....	67
4.1.2.	Albañil de oficio .....	68
4.2.	Compra de materiales .....	68
4.3.	Almacenamiento de materiales .....	69
4.4.	Actividades preliminares .....	70
4.5.	Excavaciones para cimientos .....	71
4.5.1.	Compactación del suelo .....	72
4.6.	Armaduras .....	72
4.6.1.	Cortes y elaboración .....	73
4.6.2.	Colocación y sujeción .....	73
4.7.	Concreto .....	74
4.7.1.	Preparación y mezclado del concreto .....	74
4.7.1.1.	Mezclado manual .....	74
4.7.1.2.	Mezclado mecánico .....	75
4.7.2.	Colocación y consolidación .....	75
4.7.3.	Curado del concreto .....	76
4.8.	Levantado de muros con <i>block</i> de concreto .....	76
	CONCLUSIONES .....	79
	RECOMENDACIONES .....	81
	BIBLIOGRAFÍA .....	83

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Vivienda elaborada por medio del método tradicional.....	2
2.	Boleta de bitácora, primera hoja.....	47
3.	Boleta de bitácora, hoja 2.....	48
4.	Boleta de control de renglones de trabajo.....	51
5.	Boleta de anexos y fotografías.....	55
6.	Boleta de control de documentos de cambio.....	65

### TABLAS

I.	Medidas usuales de <i>blocks</i> de concreto.....	3
II.	Clasificación por clase de <i>blocks</i> de concreto.....	4
III.	Requerimientos para especificación por proporciones.....	10
IV.	Pesos de material para morteros.....	11
V.	Requerimientos para especificaciones por propiedades.....	11
VI.	Uso de los morteros de cemento.....	13
VII.	Usos del <i>block</i> según su resistencia.....	76



## GLOSARIO

<b>Blocks de pómez</b>	Elementos huecos que se emplean apilados, ensamblados o unidos para construir muros.
<b>Contratista</b>	Persona o entidad, que se contrata y ejecuta una obra material o está encargada de un servicio para el gobierno, una corporación o un particular.
<b>Contrato</b>	Acuerdo, generalmente escrito, por el que dos o más partes se comprometen recíprocamente a respetar y cumplir una serie de condiciones.
<b>Mampostería</b>	Sistema constructivo tradicional, compuesto por elementos apilados, unidos con un mortero u otro material similar.
<b>Mampuesto</b>	Elemento de piedra, concreto o de barro que se coloca utilizando las manos uno sobre otro en obra.

<b>Mortero</b>	Mezcla de un material aglomerante, un material de relleno, agua y aditivo, utilizado para unir elementos de mampostería.
<b>Muros portantes</b>	Son paredes de edificaciones que poseen la función estructural, es decir, que soportan cargas de otros elementos estructurales.
<b>Plomada</b>	Instrumento, formado por una pesa de metal colgada de una cuerda, que sirve para señalar la línea vertical.
<b>Supervisor</b>	Profesional a cargo de verificar y rectificar los procedimientos y especificaciones indicados en planos, en tiempo, calidad y finanzas.

## **RESUMEN**

El presente trabajo es una explicación clara y breve de los procesos de supervisión en obras de infraestructura para viviendas, se hicieron investigaciones en campo y en libros y se recopilaron las recomendaciones y los pasos a seguir para llevar a cabo un buen trabajo de supervisión, siguiendo el método tradicional de construcción.

Se hizo la separación de termino supervisión en dos partes que son nombradas como supervisión administrativa y supervisión en campo, en la primera se explican todos los procesos de gabinete que se requieran para llevar el control de tiempos, de finanzas dentro de oficina y los lineamientos básicos de seguridad para el personal de trabajo.

La supervisión de campo abarca los procedimientos que se deben seguir, en obra, indicaciones a dar al personal de trabajo para que la estructura se construya según las especificaciones indicadas en los planos, los detalles a tomar en cuenta para dictaminar un elemento elaborado como aceptable.



# OBJETIVOS

## General

Elaborar un documento de apoyo general para todas las personas e instituciones dedicadas a la construcción y supervisión de viviendas por medio de *blocks* de concreto en el territorio Guatemalteco.

## Específicos

1. Describir los procesos de supervisión que implica la realización de la misma, las funciones generales antes y durante un proyecto de infraestructura.
2. Describir los roles de los supervisores y las funciones que deberán llevar a cabo en una obra.
3. Detallar el uso de herramientas para una correcta y legítima supervisión.
4. Evidenciar los posibles riesgos y errores que se pueden llegar a cometer en obra por cualesquiera sean los motivos



## INTRODUCCIÓN

El presente documento proporciona información y funciona como herramienta para los estudiantes, futuros profesionales y recién graduados, presenta las bases teóricas y prácticas sobre la supervisión de obras de mampostería, elementos que son muy utilizados en el país, así como los principios fundamentales de la misma, reunir los lineamientos estipulados en normas y reglamentos, que permitan además mantener los más altos estándares de calidad en construcción y seguridad para los ejecutores

El interés que lleva a realizar este trabajo es proporcionar una serie de lineamientos a todo aquel profesional que desee supervisar obras de block con el método constructivo tradicional, cuyo conocimiento en el área sea escasa, para que estas se ejecuten con los mayores estándares de calidad posibles siguiendo normas, parámetros y reglas que certifican la seguridad para los usuarios, tanto ejecutores como residentes, y que el servicio el cual prestaran será el adecuado y para el cual fueron diseñadas.

Actualmente y de una manera general en la república, existen aspectos clave en la construcción que son desentendidos en el país, uno de ellos es que no se adquieren materiales de calidad necesarios para garantizar la seguridad y calidad en viviendas en el país, dimensionamientos mínimos de los elementos a edificar, se puede mencionar de igual forma el refuerzo en armaduras metálicas no es el correcto. La finalidad del trabajo es concientizar, enseñar y crear una ética profesional en los ejecutores de las obras, logrando que las estructuras sean aptas y cumplan con los requisitos y normas existentes.



# 1. CONCEPTOS GENERALES

## 1.1. Método constructivo tradicional

Es el sistema constructivo que está compuesto por estructuras en las que actúan muros de carga, *block*, mochetas y soleras. Los muros están formados por elementos de mampostería, como *blocks* de concreto, arena y cemento, etc., a los cuales se les aplica un acabado por estética o por necesidad, como revoques o enlucidos. El techo puede ser de losa de concreto armado, de lámina o de tejas, según la disponibilidad del presupuesto. Este es un sistema de obra húmeda que demanda el uso de morteros y cementos, los cuales requieren de agua para activarse y comenzar el proceso de fraguado. Las instalaciones de tuberías son colocadas o insertadas dentro del muro o sobrepuestas a través de anclajes.

Este método es muy utilizado en nuestro país para la construcción de viviendas y edificios multifamiliares de hasta un máximo de tres niveles. Está fundamentado en un sistema estructural de mampostería confinada, el cual resulta de una superposición entretrejida de bloques unidos entre sí por un mortero; en el perímetro de la construcción se colocan elementos de confinamiento vertical llamados mochetas, y también de confinamiento horizontal, llamados soleras; estos elementos sirven para solidificar el muro formando un elemento monolítico. Si los elementos son correctamente armados pueden soportar sismos con facilidad.

Figura 1. **Vivienda elaborada por medio del método tradicional**



Fuente: MONZÓN, Héctor. Manual de diseño *sismorresistente* simplificado p.13.

## 1.2. **Elementos de mampostería**

La mampostería es un sistema (o método) constructivo que surge de la colocación de elementos entretrejidos sobre otros, unidos por mortero o mezcla que actúa como adhesivo entre los diferentes elementos, logrando así el levantamiento de muros monolíticos con capacidad de carga. Estos muros llevan un refuerzo interno de varillas de acero dentro de los espacios vacíos del *block*, por lo cual se les conoce como mampostería reforzada; o bien, pueden estar limitados por elementos de concreto armado en ambos sentidos (vertical y horizontal) para absorber los diferentes esfuerzos, principalmente de corte, a este sistema se les conoce como mampostería confinada.

### 1.2.1. **Block de concreto**

Es un elemento de concreto prefabricado utilizado para la construcción de muros. Actualmente la mampostería de block es uno de los métodos constructivos más utilizados en Guatemala. El block posee características que lo hacen un elemento excepcional para muros de carga por su facilidad de colocación, su alta resistencia a la compresión y su poco peso.

En Guatemala el block se clasifica de dos maneras: ya sea por sus dimensiones o por su resistencia clase y forma.

#### **Medidas usuales de *blocks* de concreto**

Tabla I.

USO	MEDIDAS PRINCIPALES NOMINALES O MODULARES, EN CENTÍMETROS			MEDIDAS PRINCIPALES REALES, EN CENTÍMETROS		
	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo
<i>Block</i> de pared o muro	20	20	40	19	19	39
	15	20	40	14	19	39
Medio <i>block</i> de pared o muro	20	20	20	19	19	19
	15	20	20	14	19	19
<i>Block</i> de tabique	10	20	40	9	19	39
Medio <i>block</i> de tabique	10	20	20	9	19	19

Fuente: NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA 41054 (2011). *Bloques huecos de concreto para muros*. p 6.

### Clasificación por clase de *blocks* de concreto

Tabla II.

Clase	Resistencia mínima de compresión, calculada sobre área neta del <i>block</i> Kg/cm <sup>2</sup> (Mpa)	
	Promedio de 5 <i>blocks</i> o más	Mínimo de <i>blocks</i> individuales
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 TÉCNICA GUATEMALTECA 41054 (2011). *Bloques huecos de concreto para muros*. p 4.

### 1.3. Concreto

Es una mezcla de materiales inertes compuesta por arena, grava, agua y un cementante. Estos componentes al mezclarse uniformemente producen una reacción química que provoca endurecimiento y que, transcurrido un tiempo determinado, toma una resistencia comparada con una piedra de artificial. Sus propiedades y características varían según su dosificación de materiales.

“Esta mezcla homogénea es la más utilizada en la construcción por la resistencia que logra en un tiempo corto y unifica los diferentes elementos constructivos, porque resiste las cargas sin sufrir deterioros considerables en situaciones previstas, además de que puede ser moldeado para dar una gran variedad de formas y tamaños gracias a la trabajabilidad de la mezcla, siendo esta de gran popularidad entre los ingenieros civiles por su pronta disponibilidad en las obras.”<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> MEHTA, KUMAR y MONTEIRO, PAULO. *Concreto. Estructura, propiedades y materiales Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.* p. 1 y 2.

### **1.3.1. Agregados**

Son materiales inertes que se mezclan junto con el concreto y ocupan del 70 al 80% del volumen total; son los encargados de brindarle un esqueleto y espesor a la masa, sin estos se necesitaría demasiado cemento para realizar el producto aumentando así su costo, además de que el calor de hidratación que generaría será demasiado alto. Estos deben ser seleccionados y ensayados para comprobar si cumplen con normas y estándares. Se dividen en dos grupos: arenas y gravas.

#### **1.3.1.1. Agregado grueso**

Normalmente conocido como piedrín, tiene la función de rellenar los espacios más grandes dentro de la lechada, dándole la resistencia programada; así como también la de absorber parte de las cargas de compresión que actúan en el concreto. En general, deberá cumplir con la Norma ASTM C-33 y de preferencia debe ser de roca triturada. Un buen agregado grueso debe presentar las siguientes características:

- Un tamaño máximo adecuado de acuerdo a las condiciones de la estructura y diseño de mezcla (3/8" – 3/4)".
- Con el canto rodado se obtiene una mejor trabajabilidad pero se reduce su resistencia debido a que las partículas se deslizarán lentamente, mientras que con la roca triturada se obtiene una mayor resistencia, ya que las aristas dificultan los deslizamientos entre sí.
- Una densidad adecuada, entre 2,3 y 2,9 gr/cm<sup>3</sup> es una densidad aceptable según la norma.

### **1.3.1.2. Agregado fino**

Se usa como relleno entre los espacios vacíos del concreto que no han sido cubiertos por cemento o gravas, además actúa como lubricante para el agregado grueso, dándole mayor trabajabilidad al concreto. Debe cumplir con la Norma ASTM C33. La propiedad principal que se debe tomar en cuenta es el módulo de finura que es un índice que refleja el grosor de las partículas. Este debe presentar las siguientes características:

- El módulo de finura deberá estar entre 2.3 y 3.1 para evitar segregación del agregado grueso si es muy bajo o evitar mezclas ásperas si es muy alto.
- No debe poseer materia orgánica de ningún tipo, ya que puede llegar a interrumpir parcial o total el proceso de fraguado del concreto.
- Debe estar libre de pómez u otras sustancias que mermen la calidad.

### **1.3.2. Cemento**

Los cementos son aglomerantes elaborados de puzolana, que funcionan como adhesivo en la mezcla junto con los agregados formando una masa uniforme, pétreo, resistente y duradera. Tiene además la propiedad de fraguar y endurecer en contacto con el agua. Poseen la característica de aumentar su temperatura interna mientras endurecen y alcanzan la resistencia prevista.

### **1.3.2.1. Cemento portland**

Se fabrica moliendo y calcinando minerales como caliza, alúmina y sílice, y suele agregársele arcillas o carbonato de calcio. Debido a las características que posee al momento de solidificarse es uno de los aglomerantes más utilizados para la construcción en el territorio nacional. La calidad que debe usarse en obra estará basada en la norma ASTM C-150. Según las necesidades, existen varios tipos de cemento portland:

- Tipo I: destinado a obras en general.
- Tipo II: obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos y a obras en donde se requiere un equilibrado calor de hidratación.
- Tipo III: desarrolla altas resistencias en edades tempranas.
- Tipo IV: de bajo calor de hidratación es especial para fundiciones de gran tamaño como represas.
- Tipo V: ofrece alta resistencia a los sulfatos.

### **1.4. Morteros**

Es la mezcla de un material aglomerante, un material de relleno (como arena o agregado fino), agua y aditivos según sea el caso o necesidad. Posee características físicas y químicas similares a las del concreto y son utilizados en construcción para unir *blocks* en muros o como acabados, repellos o cernidos.

Por su manera de fraguar los hay de dos tipos, los aéreos que endurecen por la influencia del aire al perder agua y fraguan por procesos de carbonatación y los hidráulicos que son aquellos que endurecen por efectos químicos al entrar en contacto con el agua. Según los materiales constituyentes se pueden encontrar los siguientes tipos:

#### **1.4.1. Morteros de cal**

Los morteros a base de cal son conocidos por ser buenos plastificantes, característica obtenida gracias a la cal que hay en ellos, convirtiéndolos en el más manejable de los morteros conocidos. A pesar de estas cualidades, no se pueden esperar altas resistencias iniciales debido a su velocidad de endurecimiento.

El agregado fino en los morteros constituye principalmente un material que se encarga de evitar el agrietamiento y reducir la contracción por fraguado, principal razón por la que se recomienda que esté libre de materia orgánica, de piedras de gran tamaño, de arcillas o de cualquier otro contaminante que no sea propio del agregado.

Para un mortero aéreo las proporciones cal-agregado más utilizadas son 1:2 para repellos y 1:3 o 1:4 para mampostería simple. Si las proporciones aumentan o disminuyen el mortero se puede volver más pobre, disminuyendo considerablemente su adherencia. Y por el contrario, puede contraerse haciendo que se agriete además de aumentar el costo.

### **1.4.2. Mortero de cemento y cal**

Los morteros fabricados a base de cemento deben ser preparados de tal manera que se logren producir mezclas en las que las propiedades adherentes de los aglomerantes del cemento y las propiedades de la cal sean aprovechadas de la mejor manera posible. Es de suma importancia tener en cuenta que cada adición de cal incrementará el volumen de agua necesaria para obtener las condiciones esperadas. Debe buscarse una dosificación adecuada.

En cada uno de los países la categorización de los morteros obedece a ciertas normas o regulaciones de resistencia a la compresión, absorción y retención de agua, así como de otras propiedades, según los elementos usados en su preparación. Una de estas reglas, de uso frecuente en Guatemala, es la norma ASTM C-270 Especificaciones estándar para morteros de mampostería, la cual se rige por los cuatro tipos de morteros M, S, N y O.

#### **1.4.2.1. Usos**

Existen países que hacen un amplio uso del mortero debido a su utilidad en las obras de mampostería. Se pueden distinguir dos usos principales que corresponden a dos tipos de mortero: el que se utiliza para el levantado y el que se utiliza para relleno. El primero es el elemento que une a las unidades de *block* y el segundo consiste en una mezcla fluida de concreto que se vierte en el interior de los muros, con el objeto de aumentar la sección neta resistente del muro y proveer la unión entre la mampostería y el refuerzo (conocido en nuestro medio como *grout*).

La clasificación de los morteros está indicada en la norma ASTM C-270 y equivale a un aproximado de la resistencia mínima a la compresión que deben poseer, como se explica en la tabla III.

Los morteros mencionados por proporciones, de acuerdo a la norma ASTM C-270, obedecen a lo establecido en la tabla III; la tabla IV muestra las masas de los materiales. Mientras que el mortero con propiedades específicas debe cumplir con lo indicado en la tabla IV.

### Requerimientos para especificación por proporciones

Tabla III.

Mortero	Tipo	Proporciones por volumen				Proporción de agregados	
		Cemento Portland o mezclado	Cemento de mampostería				Cal hidratada
			M	S	N		
Cemento-Cal	M	1	--	--	--	¼	No menos de 2 ¼ y no más de 3 veces la suma de los volúmenes separados de los materiales cementantes
	S	1	--	--	--	Entre ¼ y ½	
	N	1	--	--	--	Entre ½ y 1 ¼	
	O	1	--	--	--	Entre 1 ¼ y 2 ½	
Cementos de albañilería	M	1	--	--	1	--	
	M	--	1	--	--	--	
	S	½	--	--	1	--	
	S	--	--	1	--	--	
	N	--	--	--	1	--	
O	--	--	--	1	--		

Fuente: American Society for testing and material, Section 4 Vol. 4.05. p. 191.

### Pesos de material para morteros

Material	Peso Kg/m <sup>3</sup>
Cemento Portland	1505
Cemento mezclado	Peso impreso en la bolsa
Cemento de albañilería	Peso impreso en la bolsa
Cal hidratada	640
Arena, seca y suelta	1280

Fuente: *American Society for testing and material, Section 4 Vol. 4.05. pag. 191*

### Requerimientos para especificaciones por propiedades

Tabla V.

Mortero	Tipo	Resistencia a la compresión, mínima a 28 días Kg/cm <sup>2</sup>	Retención de agua mínima %	Contenido de aire máximo	Proporción de agregados
Cemento-Cal	M	175	75	19	No menos de 2 ¼ y no más de 3 veces la suma de los volúmenes separados de los materiales cementantes
	S	126	75	19	
	N	53	75	21*	
	O	25	75	21*	
Cementos de albañilería	M	175	75	**	
	S	126	75	**	
	N	53	75	**	
	O	25	75	**	

Fuente: *American Society for testing and material, Section 4 Vol. 4.05. p. 191*

### **1.4.3. Mortero de cemento y arena**

El mortero de cemento es un material para la construcción que se obtiene al mezclar arena o agregado fino, agua y cemento. Estos elementos al estar mezclados homogéneamente actúan como un conglomerante que es utilizado para:

- Enlucidos, zócalos y corrido de cornisas. Se utiliza una parte de cemento por dos de arena.
- Bruñidos y revoques impermeables. Se utiliza una parte de cemento y una de arena.
- Para enlucidos de pavimento, enfoscados, bóvedas tabicadas y muros muy cargados. Se utilizará una parte de cemento por tres de arena.

### **1.4.4. Morteros de cemento**

Cuando se hace necesario obtener altas resistencias, es posible el uso de conglomerantes como cemento Portland. La trabajabilidad suele ser variable y las condiciones varían con la relación agua-cemento usada. La elaboración de este mortero ha de hacerse de manera continua, de forma tal que desde el momento de la mezcla y hasta la colocación en donde ser requiera en la obra exista el menor tiempo posible, esto debido al rápido fraguado del cemento. Es por esta razón que se suele mezclar de primero en la obra el cemento junto con los agregados y por último se añade el agua.

Cuando se hacen mezclas de morteros de cemento lo habitual es que se dosifique por partes de agregado y de cemento, en su mayoría desconociendo o haciendo caso omiso de la resistencia final que poseerán esos morteros ya endurecidos. Es importante diseñar y dosificar un mortero conforme los requerimientos de resistencia que son exigidos para cada elemento que se trabajará, junto con algunas otras propiedades o características. Se requiere mucha habilidad para ser preciso. Se presenta una explicación más detallada de los usos que se le da a cada dosificación en la tabla IV.

### Uso de los morteros de cemento

Tabla VI.

Proporción	Usos
1:1	Mortero muy rico para impermeabilizaciones. Rellenos.
1:2	Para la impermeabilización y muros de tanques subterráneos. Rellenos.
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos.
1:4	Para pegar ladrillos y bloques en muros. Muros finos.
1:5	Muros exteriores: para pegar ladrillos, bloques, baldosas y mampostería en general. Muros no muy finos.
1:6 y 1:7	Muros interiores: para pegar ladrillos, bloques, baldosas y mampostería en general. Muros no muy finos
1:8 y 1:9	Para pegar construcciones que se demolerán pronto. Estabilizaciones de taludes en cimentaciones.

Fuente: SÁNCHEZ, Diego. *Tecnología del concreto y del mortero*. p. 307.

## 1.5. Acero de refuerzo

El concreto por sí solo provee una excelente resistencia a la compresión, ya que soporta las cargas verticales generadas a causa del propio peso, pero requiere de la combinación con otros materiales para soportar esfuerzos de flexión y tensión que podrían llegar a hacer fallar la estructura por algún tipo de agente externo como los sismos. El material que mejor trabaja en conjunto con el concreto y que soporta estos esfuerzos es el acero. En Guatemala existen muchas maneras de trabajarlo, pero el método tradicional implica el uso de varillas longitudinales a través de mochetas y soleras, así como eslabones y estribos para confinar los núcleos de concreto.

“Se denomina acero a la aleación de hierro y carbono, donde el carbono no supera el 2.1% en peso de la composición de la aleación alcanzando normalmente porcentajes entre el 0,2% y el 0,3%.”<sup>2</sup> El apartado anterior nos indica que para porcentajes mayores al 2.1% de carbono se crean fundiciones de acero que son frágiles. El acero es uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil y adaptable. Ampliamente usado y a un precio relativamente bajo, el acero combina la resistencia y la trabajabilidad, por lo que se presta a fabricaciones diversas, así mismo sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo a necesidades específicas mediante tratamientos térmicos, mecánicos o bien mediante aleaciones.

---

<sup>2</sup> GUI SAN, SANTIAGO, Editorial Oceano Grupo, *Enciclopedia de ciencia y técnica*. Tomo 1. Acero.

El acero utilizado en construcción de viviendas, en su mayoría, suelen ser varillas con resaltos o corrugas, estas se funden dentro del concreto, lo que mejora la adherencia con el elemento fundido; además, poseen gran ductilidad, lo cual permite que las barras se puedan doblar o cortar con facilidad.

Para disipar la energía de las construcciones, la ductilidad del acero forma parte fundamental, ya que es la encargada de absorber las deformaciones plásticas en las articulaciones. Esta es la principal razón para que el acero cumpla con los estándares mínimos de manufactura dados por las normas y reglamentos de fabricación industrial.

Según lo expone Edward Nawy en su libro “Concreto reforzado, un enfoque básico”, el elemento de construcción en concreto reforzado que trabaja a tensión es el acero, esto se debe principalmente a que el concreto, por ser un material frágil, es fuerte en compresión, aunque débil en tensión. Es normal que en algunos casos se utilice acero para el refuerzo adicional, y de esta manera se fortalezcan las zonas de compresión de las secciones de las vigas de concreto. Este refuerzo es preciso para edificaciones que soportarán grandes cargas, con el fin de disminuir las deformaciones que actuarán a lo largo del tiempo.

De acuerdo con Arthur Nilson, en “Diseño de estructuras de concreto”, el principio general del concreto reforzado es que para lograr un trabajo efectivo por parte del acero y el concreto se esfuercen o deformen al mismo tiempo, esto quiere decir que es necesario que exista una fuerte adherencia entre los dos materiales, de esta manera se garantiza que no ocurrirán desplazamientos importantes entre los núcleos de concreto que rodean el acero y el refuerzo mismo.

Los tipos de barras más comunes están determinadas por el diámetro de las mismas y se limitan a las especificaciones de las normas ASTM A-615/615M y COGUANOR NGO 36011, esta última toma base de las normas ASTM antes mencionadas, dichas normas rigen tanto barras corrugadas como barras lisas. En Guatemala, según estas normas, las varillas deben cumplir los requisitos de corrugación, longitud y de diámetro, los cuales oscilan entre 3/8 de pulgada (conocidas como No. 3) y 1 3/8 u 1 1/8 de pulgada (conocida como No. 11), aunque habitualmente en viviendas suele utilizarse No. 2, No. 3 y No. 4.

## **2. RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS Y NORMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERÍA**

Al construir hay que proteger al personal operativo, administrativo y a los futuros usuarios de situaciones que puedan dañar la integridad física de los mismos, esto se debe prever al momento de planificar y de construir los proyectos.

Este proceso constructivo genera una cantidad de amenazas a todas las personas involucradas en su desarrollo, ya que si se construye con deficiencia y falta de integridad la vida de las personas se pondrá en peligro. La amenaza no se limita a lesiones o golpes leves, sino que se extiende a lesiones graves o fatales. Y si bien algunos pueden financiar estos eventos sin exponer su estabilidad económica, otros ponen en riesgo su patrimonio. Si una obra no se construye en apego al cumplimiento de las normas, el bienestar, el capital y sus propiedades estarán en riesgo. Es un compromiso primordial del supervisor velar porque el costo, la calidad y la seguridad de la obra se mantenga dentro de lo permisible.

### **2.1. Sismos**

Son vibraciones producidas por el movimiento telúrico de la corteza terrestre que causan fallas en las estructuras. Son de diferente intensidad, usualmente de cortos periodos de tiempo. Estos varían su magnitud y duración dependiendo del lugar en el cual se dio la falla, de la distancia sobre la superficie y de la profundidad.

Los sismos son eventos que pueden dañar estructuras si no se toman las medidas de precaución necesarias. Un sismo puede provocar excesivos esfuerzos concentrados en diferentes puntos de cada elemento generando grietas y fracturas que llegan a hacer colapsar la vivienda.

Guatemala es un país con actividad sísmica debido a que debajo de ella convergen tres placas tectónicas: la Placa de Cocos, la Placa del Caribe y la Placa del Pacífico, estas tres son las responsables de la constante actividad sísmica. Usualmente la palabra sismo describe a todas las vibraciones producidas por la interacción de las placas ya antes mencionadas.

## **2.2. Ética constructiva**

Los hechos históricos, como el terremoto del cuatro de febrero 1976, evidencian la responsabilidad que posee un ejecutor de obra; es por eso que construir exige integridad, desarrollo con sólidos valores y responsabilidad de cada uno de los miembros encargados de la construcción, especialmente en la construcción de obras que servirán para albergar a usuarios. Para esto debemos cumplir un estándar de las normas de ética profesional y técnica. Para diseñar, construir y supervisar es necesario tener claros los conceptos de todo el proceso constructivo. A continuación mencionaremos algunas cualidades que deben llenar los que dirigen la construcción:

- Ser profesional colegiado activo
- Trabajo en equipo
- Responsabilidades éticas y profesionales
- Comunicación eficaz
- Conocimiento del método constructivo y de su normativo.
- Conocimientos específicos en un área de ingeniería civil

- Conocimiento de gestión, administración e importancia de los proyectos de construcción, así como de sus activos financieros.

Se debe tener un apego estricto a las normas y reglamentos para evitar fallas o la detención de la obra. Se deberá evitar problemas legales con los entes respectivos de la zona. He aquí las sanciones que se pueden obtener por incumplimiento de las normas impuestas por las municipalidades:

- Paralización las obras
- Multas
- Expulsión de las entidades reguladoras de trabajo.
- Sanciones públicas y privadas

Dejando de lado las sanciones, se construye con la finalidad de otorgar protección y seguridad a los usuarios y habitantes, la cual hay que garantizar desde el principio hasta que termine la vida útil del inmueble. Esta es la prioridad que se debe tener como constructor o supervisor.

### **2.3. Calidad en los materiales**

Son parte fundamental de la construcción y son indicadores directos de la calidad y seguridad de la obra. Si por alguna razón la calidad merma, es probable que la edificación no satisfaga los lineamientos de análisis y de diseño, obteniendo, así una vivienda de alta vulnerabilidad. Un material debe ser durable y debe seguir normativos y reglamentos para certificarlo como material resistente.

“La mala calidad del block ha sido determinante en el desempeño de la mampostería. En cada terremoto que ha ocurrido se ha visto cómo el sismo ha delatado el mal material y cómo el buen material se hace “respetar” por el sismo.”<sup>3</sup> Este extracto, obtenido del Manual de diseño de mampostería proporcionado por AGIES nos explica que, al momento de construir una vivienda, aunque el material cumpla con características que a simple vista son de condiciones aceptables para construir, este no resistirá cuando se presente el sismo o lo excedan las cargas para las que fue diseñado.

#### **2.4. Normas y códigos**

Las normas existen para estandarizar los procesos de manufactura de las diversas obras que se trabajarán,, tienen como finalidad normalizar y crear un lenguaje entre los contratistas y los inversionistas. Si está más que claro que una buena construcción depende de la deontología de los ejecutores y los supervisores, así como de la buena calidad de los materiales que se utilicen, no es suficiente para que una obra mantenga sus estándares de calidad y seguridad; para eso se han desarrollado las normas y códigos que regulan patrones de diseño, estos se han creado para que todas las estructuras o elementos que se erijan posean un mismo orden y se hagan de una manera organizada.

---

<sup>3</sup> MONZÓN-DESPANG, Héctor. *Manual para diseño de Mampostería sismo-resistente de block – AGIES DSE 01-2014*. Página 20.

Existen normas técnicas para casi cualquier elemento que se desee elaborar, fabricar o construir, no es posible ofrecer calidad sin haberse basado en normas o estatutos reguladores de los procesos a efectuar. Las normas resultan fundamentales para programar los procesos de producción. Se crean con el consenso de todas las partes interesadas e involucradas en una actividad y estas deben ser aprobadas por un organismo de normalización superior.

En Guatemala existe un sin número de normas y reglamentos que se han desarrollado para trabajar con los materiales propios de la región, así como con los factores naturales que intervienen en el comportamiento de las construcciones, algunos basados en normas extranjeras y otros fundamentados específicamente para el país. Se detallan algunos de ellos en los siguientes subtítulos.

#### **2.4.1. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR)**

Es el organismo nacional de regulación establecido en Guatemala, adscrito al ministerio de Economía. La principal función de COGUANOR es desarrollar actividades de normalización. Es la comisión encargada de regularizar las normas de los procesos que se lleven a cabo entre las empresas nacionales para que ayuden a mejorar la competitividad de las mismas. Cabe mencionar que las normas publicadas por COGUANOR son de observancia, uso y aplicación voluntaria.

Las normas de COGUANOR son, en algunos casos, equivalentes a las normas de ASTM (American Society for Testing and Materials) usadas a nivel internacional. Estas normas sirven para comprobar la calidad de algunos materiales, su resistencia a diferentes efectos producidos por el uso, su calidad cuando son extraídos del lugar, o bien para verificar si cuentan con propiedades de absorción o de impermeabilidad.

#### **2.4.2. American Concrete Institute (ACI)**

El Instituto Americano del Concreto, ACI por sus siglas en inglés, es el comité que lidera el uso de recursos para el desarrollo y la distribución de normas basadas en ensayos y consensos para las personas u organizaciones que se involucren en el uso del concreto como material para el diseño y construcción, y que comparten la meta de buscar el mejor uso del mismo. Fundado desde 1904 ha creado normas a base de ensayos y pruebas para determinar los comportamientos del concreto bajo cargas.

El ACI es un normativo que se encuentra segmentado por cada bloque que se considera en el proceso de diseño de estructuras de concreto armado, el cual busca su mejor comportamiento. Este código es completamente aceptado para diseñar estructuras, principalmente se usa como referencia para dar el aval al tipo de amarres, a la cantidad máxima y mínima de acero y al peralte que cierto elemento debe tener para considerarse seguro.

### **2.4.3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES)**

La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) es la comisión encargada del desarrollo de las normas de seguridad estructural para el diseño de obras resistentes a los sismos. Se puede mencionar principalmente el conjunto de Normas de Seguridad Estructural (NSE). Dictaminan los parámetros del diseño de estructuras resistentes a los sismos dentro de Guatemala, estas se basan en estudios y recopilaciones de datos que unificadas permiten encontrar los valores de cargas que actúan a través de las obras cuando ocurre un sismo.

### **2.4.4. Normas para Reducción de Desastres (NRD)**

La coordinadora nacional para la reducción de desastres (CONRED), como su nombre lo indica, es el ente que se encarga en el país de reducir y minimizar todas las causas que puedan crear un peligro para alguna comunidad de personas.

Son un grupo de normas y especificaciones que reglamentan la actividad humana para desarrollar el bien común. Tienen como principal objetivo ser un mecanismo de preservación de la vida, la seguridad y la integridad de las personas. Establecen los requerimientos mínimos que debe poseer una estructura para declararse como segura para los usuarios. Las normas NRD se describen según su objeto de alcance y se describen como:

- Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala.
- Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público.
- Especificaciones técnicas para materiales de construcción.

Estas se subdividen para organizar los diferentes aspectos que se deben tomar en cuenta para garantizar la seguridad e instalaciones de uso público.

- **NRD 1**  
Tiene por objeto establecer todos los criterios que deben tomarse en cuenta para el diseño de obras nuevas, remodelaciones o reparación de las ya existentes, a efecto de prevenir todos los daños que se puedan suscitar en la infraestructura y puedan poner en riesgo a usuarios.
- **NRD 2**  
Es un conjunto de preceptos que se encarga de normalizar y que deben cumplir las estructuras e instalaciones de uso público con el objetivo de reducir daños causados por desastres naturales. Es aplicable a todas las edificaciones de uso público que actualmente funcionen como tales y que se diseñen para el futuro. Se les considera de uso público a aquellas que permiten la entrada sin restricciones del personal.
- **NRD 3**  
Esta norma tiene como objetivo establecer las especificaciones técnicas de los materiales usados para la edificación de obras públicas o la remodelación o rehabilitaciones, ya sean de construcción gubernamental o privada.

#### **2.4.5. Otros reglamentos**

Existe otro grupo de normativos que se pueden aplicar pero que fueron redactados utilizando las condiciones sísmicas de otros territorios, debido a esto su utilidad en el territorio nacional es muy limitada. Los reglamentos que se conocen son:

- Código de construcción Internacional, IBC por sus siglas en inglés (*International Building Code*). Este fue desarrollado por el Concejo Internacional del Código, *International Code Council*, ICC, y otorga los lineamientos mínimos que deben tener las estructuras para que sean seguras y resistentes.
- Código de construcción uniforme, UBC por sus siglas en inglés (*Uniform Building Code*): el código utilizado en el oeste de los Estados Unidos, principalmente para California. El principal problema al aplicar este código en construcción en Guatemala es que se diseñó en una zona donde la actividad sísmica es menor que la del país.

#### **2.5. Disposiciones mínimas de seguridad Industrial**

Los trabajos que se realizan en cualquier tipo de obra implican que el trabajador estará en constante peligro, debido a esto el acuerdo gubernativo 229-2014 regula las actividades, así como la protección personal de cada trabajador. Es por esta razón que el deber de un supervisor y constructor es velar porque la seguridad de los empleados se garantice.

Los trabajadores están en constante contacto con materiales, objetos y personas, por esta razón es imposible predecir todos los acontecimientos que puedan darse, sin embargo, la vulnerabilidad a la cual están expuestos es algo que puede modificarse.

Con frecuencia se confunde el término prevención de accidentes; un gran porcentaje de persona cree, equivocadamente, que un daño físico, como una lesión, es lo mismo que un accidente, con lo que supone que un accidente no llega a tener la relevancia que posee una lesión. Todos, principalmente los supervisores de seguridad, debe darle la mayor importancia a las condiciones en las que se trabaja y a las amenazas que existan. Un buen lugar de trabajo debe garantizar:

- Que el ambiente de trabajo reúna características para que sea un lugar seguro.
- Que el trabajo que se lleva a cabo sea seguro.
- Mantener en buen estado de conservación y de funcionamiento la maquinaria, instalaciones y útiles.

### **2.5.1. Políticas de seguridad**

Las condiciones seguras se alcanzan cuando existen reglas que limitan y normalizan los trabajos que existen dentro de una obra. No se dan por casualidad, todos los obreros se deben regir por un normativo. Este debe ser escrito por el encargado de seguridad que se ha nombrado, basándose en los reglamentos internacionales o nacionales que ya existan.

Deben ser capacitados todos aquellos que trabajaran en la obra para evitar daños a cualquier persona propia o ajena a la misma. Se debe tomar principal conciencia sobre los trabajadores que laboran en puestos específicos cuyos errores pueden crear peligro para todos los demás.

El Congreso de la Republica en el decreto número 117 establece que el Ministerio de Trabajo y Prevención Social en conjunto con el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social deberán tener a su cargo la aplicación control y vigilancia de la aplicación de las normas de higiene y seguridad en los lugares de trabajo. Y según en el Reglamento de Seguridad e Higiene, y en base al Código de Trabajo, todo patrono tiene la obligación de adoptar y poner en práctica todas las reglas estipuladas en este normativo para garantizar la seguridad de los empleados.

### **2.5.2. Director de seguridad**

Dependiendo del monto económico del proyecto, la complejidad y la ubicación se debe considerar contratar un supervisor de obra, el cual debe tener los conocimientos mínimos para certificar que los parámetros de seguridad se apliquen de la mejor forma posible.

En el capítulo II, artículo 5 del acuerdo gubernativo 229-2014 del ministerio de trabajo y bienestar social de Guatemala, se indica que el patrono deberá facilitar la creación y el funcionamiento de las organizaciones de seguridad, estas deberán tener un equipo de trabajo calificado con inspectores de seguridad o comisiones especiales, según las necesidades e importancia, o como lo indiquen las autoridades competentes.

### **2.5.3. Organización Internacional de Trabajo (OIT)**

Las Normas internacionales del trabajo se desarrollaron con el fin de constituir un sistema global de instrumentos relativos al trabajo y a la política social, sostenido a su vez por un sistema de control que permite abordar todos los tipos de problemas que plantea su aplicación a escala nacional.

Algunos de los reglamentos nacionales basan sus normas en acuerdos y programas internacionales que ha sido previsto por algunas instituciones. La Organización Internacional del Trabajo (OIT), a finales de la década de los ochenta, aprobó el Convenio de Salud y Seguridad llevado a cabo en la construcción No. 167, que norma los fundamentos legales para crear condiciones seguras y saludables de trabajo.

### **2.5.4. Reglamento de salud y seguridad ocupacional**

Conocido como Acuerdo Gubernativo 229-2014, es el documento establecido por el estado de Guatemala por medio del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) y el Ministerio de Trabajo. Tiene por objeto regularizar las condiciones generales de higiene y de seguridad en que deben ejecutar las labores los trabajadores, con el fin de salvaguardar la vida, proteger la salud y la integridad en el desarrollo de los servicios.

## **2.5.5. Equipo de protección personal, art. 230**

Se debe mencionar que es una necesidad y obligación estar protegido contra cualquier acontecimiento no deseado que pueda suscitarse en la obra. Se entiende que debe ser utilizado por todo el personal operativo y se supervisará a quien debe utilizarlo. El Acuerdo gubernativo 229-2014 de Guatemala considera que los empleados en la construcción deben cumplir con el siguiente equipo para su protección personal.

### **2.5.5.1. Art. 233. Casco de seguridad**

El casco es la unidad de protección que se debe colocar en la cabeza para evitar las lesiones por caídas de objetos. Debe ser portado en todo momento, principalmente si la construcción es de más de un nivel. Cualquier objeto con el que se esté trabajando podría golpear la cabeza y ser fatal para el trabajador. Herramientas pequeñas como pernos pueden causar grandes daños si caen desde cinco o diez metros.

### **2.5.5.2. Art. 232. chaleco reflector**

El chaleco no es equipo para evitar lesiones ya que este no protege de impactos ni accidentes. Tiene la finalidad de ser reflector y facilitar a los cuerpos de socorro y colegas cuando se pueda presentar un accidente donde el empleado quede enterrado bajo escombros o perdido en algún lugar. Es necesario para que todo el personal que maneja equipo pesado, como grúas o camiones, pueda verlos por medio del reflejo que emite el chaleco.

### **2.5.5.3. Art. 254. Guantes**

Son la principal protección para la piel que se tiene para el trabajador, ya que un gran porcentaje del trabajo del constructor requiere del uso de las manos en el área, por lo que es necesario que se le proteja de las mezclas, líquidos corrosivos u objetos corto punzantes. Los guantes son de muchos tipos; los que están fabricados de plástico se utilizan cuando se trabaja con agua o con líquidos altamente corrosivos y los guantes de cuero son los más utilizados ya que son los más resistentes.

### **2.5.5.4. Art. 242. Lentes**

De todo el equipo de protección personal la protección visual es la más fácil de llevar, sin embargo en un gran número de ocasiones no se utilizan y debido a esto suceden un sin número de daños en la vista de los empleados, estos pueden ser causados por la exposición a fragmentos, o esquirlas que salen proyectados por explosiones.

Para la construcción es más recomendable el uso de gafas de plástico ante las de vidrio, ya que tienen la ventaja de ser menos propensas a fracturarse por alguna caída o golpe, debido a la naturaleza del trabajo, pues están constantemente sometidos a trabajos pesados, motivo por el cual deben ser resistentes. Aunque las gafas de vidrio son preferibles cuando el obrero se somete a trabajos de altas temperaturas ya que no se deterioran tan fácilmente como las de plástico.

#### **2.5.5.5. Art. 249. Botas industriales**

Es un tipo de calzado que tiene la finalidad de proteger las extremidades inferiores del empleado contra cualquier posible accidente en el trabajo que realice. Existen de varios tipos y para proteger contra diferentes percances.

En el mercado actual de construcción en Guatemala las que principalmente se conocen son las de punta de acero, que tienen dentro un caparazón fabricada de acero que conserva su forma y resiste impactos de objetos circundantes que puedan caer de las alturas y causar daños en los pies, desde cortes y golpes leves hasta lesiones que pueden llevar a la amputación de los mismos.

El propósito de las botas industriales es proteger a los obreros de peligros como:

- Mecánicos: caída de objetos, golpes sobre los pies y objetos punzocortantes.
- Eléctricos: proteger el cuerpo del empleado contra descargas eléctricas de alta o baja tensión, producidas, ya sea debajo de sus pies o por sobre su cabeza; deben tener una plancha de caucho.
- Químicos: derrame de reactivos, ácidos o líquidos agresivos, o bien de metales derretidos.
- Físicos: deben ser antideslizantes para evitar esguinces o luxaciones por caídas en superficies resbalosas.

#### **2.5.5.6. Art. 256. Protección respiratoria**

Debido a que en las obras existe demasiado contacto con polvos o gases nocivos es necesario que se utilice algún equipo de protección contra ellos. Por distintas razones se trabaja con algún material que al ser molido, triturado o dinamitado eleva sus pequeños fragmentos y se mezclan con el aire que respiramos; cuando se desea pintar con aire comprimido las pequeñas partículas de pintura se impregnan en el aire circundante o inclusive el corte y soldado de metales que contienen zinc, plomo o níquel emana elementos que son respirados.

Para todos los casos mencionados con anterioridad se debe usar una máscara para filtrar todos los fragmentos y partículas que puedan ser respiradas, ya que en grandes cantidades esto puede ser degradante para la salud. Para cada caso existe una mascarilla con filtros de diferentes tipos, para sustancias tóxicas o elementos sólidos. En algunos casos, si los gases emanados contienen muchas toxinas es necesario el uso de mascarillas de rostro completo para proteger ojos y cara.

#### **2.5.5.7. Art. 264. Arneses**

Las caídas son la principal causa de muerte en la industria de la construcción. Siempre que se requiera realizar un trabajo que se encuentre a una distancia considerable del suelo es necesario el uso de andamios o escaleras para llegar a dicho punto, pero siempre se debe acompañar del uso de un arnés de seguridad para evitar lesiones graves o mortales.

Existen diversas clases de arneses de seguridad, así como de cinturones. Siempre es preferible y más seguro el arnés que el cinturón. Estos deben cumplir por lo menos con dos requisitos:

- Deben estar amarrados a una estructura firme y sólida, de preferencia empotrada arriba del nivel donde se tenga que trabajar.
- La cuerda y el arnés deben ser lo suficientemente resistentes para soportar el peso del trabajador.

#### **2.5.5.8. Art. 244. Protección para los oídos**

El uso de protección auditiva debe ser una prioridad en los casos en que se trabaje con maquinaria que emita demasiado ruido, como para generar daños al oído, limite que se encuentra por encima de lo 85dB de nivel continuo. Se presenta de dos maneras las cuales son:

- Orejeras: pueden aislar el sonido hasta en un 70 por ciento, pero presentan el problema de ser grandes y causar obstrucciones al trabajador debido a su ubicación sobre la cabeza.
- Tapones para los oídos: al igual que las orejeras pueden aislar el mismo porcentaje de sonido. Las desventajas que estas presentan son las de causar molestias dentro de las cavidades del oído, pudiendo causar enfermedades al trabajador por algunas bacterias que pudieran albergar. La ventaja que muestran sobre las orejeras es que por ser de menor tamaño no estorban para trabajar permitiendo moverse con libertad.

### **3. SUPERVISIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA**

#### **3.1. Supervisión**

Es una rama de la construcción especializada y enfocada en el control y seguimiento de proyectos tanto en materia física como económica. Tiene como objetivo lograr que las obras se realicen de acuerdo con diseños estructurales, arquitectónicos, de instalaciones, de contratos y demás, siguiendo la planificación y finalidad de las mismas; asegurando la integridad de la mano de obra, la calidad de los materiales y el cumplimiento de todas las especificaciones indicadas, y además mostrando responsabilidad en el control del tiempo de ejecución.

##### **3.1.1. Perfil supervisor**

El puesto requiere una gama de cualidades que, en conjunto, garanticen la construcción de la vivienda según especificaciones solicitadas:

- Ingeniero o arquitecto con experiencia constructiva general, debe ser profesional colegiado activo en su rama y debe estar relacionado con proyectos de infraestructura civil.
- Conocimiento y aplicación de procedimientos administrativos y técnicos en la gestión, control y seguimiento en la ejecución de proyectos, ya sean estos de urbanización o construcción de viviendas.

- Responsabilidad, honorabilidad y ética profesional, a fin de que las obras se ejecuten de conformidad con la buena práctica de ingeniería, sin disminuir la calidad o cantidad de las mismas.

### **3.1.2. Funciones generales**

- Dirigir, examinar y regir los procesos constructivos durante el desarrollo de la obra en cada una de sus etapas, además de cuidar de sus costos, tiempo de construcción y calidad del proyecto según lo estipulado.
- Ser el representante de la persona o empresa que lo haya contratado para inspeccionar los objetivos propuestos en lo concerniente al proyecto
- Aprobar las decisiones del contratista, de acuerdo a los detalles técnicos, económicos y administrativos de la obra, siempre en relación con los lineamientos de la entidad contratante, ya sea privada o pública.
- Asesorar al contratista en su control y seguimiento del proyecto, en los cambios o la toma de decisiones; así como también exigir cualquier documento, detalle o decisión tomada para la buena ejecución de la obra.

### **3.2. Actividades previas a la supervisión**

Son todas aquellas funciones que se realizarán durante la etapa preconstructiva del proyecto.

- Conocer las bases y los renglones de trabajo que se deben realizar durante el proyecto, para los cuales fue contratado.
- Verificar que el proyecto tenga los permisos de construcción de acuerdo a la normativa del gobierno local (licencias de construcción y ambiente), para comprobar que cumple con el reglamento.
- Llevar el control de la bitácora.
- Asegurarse de que los empleados posean el equipo de protección personal normado.
- Solicitar certificación o documentos legales que garanticen la propiedad del lugar donde se ejecuta el proyecto.
- Comprobar que la obra posea una orden de inicio.
- Verificar los ensayos o estudios competentes para el tipo de material o suelo.
- Verificar, comprobar, inspeccionar y supervisar detalladamente la ubicación de los puntos para construcción de las obras de acuerdo a los datos que se encuentran detallados en el estudio de factibilidad, previo a realizar cualquier obra con el fin de que su ejecución se ajuste a lo indicado en planos.
- Revisar el cronograma de inversión y ejecución aprobado y proponer estrategias, para cumplir la ruta crítica del proyecto.

### **3.3. Denominaciones**

A continuación, se describen las denominaciones.

#### **3.3.1. Delegado residente: competencias, roles y funciones**

El delegado residente es el profesional que dirigirá y tomará las decisiones respectivas en relación a la construcción de la obra, en base a planos, leyes y especificaciones. Tendrá a su cargo el deber de emitir los documentos que sean de interés durante el tiempo de ejecución de obra y estará a cargo de comunicar al superintendente todos aquellos asuntos que por organización deberán ser resueltos por un ente de mayor autoridad.

El delegado tendrá a su cargo la toma de decisiones que supongan la calidad y aceptación de los materiales que sean utilizados para la ejecución, el trabajo efectuado, el proceso constructivo, el avance de la obra, los planos y especificaciones; además, tendrá opinión sobre el cumplimiento de los términos del contrato.

El contratista deberá acatar todas las instrucciones por escrito del delegado residente, las cuales siempre y en todo momento deberán tener base fundamental en los términos del contrato, los planos, las normas y las especificaciones. Si en algún caso son trabajos no descritos en el contrato se procederá a indicar la forma de pago.

Toda solicitud, consulta o petición requerida por el contratista tendrá que efectuarla por escrito al delegado residente, quien en conocimiento de sus funciones tomará la decisión que mejor se acople a lo estipulado en el contrato y normas de ley, o podrá someterla a consideración del profesional con mayor autoridad.

### **3.3.2. Superintendente: competencias, roles y funciones**

Su rol es ser el representante de la institución en la obra. Deberá estar certificado para ejecutar su trabajo de acuerdo a lo establecido. Dentro de la jerarquía de obra posee mayor cargo que el delegado residente, pudiendo hacer cambios que considere para el beneficio de la obra.

Este tiene a su cargo al residente o residentes de la obra en caso de ser un proyecto muy grande. Su posición le permite liderar el plantel de mano de obra, materiales necesarios, maquinaria o cualquier otra característica relacionada a la construcción. Se encargará de la supervisión general, la coordinación y la finalización de la obra.

Es muy importante que el superintendente lleve el registro de los costos unitarios de la realización de cada renglón de trabajo y que los residentes se apeguen a dicho presupuesto. Lleva el control sobre los trabajos realizados e inspecciona el desarrollo de la obra constructiva para reforzar la conformidad de las especificaciones.

La cantidad de superintendentes dependerá del tamaño de la obra, esto con el fin de repartir equitativamente el trabajo para lograr distribuir y obtener mejor calidad en los procesos de supervisión para la obra. Para obras pequeñas o viviendas bastará con uno solo que segmente correctamente las tareas y siga el cronograma como corresponde.

### **3.3.3. Supervisor administrativo: competencias, roles y funciones**

La importancia de un supervisor administrativo, por pequeño que sea el proyecto, se resume en llevar el orden de la documentación técnica, el balance de costos, además del control de detalles y las especificaciones finales de la obra.

El supervisor administrativo se define como aquel que tendrá la obligación de coordinar la documentación que en la obra se requiere. Este deberá tener a su cargo a todos los superintendentes que le adjuntarán los documentos relacionados con la supervisión en obra, recolectados por los ya mencionados y por cada uno de los residentes de la obra.

Deberá corroborar que los costos presupuestados para cada elemento de obra se mantengan y no disminuyan o excedan significativamente con respecto a lo establecido en el análisis de costos. Así como también que los detalles de las secciones construidas concuerden según las especificaciones y que no se ponga en riesgo la seguridad integral de los usuarios.

### **3.4. Fundamentos legales**

A continuación, se explicarán los fundamentos legales.

#### **3.4.1. Ley de Contrataciones del Estado**

Es el conjunto de leyes que rigen todos los procesos de compra por parte del Estado de Guatemala, de acuerdo con el Decreto 57-92 del Congreso de la República de Guatemala. Toda compra que se requiera por parte de las instituciones autónomas y descentralizadas, municipalidades y empresas públicas estatales están regidas por la ley antes mencionada.

### **3.5. Tipos de supervisión**

Para que una obra civil se lleve a cabo de acuerdo a los parámetros establecidos en los planos y licencias constructivas se requiere el seguimiento de dos tipos de supervisión, uno en obra para el control de especificaciones técnicas y detalles y el segundo de gabinete, para garantizar calidad en la administración, el control del presupuesto y el tiempo de ejecución.

#### **3.5.1. Supervisión de obra en campo**

Como se ha mencionado anteriormente, el supervisor es una persona con experiencia y con la capacidad suficiente para detectar y anticipar posibles problemas o anomalías en el proceso constructivo, que en determinado momento creen inconvenientes, los cuales puedan ser reflejados en el tiempo, costo y calidad de la obra.

Para cumplir con todas y cada una de las funciones el supervisor deberá revisar el proyecto; entendiéndose este como todos aquellos planos, estructurales, arquitectónicos, de calidad de materiales, de suelos, instalaciones, croquis y manuales que serán utilizados en el desarrollo de la obra, con el fin de lograr una superposición y comparativa de cada una de las ramas para verificar la congruencia del mismo.

Terminada la revisión del proyecto, la supervisión de obra en campo consiste en controlar todos los detalles, especificaciones y procesos constructivos que sean emitidos por los proyectistas.

### **3.5.2. Supervisión de obra administrativa**

La supervisión de obra administrativa tiene por objeto llevar el control de los procesos relativos a la gestión del proyecto, principalmente la organización de toda la papelería y especificaciones técnicas finales del mismo. Uno de los factores que influyen directamente en la calidad de una obra pública es la administración de la supervisión de obra.

Esta tiene la responsabilidad de llevar el control de la organización en los procesos constructivos y de los elementos humanos que realizan tanto construcción como supervisión de obra en campo. Deberá llevar a cabo la coordinación de las actividades para un funcionamiento uniforme y sin tropiezos, una adecuada y cuidadosa planificación y estándares de control adecuados. La meta primordial es mejorar la eficiencia y calidad de los elementos que se edificarán por medio de la organización y regulación.

### **3.6. Instrumentos de la supervisión de obra en campo**

A continuación, se describen los instrumentos de la supervisión de obra en campo.

#### **3.6.1. Orden de inicio en campo**

Esta tiene como objeto dar al contratista y al supervisor orden para comenzar con los trabajos de construcción del proyecto. Por ningún motivo deben dar inicio las actividades laborales hasta poseer dicho permiso, esto podría conllevar la suspensión de la obra por ignorar los protocolos previstos en las bases de licitación.

#### **3.6.2. Libro de bitácora**

La bitácora será de utilidad durante el progreso de la obra y su principal objetivo es llevar un registro oficial de todos los factores que forman parte del finiquito requerido en el contrato y en las bases de licitación. Es un instrumento que además lleva los registros de costos reales autorizados que dictaminan el valor efectivo de la misma.

Este instrumento por el carácter funcional que posee se puede decir que es la herramienta por excelencia para llevar el control de la obra. Este documento implica una gran responsabilidad para el supervisor, ya sea superintendente, residente o administrativo, sobre la cual se debe poseer total conciencia.

Las secciones en una bitácora son de mucha importancia, debido a que es posible que en determinado momento sean requeridos apuntes previos que en su momento no se pensó pudieran representar consecuencias significativas, pero no es posible prever cuando una nota puede llegar a ser importante. Debido a esto el supervisor debe tener el criterio suficiente para cuidar su elaboración y el contenido de la misma. La bitácora puede dividirse en dos secciones según su relación con el usuario:

- Relativas al contratista
  - Condiciones atmosféricas y climáticas
  - Personal de la obra para la construcción
  - Equipo en la obra para la construcción.
  - Instrucciones del supervisor
  - Actividades que se realizarán en la obra
  - Visitas de funcionarios
  - Aprobación o rechazo de trabajos
  - Información sobre bancos de materiales
  - Problemas de carácter especial
  
- Relativas a la supervisión
  - Trabajo de los cuerpos de estudios de suelos y topografía
  - Ensayos de laboratorios y pruebas en materiales
  - Trabajos de los superintendentes
  - Trabajos llevados a cabo en oficina
  - Detalles administrativos
  - Órdenes para el contratista
  - Costo unitario para los elementos construidos.

En la figura 2 y 3 podemos observar una boleta en la que se da una guía para llevar el control de una bitácora.

- Nombre del proyecto: aquí se anota el nombre que lleva el proyecto.
- Dirección: dirección del complejo.
- Teléfono de obra: numero registrado de la obra.
- Nombre, Teléfono, DPI, NIT contratista: todos estos son renglones para conocer los datos propios del constructor.
- Nombre, Teléfono, No. de colegiado del supervisor: datos para conocer al profesional residente de la obra.
- Renglón: indica el número de renglón que se está trabajando y que concuerda con lo indicado en el contrato.
- Descripción: nombre del renglón que se trabajará.
- Cantidad: el monto total de unidades de dicho renglón que se trabajarán.
- Unidad: unidad de medida del renglón que se indique.
- Unitario: costo de realización por unidad de trabajo en cada renglón.

- Total del renglón: indica el monto total de dicho renglón.
- Plazo contractual: se debe anotar la fecha límite del cronograma del trabajo.
- Avance físico: según el avance calculado por el supervisor se debe anotar el porcentaje de obra que se lleva ejecutado hasta dicho momento.
- Status del avance del proyecto: Se tiene un espacio en blanco donde podrá anotarse cualquier observación en relación con el proyecto.

Figura 2. **Boleta de bitácora, primera hoja**

BOLETA DE SEGUIMIENTO DE SUPERVISIÓN DE VIVIENDA					
BOLETA DE SEGUIMIENTO PARA CONTROL EN OBRA Y USO PERSONAL, BASADO EN REQUERIMIENTOS DE UNA VIVIENDA DE 200M <sup>2</sup>					
<b>LUGAR Y FECHA DE SUPERVISIÓN</b> DEPARTAMENTO: _____ MUNICIPIO: _____ DÍA <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> MES <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> AÑO <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>			<b>NUMERO DE SERIE DE PROYECTO</b> PROYECTO NO. <input type="text" value=""/>		<b>NO DE SERIE DE BOLETA</b> BOLETA NO. <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>
FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO					
Nombre del proyecto: _____					
Dirección: _____					
Teléfono de obra: _____			Licencia de construcción: _____		
Nombre contratista: _____			NIT contratista _____		
Teléfono contratista: _____			DPI contratista _____		
Nombre supervisor residente: _____			NO. COLEGIADO _____		
Teléfono supervisor: _____					
CONTROL DE BITÁCORAS DEL PROYECTO					
SUPERVISIÓN NO.: _____		Fecha de inicio: _____		Rótulo instalado: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
		Plazo contractual: _____		Materiales en obra: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
NO.	REGLÓN DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	REGLÓN UNITARIO	REGLÓN TOTAL REGLÓN
Avance físico total:					%

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Boleta de bitácora, hoja 2

<b>BOLETA DE SEGUIMIENTO DE SUPERVISION DE VIVIENDA</b> <small>BOLETA DE SEGUIMIENTO PARA CONTROL EN OBRA Y USO PERSONAL, BASADO EN REQUERIMIENTOS DE UNA VIVIENDA DE 4.00m<sup>2</sup></small>						
<b>LUGAR Y FECHA DE SUPERVISION</b> DEPARTAMENTO: _____ MUNICIPIO: _____ DÍA: <input type="text"/> <input type="text"/> MES: <input type="text"/> <input type="text"/> AÑO: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		<b>NUMERO DE SERIE DE PROYECTO</b> PROYECTO NO. <input type="text"/>			<b>NO DE SERIE DE BOLETA</b> BOLETA NO. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
<b>STATUS DEL AVANCE DEL PROYECTO</b>						
Anotar:	1. Status	2. Modificaciones y correcciones	3. Material en obra	4. Mano de obra	5. Herramientas	6. Condiciones climáticas
<b>FIRMAS</b>						
_____ FIRMA Y SELLO DEL EJECUTOR			_____ FIRMA Y SELLO DEL SUPERVISOR			
_____ OTROS						

Fuente: elaboración propia.

### **3.6.3. Especificaciones generales**

Se llama así a todas las normas generales y técnicas de construcción, estas son específicas y únicas para cada proyecto y engloban los detalles más habituales en toda la obra. Definen los procedimientos o métodos de construcción, los recursos del personal, el equipo y el material que se utilizará,, el control de calidad, los requisitos técnicos y las formas de los pagos.

### **3.6.4. Especificaciones técnicas**

También se les suele llamar especificaciones técnicas especiales del contrato. Son los detalles únicos de cada proyecto de infraestructura de vivienda, en ellas se deberá describir cada uno de los renglones de trabajo tomando en consideración los aspectos técnicos, tanto administrativos como de campo. Deberán considerar todos aquellos trabajos que no se encuentren normados y que serán propios de cada obra o que pueden ser ambiguos al momento de realizar la ejecución.

El supervisor debe tener conocimiento general sobre los renglones de trabajo que deben llevarse a cabo para establecer una ruta crítica sobre el cronograma, con el fin de saber hasta dónde abarcan sus responsabilidades y de conocer en detalle los trabajos que se elaborarán en el proyecto. Como apoyo y para tener un mejor control de estos, en la figura 4 se presenta una boleta de registro de los renglones de trabajo, en la que se detallan los siguientes campos:

- Nombre del proyecto: aquí se anota el nombre que lleva el proyecto.
- Dirección: dirección del complejo.
- Teléfono de la obra: numero registrado de la obra.
- Nombre, teléfono, DPI y NIT del contratista: todos estos son renglones para conocer los datos propios del constructor.
- Nombre, teléfono, No. de colegiado del supervisor: datos para conocer al profesional residente de la obra.
- No.: Indica el número de renglón que se está trabajando y que concuerda con lo indicado en el contrato.
- Descripción: nombre del renglón que se trabajará
- Cantidad: monto total de unidades que se trabajarán en dicho renglón.
- Unidad: unidad de medida del renglón que se indique.
- Unitario: es el costo de realización por unidad de trabajo en cada renglón.
- Total, del renglón: es el costo total de la realización general del renglón al costo indicado.

Figura 4. **Boleta de control de renglones de trabajo**

BOLETA DE SEGUIMIENTO DE SUPERVISIÓN DE VIVIENDA	
BOLETA DE SEGUIMIENTO PARA CONTROL EN OBRA Y USO PERSONAL, BASADO EN REQUERIMIENTOS DE UNA VIVIENDA DE BLOCK	
IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto:	
Dirección:	
Teléfono de obra:	Licencia de construcción:
Nombre contratista:	NIT contratista
Teléfono contratista:	DPI contratista
Nombre supervisor residente:	NO. COLEGIADO
Teléfono supervisor:	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN
BOLETA DE FOTOGRAFÍAS Y ANEXOS	
Observaciones	

Fuente: elaboración propia.

### **3.6.5. Disposiciones especiales**

Son el instrumento que trabaja en conjunto con las especificaciones generales, en ellas se incluyen cualquier tipo de información y requisitos que no aparezcan en las especificaciones generales del proyecto; además se anexarán los cambios, arreglos, modificaciones o aumento en los trabajos que fuese necesario hacer.

Si se presentara algún cambio de parte de la institución o de la administración del proyecto, estas podrán ser entregadas después de iniciada la obra, con la aprobación del supervisor, se le entregará al contratista y se anexará al expediente de la obra.

### **3.6.6. Planos de la obra**

Toda obra, por pequeña que sea, deberá poseer planos para su ejecución, la planta, el perfil, las secciones de dibujos secundarios que ayuden a diagramar; incluyendo los cambios de los mismos que hayan sido aprobados por la institución contratista y que muestren de una manera detallada y concisa las ubicaciones de las locaciones, la naturaleza de las mismas, sus dimensiones y detalles de los trabajos que se ejecutarán..

### **3.6.7. Historial fotográfico**

Las fotografías forman parte del expediente oficial de la obra. Como se explicó con anterioridad, las imágenes tienen la función de servir como método para comprobar que el desarrollo del proyecto va como se está reportando.

Se deben seleccionar puntos clave de la obra y llevar un control mensual, u otro intervalo de tiempo, que represente lo que se está exponiendo. La cantidad de fotografías puede variar según el proyecto, pero deberá sintetizar lo que se desee reflejar, de lo contrario podría excederse en esta labor. Las imágenes deberán tener un correlativo y una fecha de creación, así como un nombre que las ubique según el lugar en que fueron tomadas.

En la figura 5 se detalla un ejemplo para llevar el control de los anexos y fotografías en la obra mediante una boleta, la cual contiene la siguiente información:

- Nombre del proyecto: aquí se anota el nombre que lleva el proyecto.
- Dirección: dirección del complejo.
- Teléfono de obra: número registrado de la obra.
- Nombre, teléfono, DPI y NIT del contratista: todos estos son renglones para conocer los datos propios del constructor.

- Nombre, teléfono y número de colegiado del supervisor: datos para conocer al profesional residente de la obra.
- Observaciones: espacio en blanco en el cual se pueden hacer anotaciones sobre los anexos o fotografías que se agreguen al reporte y que deben ser coherentes con las imágenes proporcionadas.

Figura 5. Boleta de anexos y fotografías

BOLETA DE SEGUIMIENTO DE SUPERVISIÓN DE VIVIENDA	
<small>BOLETA DE SEGUIMIENTO PARA CONTROL EN OBRA Y USO PERSONAL, BASADO EN REQUERIMIENTOS DE UNA VIVIENDA DE BLOCK</small>	
IDENTIFICACION DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto:	
Dirección:	
Teléfono de obra:	Licencia de construcción:
Nombre contratista:	NIT contratista
Teléfono contratista:	DPI contratista
Nombre supervisor residente:	NO. COLEGIADO
Teléfono supervisor:	AREA DE CONSTRUCCIÓN
BOLETA DE FOTOGRAFÍAS Y ANEXOS	
Observaciones	

Fuente: elaboración propia.

### **3.6.8. Planos finales**

Al finalizar el proyecto es necesario y es de interés para la institución, además de ser deber del supervisor, que se archiven los planos donde se manifieste cual fue el resultado final de la obra. En los planos finales se mostrarán los cambios hechos y necesarios en comparación con los planos iniciales que formaban parte del contrato.

Los planos finales de obra deben ser entregados con sus especificaciones, de manera similar a los planos originales, donde se da la información sobre los materiales utilizados, los detalles de drenajes, los bancos de materiales, los detalles estructurales, la topografía, los puntos de referencia, la alineación, etc.

### **3.6.9. Recepción de la obra**

Cuando la obra esté terminada, el contratista deberá organizar la papelería que se encuentren bajo su responsabilidad concerniente a la obra acerca de la calidad, finanzas o del funcionamiento. Tendrá la obligación de dar aviso al supervisor de la finalización de los trabajos y mientras se lleve a cabo el proceso de recepción del proyecto, se interrumpirá el plazo de ejecución de la obra.

El supervisor deberá llevar a cabo la inspección final en un plazo de quince días hábiles, tiempo dentro del cual si el proyecto no cumple con planos y especificaciones se notificarán por escrito las observaciones hechas al contratista, y de esta manera se someterá a la corrección de dichas fallas. Si por el contrario los trabajos estuvieran correctamente realizados, el supervisor deberá realizar un informe donde se informará a la administración o institución superior de la conclusión y de que deberá nombrar dentro de los próximos cinco días hábiles a la comisión receptora y liquidadora de la obra.

En función de la magnitud de la obra, la comisión deberá elaborar el acta de recepción de la misma en un lapso de treinta y cinco días, posteriores a la fecha de notificación del nombramiento. En caso de que la comisión dictamine que todos los trabajos están ejecutados de una forma satisfactoria, se efectuará el acta de recepción final y en caso contrario se hará constar en el acta:

- Las correcciones o trabajos extra que se deben efectuar.
- El tiempo para llevar a cabo dichas modificaciones.
- Si el tiempo contractual se extiende o sí se incluye dentro del plazo contractual.

Al recibirse la notificación escrita del delegado residente, de encontrarse satisfechos los requisitos de la comisión receptora, esta, dentro de un lapso que no exceda los cinco días procederá a realizar una nueva revisión, suscribiendo el acta que corresponda. La fecha de recepción definitiva de la obra será el cierre de la última acta. A partir de la fecha de esta acta la administración y la entidad correspondiente deberán velar por el mantenimiento de la obra.

### **3.6.10. Liquidación de la obra**

Una vez entregada la obra, la comisión, en un plazo que no exceda noventa días, procederá a efectuar la liquidación del contrato y a establecer el importe de los pagos o cobros que deban hacerse al contratista. Igualmente, dicho procedimiento se observará en caso de rescisión o resolución del contrato.

La comisión deberá dar por concluido el pago de la liquidación dentro de los noventa días siguientes a la fecha del acta de recepción definitiva de la obra. Si transcurrido dicho tiempo no se ha suscrito el acta correspondiente, por cualquier motivo, el contratista puede presentar a la administración de dicha entidad un proyecto de liquidación. La autoridad tendrá la responsabilidad de dar por aprobada o reprobada la liquidación o el proyecto presentado dentro del mes siguiente de recibida la respectiva resolución.

### **3.7. Instrumentos para la supervisión de la obra administrativa**

A continuación se describen los instrumentos de la supervisión de la obra administrativa.

#### **3.7.1. Variaciones del objeto del contrato**

Según los estatutos establecidos en el artículo 52 de la Ley de Contrataciones del Estado, las variaciones del valor de los contratos de obra pueden efectuarse hasta por un veinte por ciento (20%) por encima o por debajo del valor original del contrato. Para dicho efecto, y según correspondan, se emitirán los documentos de cambio respectivos: ordenes de trabajo suplementario (OC), acuerdos de trabajo extra (ATE) y órdenes de cambio (OC).

Cuando las variaciones en el contrato celebrado excedan o difieran en un cuarenta por ciento (40%) del monto total del proyecto se deberá efectuar un nuevo acuerdo contractual. Cualquier especificación extra puede encontrarse en el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

Existen numerosas razones por las cuales los documentos de cambio pueden ser generados, aunque cabe mencionar que en su mayoría es por las siguientes razones:

- Variación en cantidades que se trabajarán.
- Modificación de los métodos de construcción
- Inserción de nuevos renglones de trabajo.
- Variación de las especificaciones técnicas

En el ámbito privado dependerá únicamente de lo establecido en el contrato realizado por ambas partes, la institución ejecutora y la institución solicitante. De haber algún tipo de variación en el monto del contrato puede ocurrir por alguno de los siguientes sucesos:

- Aumento significativo del precio en los materiales.
- Trabajos extra que ocurran y que no estuvieran detallados al inicio de la obra.
- Cambios solicitados por la institución solicitante.
- Inclusión o cancelación de renglones de trabajo.

A diferencia del trabajo en obra pública, en el ámbito privado no existe un porcentaje establecido que indique en que momento el contrato variará, únicamente será con base en el mutuo acuerdo de ambas partes a cargo de la realización del proyecto.

#### **3.7.1.1. Orden de cambio**

Es la orden escrita, de forma obligatoria, efectuada en el lugar de la obra, que emite el delegado residente, y demás auxiliares e inspectores facultados para ello, para que el contratista ejecute un trabajo cubierto por el contrato, en forma eficiente, practica y de acuerdo con la Ley de Contrataciones del Estado.

### **3.7.1.2. Orden de trabajo suplementario**

Es la orden emitida por el delegado residente con la aprobación del ingeniero y a su vez aceptada por el contratista para que este ejecute cierto número de unidades adicionales, de uno o más renglones de trabajo, que tengan precios unitarios aprobados cuando las cantidades originales de contrato creadas o revisadas por otro documento contractual se han agotado. Esta orden no conlleva ajustes en los precios unitarios, salvo en el caso de que un renglón principal sobrepase el límite de fluctuación que se fija en estas especificaciones.

### **3.7.1.3. Acuerdo de trabajo extra**

Es el acuerdo entre la dirección general y el contratista, aprobado por el ingeniero y director, para la ejecución de trabajos con base en precios unitarios o suma global, convenidos de mutuo acuerdo, para los cuales no existen renglones ni precios establecidos en la oferta presentada, ni en el contrato.

El contratista ejecutará cualquier trabajo extra cuyo precio o combinación de precios no estén incluidos en el contrato, siempre y cuando sea necesario a juicio de la Dirección General, para completar la obra totalmente, de la manera proyectada. Dicho trabajo extra será ejecutado por el contratista, de acuerdo con las especificaciones y planos que para el efecto se elaboren, o si el trabajo no requiriera planos, se hará de acuerdo con las instrucciones escritas del delegado residente.

Antes de iniciarse un trabajo no contemplado en el contrato, debe celebrarse un acuerdo de trabajo extra estipulando los renglones y precios unitarios, o la suma global. Si no pudiera llegarse a un convenio bajo estas bases, el acuerdo de trabajo extra se emitirá estipulando que el trabajo lo haga el contratista como trabajo por administración.

### **3.7.2. Estimaciones de pago**

En el artículo 35 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del estado se dictamina que la entidad, dependencia o unidad ejecutora contratante podrá hacer pagos parciales en función de la cantidad contratada, en estimaciones periódicas por trabajo realizado por el contratista y en conformidad con el supervisor o su equivalente en obra. Estas estimaciones podrán hacerse mensualmente, salvo que lo celebrado en el contrato indique un periodo de tiempo diferente.

Para hacer efectivo el pago de la estimación, el contratista deberá entregar al supervisor del proyecto los documentos para solicitar el pago en los cinco siguientes días hábiles después del vencimiento del periodo. El supervisor poseerá, igualmente, cinco días para llevar a cabo la revisión de la estimación, aclarando cualquier clase de diferencia con el contratista.

En la figura 6 podemos observar una boleta para llevar el control de los documentos de cambio que se aprueben y que detallan los siguientes renglones:

- **Nombre del proyecto:** aquí se anota el nombre que lleva el proyecto.
- **Dirección:** dirección del complejo.
- **Teléfono de obra:** numero registrado de la obra.
- **Nombre, teléfono, DPI y NIT del contratista:** todos estos son renglones para conocer los datos propios del constructor.
- **Nombre, teléfono, No. de colegiado del supervisor:** datos para conocer al profesional residente de la obra.
- **Renglón:** indica el número de renglón que se está trabajando y que concuerda con lo indicado en el contrato.
- **Descripción:** nombre del renglón que se trabajará.
- **Cantidad:** el monto total de unidades que se trabajarán de dicho renglón.
- **Unidad:** unidad de medida del renglón que se indique.
- **Costo unitario:** costo de realización por unidad de trabajo en cada renglón.
- **Documento:** número de documento en que se indicó el cambio.

- **Incremento/decremento:** se debe anotar el incremento o decremento de la cantidad que se trabajará en cada renglón, que dependerá del tipo de documento de cambio.
- **Cantidad ajustada:** es la cantidad real que se trabajará luego del cambio.
- **Costo actualizado:** es el nuevo costo general de los trabajos que se realizarán.
- **Cantidad ejecutada:** se debe anotar la cantidad física ya elaborada de dicho renglón.
- **Total ejecutado:** se anotará el total económico ya efectuado.
- **Cantidad por ejecutar:** es la cantidad de unidades que falta elaborar para dar por concluido el renglón.
- **Costo por ejecutar:** es el costo económico que hace falta por efectuar.



### **3.7.3. Estimación final**

Una vez terminada la obra, la comisión supervisora tiene la obligación de elaborar una última estimación para el pago de la obra, también conocido como finiquito, el cual se extenderá dentro del tiempo establecido en la Ley de Contrataciones y su respectivo Reglamento, a partir de la fecha de la última acta en la que conste que no existen trabajos pendientes.

Esta elaboración consiste en hacer el cálculo de los volúmenes de todos los precios unitarios del contrato original y los precios unitarios finales avalados por la autoridad competente; una vez obtenidos estos cálculos se procederá a compararlos con los estimados y se determinará si algún monto fue mal estimado o faltó de agregarse.

El finiquito deberá efectuarse luego de recibidos físicamente los trabajos. Una vez determinado el saldo final, la dependencia o entidad pondrá a disposición el pago que corresponda, mediante el pago o el reintegro de los importes resultantes, debiendo en forma simultánea elaborar actas administrativas que den por finalizadas las obligaciones asumidas por ambas partes.

## **4. PROCESOS DE SUPERVISIÓN EN CAMPO**

### **4.1. Mano de obra**

La mano de obra en el proceso constructivo tiene la misma importancia que todos los demás procedimientos, como supervisión, calidad de materiales, planos y especificaciones. El personal de trabajo debe lograr un trabajo de calidad y no de cantidad, algún error será suficiente para rechazar una actividad elaborada.

La supervisión deberá exigir en todo momento que los equipos de trabajo adopten las medidas de seguridad e higiene establecidas para evitar accidentes, así mismo deberá proveer al personal de los medios para mantener la higiene dentro de la construcción.

#### **4.1.1. Maestro de obra**

Posee la experiencia técnica y práctica como albañil. Tiene conocimientos para organizar, dirigir y ejecutar una obra como se indica en los planos. Es el encargado de orientar el trabajo de los albañiles.

#### **4.1.2. Albañil de oficio**

Tiene experiencia adquirida por medio de la práctica, luego de haber trabajado varios años en el proceso de construcción. Conoce empíricamente los procesos constructivos. Será el encargado de construir físicamente la estructura y se le podrán asignar múltiples tareas a lo largo de desarrollo del proyecto.

#### **4.2. Compra de materiales**

La compra de materiales es un proceso que la supervisión deberá tomar en cuenta para no quedarse sin recursos en bodega y generar un retraso o variaciones en el presupuesto. Solamente la supervisión será la encargada de recibirlos, de hacer la inspección y la aprobación de los nuevos materiales llegados a la obra. Se verificará la calidad y que sean nuevos, no se aceptarán por ningún motivo materiales que no cumplan con lo solicitado al proveedor.

Es necesario que la compra se haga con el debido tiempo, puesto que es un proceso que requiere tiempo para realizar los trámites respectivos. La supervisión debe solicitarlos con 4 o 5 días de anticipación, y primero se verificarán los planos, las especificaciones, las bases de licitación y el presupuesto.

### **4.3. Almacenamiento de materiales**

Todos los materiales utilizados en obra deberán ser almacenados de manera que se evite el contacto directo con el medio ambiente que pueda contaminarlos o afectar sus propiedades. El lugar donde se almacenen debe garantizar su estado original y preservarlos hasta que sean incorporados a la obra.

- **Cemento**
  - Almacenar a no menos de 15 cm del nivel del suelo.
  - No apilar más de 10 sacos de cemento uno sobre otro.
  - Verificar que al tocar los sacos el material no haya endurecido y verificar también la fecha de despacho.
  - Ordenar según el tipo de cemento y resistencia.
  
- **Acero**
  - Almacenar dentro de la bodega, en estanterías de no menos de 6 metros de longitud.
  - Almacenar en lugares protegidos de la lluvia y de la humedad.
  - Ordenar según el diámetro, el grado especificado en las barras y el tipo de corruga.

- Agregados
  - Estos deberán estar libres de cualquier sustancia u objeto ajeno al material, principalmente de materia orgánica.
  - Aislarlos de la lluvia y del viento.
  - Colocarlos en un lugar limpio y de fácil acceso.
  
- *Block* de concreto
  - Acarrear los *blocks* por medio de una carreta.
  - Cubrirlos de la lluvia con lona o nylon.
  - Los blocks obedecerán a la Norma Coguanor NTG 41054.
  - Apilarlos en filas no mayores de nueve *blocks*.

#### **4.4. Actividades preliminares**

Son las actividades que se llevan a cabo antes de iniciar los procesos de construcción propios de la obra, en esta etapa pueden ser identificadas las tareas como:

- Instalaciones provisionales: serán todas las construcciones temporales para el desarrollo de la obra.
  - Guardianía
  - Bodega
  - Letrina

- Cerramiento perimetral: tiene como principal función evitar el paso de personas ajenas al proyecto.
- Limpieza del terreno: todos los materiales deben ser retirados con el fin de no interrumpir el curso de la obra. Serán acarreados hasta un depósito autorizado.
- Replanteo del terreno: localización de puntos de referencia, mojones, bordillos, banquetas, casas vecinas o lo especificado en los planos.
- Hechura de puentes, trazo y estaqueado: colocación de puentes para indicar puntos de referencia y trazo de ejes según los planos.

La ubicación de las instalaciones provisionales deberá hacerse en lugares adecuados para una mayor productividad, ahorro de tiempos y esfuerzos. El primer día de trabajo en la obra deberán quedar construidos como mínimo, la bodega, los cerramientos principales y la guardiana.

#### **4.5. Excavaciones para cimientos**

La supervisión verificará las excavaciones realizadas por el personal: que se encuentren según la profundidad indicada en los planos; será necesario también reconocer el tipo de suelo en el cual se está trabajando, el cual además deberá estar limpio de basura, vegetación y rellenos sueltos.

El material que se ha extraído de las zanjas excavadas deberá se apilado a una distancia de 30 cm del rostro de la misma. También se tendrán en cuenta los rendimientos de la mano de obra. Según pruebas hechas en el campo, un albañil junto a un ayudante puede realizar 10 metros lineales de excavación por día, con dimensiones de 40cm de base por 80cm de profundidad. En general las actividades que se supervisan son:

- Nivelación de zanjas
- Condiciones del suelo
- Verificación de procesos de compactación
- Profundidad de excavaciones

#### **4.5.1. Compactación del suelo**

Es la actividad que consiste en unir capas de suelo por impacto o vibración de diferentes estratos de suelo, reduciendo los espacios vacíos por la expulsión del aire contenido en ellos. La compactación logra aglutinar y estabilizar los mantos del terreno y evitar consolidaciones tempranas. Los métodos para compactar son mecánicos, por lo general se utilizan vibradoras o apisonadoras.

#### **4.6. Armaduras**

Es la parte de la supervisión que se encargará de controlar la calidad en la hechura de armaduras metálicas, específicamente con varillas de acero. Toda barra deberá ser bien asegurada, es primordial que no se muevan los refuerzos verticales ni horizontales.

#### **4.6.1. Cortes y elaboración**

Se debe supervisar a cada grupo de trabajo. La fabricación de armaduras para vigas y columnas tiene que estar de acuerdo con los planos y requerimientos, no deberán poseer dobleces que no se especifiquen, los amarres deberán ser firmes y no permitir el movimiento entre refuerzos.

La supervisión tiene la principal función de revisar en esta actividad:

- Cantidad de columnas y vigas que se realizarán
- Longitud entre cortes de barras
- Diámetro de las barras utilizadas para cada elemento y según los planos
- Longitudes de traslape y anclaje
- Separación entre armado, considerando recubrimientos especificados

#### **4.6.2. Colocación y sujeción**

Se supervisará la correcta fijación y ubicación de cada armadura de acero tomando en cuenta recubrimientos, dobleces y longitudes de anclaje. Los refuerzos verticales y horizontales deben quedar fijados de su eje al original trazado.

En esta labor se tendrá la obligación de revisar:

- Verificar la sujeción de las columnas y vigas en todos sus nudos.
- Ninguna varilla deberá hacer contacto directo con el suelo.
- Todas las columnas deben estar a plomo.
- Comprobar los dobleces; deben estar a escuadra y tener la longitud especificada en planos.

## **4.7. Concreto**

Para que el concreto logre alcanzar su máxima resistencia es necesario llevar el control de los procesos de fundición, de esta manera se garantizará la calidad del mismo y no comprometerá la seguridad de la estructura.

### **4.7.1. Preparación y mezclado del concreto**

Se debe supervisar que se usen las proporciones especificadas en los planos, que no se agregue más agua de la necesaria ya que puede reducir la resistencia, tampoco debe agregarse más cemento que hará una mezcla sobre diseñada volviendo el proyecto más caro; y que no se haga más concreto del que pueda colocarse en una hora, debido al fraguado del mismo. Existen varias formas de mezclar el concreto: métodos mecánicos y manuales.

#### **4.7.1.1. Mezclado manual**

Consiste en mezclar el concreto a pie de obra por medio de una medida de volumen conocida y accesible en el lugar. Es común el uso de botes de 5 galones de capacidad o carretas metálicas. La supervisión deberá dar instrucciones de la cantidad de unidades que se mezclarán de cada material; la cantidad de agregados por saco de cemento para lograr la resistencia especificada.

#### **4.7.1.2. Mezclado mecánico**

Este tipo de mezclado utiliza una mezcladora mecánica. A diferencia del mezclado manual, el orden de los materiales que se agregan varía. Se empieza por el piedrín, luego la arena, el cemento y por último el agua.. Supervisar que la maquina funcione perfectamente y el tambor se encuentre limpio. Deberá evitarse la descarga de mezcla a alturas mayores a medio metro, esto puede afectar la resistencia del concreto ya que el tiempo de mezclado se encuentre entre los 2 y 3 minutos.

#### **4.7.2. Colocación y consolidación**

El concreto deberá ser colocado de una forma correcta y aceptable para no causar pérdidas de resistencia dentro del mismo. Debe ser colocado a poca altura para evitar segregación. Puede ser colocado manualmente, con bombas eléctricas o mecánicas.

Para evitar la formación de espacios vacíos dentro del concreto se debe hacer vibrar el molde mientras se vierte la mezcla, utilizando medios mecánicos o manuales, para que salgan los espacios de aire y sean cubiertos en su totalidad con la lechada. Esto con la finalidad de evitar agujeros en los elementos y que sean homogéneos.

- Métodos manuales de compactación
  - Golpes por medio de una cuchara de construcción
  - Uso de una varilla de diámetro no menor a 3/8" para compactar
- Métodos mecánicos de compactación
  - Se insertan vibradores por inmersión, tipo aguja o reglas vibratorias.

#### **4.7.3. Curado del concreto**

Se debe controlar la temperatura de fraguado para que no sufra fallas por contracción. Si el concreto se cura debidamente su resistencia aumentará con la edad, esto dependerá de dos condiciones básicas: que tenga humedad adecuada y que la temperatura sea favorable. Las normas COGUANOR no indican una temperatura máxima de colocación del concreto, pero a partir de 32°C se tendrán problemas con el fraguado.

El concreto deberá ser rociado y no permitir que se seque la capa superficial luego de ser colocada: Se deberá rociar con agua evitando la formación de charcos; así también, se deberá proteger de la luz solar, del viento, de la lluvia y de cualquier otro agente externo que pueda modificar su composición.

#### **4.8. Levantado de muros con *block* de concreto**

Es el proceso en el cual se lleva a cabo la colocación de *blocks* apilados uno sobre otro para lograr el cerramiento de las diferentes áreas de una vivienda. En su mayoría los muros son de carga y llevan las fuerzas de niveles superiores hacia los cimientos.

La principal tarea de la supervisión en esta actividad es verificar que el muro se encuentre a plomo y se use el tipo de *block* detallado en los planos; también es necesario rectificar las alturas de los dinteles y sillares y que todo el proceso de levantado sea efectuado de acuerdo a los detalles especificados.

Las tareas de supervisión que se deben verificar son las siguientes:

- Que todas las esquinas queden a escuadra.
- El espesor de la sisa debe ser uniforme, tanto en sentido vertical como horizontal.
- Los muros deben quedar nivelados y a plomo.
- La formaleta deberá ser bien fijada, colocada y quitada.
- Verificar la longitud de los empalmes y los anclajes entre refuerzos horizontales y verticales.
- No debe quedar ninguna junta vacía entre *blocks*.

El uso de *block* en cada fase de levantado de muro quedará determinado según el detalle en los planos. En caso de no poseer especificación, quedará a criterio de la supervisión según los usos explicados en la tabla VII.

### Usos del *block* según su resistencia

Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Uso
25	Muros de cerramiento de baja importancia, muros sin carga.
35	Levantado de muro perimetrales, viviendas de uno o dos niveles.
50	Muros de carga, muros de corte, viviendas de tres niveles, cimientos corridos.
75	Muros de contención, muros de carga, cimentaciones cercanas al nivel freático, cimientos corridos.

Fuente: ROSSANA, Ettie. *Guía técnica con lineamientos y procedimientos para la correcta elaboración de blocks de concreto artesanal*. p. 19.

## CONCLUSIONES

1. El supervisor por ningún motivo deberá aceptar algún material que no cumpla con los requisitos especificados en los planos, ya que esto puede comprometer la seguridad de la estructura.
2. Las funciones del supervisor se resumen en rectificar que la construcción se haga de acuerdo a los planos y especificaciones, ser el representante de un ente superior, aprobar decisiones en la obra, asesorar al contratista y reportar lo realizado durante el proyecto.
3. Las etapas de supervisión se clasifican como etapa administrativa y etapa de campo.
4. En la bitácora y en las actas elaboradas únicamente deberá ser anotado lo más importante, la anotación de los detalles más relevantes deberá ser directa y concisa, de forma impersonal y utilizando un lenguaje apropiado.
5. El rol del supervisor es llevar la documentación del desarrollo del proyecto, llevar el control de gastos y corroborar que lo efectuado en la obra sea lo que se indique en los planos y especificaciones.
6. El delegado residente debe tener siempre presente que es el responsable directo del desarrollo del proyecto, y por ende, es el responsable de las estimaciones que para fines de pago presente la empresa contratista.

7. Cuando el volumen de material que se va a fundir sea mayor a 10m<sup>2</sup> se deberán realizar pruebas de laboratorio, utilizando como mínimo 3 testigos para la elaboración de curvas estadísticas.
8. El concreto, en el momento de ser colocado, deberá ser vibrado por métodos aceptados por las normas, esto evitará la formación de espacios huecos dentro del mismo.
9. El delegado residente debe conocer toda la documentación contractual que se ha generado para la ejecución del proyecto; solicitar la información que considere necesaria de los formatos establecidos para el trámite de documentos y conocer los procedimientos administrativos que se desarrollen.

## RECOMENDACIONES

1. Exigir que a toda la madera utilizada en obra se le extraigan los clavos, y sean apiladas en lugares permitidos y de forma correcta para evitar posibles accidentes con algún clavo salido.
2. Al momento de colocar las armaduras de acero, no deben tener contacto alguno con el suelo ni taludes, ya que esto ocasionaría que el acero se oxide rápidamente y se debilite su resistencia.
3. Las hiladas de *block* en el proceso de levantado de muro se iniciarán desde las esquinas, para tener como referencia los puntos de llegada y de inicio de la pared.
4. Solicitar a los constructores evitar que los empalmes en las armaduras de las columnas se hagan todas al mismo nivel.
5. Delegar el mínimo de autoridad, se recomienda que solo los supervisores organicen actividades y exijan resultados
6. Indicar a los empleados proteger todos los cables de transmisión eléctrica para reducir el riesgo de electrocutarse.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
2. Comisión Guatemalteca de Normas. Norma NTG 41054, 36011, 41064. Guatemala: COGUANOR, 2011. 14 p
3. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Vivienda y Asentamientos humanos, decreto 120-96*. Guatemala, 1996.
4. ESPINOZA MUÑOZ, Ettie Rossana. *Guía técnica con lineamientos y procedimientos para la correcta elaboración de blocks de concreto artesanal (unidad de mamposte)*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. 124 p.
5. GARCÍA, William. *Construcción de Viviendas, sistemas constructivos, procesos y supervisión básica*. Guatemala: Expresión Gráfica, 2012. 120 p.
6. GONZALEZ SANDOVA, Federico. *Manual de supervisión de obra de concreto*. México: Limusa, 2012. 150 p.
7. LEVY, Sydney M. *Administración de proyectos de construcción*, 3ra ed. México: Editorial McGraw-Hill, febrero de 2002. 180 p.

8. MARTINEZ ALFARO, Romeo. *Actividades y procedimientos para la supervisión de proyectos viales en la dirección general de caminos*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 132 p.
  
9. MONZÓN DESPANG, Héctor. *Manual de diseño sismo resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. AGIES, 2014. 158 p.