



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

**APLICACIÓN DEL PROCESO DE SUPERVISIÓN EN CAMPO Y  
GABINETE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA**

**María del Pilar Ramírez Soto**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DEL PROCESO DE SUPERVISIÓN EN CAMPO Y  
GABINETE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARÍA DEL PILAR RAMÍREZ SOTO**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz
EXAMINADORA	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **APLICACIÓN DEL PROCESO DE SUPERVISIÓN EN CAMPO Y GABINETE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 30 de octubre de 2015.

**María del Pilar Ramírez Soto**



Guatemala, 31 de mayo de 2018

Ingeniero Guillermo Melini Salguero  
Jefatura del Área de Planeamiento  
Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Ingeniero Melini:

Tengo el agrado de informarle que la señorita estudiante universitaria de la carrera de Ingeniería Civil **María del Pilar Ramírez Soto**, con número de registro académico 2004-17850 y DPI 1997854490101, ha concluido su trabajo de graduación titulado **“APLICACIÓN DEL PROCESO DE SUPERVISIÓN EN CAMPO Y GABINETE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA”**, el suscrito en su calidad de asesor y después de haber revisado el presente, considero que el tema fue desarrollado de acuerdo a lo previsto en el protocolo respectivo y creo que el mismo aportará a los estudiantes y docentes de la Escuela de Ingeniería Civil importante información.

Agradezco la gentileza de su atención y en espera de que el proceso administrativo-académico para la aprobación del presente trabajo de graduación continúe el trámite respectivo, me suscribo de Usted,

Atentamente,



Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Ingeniero Civil  
Colegiado 2473

Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Ingeniero Civil  
Colegiado No. 2473



Guatemala, 12 de noviembre de 2019  
EIC-JP-008-2019/jcl

Ingeniero  
Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Ingeniero Aguilar:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **APLICACIÓN DEL PROCESO DE SUPERVISIÓN EN CAMPO Y GABINETE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil María del Pilar Ramírez Soto, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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 Juan Carlos Linares Cruz  
**Jefe Del Departamento de Planeamiento**



Cc: Estudiante María del Pilar Ramírez Soto  
Archivo





**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. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Juan Carlos Linares Cruz al trabajo de graduación de la estudiante María del Pilar Ramírez Soto **APLICACIÓN DEL PROCESO DE SUPERVISIÓN EN CAMPO Y GABINETE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, noviembre 2019

/mmm.

*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Decanato**  
**Facultad de Ingeniería**  
**24189102 - 24189103**

DTG. 602.2019

La Decana 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: **APLICACIÓN DEL PROCESO DE SUPERVISIÓN EN CAMPO Y GABINETE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA**, presentado por la estudiante universitaria: **María del Pilar Ramírez Soto**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, noviembre de 2019

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser el camino, la verdad y la vida.
<b>Mis padres</b>	Nicolás Ramírez, Esperanza Soto, Lidia Soto.
<b>Mis hermanos</b>	José Alejo, Carlos Antonio Ramírez Soto.
<b>Mis sobrinas</b>	Harley Reneé Ramírez Hernández y Amélie Ramírez Palacios.
<b>Mi esposo</b>	Javier David López Macz.
<b>Mis amigos</b>	Belkis Gámez, Jessica Santos, Antonio Carpio, Carlos Aroche, Juan Rodas, Kevin Argueta, Mario Reyes, Jonathan Castañeda, Magalí Urrutia, Betzi Marroquín, Ana Hernández, Rita Hernández, Wolffy Reynoso, Karisha Barillas, Jeniffer Us.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por ser fuente de sabiduría y conocimiento.
<b>Mis padres</b>	Por su apoyo incondicional y motivarme siempre a seguir adelante.
<b>Mis hermanos</b>	Por ser mí ejemplo a seguir.
<b>Mi esposo</b>	Por todo su apoyo, amor y comprensión. Te amo infinitamente.
<b>Mis amigos</b>	Porque la amistad no la miden ni el tiempo ni la distancia. Son los momentos compartidos, las alegrías, las tristezas, los enojos. Gracias por ser como son y por brindarme una amistad incondicional, pura y sincera.
<b>Ing. Manuel Arrivillaga</b>	Por la entrega y dedicación con la que comparte sus conocimientos.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Definición de vivienda.....	1
1.1.1. Tipos de vivienda.....	2
1.1.1.1. Vivienda unifamiliar.....	2
1.1.1.2. Vivienda colectiva .....	2
1.1.1.3. Casa .....	2
1.1.1.4. Apartamento .....	3
1.1.1.5. Cuarto o pieza .....	3
1.1.1.6. Rancho o choza.....	3
1.1.1.7. Vivienda improvisada.....	3
1.1.1.8. Local usado como vivienda.....	4
1.2. Definición de supervisión.....	4
1.2.1. Perfil del supervisor .....	5
1.2.2. Funciones del supervisor.....	7
1.2.3. Criterios generales para efectuar una supervisión....	7
1.2.4. Riesgos en obra.....	8
1.2.4.1. Riesgos químicos .....	9
1.2.4.2. Riesgos físicos.....	9

	1.2.4.3.	Riesgos biológicos.....	10
	1.2.4.4.	Riesgos sociales.....	10
	1.2.5.	Seguridad en la supervisión .....	11
	1.2.6.	Proceso de supervisión .....	12
1.3.		Programación en la supervisión de la obra .....	14
	1.3.1.	Diagrama de barras o Gantt.....	14
	1.3.2.	Método PERT (Program Evaluation Review Technique) .....	15
	1.3.3.	Método LPU (Line and Point Union).....	15
1.4.		Control financiero de la obra .....	15
	1.4.1.	Hoja de cálculo.....	16
2.		PROCESO DE SUPERVISIÓN DE OBRA EN CAMPO.....	17
	2.1.	Proceso de supervisión previo al inicio de la obra.....	17
	2.1.1.	Control del suelo .....	17
	2.1.2.	Control al concreto .....	18
	2.1.2.1.	Concreto preparado en obra .....	19
	2.1.2.2.	Concreto armado.....	21
	2.1.2.3.	Concreto premezclado .....	21
	2.1.3.	Almacenamiento de materiales en obra .....	23
	2.2.	Proceso de supervisión durante la ejecución de la obra .....	23
	2.2.1.	Trabajos preliminares.....	23
	2.2.2.	Reconocimiento del terreno.....	24
	2.2.3.	Instalaciones provisionales.....	24
	2.2.4.	Limpieza del terreno .....	25
	2.2.5.	Topografía del terreno.....	26
	2.2.6.	Trazos del terreno .....	27
	2.2.7.	Excavaciones .....	28
	2.2.8.	Nivelación.....	28

2.2.9.	Armado .....	29
2.2.9.1.	Zapatas.....	29
2.2.9.2.	Cimientos corridos .....	30
2.2.9.3.	Columnas.....	31
2.2.9.4.	Vigas.....	32
2.2.9.5.	Muros y soleras .....	32
2.2.9.6.	Losa .....	34
2.2.10.	Instalaciones.....	35
2.2.10.1.	Sanitarias.....	36
2.2.10.2.	Eléctricas .....	37
2.2.11.	Pisos.....	38
2.2.12.	Acabados.....	39
2.2.13.	Cisterna .....	40
2.3.	Proceso de supervisión al finalizar la obra .....	41
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SUPERVISIÓN EN GABINETE ...	43
3.1.	Control administrativo .....	43
3.1.1.	Personal dentro de la obra.....	43
3.1.1.1.	Residente o director de obra.....	44
3.1.1.2.	Auxiliar de residente o representante del director .....	44
3.1.1.3.	Maestro de obra o inspector de obra ...	44
3.1.1.4.	Albañil y obrero.....	45
3.1.1.5.	Ayudante de albañil .....	45
3.1.1.6.	Personal Indirecto .....	46
3.2.	Documentos propios de la obra.....	46
3.2.1.	Especificaciones técnicas.....	47
3.2.1.1.	Tipo de materiales a utilizar .....	47
3.2.2.	Aspectos legales.....	49

3.2.2.1.	Contratos.....	49
3.2.2.2.	Licencias .....	50
3.2.2.2.1.	Municipal .....	50
3.2.2.2.2.	Ambiental .....	51
3.2.2.2.3.	Sanitaria.....	51
3.2.2.2.4.	Otros .....	52
3.2.3.	Aspectos económicos.....	53
3.2.3.1.	Garantía .....	53
3.2.3.2.	Anticipos.....	54
3.3.	Programación de la obra .....	54
3.3.1.	Cronograma de actividades.....	54
3.3.1.1.	Diagrama de Gantt .....	54
3.3.1.2.	Método PERT (Program Evaluation Review Technique).....	55
3.3.1.3.	Método LPU (Line Point Union).....	56
3.3.2.	Control de materiales .....	57
3.3.2.1.	Inventario.....	58
3.3.3.	Reportes de obra.....	59
3.3.3.1.	Avance físico .....	59
3.3.3.2.	Avance financiero .....	60
CONCLUSIONES.....		61
RECOMENDACIONES.....		63
BIBLIOGRAFÍA.....		65

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Molde para prueba de revenimiento.....	22
2.	Instalaciones provisionales.....	25
3.	Método de hilos para trazo.....	27
4.	Diseño cimiento corrido.....	31
5.	Ejemplo losa.....	35
6.	Ejemplo instalaciones sanitarias en vivienda.....	37
7.	Ejemplo instalaciones eléctricas en vivienda.....	38
8.	Ejemplo diagrama PERT.....	56
9.	Ejemplo diagrama LPU.....	57

### TABLAS

I.	Tipo de suelo según tamaño.....	18
II.	Ejemplo planificación construcción de vivienda.....	55
III.	Modelo Inventario.....	59



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
Cms	centímetro
Kg	kilogramo
M	Metro
Mm	Milímetro



## GLOSARIO

<b>Bitácora de obra</b>	Libreta en la cual se registran todas las actividades correspondientes al proyecto, asuntos y eventos importantes que se presenten durante la ejecución de los trabajos.
<b>Catastro</b>	Censo estadístico de los bienes inmuebles de una determinada población que contiene la descripción física, económica y jurídica de las propiedades rústicas y urbanas.
<b>Colindancia</b>	Límite entre terrenos, referido específicamente a dos lugares, terrenos o construcciones que lindan entre sí o están contiguos.
<b>Curado</b>	Tratamiento que se da al concreto después de su colocación a fin de mantener húmedas sus superficies.
<b>Disgregación</b>	Acción de alejar, aislar, disociar o descomponer aquello que se encontraba unido.
<b>Encuadramiento</b>	Inclusión dentro de los límites de una clasificación, un espacio o un tiempo.

<b>Grieta</b>	abertura alargada y con muy poca separación entre sus bordes que se hace en la tierra o en un cuerpo sólido, generalmente de manera natural.
<b>Hipotermia</b>	Disminución de la temperatura del cuerpo por debajo de lo normal.
<b>Insolación</b>	Trastorno cerebral, debido a una exposición prolongada a los rayos del sol, que se caracteriza por fiebres altas y convulsiones.
<b>Nómada</b>	Que va de un lugar a otro y no se establece en ningún sitio de forma permanente.
<b>Resecamiento</b>	De resecaión, pérdida importante de líquido o humedad.
<b>Sabieta</b>	Mortero de unión formado por cemento y arena.
<b>Traslape</b>	Son las uniones entre barras de acero de refuerzo, este mecanismo de amarre permite que las barras se prolonguen.
<b>Zanja</b>	Excavación larga y estrecha que se hace en la tierra con diversos fines, como echar los cimientos de una construcción, colocar tuberías, permitir que corra el agua.

## **RESUMEN**

El tema descrito trata sobre la supervisión y lo que debe realizarse al momento de llevar a cabo un proyecto de construcción de vivienda. Esta investigación va enfocada a los temas que competen a la obra tanto en campo como lo que el supervisor tiene a cargo en gabinete. Asimismo, define términos que son de uso común en el ámbito de la construcción, indica propuestas para el uso de tablas y así llevar un mejor control de materiales. Se abordan puntos específicos que deben considerarse al momento de realizar la construcción de una vivienda.

Se comienza definiendo los temas afines a la supervisión como tal, más adelante, se encuentran los que están relacionados al trabajo que se realiza en campo y, por último, los términos más comunes concernientes a lo que se desarrolla en gabinete.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Guiar al estudiante de manera clara con todo lo relacionado a una supervisión tanto a nivel de campo como de gabinete.

### **Específicos**

1. Familiarizar al estudiante con conceptos que durante la carrera no se amplían a profundidad como la supervisión a nivel administrativo.
2. Aprender a llevar de la mejor manera la relación de supervisión campo y gabinete.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector laboral exige al profesional de la Ingeniería Civil tener la experiencia y el conocimiento comprobable de la supervisión de obra, tanto en campo como en gabinete, esto se debe a que hoy es común encontrar que una sola persona esté a cargo de ambas labores. Por una parte, debido a la falta de recursos para la contratación de dos personas para la supervisión y por otra parte, porque es mejor que una sola persona esté al control de toda la supervisión. Lo que esto implica es llevar el control e inventario sobre la existencia de los materiales, realizar y supervisar que se realicen de manera adecuada ensayos *in situ* así también todo lo relacionado con la papelería en general que representen o sean parte de la administración del proyecto a realizar.

En este tema de investigación se busca ampliar el conocimiento referente al debido proceso de supervisión enfocado a un tipo de obra civil específico, la construcción de una vivienda. Empezando por reconocer y describir cada uno de los procesos constructivos, siguiendo con lo que corresponde a la respectiva supervisión de la obra en el campo, esto acompañado de lo que se realiza a nivel administrativo como el control de presupuesto, el manejo y uso de cronogramas para una efectiva presentación de reportes de avance de obra.



# **1. GENERALIDADES**

## **1.1. Definición de vivienda**

Se entiende por vivienda a un lugar cerrado y cubierto el cual es construido para que habiten personas ofreciendo así refugio y protección de las condiciones climáticas adversas, proporciona también intimidad y espacio para que quienes las habiten puedan guardar sus pertenencias y desarrollarse cotidianamente. Puede estar formado por un cuarto o conjunto de cuartos estructuralmente separados e independientes, destinados al alojamiento de uno o más hogares. Entendiendo como hogar a la persona o conjunto de personas que siendo o no parientes residen habitualmente en una misma vivienda particular, ocupándola total o parcialmente.

Se debe entender la vivienda no solo como la unidad que acoge a una familia, sino un completo sistema integrado por el terreno, la urbanización, la infraestructura de los servicios y el equipamiento social-comunitario dentro de un contexto cultural, socioeconómico y físico-ambiental. Al mismo tiempo, tiene su manifestación en diversas escalas y lugares, esto es: localización urbana o rural, barrio y vecindario, conjunto habitacional, entorno y unidades de vivienda. Sus diversos atributos se expresan en aspectos funcionales, espaciales, formales (estéticas y significativas), materiales y ambientales. Desde un enfoque como proceso habitacional, incluye todas las fases, entre ellas la planificación, la programación, el diseño, la construcción, el alojamiento y mantención, el seguimiento y evaluación.

### **1.1.1. Tipos de vivienda**

El tipo de vivienda a elegir dependerá en gran parte a la cantidad de personas que la habitarán, a continuación, se definen algunos conceptos relacionados a diferentes tipos de vivienda.

#### **1.1.1.1. Vivienda unifamiliar**

La característica principal de este tipo de vivienda es que se encuentra habitada por una sola familia o una sola persona, puede ser de uno o dos niveles, no cuenta con vecinos.

#### **1.1.1.2. Vivienda colectiva**

Este tipo se diferencia del unifamiliar porque si tiene vecinos, como su nombre lo indica busca optimizar el espacio para que pueda ser habitado por cierta cantidad de familias.

#### **1.1.1.3. Casa**

Es la que está formada por un cuarto o conjunto de cuartos construidos con materiales duraderos y estructuralmente separados. Por la forma que es construida o adaptada se destina al alojamiento de un hogar y no se usa para otros fines. Una casa, según las condiciones del terreno donde se construya puede reunir algunas características como tener un patio o un jardín, debe contar con una entrada principal, directa desde la calle.

#### **1.1.1.4. Apartamento**

Este tipo de vivienda (considerado del tipo colectivo) forma parte de un edificio de varios niveles, al cual se tiene acceso por medio de pasillos, escalera o elevadores. Es considerado, también, como apartamento a un grupo de viviendas que pertenecen a un mismo dueño y se encuentran ubicadas en un mismo terreno.

#### **1.1.1.5. Cuarto o pieza**

Como su nombre lo indica, es un cuarto el cual se encuentra dentro de una vivienda y, por lo regular, es puesto en alquiler. Este es un tipo de vivienda bastante común utilizado por familias pequeñas o personas solas de escasos recursos. El servicio de agua es de uso común.

#### **1.1.1.6. Rancho o choza**

Este tipo de vivienda es construido con material rustico (sin algún tratamiento especial). Mayormente se encuentra en áreas rurales.

#### **1.1.1.7. Vivienda improvisada**

Es un tipo de vivienda independiente construido provisionalmente con materiales ligeros o desecho (cartón, lata, caña, plástico, entre otros.), con adobe o ladrillos superpuestos, esto con el fin de brindar albergue o resguardo circunstancial a las personas.

### **1.1.1.8. Local usado como vivienda**

En este tipo de vivienda se consideran lugares como bodegas, talleres, graneros, almacenes u otro tipo de construcción que originalmente no estaba destinado para ser habitado por personas, pero finalmente son ocupadas para este fin.

## **1.2. Definición de supervisión**

Según el diccionario de la lengua española, supervisar es ejercer la inspección en trabajos realizados por otros<sup>1</sup>. Relacionado a la construcción, el Manual de Supervisión del Concreto define la actividad de supervisar como asegurar que se logren fielmente los requisitos y propósitos de los planos y especificaciones<sup>2</sup>, también hace alusión al supervisor como la persona encargada de verificar la calidad de los materiales utilizados. Etimológicamente, supervisión es una palabra compuesta del latín “visus” que significa examinar un instrumento dando el visto bueno; y del latín “super” que significa preeminencia o en otras palabras: privilegio, ventaja o preferencia por razón o mérito especial.

En un proyecto de construcción la supervisión puede ser ejercida por el constructor y por el propietario. Quien realice la supervisión debe tener presente dos objetivos básicos que son:

- Vigilar el tiempo. Que el avance de la obra se realice como lo establece el contrato.

---

<sup>1</sup> Supervisar: Diccionario de la Real Academia Española, <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=supervisar>, última visita 2 de octubre de 2017.

<sup>2</sup> Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., Manual para Supervisar obras de Concreto, México, 1992, pág. 1

- Vigilar la calidad. Esta puede ser regulada mediante las especificaciones técnicas expedidas por los fabricantes de los materiales.

### **1.2.1. Perfil del supervisor**

Por su importancia dentro del esquema de la obra, el trabajo que desarrolla el supervisor de obra civil es de gran relevancia y requiere de especial atención, por lo que el personal que se brinde a esta actividad debe tener una personalidad que imponga autoridad. Además de contar con el carácter y temple para tomar decisiones en momentos trascendentales de la obra, contando con los suficientes argumentos técnicos para apoyar su trabajo.

Julio Frontinus citado en el Manual para Supervisar obras de Concreto indica que “todas las etapas del trabajo deben hacerse exactamente de acuerdo con las reglas del arte, que todos los obreros conocen, pero que pocos cumplen.”<sup>3</sup>

El supervisor de una obra civil debe cumplir con un perfil que requiere de estudios técnicos que avalen su preparación. Idealmente se espera que el supervisor sea profesional, esto en virtud del grado de responsabilidad que se le otorga. En esta misma sintonía, la preparación profesional se refiere a que puede ser: a) Ingeniero Civil, b) Arquitecto, c) Técnico en construcción o carrera afín. Por otro lado, debe ser una persona organizada y debe prever situaciones que pudieran generar problema en el desarrollo de los trabajos.

También deberá generar la información necesaria para evaluar los avances, estimaciones, control de obra y avances físico-financieros, para informar de todos estos rubros y de las actividades que pudiesen ocasionar

---

<sup>3</sup> Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., Manual para Supervisar obras de Concreto, pág. 10.

variaciones en cuanto a tiempo y costo. La supervisión debe ejecutarse de acuerdo al proyecto siguiendo cuidadosamente los procedimientos constructivos, especificaciones particulares y generales, normas técnicas, leyes y reglamentos vigentes. Debe tener la capacidad suficiente para velar porque se cumplan los compromisos de contrato y el desarrollo del trabajo.

Una buena organización y planificación de la obra así como la asignación de tareas y responsabilidades son definidas por los supervisores, quienes tienen a su cargo velar por las correctas prácticas de seguridad durante el desarrollo de la obra, cuidando que el equipo y las condiciones de trabajo sean seguros, efectuando regularmente inspecciones en los sitios de trabajo, capacitando adecuadamente a los obreros para el trabajo que deben realizar, velando porque se cumplan las medidas de seguridad indicadas según el sitio de trabajo, que haya en existencia y se utilice el equipo de protección personal necesario.

Es recomendable también que el supervisor tenga sesiones de instrucción con los obreros cinco o diez minutos antes de comenzar las tareas asignadas para que pueda discutirse o resolverse cualquier inquietud que se tenga. Esto ayuda con la claridad de la seguridad, ya que se pueden aportar medidas preventivas para corregir situaciones de riesgo que más adelante podría ponerlos en peligro a ellos o a terceros ajenos a la obra. En el ámbito de la ética del supervisor, su comportamiento debe de ser en armonía con las prácticas generales aplicables.

### **1.2.2. Funciones del supervisor**

Las funciones del supervisor, en algunos casos, inician con la idea del proyecto. Previo al inicio del proyecto el supervisor debe revisar los documentos relacionados con el mismo, tales como el terreno, trámites de licencias, planos, tipos de materiales a utilizar tomando en cuenta las especificaciones para el mismo. Una de las principales funciones del supervisor es velar porque la obra se desarrolle dentro de lo estipulado en el diseño independientemente de las circunstancias inesperadas que pudieran presentarse.

Cuando este tipo de inconvenientes se den, la función del supervisor es resolverlo lo más rápido posible para que esto no afecte demasiado el cronograma de actividades, el cual el supervisor debe realizar previo a dar inicio con el proyecto. El supervisor debe velar por el correcto desarrollo de la obra y que esta se realice bajo el presupuesto, costos y tiempo estipulados para la misma o, por lo menos, que no se aleje mucho de lo estipulado.

### **1.2.3. Criterios generales para efectuar una supervisión**

Existen muchos factores y condiciones influyentes para efectuar la supervisión de una obra, entre estos se pueden mencionar: la magnitud de la obra, su grado de complejidad, la ubicación y acceso a la misma, la etapa de ejecución en que se encuentre la obra. Los elementos básicos para efectuar una supervisión son los que constituyen fundamento para alcanzar los objetivos y la seguridad de la misma, entre estos elementos sobresalen:

- Los documentos relacionados a la ejecución del proyecto.

- Instrumentos de campo.
- Documentos resultados de la supervisión como reportes y bitácoras.
- Especificaciones técnicas de la obra.

En caso que la obra de construcción de vivienda requiera de algún equipo especial como maquinaria o algún trabajo especial, el supervisor debe considerar o contemplar la opción de contar con personal subcontratado, el cual deberá establecer las responsabilidades, deberes y medidas de seguridad que se esperan de la fuerza de trabajo del subcontratista. Dichas medidas podrán incluir el suministro y uso de determinados equipos de seguridad, métodos para la ejecución de tareas específicas en forma segura, y la inspección y manejo adecuado de herramientas. El supervisor de la obra debe, además, verificar que los materiales, equipo y herramientas traídos a la obra cumplan con las normas mínimas de seguridad.

#### **1.2.4. Riesgos en obra**

Durante el tiempo que se lleva a cabo la obra se está expuesto a una gran cantidad de riesgos para la salud. La exposición a estos riesgos varía de obra en obra. Un supervisor puede estar expuesto no solamente a los riesgos de lo que esté supervisando en ese momento sino también está expuesto como observador pasivo a lo que ocurre a su alrededor. La duración de la exposición en un determinado trabajo indicará la gravedad de cada riesgo. Así como en otros trabajos, los riesgos al momento de supervisar una construcción pueden ser de cuatro clases: químicos, físicos, biológicos y sociales.

#### **1.2.4.1. Riesgos químicos**

Estos pueden presentarse en formas distintas, como polvos, humos, nieblas, vapores o gases. La exposición se produce comúnmente por inhalación, aunque hay algunos riesgos que son aportados por el aire y al hacer contacto con la piel son absorbidos por esta, entre estos se pueden mencionar los disolventes orgánicos. Los riesgos químicos también pueden presentarse en estado líquido o semilíquido como pegamentos, o en forma de polvo como el cemento, por ejemplo. En la construcción de una vivienda el riesgo químico es menor o casi nulo, esto dependerá del lugar donde se esté trabajando. Sin embargo, cabe mencionar que la exposición al polvo generado por el cemento seco puede producir irritación en la piel, ojos, nariz, garganta y a largo plazo puede afectar los pulmones.<sup>4</sup>

#### **1.2.4.2. Riesgos físicos.**

Estos se encuentran presentes en cualquier tipo de proyecto de construcción. Dentro de este tipo de riesgos se puede mencionar el ruido, el calor, el frío, las vibraciones. Con el avance que ha tenido la maquinaria dentro de la construcción la ha hecho una actividad más mecanizada pero a la vez una actividad mucho más ruidosa. Este ruido proviene de diferentes fuentes como pueden ser los motores de vehículos, grúas y, en menor tamaño se pueden mencionar también los barrenos, bailarinas para concreto, pistolas de remaches o de clavos.

Este ruido afecta no solamente a la persona que está operando las máquinas sino a quienes se encuentran a su alrededor, esto no sólo provoca

---

<sup>4</sup> “Cómo trabajar seguro con hormigón y cemento”, <https://content.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=287>.

pérdida de audición por el ruido que producen sino que oculta otros sonidos que pueden ser importantes para la comunicación y seguridad de las personas que se encuentran cercanas. Gran parte del trabajo de construcción se lleva a cabo a la intemperie de esto se derivan los riesgos que surgen del calor o del frío. Una persona expuesta al calor o al sol durante periodos extensos pueden producirle fatiga e insolación, y al frío puede verse afectado por una hipotermia, ya que la temperatura a horas de la madrugada baja de una manera acelerada.

#### **1.2.4.3. Riesgos biológicos**

Estos se presentan por la exposición a microorganismos infecciosos causantes de enfermedades como la gripe, o pueden ser hongos que se encuentran en el terreno al momento de realizar excavaciones. En este tipo de riesgos debe tenerse en cuenta también que dada la demanda de personal que las obras suelen tener, hay rotación de personal y esto hace que la probabilidad de contraer una enfermedad contagiosa sea más alta, ya que son distintos estilos de vida que convergen en el lugar de trabajo.

#### **1.2.4.4. Riesgos sociales**

Están relacionados principalmente con la interrelación entre los empleados así como las características del tipo de trabajo a ser realizado. Existen ciertos factores dentro de las actividades realizadas que pueden conducir a situaciones de estrés y a alteraciones de la conducta en algunos trabajadores. En el campo de la construcción la sobrecarga o la complejidad del trabajo son factores que pueden generar un nivel de exigencia en el trabajador que de no ser atendida puede ocasionar situaciones de estrés que ponen en riesgo su desempeño y salud. El estilo de vida trabajando en una construcción podría definirse como

“nómada” y esto puede significar un tipo de aislamiento social al no tener un ambiente de trabajo estable para fomentar relaciones interpersonales.

### **1.2.5. Seguridad en la supervisión**

Es importante que el supervisor tenga en cuenta ciertas consideraciones de seguridad que debe tomar antes de empezar un proyecto, independiente de la magnitud del mismo, esto para prevenir y así evitar cualquier tipo de accidente o posibles problemas. Es importante que el personal tenga conocimiento de las rutas de evacuación así como de las zonas de seguridad. Probablemente en la construcción de una vivienda no se puede hablar mucho respecto a zonas de evacuación o zonas de seguridad, ya que son proyectos de menor dimensión comparando con otro tipo de edificios, sin embargo el peligro o las probabilidades de que pueda ocurrir una tragedia están presentes.

Se pueden tomar las siguientes consideraciones como medidas de seguridad al momento de llevar a cabo la supervisión en la construcción de una vivienda:

- Cercar la obra, por lo regular se hace con láminas las cuales ya no se les dará uso. Esto para evitar el acceso de personas ajenas a la obra, sin embargo se debe tener el cuidado que corresponde para poder tener accesos seguros a las zonas de trabajo.
- Cerciorarse de que el montaje y desmontaje de los andamios se haga por personas capacitadas para realizarlo, comprobar periódicamente que las piezas estén en perfecto estado y que siempre sea instalado en un superficie plana y segura.

- Dentro de lo posible, utilizar equipo mecánico para manipular la carga y evitar que esta se haga manualmente, de ser necesario que sea manual instruir al personal para que lo haga de la manera correcta para que lo hagan con seguridad.
- Que el personal tenga el equipo necesario cuando estén expuestos al ruido. (taladros, bailarinas para concreto, entre otros.)
- Velar porque el personal utilice siempre el equipo de protección personal necesario como lo son: casco, guantes, botas industriales y mascarillas para el polvo.
- Identificar partes frágiles dentro de la obra como techos, proteger o marcar las áreas donde se encuentren agujeros para evitar caídas.
- Programación de la supervisión.

#### **1.2.6. Proceso de supervisión**

Partiendo de la idea de que la supervisión se realizará desde el principio del proyecto, uno de los primeros puntos que debe realizar el supervisor es con la documentación adecuada y necesaria acercarse a las oficinas de catastro para corroborar que el lugar donde se llevará a cabo el proyecto sea realmente de las personas que indican los documentos legales. Esto para evitar cualquier inconveniente que pudiera presentársele más adelante (colindancias o similares). Corroborar que la licencia de construcción necesaria para dar inicio al proyecto haya sido solicitada a la municipalidad correspondiente (esto partiendo de que los documentos le fueron entregados directamente y no fue solicitado sus servicios para realizar dichos trámites).

El supervisor debe tener el conocimiento de los planos para que con ellos pueda ir comparando el proyecto con lo diseñado y así llevar un control de las

dimensiones, los detalles y las instalaciones para que vayan de acuerdo a lo estipulado en los mismos. Debe conocer cuáles son las especificaciones técnicas que están manejando para que al estar en obra pueda comprobar que la calidad de los materiales se esté cumpliendo de acuerdo a lo solicitado. Otro de los pasos principales para el proceso de supervisión, es realizar un cronograma donde el supervisor podrá llevar el control del avance de la obra tanto físico como financiero.

El supervisor es el encargado de llevar el control de suministros a la obra así como también tener el control sobre la mano de obra. Saber cuándo sea necesario contratar más personal o la renta de maquinaria, si fuera el caso. Cada día de supervisión debe ser registrada por medio de una bitácora, en esta el supervisor podrá hacer sus propias anotaciones respecto al proyecto y si fuera necesario hacer algún cambio puede anotarlo para luego hacerlo ver al propietario del proyecto. Y así tener una guía para la siguiente visita de supervisión y comprobar que los cambios solicitados fueron realizados.

Además de lo anterior, existen otras tareas que son igual de importantes, las cuales se deben asignar específicamente a determinadas personas; no debe restárseles importancia, ya que son relacionadas a la seguridad en la obra. Algunas de estas tareas son:

- Suministro, construcción y mantenimiento de instalaciones de seguridad tales como caminos de acceso, sendas peatonales.
- Construcción e instalación de carteles de seguridad.
- Medidas de seguridad. Características de cada oficio.
- Pruebas de los aparatos elevadores tales como grúas.
- Inspección y limpieza de las instalaciones de bienestar común, como lo son servicios higiénicos, aseos, vestuarios y comedores.

- Planes de emergencia y evacuación.

### **1.3. Programación en la supervisión de la obra**

Es de suma importancia que el supervisor maneje de manera ordenada y lógica el tiempo y la secuencia de ejecución de cada una de las actividades que formaran parte del proyecto. A esto le llamamos programación y sirve para elaborar un plan más detallado de las distintas actividades que integran el proyecto a fin de ordenarlas de manera sistemática, asignando a cada una fecha de inicio y de finalización, dando como resultado el poder calcular la duración total de la obra. Esto permite visualizar la relación entre actividades y las posibles limitaciones que se pudieran dar entre las mismas.

A continuación, se definen algunos métodos que se pueden utilizar para realizar la programación de un proyecto. Más adelante se verán ejemplificados.

#### **1.3.1. Diagrama de barras o Gantt**

Es una herramienta cuyo objetivo es mostrar el tiempo programado, fechas de inicio y finalización de diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo determinado (calendarización de actividades). Se compone de dos ejes, uno horizontal en el cual se representa un calendario o escala de tiempo definido según la unidad de medida más adecuada a utilizar dependiendo del proyecto a ejecutar, estas medidas pueden ser: hora, día, semana, mes, entre otros. El otro eje es vertical, el cual constituye las tareas a ejecutar en el proyecto. Al utilizar el diagrama de Gantt se obtiene una ayuda, ya que se puede ajustar la cronología del proyecto, independientemente de la dimensión del mismo y colabora con la planificación en general de distintas tareas.

### **1.3.2. Método PERT (Program Evaluation Review Technique)**

Este método permite calcular la probabilidad de que se concluya el proyecto en el tiempo estimado por el cliente. Es decir, si el cliente estimó que se pueda concluir el proyecto en un total de seis semanas, el contratista puede calcular la probabilidad de que ese proyecto en efecto esté terminado, en ese periodo de tiempo<sup>5</sup>.

### **1.3.3. Método LPU (Line and Point Union)**

Es de fácil manejo y comprensión, ya que se ordena de izquierda a derecha dejando en claro el evento o actividad inicial y la final. Es especialmente útil para la programación de recursos. Se basa en representar las actividades en los nodos del diagrama y emplea líneas de unión entre los nodos para representar sus mutuas relaciones y, si fuera necesario hacer algún cambio, tiene la ventaja de poder ser fácilmente modificado una vez haya sido elaborado<sup>6</sup>.

## **1.4. Control financiero de la obra**

Es de suma importancia tener un adecuado control financiero de la obra, ya que con un programa de trabajo ya establecido se puede manejar de una mejor manera los recursos financieros produciendo un correcto flujo de efectivo. Ayuda también a tener un mayor control de lo que se ha gastado, lo que se ha cobrado, es decir, el avance financiero de la obra. El supervisor puede apoyarse con una hoja de cálculo para llevar a cabo este control, que más allá de ser un control

---

<sup>5</sup> "Programación, planificación y control de obras de infraestructura civil en la República de Guatemala", trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, p. 39.

<sup>6</sup> HERNAN, Castro. *Notas de construcción*, [https://books.google.com.co/books?id=YB1laY16qJoC&pg=PA159&dq=lpu&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj\\_rrTNv7fWAhXL4CYKHfghA6QQ6AEIJzAA#v=onepage&q=lpu&f=false](https://books.google.com.co/books?id=YB1laY16qJoC&pg=PA159&dq=lpu&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj_rrTNv7fWAhXL4CYKHfghA6QQ6AEIJzAA#v=onepage&q=lpu&f=false), p.159

como tal sería más bien un reporte financiero o registro financiero el cual servirá de apoyo para tener el conocimiento de los gastos realizados según el avance de la obra.

#### **1.4.1. Hoja de cálculo**

Es una herramienta que consiste en un documento compuesto por filas y columnas que forman celdas en las que se puede ingresar información alfanumérica y colocarla en relación de manera lógica, matemática o secuencial. Estas hojas de cálculo se encuentran en distintos tipos de software de oficina.

## **2. PROCESO DE SUPERVISIÓN DE OBRA EN CAMPO**

### **2.1. Proceso de supervisión previo al inicio de la obra**

Al realizar trabajo de campo se hace necesario que el supervisor tenga un control en la calidad de los materiales, tanto los que lleguen elaborados a obra, como el concreto, o si este se elabora en campo controlar la calidad de los materiales que se utilicen. Este control se realiza mediante pruebas, las cuales demuestran que los materiales cumplen con las especificaciones generales de la obra. Todo resultado obtenido al realizar estas pruebas debe ser reportado y archivado, de ser necesario realizar alguna corrección también debe quedar registrado indicando cuál es y el tiempo que se tiene para que se realice la misma.

#### **2.1.1. Control del suelo**

Existen diferentes tipos de suelo y cada uno de ellos tiene sus propias características (peso máximo a soportar, grado de humedad, cantidad de sales, sulfatos). Cuando se realiza la supervisión se puede reconocer por medio del tacto y con base a conocimientos básicos del tipo de suelo, el cual se clasifica según el tamaño de sus partículas como se observa en la tabla siguiente:

Tabla I. **Tipo de suelo según tamaño**

TAMAÑO DE PARTÍCULAS	TIPO DE SUELO
de 0,006mm o menos	Arcilla
entre 0,006mm y 0,076mm	Limo
Entre 0,076mm y 2,03mm	Arena
Entre 2,03mm y 76,2mm	Grava

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2. Control al concreto**

El concreto es una mezcla de grava, arena, agua y cemento es uno de los materiales compuestos más utilizado en el mundo; al solidificarse se vuelve resistente y es utilizado tanto para bases como para paredes. También se le conoce como hormigón al concreto una vez ya compactado en el lugar que le corresponde. Se tiene la combinación de arena, agua y cemento a la cual se le conoce como mortero. Se hace necesario que los materiales a utilizar sean de una calidad aceptable llenando los requisitos mínimos para tener una adecuada resistencia estructural, siendo este un factor influyente en la calidad final del concreto, pero se puede mencionar también como factores influyentes:

- La dosificación, es decir, la cantidad de cada material que debe usarse en la preparación de la mezcla.
- El transporte, si se llegara a utilizar premezclado y no es hecho en obra.
- La colocación, tanto como el que se prepara en obra como el que se subcontrata.
- La compactación.
- El curado.

Hay diferentes tipos de muestreo que se pueden realizar al concreto todos tienen ventajas y desventajas los más comunes son:

- El muestreo de criterio: este se basa únicamente en el juicio de quien toma más muestras, sin ninguna otra restricción. Quien lo usa decide cuándo y dónde se debe tomar una muestra
- El muestreo de cuotas: este es un tipo de muestreo de criterio basado en la hora del día, las áreas geográficas, entre otros, de acuerdo con la distribución conocida de hechos.
- El muestreo sistemático: este encierra la selección de observaciones sucesivas en una secuencia de tiempo, área, entre otros, a intervalos uniformes,
- El muestreo estratificado: este comprende la división de una cantidad dada de material en partes independientes, a cada una de las cuales se le toma muestras por separado. El muestreo estratificado es inherente a cualquier muestreo de aceptación basado en la utilización de sub lotes.
- El muestreo aleatorio: involucra la selección de una muestra de tal manera que cada incremento que comprenda al lote tenga la misma posibilidad de ser seleccionado para la muestra.<sup>7</sup>

#### **2.1.2.1. Concreto preparado en obra**

Para una vivienda el concreto preparado en obra deberá cumplir con lo siguiente:

- Debe ser uniforme para todos los elementos estructurales (cimiento, columnas, soleras, mochetas, vigas, entre otros.) y no deberá mezclarse

---

<sup>7</sup> Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., Manual para Supervisar obras de Concreto, México, 1992, p. 1

directamente sobre el terreno natural. Se deberá establecer un área en donde se pueda obtener un concreto libre de impurezas.

- Los agregados a utilizar deben estar libres de materiales orgánicos.
- La resistencia mínima a la compresión será de 210 Kg/cm<sup>2</sup> (3 000 lb/pulg<sup>2</sup>).
- Para obtener dicha resistencia, en la práctica se usa la proporción 1:2:3, con los volúmenes siguientes: un saco de cemento, dos pies cúbicos de arena de río, tres pies cúbicos de pedrín de 3/4 de pulgada, se recomienda usar un mismo recipiente para medir los tres elementos.
- Durante la fundición se debe vigilar que no haya disgregación de los elementos del concreto, por la caída al fondo del concreto.
- La bachada o mezcla debe tener consistencia pastosa, es decir, con poca agua, tener siempre presente que los concretos con menos agua dan mayor resistencia.
- El tiempo máximo de colocación de concreto posterior a su mezclado es de 30 minutos. En la fundición de cualquier elemento vertical, el concreto no se vaciará a una altura mayor de 1,20 metros dentro de las formaletas. Deberá utilizarse vibradores en lo posible, con el propósito de alcanzar todas las partes del elemento estructural, evitando la existencia de espacios vacíos (ratoneras). En sustitución del vibrador podrá usarse una varilla de hierro, con la cual se picará en forma repetida hasta que desaparezcan las cámaras de aire y espacios vacíos.
- 
- Recubrimientos:
  - Cimiento corrido 0,05 metros;
  - Columnas 0,025 metros;
  - Mochetas 0,025 metros;

- Soleras 0,025 metros”.<sup>8</sup>

### **2.1.2.2. Concreto armado**

El concreto puede trabajar combinado con el acero, a esto se le denomina *concreto armado o reforzado*. Se puede utilizar en cimientos, columnas y losas, el supervisor debe asegurarse que el acero sea de la especificación necesaria (en medidas y calidad), que se encuentre limpio, sea colocado en el lugar y la dirección necesaria y los traslapes tengan la longitud correcta.

### **2.1.2.3. Concreto premezclado**

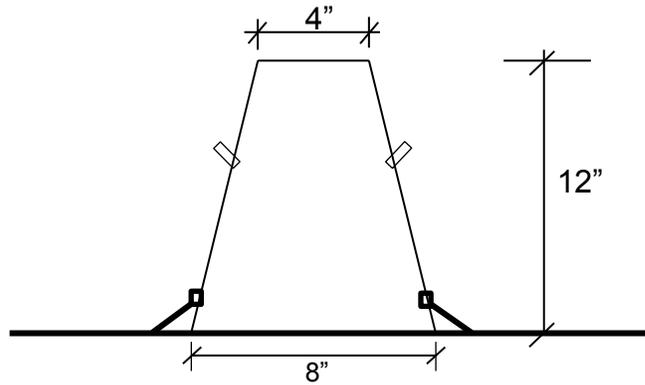
Es bastante común que se recurra al concreto premezclado el cual puede ser proporcionado por diferentes empresas que se dedican a esta práctica. Para este tipo de casos el supervisor debe prestar mucha atención al tiempo que le toma al camión que lleva el concreto, desde que sale de la planta hasta que llega al punto donde se le solicita, ya que un tiempo prolongado puede producir en el concreto disgregación de los componentes. Es recomendable que en cada entrega de concreto premezclado o cada cuatro mezclas realizadas en obra se realice una prueba de fluidez por medio de la prueba de revenimiento.

Esta prueba se realiza según la norma ASTM C 143 “Método estándar para la prueba de revenimiento en el concreto de cemento portland”. Para realizar esta prueba se utiliza un molde en forma de cono truncado de 12 pulgadas de altura, un diámetro inferior en su base de 8 pulgadas y en la parte superior un diámetro de 4 pulgadas.

---

<sup>8</sup> Fondo para la vivienda –FOPAVI-, *Manual de especificaciones técnicas, construcción de vivienda y urbanizaciones*, Guatemala, p.6

Figura 1. **Molde para prueba de revenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Para realizar esta prueba se vierte la mezcla de concreto en el molde hasta ocupar aproximadamente  $\frac{1}{3}$  del volumen del molde, con una varilla lisa de punta redonda con un diámetro de  $\frac{5}{8}$  de pulgada se apisona dando 25 golpes calculando hacer la mitad cerca del perímetro y la otra mitad en espiral al centro del molde, al finalizar, se vierte mezcla nuevamente, esta vez calculando llenar hasta  $\frac{2}{3}$  del volumen del molde, apisonando nuevamente con 25 golpes teniendo el cuidado de no tocar la primer capa de concreto que se vertió. Para realizar el último paso terminar de llenar el molde procurando que haya un exceso de mezcla, si al apisonar el concreto de los bordes superiores se cae colocar más para mantener siempre el exceso.

Al terminar con la última capa, enrasar la superficie con la misma varilla, limpiar la base de cualquier escurrimiento que se pudiera dar al momento de enrasar, retirar el molde en dirección vertical evitando cualquier movimiento lateral o de torsión, al retirar colocar el molde a la par y tomar la medida de la diferencia de altura entre el molde y el concreto revenido, un concreto con buen o excelente revenimiento dará como resultado entre 5,08cms y 17,78cms.

### **2.1.3. Almacenamiento de materiales en obra**

En la construcción de vivienda se debe de ubicar en un lugar o espacio adecuado el almacenamiento de materiales en la obra, a través de una bodega provisional que permita resguardar de la intemperie a todos los materiales que puedan sufrir algún daño, como el hierro, cemento y costaneras. En los casos que otros materiales que pueden quedarse a la intemperie como el pedrín, arena o el block.

Asimismo, se deberá tomar en cuenta las condiciones topográficas para el almacenamiento de los materiales con el objetivo de evitar que puedan ser arrastrados por correntadas en la época de lluvia, o bien materiales como el hierro, cemento, cal y otros, entren en contacto con el agua. Es importante que no se almacenen en lugares cercanos a declives o pendientes pronunciadas que puedan presentar deslaves o desprendimientos que afecten los materiales.

## **2.2. Proceso de supervisión durante la ejecución de la obra**

El proceso de supervisión consiste en realizar tareas enfocadas al avance de otras y así evitar problemas, evitar trabajar de más y evitar pérdida de energía. Hay que cuidar el proceso de supervisión desde el principio para evitar errores cuando ya se está ejecutando. Durante el proceso de ejecución de la obra se deberán supervisar desde los trabajos preliminares hasta los acabados.

### **2.2.1. Trabajos preliminares**

Como su nombre lo indica, son un conjunto de trabajos que deben llevarse a cabo previo a iniciar la construcción de la vivienda. Es con estos trabajos que se da inicio al proceso de construcción ya que facilitan y permiten el inicio de los

trabajos en la construcción. Estos trabajos preliminares se realizan para obtener los datos necesarios para llevar a cabo el diseño de la obra, puesto que reúnen las actividades necesarias con las cuales se inicia el proceso de construcción y tienen como fin preparar el terreno y localizar exactamente donde se va a levantar la vivienda.

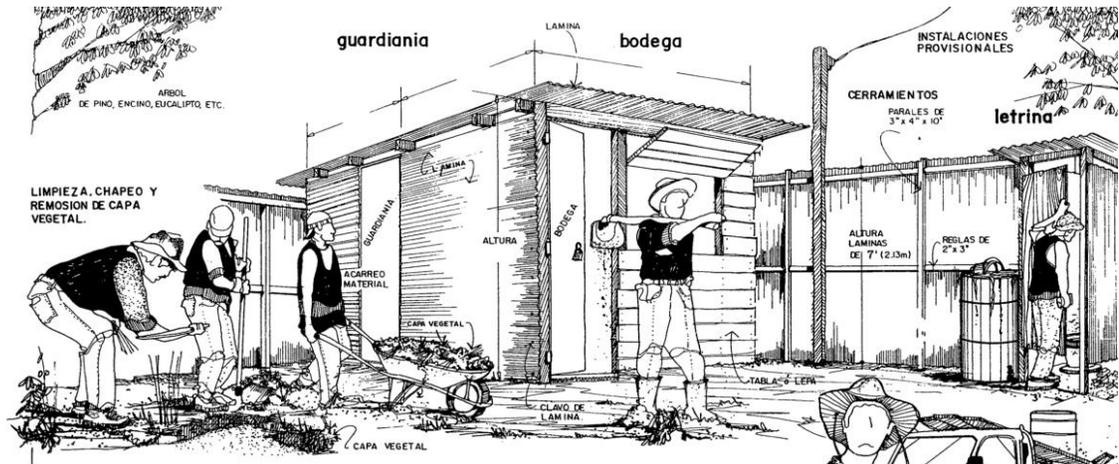
### **2.2.2. Reconocimiento del terreno**

El estándar que debe tener el supervisor es tomar en cuenta las condiciones físicas y naturales de la ubicación del terreno, con el propósito de garantizar que no es vulnerable a algún riesgo y, asimismo, para reducir el impacto que genera la construcción. El terreno no debe sobrepasar el 6 % dependiente y no puede estar más de 50 centímetros sobre el nivel de la cota de la calle. Además, debe de hacer los trabajos preliminares como la limpieza del terreno. El desarrollador estudiará las medidas a tomar sobre la mitigación del impacto ambiental a generar con la remoción de la capa vegetal y el movimiento de tierra, así también debe aprovechar las medidas, localización y las características únicas del terreno aprovechando al máximo la ubicación para realizar la construcción.

### **2.2.3. Instalaciones provisionales**

En el mismo orden de ideas, se debe de crear instalaciones eléctricas y sanitarias, provisionales para los trabajadores como son baños, higiene u otro similar, así como las instalaciones eléctricas para las herramientas que necesitan de la energía eléctrica. Se sugiere contratar a un especialista para que realice instalaciones provisionales eléctricas, en caso que no exista energía disponible se sugiere utilizar una planta eléctrica de gasolina o diésel. Son instalaciones provisionales también la bodega para los materiales, guardianía y el cerramiento del lugar, área o terreno donde se llevará a cabo la obra.

Figura 2. Instalaciones provisionales



Fuente: GARCIA, William. *Puntos específicos a supervisar en obras arquitectónicas habitacionales*, p.30.

#### 2.2.4. Limpieza del terreno

Es importante remover todo tipo de capa vegetal y todo material que no sea adecuado para la superficie del terreno, asegurando así la estructura de la obra, materiales y personal. Debe garantizar un almacenamiento temporal de los materiales a utilizar y de los desechos sólidos domésticos y de construcción que la obra genere, previo a su disposición final en los sitios autorizados por la municipalidad a que corresponda.

### **2.2.5. Topografía del terreno**

Los trabajos de nivelación del terreno deberán responder al diseño de la vivienda, considerando 1 metro libre en todo el perímetro de la vivienda. No se aceptarán rellenos, de existir alguno se aprobará el mismo al confirmar el respectivo ensayo de capacidad soporte del suelo del 95 % (CBR) y se deberá evitar zonas de erosión. Cuando la pendiente natural del terreno supere el 10 % se recomienda trabajar taludes y el manejo del agua pluvial, considerando bermas o métodos de contención naturales (vegetación), así como, cunetas o contra cunetas por parte del desarrollador, constructor o ejecutor del proyecto. Esto evitará zonas de inundación que afecten la ejecución de la construcción.

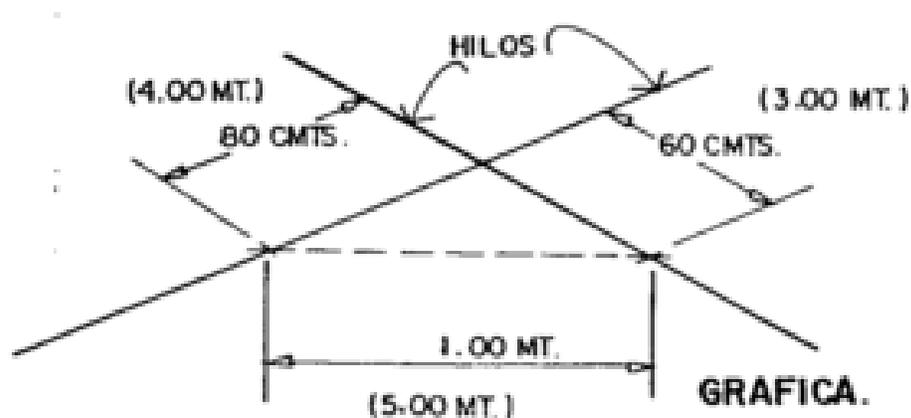
El terreno natural no deberá exceder del 15 % de pendiente. La plataforma de la vivienda deberá separarse del pie del talud una distancia igual o mayor a la mitad de la altura del talud. De existir calles o edificaciones colindantes la plataforma deberá retirarse a manera que el talud este a una distancia mayor al doble de su altura. De existir modificación alguna en el terreno, se tomará en cuenta el drenaje superficial para evitar zonas de inundación que afecten la ejecución de la construcción, a la obra ya terminada o bien a los terrenos adyacentes.

En aquellos casos donde se encuentre material dañino a la construcción, por ejemplo, ripio, materia orgánica, arena, basuras o similares, se eliminarán en caso de encontrarse dentro del área en construcción. Dicho material deberá sustituirse completamente, para lograr una base con una capacidad soporte del suelo del 95 % (CBR), con procedimientos técnicos aceptables que garanticen la estabilidad del terreno y la construcción.

### 2.2.6. Trazos del terreno

Se definirá el área del trazo quedando libres de los obstáculos que puedan alterar los mecanismos de verificación de niveles, encuadramiento a 90 grados y medidas generales. Se contará con un solo nivel de trazo referencial que quede perfectamente identificado, con el propósito de evitar errores o confusiones. Para el trazo, se pueden utilizar materiales como madera o metal que proporcionen confiabilidad, debiendo identificar con claridad los puntos que constituyen los ejes, rostros y sistemas auxiliares. Para el trazo de ángulos se puede utilizar el sistema basado en triángulos cuyos catetos sean múltiplos de 3 y 4 respectivamente, con hipotenusa de 5. Los ejes trazados se marcarán mediante medidas precisas y permanentes fuera del área de la excavación.

Figura 3. Método de hilos para trazo



Fuente: GARCIA, William. *Puntos específicos a supervisar en obras arquitectónicas habitacionales*, p.33.

### **2.2.7. Excavaciones**

Durante la construcción de una vivienda existen excavaciones para cimientos, alcantarillas y servicios bajo el nivel del suelo. El cavado de zanjas o fosas pueden ser peligrosos, derivado al derrumbe súbito e inesperado de las paredes en una excavación. Una persona sepultada bajo un metro cúbico de tierra no podrá respirar debido a la presión sobre su pecho, dejando de lado las lesiones físicas que pueda haber sufrido, pronto se sofocará y morirá, pues esa cantidad de tierra pesa más de una tonelada.

Además, la tarea de excavación implica extraer tierra o una mezcla de tierra y roca. El agua casi siempre está presente, aunque no sea más que en forma de humedad del suelo. Una lluvia copiosa es causa frecuente de suelos resbaladizos. La posibilidad de anegamiento es otro riesgo a tener siempre en cuenta. La liberación de presiones a medida que se va retirando material, y el desecamiento en tiempo caluroso, causa la aparición de grietas. La índole de los suelos es variable (por ejemplo, arena fina que se desliza fácilmente, arcilla dura que es más cohesiva), pero no puede esperarse que ningún suelo sostenga su propio peso, de modo que es preciso adoptar precauciones para impedir el derrumbamiento de los lados de cualquier zanja de más de 1,2 m de profundidad.

### **2.2.8. Nivelación**

Los niveles del cimiento deberán ser los indicados en los planos. Las dimensiones de las excavaciones deberán responder al diseño estructural, evitando dejar áreas susceptibles de erosión o de relleno innecesario. Cuando el terreno de base sea inadecuado y se requieran alcanzar niveles de cimentación

específicos, se deberá mejorar las condiciones del suelo por debajo del cimiento corrido bien sea por un concreto ciclópeo o suelo cemento.

### **2.2.9. Armado**

El armado es parte fundamental del proceso constructivo, ya que es en esta parte en la que se da forma a las estructuras que serán tanto la base como el complemento de la obra. Cada estructura tiene sus características particulares y su procedimiento constructivo, sin embargo, el supervisor es el encargado de velar porque estas cumplan con la forma y la función deseada con el objeto de que estas sean eficientes, así de esta manera se cuenta con estructuras cuyos esfuerzos y armado se hacen de manera vertical como las columnas y otras cuyo esfuerzo y armado es horizontal como los cimientos.

#### **2.2.9.1. Zapatas**

Aunque la vivienda sea únicamente de un nivel, dependerá del tipo de suelo realizar las zapatas, de no ser necesarias con los cimientos corridos es suficiente. En caso que se desee construir más de un piso es sugerido hacer zapatas, además también es necesario poner una zapata cuando haya una columna aislada que no sea mocheta de pared o cuando sea una mocheta de carga que recibe varias vigas. Las zapatas van en el fondo de la zanja o excavación, en donde se pone una plantilla de concreto o una capa de sabieta. No se debe dejar que el refuerzo se asiente en el suelo o se pegue a las orillas de la zanja. Esto puede ocasionar que le entre corrosión al refuerzo y nadie podrá darse cuenta del problema con los años.

El tamaño o profundidad de la zapata es establecida por dos hiladas de block del mismo tipo y clase que la pared. Son las que le dan la profundidad

correcta al cimiento, a veces, habrá que poner 3 hiladas hasta encontrar buen suelo, especialmente si el terreno tiene un poco de inclinación. Una solera con 4 barras de refuerzo a la que llamamos “solera de humedad” o “solera hidrófuga”. La solera tiene 2 funciones muy importantes: dificultar el paso de humedad del suelo hacia las paredes y formar un anillo cerrado debajo de la construcción que provocando solidez a todo el cajón y reduce asentamientos de paredes.

Conforme a los sismos o una buena estructura se debe tener todo el conjunto de cimiento, hiladas de block y solera de humedad pasa corrido debajo de puertas y otros vanos. Mientras más interconectados queden todos los cimientos mejor se comportará todo el inmueble, presentará menos grietas por posibles asentamientos donde haya un bache de suelo malo o alguna sobrecarga localizada que esté bajando de la estructura. Por último, es importante, hacer notar que las zapatas se pueden añadir debajo de un cimiento corrido, que es lo usual, pero puede quedar en la misma superficie de cimentación, unidos los dos cimiento, el corrido y la zapa. Si hay diferencias de espesor, por ejemplo si la zapata es de 25 cm y el cimiento corrido es de 18 cm es aconsejable que los dos tengan el mismo nivel de arrastre y para la zapata se excavan unos centímetros más.

### **2.2.9.2. Cimientos corridos**

Los cimientos son los encargados de recibir las cargas que vienen de las columnas y luego las transmiten al suelo. El tipo de cimentación que se usa generalmente es cimiento corrido, se constituye con:

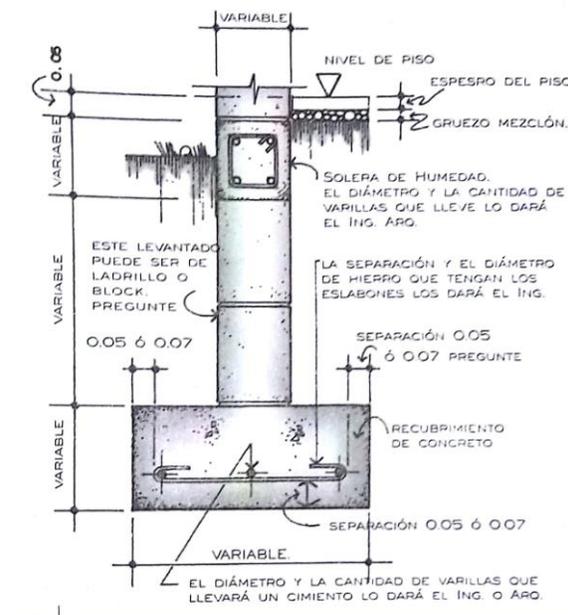
*Concreto ciclópeo*

*= Cemento + hormigón + agua*

*+ piedra zanja (mediana o grande)*

Las dimensiones para los cimientos, soleras y columnas se regirán por los planos. Todo el refuerzo de acero en columnas y mochetas se anclarán al cimiento corrido en escuadra, con longitud de 30 veces el diámetro de la varilla. Se deben evitar traslapes en el armado, en caso de darse, estos se dejarán a diferentes alturas en posiciones alternas. Estos traslapes no serán menores a 30 veces el diámetro de la varilla de refuerzo.

Figura 4. **Diseño cimiento corrido**



Fuente: GARCIA, William. Construcción de viviendas, sistemas constructivos procesos y supervisión básica, p.85.

### 2.2.9.3. Columnas

Normalmente para viviendas de dos pisos y con una adecuada cantidad de muros portantes de ladrillo, las columnas de amarre, tendrán barras de 3/8" ó 1/2"

y estribos de fierro corrugado de 6 mm, en cantidades que deben ser calculadas y especificadas en los planos. Estas columnas deben tener sus estribos espaciados a 25 cm como máximo y deben tener un espaciamiento de 10 cm como máximo en aquellas zonas cercanas a los encuentros con vigas, techos o cimentación.

#### **2.2.9.4. Vigas**

Para que el trabajo antisísmico que desarrollan los muros portantes sea el adecuado, es importante que los muros estén totalmente confinados (rodeados) por columnas y vigas de concreto armado. Las columnas se hacen generalmente del mismo espesor de los muros. El área de su sección y su refuerzo deben ser calculados según la intensidad del trabajo que realiza el muro y según la separación entre columnas. Si se tienen muros muy largos, se deberá colocar columnas cada 3 m ó 3,5m si son de soga; o cada 5 m si son de cabeza.

#### **2.2.9.5. Muros y soleras**

Para el levantado de muros y soleras es necesario tomar en cuenta si la obra va a realizarse en una zona de riesgo sísmico, ya que de ser así la vivienda debe levantarse con muros enmarcados por vigas y columnas de amarre.

Algunos requisitos mínimos a mencionar para el levantado de los muros son los siguientes:

- El block tendrá una resistencia mínima a la compresión y una edad mínima de acuerdo a lo que indiquen las especificaciones. Debido a la importancia de los muros que trabajan estructuralmente, se pondrá especial atención al material y su colocación, evitando el uso de block con

fallas de fabricación, o bien, que los mismos se encuentren desportillados. El levantado debe ser limpio, sisado en ambas caras.

- Para evitar desplomes o derrumbes, los muros no deberán levantarse a una altura no mayor de 2,00 metros sin que se hayan fundido los amarres verticales adyacentes. No se tolerarán desplomes mayores de  $1/300$  de altura de la pared.
- Para el armado y fundición de soleras deberá preverse su integración a las columnas, es decir, que el refuerzo quedará anclado a las respectivas columnas teniendo un dobléz de 12 diámetros de varilla, evitando posteriores anclajes que puedan dañar la estructura principal. Donde lo indiquen los planos constructivos, las soleras se construirán dentro del block.
- Para los sillares se utilizará block tal como lo indican los planos. En la parte superior del block del sillar y en la parte inferior del dintel se aplicará mortero, alisando perfectamente, para que las ventanas al momento de colocarlas queden exactamente niveladas y colocadas.
- El mortero para la unión de block, corresponde a lo denominado "sabieta", con una proporción 1:3 en volumen, 1 parte de cemento y 3 de arena de río, libre de impurezas, cernido en tamiz número 12. No se permitirá el uso de cemento de sacos rotos que presenten fraguado parcial o tenga más de 30 días de almacenamiento.
- La colocación de mortero deberá hacerse uniformemente para facilitar su distribución en cada block y que la sisa de unión sea homogénea. Se deberá aplicar cierta cantidad de agua a cada block previa a su colocación para evitar contracción y dilatación.
- El acero de refuerzo a utilizar será tipo milimétrico todo el refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido suelto, escamas, pintura, aceite u otro material extraño. Previo a la fundición deberá limpiarse el acero de refuerzo.

- Las barras de refuerzo deben amarrarse en todas las intersecciones y deben mantenerse los recubrimientos indicados en planos.
- Para separar la armadura del suelo no se permitirá el uso de trozos de madera, piedra o block dentro la formaleta y el acero de refuerzo. En lo posible se evitarán traslapes en las varillas de acero, en caso de darse, estos se dejarán en diferentes puntos para evitar problemas de flexión. Estos traslapes no serán menores a 30 veces el diámetro de la varilla de refuerzo.<sup>9</sup>

#### **2.2.9.6. Losa**

Es una unidad estable y de resistencia a esfuerzos laterales de vientos, lluvias y sismos. Las losas forman parte de la estructura de una vivienda, están hechas de concreto armado y se utilizan como entrepisos. Pueden apoyarse sobre los muros portantes, vigas o placas.

Las losas aligeradas cumplen básicamente tres funciones:

- Transmitir hacia los muros o vigas el peso de los acabados, su mismo peso, el peso de los muebles, el de las personas, entre otros.
- Transmitir hacia los muros las fuerzas que producen los terremotos
- Unir los otros elementos estructurales (columnas, vigas y muros) para que toda la estructura trabaje en conjunto, como si fuera una sola unidad.

Para que se puedan cumplir a cabalidad estas funciones, hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones con relación a las losas ligeradas:

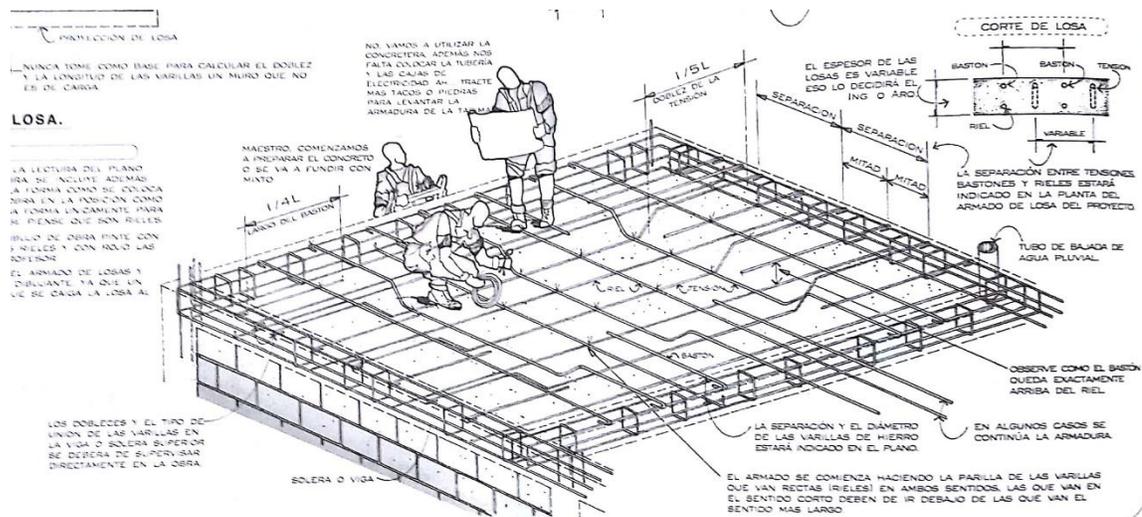
- Deben ser iguales en todos los pisos.
- Como máximo: Largo = 3 veces Ancho.

---

<sup>9</sup> MONZON, Despang, *Manual de diseño sismo-resistente simplificado mampostería de block de concreto para Guatemala*, Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Simica, Guatemala, p. 18

- Las aberturas para escaleras no deben ser excesivas ni en número ni en tamaño y de preferencia deben estar ubicadas en la zona central.

Figura 5. Ejemplo losa



Fuente: GARCIA, William. Construcción de viviendas, sistemas constructivos procesos y supervisión básica, p. 100.

## 2.2.10. Instalaciones

En una vivienda se consideran como instalaciones los sistemas de distribución y almacenaje tanto de fluidos como de energía los cuales forman parte de la vivienda. En la mayoría de estas instalaciones se estructuran de un modo parecido al de ir partiendo de la red pública de suministro, llegando a la vivienda y distribuyéndose por una red interna hasta llegar al punto de consumo, pasando por un contador el cual se encarga de medir el gasto del servicio. Están formadas por un conjunto de conductos y otros elementos que complementan las condiciones de habitabilidad en la vivienda.

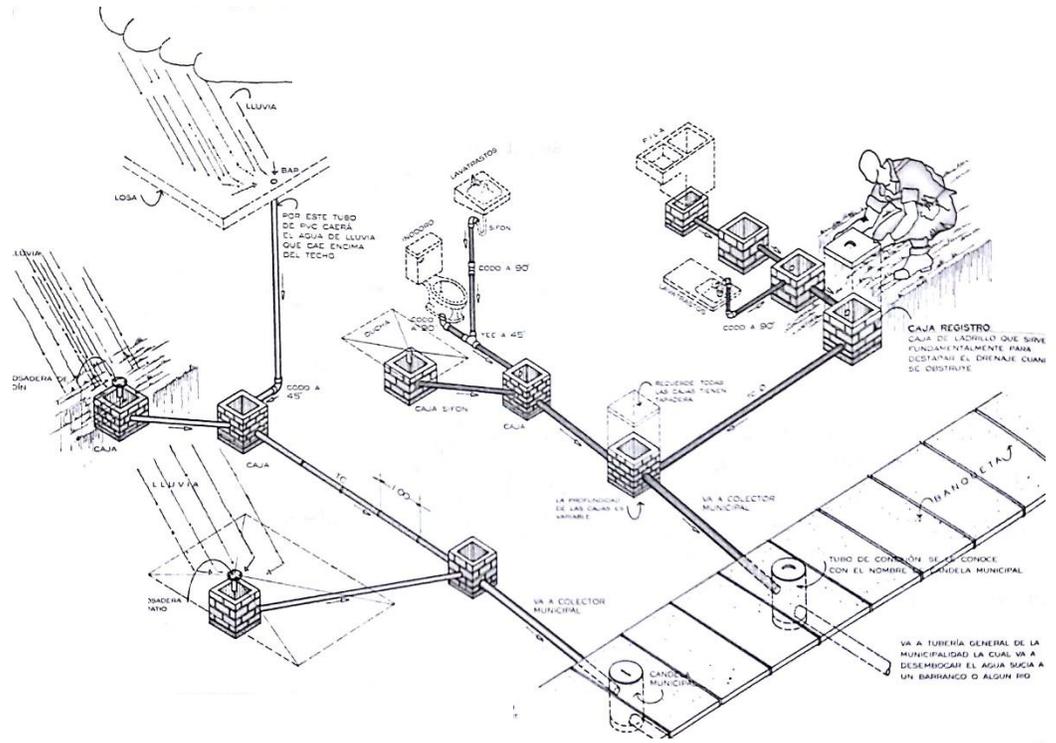
### **2.2.10.1. Sanitarias**

Algunas veces, se suele colocar las tuberías después de construidos los muros importantes. Para hacerlo, pican la zona donde desean instalar, instalan el tubo y luego resanan la zona afectada. Este procedimiento afecta a la estructura y la debilita.

Por tanto, es más funcional el siguiente procedimiento:

- Colocar el tubo antes que empiece el asentado del ladrillo.
- Asentar el ladrillo dejándolo endentado a ambos lados del tubo.
- Colocar una mecha en cada hilada conforme va asentando el ladrillo, cuidando de colocarlo alternadamente uno a cada lado del muro.
- Preparar y vaciar cuidadosamente el concreto con una consistencia un poco más fluida que el que normalmente se prepara para las columnas.
- Tubería para el agua será de PVC de 1/2 pulgada de diámetro de 315 psi, instalada a 30 cms. bajo del nivel del piso.
- Bajada de agua pluvial con tubería PVC de 3" de diámetro de 100 psi, con una pendiente mínima del 2 %.
- La pila llevará una caja sifón, de block o ladrillo, con alisado en su interior, según dimensiones indicadas en planos.

Figura 6. Ejemplo instalaciones sanitarias en vivienda



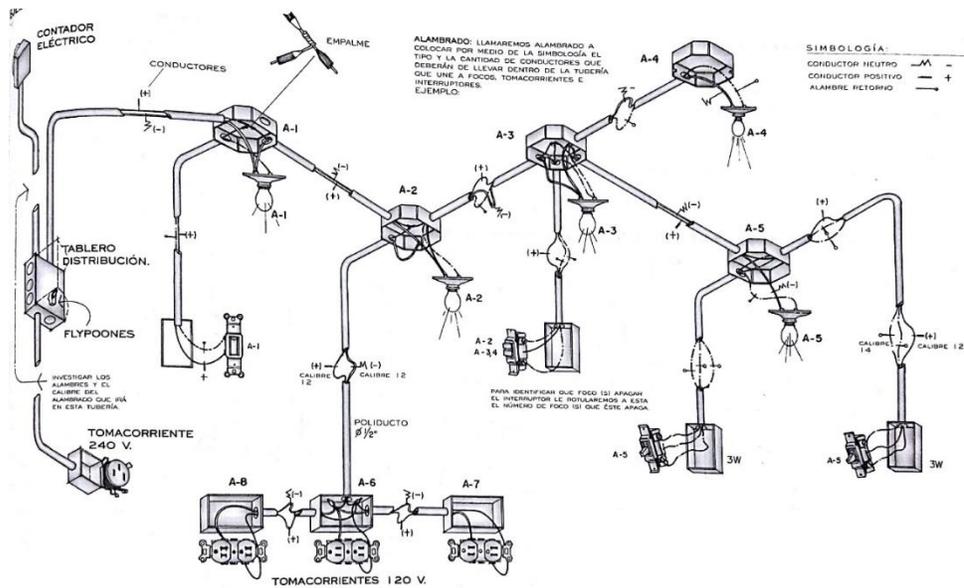
Fuente: GARCIA, William. Construcción de viviendas, sistemas constructivos procesos y supervisión básica, p. 112.

### 2.2.10.2. Eléctricas

De la misma manera en los muros se debe de generar los espacios y canales requeridos para alojar tuberías y cajas de las instalaciones eléctricas para evitar así el inconveniente y peligroso picado de los muros luego de contruidos. Los tubos para las instalaciones eléctricas, telefónicas, entre otros., se alojarán en los muros, solo cuando estos tengan un diámetro menor o igual a 55mm. Si esto sucediera, la colocación de los tubos en los muros se hará en cavidades dejadas durante la construcción de los muros portantes que luego se rellenarán con concreto. Si no fuera así, se colocarán en los alvéolos (huecos)

de los ladrillos. Siempre, los recorridos de las tuberías serán verticales y por ningún motivo se picará o se recortará el muro para colocarlas.

Figura 7. Ejemplo instalaciones eléctricas en vivienda



Fuente: GARCIA, William. Construcción de viviendas, sistemas constructivos procesos y supervisión básica, p. 129.

### 2.2.11. Pisos

Forman parte importante en la construcción de la vivienda, ya que son los encargados de garantizar una superficie segura, uniforme, nivelada capaz de soportar las cargas de diseño en condiciones normales de uso. Pueden ser de granito, barro cocido, concreto fundido en obra y otros, siempre que garanticen una adecuada resistencia y duración.

Según el manual que establece el Arquitecto Monzón, en Guatemala, el procedimiento es:

- Preparación de la base
  - La superficie del suelo deberá estar perfectamente nivelada y compactada. Sobre esta se fundirá torta de concreto en forma alterna en los distintos ambientes; con un espesor mínimo de 0,05 metros y una resistencia no menor a 140 Kg/cm<sup>2</sup> (2 000 lb/pulg<sup>2</sup>).
- Ejecución
  - El procedimiento constructivo es de preferencia en tableros alternos con juntas de dilatación de 3 mm de ancho por 2 cm. de alto.
- Acabado final
  - Al interior de la vivienda el piso será alisado y al exterior será cernido.

### **2.2.12. Acabados**

Se les conoce como obra blanca. Se le denomina acabado a la apariencia o terminación de un proceso constructivo, ya sea sobre una superficie horizontal, vertical inclinada o variable; la idea final es emparejar y tallar tanto paredes como losas dejando una superficie lisa, rustica o decorativa. Los acabados finalmente dependen del cliente y los requisitos mínimos o sugeridos por FOPAVI son:

- Como sello de los muros, deberá aplicarse dos manos con lechada de cemento concentrada, en una proporción mínima de 1 saco de cemento por cubeta de agua, una mano en sentido horizontal y otra en sentido vertical, esta servirá para sellar poros de la pared. Para la segunda mano debe esperarse a que esté totalmente seco, esperando entre 4 a 8 horas.

Al hacer la mezcla de la lechada de cemento debe aplicarse inmediatamente sobre las paredes.

- Al estar seco, entre 4 u 8 horas después, deberá aplicarse por encima dos manos de encalado, una mano en sentido horizontal y otra en sentido vertical a una proporción mínima de 1 bolsas de 20 Kg por cubeta, de igual manera, entre cada mano deben transcurrir de 4 a 8 horas.
- La pintura de cal debe dejarse reposar de 2 a 3 horas.

### **2.2.13. Cisterna**

Para construir una cisterna se debe tener en cuenta saber Cuánta agua entra y cuánta agua saldrá o será utilizada. Es importante para determinar el gasto de agua, derivado del cálculo del volumen depositado en la cisterna. Existen dos formas o figuras para construir una cisterna, la primera, es de forma redondeada donde se toma en cuenta la siguiente formula:

$$v = \pi \times rx \times rx \times h$$

El significado es: 1) V hace referencia a volumen; 2)  $\pi$  equivale 3,14; 3) r significa radio; 4) x significa horizontal; y 5) h significa altura. En cambio, existe la manera rectangular o cuadrada. La fórmula es parecida quitando el pi y las del radio, el agua es importante principalmente para beber, cocinar y lavar, Una cisterna de 16,000 litros satisface las necesidades de agua para beber y cocinar de una familia con cinco personas en un período de 6 hasta 8 meses.

### **2.3. Proceso de supervisión al finalizar la obra**

Previo a la entrega final de la obra, es necesario que se realice una revisión general, que los sistemas de drenajes estén en correcto funcionamiento, así como las conexiones eléctricas, si se encuentra dentro de las especificaciones del proyecto, verificar que se hayan colocado luminarias donde corresponda. Se debe hacer una limpieza final previo a la entrega y si no se hará una entrega inmediata considerar el pago de un guardián hasta que se haga la misma.



### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SUPERVISIÓN EN GABINETE**

#### **3.1. Control administrativo**

El supervisor es el encargado de evaluar continuamente al personal que labora en la obra dando a conocer si es suficiente y está capacitado para realizar los trabajos que le son requeridos conforme a lo que se tiene programado. Si es necesario solicitará que se contrate más personal. Este personal debe cumplir con un control de asistencia a laborar así como cumplir con el horario establecido dentro de la obra, el cual va a depender del lugar donde se realice la obra o del avance que lleve la misma. Ya dependerá del supervisor el cual debe regirse siempre por lo que indique la ley respecto a las horas de trabajo que manda el Código de Trabajo de Guatemala.

##### **3.1.1. Personal dentro de la obra**

Dentro de la obra se tienen diferentes tipos de personal contratado ya sea de manera directa o indirecta, algunos se regirán directamente bajo las instrucciones del supervisor y otros no, lo que no se puede perder es la coordinación y organización de los responsables directos de la obra. La cantidad de personal dependerá de la magnitud de la obra a ejecutar, el supervisor debe analizar muy bien la mejor manera de armar los equipos de trabajo para poder delegar las diferentes tareas a realizar.

### **3.1.1.1. Residente o director de obra**

Es el profesional debidamente colegiado encargado de firmar planos ante el ente correspondiente para obtener la licencia de construcción. Encargado de solucionar cualquier anomalía que pudiera presentarse con los vecinos colindantes a la obra o terceros, que, de alguna manera, resultaran afectos a la misma. Se encarga de velar por la correcta ejecución de la obra, por lo tanto, realiza reportes de avances y gastos, solicita oportunamente materiales, personal y equipo que considere necesario. Lleva un control diario de la obra (bitácora). Una de sus más importantes asignaciones es la de servir como nexo entre los obreros y la administración del proyecto.

### **3.1.1.2. Auxiliar de residente o representante del director**

Como su nombre lo indica, es el encargado de auxiliar al residente de la obra, puede ser uno o varios, profesional o técnico que cuente con la experiencia y conocimiento necesario sobre obras, procesos constructivos, materiales, controles de calidad, tiempos de ejecución, plazos, costos de acuerdo a la complejidad de la obra. La decisión de realizar modificaciones, ampliaciones de trabajo o trabajo complementario queda exclusivamente bajo la responsabilidad del residente en comunicación con la administración de la obra.

### **3.1.1.3. Maestro de obra o inspector de obra**

Se considera maestro de obra a aquella persona que tiene conocimientos técnicos y prácticos en la ejecución de una obra. Interpreta planos y conoce de procedimientos constructivos, puede tener el grado de técnico y desempeñar

tareas de control de materiales, personal, medición de trabajos realizados, seguimiento del plan de trabajo y ejecución de la obra. Dentro de sus funciones se encuentra el controlar y verificar la calidad de los trabajos ejecutados o en ejecución mediante inspecciones de campo. Es considerado el vínculo de comunicación entre los albañiles y el residente.

#### **3.1.1.4. Albañil y obrero**

Encargado de la mano de obra dentro del proyecto. Posee las habilidades necesarias para realizar trazos en el terreno, nivelar, realizar armados de cimientos, columnas, vigas, soleras. Se encarga del acarreo de material y de informar al maestro de obra de cualquier inconveniente que pudiera presentarse en la obra. El albañil tiene distintas responsabilidades, sin embargo, el tiempo empleado para realizar este trabajo hace que haya algunos que se especialicen en alguna tarea específica dentro de la obra. También puede ser el encargado de realizar el armado de las estructuras, el encargado de instalar puertas y ventanas.

#### **3.1.1.5. Ayudante de albañil**

Como su nombre lo indica, es el encargado de brindar apoyo dentro de la obra al albañil. Es el empleado de menor rango en la obra y se encuentra bajo el mando directo de este. Las tareas que pueden llegar a realizar van desde acarrear herramienta, acarrear materiales e incluso llegar a realizar la mezcla para el concreto todo esto bajo la supervisión y autorización del albañil a cargo.

### **3.1.1.6. Personal Indirecto**

Son los encargados de realizar cualquier tarea que les sea solicitada dentro de la obra, independiente de cuál sea la razón por la que el personal contratado no pueda llevarla a cabo. Puede mencionarse entre este tipo de personal a los siguientes:

- Planillero: encargado del control del trabajo realizado por los albañiles y maestros de obra para realizar el pago a estos. No solo debe saber de construcción sino también tener conocimientos de contabilidad.
- Encargado de bodega: controla el ingreso y egreso de materiales. Lleva un inventario de lo que se tiene y es su deber comunicar al residente o al auxiliar cuando se necesite comprar más.
- Guardián: encargado de llevar un control del personal que ingresa y egresa de la obra. También de evitar que material sea extraído, ya sea por los mismos empleados o por terceros.

Dentro de este grupo de personal indirecto puede mencionarse también al personal subcontratado, el cual se refiere a una o varias personas realizando un trabajo, sino también a empresas que cuentan con el equipo necesario para realizar un trabajo en específico o que de alguna manera hacen más sencilla la tarea a realizar.

## **3.2. Documentos propios de la obra**

Antes de llevar a cabo la ejecución de la obra se debe tener claro qué es lo que se va a realizar y cómo, y, estas indicaciones las dan los documentos propios de la obra ya que en estos se encuentran las especificaciones técnicas y generales, tener el conocimiento de los materiales a utilizar y tener claro si el

proyecto ya cuenta con los documentos legales correspondientes, licencias de construcción, licencia ambiental, entre otros.

### **3.2.1. Especificaciones técnicas**

Son el conjunto de requisitos e instrucciones particulares que deben aplicarse en la obra, durante el proceso constructivo como a lo que refiere a los materiales que se empleen en la construcción. Estas especificaciones deben coincidir con lo que indiquen los planos y las bitácoras del proyecto, las cuales son aprobadas por la autoridad correspondiente para evitar problemas en el futuro, en la ejecución de la obra. El supervisor es el encargado de realizar pruebas de conformidad con estas especificaciones para velar el cumplimiento tanto en materiales como en el funcionamiento de instalaciones.

Los materiales y productos utilizados en cualquier obra deben ser de clase y calidad aceptable, de manera que llenen los requisitos mínimos para tener:

- a) adecuada resistencia estructural, establecida por las normas respectivas.
- b) adecuada resistencia al uso y los elementos (intemperie).
- c) razonable durabilidad y economía de mantenimiento.<sup>10</sup>

#### **3.2.1.1. Tipo de materiales a utilizar**

El tipo de material y la calidad de los mismos dependen de los requisitos y los deseos del cliente. Los materiales principales de una obra son: cemento, arena, piedra, acero, bloques de mampostería.

Según el Fomento de Hipotecas Aseguradas FHA, los materiales y productos recomendados son:

---

<sup>10</sup>FHA, *Normas de planificación y construcción del FHA*, Guatemala, p. 109.

- Concreto, siempre que están ajustadas a las últimas normas vigentes del Instituto Americano del Concreto.
- Cemento, uso general con normas ASTM C-150 o que estén aprobados por la Subgerencia de Proyectos y Viviendas previamente a su utilización.
- Agregados, arena de río, artificial o de origen volcánico aceptable, cumpliendo con la norma ASTM C-33. Agregados gruesos: piedra triturada, grava, material de origen volcánico u otros materiales inertes de carácter similar, libres de materias nocivas, cumpliendo con normas ASTM C-33, el tamaño máximo del agregado grueso será de 1 1/2 pulgadas, pero nunca será mayor de 2/3 del espacio libre mínimo entre barras de refuerzo, 1/5 de la menor dimensión entre formaletas o 1/3 del espesor de losas. Para fundición de columnas inter- block el tamaño máximo será de 3/8.
- La fabricación del acero estructural deberá cumplir con las últimas recomendaciones del Instituto Americano para Construcciones de Acero (AISC) y de la Asociación Americana para Ensayos de Materiales (ASTM).
- Se tomará por mampostería todos los materiales naturales o manufacturados que se unan con mortero, debiendo ser de buena calidad, uniformes y libres de defectos. Las unidades que queden expuestas a la intemperie deben poseer, además, un bajo porcentaje de absorción de agua.
- Agua libre de materias orgánicas u otras sustancias nocivas al concreto. Norma AASHO –T-26.<sup>11</sup>

Dependiendo del tipo de material habrá de consultar con la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) la cual es una entidad adscrita al Ministerio de Economía cuya principal misión es proporcionar soporte técnico al sector productivo y protección al consumidor, por medio de la actividad de

---

<sup>11</sup> FHA, *Normas de planificación y construcción del FHA*, Guatemala, p. 109.

normalización. Estos son algunas de las normas que rigen a algunos materiales a utilizar y la norma en la que se basan:

- Cemento COGUANOR NTG 41095 basado en ASTM C1150
- Agregados COGUANOR NTG 41007 basado en ASTM C33
- Acero de refuerzo COGUANOR NTG 36011 basado en ASTM A615
- Concreto COGUANOR NTG 41003 basado en ASTM C157

### **3.2.2. Aspectos legales**

Son las leyes y reglamentos que norman las bases y las especificaciones de la obra. Para que se cumplan estos aspectos legales es necesario que el supervisor conozca ampliamente las mismas. Cuando la obra es del tipo particular o privada no hay una ley específica que pueda regir la obra sin embargo la contratación se hace de acuerdo a requisitos y condiciones generales que son fijados entre los interesados y se siguen los procedimientos legales a fines que se mencionan tanto en la Constitución de la República como en el Código Civil y en otras leyes.

#### **3.2.2.1. Contratos**

Al respecto, se debe de abocar ante un abogado y notario que sea especialista en contrato de obra o empresa, dicho contrato está regulado en el Código Civil en su artículo 2 000 que regula “Por el contrato de obra o empresa, el contratista se compromete a ejecutar y entregar una obra que le encarga otra persona, mediante un precio que ésta se obliga a pagar”

Dicho contrato deberá contener las cláusulas siguientes: I) Identificación de las partes, quienes son por una parte el locador, contratista, empresario y por otra parte el conductor, capitalista, propietario o equivalente. II) Detallar la obra que se pretende entregar. iii) Precio de la obra incluyendo los honorarios y

materiales. iv) Riesgo de la obra. v) Mejoras de los planos originales o de la misma obra. vi) Plazo para entregar la obra. vii) Infracciones de ley o del contrato. viii) Responsabilidad por la destrucción o deterioro. ix) Entre otros aspectos según sea el caso.

### **3.2.2.2. Licencias**

Previo a realizar la construcción de una vivienda y teniendo ya los planos debidamente firmados y sellados por un profesional (ingeniero civil o arquitecto) el supervisor debe dirigirse a las distintas instituciones que tienen a su cargo el trámite respectivo para expedir una licencia que autoriza la construcción, los documentos a presentar dependerán del trámite a realizar que puede ser: licencia de construcción de la municipalidad, licencia ambiental extendida por la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, licencia sanitaria extendida por el Ministerio de Salud.

#### **3.2.2.2.1. Municipal**

Según el POT<sup>12</sup> de Guatemala, los documentos necesarios son:

- Consulta, formulario
- Solicitudes municipales
- Factibilidad general
- Factibilidad específica
- Licencia
- Dictamen de establecimientos abiertos al público
- Dictamen de localización industrial
- Tala de árboles

---

<sup>12</sup> *Reglamento de construcción de la ciudad de Guatemala*, Municipalidad de Guatemala, Guatemala <http://vu.muniguate.com/?id=54>.

- Solicitud para la certificación de bienes culturales de la dirección general del patrimonio cultural y natural
- Solicitud de prórroga de licencia
- Solicitud para la formulación del Plan Local de Ordenamiento Territorial

Estos documentos aplican para una obra a realizarse dentro de lo que corresponde a la jurisdicción del departamento de Guatemala. Si la obra se realiza en otro departamento para obtener la licencia hay que avocarse a la municipalidad correspondiente para conocer los documentos a presentar.

#### **3.2.2.2. Ambiental**

La licencia ambiental es un documento oficial extendido por la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales (DIGARN) en donde se certifica el cumplimiento del procedimiento administrativo del instrumento ambiental presentado y el inicio del cumplimiento de los compromisos determinados en la resolución final.<sup>13</sup>

#### **3.2.2.3. Sanitaria**

El decreto 90-97 del Congreso de la República, Código de Salud, ordena promover un ambiente saludable que favorezca el desarrollo pleno de los individuos, familias y comunidades. Asimismo, en su artículo 98 establece que, para extender las licencias de construcción en general, las municipalidades deberán previamente obtener el dictamen favorable del Ministerio de Salud. Según el artículo 12 de la Norma Técnica número DRPSA-020-2018 “Procedimiento para emitir Dictamen Sanitario sobre Proyectos de Construcción

---

<sup>13</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, [http://www.marn.gob.gt/paginas/Licencia\\_Ambiental\\_para\\_Proyectos\\_Obras\\_Industrias\\_o\\_Actividades](http://www.marn.gob.gt/paginas/Licencia_Ambiental_para_Proyectos_Obras_Industrias_o_Actividades).

en General” el trámite de emisión de dictamen sanitario para proyectos de construcción en general, el solicitante debe asegurarse que el expediente cumpla con las siguientes formalidades:

- Estar identificado por medio de una carátula en la que se consigne claramente el nombre del proyecto y del solicitante.
- Estar claramente foliado, de atrás hacia adelante.
- Contener índice, de acuerdo con el orden en el que se establecen los requisitos.
- La documentación que sea presentada en fotocopia debe estar legalizada por notario público.
- Todos los planos deben ser legibles, estar debidamente acotados e incluir especificación clara de la escala utilizada.
- Los planos de localización y ubicación deben presentarse impresos en tamaño oficio o formato A4.<sup>14</sup>

#### **3.2.2.2.4. Otros**

Existe otra identidad que también emite permisos para poder construir, esto dentro del ámbito de entidades públicas, esta es la Coordinadora Nacional para la reducción de desastres (CONRED), la cual por medio de sus normas de seguridad estructural las cuales son un conjunto de especificaciones que regulan la actividad humana para alcanzar el bien común y cuyo objetivo principal es ser un mecanismo de preservación de la vida, seguridad e integridad de las personas, estableciendo los requisitos mínimos que deben cumplir las edificaciones e instalaciones a las cuales tienen acceso los distintos usuarios. Dentro de estas normas se puede mencionar:

---

<sup>14</sup>Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Norma Técnica número 020-2018, <https://asisehace.gt/procedure/588/620?l=es>.

- 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.<sup>15</sup>

### **3.2.3. Aspectos económicos**

Son los que describen el presupuesto de la obra. En este se indican los costos unitarios parciales y totales de cada actividad a realizar. Se contempla la forma de pago y si se trabaja con algún tipo de garantía o fianza, estos aspectos deben de regirse según lo pactado entre los interesados de llevar a cabo la obra en los aspectos legales.

#### **3.2.3.1. Garantía**

La garantía puede ser hipoteca, fianza o prenda. La primera, puede ser el mismo terreno o alguna propiedad, la segunda, puede ser una persona apta para obligarse junto con el propietario. Por último, se puede garantizar la obligación del pago de la obra con un bien mueble que puede ser un vehículo, motocicleta o similar. Este tema se sugiere abocarse con un especialista o ante el sistema financiero de Guatemala.

---

<sup>15</sup>Coordinadora Nacional para la reducción de desastres, Normas para la reducción de desastres, <https://conred.gob.gt/site/Normas-para-la-Reduccion-de-Desastres#%C2%BFqu%C3%A9-son-las-normas>.

### **3.2.3.2. Anticipos**

Los anticipos deben de representar y estar de acuerdo con el presupuesto o inventario, que posteriormente se establece. Se sugiere comenzar con un 10-20 % del valor presupuestado, continuar con proporciones equivalentes del 10-20 % esto es proporcional a los avances de la obra hasta su cumplimiento. Además, se sugiere cobrar antes de terminar la obra. Por último, siempre se debe de proyectar los imprevistos o que los precios depende del mercado.

### **3.3. Programación de la obra**

Es el orden cronológico apegado al ritmo de la construcción en el cual se puede dividir el proceso constructivo en renglones de trabajo, pueden haber tantos renglones como fases diferentes tenga la obra. El trabajar con renglones en la programación es útil pues sirve como base para hacer el calendario de labores y las secuencias de trabajo.

#### **3.3.1. Cronograma de actividades**

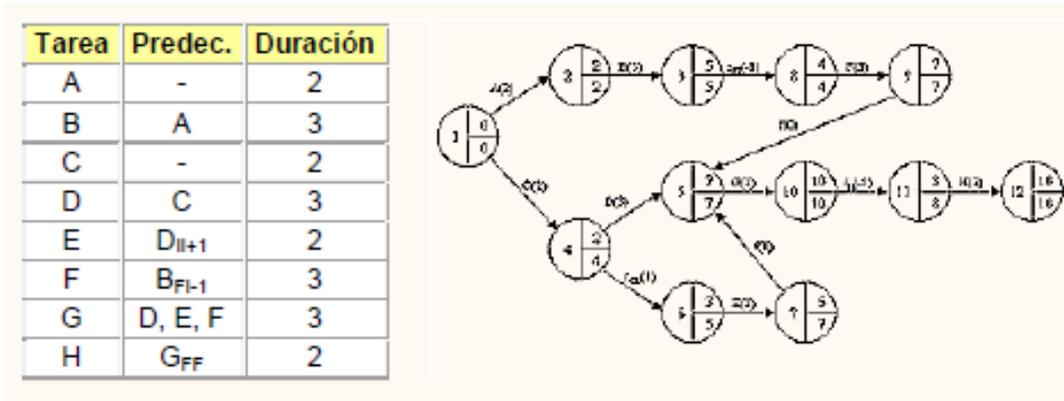
Es una herramienta muy útil para los proyectos. Debe ser parte de una gestión de una obra. Debe incluir las actividades que se llevarán a cabo, las tareas que se han completado y la secuencia en que cada fase tiene que ser ejecutada. A continuación, se ejemplificará algunos de los métodos mencionados con anterioridad.

##### **3.3.1.1. Diagrama de Gantt**

Con el diagrama de Gantt se busca solucionar el problema de la programación de actividades, acomodar su distribución conforme a un



Figura 8. Ejemplo diagrama PERT



Fuente: Ingeniería de software, <https://ingenieriasoft.webcindario.com/gestion-y-planificacion-de-proyectos/planificacion-de-proyectos-de-software/planificacion-temporal-del-proyecto.html> 27

Aplicando el diagrama PERT, se busca el plazo mínimo de ejecución del proyecto. Identificar las actividades críticas, aquellas cuyo retraso en la ejecución suponen un retraso en la obra completa. Si se está fuera de tiempo durante la ejecución de la obra señalar las actividades que hay que forzar. El diagrama PERT es una herramienta de cálculo y una representación visual de las dependencias entre las tareas del proyecto.

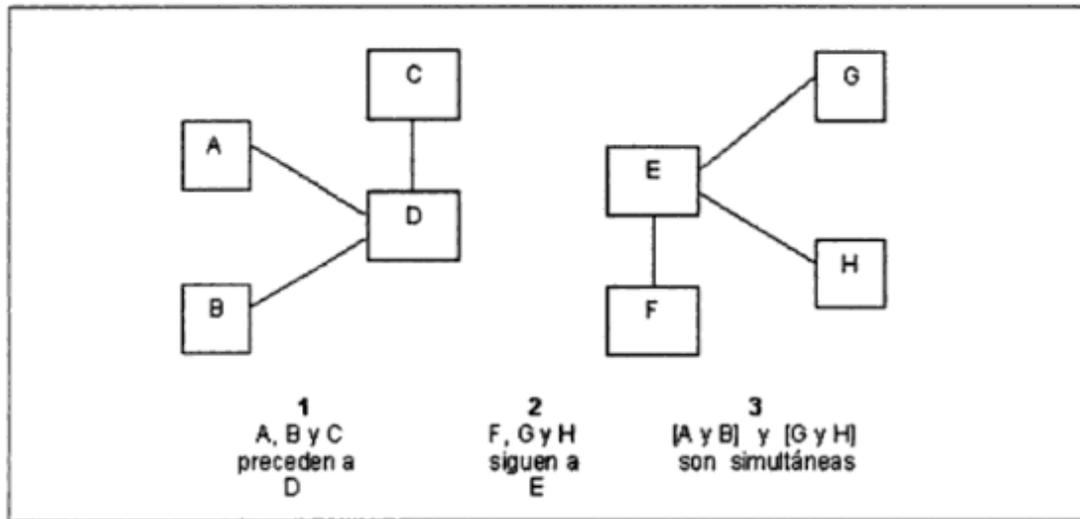
### 3.3.1.3. Método LPU (Line Point Union)

Este método utiliza líneas de unión entre sus nodos para representar la relación entre actividades. Para el correcto desarrollo de este método hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- Una actividad que precede a otra debe estar atrás o arriba, unida por una línea de secuencia.
- Una actividad que sigue a otra debe estar adelante o abajo, unida por una línea de secuencia.

- Una actividad que sea simultánea a otra debe estar sobre la misma vertical, sin línea de secuencia que las una.

Figura 9. Ejemplo diagrama LPU



Fuente: CASTRO, Hernan R. Notas de construcción,

<https://books.google.com.co/books?id=YB1laY16qJoC&pg=PA159&dq=lpu>

&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj\_rrTNv7fWAhXL4CYKHfghA6QQ6AEIJzAA#v=onepage&q=lpu&f=false.

### 3.3.2. Control de materiales

Los materiales a utilizar en la obra deben ser almacenados de manera que se pueda garantizar la conservación de sus condiciones físicas hasta el momento que sean utilizados. Deben estar aislados y protegidos de las distintas condiciones climáticas que pudieran dar como resultado la alteración del material y su calidad ya no sea la misma. En el lugar donde se almacene el material se debe tener un control de ingreso y egreso del mismo, esto con el fin de tener siempre conocimiento del material que se tiene a disposición y conocer el momento adecuado para solicitar más si fuere necesario. Este control se puede llevar, por ejemplo, con tarjetas kardex en las cuales se anota la existencia del

material y se pueden adjuntar documentos que respalden tanto el ingreso como el egreso del mismo.

Cuando se solicita material extra, se debe revisar que el material cumpla con las especificaciones técnicas del pedido, aun si este venga de las bodegas principales de la empresa que realiza la obra. Si el material requiere algún tratamiento especial se debe solicitarse al proveedor que indique cual es o de ser posible que facilite algún instructivo o manual. El objetivo principal de controlar eficientemente el ingreso, egreso y pago de los materiales. Es prevenir que durante la ejecución se den desperdicios, compras innecesarias o erróneas, robos, y afectar la obra con entregas fuera de tiempo. A futuro es de gran utilidad para la estimación de cantidades y costos de los materiales durante la planeación de nuevos proyectos.

#### **3.3.2.1. Inventario**

El inventario es el control interno de la cantidad de material disponible durante la obra. Sin un buen registro mantener el control sería complicado. Este inventario debe realizarse periódicamente dependiendo del tamaño de la obra. Puede ser en intervalos de una vez al mes o dos veces ayudando a detectar posibles robos de material, programar compra a tiempo para no afectar la obra suspendiéndola por falta de material. El objetivo principal del inventario es tener el registro contable de la cantidad de materia que ingresa y que egresa.

Tabla III. **Modelo inventario**

<b>NOMBRE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>INICIAL</b>	<b>INGRESO</b>	<b>EGRESO</b>	<b>SALDO</b>
Arena	M <sup>3</sup>		5	2	3
Cemento	Sacos	2	4	3	3
Pintura	GL	5	0	1	4
Ladrillo	Un		100	0	100

Fuente: elaboración propia.

El modelo presentado en la tabla es bastante sencillo y básico, en el cual se detalla únicamente las cantidades de los materiales tanto como los existentes (inicial) al momento de iniciar la obra, los que se solicitan o se hace una orden de compra (ingreso), la cantidad de los que se van requiriendo para su uso (egreso) indicando en la última columna la cantidad restante de material (saldo).

### **3.3.3. Reportes de obra**

Son reportes periódicos que serán entregados según la frecuencia con la que los solicite la parte interesada en la obra. En ellos se reporta la información necesaria que muestre con precisión, claridad, objetividad y sencillez el progreso del desarrollo de la obra según el periodo correspondiente, de ser posible el desarrollo a futuro de la misma. Esta información debe ir de acuerdo al formato que sea solicitado o pactado desde el inicio de la obra.

#### **3.3.3.1. Avance físico**

Los avances físicos pueden ser inesperados o programados. El primero, está relacionado a que el propietario puede llegar a verificar el avance de la obra, si así lo establecieron o en ausencia de las visitas programadas. Este último es el

más recomendado, sobre todo que estará en concordancia o sincronía del cronograma de actividades.

### **3.3.3.2. Avance financiero**

Anteriormente se mencionaron dos aspectos, inventario y el cronograma de actividades, deben de estar relacionados. Según las necesidades, así como los avances que debe de cumplir con el pago respectivo de las responsabilidades adquiridas. Los avances financieros se deben de considerar importantes durante la ejecución de la obra, en virtud que, no se llegará a satisfacer, la obra se retrasará, así como las obligaciones o responsabilidades establecidas. Tendrá su efecto negativo sobre todo financiero, como es el caso de los trabajadores, proveedores, entre otros, que puede considerarse un pago por mora.

## CONCLUSIONES

1. La supervisión en campo es un trabajo práctico, por lo tanto, aunque se intentara contar con una guía hay circunstancias que se presentan hasta que la obra está en ejecución; por eso es de suma importancia todo lo que se realiza como parte del trabajo de gabinete. Una programación anticipada de diferentes actividades sirve para analizar y de alguna manera prever problemas que puedan presentarse durante el avance de la obra.
2. El estudiante de ingeniería no es ajeno al conocimiento de términos ni al uso de herramientas que son de utilidad para una mejor supervisión a nivel administrativo. Sin embargo, el interés por un adecuado control en el trabajo de gabinete se ve reemplazado por lo demandante que llega a ser el trabajo de campo. No obstante, al llevarse a cabo el proceso de construcción de una vivienda, ninguna actividad puede llegar a tener éxito si no se tiene una adecuada supervisión en todos los niveles y todos los campos, ya que, aunque se cuente con un excelente diseño y planificación es inefectivo si no se lleva a la práctica.
3. Es posible llevar a cabo una supervisión, práctica en gabinete que pueda estar en estrecha armonía con lo que se trabaja en campo. El uso correcto de las bitácoras, un inventario actualizado, una planificación estratégicamente diseñada e inclusive el presentar informes en un período no muy prolongado, son herramientas de mucha utilidad para obtener como producto final una supervisión efectiva.

4. El contratar el servicio de un supervisor es de beneficio tanto para la empresa que construye como para la persona que contrata, ya que el fin de ambos es tener un proyecto de calidad a bajo costo, con el menor desperdicio de material y de entrega en el menor tiempo posible.

## RECOMENDACIONES

1. El supervisor debe participar activamente en el proceso de construcción de la obra, para velar desde un inicio porque la ejecución se realice en el menor tiempo y de la mejor manera posible.
2. El supervisor debe contar con proveedores de materiales confiables, para que se cumplan con los requerimientos que exijan las especificaciones técnicas, de esta manera garantizar la calidad y el buen desempeño durante la obra.
3. En lo relacionado a contratos, es recomendable que el supervisor por medio de la empresa que realiza la obra, tenga asesoría legal, ya sea que cuenten con la misma dentro de la empresa o que sea subcontratada.
4. Al finalizar la obra es recomendable que el supervisor realice un informe final interno presentando los problemas que se dieron durante el proceso de construcción y la forma en que se resolvieron para que de esta manera se puedan analizar y prevenir en futuros proyectos.
5. Llevar a cabo la supervisión tanto en campo como en gabinete es un trabajo demandante en las dos ramas, por lo que se considera recomendable que no se trate únicamente de una sola persona para realizar el mismo, sino un supervisor encargado del gabinete y otro para campo, existiendo entre ambos una excelente comunicación.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Diccionario de la Real Academia Española, [en línea] <<http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=supervisa>> [consulta: octubre 2017]
2. Fomento de Hipotecas Aseguradas – FHA -, Normas de planificación y construcción del FHA, Guatemala.
3. Fondo para la vivienda –FOPAVI- Manual de especificaciones técnicas, construcción de vivienda y urbanizaciones. Guatemala, 2016.
4. GARCIA DE LEON, Nery William, Puntos específicos a supervisar en obras arquitectónicas habitacionales. Facultad de Arquitectura, universidad de San Carlos de Guatemala, 2003.
5. HARAMOTO, Edwin, Conceptos básicos sobre vivienda y calidad. Instituto de la Vivienda, Chile. 1998.
6. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., Manual para supervisar obras de Concreto. México. 1992.
7. Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala, [en línea] <http://vu.muniguate.com/?id=54> [consulta: noviembre 2017]



