



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

**GUÍA DE SUPERVISIÓN PARA LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN CON BASE  
EN EL ASENTAMIENTO ISRAEL, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**

**Amilcar Daniel Reyes Reyes**

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Hernández Canales

Guatemala, junio de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA DE SUPERVISIÓN PARA LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN CON BASE  
EN EL ASENTAMIENTO ISRAEL, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**AMILCAR DANIEL REYES REYES**

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS HERNÁNDEZ CANALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

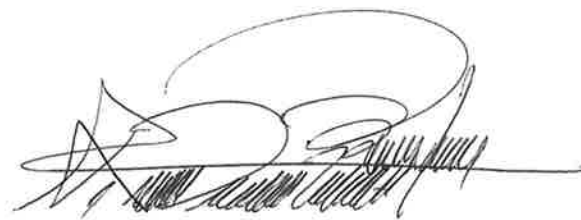
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Walter Rolando Salazar González
EXAMINADOR	Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **GUÍA DE SUPERVISIÓN PARA LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN CON BASE EN EL ASENTAMIENTO ISRAEL, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
23 de septiembre de 2011.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

**Amilcar Daniel Reyes Reyes**

Guatemala, 08 de Septiembre del 2013

Licenciado:  
Jose Maria Guillen  
Jefe del Departamento de Planeamiento  
Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetado Licenciado

Por medio de la presente comunico a usted, la revisión y aprobación del trabajo para graduación titulado "GUÍA DE SUPERVISIÓN PARA LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN EN BASE AL ASENTAMIENTO ISRAEL, MUNICIPIO DE VILLANUEVA, CIUDAD DE GUATEMALA." del estudiante de ingeniería civil Amilcar Daniel Reyes Reyes, quien se identifica con el número de carne 200730405.

Agradeciendo su atención, me suscribo.  
Atentamente



Juan Carlos Hernández Canales  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado No. 9,233

---

Juan Carlos Hernandez Canales.  
Ingeniero Civil  
Colegiado No 9233.



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

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



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

Guatemala,  
24 abril de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación GUÍA DE SUPERVISIÓN PARA LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN EN BASE AL ASENTAMIENTO ISRAEL, MUNICIPIO DE VILLANUEVA, CIUDAD DE GUATEMALA,, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Amilcar Daniel Reyes Reyes, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Carlos Hernández Canales.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. Manuel María Guillén Salazar  
Jefe del Departamento de Planeamiento

/bbdeb.

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



Universidad de San  
Carlos de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de Lingüística

Guatemala, 3 de junio de 2014  
Ling.23/14

Ingeniero Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería, USAC

Señor director:

Por este medio hago de su conocimiento que la Unidad de Lingüística hace una modificación al título del trabajo de graduación del estudiante **Amilcar Daniel Reyes Reyes**, con número de carné: **2007-30405** el cual fue aprobado de acuerdo al protocolo como: **GUÍA DE SUPERVISIÓN PARA LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN EN BASE AL ASENTAMIENTO ISRAEL, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, CIUDAD DE GUTEMALA.**

La Unidad modifica el título del trabajo en virtud de que el mismo no está bien redactado y propone la siguiente forma: **GUÍA DE SUPERVISIÓN PARA LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN CON BASE EN EL ASENTAMIENTO ISRAEL, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUTEMALA.**

  
Licenciada Rosa Amelia González Domínguez  
Coordinadora de la Unidad de Lingüística

The block contains a handwritten signature in black ink over an official oval stamp. The stamp text includes 'FACULTAD DE INGENIERIA', 'Oficina de Lingüística', 'Unidad de Planificación', and 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA'. The name 'Rosa Amelia González Domínguez' is written below the stamp.

Cc. Archivo



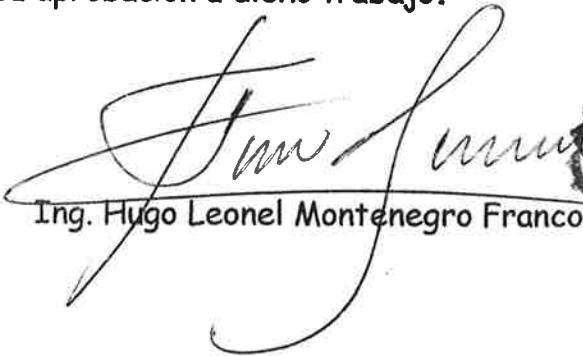
**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Carlos Hernández Canales y del Jefe del Departamento de Planeamiento Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación del estudiante Amilcar Daniel Reyes Reyes, titulado **GUÍA DE SUPERVISIÓN PARA LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN CON BASE EN EL ASENTAMIENTO ISRAEL, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

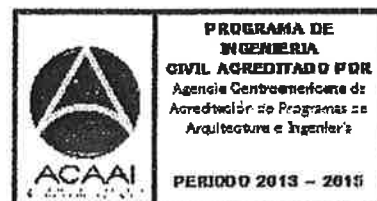
  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio 2014.

/bbdeb.

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







El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **GUÍA DE SUPERVISIÓN PARA LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN CON BASE EN EL ASENTAMIENTO ISRAEL, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Amilcar Daniel Reyes Reyes** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, junio de 2014



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser la inspiración y fuerza que necesité en todo momento, para poder terminar satisfactoriamente mi carrera.
<b>Mis padres</b>	Alma Romelia Reyes Gonzales y Luis Alfredo Reyes Maldonado.
<b>Mis hermanos</b>	André Alejandro y Alfredo René Reyes.
<b>Mis abuelos</b>	Julio Amilcar Reyes Flores, Lesbia Gonzales de Reyes, Alfredo Reyes y María Maldonado de Reyes.
<b>Mis tíos</b>	Oscar, Roberto, Nohemí Reyes Gonzales; Mario René, Juan y José Joaquín Reyes Maldonado.
<b>Mis primos</b>	A todos mis primos especialmente a los que viven en Guatemala y han compartido y sido de apoyo a lo largo de mi carrera.
<b>El señor</b>	Lic. Manuel Guillén y familia.

**Mis amigos**

Ingenieros: José Miguel Duarte, Juan Carlos Duarte, Diego Hidalgo, José Carlos Trejo, Manuel Juárez, Benjamín Batz, Francisco Minchéz, Iván Cabrera y a la ingeniera Wanda Régil.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

En especial a la Facultad de Ingeniería y  
Escuela de Ingeniería Civil.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por estar a mi lado en todo momento, ser fuente de sabiduría y entendimiento y por darme el respaldo y fuerza que necesité siempre.
- Mis padres** Alma Romelia Reyes Gonzáles y Luis Alfredo Reyes Maldonado, por brindarme la oportunidad de estudiar esta carrera, ser mi apoyo en todo momento y siempre confiar en mí.
- Mis hermanos** Andreé Alejandro y Alfredo René Reyes, por permitirme ser inspiración para ellos y darme los ánimos que necesité cuando intentaba desfallecer.
- Mi abuelo** Julio Amilcar Reyes Flores, por ser mi ejemplo incondicional, principal apoyo moral en esta carrera y aventurero campante.
- Mi abuela** Lesbia Gonzales de Reyes, por darme su amor en todo momento, consejos, apoyo y lágrimas que fueron perlas preciosas de inspiración para jamás rendirme.

**Mis abuelos**

Maria Maldonado y Aldredo Reyes, por su disciplina y ejemplo de unidad y servicio inigualable, gracias por sus consejos y cariño.

**Mis amigos**

Por la increíble oportunidad que me dieron de estudiar con ustedes esta carrera y ser siempre apoyo incondicional para el estudio y los negocios.

**Mis compañeros**

Por ser apoyo incondicional y por permitirme vivir buenos momentos a lo largo de la carrera.

**Universidad de  
San Carlos de  
Guatemala**

En especial a la Facultad de Ingeniería y Escuela de Ingeniería Civil.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS .....	1
1.1. Supervisión técnica .....	1
1.1.1. Actividades de control.....	1
1.1.2. Actividades de información .....	2
1.1.3. Actividades de administración interna .....	3
1.2. Permisos de urbanización .....	3
1.3. Instalaciones físicas en el campo, auxiliares de urbanización utilizados .....	4
1.4. Contratos a realizar .....	6
1.4.1. Contenido mínimo de un contrato.....	7
1.4.2. Contratos a precio alzado .....	8
1.4.3. Contratos a precio unitario o por medida .....	8
1.4.4. Contratos negociados .....	8
1.5. Pasos técnicos para el desarrollo adecuado de una .....	
urbanización .....	9
2. ASPECTOS TÉCNICOS Y PRELIMINARES A CONSIDERAR .....	11
2.1. Ejecución del proyecto .....	11

2.1.1.	Dirección y supervisión técnica .....	12
2.1.2.	Supervisión de diseño .....	12
2.2.	Trazo de vías y áreas de la urbanización .....	13
2.3.	Chequeo de altimetría y planimetría .....	15
2.4.	Replanteo de niveles .....	16
2.5.	Movimiento de tierras en calles .....	17
3.	INSTALACIONES DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL .....	19
3.1.	Trazo, alineación y excavación de zanjas .....	19
3.2.	Colocación de líneas de drenaje pluvial y drenaje sanitario .....	21
3.3.	Pruebas de funcionamiento en tuberías .....	23
3.4.	Excavación y levantado de tragantes .....	23
3.5.	Relleno y compactación de zanjas .....	25
3.6.	Desfogue y tipos de disposición de las aguas negras y pluviales .....	26
3.7.	Protección para las áreas aledañas a los desfogues.....	27
3.7.1.	Relleno en terreno inclinado.....	27
3.7.2.	Puntos principales del nivel freático .....	28
4.	INSTALACIONES DE AGUA POTABLE.....	29
4.1.	Fuentes de abastecimiento de agua potable en asentamiento Israel .....	29
4.1.1.	Fuente de agua superficial.....	30
4.1.2.	Fuente de agua subterránea .....	30
4.2.	Trazo y excavación de zanjas .....	31
4.3.	Instalación de la red de distribución.....	32
4.4.	Instalaciones domiciliarias .....	33
4.5.	Pruebas de presión en tuberías.....	34
4.5.1.	Criterios a cumplir en las pruebas.....	34

4.6.	Normativa internacional y su aplicación en el asentamiento	
	Israel.....	37
4.6.1.	American Waterworks Association (AWWA) .....	38
4.6.2.	American Society For Testing Materials (ASTM).....	38
4.6.3.	ASTM D 2774 -08 practice for underground installation of thermoplastic pressure piping.....	38
4.6.4.	La Norma B.31.4 de la American Society of Mechanical Engineers (ASME) .....	39
4.6.5.	La International Standarization Orgnization (ISO) .....	40
4.6.6.	El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).....	40
4.6.7.	La Norma Chilena NCh 1360. Of84 (NORMACHILENA NCh1360.Of843) .....	41
4.6.8.	El Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA).....	42
4.6.9.	La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico de la República de Colombia (CRA) .....	42
4.6.10.	La Norma NIO - 0609 (ECOPETROL) .....	43
4.6.11.	AMANCO.....	43
4.6.12.	Durman Esquivel .....	43
4.7.	Especificaciones para el cuidado y mantenimiento de un pozo .....	43
4.8.	Desinfección de tuberías instaladas.....	44
4.9.	Relleno y compactación de zanjas.....	45
4.10.	Sistemas de almacenamiento de agua.....	46
5.	BORDILLOS Y BANQUETAS .....	49
5.1.	Tipos de bordillo .....	49



5.1.1.	Bordillo para pavimento de concreto.....	49
5.1.2.	Bordillo para pavimento de asfalto .....	50
5.1.3.	Bordillos para pavimento de adoquín.....	51
5.2.	Construcción de bordillo .....	52
5.2.1.	Preparación de la superficie de fundición .....	52
5.2.2.	Formaletas .....	53
5.2.3.	Colocación del concreto .....	53
5.2.4.	Secciones y juntas de expansión .....	54
5.2.5.	Curado y relleno.....	54
5.3.	Tipos de banquetas .....	55
5.3.1.	Banquetas con área verde .....	55
5.4.	Construcción de banquetas .....	55
5.5.	Formaletas.....	56
5.6.	Colocación del concreto.....	56
6.	PAVIMENTOS .....	59
6.1.	Subrasante .....	59
6.2.	Subbase.....	60
6.3.	Base.....	61
6.4.	Capas de rodadura .....	62
6.5.	Pavimentos rígidos .....	62
6.6.	Pavimentos flexibles .....	66
7.	FUNCIONES DEL SUPERVISOR .....	69
7.1.	Control de la programación.....	69
7.2.	Control de pagos.....	71
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES .....	75
	BIBLIOGRAFÍA.....	77

ANEXOS..... 79



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Bodega de materiales .....	5
2.	Oficina del supervisor .....	6
3.	Trazo de vías .....	14
4.	Excavación .....	20
5.	Drenaje combinado .....	22
6.	Tragante .....	24
7.	Excavación de zanja para agua potable.....	32
8.	Condiciones de tendido de tubería.....	45
9.	Bordillo para pavimento de concreto .....	50
10.	Bordillo para pavimento de asfalto .....	51
11.	Bordillo para pavimento de adoquín.....	52

### TABLAS

I.	Tabla de fugas tolerables para pruebas de presión .....	37
----	---	----



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramo por metro cúbico
<b>Lt/hab/día</b>	Litro por habitante por día
<b>%</b>	Porcentaje
<b>PPC</b>	Producción por habitante o per cápita
<b>Q</b>	Quetzales



## GLOSARIO

<b>Agua freática</b>	Consiste en la cantidad de aguas acumuladas en el subsuelo sobre una capa impermeable.
<b>Altimetría</b>	Métodos topográficos para determinar la diferencia de altura en un terreno (generalmente estos trabajos se conocen con el nombre de nivelación).
<b>Bache</b>	Hoyo que se hace en los caminos como consecuencia de la falta de mantenimiento.
<b>Bitácora</b>	Libro debidamente autorizado y foliado, en el que se anotarán las instrucciones que el supervisor gire en relación a los trabajos a ejecutar; la bitácora sirve para llevar un control de la ejecución de la obra y para facilitar el trabajo de la supervisión de la misma.
<b>Cisterna</b>	Es un depósito subterráneo para agua, generalmente se utiliza en zonas donde el servicio de abastecimiento de agua no es constante.
<b>Embalse</b>	Consiste en un gran depósito artificial en que se recogen las aguas de un río para el aprovechamiento por el hombre en una población.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.



<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>Reciclaje</b>	Es la reutilización de los residuos sólidos, sean tratados previamente o no.
<b>Residuo sólido</b>	Es el conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico que no tienen utilidad práctica o valor comercial para la persona o actividad que los genera.
<b>Talud</b>	Es el declive que tiene la cara de un muro o pared; declive natural del suelo.
<b>Terraplén</b>	Macizo de tierra con que se rellena un hoyo y hondonada, existen dos clases de terraplenes, para el paso de carreteras y para el paso de ferrocarriles.

## RESUMEN

En la actualidad el crecimiento de los municipios y ciudades de Guatemala está en aumento constante debido al incremento poblacional. Por esta razón dicho crecimiento debe ser ordenado y planificado de manera tal que la población pueda gozar de los servicios indispensables para una vivienda y vida digna como lo es el agua potable, luz, drenajes, etc.

La urbanización de las ciudades es la manera más adecuada y ordenada para lograr prestar los servicios necesarios a los vecinos de dichas ciudades. Urbanizar, significa planificar y construir el conjunto de servicios que la población necesita para vivir ordenada y cómodamente, urbanizar es construir ciudades planificadas y estudiadas en el diseño.

La ejecución de una urbanización es algo importante para el adecuado y ordenado crecimiento de una ciudad, por lo que la supervisión de las urbanizaciones se convierte en un punto esencial.

Este trabajo de graduación es una herramienta de guía y consulta, para profesionales recién egresados de la universidad y para personas empíricas dedicadas al trabajo de urbanización de terrenos rústicos localizados en áreas cercanas al perímetro de una ciudad o dentro de esta y para profesionales que no tienen experiencia en supervisión de proyectos de urbanización.

Los lineamientos aquí propuestos son una guía de orientación y encausamiento. Los renglones de supervisión que se mencionaran han sido obtenidos a través de libros y experiencias de otros profesionales que han

trabajado diversos tipos de urbanización, a los cuales han sido supervisores de una o varias ramas dentro de la urbanización de un área determinada de terreno.

Los renglones de trabajo dependen en gran medida del tipo de urbanización que se vaya a realizar, de la zona en donde se encuentre localizada y del grupo de personas que se tienen planificado van a habitar dicho sector. En estos días debido al costo de vida y al sistema económico dependiente que se tiene en la mayoría de países latinos los renglones de urbanización se están fijando con base en estudios socioeconomicos y al ingreso familiar.

Los aspectos técnicos que se mencionan son necesarios en todo proyecto de urbanización, debido al servicio de abastecimiento y desarrollo que proporcionan a una comunidad, estos son: agua potable, drenajes, energía eléctrica, pavimento o asfalto, bordillos, baquetas, instalaciones telefónicas, centros culturales, autopistas, sistemas de transporte colectivo moderno, sistemas de protección policiaca, sistemas de eliminación de desechos sólidos, abastecimiento de gas, etc. Este trabajo de graduación da también una orientación sobre los aspectos de ley que se deben cumplir al estarse llevando a cabo una urbanización dentro del perímetro de la ciudad capital.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Velar que las urbanizaciones se realicen de conformidad con normas técnicas, económicas y disposiciones especiales, a través de una adecuada supervisión.

### **Específicos**

1. Realizar los controles necesarios, a fin de asegurar que las obras sean construidas con la tecnología adecuada y de acuerdo con los planos, especificaciones, bases de licitación y dentro de las condiciones del contrato suscrito.
2. Asegurar que las pruebas requeridas se realicen en las instalaciones adecuadas, siendo estas certificadas por entidades reconocidas.
3. Que el trabajo de graduación se utilice como guía para ingenieros, docentes, estudiantes y supervisores de obra de esta índole, con el fin de lograr una supervisión ordenada y estricta.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo graduación tiene como objetivo ser una herramienta de guía y consulta, para supervisores profesionales y empíricos que por primera vez pretenden realizar actividades de este tipo, antes y durante la ejecución de cada renglón de los que se desarrollarán en este trabajo, específicamente en asentamientos situados en el Área Metropolitana Guatemalteca (AMG).

Para un profesional en este tema, este documento le servirá como una guía de seguridad en campo a la hora de estar supervisando el trabajo adecuadamente, mientras que para un ingeniero sin experiencia o alguna persona empírica en este campo, el Manual de supervisión le podrá servir como guía para realizar un trabajo tanto estricto como ordenado.

Sin duda alguna los asentamientos en Guatemala y en el mundo están marginados en el área económicosocial, siendo a estos los renglones de trabajo que no se les pone importancia, resultando dependientes en gran medida a los tipos de urbanización que se vayan a realizar según la zona en donde se ejecutan y del grupo de personas que se tienen planificadas para vivir en dicho sector. Actualmente debido al alza de la vida y el aumento del costo de la canasta básica y al sistema económico dependiente que se tiene en Guatemala, cada renglón que conlleva una urbanización se está fijando por la posición, el ingreso económico, el área social donde se realice según las necesidades de higiene y salud, así como al nivel de desarrollo que podría llegar a tener todo el grupo humano.

Se ha tomado como base para realizar este trabajo, el proyecto realizado en el asentamiento Israel en el municipio de Villanueva realizado por el Fondo Social de Solidaridad (FSS), por medio del Programa Combate a la Pobreza Urbana (CPU), por lo que los principales planteamientos se hacen con base en las especificaciones de este programa y la experiencia obtenida en la realización de algunos de los proyectos.

Se espera que este trabajo en el futuro pueda ser mejorado y actualizado con los nuevos métodos y tecnologías para las urbanizaciones e implementar métodos de construcción rápida para el mejor desempeño.

# **1. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS**

## **1.1. Supervisión técnica**

La supervisión técnica se lleva a cabo en obra y consiste en revisar los trabajos contratados de acuerdo a las diferentes fases de construcción, considerando la calidad de mano de obra, funcionamiento de equipos, especificaciones técnicas, económicas, disposiciones especiales y planos de construcción. Asimismo, resolver los problemas y contingencias que surjan a lo largo del proceso constructivo.

La supervisión técnica tiene por objeto lograr que el proyecto se ejecute dentro del programa establecido y vigente, sin poner en riesgo la calidad de la obra y el costo. La supervisión se efectúa por parte de la empresa López Allen Arquitectos Constructores S. A. y por el Gobierno, la supervisión y monitoreo se llevó a cabo por el fondo de combate contra la pobreza urbana.

Las funciones que desarrolla la supervisión son las siguientes:

### **1.1.1. Actividades de control**

- ✓ Control de tiempo: está en función de los cronogramas y programas de obra y la supervisión debe sujetar el proceso constructivo según el programa vigente, la variación de estos tiempos incurre en multas por cada día de atraso, equivalente al cero punto cinco por millar (0,5 %) del valor total del contrato y la multa en ningún caso exceda del 5 % del



valor del contrato (art. 85 Ley de Contrataciones del Estado, Decreto 57-92).

- ✓ Control de calidad: son regulados por especificaciones técnicas, según los materiales y equipos proporcionados por los fabricantes. Asimismo las normas técnicas y resultados de pruebas de laboratorio que se soliciten por parte de la supervisión se llevan en bitácora de avance de obra y el progreso de los resultados que acreditan la calidad de los mismos.
  
- ✓ Control de costos: se pretende lograr que la obra se construya dentro de los costos calculados y estimados por los cuales se gana la licitación de los trabajos de construcción, generalmente por el tiempo de aprobación de los trabajos. Los precios estimados siempre serán más bajos a los actuales, por este motivo se recomienda utilizar técnicas constructivas que no modifiquen la calidad y que permitan un ahorro sustancial para balancear el aumento presentado.

### **1.1.2. Actividades de información**

Consiste en establecer un medio de comunicación entre supervisor, contratista e institución u organización interesada en la obra. El propósito es mantener a la supervisión ampliamente informada de los avances físicos y financieros logrados en el desarrollo de la obra.

Para el asentamiento Israel el medio directo de información será la bitácora en obra, donde se escribirán todos los acontecimientos diarios dejando constancia con fotos y enviando un resumen de actividades semanal al supervisor gubernamental asignado.

### **1.1.3. Actividades de administración interna**

Son funciones realizadas por el supervisor, con el objeto de cumplir adecuadamente con las actividades de control de información.

En el asentamiento Israel con frecuencia se efectúan trabajos fuera de lo establecido, la mayoría de las veces debido a la topografía del terreno y a trabajos complementarios que no se tenían previstos al momento de estudiar el proyecto, los cuales pueden ser fortuitos, de fuerza mayor o por causas no imputables al contratista (situaciones no detectadas en la planificación), terremotos, fallas geológicas, acciones provocadas por el hombre, entre otros. A este tipo de trabajo se les conoce con el nombre de trabajo extra, el cual deberá ser cuidadosamente controlado por el supervisor, quien dará las indicaciones de cómo debe realizarse, tomando en cuenta que la solución debe ser la mejor y al menor costo, también existen ordenes de cambio y ordenes de trabajo suplementario, pero en el asentamiento Israel solo se refiere a lo ya indicado.

### **1.2. Permisos de urbanización**

Los aspectos legales son de importancia, ya que la omisión de los mismos pueden ser causantes de pérdidas de tiempo y recursos se hace necesario tomarlos en cuenta en cualquier proyecto (Ley de Parcelamientos Urbanos Decreto 1427). En cuanto a la metodología se presenta el tratamiento de parcelamientos o urbanizaciones, más comúnmente conocidos como lotificaciones, debido al auge que estas han cobrado y al crecimiento de las ciudades y centros urbanos como respuesta al aumento de la demanda de vivienda.

Son pocas las municipalidades del país que tienen reglamentos especiales de urbanismo y fraccionamientos, por lo que concretamente, se hace referencia a los reglamentos emitidos por la Municipalidad de la ciudad de Guatemala, ya que es esta la que cuenta con una legislación de aplicación más completa. Para la extensión de licencias de construcción se tiene regulada por tres tipos:

- ✓ Obras nuevas
- ✓ Ampliaciones
- ✓ Remodelaciones

### **1.3. Instalaciones físicas en el campo, auxiliares de urbanización utilizados**

Entre las instalaciones físicas auxiliares para el trabajo de campo están:

- ✓ Guardianía: para la construcción se debe emplear de preferencia materiales de desecho o de bajo costo, porque los mismos son demolidos al finalizar el proyecto. Además, se debe buscar que sean del tamaño necesario y sean ubicados en lugares que no interrumpen la ejecución del proyecto. Es aconsejable tenerla equipada de acuerdo al tamaño del proyecto, para que posteriormente no se tengan que realizar ampliaciones, remodelaciones y que la permanencia en el lugar sea agradable.
- ✓ Bodega: generalmente dependiendo de la dimensión del proyecto se tienen una o más bodegas, con un encargado de almacenar los materiales, suministros y equipos para posteriormente suministrarlos al personal respectivo que los requerirá para el proceso de construcción.

Este local debe estar techado, ventilado e iluminado, asimismo, contar con las medidas de seguridad adecuadas.

Figura 1. **Bodega de materiales**



Fuente: proyecto Israel, Villa Nueva, ciudad de Guatemala.

- ✓ Oficina del supervisor de obra: es el lugar en donde se llevará a cabo el control administrativo del desarrollo del proyecto, debe contar con el mobiliario y equipo adecuado, mesas de dibujo, escritorios, energía eléctrica, ventilación, servicios sanitarios, etc., para proporcionar una estancia cómoda y confortable en un ambiente sano, generalmente aquí es donde se recibirá a los supervisores gubernamentales así como a proveedores.

Figura 2. **Oficina del supervisor**



Fuente: proyecto Israel, Villa Nueva, ciudad de Guatemala.

- ✓ Laboratorio: se debe disponer de un lugar adecuado en el cual haya espacio para guardar el equipo que se utilizará en las pruebas que se realicen en la obra, este lugar debe tener suficiente ventilación e iluminación, se debe buscar un lugar sin humedad para evitar el deterioro del equipo y las muestras con las que se trabaja.

#### **1.4. Contratos a realizar**

Se conoce como contrato de obra o contrato de ejecución de obra, puede haber contratos de obra o de consultorías y para cualquier contrato intervienen dos partes el contratante o unidad ejecutora y el contratista. Un contrato es un convenio que crea obligaciones, las sanciones esenciales tratan de las partes competentes, asunto de contrato, consideraciones legales, convenio y obligaciones mutuas. Un contrato de construcción es un compromiso que se suscribe para construir un proyecto definido, de acuerdo con los planos y

especificaciones y por una cantidad dada, complementarlo y dejarlo disponible para el uso y ocupación dentro de cierto tiempo.

Los contratos son expresados o implícitos, escritos. Los acuerdos entre propietarios y contratistas se reducen de manera casi universal a contratos escritos. Las formas varían desde la simple aceptación de una oferta hasta los contratos de ordinario totalmente documentados, en los cuales se incluyen por referencia los planos totales, las especificaciones técnicas, económicas, específicas y otros instrumentos que se usan.

Los contratos de construcción de las obras públicas casi siempre se adjudican sobre la base de competencia en un concurso. En general tales contratos son de dos tipos: por precio unitario o por medida, suma global o precio alzado, lo cual depende de la forma de pago del patrono o contratante. Los contratos de construcción que hacen los propietarios privados se obtiene en concurso o se negocian.

#### **1.4.1. Contenido mínimo de un contrato**

El contrato debe contener los siguientes datos:

- ✓ Identificación de los contratos
- ✓ Domicilio
- ✓ Objeto del contrato
- ✓ Disposiciones generales
- ✓ Plazo del contrato
- ✓ Precio del contrato y forma de pago
- ✓ Prohibiciones
- ✓ Presentación de fianzas

- ✓ Terminación anticipada del contrato
- ✓ Controversias
- ✓ Finiquitos
- ✓ Aceptación, lugar y fecha del contrato

#### **1.4.2. Contratos a precio alzado**

Se establece un precio por arriba del real, tomando como base el índice de inflación. Cuando el tipo de construcción es tal que la división de las clasificaciones del trabajo hace práctica la participación en unidades mensurables, se acostumbra hacer un contrato a precio alzado o global. La mayoría de la construcción de edificios se hace usando este método. Este tipo de contratos requiere planos y especificaciones completamente detallados que describan el trabajo por realizar.

#### **1.4.3. Contratos a precio unitario o por medida**

Cuando el volumen de trabajo no puede determinarse con exactitud por anticipado, de ordinario, se emplea un precio unitario; se adapta muy bien en particular al trabajo de la construcción pesada como: carreteras, puentes, presas y mejoras en los ríos, en las cuales se requiere grandes cantidades de material con pocos tipos de estos en la construcción. Esta clase de contrato fija un precio por cada unidad de trabajo.

#### **1.4.4. Contratos negociados**

Por diversas razones, los propietarios particulares pueden preferir entrar directamente en negociaciones con uno o más contratistas seleccionados,

antes de convocar a un concurso. Después de estudiar las calificaciones, experiencia, planta y equipo, recursos financieros y posiblemente los esquemas para realizar el trabajo propuesto, se firma un contrato sin el concurso abierto o el recibo formal de las propuestas.

### **1.5. Pasos técnicos para el desarrollo adecuado de una urbanización**

A continuación se verá la forma ordenada que se debe seguir para desarrollar una urbanización; con base a pasos técnicos necesarios que se deben estimar en el desarrollo de un área:

- ✓ Recolección de información del polígono de la finca matriz, mediante el levantamiento topográfico completo de la propiedad, el levantamiento ha de ser planimétrico y altimétrico.
- ✓ Cálculo del polígono, determinando las coordenadas totales de los esquineros y el área total.
- ✓ Determinación de áreas verdes, calles, accesos, etc., así como las características de los lotes, aceras, anchos de calles, curvas de calles, suavización de esquinas, etc.
- ✓ Planificación inicial de la lotificación.
- ✓ Con los datos de dirección o rumbos de las líneas centrales de calles, distancias entre cruces, etc., se efectúa en campo el trazo de ejes de calles. Luego se trazan los polígonos de orilla de acera, siguiendo un levantamiento enlazado al polígono de la finca matriz.





## **2. ASPECTOS TÉCNICOS Y PRELIMINARES A CONSIDERAR**

### **2.1. Ejecución del proyecto**

La ejecución del proyecto comprende la actividad necesaria en la realización de lo proyectado, teniendo tanta importancia como la etapa de planificación. La ejecución comprende pues, la realización de lo planificado, debidamente dirigido, programado, supervisado y controlado. A través del recorrido que va desde la obra inicial o preliminar, hasta los últimos renglones de la programación (acabados).

En la ejecución se requiere de la participación debidamente coordinada del ingeniero, maestro de obra, personal técnico especializado en las diferentes actividades y personal complementario u operativo, a fin de que las obras sean ejecutadas con la mejor técnica, en tiempo y con el menor costo posible. Para la realización se hace necesario cumplir con la programación de trabajos proyectada en la planificación. Cada renglón o actividad programada se deberá iniciar y finalizar en el tiempo señalado, siguiendo el orden y la secuencia correspondiente.

Se puede clasificar en dos partes la primera: dirección y supervisión técnica; y la segunda: supervisión de diseño. Ambas actividades se consideran a continuación:

### **2.1.1. Dirección y supervisión técnica**

Dirigir una obra es impulsar, coordinar y vigilar las acciones de todos y cada uno de los empleados, con la finalidad de que el conjunto realice del modo más eficaz y eficiente la obra proyectada; juegan un papel importante en esto, el principio de autoridad o mando, la forma de delegarla, puesto que dirigir es hacer obra a través de otras personas. También resulta importante la comunicación entre jefes y subalternos o viceversa.

Para la supervisión técnica de una urbanización se requiere conocimiento en cada una de las áreas que las que esté compuesta. Un personal capacitado y con experiencia logrará que el trabajo sea completado con una alta calidad. Entre los conocimientos y experiencia que se requerirán como mínimos para el supervisor del asentamiento Israel son:

- ✓ Implementación de línea de distribución de agua potable
- ✓ Diseño e instalación de línea de drenaje pluvial y sanitario
- ✓ Construcción de pozos de visita y diseño de cotas Invert
- ✓ Supervisión técnica de muros de contención
- ✓ Supervisión técnica de tanques de agua potable
- ✓ Construcción de plantas de tratamiento
- ✓ Ensayos de suelos y supervisión técnica de pavimentos

### **2.1.2. Supervisión de diseño**

Comprende tanto la asesoría del proyectista durante la ejecución de la obra, como la solución de los problemas de diseño arquitectónico complementarios, o sea, el aspecto estético y de estilo del proyecto.

Este cuidado deberá ser constante durante el período de ejecución, especialmente cuando ya está por concluir la obra y tienen aplicación los acabados, revestimientos, jardinización, etc.

Para el asentamiento Israel se necesitará la supervisión de diseño en toda la obra y una exigente supervisión para los acabados de la misma ya que la mayoría de los detalles finales se concentrarán en el renglón de pavimentación y jardinización.

## **2.2. Trazo de vías y áreas de la urbanización**

Luego de que se ha aprobado el anteproyecto y el proyecto de la urbanización se recomienda que se revise cada uno de los cálculos realizados para el trazo de vías y áreas a ceder dentro de la urbanización, chequear en los planos la longitud y ancho de las calles, la abertura de ángulos que van a dar lugar a bifurcaciones de las calles, la pendiente en calles debe ser la recomendada por los planos, para esto, se deben tener en cuenta las condiciones topográficas del terreno donde se encuentra localizada la urbanización y se debe tener cuidado en el tipo de urbanización que se vaya a realizar.

Una vez diseñada la urbanización se procede a trazarla. El trazo y nivelación de eje central de calles y avenidas deberán ser realizados por un topógrafo, garantizar la correcta localización de la urbanización en el terreno. Se marcarán los anchos de calles, banquetas, arriates, etc., y por último se procederá al trazo de lotes.

Una de las partes más importantes de una urbanización, lo constituye el sistema vial. El diseño debe cumplir con características que permitan buena interconexión con el sistema vial de las urbanizaciones vecinas y de la población en general, asegurando un flujo vehicular y peatonal rápido y seguro.

Figura 3. **Trazo de vías**



Fuente: proyecto Israel, Villa Nueva, ciudad de Guatemala.

Las áreas comunales o de servicio público, son las destinadas para las actividades y servicios de la población. En consecuencia, tienen características de uso comunitario y son: las áreas deportivas, verdes, forestales, escolares, etc.; las áreas comunales se dividen, por razones de escala poblacional y de tipo de urbanización en: comunales básicas y complementarias.

- ✓ Áreas comunales básicas: son las requeridas para cubrir las necesidades básicas de educación y deporte o esparcimiento.

- ✓ Áreas comunales complementarias: son los espacios y edificaciones desarrolladas en las áreas destinadas a usos comunales, como los servicios de salud y comercio.

### **2.3. Chequeo de altimetría y planimetría**

Dentro del trabajo de topografía para urbanizaciones siempre se estarán interrelacionando la altimetría y la planimetría, la cuadrilla de topografía contratista deberá basarse en los planos topográficos respectivos para los levantamientos y nivelaciones necesarios de hacer y con los cuales se dará inicio a la construcción de las obras.

La supervisión deberá verificar secciones, medidas, cotas de nivel, etc., que van siendo trazados por el contratista contra lo indicado en los planos. Cualquier error detectado por la supervisión deberá ser corregido por el contratista sin ningún recargo en los precios establecidos en el contrato.

Los levantamientos se deberán hacer con teodolito y las nivelaciones con nivel montado en trípode. Tramos que no hayan sido chequeados y aprobados por la supervisión no se tomarán como base para trabajo alguno.

## **2.4. Replanteo de niveles**

La entidad contratante por medio de la oficina de supervisión deberá de monumentar y referenciar topográficamente los ejes de la urbanización antes de que se inicien los trabajos. Las referencias y bancos de marca dejadas por esta oficina, deben localizarse en los ejes de las calles y preferentemente en las intersecciones de las mismas, a distancias no mayores a 300 metros. Los monumentos y referencias, así como bancos de marca con las cotas, deberán indicarse claramente en los planos de ejes de las calles de la urbanización que se le entregan al contratista y al supervisor.

El contratista será responsable de mantener los alineamientos, niveles y secciones transversales, así como los monumentos y referencias que constan en los planos y que le indique la supervisión, durante todo el proceso de construcción de la obra. El trabajo de replanteo es de vital importancia, ya que cualquier aprobación errónea implicaría atraso en los demás renglones de trabajo, por lo que se debe contar con excelente personal operativo en cuadrillas de topografía para la realización de dicho trabajo, por parte del contratista.

Al terminarse el replanteo y establecerse que la partes estan de acuerdo con planos o con los cambios que fuera necesario introducir, se procederá a realizar el levantamiento de las secciones transversales originales de las calles y de las plataformas que ocuparán las viviendas.

El contratista empezará los trabajos de movimiento de tierras cuando se haya terminado de realizar el replanteo y el levantamiento de las secciones transversales de una calle o sector. Los trabajos de replanteo de secciones son de gran importancia, ya que son la base de la buena ejecución de la urbanización y el de levantamiento servirá para la cuantificación del movimiento de tierras.

## **2.5. Movimiento de tierras en calles**

El movimiento de tierras para vías, generalmente, se clasifica como excavación de roca, tierra húmeda, material inadecuado y excavación no clasificada; en las áreas donde se encuentre roca en la vía, se deberá excavar hasta una profundidad de por lo menos 0,30 metros debajo de la subrasante; los tacones y raíces deben desraizarse excepto cuando esten bajo los rellenos de más de 1,30 metros de alto.

Los materiales procedentes de las excavaciones dentro del área de la construcción serán utilizados para terraplenes, subrasantes, taludes, rellenos alrededor de estructuras, ampliaciones de taludes de terraplenes y en otros usos que se pueden indicar y determinar durante la construcción, por parte de la supervisión, ningún material excavado será desperdiciado sin la autorización de esta.

Los terraplenes y rellenos deberán ser construidos de capas horizontales con un espeso suelo uniforme de 0,20 metros, cada una de las cuales será compactada como se indique en las especificaciones utilizadas, antes de la colocación de la capa siguiente. El esparcido de cada capa deberá efectuarse conforme a especificaciones técnicas, para asegurar un espesor uniforme en cada capa antes de la operación de compactación.



Durante las operaciones de compactación, el contenido de humedad de los materiales deberá aumentarse o disminuirse dentro de los límites que se indiquen en dichas especificaciones a forma de obtener la densidad requerida, esta densidad de no estar plasmada en los planos se tomará con base en el Libro Azul de Caminos que indica las densidades y límites de humedad permisibles.

Los materiales de los terraplenes y rellenos dentro de los 0,75 metros abajo del nivel de la subrasante terminada, deberán ser compactados con una densidad seca del 87 % al 90 % de la densidad máxima seca obtenida.

### **3. INSTALACIONES DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL**

#### **3.1. Trazo, alineación y excavación de zanjas**

Antes de realizar cualquier excavación en un proyecto, el supervisor debe verificar por topografía u otro medio que estén correctamente localizadas, la alineación este conforme según indican los planos, se aconseja que la línea de delimitación de zanjas sea marcada con el material diferente al que existe en el lugar, este puede ser cal, o algún otro tipo de material como arena blanca, lo cual facilitará el trabajo.

Se debe observar y verificar que el ancho de las zanjas sea el correcto y de acuerdo con el diámetro de la tubería que se va a colocar. En general, el costo de excavación de un proyecto se verá afectado por el trabajo que se tenga que realizar. Se recomienda que el supervisor del proyecto esté atento a cualquier cambio de diámetro de tubería a instalar, para verificar su calidad.

El supervisor debe velar porque las paredes de las zanjas estén cortadas en forma vertical. Para evitar el deslizamiento de las paredes de las zanjas se recomienda tomar precauciones, como el apuntalarlas en forma vertical u horizontal, además, se deben dejar tramos de zanjas de un metro de largo sin cortar, para evitar que se cierren súbitamente, se podrá hacer cada cinco u ocho metros dependiendo de las características del terreno.

En los lugares donde predomine un suelo arenoso, se deberán hacer zanjas telescópicas, para darle estabilidad al terreno. La distribución de las

fuerzas que actuarán sobre el terreno con este tipo de zanjeo, darán más estabilidad a las paredes y por lo tanto a la zanja, evitando derrumbes.

Para la excavación de zanjas se puede hacer de una forma manual o con maquinaria especial, para esto se necesita de la supervisión del ingeniero residente y la evaluación de los tramos óptimos para el uso de la herramienta adecuada.

Para el asentamiento Israel se recomienda usar maquinaria para las líneas de drenaje sanitario y pluvial, ya que las pendientes son demasiado grandes y las profundidades de las mismas superan los 3 metros para mantener la pendiente del caudal plasmada en planos (12 %).

Figura 4. **Excavación**



Fuente: proyecto Israel, Villa Nueva, ciudad de Guatemala.

### **3.2. Colocación de líneas de drenaje pluvial y drenaje sanitario**

La tubería será colocada sobre el fondo terminado y nivelado de las zanjas, previa autorización de la supervisión de acuerdo a las longitudes, diámetro y pendientes indicadas en los planos y especificaciones. No se iniciará la colocación de los tramos de tubería sin la previa autorización de la supervisión y sin que esta compruebe el alineamiento, niveles y secciones transversales de la zanja y apruebe la calidad de los tubos a colocar.

La tubería al ser instalada debe estar en buenas condiciones; limpia, principalmente, en las uniones, esta condición debe ser supervisada estrictamente, así como que los trabajos de instalación sean llevados a cabo de acuerdo a técnicas y métodos adecuados para estos tipos de trabajo.

La operación de colocación se iniciará en el extremo aguas debajo de la línea de tubería; se deben traer los niveles especificados en los planos y la supervisión debe de corroborar estos. Cada tubo deberá ser fuertemente unido y asegurado al siguiente por medio de juntas. Deben asegurarse uniformemente los tubos sobre el lecho de la zanja en la longitud, para la cual deberán hacerse pequeñas zanjas de modo que las campanas de los tubos no presionen desigualmente el suelo.

En la actualidad se manejan líneas de drenaje con un comportamiento combinado es decir: las líneas de drenaje sanitario trabajan independientes a las líneas de drenaje pluvial, logrando así una separación de todo el caudal a lo largo del proyecto para lograr que en el desfogue de las líneas se pueda hacer un tratamiento de agua o un desfogue directo.

Figura 5. **Drenaje combinado**



Fuente: proyecto Israel, Villa Nueva, ciudad de Guatemala.

El agua de desecho en general se puede agrupar en las siguientes clases:

- ✓ Clase I: afluentes que no son tóxicos y no contaminan directamente, pero pueden cambiar la naturaleza física del cuerpo receptor; se mejoran por medios físicos.
  
- ✓ Clase II: afluentes que no son tóxicos pero contaminan porque poseen un contenido orgánico con alta demanda de oxígeno. El principal constituyente de esta clase de afluentes es en general el agua de desechos domésticos, pero también incluye el agua de lluvia y desechos de plantas de productos lecheros y otras fuentes de alimentos. Estos pueden tratarse mediante métodos biológicos para eliminar características objetables.

- ✓ Clase III: emisiones que contienen materiales venenosos y que también pueden ser tóxicos. Se deben tratar por medios químicos.
- ✓ Clase IV: emisiones contaminantes debido al contenido orgánico con una alta demanda de oxígeno y que, además son tóxicas. El tratamiento requiere de una combinación de procesos químicos y biológicos.

### **3.3. Pruebas de funcionamiento en tuberías**

Las pruebas que se realizan a los sistemas de drenaje combinado o separado tienen una finalidad y es: verificar el correcto funcionamiento de la tubería instalada y consiste en observar si existen filtraciones de agua hacia adentro de la tubería o hacia afuera.

Existen diferentes tipos de pruebas que se le pueden aplicar a un sistema de drenaje, entre estas están, las pruebas de aire a baja presión; las cuales se utilizan para tuberías con diámetros hasta de 30 pulgadas, medidos interiormente, esta prueba se realiza por medio de dos métodos; el rotómetro o método de presión constante y el de la medida de la caída de presión. Otras pruebas que se realizan y que son las más usadas son las pruebas con agua.

### **3.4. Excavación y levantado de tragantes**

Un tragante es una estructura que se utiliza, generalmente, para recoger las aguas pluviales provenientes de lluvia, las conducen hacia el ramal principal del sistema de drenajes. La supervisión debe cuidar que el corte que se haga para levantar un tragante sea el que se especifica en los planos, para la

localización de los tragantes, estos generalmente se ubican en las esquinas de las calles y avenidas y se colocan tres metros antes de llegar a estas.

Figura 6. **Tragante**



Fuente: proyecto Israel, Villa Nueva, ciudad de Guatemala.

Los tragantes se clasifican en vertedero de uso frontal o con vertedero lateral, por la forma pueden ser de rejilla o de acera. Al dejar tragantes en calles que aún no esté pavimentada, se deben tapar las entradas de agua, para evitar azolvamiento en la tubería de conducción.

Los tragantes se pueden construir de ladrillo tayuyo, block o fundidos con concreto, la base de fundición, la concha y la tapadera de los tragantes se construye de concreto. La pendiente mínima que debe tener el brazo del tragante con la unión de la tubería será del 2 % y siempre es aconsejable que el

ángulo de unión entre esta y la tubería general sea 45° en el sentido de agua abajo. La tapadera del tragante debe ser de concreto armado.

### **3.5. Relleno y compactación de zanjas**

Cuando las instalaciones de tubería y otros trabajos de excavación hayan concluido y la supervisión haya emitido dictamen, se podrá iniciar la etapa de relleno, para lo cual se realizarán las acciones necesarias para lograr que las zanjas sean rellenas hasta el nivel natural del terreno o hasta el nivel vegetal según sean las características de los trabajos. Para cuando se efectúe la etapa de relleno, se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Se rellentarán las zanjas de preferencia con los mismos materiales de la excavación.
- ✓ Los materiales de los rellenos se colocarán en capas no mayores de 20 a 30 centímetros y en capas uniformes compactando de forma manual, el material de relleno deberá estar libre de piedras o materia vegetal.
- ✓ En lugares sin tráfico vehicular o relleno sin importancia como áreas verdes, campos deportivos, etc., su compactación puede ser del 85 %.
- ✓ Casos en los cuales el relleno se haya realizado sin autorización del supervisor, este podrá ordenar que se extraiga todo el material volcado en la zanja.
- ✓ Cuando se realicen rellenos en áreas transversales a calles y avenidas el supervisor debe exigir, una compactación del 95 %.
- ✓ En las áreas de suelos arcillosos y que el contenido de agua supera la densidad nominal dada, para trabajar es recomendable que los rellenos se hagan con otro material y sin utilizar agua para acelerar la compactación.



- ✓ Los materiales sobrantes, producto de la compactación y relleno de zanjas, serán trasladados de inmediato a un lugar adecuado para los desperdicios, para erradicar el efecto del impacto ambiental.

### **3.6. Desfogue y tipos de disposición de las aguas negras y pluviales**

El desfogue de la red de drenaje consiste en la forma y en el lugar a donde irán a desembocar las aguas después del recorrido por la tubería principal.

A continuación se hará una breve descripción de estas estructuras según el asentamiento Israel, a manera de que el ingeniero supervisor tenga conocimiento de las diversas formas en que se puede disponer de las aguas.

- ✓ Cuando las aguas pluviales y negras desfogan a otro sistema ya existente la supervisión deberá observar que:
  - Conexión hacia un pozo de visita existente.
  - Construcción de conexión conforme las especificaciones técnicas las cuales se utilizaron para la red de alcantarillado de la urbanización.
- ✓ Cuando las aguas pluviales desfogan a un cuerpo de captación, a una avenida de aguas o un barranco; al final de la línea de tubería, se deberá construir un cabezal que impedirá que la fuerza del agua erosione el terreno en donde empezarán a correr las aguas a flor de tierra.
- ✓ Cuando las aguas negras van a ser tratadas para disminuir el grado de concentración:

- Las aguas se conducirán a través de la tubería principal hacia una planta de tratamiento.
- Al salir de la planta de tratamiento se procederá como en cualquiera de los dos casos anteriores (a y b), según sea la situación.

### **3.7. Protección para las áreas aledañas a los desfogues**

Es conveniente buscar enfoques globalizadores que permitan comprender el problema ambiental en la totalidad y principalmente, decidir las políticas fundamentales del manejo.

El manejo de los ecosistemas desde el punto de vista de la intervención humana, tampoco puede considerarse aislada, entre estos existen relaciones e interacciones que deben tomarse en cuenta.

Se debe tener suma precaución y examinar la base y terreno donde se haran los desfogues, la mayoría de asentamientos en la ciudad de Guatemala estan sobre rellenos sanitarios, siendo este el caso del asentamiento Israel para lo cual en el planeamiento de la protección de taludes no solamente debe examinarse la estabilidad del talud, sino de todo el terraplén. La estabilidad del talud y del cuerpo principal está afectada por el agua freática y el agua de lluvia, por lo que deben tomarse precauciones especiales entre ellas:

#### **3.7.1. Relleno en terreno inclinado**

- ✓ El agua de infiltración del terreno se infiltra en el relleno y torna al talud inestable.
  - En consecuencia, las condiciones reales del agua freática deben investigarse, particularmente en rellenos en terreno inclinado,

rellenos en valles, cortes y rellenos parciales y transiciones de cortes y rellenos.

### **3.7.2. Puntos principales del nivel freático**

- ✓ Distribución del nivel freático o presiones de poro en el terreno
- ✓ Extensión de capa permeable, acuífero o capa impermeable
- ✓ Dirección del flujo de agua freática, vena o fuente de agua

Estos puntos y las condiciones del nivel freático no pueden determinarse de un reconocimiento único. Deben determinarse integralmente de los resultados de muchos estudios, incluyendo perforaciones, sondajes, etc. Adicionalmente, con respecto a la relación agua-carretera, es deseable realizar una serie de estudios, en función a que las carreteras están influenciadas por el agua y viceversa, en una amplia área.

## **4. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE**

El agua potable es esencial para la vida humana, la disponibilidad de esta es uno de los factores que dictan el desarrollo de civilizaciones y culturas. El crecimiento y el apogeo de las ciudades y urbanizaciones modernas, están directamente relacionadas a la disponibilidad del agua potable.

Para dotar del suministro de agua potable a una población se recomienda que la fuente este localizada cerca del lugar donde se disponga del servicio ya sea dotación municipal o privada. De no ser posible se tratará que la lotificación se ubique cerca de una fuente de abastecimiento natural (nacimientos de agua). Si la fuente de abastecimiento de agua es natural, se deberá tener presente la procedencia, es decir, si se trata de una fuente superficial o subterránea; en ambos casos se deberá realizar el análisis fisicoquímico y bacteriológico de la fuente a utilizar, para determinar la calidad de la misma y ser utilizada en el consumo humano.

### **4.1. Fuentes de abastecimiento de agua potable en asentamiento Israel**

Las principales fuentes de abastecimiento de agua en una urbanización o una población, son el agua de superficie y freática. Anteriormente las fuentes de superficie incluían solo las aguas dulces naturales, como lagos, ríos y arroyos, pero con la expansión demográfica el uso ha aumentado significativamente a nivel mundial por lo que se debe tener en cuenta la desalinización y el aprovechamiento de aguas de desecho.

En la selección de la fuente de abastecimiento, los diversos factores que deben considerarse son los que sean adecuados, seguros, de calidad, costo apreciable y si son de uso legal y la política. No obstante, el costo es quizás el más importante, porque se podría usar cualquier fuente si los usuarios estuvieran dispuestos a pagar un precio alto; para la extracción (captación y distribución) se debe cumplir normas, leyes y reglamentos y pagar derecho de paso por la línea de conducción.

#### **4.1.1. Fuente de agua superficial**

Se refiere a los ríos, lagos, lagunas y embalses. Se debe realizar los estudios de calidad de agua para determinar la calidad de agua que se puede obtener.

#### **4.1.2. Fuente de agua subterránea**

Se refiere a los manantiales, pozos superficiales y pozos profundos. Se recomienda construir el pozo en verano, para que sea una fuente de abastecimiento segura en cualquier época del año. Considerar que la fuente de abastecimiento debe cubrir las necesidades de la población además de generalidad, continuidad, eficiencia, igualdad y accesibilidad. Deben realizarse estudios de la calidad de agua.

## **4.2. Trazo y excavación de zanjas**

Los límites de las zanjas deberán ser trazados sobre el terreno con cal u otro material.

Las excavaciones dentro del proyecto deben ser efectuadas de acuerdo a alineamientos, pendientes, secciones y medidas que se indiquen en los planos. El fondo de las zanjas debe ser firme y uniforme, para proporcionar una sustentación adecuada a la tubería que se instalará.

Las rocas, desperdicios vegetales deben eliminarse de los lugares en donde se colocará la tubería de distribución. Durante la etapa de trabajo, los materiales provenientes de excavaciones y que deban utilizarse para rellenos, pueden depositarse en botaderos laterales, pero considerando no provocar obstrucciones o taponamientos dentro y fuera del proyecto.

El ancho y profundidad de las zanjas para la colocación de tubería de agua potable debe ser adecuada a las dimensiones de los tubos. La profundidad de las zanjas será de 0,80 metros, y si existiera tráfico pesado la profundidad de esta será de 1 metro, sin tomar en cuenta el espesor de la base del pavimento.

**Figura 7. Excavación de zanja para agua potable**



Fuente: proyecto Israel, Villa Nueva, ciudad de Guatemala.

#### **4.3. Instalación de la red de distribución**

Las tuberías utilizadas en sistemas de abastecimiento son de hierro galvanizado, hierro fundido, asbesto, cemento, plástico y de cobre. En ciertas condiciones es necesario utilizar recubrimientos de protección, tubería galvanizada o tuberías con envolturas o revestimientos especiales. Cuando se encuentran aguas o suelos de propiedades corrosivas, se adaptan mejor las tuberías de cobre, bronce, plástico y hierro fundido, los cuales aunque presentan una mayor inversión, la vida útil será mayor.

La tubería de PVC (polivinilo) para la conducción de agua fría es sencilla de instalar, siendo de bajo costo inicial y propiedades hidráulicas óptimas. En los sistemas de distribución de agua, se debe certificar por parte de un laboratorio, para establecer que no sea tóxico ni productora de sabor, debe protegerse contra el aplastamiento y ataque de roedores. La tubería de asbesto cemento para sistemas de abastecimiento de agua se fabrica con los diámetros comerciales y tiene las ventajas de fácil instalación y resistencia a la corrosión.

La supervisión debe verificar la correcta instalación de las tuberías en las zanjas, deben estar rectas, cuando sea necesario debe de colocarse válvulas de aire para el alivio de la presión o hidrantes, en los puntos altos sobre la tubería. Si se impide la descarga del aire acumulado en el interior de una tubería en terrenos ondulados o accidentados, se puede reducir gradualmente la capacidad del tubo y será necesario profundizar la excavación para evitar la acción del frío en las épocas de invierno.

#### **4.4. Instalaciones domiciliarias**

Son las instalaciones que dotan del servicio de agua potable a los inmuebles. La construcción de un domiciliar, consta de la excavación de la zanja, colocación de la tubería, instalación de la llave de paso o la colocación de un tapón que impida el paso del agua, cuando no se haya colocado un medidor de caudal.

La colocación de la tubería para domiciliarias se hará con los detalles que muestran los planos y especificaciones; de doble tubo cuando sea posible y en caso contrario simples. La tubería doble serán de un diámetro de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, con los derivadores de  $\frac{1}{2}$  pulgada, mientras que los simples serán de  $\frac{1}{2}$  pulgada en toda la longitud.



La acometida domiciliar se debe construir conjuntamente con la red general del proyecto, para evitar pérdidas de tiempo y costo y evitar cortar la tubería instalada. La instalación de los anclajes en los cambios de tubería deben ser indicados por la supervisión; de un buen anclaje en tuberías, dependen que las pérdidas por fricción en los ramales sean mayores. El área que se dejará entre el domiciliar y el rostro de construcción en los lotes debe ser suficiente para colocar las cajas de las válvulas a instalar y para el medidor de caudal.

#### **4.5. Pruebas de presión en tuberías**

Luego de completar la instalación de la red general de distribución de agua se deben realizar las pruebas de presión hidráulica.

En las Especificaciones técnicas de licitaciones publicadas, capítulo de Prueba Hidrostática, se encontró la siguiente especificación:

“La presión de prueba será de 15 bar (218 psi), para una presión nominal de 10 bar correspondiente a tuberías de PVC SDR26. Para tubería de PVC SDR17 la presión de prueba será de 21 bar (305 psi). La presión de prueba será aplicada durante 12 horas, después de las cuales debe tenerse una disminución máxima de presión de 0,20 bar.”

##### **4.5.1. Criterios a cumplir en las pruebas**

- ✓ Ser por lo menos 1,25 veces la presión de trabajo en el punto más alto a lo largo de la sección que se prueba.

- ✓ No exceder las presiones para las que son diseñadas las tuberías, los accesorios, o juntas de cerrojo.
- ✓ Que la prueba dure al menos 2 horas.
- ✓ Una variación no mayor a  $\pm 5$  psi ( 34,5 kPa ) durante el tiempo de la prueba.
- ✓ No exceder más del doble del rango de presión nominal de las válvulas o hidrantes cuando el límite de presión de la sección bajo prueba incluya válvulas o hidrantes de asiento metálico cerrados.
- ✓ Las válvulas no deberán ser operadas en ninguna dirección con presión diferencial mayor que la nominal.
- ✓ Los hidrantes en una sección de prueba solamente serán probados con la válvula principal del hidrante cerrada.
- ✓ No exceder el rango de presión de las válvulas cuando el límite de presión de la sección en prueba incluya válvulas cerradas de compuerta con asiento elástico, o válvulas de mariposa con asiento de hule.

Cada sección con válvulas deberá ser llenada lentamente. La prueba de presión específica, basada en la elevación del punto más bajo de la línea o sección bajo prueba y corregida a la elevación del manómetro es aplicada por medio de una bomba conectada a la tubería. Las válvulas no deberán ser operadas en dirección de abrir ni de cerrar a presiones diferenciales por arriba del rango de la presión nominal. Es buena práctica el permitir que el sistema se estabilice a la presión de prueba antes de llevar a cabo la prueba de fugas.

Antes de aplicar la presión de prueba específica, se debe sacar completamente el aire de la sección de tubería por probar. Si no hay ventilas de aire permanentes en todos los puntos altos, se deberán instalar inserciones para tomas en dichos puntos para que el aire pueda ser expulsado mientras el sistema es llenado con agua. Después de que todo el aire ha sido expulsado,

las tomas se cierran y la presión se aplica. Al terminar la prueba de presión, las tuercas de inserción deberán ser retiradas y tapadas o dejadas en el lugar, según indiquen las especificaciones.

Cualquier tubería, accesorio, válvula, hidrante o junta expuestos deberán ser cuidadosamente examinados durante las pruebas de presión. Cualquier tubería, accesorio, válvula o hidrante dañado o defectuoso detectado por la prueba de presión, deberá ser reparado con material resistente y la prueba deberá repetirse hasta que los resultados sean satisfactorios.

Cuando se realicen las pruebas de presión, es necesario que las zanjas se encuentren rellenas y se dejarán a la vista. Los tramos de tubería donde estén instalados accesorios, uniones y en los respectivos anclajes para ver el comportamiento que estos tienen. Las uniones de instalación de tubería y accesorios deben estar secas y libres de residuos de pegamento.

Para realizar la prueba de presión se debe llenar la tubería de agua se debe eliminar las burbujas de aire dentro de la tubería por medio de las válvulas, la eliminación del aire se logra cuando se llenen las tuberías de agua lentamente.

Para realizar la prueba deben estar las válvulas cerradas. La bomba se conectará al sistema y cuando se haya alcanzado la presión a la cual se someterá se debe mantener esta, por un período no menor de 3 horas, cuando la bomba esté conectada y se esté aplicando la presión de prueba, la supervisión debe observar las uniones entre accesorios, juntas con diferentes tipos de válvulas y otras piezas del sistema trabajen sin fugas.

Tabla I. **Tabla de fugas tolerables para pruebas de presión**

<b>Presión de prueba kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Fugas máximas por centímetro de diámetro del tubo litros/24hr/kg</b>
10.5	94
8.75	86
7	77
5.25	66
3.5	54

Fuente: elaboración propia.

Las fugas se deben medir y estar dentro del límite tolerable según la tabla I. Las fugas existentes se deben arreglar, para evitar pérdidas de presión. Los tramos en los cuales se realicen las pruebas no deben exceder de 400 metros, se chequearán los accesorios entre cada cruce y cruce.

En ningún momento debe bajar la presión manométrica prescrita en los planos y especificaciones.

#### **4.6. Normativa internacional y su aplicación en el asentamiento Israel**

Se ha procurado acudir a las fuentes más reconocidas en el medio a través de la internet y de manuales de fabricantes y de organismos reguladores como la AWWA, ASTM, ASME, ISO, UNE, AyA, ANDA, CEPIS, API, CEDEX, AMANCO, DURMAN ESQUIVEL, entre otros, cuyos resultados se exponen a continuación:

#### **4.6.1. American Waterworks Association (AWWA)**

Norma AWWA C605 - 942– AWWA Standard for Underground Installation of Polyvinyl Chloride (PVC) Pressure Pipe and Fittings for Water (Instalación Enterrada de Tuberías y Accesorios de PVC para Agua Potable a Presión), establece que si la prueba de presión y de fugas se efectúan simultáneamente, tal es el caso acostumbrado en Guatemala, la presión de prueba debe ser el 150 % de la presión de trabajo en el punto de la prueba; pero no menos que el 125 % de la presión normal de trabajo en el punto más alto, con una duración de la prueba de 2 horas. Asimismo, establece que la presión de trabajo está definida como la presión máxima de operación sostenida esperada y en ningún caso se debe permitir que la presión de prueba exceda la presión de diseño de la tubería.

#### **4.6.2. American Society For Testing Materials (ASTM)**

Tiene 2 normas relacionadas al tema de esta investigación.

#### **4.6.3. ASTM D 2774 -08 practice for underground installation of thermo plastic pressure piping**

Arto. 11.2 - La Norma ASTM D2274 - 08 establece que en ausencia de regulaciones locales, debe presurizarse la tubería a 150 % de la presión de operación de diseño del sistema; pero no menos de 15 psi y sin exceder la presión de clase de la tubería y debe ser medida en el punto más bajo del tramo de prueba. No define la duración de la prueba.

ASTM F0645 - 04 guide for selection, design and installation of thermo plastic water pressure piping systems. Esta Norma agrega las Cédulas 40 y 80 a la ya conocida serie SDR en el ámbito nacional.

Arto. 5.1 - Sobre la presión de clasificación recomendada agrega que ella está basada en consideraciones normales de operación, razonables procedimientos de instalación, buen manejo, buena mano de obra, temperatura de operación debajo de 27 °C y picos probables de encontrar a velocidades de 5 pps (1,5m/seg).

Arto. 5.2 - La presión total en el sistema (operación más picos o golpe de ariete) en ningún momento debe exceder el 150 % de la presión de clasificación del sistema.

Arto. 5.3 - La presión máxima de clasificación permite cierto incremento de presión por picos y golpe de ariete; pero si se considera probable que se vayan a producir picos y golpes de ariete excesivos, deben proveerse mayores márgenes de capacidad y de protección de la tubería.

Arto. 15.2 Igual al Arto. 11.2 de la Norma ASTM D2774 - 08 descrito más arriba.

#### **4.6.4. La Norma B.31.4 de la American Society of Mechanical Engineers (ASME)**

Establece que: “toda porción de un sistema entubado que será operado a una presión superior al 20 % del esfuerzo de fluencia mínimo especificado (SMYS) de la tubería debe ser sometido a una presión de estanqueidad

hidrostática equivalente al 125 % de la presión interna de diseño en cualquiera de sus puntos durante al menos 4 horas.”

La norma B.31.3 Sección 345, especifica que las tuberías a presión enterradas para conducción de gas y petróleo deben ser probadas al menos al 125 % de la presión de operación máxima en cualquier punto de toda la longitud.

La American Petroleum Institute (API), Norma 1110, aplica la Norma ASME B.31.4.

#### **4.6.5. La International Standarization Orgnization (ISO)**

No se tuvo acceso a la información detallada de la Norma ISO 11298 - 1:2010. Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks - - Part 1: general. Esta norma especifica los requerimientos y métodos de prueba para los sistemas de tuberías plásticas para ser usadas en la renovación de redes de agua potable enterradas, que transportan agua para el consumo humano. Es aplicable a las tuberías y accesorios, tanto de manufactura como en sistemas instalados.

#### **4.6.6. El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS)**

En el documento especificaciones técnicas para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural, Lima 2004, establece que la prueba de presión debe ser en dos etapas: a zanja abierta y a zanja tapada. En la zanja abierta, la presión de prueba debe ser 1,5 veces la presión nominal de la tubería por un período mínimo de 2 horas; mientras que la presión

a zanja tapada, con todos los tramos de prueba unidos entre sí, la presión de prueba será la presión nominal de la tubería durante 1 hora. La presión nominal la define como la presión interna de identificación del tubo.

**4.6.7. La Norma Chilena NCh 1360. Of84 (NORMA CHILENA NCh1360.Of843)**

Especifica la Presión de Prueba (Pp) en función de la Presión Nominal (Pn) para dos rangos::

$$P_n \leq 1 \text{ MPa } P_p = 1,5 P_n$$

$$P_n > 1 \text{ Mpa } P_p = P_n + 0,5 \text{ MPa}$$

Donde:

Pn = presión nominal de la tubería especificada por el fabricante como presión máxima de trabajo.

Pp = presión de prueba.

Duración de la prueba, según el diámetro (D), aplicable para tuberías de acero soldado y hierro fundido:

$$D \leq 200\text{mm } T = 3 \text{ horas}$$

$$250\text{mm} \leq D \leq 400\text{mm } T = 6 \text{ horas}$$

$$D > 400\text{mm } T = 12 \text{ horas}$$



Para tuberías de asbesto cemento, T = 24 horas.

Esta versión de la Norma NCh1360.Of84 no especifica la Presión de Prueba para tuberías plásticas.

#### **4.6.8. El Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)**

Se utilizó en el el asentamiento Israel una licitación reciente de rehabilitación de un sistema de agua potable la especificación técnica que dice así: “después de que la tubería haya sido instalada y parcialmente llenada y con las juntas descubiertas, deberá someterse a la prueba de presión hidrostática, (que) consiste en la aplicación, por 30 minutos como mínimo, de una presión del 50 % de la presión de trabajo del material de la tubería instalada (mediante una bomba conectada a la tubería).<sup>1</sup>

#### **4.6.9. La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico de la República de Colombia (CRA)**

En su Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. B.7.8.2, dice: “una vez finalizada la instalación de las tuberías de la red de distribución, debe llevarse a cabo una prueba de estanqueidad de esta. La prueba consiste en aplicar por medio de una bomba de émbolo, provista de un manómetro, la presión hidrostática máxima de trabajo de la tubería y medir los escapes en el sector considerado como por medio de un medidor instalado para tal fin”.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Sanaa, <http://www.sanaa.hn/>. Consulta: 12 de enero de 2013

<sup>2</sup> Saneamiento básico, <http://www.cra.gov.co/>. 14 de marzo de 2013

#### **4.6.10. La Norma NIO - 0609 (ECOPETROL)**

Establece que la presión de prueba hidrostática en cualquier punto de la tubería no debe ser inferior al 125 % de la presión de operación en cualquier punto, sin exceder el valor de presión de prueba hidrostática máxima indicado en el PIPING CLASS VIT.

#### **4.6.11. AMANCO**

El Manual Técnico de AMANCO recomienda mantener una presión de 150 PSI durante 2 horas. No toma en cuenta la presión de diseño de la tubería.

#### **4.6.12. Durman Esquivel**

El Manual Técnico General de Durman Esquivel establece que: en una línea debidamente diseñada, las sobrepresiones pueden mantenerse a niveles mínimos con el empleo de válvulas de alivio, válvulas de llenado/cerrado lento y otros controles. Un exceso de 3,5 kg/cm<sup>2</sup> (50 psi) sobre la presión de operación de diseño usualmente es suficiente para la prueba de presión, pero en ningún caso esta presión debe exceder la presión de trabajo de la tubería y/o de los accesorios conectados a ella, la que sea menor.

#### **4.7. Especificaciones para el cuidado y mantenimiento de un pozo**

El supervisor debe observar que los ademes (método de defensa y sostenimiento de excavaciones) sean correctamente colocados, para evitar que las formaciones inestables se derrumben. Los rellenos hacen que el agua fluya libre de arena, las dimensiones de las ranuras para los cedazos o para las tuberías, deben basarse en análisis mecánicos de muestras cuidadosamente

seleccionadas de la formación del acuífero que se va a explotar. Si la ranura es grande, el pozo puede dejar pasar arena cuando se bombea, si es pequeña, se puede tapar con materiales finos, reduciendo el rendimiento del pozo.

Los pozos recientemente construidos deben desinfectarse para neutralizar la contaminación causada por equipos, materiales o drenajes superficiales que se hayan introducido durante la construcción o reparaciones que se hayan efectuado. El pozo debe desinfectarse inmediatamente después de la construcción o de alguna reparación. Un procedimiento efectivo y económico para desinfectar, consiste en utilizar hipoclorito de calcio que contenga aproximadamente 70 % de cloro disponible o algún otro sistema que la supervisión autorice y apruebe.

Cuando no se disponga de hipoclorito de calcio, pueden utilizarse otras fuentes de cloro disponible, como el hipoclorito de sodio. Este producto, que se encuentra comúnmente como blanqueador de utilización casera tiene 5,25 % de cloro disponible, el cual puede diluirse con dos partes de agua, para obtenerse la solución requerida.

#### **4.8. Desinfección de tuberías instaladas**

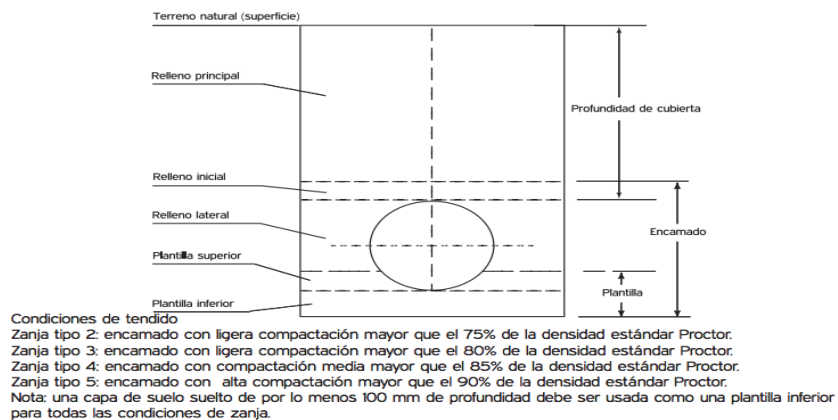
La tubería instalada en un proyecto, puede contaminarse al estar en contacto con el suelo, en el manejo del agua o simplemente cuando está almacenada. Cuando se hacen las pruebas de presión en las tuberías, estas se llenan con agua la cual puede estar contaminada sin que la supervisión se dé cuenta. Es necesario que antes de poner en servicio los ramales de tubería instalados en el proyecto, deben desinfectarse para garantizarle al consumidor agua pura, limpia y sin ningún tipo de contaminación.

Para desinfectar un ramal de tubería instalado, el supervisor debe circular agua a través de la tubería a una velocidad de 0,75 a 0,90 m/s. Y se logra que se eliminen todas las bacterias peligrosas al organismo humano, o para eliminar cualquier sedimento que pudiera haberse recogido durante las operaciones con agua cruda.

#### 4.9. Relleno y compactación de zanjas

Los materiales para relleno a cada lado de la tubería, en el ancho de la zanja y a una altura de 30 centímetros arriba de la parte superior de la tubería, deberá ser tierra compactable o material granular escogido de excavación, o de origen elegido por el contratista y no deberá contener terrones, piedras, trozos de arcilla sumamente plástica, ni otro material objetable que pueda dañar la tubería. El material demasiado grande, en caso de estar presente, tendrá que ser extraído en su lugar de origen, excepto cuando el ingeniero supervisor ordenase otra cosa.

Figura 8. Condiciones de tendido de tubería



Fuente: elaboración propia con programa de AutoCad.

Cuando la parte alta de la tubería esté al nivel o más baja de la parte superior de la zanja, el material de relleno deberá ser puesto cerca del contenido óptimo de humedad y compactado en capas que no excedan de 15 centímetros una vez apisonado, en ambos lados y hasta una altura de 30 centímetros en la parte alta de la tubería. El relleno deberá ser subido uniformemente en ambos lados de la tubería en toda la longitud requerida.

La compactación hasta la densidad especificada en los planos o en todo caso por la supervisión, deberá obtenerse mediante el uso de pisones mecánicos o alguna otra forma aprobada por la supervisión.

#### **4.10. Sistemas de almacenamiento de agua**

Por lo general, se utilizan tres tipos de instalaciones para almacenamiento de agua: tanques enterrados, semienterrados y elevados, según sean las condiciones topográficas del lugar.

Cuando se utilizan, como fuentes, aguas del subsuelo, los acuíferos explotados por uno o más pozos constituyen zonas naturales de almacenamiento, lo que precisa que en estos casos se requieran únicamente pequeñas instalaciones para el almacenamiento.

En el caso de sistemas de abastecimiento relativamente pequeños, las instalaciones de almacenamiento pueden construirse utilizando hormigón, acero, mampostería (ladrillo o block), en caso de tanques enterrados o semienterrados. A estas instalaciones de almacenamiento se debe dar el mismo tratamiento que a las cisternas.

Con fines de impermeabilización, no se recomienda el asfalto ni el alquitrán en las superficies interiores del tanque, debido al sabor desagradable que propagan y a la posibilidad de alguna reacción inconveniente a la salud. Para los tanques de metal existen algunas especificaciones relacionadas con la pintura con que estos deben cubrirse.

Los tanques de almacenamiento de agua potable deberán estar cubiertos y contruidos, de tal modo que eviten la suciedad en el contenido. Para cualquier tipo de tanque, en general es requisito colocar mallas o tamiz en cualquier abertura, con el objeto de evitar el acceso a roedores, arañas, cucarachas, pequeños animales, mosquitos, moscas y otros insectos pequeños.



## **5. BORDILLOS Y BANQUETAS**

### **5.1. Tipos de bordillo**

Es una estructura diseñada para resistir cargas de compresión y de impacto, sirven como un borde seguro para la capa de rodadura que no permitirá que la misma se empiece a deteriorar por las orillas por acción del agua, a continuación se hace mención de varios tipos de bordillos de concreto, según la construcción o la función:

#### **5.1.1. Bordillo para pavimento de concreto**

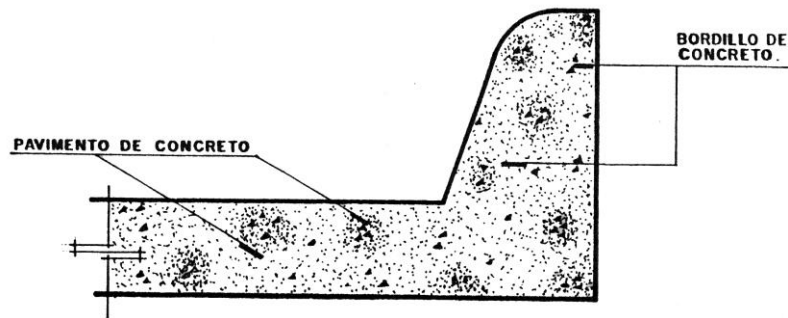
Esta clase de bordillo normalmente se construye de concreto no reforzado y la elaboración deberá realizarse al mismo tiempo que se fundan las planchas del pavimento. La fundición del bordillo debe ser simultánea al fundir el pavimento y sobre este.

Si el pavimento es rociado con algún curador químico para evitar la pérdida de humedad del concreto, no deberá permitirse que el bordillo se funda después de esto, porque la unión monolítica que se espera no se dará.

Para esto, se debe fundir el bordillo primero y después rociar el curador sobre el pavimento y bordillo.



Figura 9. **Bordillo para pavimento de concreto**



Fuente: elaboración propia con programa de AutoCad.

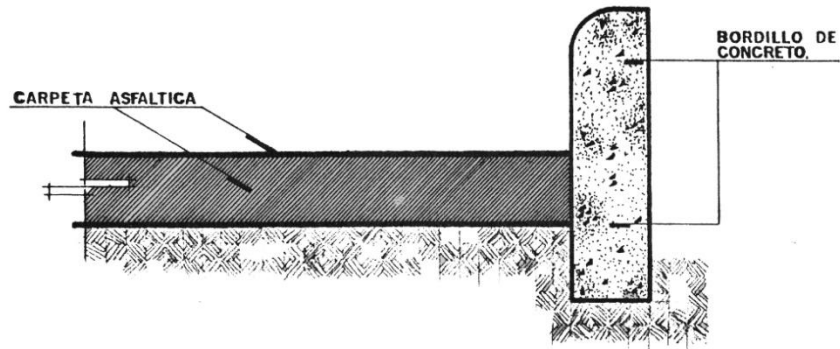
### 5.1.2. **Bordillo para pavimento de asfalto**

El bordillo de esta clase se podrá construir de concreto reforzado o no reforzado. Este, a diferencia del bordillo para pavimento de concreto, se construirá antes de la colocación de la cuenta asfáltica, para que cuando se construya la carpeta haya alcanzado la resistencia requerida.

Este tipo de bordillo deberá tener una profundidad de por lo menos el espesor de la carpeta (según diseño) y estará fundido sobre el material firme y nivelado, de encontrarse material suave, se deberá remover y colocar en el lugar material adecuado y debidamente compactado.

Los bordillos con refuerzo, serán idénticos a los anteriores a diferencia que estos llevarán un refuerzo de acero consistente en 1 o 2 varillas en el sentido longitudinal.

Figura 10. **Bordillo para pavimento de asfalto**

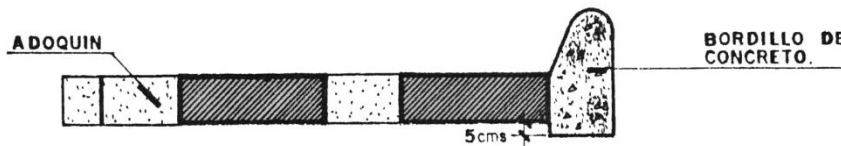


Fuente: elaboración propia con programa de AutoCad.

### 5.1.3. **Bordillos para pavimento de adoquín**

Este bordillo, de concreto no reforzado, se funde cuando el adoquín se ha colocado. La fundición se hace sobre la base dejando también una profundidad más baja que la del rostro inferior de los adoquines para que actúe como diente, de manera semejante al bordillo para asfaltos. El bordillo debe fundirse directamente en contacto con la última hilera de adoquines para que queden ligados.

Figura 11. **Bordillo para pavimento de adoquín**



Fuente: elaboración propia con programa de AutoCad.

## 5.2. Construcción de bordillo

Para una buena construcción de bordillos se debe considerar lo siguiente:

### 5.2.1. Preparación de la superficie de fundición

La superficie de fundición o de asiento del bordillo deberá construirse de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicados en los planos y especificaciones o establecidos por la supervisión. La excavación y relleno se harán hasta los niveles requeridos, en tal forma que la base del bordillo se apoye sobre una superficie lisa, firme y compactada.

Los materiales suaves debajo de la superficie de fundición del bordillo deberán removerse para colocar en el lugar, materiales adecuados bien compactados. La superficie donde se apoyará el bordillo deberá humedecerse y compactarse antes de la construcción del bordillo.

### **5.2.2. Formaletas**

Las formaletas para la construcción del bordillo serán de madera, metal o de cualquier otro material especificado. Deberán tener una altura igual al alto total del bordillo. Las formaletas serán rectas, libres de deformaciones, resistentes para soportar la presión del concreto sin desplazamiento.

Las formaletas de madera deberán cepillarse del lado de contacto con el concreto. El espesor no será menor a 1 5/8 de pulgada después de cepilladas, no se permitirá el uso de formaletas torcidas, deformadas o que no tengan el borde superior liso.

Las formaletas deberán mantenerse rígidas en el lugar por medio de abrazaderas, separadores, puntales y puntas de hierro, para mantener el alineamiento y pendientes especificadas; se limpiarán y se recubrirán con una película de aceite antes de la fundición.

Estas deben estar en el lugar durante 24 horas o hasta que el concreto haya fraguado lo suficiente como para permitir que estas se remuevan sin dañar el concreto del bordillo.

### **5.2.3. Colocación del concreto**

El concreto deberá ser dosificado, mezclado y colocado sin segregación en las formaletas, para obtener la calidad y resistencia especificada. La compactación del concreto colocado en las formaletas se hará por vibración u otro método normal.

Antes de la remoción de las formaletas y con el concreto fresco la superficie superior del bordillo deberá ser acabada y alisada. Inmediatamente, la cara frontal, la parte superior y orillas anterior y posterior del bordillo serán acabadas, alisadas y redondeadas adecuadamente. No se permitirá aplicar repello o cernido a los bordillos para el acabado y alisado.

#### **5.2.4. Secciones y juntas de expansión**

El bordillo deberá construirse en secciones uniformes, separadas por juntas cada cierta cantidad de metros, teniendo en cuenta que estas juntas solo se construyen debido a la construcción y expansión del concreto. Cuando el bordillo se construye para pavimentos de concreto, estas juntas deberán hacerse coincidir con las juntas del pavimento. Se dejarán juntas también en el inicio y finalización de curvas pronunciadas. Las juntas de expansión podrán construirse de 1,5 centímetros de ancho y se rellenarán con materiales normados.

#### **5.2.5. Curado y relleno**

Después de la operación de acabado y alisado, el bordillo se mantendrá en saturación por tres días para el curado. Se podrán utilizar también aditivos especiales para el curado del concreto, para esto el supervisor deberá observar que el aplicado del producto se haga en forma correcta las indicaciones.

Después de que el bordillo haya fraguado lo suficiente, el frente y atrás del bordillo deberán rellenarse con materiales adecuados, hasta los niveles especificados.

El relleno del bordillo es importante que se realice ya que de lo contrario podría causar su fracturamiento, por el tipo de cargas al que estar expuesto a esta forma.

### **5.3. Tipos de banquetas**

Las banquetas se construyen por lo general de concreto no reforzado, aunque en algunos casos se podrán elaborar con diferentes materiales, tales como el ladrillo, la piedra laja y otros materiales que siempre, deberán ser aprobados por el supervisor con base en los ensayos de laboratorio o en algún caso experiencias pasadas.

Estas banquetas se deberán ajustar a las especificaciones y cumplir con todos los requerimientos técnicos.

#### **5.3.1. Banquetas con área verde**

Las banquetas con área verde se podrán aprovechar como disfraz de tapaderas de cajas de registro para drenajes, agua potable o de cualquier otro ducto que necesite tener cajas de registro en el área verde de la banqueta, con el fin de lograr un acabado más uniforme a lo largo del área de circulación de los peatones. Este requerimiento no es obligatorio a no ser que en el contrato o en planos se especifique.

### **5.4. Construcción de banquetas**

Las banquetas de concreto no reforzado se construirán según planos o lo que indique la supervisión. La banqueta se fundirá sobre un asiento preparado y compactado (90 % Proctor modificado), o de acuerdo con las especificaciones.

Se construirá de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y perfiles longitudinales indicados en los planos o establecidos por el supervisor.

La conformación del asiento o suelo de fundición para la banqueta se hará conforme el renglón de excavación común y de relleno especial, según el caso, para obtener con esas operaciones una fundición firme, conformada y compactada para colocar las losas de concreto. Los materiales suaves y flojos en el suelo de fundición para la banqueta deberán reemplazarse antes de la colocación del concreto.

#### **5.5. Formaletas**

Las formaletas deberán ser de madera, metálicas o de materiales apropiados deberá contener el espesor total del concreto especificado, deberá estar recta, libre de deformaciones y compacta para resistir la presión del concreto sin que haya desplazamientos. También deberá asegurarse en el suelo perfectamente para mantener los alineamientos horizontales y verticales correspondientes, estas deberán estar limpias y convenientemente cubierta con aceite o similar antes de la fundición y retirarlas hasta que el concreto tenga la resistencia apropiada.

#### **5.6. Colocación del concreto**

La fundición del concreto se hará en tramos alternados del ancho especificado para la banqueta y de más o menos 1 metro de longitud. El suelo de fundición deberá humedecerse ligeramente antes de la fundición. El concreto deberá terminarse con arrastres adecuados y no deberá aplicarse repellos o cernidos para la terminación. Las juntas de construcción se harán a tope, pero

cada 5 o 10 metros, según normas, se dejen juntas de expansión con una separación de 1,5 centímetros.

Las juntas se llenarán en todo el ancho y espesor con una mezcla de granza y cal hidratada o en la forma que indique el supervisor. El concreto deberá dejarse curar como mínimo 72 horas, durante ese período la banqueta se mantendrá húmeda y no se permitirá el paso peatonal y vehicular.





## **6. PAVIMENTOS**

### **6.1. Subrasante**

Es la capa del terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento. Se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga que corresponde al tránsito previsto. Esta puede estar formada en corte o relleno, ya compactada deben quedar las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

También se le denomina al suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural de un pavimento. En la década del 40, el concepto de diseño de pavimentos estaba basado en las propiedades ingenieriles de la subrasante. Estas propiedades eran la clasificación de suelos, plasticidad, resistencia al corte, susceptibilidad a las heladas y drenaje. Desde las postrimerías de la década del 50, se puso más énfasis en las propiedades fundamentales de la subrasante y se idearon ensayos para caracterizar mejor a estos suelos. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el CBR, compresión simple son reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas tales como el ensayo del módulo resiliente, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones.

Las propiedades de los suelos pueden dividirse en dos categorías:

- ✓ Propiedades físicas: son usadas para selección de materiales, especificaciones constructivas y control de calidad.
- ✓ Propiedades ingenieriles: dan una estimación de la calidad de los materiales para caminos. La calidad de los suelos para subrasantes se puede relacionar con el módulo resiliente, el módulo de Poisson, el valor soporte del suelo y el módulo de reacción de la subrasante.

El espesor del pavimento dependerá, de la calidad de la subrasante, por lo que es recomendable que sea resistente, incompresible (llegue al nivel máximo de compactación) e inmune a cambios por humedad. Son ideales los materiales granulares, con porcentajes de hinchamiento que cumplan con la Norma AASHTO T 193. Durante la construcción, un espesor equivalente a la subrasante deberá escarificarse, homogeneizarse, mezclarse, conformarse y compactarse totalmente, hasta alcanzar la densidad máxima definida en la Norma AASHTO T180.

## **6.2. Subbase**

Se encarga de soportar y distribuir uniformemente las cargas aplicadas en la rodadura de pavimento, debe ser capaz de controlar los cambios de volumen y elasticidad, que puedan dañar el pavimento. Esta sirve como capa de drenaje y controla la capilaridad, lo que protege la estructura de pavimento, en la construcción se recomienda el empleo de materiales granulares y en los pavimentos flexibles esta capa sirve como material de transición.

El material de la subbase debe tener un ensayo de CBR mayor que el de la subrasante y el espesor puede variar por tramos, de acuerdo con calidad. Para la construcción se verificará que los materiales cumplan con la Norma

AASHTO T-193 sobre una muestra saturada según la Norma AASHTO T180, sin bloques mayores que 2/3 del espesor de la capa, verificando el IP según la Norma AASHTO T-90 y límites según la Norma AASHTO T89, además de estar libre de impurezas. Se colocan en capas de 20 cm máximo, homogenizadas, conformadas y compactadas, hasta alcanzar la máxima densidad.

### **6.3. Base**

Es la que distribuye las cargas a la subbase, por lo que se la debe construir con piedra triturada y mezclada con material de relleno, o bien con suelo y grava. La estabilidad dependerá de la graduación de las partículas, la forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión, por lo que el material debe cumplir con las Normas AASHTO T193, AASHTO T180 y AASHTO T 193; estar libre de impurezas orgánicas, y la porción retenida en el tamiz 4, debe cumplir con la prueba de desgaste AASHTO T96. Por su parte, el porcentaje que pasa la malla 40, debe cumplir con los límites indicados en la Norma AASHTO T90 Y la Norma AASHTO T89 y el porcentaje que pasa la malla 200 debe ser menos del 50 % que pasa en el tamiz 40.

Durante su construcción, si el espesor de la base es mayor que 20 cm, la compactación se hará por capas no mayores de 20 cm ni menores a 10 cm, humedeciendo la superficie de contacto entre ellas.

En el caso de los materiales estabilizados, las características mecánicas cambian y se incrementa significativamente el módulo de resiliencia. Se deberán realizar estudios de laboratorio para determinar las cantidades y límites razonables a utilizar.

Una base estabilizada se compone de grava, materiales de relleno y productos estabilizadores como cemento portland, cal y materiales bituminosos.

#### **6.4. Capas de rodadura**

Esta capa conforma la parte superficial del pavimento, por lo que está sometida a la intemperie y contacto directo con los neumáticos; es la que está sometida a un mayor número de exigencias, debiendo ser resistente, impermeable, antideslizante y duradera.

La capa de rodadura es uno de los aspectos más delicados en el diseño de un firme suelo ya sea de nueva construcción o de rehabilitación. La rodadura es, en gran medida, la encargada de transmitir seguridad y comodidad a los usuarios. La selección de la rodadura más adecuada pasará, además de la aplicación de la normativa, por un análisis de criterios económicos, técnicos y, cada vez más, medioambientales.

En este sentido existen empresas como un referente en el sector de la fabricación y suministro de áridos para capas de rodadura, los cuales por las características son muy demandados en las obras de construcción y mantenimiento de aeropuertos, autovías y autopistas.

Las diferentes granulometrías fabricadas permiten al consumidor un amplio abanico de posibilidades de utilización en los diferentes tipos de mezclas bituminosas utilizadas en la actualidad y exigidas por las diferentes administraciones públicas.

#### **6.5. Pavimentos rígidos**

Los factores que afectan el espesor de un pavimento rígido, son el nivel de carga que ha de soportar, es decir, el tipo y cantidad de vehículos que pasaran sobre él, el modulo de reacción del suelo de apoyo y las propiedades

mecánicas del concreto. Por lo general el pavimento consta de dos capas; la base que puede ser la subbase y la losa o superficie de rodadura de concreto hidráulico.

Ante todo se debe conocer que los pavimentos flexibles son aquellos que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas. Está compuesto por una delgada capa de mezclas asfálticas, colocada sobre capas de base y subbase, generalmente granulares.

En tanto que los pavimentos rígidos: son aquellos formados por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la subrasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es autoresistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.

En función a lo señalado anteriormente se puede diferenciar que en el pavimento rígido, el concreto absorbe gran parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre el pavimento, mientras que en el pavimento flexible este esfuerzo es transmitido hacia las capas inferiores (base, subbase y subrasante).

Entre los principales requerimientos para la construcción de pavimentos rígidos se tiene:

- ✓ Requisitos de los materiales
- ✓ Dosificación
- ✓ Equipos necesarios
- ✓ Procedimiento constructivo
- ✓ Juntas de concreto

- ✓ Sellos de juntas.
- ✓ Prevención y corrección de defectos

Antes de construir la losa de concreto que va a representar el pavimento rígido, se debe acondicionar la base de apoyo mediante el siguiente procedimiento:

- ✓ Se escarificara la base del terraplén hasta 20 centímetros.
- ✓ Se coloca el material apilonado a lo largo de la carretera.
- ✓ Con una motoniveladora se tumba el material apilonado, formando un camellón a lo largo de la carretera.
- ✓ Mezclar material e incorporar la humedad optima y compactar, aplicando la siguiente ecuación:  $\text{humedad óptima} = \text{humedad del agregado} + \text{humedad higroscópica del material}$ .
- ✓ Colocación de capas sueltas que al compactarla quedan con un espesor de 20-30 centímetros. La compactación se hace por capas, por ello se debe escarificar la capa inmediata inferior 5,00 centímetros, para lograr un buen adosamiento entre la capa inferior y superior evitando así planos de falla.
- ✓ En la última capa debemos darle a la sección transversal una pendiente de 2 %, esto con el fin de garantizar que el espesor de la capa del pavimento sea igual en toda la sección transversal de la carretera. Esto se hace con una motoniveladora, la cual hace el perfilado y el acabado o conformación final se realiza con el compactado de rodillo liso; la tolerancia admisible será de  $\pm 3$  centímetros con respecto a la cota del proyecto.

Para el acondicionamiento de la superficie de apoyo y lograr que la misma sea eficiente, se utilizan los siguientes equipos:

- ✓ Motoniveladoras y equipos complementarios.
- ✓ Compactadora vibradora o aplanadora de ruedas neumáticas autopropulsada.
- ✓ Camiones volteo.
- ✓ Camiones tanque.
- ✓ Herramientas generales de trabajo.

Acondicionada la base de apoyo se procede a la colocación del acero de refuerzo el cual absorberá los esfuerzos a tracción, el mismo puede ser malla electrosoldada (Malla Trukson) o cabillas empalmadas. Cuando a lo largo de la vía no hay elementos como bocas de visitas se coloca malla Trukson a lo largo y al diámetro seleccionado según las cargas que transitan o transitarán por la vía, en tanto que si hay elementos se hace el armado con cabillas a la sección que encierra el elemento para el posterior vaciado.

Luego sobre la base compactada, la que deberá estar limpia, se recomienda aplicar una membrana asfáltica del tipo MC-30 o similar, con el objetivo de crear un puente de adherencia entre la base y el concreto fresco.

Además, sirve para minimizar problemas de alabeo de losas y evitar la pérdida de agua de amasado. Deberán verificarse los requisitos topográficos, ya sea de la base, como así mismo del trazado, pendientes y peraltes, una vez colocado se deja entre 24 horas y 48 horas al aire libre, para la evaporación de los volátiles.



Posteriormente se hace el vaciado del concreto, y el mismo se hace por paños, los cuales están previamente encofrados; la composición del concreto dependerá de cómo se vaya a efectuar el encofrado.

El concreto debe cumplir con dos propiedades fundamentales como lo son el módulo de resistencia a la ruptura y modulo de elasticidad.

## **6.6. Pavimentos flexibles**

Se denomina pavimentos flexibles a aquellos cuya estructura total se deflecta o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El uso de pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parqueos.

La construcción de pavimentos flexibles se realiza a base de varias capas de material. Cada una de las capas recibe cargas por encima de la capa. Cuando las supera la carga que puede sustentar traslada la carga restante a la capa inferior. De ese modo lo que se pretende es que poder soportar la carga total en el conjunto de capas.

Las capas de un pavimento flexible que conforman un suelo se colocan en orden descendente en capacidad de carga. La capa superior es la que mayor capacidad de soportar cargas tiene de todas las que se disponen. Por lo tanto la capa que menos carga puede soportar es la que se encuentra en la base. La durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años y normalmente suele tener una vida útil de 20 años.

Las capas de un pavimento flexible suelen ser: capa superficial o capa superior que es la que se encuentran en contacto con el tráfico rodado y que

normalmente ha sido elaborada con varias capas asfálticas. La capa base es la que está debajo de la capa superficial y está normalmente construida a base de agregados y puede estar estabilizada o sin estabilizar. La capa subbase es la que se encuentra inmediatamente debajo de la capa base. En muchas ocasiones se prescinde de esa capa subbase.

Los materiales bituminosos empleados en la construcción de pavimentos, son el asfalto y el alquitrán, en estos pavimentos las cargas del tránsito se distribuyen a través de las diferentes capas, en tal forma que los esfuerzos en el suelo de la subrasante sean los mínimos aceptables. En el medio de la construcción de pavimentos flexibles se utilizan los asfaltos de fraguado lento (S.C.), fraguado medio (M.C.) y fraguado rápido (R.C.)



## 7. FUNCIONES DEL SUPERVISOR

### 7.1. Control de la programación

Una de las ventajas que se argumenta para la ejecución de los trabajos de urbanización por contrato, es que al realizarse de este modo, las obras se ejecutan en menor tiempo o en el tiempo previsto que si se hicieran sin esta modalidad, por la serie de problemas como:

- ✓ Los plazos y tiempos son fijados a la palabra
- ✓ Personal informal
- ✓ Falta de compromiso escrito con los trabajos
- ✓ Falta en el proceso del trabajo
- ✓ Pagos descontrolados
- ✓ No requerimiento de fianza
- ✓ No requerimiento de finiquitos, entre otros

Problemas que dan la informalidad por falta de contratos, convenios o pactos debidamente definidos y delimitados entre unidad ejecutora y contratista.

Tomando en cuenta lo anterior, una de las funciones principales del supervisor es velar que los trabajos se ejecuten conforme a las bases, especificaciones técnicas, económicas y disposiciones especiales y de conformidad a los planos de diseño en el tiempo convenido en suites; conforme la relación contractual. Para controlar que se cumplan con los programas de trabajo el método más sencillo y tradicional es el Diagrama de Barras o de Gantt. (Ver anexo).

Básicamente este tipo de diagrama se construye y funciona de la siguiente manera:

- ✓ Se deciden las actividades que forman parte del proceso estudiado y la secuencia con que estas deben realizarse.
- ✓ Se determinan estimativamente, ya sea con base en experiencias anteriores o en duraciones medias, máximas o mínimas, los tiempos de duración de cada actividad.
- ✓ Se elabora un cuadro en el que se colocan en la escala de las ordenadas, las actividades decididas, en el orden correspondiente de secuencia, y en la escala de las abscisas o como título de columnas, se coloca una escala de tiempo que comprenda en horas, días, semanas, meses, etc., la duración del proceso considerado.
- ✓ Por cada renglón, se colocan en el cuadro una barra relacionada con la escala de tiempos, cuya longitud indica la duración determinada.
- ✓ Si la distribución de barras, es satisfactoria, este queda como programa definitivo; si hubiera necesidad de acortar o ampliar la duración total del proceso, se hacen los desfases y las reducciones o ampliaciones de las mismas, hasta lograr la duración total requerida.
- ✓ Se sustituyen los tiempos originales por días calendario, siendo el primero de ellos el que se elige para iniciar el proceso.

El diagrama de barras puede dar buenos resultados cuando se trata de procesos pequeños y simples, si se trata de aplicar a procesos más complejos, debido a la dificultad de planificar y representar gran número de actividades, el proceso productivo se divide únicamente en actividades generales, teniendo como consecuencia los problemas siguientes:

- ✓ La planificación y programación de las actividades menores queda a cargo de mandos medios o inferiores, lo cual requiere mayor supervisión.
- ✓ La programación de las necesidades de recursos también resulta muy general, presentándose casos en que puede haber escasez o superabundancia de los mismos.
- ✓ Por este método se mezclan las etapas de planificación y programación, lo cual no da oportunidad de deslindar una de la otra.

## **7.2. Control de pagos**

El control de pagos de los renglones de los trabajos ejecutados es otra de las principales funciones que realiza el supervisor, ya que este aspecto entra en contacto con los intereses financieros, tanto del contratista que ejecuta la obra, como de la entidad contratante o unidades ejecutora.

Luego de aprobar el programa de ejecución de obra, el supervisor procederá a preparar el plan de desembolso o flujo de caja del proyecto. Este plan se prepara en períodos quincenales o mensuales, dependiendo de los volúmenes de trabajo programado que se ejecuten en cada período. Los contratos realizados con el Estado en obras, se proporciona al contratista un porcentaje del 10 al 20 % y en consultorías el 10 % del valor del contrato por concepto de anticipo.

El anticipo es el desembolso que la entidad contratante da al contratista, al inicio de la obra, para que le sirva de capital de trabajo y no tenga este que emplear fondos propios o prestados.

En la autorización de pagos al contratista con cargo al anticipo, el supervisor debe ser cuidadoso al hacerlo, ya que debe verificar que los

comprobantes que le presentan sean de gastos realmente efectuados para la ejecución de la obra.

Al proceder a hacer estimaciones parciales de cobro de los trabajos ya ejecutados por el contratista, el supervisor, a solicitud de este y de acuerdo con los cuadros de cantidades que le presenta, procederá a comprobarlos y compararlos con las medidas y cuantificaciones de las cantidades, que de acuerdo con los controles están ejecutadas satisfactoriamente en la obra. Si lo cuantificado está de acuerdo con lo presentado por el contratista, el supervisor lo aprobará y le dará el tramite respectivo.

Debe también comprobar que la papelería necesaria para la estimación y requerida por la entidad contratante, esté presentada correctamente y que cumpla los requisitos legales necesarios.

Al finalizar la obra después de haberse recibido a satisfacción por la comisión receptora respectiva, esta solicitará al contratista la fianza de sostenimiento de obra, calidad y funcionamiento y la de saldos deudores, previo a la liquidación respectiva.

Antes del trámite al pago de la liquidación, se establecerá si el contratista ha cumplido con los requisitos legales necesarios y que esté solvente con el pago de los trabajadores, con terceros, a los que haya causado algún daño en el proceso de la construcción y con las cuotas patronales a las entidades respectivas. En caso de multas por atraso en la entrega de los trabajos en la fecha estipulada, se imputará el cero punto cinco por millón (0,05 %) por cada día de atraso, se harán los arreglos legales para hacerla efectiva, formando esta parte de la liquidación.

## CONCLUSIONES

1. Los trabajos de urbanización que se piensen desarrollar en un área determinada son bajo lineamientos técnicos y normas legales de los reglamentos y leyes del país.
2. La supervisión de un proyecto es constante y precisa, tener ideas claras y prácticas de los trabajos que se estén supervisando, por lo consiguiente son efectuados por profesionales con experiencia.
3. Los supervisores de obras exigen al contratista que los trabajos físicos que se realicen en campo se cumplan con las bases, especificaciones generales, económicas y disposiciones especiales, así como con los planos respectivos y contratos.
4. Una breve planificación, programación, ejecución, dirección y supervisión son valuartes para la obtención de obras seguras que cumplan efectivamente en la etapa de operación y funcionamiento durante la vida útil.
5. La supervisión en ejecución de obras de infraestructura civil debe ir acompañada de los desembolsos financieros, en función del avance físico.





## RECOMENDACIONES

1. Las observaciones que el ingeniero supervisor haga en la ejecución de la obra, deberán plasmarse en las bitácoras de trabajo y seguimiento respectivos.
2. Para efectos de recepción de cualquier renglón de trabajo es necesario que se revisen las cláusulas contractuales en cuanto a especificaciones y planos de construcción, así como forma de pago.
3. El supervisor es la figura clave en las obras constructivas y debe tener claro la planificación, programación, ejecución, dirección y control.
4. El contratista es el responsable de presentar las estimaciones en orden con la papelería requerida para la autorización de los pagos parciales según el avance de la obra.
5. Para la construcción de obras civiles de Gobierno, se debe seguir lo que estipula la Ley de Contratación del Estado y el Reglamento Decreto 57-92 y Acuerdo Gubernativo 10 56-92.
6. En las excavaciones profundas, tomar las medidas de seguridad, con materiales y equipo adecuado así como cumpliendo normas internacionales de seguridad industrial, para evitar accidentes y la consecuente pérdida de vidas humanas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de Investigación y Estudios Sociales. *Educación ambiental en Guatemala (propuesta)*. Guatemala: ASIES, 1988. 140 p.
2. *Awwa standard for polyvinyl chloride (pvc) pressure pipe and fabricated fittings 4 in. Through 12 in (100mm through 300 mm), for water distribution. USA: Ansi/awwa C900-97. 150 p.*
3. BARRIOS RALON, Juan Carlos. *Manual para supervisión de urbanizaciones*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990. 120 p
4. BERRY, Peter L.; REID. David. *Mecánica de suelos*. Bogotá: McGraw-Hill 1993. 400 p.
5. MIXTO LISTO. *Concrete streets: Typical Pavement Sections and jointing details*. Guatemala: Mixto-Listo. 100 p.
6. NORMA NIC-2000. *Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes. 2000. 250 p.*
7. OLIVERA, Fernando B. *Estructuración de las vías terrestres*. 2a ed. México: CECSA 1996. 250 p.



## ANEXOS

A continuación un ejemplo de contrato negociado:

### CONTRATO DE OBRA CIVIL

En la ciudad de Guatemala, el día martes trece de enero del año dos mil nueve, comparecemos, por una parte Carlos Eddy López Reyes, de cuarenta y ocho, casado, guatemalteco, arquitecto, con domicilio en el departamento de Guatemala, me identifico con la cédula de vecindad número de orden A guión uno (A-1) y de registro seiscientos dos mil trescientos cuatro (602,304), extendida por el Alcalde Municipal de la ciudad de Guatemala, departamento de Guatemala, comparezco en mi calidad de Administrador Único y Representante Legal de la entidad López Allen Arquitectos Constructores, Sociedad Anónima, calidad que acredito con el acta notarial de mi nombramiento, autorizada en esta ciudad el quince de noviembre del año dos mil siete, por el notario IVONNE DAYONARA RODRIGUEZ CORDON, inscrito en el Registro Mercantil General de la República, al número doscientos ochenta y dos mil cuatrocientos treinta y dos(282,432), folio cuatrocientos veintiocho (428), del libro doscientos nueve (209) de Auxiliares de comercio, y quien en el transcurso del presente contrato me identificaré como **“EL O LA CONTRATANTE”**; y, por la otra parte, comparece el señor Cesar Estuardo Gil García, quien dice ser de cuarenta y cuatro años años, de nacionalidad Guatemalteco, Quien desarrolla proyectos de Extensión de líneas eléctricas de alta y baja tensión, con domicilio en el departamento de Guatemala, quien comparece en forma personal y se identifica con la cédula de vecindad número de orden A guión uno ( A-1) y de registro seiscientos setenta y cuatro mil ochocientos doce (674,812), y quien en el transcurso del presente contrato me identificare simplemente como **“EL CONTRATISTA”**; los comparecientes manifestamos ser de los datos de

identificación antes relacionados y hallarnos en el libre ejercicio de nuestros derechos civiles, y por el presente acto celebramos **CONTRATO DE OBRA DE NATURALEZA CIVIL**, contenido en documento privado con legalización de firmas, de conformidad con las cláusulas siguientes: **PRIMERA. ANTECEDENTES:** Manifiesta El Contratante que es una entidad constituida conforme a las leyes del país, y que entre sus actividades principales se encuentra todo lo relacionado con el ramo de la construcción, y que derivado de ello, en la actualidad se encuentra ejecutando en La Aldea Tecomates Municipio de Catarina Departamento de San Marcos, Guatemala la construcción de urbanización Post-Stan, ubicada en el Municipio de Catarina, departamento de San Marcos. **SEGUNDA. DE LOS TRABAJOS:** Continúa manifestando EL CONTRATANTE que desea contratar a una persona individual o jurídica para que ejecute los trabajos de Posteadado y Alumbrado Eléctrico en la Urbanización identificado en la cláusula anterior, y que consisten en: Complementar materiales y mano de obra por el Posteadado y alumbrado eléctrico de dicha urbanización. **TERCERA:** Por su parte EL CONTRATISTA manifiesta que tiene conocimiento de los trabajos a ejecutarse en el proyecto referido y que ha recibido oferta de El Contratante, para la ejecución de los trabajos descritos y sobre el particular expresa que posee la experiencia, conocimientos y personal propio, para la ejecución de dichos trabajos que serán ejecutados a cambio de un precio que se establece más adelante. **CUARTA. DEL CONTRATO DE OBRA:** Las partes convienen que el presente contrato se regirá bajo las siguientes **CONDICIONES:** **a)** EL CONTRATISTA, será el encargado de ejecutar la obra de acuerdo y conforme a las especificaciones, planos y condiciones generales proporcionados por EL CONTRATANTE; **b)** EL CONTRATISTA, ejecutará los trabajos con personal propio, por lo que desde ya libera a EL CONTRATANTE, de cualquier reclamación de tipo laboral que se haga, derivada de los trabajos aquí contratados, siendo EL CONTRATISTA el único responsable ante dichas reclamaciones y del pago de las prestaciones

laborales de los mismos, así mismo, es responsable del pago de traslado y viáticos de los trabajadores que contrate, mismos que deberán estar unidos con este mediante un contrato o relación de trabajo; **c) Materiales y Suministros:** Serán Responsabilidad del Contratista los materiales y suministros para la ejecución de los trabajos aquí contratados serán proporcionados por EL CONTRATANTE, reservándose el derecho de supervisión del uso de los materiales y suministros proporcionados; **d) Supervisión:** EL CONTRATANTE, nombrará a un Supervisor, encargado de supervisar que la obra se ejecute en su totalidad conforme a los planos, condiciones y demás especificaciones acordadas, y en atención a las normas de construcción vigentes en la República de Guatemala. El supervisor estará facultado para suspender en cualquier momento total o parcialmente los trabajos, en el supuesto que EL CONTRATISTA esté ejecutando lo obra de manera distinta a la convenida, lo cual equivaldrá a la rescisión del contrato sin responsabilidad u obligación alguna de EL CONTRATANTE; **e)** Si fuera necesario realizar trabajos extraordinarios a los aquí acordados, estos, serán revisados en su precio y ejecución por el Supervisor, debiendo ser aprobados previamente por EL CONTRATANTE. **QUINTA. DEL MONTO Y PLAZO DEL CONTRATO:** EL CONTRATISTA, ejecutara los trabajos por este acto contratados y de conformidad a las especificaciones requeridas por un monto de ciento cincuenta mil quetzales (Q150,000.00), por el plazo de treinta días que empezará a contar a partir de la presente fecha, por lo que en consecuencia finalizará el día doce de febrero del año dos mil nueve, mismo que podrá darse por finalizado antes de la fecha establecida de conformidad a lo establecido en el presente contrato. **SEXTA. (RESCISION):** Son causas para rescindir el presente contrato, las siguientes: **a)** El incumplimiento de cualquiera de las obligaciones acordadas en el presente contrato; **b)** La negativa de EL CONTRATISTA, para ejecutar la obra de acuerdo a este contrato o con las especificaciones y planos entregados; **c)** La negativa de El Contratista de corregir los errores reportados por El



Contratante o supervisor de la obra; **d)** El hecho que El Contratista no este inscrito como patrono ante el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social – IGSS-, o el personal que emplee para la ejecución de los trabajos derivados del presente contrato no estén protegidos por el seguro social; **e)** Por abandono de los trabajos por tres días consecutivos o no consecutivos, pero dentro de un mismo mes calendario, por El Contratista sin causa justificada, la cual deberá ser presentada dentro de los cinco días siguientes al abandono; **f)** El presente contrato se podrá dar por rescindido sin responsabilidad de las partes, incluso antes del cumplimiento del plazo establecido, por la finalización de los trabajos contratados; **g)** Por disposición unilateral de El Contratante, siendo responsable únicamente del pago de los trabajos pendientes a la fecha de finalización del contrato; y, **h)** Fuerza mayor o desastre no imputable a cualquiera de las partes.

**SÉPTIMA: NATURALEZA DEL PRESENTE CONTRATO.** El presente contrato es una relación de carácter civil entre las partes y en virtud de ello, el vínculo creado del presente contrato no es de naturaleza laboral, en consecuencia de ello, el contratista no estará sujeto a subordinación, dependencia o dirección inmediata de El Contratante, y cualquier diferencia que ocurra entre las partes, sea consecuencia de la aplicación, la interpretación o ejecución del presente contrato será resuelta amigablemente, en caso contrario, será puesta en conocimiento y resolución de un tribunal del orden civil, para ello las partes renunciarnos al fuero de nuestro domicilio y nos sometemos expresamente a la jurisdicción de los tribunales de orden civil de la ciudad de Guatemala, departamento de Guatemala, para ello señalamos como lugar para recibir notificaciones o citaciones la siguiente: a) EL CONTRATANTE señala la segunda calle “A” trece guión cero cuatro de la zona quince de la ciudad de Guatemala, departamento de Guatemala; y b) EL CONTRATISTA señala la tercera avenida Boulevard Principal, Lote catorce Residencial El Valle zona cuatro de Mixco. **OCTAVA.** Las partes manifestamos nuestra conformidad con todas y cada una de las cláusulas del presente contrato, y en fe de lo cual

procedemos a firmarlo en el mismo lugar y fecha de su otorgamiento, en todas y cada una de sus hojas.

F)\_\_\_\_\_

EL CONTRATISTA

F)\_\_\_\_\_

ARQUITECTOS CONSTRUCTORES, S.A.

En la ciudad de Antigua Guatemala, el día trece de enero del año dos mil nueve, como Notario DOY FE, que las firmas que anteceden son auténticas, por haber sido puestas en mi presencia, por los señores: CARLOS EDDY LOPEZ REYES, quien se identifica con la cédula de vecindad número de orden A guión uno y de registro seiscientos dos mil trescientos cuatro, extendida por el Alcalde Municipal de la ciudad de Guatemala, departamento de Guatemala; y por el señor CESAR ESTUARDO GIL GARCIA, quien se identifica con la cédula de vecindad número de orden A guión uno (A-1), y de registro seiscientos setenta y cuatro mil ochocientos doce (674,812), extendida por el Alcalde Municipal de Guatemala, departamento de Guatemala, acto que se deja constancia en la presente acta, y en fe de lo cual firman nuevamente la presente acta de legalización.

F)\_\_\_\_\_

ARQUITECTOS CONSTRUCTORES, S.A.

F)\_\_\_\_\_

EL CONTRATISTA

Fuente: Contrato de obra de la constructora Lopez Allen Arquitectos Constructores, S.A.