



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

CRITERIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CALLES EN URBANIZACIONES HABITACIONALES

JUAN CARLOS PACHECO ROMERO

Asesorado por Ing. Hugo Alexander Rodríguez Guzmán

Guatemala, octubre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CRITERIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CALLES EN URBANIZACIONES
HABITACIONALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN CARLOS PACHECO ROMERO

ASESORADO POR ING. HUGO ALEXANDER RODRÍGUEZ GUZMÁN

AL CONFERÍRSE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EN EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Gabriel Ordóñez Morales
EXAMINADOR	Ing. Arlinton Samuel Marroquín
EXAMINADORA	Inga. Elvia Miriam Luballo Samayoa
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**CRITERIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CALLES EN
URBANIZACIONES HABITACIONALES,**

tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 29 de enero del 2004.

Juan Carlos Pacheco Romero

AGRADECIMIENTOS A:

- **DIOS**, quien da su sabiduría y derrama su gracia para que podamos cumplir los anhelos de nuestro corazón.
- **Universidad de San Carlos de Guatemala**, en especial a la Facultad de Ingeniería, por haberme acogido en sus aulas.
- **Ingeniero Hugo Alexander Rodríguez Guzmán**, por brindarme su apoyo y asesoría para la realización de este trabajo de graduación.
- **Señorita Delmy Julissa Cano Granillo**, por su ayuda incondicional en la elaboración del presente trabajo.
- **Ingeniero Alfredo Granai Pellecer**, por su preocupación e insistencia para que este trabajo fuera una realidad.

ACTO QUE DEDICO A:

- **DIOS**

Por la vida que me ha regalado y porque me permitió llegar a este día y alcanzar esta meta.

- **MIS PADRES**

Roberto Pacheco Morales (QEPD) María del Carmen Romero Pineda y María Luz Pacheco Morales: porque el mejor regalo que me han podido dar es su ejemplo y los valores que me han inculcado y porque me han enseñado a amar a DIOS, a los demás y siempre dar lo mejor de mí mismo.

- **MI ESPOSA**

Claudia Alejandra Cano Granillo, por permanecer constantemente, día a día, en su amor, motivación y apoyo.

- **MIS HIJOS**

María Alejandra y Carlos Roberto, porque ellos son la razón de mi vida.

- **MIS HERMANOS**

Edgar Roberto y Giovanni, por su amor y apoyo en el camino.

- **MI FAMILIA POLÍTICA**

Andrés Gilberto Cano, Ana María Granillo, Marlon, Dana, Alma y Delmy, por su amistad sincera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

1. URBANIZACIONES HABITACIONALES

1.1 Entidades relacionadas al sector vivienda	1
1.1.1 Cámara Guatemalteca de la Construcción (CGC)	1
1.1.2 Asociación Nacional de Constructores de Vivienda (ANACОВI)	4
1.1.3 Fondo de Hipotecas Aseguradas (F.H.A)	5
1.1.4 Fondo Guatemalteco para la Vivienda (FOGUAVI)	12
1.1.5 Ministerio de ambiente y recursos naturales (MARN)	16
1.2 Diseño de urbanizaciones	23
1.2.1 Normativa	24
1.2.2 Análisis de pre-factibilidad de un proyecto habitacional	26
1.2.3 Criterios de distribución de áreas	33
1.2.4 Planos preliminares	37

2. PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

2.1	Planificación de geometría de lotes y sus plataformas	40
2.1.1	Análisis de la topografía del terreno natural	41
2.1.2	Distribución de calles y lotes	43
2.2	Planificación de rasantes	48
2.2.1	Criterios de diseño de niveles de plataformas	48
2.2.2	Pendientes recomendadas	51
2.2.3	Relaciones entre plataformas y rasantes	52
2.2.4	Dobles y triples rasantes	54
2.2.5	Calidad del suelo	56

3. PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

3.1	Definiciones y conceptos de la estructura de un pavimento	61
3.1.1	Subrasante	61
3.1.2	Subbase	62
3.1.3	Base	63
3.1.4	Imprimación	63
3.1.5	Capa de rodadura	64
3.2	Análisis necesarios para determinar la estructura del pavimento	65
3.2.1	Estudio de suelos	65

3.2.2	Tránsito de vehículos	68
3.2.2.1	Consideraciones antes, durante y después	68
3.2.2.2	Evitar fatiga prematura	69
3.3	Obtención de la estructura	70
3.3.1	Tipos de pavimentos	70
3.3.1.2	Pavimento rígido	71
3.3.1.2	Pavimento flexible	73
3.3.2	Requisitos y ensayos de materiales a utilizar	75
3.3.2.1	Requisitos y ensayos de materiales de subrasante	75
3.3.2.2	Requisitos y ensayos de materiales para subbase común	77
3.3.2.3	Requisitos y ensayos de materiales para subbase y base granular	78
3.3.2.4	Requisitos y ensayos de materiales para subbase y base de grava o piedra triturada	80
3.3.2.5	Requisitos y ensayos de materiales para la imprimación	83
3.4	Ejercicio de diseño de pavimento para urbanizaciones habitacionales	86
3.4.1	Ejercicio de pavimento flexible	86

4. PROCESO CONSTRUCTIVO

4.1	Planificación de la etapa de construcción	99
4.1.1	Transitar sobre lo ejecutado	100

4.1.2	Protección de alrededores	103
4.1.3	Contaminación de Superficies	105
4.1.4	Calles alternas	109
4.2	Procedimiento de Campo	110
4.2.1	Colocación de cada una de las capas	110
4.2.2	Problemas que se pueden dar y posibles soluciones	116
4.2.3	Consejos de construcción	118
	CONCLUSIONES	121
	RECOMENDACIONES	123
	BIBLIOGRAFÍA	125
	BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1 Diagrama de la estructura de servicio del FHA	7
2 Diseño de lotes en ambos lados de calle	34
3 Ancho mínimo de calle para urbanizaciones habitacionales de menos de 1,000 personas	44
4 Calle con lotes en ambos lados	45
5 Lotes colindantes en la parte de atrás	45
6 Calles con terminación de plazoleta	46
7 Accesos de áreas cedibles y de servicios	46
8 Lotes colindantes a área de retiro y/o alineación municipal	47
9 Calles con parqueos de visita	47
10 Ejemplo de cuadrículado de topografía	49
11 Nivelación topográfica por líneas de acuerdo a la geometría	50
12 Plataformas perpendiculares a las curvas de nivel	50
13 Cambio de nivel máximo entre plataformas	51
14 Planta y elevación de ubicación de CarPort en casas con calles de pendiente máxima	53
15 Pendientes transversales de calles en urbanizaciones habitacionales	55
16 Estructura típica de pavimento	60
17 Planta de proyecto del ejercicio de pavimento flexible	87

FÓRMULAS

1 Costo unitario de tierra aprovechable	30
2 Costo de publicidad	32
3 Comisión de venta	32
4 Cantidad de lotes por manzana de terreno	41
5 Número estructural de pavimento	91

CUADROS

1 Costo de construcción	30
2 Costo de urbanización –por m ² de área aprovechable–	31
3 Cálculo de áreas en plano de geometría de lotes	38
4 Relación entre ancho de lote y pendiente máxima de calle	53
5 Tipo de graduación para material de subbase o base granular	79
6 Tipo de graduación para material de subbase y base triturada	81
7 Requisitos para el asfalto líquido	83
8 Requisitos de graduación del mineral secante	84

GRÁFICAS

1 Pendientes máximas de acuerdo a longitudes	52
2 Gráfica de valores de CBR	67

FOTOGRAFÍAS

1 Pavimento rígido	72
2 Planta de producción de concreto asfáltico	73
3 pavimento flexible	74
4 Asfalto dañado por tránsito de vehículos de la construcción	101
5 Imprimación dañada por circulación de vehículos	102
6 Pavimento asfáltico terminado sin protección de bordillo	104
7 Pavimento desportillado por falta de planificación	104
8 Calle con zanjeo lateral con infiltración de agua en la estructura	105
9 Contaminación de pavimento por concreto fresco	107
10 Contaminación de pavimento por arcillas	107
11 Contaminación de pavimento por lechadas	108
12 Contaminación de pavimento por residuos	108

GLOSARIO

AASHTO	Conjunto de normas y especificaciones referidas a construcciones viales.
Aditivo	Compuesto químico con características particulares que se agregan a las mezclas de construcción.
Agregado	Material pétreo en forma granular de composición mineralógica que se combina con un material cementante para formar concreto asfáltico.
Altimetría	Estudio y análisis que forma parte de la topografía, la cual estudia los cambios y características de altura de un área geodésica.
Bache	Desintegración total de la superficie de rodadura que puede extenderse a otras capas del pavimento.
Banco de materiales	Ubicación física para explotación de materiales que se utilizan para los capas de la estructura de un pavimento.

Material Bituminoso	Es una sustancia cementante, natural o elaborada a través de un compuesto de hidrocarburos de alto peso molecular, siendo típicos de los asfaltos, breas y betunes.
Casas Ahogadas	Vivienda construida a un nivel más bajo que el nivel de la calle que le da acceso.
Desfogue	Terminación o parte final de una red de drenajes, ya sea pluvial o de aguas negras.
Enlucido	Correspondiente a las mezclas de construcción elaboradas con cal y cemento que sirven para darles el acabado final a las paredes, techos, etc.
Gabarito	Secciones típicas de calles que reflejan las dimensiones horizontales de los componentes que la integran.
Índice de construcción	Relación del área total de construcción y el área de la propiedad.
Índice de ocupación	Relación entre el área de techos y el área de la propiedad.

In-Situ	En un lugar específico en un tiempo específico.
Lote	Fracción de un terreno en donde se construye una unidad habitacional.
Planimetría	Estudio y análisis que forma parte de la topografía, la cual estudia los cambios y características de un área horizontal geodésica.
Rasante	Nivel final de la calle terminada.
Ranurado de concreto hidráulico	Proceso por el cual se corta el concreto endurecido a una profundidad establecida.
Tamiz	Aparato, en un laboratorio, usado para separar tamaños de material en donde las aberturas son cuadradas.

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
Km	Kilómetro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
S	Pendiente
Lts	Litros
Ton	Tonelada
%	Porcentaje
Q	Moneda Quetzales
°C	Grados centígrados
Pa	Pascales
Mpa	Megapascales

RESUMEN

El éxito de una urbanización habitacional depende de varios factores, dentro de los cuales están involucradas las calles y, en tal virtud, es indispensable conocer todos los parámetros que integran la buena realización de las mismas como lo son: técnicos, de planificación de la ejecución, como también normativos y restrictivos.

Para lograr una correcta planificación de un proyecto habitacional es importante, en primer lugar, conocer las instituciones que normarán, especificarán y estarán a cargo de aprobar o recomendar el diseño de la urbanización, siendo las más importantes: las municipalidades, el Fondo de Hipotecas Aseguradas (FHA); el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. También, es necesario conocer cual es la función de las asociaciones especialistas en el ramo de la construcción, como lo son: La Cámara Guatemalteca de Construcción (CGC) y la Asociación Nacional de Constructores de Vivienda (ANACOV); que pueden ser de gran ayuda al momento de planificar y construir un proyecto de viviendas.

Es necesario que, a nivel de ante-proyecto, se tenga un diseño, en el cual se contemple la ubicación de las calles, para conocer las características topográficas en forma exacta, analizando la calidad del suelo de subrasante que soportará la estructura del pavimento, como, también, el conocer los datos de altimetría y planimetría de las calles, procurando que no existan pendientes mayores del 17% en longitudes promedio de 50.00m.

Es necesario realizar un diseño de pavimentos y no proponer una estructura solo con un diseño típico, ya que, cada proyecto varía en intensidades de carga de acuerdo a la planificación en la etapa de construcción y de la carga que transmiten los vehículos pesados de servicio a las viviendas.

En la planificación de la etapa de construcción es de suma importancia conocer y tomar en cuenta que no se recomienda utilizar los pavimentos para el tránsito de los vehículos involucrados en la obra, por lo cual es indispensable antes de comenzar el proyecto, planificar calles alternas o cualquier otra alternativa que minimice el tránsito sobre lo ejecutado y evitar, a través de reglas de obra, la contaminación de cualquier capa del pavimento para no fatigarlo prematuramente.

Es necesario conocer las especificaciones técnicas, los requisitos y ensayos necesarios aplicables a la estructura del pavimentos, ya sea rígido o flexible, para poder construir las estructuras de la mejor manera posible.

OBJETIVOS

- **General**

Dejar un precedente que pueda ser utilizado como una guía para aquellos que, en algún momento, tengan la necesidad de adquirir conocimientos acerca de la planificación y construcción de pavimentos para proyectos habitacionales. A la vez, proveer la información que es necesaria tomar en cuenta en el desarrollo de calles en proyectos de vivienda, dando a conocer, al mismo tiempo, los procedimientos y criterios actuales para la construcción de pavimentos flexibles y rígidos en calles de proyectos habitacionales.

- **Específicos**

1. Enumerar las principales instituciones relacionadas con la construcción de proyectos habitacionales y dejar plasmada sus experiencias y conocimientos respecto a la construcción de calles en las mismas.
2. Conocer los reglamentos y normas actuales, aplicables a la construcción de proyectos habitacionales, donde detalla aspectos relacionados a la planificación y construcción de calles con pavimentos flexibles y rígidos.

3. Enumerar los procedimientos y criterios más comunes utilizados en la planificación de la altimetría y planimetría de calles en proyectos habitacionales.
4. Dar a conocer a los ingenieros de campo y demás personas interesadas las definiciones y conceptos de la estructura de un pavimento y, con estos conocimientos, poder supervisar la construcción de un pavimento.
5. Dar a conocer a los ingenieros planificadores de calles en proyectos habitacionales, los criterios y consideraciones en lo que corresponde a análisis de tráfico y fatiga prematura de un pavimento.
6. Dar a conocer al gremio de constructores de proyectos habitacionales los procedimientos en la construcción de calles con pavimentos flexibles y rígidos, así como, también, los problemas frecuentes y sus soluciones en el proceso constructivo.

INTRODUCCIÓN

En este país, como en cualquier otro, el ramo de la construcción y en especial el de Construcción de vivienda es de suma importancia, tal y como queda reflejado en la Constitución de la República de Guatemala en sus diferentes artículos, donde demuestran el deber del Estado respecto de la protección de la familia (Artículo 1º) de garantizar a los habitantes la seguridad y desarrollo (Artículo 2º) y muchos otros relacionados al tema de la vivienda, a parte de ser un indicativo del crecimiento macroeconómico de una nación, reflejando el bienestar o falta de oportunidad de toda la población no importando su nivel social. En Guatemala, existen un sin fin de empresas que su campo o uno de sus campos de acción es, precisamente, el de dotar de vivienda al guatemalteco, teniendo algunas de estas muchos años de experiencia, habiendo otras que recién se inician en este ramo de la Ingeniería Civil; muchas de las cuales no cuentan con la experiencia necesaria, ni el adiestramiento suficiente en este campo, dando como resultado proyectos urbanísticos de baja calidad, no solo por: a) el concepto en que nace un proyecto, b) la “necesidad” de suministrar casas accesibles económicamente al guatemalteco, sino, también –y es lo que nos incumbe en este trabajo– c) por la falta de interés, de muchas empresas –incluyendo a profesionales–, respecto de un buen procedimiento y control en todo el proceso de ejecución de una obra de esta naturaleza, en especial en lo relacionado a la planificación y construcción de las calles, obra civil muy importante en una urbanización, la que

es, por un lado, la parte visible del trabajo urbanístico y, por otro lado; su función particular, así como, también, estar relacionada con otras en la obra final; siendo, por tal razón, la encargada de: a) proteger la mayoría de instalaciones y servicios; b) dar acceso a cada unidad habitacional, c) la que proveerá confort a cualquier persona que transite por ella, es de aquí la gran importancia de darle un lugar especial a la planificación, desarrollo y construcción de la estructura de pavimento, cualquiera que esta sea, normando, motivando y controlando, de principio a fin, todo lo relacionado con esta obra de Ingeniería de Transporte.

1. URBANIZACIONES HABITACIONALES

Es muy importante para el constructor de proyectos habitacionales, conocer algunos aspectos básicos respecto a urbanizaciones de habitación. Existen diferentes factores a tomar en cuenta al momento de formar el esquema de una urbanización de esta índole, como instituciones especializadas en ámbitos de la construcción de viviendas, algunas de ellas gubernamentales y otras por iniciativas de asociaciones privadas. Respecto a la construcción en general existen muchos criterios y normativas a tomar en cuenta, adicionales a los conocimientos profesionales adquiridos en las aulas. En este capítulo se enumera y deja reflejado las principales instituciones relacionadas con el tema. También se deja plasmado en su segunda parte las normas y criterios usados para la buena planificación de un proyecto, como conceptos prácticos sobre los criterios al momento de abordar un proyecto en sus inicios.

1.1 Entidades relacionadas al sector vivienda.

1.1.1 Cámara Guatemalteca de la Construcción (CGC).

Es la entidad representativa del sector Construcción a nivel Nacional e Internacional. Fue constituida en el mes de noviembre de 1970 y aprobados sus Estatutos el 15 de enero de 1974. Asociación civil, apolítica y no lucrativa.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

La Cámara se constituye básicamente por las empresas constructoras, fabricantes, proveedoras, consultoras, financieras y de servicios vinculados a la industria de la construcción del país. La Cámara fue constituida por la Asociación Guatemalteca de Contratistas de la Construcción y la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas, que en la actualidad constituyen sus dos entidades gremiales.

La misión es " Promover la infraestructura económica y social del país, realizando acciones responsables que impulsen el desarrollo integral de Guatemala."

La visión es: 1) ser una entidad líder, sólida financiera y organizativamente, que representa y promueve los intereses de los diferentes sectores vinculados con la industria de la construcción guatemalteca. 2) tener influencia en los altos niveles de decisión a nivel nacional. 3) ser una entidad pro-activa que aprovecha las ventajas que presenta el proceso de globalización a nivel nacional, regional y extraregional. 4) generar proyectos y proveer servicios que responden a las necesidades de sus miembros.

Afiliaciones:

Internacionales:

- La Federación Interamericana de la Industria de la Construcción -FIIC-
- La Organización Regional de Cámaras de Construcción de Centro América -ORDECCCAC-
- A través de su entidad gremial, ANACОВI, de la Unión Interamericana Para la Vivienda -UNIAPRAVI-

- La Asociación Centro Americana Para la Vivienda -ACENVI-
- A través de su gremial Asociación Guatemalteca de Contratistas de la Construcción, de la Conferencia Internacional de Contratistas Asociados.

Nacionales:

Representante ante las Juntas Directivas de:

- Fondo de Hipotecas Aseguradas -F.H.A.-
- Fondo Guatemalteco para la Vivienda -FOGUAVI-
- Comité Coordinador de Asociaciones Agrícolas, Comerciales Industriales y Financieras -CACIF-
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYT-
- Crédito Hipotecario Nacional -CHN-
- Banco Nacional de la Vivienda -BANVI-
- Comité Nacional de Emergencia -CONE-
- Comisión Paritaria del Salario Mínimo
- Comisión Nacional del Salario
- Cámara Empresarial -CAEM-
- Comisión Empresarial de Negociaciones Comerciales Internacionales -CENCIT-
- Consejo Consultivo de Vivienda.

1.1.2 Asociación Nacional de Constructores de Vivienda (ANACОВI)

Es una asociación que forma parte de la Cámara Guatemalteca de la Construcción, siendo esta la que reúne a la mayor cantidad de constructores de vivienda y a las más reconocidas empresas constructoras de este país. Es una entidad de carácter gremial, no lucrativa y apolítica. Formada en el año de 1968, en vista del gran sector de vivienda en iniciativa privada la cual tuvo auge en esa década.

Los objetivos principales son:

- Agrupar a las personas y empresas dedicadas a la construcción de viviendas en el país y así representar los intereses gremiales de los asociados.

- Promover y efectuar investigaciones y divulgaciones entre sus miembros sobre nuevos métodos, sistemas y materiales para la construcción de viviendas, que beneficien a los compradores de las mismas y superen la industria de la construcción.

- Promulgar un Código de ética que garantice un alto nivel profesional, y una actitud responsable frente a los compradores.

- Patrocinar e impulsar la capacitación de obreros, personal técnico y administrativo de la industria de la vivienda.

- Promover y solicitar la expedición, modificación o derogación de leyes, reglamentos o cualquier otra disposición relacionada con la industria de la construcción de viviendas, por todos aquellos medios permisibles por la ley y siempre en defensa de los altos fines de ANACCOVI y en beneficio de los compradores de viviendas.
- Prestar asesoría, apoyo y colaboración a las autoridades gubernamentales, cuando fuere requerida para ello, para encontrar una solución viable de los problemas de vivienda en el país.

Actualmente es la asociación más activa y la que más vela por la buena practica en general sobre la construcción de viviendas, promoviendo talleres, cursos, charlas, etc. para llegar a mejorar en todos sus aspectos el sector vivienda del país.

1.1.3 Fondo de Hipotecas Aseguradas (F.H.A.)

El F.H.A. es una Institución descentralizada del estado creada en 1961 por decreto 1448 del Congreso de la República. Su función principal es asegurar hipotecas, con el fin de promover la inversión de capitales en financiamiento de vivienda a largo plazo.

Servicios que presta el FHA al Posible Deudor Hipotecario:

- Compra de vivienda proyectada o que está en construcción en algún complejo habitacional.
- Compra de vivienda existente o construida.
- Mejoras de vivienda.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

- Reparación de vivienda.
- Ampliación de vivienda.
- Liberación de hipoteca.
- Compra de clínicas, centros educativos, locales comerciales, oficinas profesionales, ubicadas dentro de los proyectos habitacionales.

Servicios que presta a los inversionistas y promotores:

- Asesoría a las entidades participantes en el Sistema de Hipotecas Aseguradas, con el objeto de agilizar las operaciones.
- Calificación de los Proyectos Habitacionales.
- Calificación de los Sujetos de Crédito.
- Apoyo en la concientización del pago de cuotas, a través del Programa de Acción Emergente del FHA, realizando una labor de cobro a los deudores para palear la mora.
- Pago del reclamo del Seguro de Hipoteca en efectivo o con Bonos Inmobiliarios FHA, reconocimiento del saldo de capital, intereses, costos y gastos judiciales y reintegro de otros gastos realizados por la entidad aprobada.

FIGURA 1 Diagrama de la estructura de servicio del FHA.¹

Para la construcción de vivienda es de gran importancia esta institución. El FHA es reconocido nacionalmente como una entidad pionera y especializada en vivienda. Cuenta con una infraestructura organizativa (Ver dibujo Figura 1) muy completa proporcionando en ella todo lo necesario para un Proyecto, en el Área Técnica, Operativa y de Mercadeo.

El Área Técnica Profesional del FHA es muy reconocida por ser muy completa en lo que ha regulación concierne. Cuenta con su propia ley y reglamento, Incluyendo sus Normas de Planificación y Construcción, las que son reconocidas tanto Nacional, como Internacionalmente. Estas normas han sido inclusive, bases para elaboración de otras normas en diferentes instituciones. Las Normas FHA son conocidas como unas de las más estrictas y completas en lo que a Reglamentación de Proyectos Habitacionales se refiere. Muchas de estas Normas son usadas posteriormente en este trabajo como base y criterios concernientes en la construcción de Calles. El FHA se reserva el dar por aprobado o desaprobado cualquier

¹ Tomada de www.fha.com.gt

URBANIZACIONES HABITACIONALES

proyecto habitacional independientemente de cualquier otra institución o identidad de acuerdo a sus Normas y Reglamentos.

También es importante el destacar el control de calidad que realiza el FHA a través de su Departamento Técnico, los cuales hacen inspecciones periódicas a las diferentes etapas de construcción tanto en la urbanización como en la Construcción de las Viviendas. Existe un procedimiento del FHA de inspecciones de la vivienda teniendo su final con una “3ra. Inspección”, en donde la casa tiene que estar completamente terminada y la urbanización con todos sus servicios construidos y habilitados, todo de acuerdo y en cumplimiento con los planos de urbanismo autorizados por ellos, lo cual es revisado, aprobado y chequeado por el o los supervisor(es).

Elegibilidad de proyectos habitacionales

Tiene por objeto que FHA participe en la asesoría para el logro de desarrollos habitacionales de éxito que beneficien al promotor, al comprador y al mismo FHA.

Es de vital importancia que el FHA disponga de toda la información específica sobre los proyectos habitacionales –urbanización y vivienda– que se pretenden financiar bajo el sistema, para establecer si los mismos se ajustan a las disposiciones de la Ley del FHA, su Reglamento y de las Normas de Planificación y Construcción.

La Subgerencia de Proyectos y Vivienda Dictamina si el anteproyecto y proyecto presentado cumple con todos los requisitos necesarios, así como si los planos de la vivienda contienen toda la información para desarrollar una construcción con calidad estética, funcional y estructural. Los ante-proyectos son declarados elegibles por la Gerencia del FHA y los proyectos por la Junta Directiva del FHA.

Es de interés para el FHA que los proyectos cuenten con:

- Servicio eficiente de agua potable.
- Sistema de tratamiento de aguas negras.
- Calles pavimentadas, bordillos y aceras.
- Áreas verdes y reforestación.

Documentación y planos para aprobación técnica –ante-proyectos–

Documentos

- Carta de presentación del Proyecto.
- Solicitud de Aprobación.

Planos de vivienda

- Planta Amueblada.
- Planta Acotada.
- Fachada y Cortes.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

Planos de urbanización

- Localización del Proyecto.
- Planta General con Distribuciones.

Documentación y planos para aprobación técnica –proyectos–

Documentos:

- Licencias y aprobaciones de Urbanización.
- Licencia Municipal.
- Constancia de ingreso de solicitud de aprobación del estudio de CONAMA.
- Memoria Descriptiva del Proyecto.
- Forma FHA-SGPV-93-B: Solicitud de Elegibilidad.
- Forma FHA-DT-3.1: Descripción de Materiales de la Vivienda.
- Perfil de la empresa promotora.
- Fuentes de Financiamiento para capital de trabajo y Banco que descontará las cédulas.
- Flujograma de Inversión.
- Certificación completa del Registro de la Propiedad correspondiente.
- Reglamento de Copropiedad –cuando proceda–.
- Escritura de Constitución de la empresa que prestará los servicios básicos del proyecto, como distribución de agua, electricidad, limpieza, drenajes, etc. –cuando proceda–.

Planos de vivienda:

- Planta Amueblada.
- Planta Acotada, con emplazamiento de la vivienda en el lote típico.
- Fachada y Cortes.
- Acabados.
- Detalles.
- Cimentación y muros.
- Entrepiso y/o techo final.
- Agua potable.
- Drenajes.
- Electricidad.
- Deberá presentar los precios de venta de los distintos tipos de vivienda que se vayan a construir en el proyecto.

Planos de urbanización:

- Planta general de distribución de calles, manzanas, lotes o conjuntos, áreas comunes, áreas cedibles, indicando accesos y servidumbre si las hubiere.
- Geometría y Área de lotes.
- Curvas a nivel.
- Niveles de plataformas, rasantes de calles y muros de retención.
- Secciones típicas de calles -gabaritos- y detalle del pavimento de las mismas.
- Planta de la red de alcantarillado sanitario y de las obras complementarias.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

- Planta de la red de agua potable y de las obras complementarias.
- Planta de la red de alcantarillado pluvial y de las obras complementarias.
- Red de energía eléctrica y alumbrado público.
- La fuente de abastecimiento de agua potable –pozo mecánico, perfil estratigráfico, prueba de aforo y periodo de recuperación–.
- Los análisis químico-bacteriológicos que garanticen la potabilidad del agua.

1.1.4 Fondo Guatemalteco para la Vivienda (FOGUAVI)

El fondo Guatemalteco para la Vivienda FOGUAVI se crea el 10 de septiembre de 1992 adscrito al entonces Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural por medio del Acuerdo Gubernativo No. 759-92, publicado en el Diario Oficial el 24 de septiembre el que consecutivamente es modificado y ampliado el 15 de diciembre de 1993, por medio del Acuerdo Gubernativo No. 765-93, el cual, legaliza el traslado del Fondo Guatemalteco para la Vivienda a la Presidencia de la República.

El 20 de febrero de 1995, se instituye el Fondo Guatemalteco para la Vivienda, por medio del Acuerdo Gubernativo No. 101-95, publicado en el Diario Oficial el 24 del mismo mes el cual, esencialmente reestructura el FOGUAVI y los traslada administrativa y presupuestariamente al Ministerio de Economía.

El 23 de diciembre de 1996, el Congreso de la República emitió el Decreto Número 120-96, que contiene la Ley de Vivienda y Asentamientos Humanos. Esta ley crea el Fondo Guatemalteco para la Vivienda – FOGUAVI - , como una institución financiera de segundo piso, adscrito siempre al Ministerio de Economía, con el objeto de otorgar subsidios directos y facilitar el acceso de crédito a las familias en situación de pobreza y extrema pobreza, que carecen de una solución habitacional adecuada, a través de las entidades intermediarias aprobadas.

El Congreso de la República mediante Decreto 74-97, de fecha 27 de agosto de 1997, y publicado en el Diario Oficial el 1º. De octubre de 1977 consideró que para lograr mayor efectividad en el cumplimiento y aplicación del Decreto número 120-96, que contiene la Ley de Vivienda y Asentamientos Humanos, era necesario dictar normas que establezcan la designación del nuevo órgano superior de coordinación, habiendo decretado, entre otros aspectos, que FOGUAVI queda adscrito al entonces Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas que a partir de esa fecha se llamó **Ministerio de Comunicaciones, Transporte, Obras Públicas y Vivienda**, de conformidad con el Acuerdo Gubernativo No. 286-98 de fecha 22 de mayo de 1998 y publicado en el Diario Oficial el 29 del mismo mes, se creó el Reglamento del Decreto 120-96 y su reforma –Decreto 74-97–.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

Con fecha 20 de marzo de 1998 se crea, adscrita al Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda la VENTANILLA SOCIAL que es una unidad administrativa que ejecuta el proceso de legalización de tierras del estado, así como el registro sistemático de un banco de tierras que permitirá poner en contacto a la oferta con la demanda con base en los Decretos 3-97 y 81-97 ambos del Congreso de la República, venta de terrenos inscritos a favor del Estado y su reglamento: Decreto Gubernativo 50-98.

Por medio de estos Decretos se autoriza al Estado para llevar a cabo la venta de terrenos urbanos y rurales, propiedad del Estado, de la Nación, de las Municipalidades y Entidades Autónomas y Descentralizadas, destinados exclusivamente, para vivienda de familias que se encuentran en situación de pobreza y extrema pobreza.

El período de vigencia de la Ventanilla Social fue prorrogado por medio del Decreto No. 64-2000, del 22 de octubre del año 2000, hasta el 21 de abril del 2001. Actualmente, se continúa funcionando de conformidad con lo establecido en el artículo 2, de dicho Decreto, el cual indica que: "Las solicitudes que se encuentran en trámite al momento de finalizar la vigencia del Decreto No. 3-97 y sus reformas seguirán tramitándose de conformidad con el mismo, hasta su finalización".

Con fecha 3 de mayo del 2001 el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda elevó a consideración del señor Presidente de la República una propuesta de "Ley Reguladora de la venta y legalización de tierras propiedad del Estado o la Nación y para el mejoramiento de viviendas, asentamientos humanos y barrios", con el propósito que sea conocida y aprobada por el Congreso de la República.

El objetivo de esta Ley es continuar con el proceso de legalización y venta de tierras a familias en situación de extrema pobreza, superar algunas limitaciones de los Decretos Nos. 3-97 y 81-97, reducir el trámite para la formalización de la compra venta haciéndolo a través de títulos de propiedad, y ampliar la facultad de la Ventanilla Social para el mejoramiento de barrios y viviendas.

Definición

FOGUAVI es una entidad de segundo piso comprometida a mejorar las condiciones de vivienda y a proveer de vivienda a las familias de pobreza y extrema pobreza a través de proporcionar un sistema de subsidio directo a la población a beneficiar, que les permita la adquisición, construcción o mejoramiento de soluciones habitacionales, el cual se opera mediante un Sistema Financiero Integrado compuesto por un aporte previo del beneficiario, el subsidio mencionado otorgado por el Estado y un préstamo proporcionado por alguna entidad financiera. Básicamente el programa de subsidio directo, contempla el financiamiento de obras enmarcadas dentro de las siguientes cinco líneas:

URBANIZACIONES HABITACIONALES

- Adquisición de vivienda nueva.
- Adquisición de lotes comercialmente urbanizados.
- Mejoras y autoconstrucción.
- Regularización de tierras.
- Lotes progresivos.

1.1.5 Ministerio de ambiente y recursos naturales (MARN)

De Acuerdo con la Ley del Organismo Ejecutivo, El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es la entidad pública encargada de formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo, cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación y protección sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

Objetivos

El Reglamento del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, establece los siguientes objetivos institucionales:

- Formular y ejecutar políticas relativas a su ramo.
- Cumplir y hacer que se cumpla el régimen jurídico concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales y tutelar el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado.

- Prevenir la contaminación del ambiente.
- Disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.
- Ejecutar las políticas que en materia de ambiente y recursos naturales, conjuntamente con el Gobierno.

Funciones

La Ley del Organismo Ejecutivo asigna al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales las siguientes funciones:

- Formular participativamente la política de conservación protección, mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales para así ejecutarla en conjunto con otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país.
- Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado.
- Formular en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, la política sobre la conservación de los recursos pesqueros y suelo estableciendo los principios sobre su ordenamiento, conservación y sostenibilidad, velando por su efectivo cumplimiento.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

-En coordinación con el Consejo de Ministros, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del Gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible.

-Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla.

-Ejercer las funciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental.

-Definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables.

-Formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.

-Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento.

-Elaborar las políticas relativas al manejo de cuencas hidrográficas, zonas costeras, océanos y recursos marinos.

-Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas y de las comunidades

indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales.

-Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado.

-Promover la conciencia pública ambiental y la adopción del criterio de precaución.

Competencias

El Reglamento Interno del MARN, establece las siguientes competencias:

-Cumplir y hacer cumplir el régimen jurídico del ambiente y de los recursos naturales, dirigiendo las funciones generales asignadas al Ministerio y especialmente, de las funciones normativas, de control y supervisión.

-Formular, aprobar, orientar, coordinar, promover, dirigir y conducir las políticas nacionales de ambiente y recursos naturales, para el corto, mediano y largo plazo, en íntima relación con las políticas económica, social y de desarrollo del país y sus instituciones de conformidad con el sistema de leyes atinentes a las instrucciones del Presidente y Consejo de Ministros.

-Velar por el estricto cumplimiento de las leyes, la probidad administrativa y la correcta inversión de los fondos públicos, en los asuntos confiados al despacho.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

-Ejercer la rectoría sectorial y coordinar las acciones del Ministerio con otros ministerios e instituciones publicas y del sector privado, promoviendo la participación social en su dialogo, con el propósito de facilitar el desarrollo nacional en materia de ambiente y recursos naturales, y así propiciar una cultura ambiental y de conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales.

-Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia dentro del marco normativo nacional e internacional.

-Formular políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas; así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país, incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado.

-Diseñar en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla.

-Formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.

Líneas de acción

El Plan Estratégico del MARN, establece las siguientes líneas de acción por ámbito de actividad:

Ámbito social

Desarrollo de una cultura, conducta y participación social que conserve los recursos naturales y la calidad ambiental

Ámbito económico

Desarrollo de una cultura y conducta económica que aproveche sosteniblemente los recursos naturales y preserve la calidad ambiental

Ámbito institucional

Desarrollo y fortalecimiento de la gestión pública, privada y civil del ambiente y de los recursos naturales

Ámbito de contingencia

Desarrollo de la capacidad del MARN para la gestión, negociación y ejecución de recursos públicos nacionales y de cooperación externa.

Organización

Para el cumplimiento y realización de sus funciones, el Ministerio contará con la siguiente estructura organizativa:

URBANIZACIONES HABITACIONALES

Dirección superior, despacho ministerial

Ministro, Dos Viceministros

Funciones sustantivas

Dirección General de Políticas y Estrategias Ambientales.

Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales.

Dirección General de Coordinación Nacional.

Dirección General de Formación, Organización y Participación Social.

Dirección General de Cumplimiento Legal.

Dirección General de administración y Finanzas, a cargo de las funciones administrativas con las direcciones que se enumeran en el apartado siguiente.

Funciones administrativas

Secretaría General.

Dirección Financiera.

Dirección de Recursos Humanos.

Dirección Administrativa y Servicios Generales.

Dirección de Compras y Contrataciones.

Dirección de Informática.

Funciones de apoyo técnico

Relaciones Públicas.

Relaciones y Cooperación Internacional.

Sistema de Información Ambiental.

Accesoría Jurídica.

Funciones de control interno

Auditoría interna.

Instancias de coordinación

Consejo Consultivo.

Consejo Técnico.

Instancias que preside el MARN

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

Fondo Guatemalteco del Medio Ambiente (FOGUAMA)

1.2 Diseño de urbanizaciones.

Hay varios puntos a tomar en cuenta para realizar un buen diseño de urbanizaciones como por ejemplo: Diseño de geometría de lotes, Planimetría y altimetría de calles, ubicación de instalaciones, etc. Muchas veces no se toma alguno de ellos principalmente por la falta de experiencia e interés en los mismos. Se trata de crear un balance de acuerdo al tipo de proyecto entre la arquitectura, la funcionalidad y principalmente lo económico. Es necesario en tal virtud, el conocer lo básico para que éste balance sea el más adecuado. Cada profesional o cada empresa observa y aborda el diseño en forma variada y particular, sin embargo, siempre toman en cuenta los parámetros que se describirá en este capítulo. Es de hacer notar que cada proyecto tiene sus características propias, y es importante definir en forma concreta y precisa cada uno de los puntos a tratar, para que sean utilizados de la forma correcta.

1.2.1 Normativa

Se debe conocer cuales serán las reglas a seguir, al momento de planificar el proyecto. Las Municipalidades tienen reglamentos algunos más restrictivos que otros y es necesario conocer que instituciones serán las que tendrán a su cargo dictaminar si nuestro proyecto está dentro de sus parámetros. Cada proyecto, de acuerdo a sus características tendrá que ser evaluado por diferentes instituciones, para lo cual al momento de hacer el diseño correspondiente se debe tener en cuenta cuales serán y así diseñar de acuerdo a sus normativas. No es el fin de este trabajo el enumerar todas y cada una de las normas a tomar en cuenta pero se enumerará las instituciones y reglamentos comunes que son aplicables a proyectos habitacionales.

Reglamentos municipales: Cada municipalidad tiene reglamentos para parcelamientos o urbanizaciones habitacionales los cuales nos dan parámetros como lo son: Índice de ocupación, índice de construcción, retiros municipales, alineación municipal, densidad de construcción, anchos y largos de calles, % de áreas a ceder de acuerdo al tamaño y tipo de proyecto, instalaciones mínimas, reglamento de drenajes y derechos de conectar las aguas negras y pluviales al alcantarillado municipal, reglamento para perforaciones de pozos para extracción de agua, etc. Es necesario hacer el contacto oportuno a las municipalidades para conocer cuales serán los reglamentos que aplicarán al proyecto particular. Es de hacer notar que cada municipalidad tiene sus propios parámetros y varían los reglamentos en cada municipalidad, sin embargo todos están dentro de los parámetros de diseño profesional aprendidos en las aulas universitarias.

Cada vez las municipalidades están implementando nuevos reglamentos de acuerdo a la situación general de Guatemala, como por ejemplo: La municipalidad de la Ciudad de Guatemala tiene un reglamento específico de área de alto riesgo debido a que la ciudad está saturada y se está comenzando a usar las zonas aledañas a ríos y laderas.

Reglamento del FHA: Cabe mencionar que el FHA cuenta con sus normas de construcción de urbanizaciones. Si el proyecto entrará en el FHA se tendrá que cumplir con su normativa. El Departamento Técnico es el encargado de calificar el proyecto. Esta normativa se puede solicitar en el FHA la cual está incluida en un juego de normas donde se incluyen también las normas para viviendas, y serán calificadas y supervisadas por esta institución.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN): Se tendrá que contar con un estudio de impacto ambiental aprobado. Esto se hace con un profesional calificado y aprobado por este ministerio. Éste evaluará el proyecto y sus impactos al ambiente, tanto positivos como negativos, y nos dará parámetros para las instalaciones generales del proyecto. Es importante conocer con anterioridad cuales serán las imposiciones respecto a tratamientos de aguas negras y la conservación del recurso del agua subterránea.

Reglamento de tala de árboles: Generalmente es el INAB –Instituto Nacional de Bosques– el encargado de dictaminar respecto a la tala de árboles si así lo amerita el proyecto. El INAB hará inspecciones y solicitará la elaboración de un “Estudio de Cambio de Uso de Suelo” quien dará parámetros para la autorización de tala de árboles.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

Existen otras instituciones que tendrán que velar y dictaminar de acuerdo al tipo de proyecto, es necesario tener presente de antemano cuáles serán las normativas a cumplir para lograr una buena planificación del proyecto.

1.2.2 Análisis de pre-factibilidad de un proyecto habitacional

Es necesario antes de iniciar cualquier proyecto un análisis básico para determinar si el mismo puede llegar a buen término, tanto para el constructor como para las personas que habitarán en él. Este razonamiento involucra diferentes aspectos, desde económicos, técnicos, etc. Es necesario conocer lo básico de estos aspectos considerando que esto repercutirá en la decisión final en un proyecto. Cada aspecto es importante y se sustenta en la necesidad de conocer de antemano cuales serán los criterios, problemas y normativas a seguir para la planificación formal y definitiva del proyecto. Este análisis debe de ser lo más exacto y detallado posible que implica una mezcla de conocimiento y experiencia. Es difícil dar una fórmula mágica la cual nos diga si el proyecto será un éxito o no, lo que se puede decir, es que lo básico es tener parámetros adecuados y fidedignos que nos den un panorama lo bastante amplio que nos permita ver la mayor cantidad de impactos que implica la puesta en marcha de un complejo habitacional.

Aspectos a tomar en cuenta en la Pre-Factibilidad de un Proyecto:

Técnicos

Ubicación: Es importante observar la ubicación física del futuro proyecto, analizando el sector y el entorno de las construcciones vecinas, tomando en consideración que municipalidad será la encargada de otorgar la licencia, cuales serán las instituciones que tendrán que dictaminar y dar su visto bueno. Observar si el proyecto tendrá dentro de su área o si su ubicación amerite un dictamen especial de alguna institución gubernamental como por ejemplo: si está dentro de un área protegida donde tendrá restricciones por parte del Instituto Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), o si está dentro de un sector declarado de alto riesgo donde existirán restricciones respecto a índices municipales de construcción y/o dictámenes de otras instituciones como CONRED, INAB, etc.

Accesos: La mayoría de personas se interesan cada día más en este tema. Es evidente que cada día que pasa las vías de tránsito se congestionan a las horas pico y su funcionalidad se está viendo afectada. Un proyecto habitacional tiene impacto fuerte y directo en las calles, avenidas, bulevares y arterias de la zona en que se ubicará. Las municipalidades están empleando departamentos especializados los cuales dictaminan el impacto vial posible que generará un proyecto, los cuales pueden restringir los posibles accesos al proyecto, también nos podrán imponer gabaritos y consideraciones adicionales como alineaciones, retiros y dimensiones de los controles de seguridad para el acceso al complejo habitacional potencial.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

Es de tomar en cuenta este aspecto ya que muchas veces se planifica de una manera y al momento en que la municipalidad realice el análisis de tránsito vehicular, podrá solicitar cambios drásticos haciendo inclusive que un proyecto cambie totalmente su forma geométrica dando como resultado que algún aspecto de la factibilidad, se vuelva negativo.

Instalaciones: Es importante determinar cual es la factibilidad y las condiciones para las diferentes instalaciones del proyecto. Es de tomar en cuenta en primera instancia las instalaciones hidráulicas. La posibilidad técnica y económica de desfogue y evacuación de los drenajes sanitarios de aguas negras y de aguas pluviales. Cual será la fuente de agua potable y su garantía tanto en la cantidad y calidad como en certeza que este recurso estará presente siempre. Dependiendo del tipo y nivel del proyecto se deberá considerar las instalaciones eléctricas, de teléfonos, etc. poniendo atención en su posible costo de acuerdo a la cercanía de las redes respectivas.

Topográficos: Es necesario hacer un recorrido total de la propiedad para conocer sus condiciones topográficas las cuales nos darán parámetros del aprovechamiento de la tierra y la posible ubicación de las instalaciones generales. Conocer los puntos bajos y altos para poder realizar algún planteamiento preliminar de la geometría del proyecto y de las ubicaciones de las instalaciones como por ejemplo: El punto alto para la ubicación del almacenamiento del agua potable, o los puntos bajos para la ubicación de los sistemas necesarios para aguas negras y pluviales.

Saber cual es la forma del proyecto y así definir alternativas de la geometría urbanística de calles y lotes, definición de ubicación de áreas verdes, propuesta de accesos viales, etc., tener a la mano las colindancias por posibles restricciones de alineaciones, de retiros por laderas o barrancos, etc.

Normativos: Es importante conocer que municipalidad tendrá a cargo el otorgamiento de las licencias de construcciones respectivas. Se debe considerar los diferentes índices que se aplicarán; restricciones de dimensiones mínimas de lotes para el sector; anchos y largos permitidos para las calles internas del proyecto. Tipo y áreas mínimas de construcción de viviendas, clasificación del proyecto respecto al área total del proyecto, ya que la mayoría de municipalidades tienen clasificados los proyectos de acuerdo a este parámetro y de esa manera dictaminan cual es la cantidad de área a ceder, por ejemplo: porcentajes de áreas verdes, deportivas, social. Hay que conocer de antemano que tasas de cobro para licencias de construcción aplicará la municipalidad que dará la autorización.

Económicos

Valor bruto de la tierra: Esto se refiere al valor por unidad cuadrada de la tierra en bruto, es decir del precio por metro cuadrado o por vara cuadrada del terreno sin ningún tipo de construcción. Este precio aunado a la cantidad de área aprovechable del proyecto nos dará un parámetro del costo que tendrá cada vivienda. Esto es aplicable tanto para proyectos de la iniciativa privada como para proyectos de ONGs o Gubernamentales. Se puede considerar la siguiente fórmula para el cálculo del valor del área aprovechable:

URBANIZACIONES HABITACIONALES

Fórmula 1 Costo unitario de tierra aprovechable

$$\text{CUT} = (\text{VB} \cdot \text{AB}) / \text{AN}$$

Donde:

CUT es Costo Unitario de Tierra (aprovechable o vendible).

VB es Valor unitario de la tierra en bruto.

AB es área bruto total del terreno.

AN es área neto (aprovechable o vendible) de acuerdo al urbanismo planificado.

El valor CUT no debería ser mayor de 1.60 al valor de VB y no mayor que el 40% del precio unitario de venta de la vivienda.

Costo de construcción y urbanización: De acuerdo al tipo de proyecto planteado en la factibilidad técnica y de acuerdo también a la ubicación de los distribuidores y proveedores de productos se debe de tomar en cuenta estos costos directos que deberían de estar dentro de los siguientes rangos unitarios generales:

Cuadro 1 Costo de Construcción.

CLASIFICACION	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Q 1,600.00 o más	m2	Vivienda con acabados de lujo, pisos importados, enlucidos, detalles arquitectónicos, artefactos sanitarios de primera, puertas de maderas en todos los ambientes, etc.
B	Q1,000.00 a Q 1,600.00	m2	Vivienda con pisos cerámicos, enlucidos plásticos a cernidos, puertas MDF, ventanería aluminio Mill-Finish, instalaciones completas, etc.
C	Q 700.00 a Q1,000.00	m2	Vivienda con pisos de concreto o cerámicos nacionales, puertas exteriores, ventanería de hierro a aluminio de bajo costo, paredes de block visto a revestimiento plástico, etc.

Cuadro 2 Costo de urbanización –por m2 de área aprovechable–

CLASIFICACION	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCION
A	Q 700.00 o más	m2	Calles de ancho no menor de 10 m, pavimento de concreto, instalaciones completas, instalaciones especiales, alumbrado publico, etc.
B	Q 400.00 a Q 700.00	m2	Calles entre 6 a 10 m de ancho, pavimento asfáltico, instalaciones de agua potable, drenajes de aguas negras y pluviales, ductos para instalaciones de teléfono, banquetas de concreto, bordillos, instalación eléctrica aérea, etc.
C	Q 250.00 a Q 400.00	m2	Calle de ancho no mayor de 6m. , calles balastradas o adoquinadas, instalaciones de agua potable, drenajes semi-superficiales, sin banquetas, instalación eléctrica aérea, etc.

Costo de promoción y venta: En proyectos privados es necesario tener presente desde el análisis de pre-factibilidad cuales serán los costos en que se incurrirán para su venta, contemplando en este sentido los siguientes rubros:

-Publicidad: lo práctico a nivel de anteproyecto es calcular los costos anuales en: vallas, anuncios –escritos, radiales, televisivos–, promocionales, stand, etc. y se multiplica por la cantidad de años en que el proyecto se estima se construirá y se venderá. Se puede utilizar la siguiente fórmula:

Fórmula 2 Costo de publicidad

$$CP=Pa * At$$

donde:

CP es el costo total de publicidad del proyecto

Pa es la integración de costo por año de los diferentes rubros de publicidad

At es la cantidad de años que durará el proyecto de acuerdo a la planificación preliminar de construcción.

-Comisión de Venta: Normalmente se pacta un porcentaje de comisión de venta respecto al precio de venta final de la unidad habitacional, con la siguiente fórmula:

Fórmula 3 Comisión de venta

$$CM=PV * F$$

donde:

CM es la comisión de venta a pagar.

PV es el precio de venta de la vivienda.

F es el porcentaje pactado a pagar que varía entre el 3% al 5%.

-Gastos de Escrituración: Estos incluyen dos rubros importantes: 1) gastos de abogado y notario, que se pueden pactar de acuerdo a la cantidad de unidades habitacionales y al precio estimado de venta de las mismas; 2) gastos de registro, que corresponden a gastos en el Registro de la Propiedad tanto para la desmembración como para la venta de las viviendas.

Costos administrativos y de supervisión: Corresponden a todos aquellos costos de personal, de oficina, etc. que implica la implementación del proyecto, estos pueden calcularse por año y estimar cuantos años durará el proyecto o se puede calcular por porcentaje del costo bruto del proyecto, con porcentajes entre el 5% y el 15%, de acuerdo al tipo de empresa.

Todos estos aspectos descrito tanto técnicos como económicos son los de primer orden a tomar, podrían existir otros de acuerdo a situaciones particulares o especiales del proyecto que se deberán de analizar y tomar en cuenta para lograr tener una amplia gama de información para la toma de decisión. Cada aspecto enumerado es importante analizarlo detenidamente porque en la práctica influyen de sobremanera y si no es tomado repercute en el proyecto. Muchas empresas al ver éstas situaciones inician a tomar malas prácticas administrativas y profesionales tratando de enmendar la falta de planificación dando como resultados que el proyecto no se ejecute adecuadamente.

1.2.3 Criterios de distribución de áreas.

Sobre este tema es un poco difícil delimitar cuales son sus parámetros. Se puede decir que los criterios varían de sobremanera de profesional en profesional. Depende mucho de la experiencia del proyectista y del conocimiento de todos los parámetros del estudio de la pre-factibilidad. Lo que se pretende al momento de distribuir áreas es el de diseñar el proyecto “optimo” en todos sus aspectos arquitectónicos, funcionales, económicos y de aprovechamiento de área para uso de construcción de las viviendas.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

A continuación se enumerarán las condicionantes generales en la toma de decisión de cual será la distribución de áreas más adecuada para el proyecto. Es necesario el hacer varias propuestas de distribución de áreas para un mismo terreno y de estos escoger el mejor o se puede hacer una combinación de varias propuestas.

Geometría de lotes: El punto que primero se analiza es el del aprovechamiento del terreno para obtener la mayor cantidad de lotes. La condicionante son las dimensiones mínimas requeridas tanto por el planificador de acuerdo al estudio del sector y del tipo de construcción requerida, como por las limitantes que rigen la sectorización que hace la municipalidad respectiva. La forma en que se logran la mayor cantidad de lotes es la de colocarlos a cada lado de la calle (Ver Figura 2) de tal manera que la misma le de acceso a la mayor cantidad de unidades. Otra condicionante es el índice de construcción impuesto por la municipalidad y de densidad de construcción que algunas municipalidades están implementando. La práctica nos dice que para una manzana de terreno puede haber entre veinticinco a treinta y cinco lotes.

Figura 2 Diseño de lotes en ambos lados de calle



Ubicación de áreas para instalaciones: Hay que distribuir las áreas de acuerdo a la ubicación de las instalaciones generales del proyecto de acuerdo a lo siguiente:

Drenajes de aguas negras: Generalmente es autorizado el dejar las plantas de tratamiento de aguas negras, los pozos de absorción dentro de áreas cedibles –como áreas verdes– estas en tal virtud deberían de ubicarse en los puntos bajos del proyecto. También es de considerar que la ubicación de estas instalaciones debería de quedar en la medida de lo posible, lo más alejado de las viviendas para que los gases emitidos no lleguen a estas.

Drenajes de aguas pluviales: Es importante el tomar en cuenta que muchos proyectos tienen que dejar las instalaciones de aguas pluviales con obras para amortiguamiento de caudales o de acuerdo a solicitudes de entidades como el Ministerio de Ambiente el de dejar pozos de infiltración que recarguen los mantos freáticos con este tipo de agua. El proyectista se ve en la obligación de igual manera que las aguas negras, el dejar áreas de regular tamaño para éste propósito, y que generalmente están ubicadas en las salidas de las instalaciones y/o los puntos bajos de la propiedad.

Agua potable: Es necesario el contemplar áreas específicas en donde ubicar el pozo de agua –si ese fuera el caso– con fácil acceso tanto para instalaciones eléctricas para su funcionamiento como acceso vial para mantenimientos y reparaciones. También es importante el contemplar áreas verdes en puntos altos para dejar ubicado los tanques o cisternas de almacenamiento del agua, también con fácil acceso tanto de energía eléctrica como de acceso vial.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

Áreas cedibles: Las municipalidades exigen cierta cantidad de área cedible de acuerdo a la dimensión del proyecto, como por ejemplo: para proyectos menores a 1 manzana sólo exigen el 10% de área para áreas verdes, pero para proyectos mayores es necesario el disponer de más áreas como por ejemplo: área social, área de deportes, etc. En tal virtud hay que conocer el reglamento para urbanizaciones de la municipalidad correspondiente y así disponer de estas áreas. El proyectista debe prever cuales serán sus requerimientos de acuerdo al tipo de proyecto y la ubicación de sus instalaciones para luego cotejarlas con los requisitos municipales.

Otras áreas: Normalmente los proyectos actuales contemplan áreas de comercios y áreas de visitas –parqueos– para lo cual se deben de diseñar de la manera mas óptima ya que merman la eficiencia de la propiedad. Normalmente se trata de dejar estas áreas integradas a las necesarias para las instalaciones del proyecto.

Existen otros criterios para la geometría final del proyecto pero los enumerados anteriormente son los más importantes y los que más utilizan en la práctica. El proponer varias alternativas es sano ya que esto da una visión más amplia y permite el definir la mejor opción. Este tema es muy importante ya que de el depende que el proyecto sea lo mejor en todo sentido desde su funcionalidad hasta su comodidad para los habitantes.

1.2.4 Planos preliminares.

Se refiere a los planos necesarios para el diseño de la urbanización en etapa de pre-factibilidad o de anteproyecto para la municipalidad. Estos planos son las bases para que al momento de realizar los planos totales y finales del proyecto no se tengan que realizar cambios drásticos que afecten el proyecto sacándolo de la visión y el fin que se dejó al momento de la toma de decisión de la realización del proyecto. Estos planos son los mínimos a realizar para la buena apreciación del conjunto.

Plano topográfico: Este plano debe contener: 1) la geometría exacta del terreno en bruto para poder conocer el área real a urbanizar y la forma correcta para planificar la geometría de lotes; 2) todas las colindancias de la propiedad para poder determinar los retiros y alineaciones necesarias de la urbanización;

Plano de curvas de nivel: Este plano debe contener: 1) curvas de nivel del terreno para determinar cuales son los accidentes geológicos a tomar en cuenta en el urbanismo y así planificar lotes, calles y áreas cedibles en ubicaciones idóneas; 2) datos de Instalaciones Municipales, del Estado y Privadas importantes como pasos de drenajes, instalaciones eléctricas de alta tensión, acueductos y alcantarillas, todo esto para tenerlos presentes y poder dejar los derechos de vías necesarios y así no contemplar construcción en esas ubicaciones.

URBANIZACIONES HABITACIONALES

Plano de geometría de lotes: Este plano debe contener la distribución propuesta de la urbanización señalando la cantidad de lotes para viviendas, la ubicación de áreas a ceder, las dimensiones geométricas de las calles como anchos y gabaritos, ubicación de los accesos viales principales y secundarios, con cuadros de cálculo de áreas de acuerdo la siguiente gráfica:

Cuadro 3 Cálculo de áreas en plano de geometría de lotes

AREA	m2	PORCENTAJE
Área de Lotes		40% al 50%
Área de Calles		20% al 45%
Área Verde		10% al 15%
Otros Áreas		5% al 15%
Área Total del Terreno		100%

Plano de ubicación y localización: Este plano –que pueden ser dos– es necesario para ingresar el anteproyecto a la municipalidad respectiva, éste nos da una visión amplia de donde está ubicado el proyecto, dejando reflejado, direcciones, la posición del Norte, calles y avenidas de acuerdo a la nomenclatura municipal, distancias de esquinas de cuadras, etc.

2. PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

En este capítulo se analizará como planificar las calles en urbanizaciones habitacionales. La forma de diseñar las calles en una urbanización es diferente al diseño de carreteras pero sin dejar de utilizar los mismos criterios. En urbanizaciones habitacionales hay que tomar en cuenta el ancho del lote para el diseño de la altimetría de calles. También se debe tomar en cuenta la ubicación de las instalaciones y servicios generales de ésta, e incluir estos y otros elementos que se describirán, dará como resultado un buen urbanismo desde el punto de vista funcional, principalmente en las calles que es el punto que corresponde a este trabajo de graduación. El involucrar y mezclar los criterios es necesario ya que en lo individual nos darán datos diferentes de alturas, rasantes, anchos, etc. de las calles y la interpolación de estos dará el diseño final. Sin embargo a todo lo anterior se debe agregar que es demasiado difícil que el diseño sea el ideal y que cumpla los requisitos de todos los criterios, pero sin embargo el balance hecho debe de tratar de satisfacer los requisitos de los puntos críticos del diseño específico. Cada urbanización que diseñemos tendrá algunos parámetros que serán prioritarios los cuales se deben de satisfacer al 100% y otros que no serán necesarios tomarlos en cuenta de acuerdo al caso particular. La experiencia y la dedicación de tiempo son necesarias para el análisis geométrico y altimétrico de calles en urbanizaciones habitacionales, pero sin embargo si se toma en cuenta lo descrito en este capítulo el profesional podrá diseñar calles adecuadas, que cumplan con las normas y especificaciones, siendo a la vez funcionales, agradables y adecuadas a un proyecto de este tipo.

2.1 Planificación de geometría de lotes y sus plataformas.

Para tratar este punto daremos los siguientes conceptos:

Lotes:

Cada proyecto distribuirá los lotes y las plataformas de acuerdo a las necesidades particulares del mismo. Existen proyectos con dimensiones de lotes de diferente tamaño y ésta decisión es de acuerdo al tipo de sector que va dirigido. Los lotes en urbanizaciones varían en la actualidad entre anchos de 4.50m a 12.00m en su mayoría, sin dejar fuera el decir, que existen urbanizaciones con lotes de más de 12.00m de ancho los cuales son muy escasos. Respecto a los largos de los lotes, podemos tener una gran gama, pero por lo general son de 15.00m como mínimo, aunque siempre existen excepciones. Con relación al diseño de calles lo que nos interesa es conocer el ancho del lote en virtud que se estarán construyendo casas en ellos con sus respectivos ingresos a sus CarPort como se verá más adelante.

Plataformas:

El término plataformas es utilizado en este trabajo para representar a los niveles del terreno natural de los lotes para construcción de viviendas. Estas plataformas deben de ser del tamaño del lote y trabajadas con maquinaria. De acuerdo a la topografía del terreno el nivel entre plataformas contiguas varia entre 0.00m a 1.50m. El cambio de nivel de las plataformas dependerá del balance que se hará con los demás puntos a tratar en este capítulo. A estas plataformas es necesario dejarles –si es posible– la rampa del CarPort.

2.1.1 Análisis de la topografía del terreno natural.

Este punto es muy importante de analizar, ya que de él depende toda la planificación. El terreno se deberá de analizar en sus aspectos de planimetría como altimetría.

Cada terreno se planifica diferente de acuerdo a su situación particular. Lo más importante es conocer cuales serán los datos de los siguientes puntos:

- **Cantidad de lotes:** El criterio inicial puede ser con la base de 30 lotes por cada manzana de terreno y de allí conocer la cantidad de lotes del proyecto de acuerdo al área total del terreno. Este criterio es válido para terrenos de formas regulares, ya que las formas irregulares da como resultado que se puedan aprovechar en menor medida. Otro criterio a utilizar es la cantidad de lotes promedios, en base a la fórmula siguiente:

Fórmula 4 Cantidad de lotes por manzana de terreno.

$$CLp= AL/(ATt*AT)$$

Donde:

CLp es la cantidad de lotes típicos por manzana de terreno y debe de estar entre 25 a 35.

AL es el área total de lotes en varas cuadradas.

ALt es el área del lote típico en varas cuadradas.

AT es el área total del terreno en manzanas.

PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

- **Dimensiones del lote típico:** Se debe conocer cuales serán las dimensiones del lote necesario para la urbanización, esto puede ser conocido no por datos técnicos sino más bien por datos del sector que va dirigido el proyecto y más específico por asuntos económicos, ya que el costo de la vivienda final está directamente relacionada con el tamaño del lote.
- **Dimensiones del terreno para el proyecto:** Se debe de conocer tanto el ancho como el largo y sus formas irregulares, para saber de que forma se distribuirá la urbanización. Estos datos deben de ser exactos con topografía formal ya que cualquier variación en longitud mayor de 1.00m puede cambiar la distribución drásticamente, en virtud que se está hablando de dimensiones relativamente pequeñas en el diseño de anchos de calles y medidas de lotes.
- **Accesos y retiros municipales:** Tener definidos estos datos de carácter normativo municipal es importante ya que nos puede mover en gran medida las formas y distribuciones de la parte frontal del terreno, tanto por: a) restricciones de distancia para ingresos por garita como; b) áreas frontales del terreno dedicadas a áreas verdes u otras de acuerdo a la alineación municipal.

2.1.2 Distribución de calles y lotes

Normalmente en urbanizaciones habitacionales se procura poder dejar la mayor cantidad de lotes posibles dentro de las limitantes de las normativas y formas geométricas del proyecto, y a la vez la menor cantidad de calles internas posibles, ya que el área de éstas no está normada y puede ser únicamente la necesaria mínima. Cada planificador esta detrás de poder ofrecer al proyecto estos requisitos sin sacrificar por supuesto la funcionalidad del proyecto. No se tratará directamente respecto a la distribución de las áreas cedibles o áreas para instalaciones de servicios generales,² pero se hará referencia al mismo. A continuación se dará una descripción breve de los principales criterios a utilizar para la distribución de calles y lotes.

Ancho de calles:

Como es de suponerse en las urbanizaciones habitacionales la mayor cantidad de tránsito vehicular es de índole de vehículos particulares de carácter liviano. Actualmente no importa el nivel económico del proyecto, siempre existen viviendas con propietarios de vehículo o vehículos. Erróneamente se han diseñado urbanizaciones con el supuesto que son de clase baja, y no se dejan calles con el suficiente ancho, sino con calles peatonales “grandes”, pero sí viviendas con *CarPort* para un vehículo dentro del mismo proyecto –Algo contradictorio–.

² Ver también “Criterios de distribución de áreas”, página 33

PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

Existen proyectos que dejan casas sin *CarPort*, pero la realidad y la experiencia demuestra que siempre hay circulación de vehículos en esas calles diseñadas solamente para peatones. Por tal motivo la recomendación es siempre contemplar calles con anchos donde puedan circular vehículos. El ancho mínimo recomendado para proyectos de menos de 1,000 personas habitantes es de 7.50m de rodadura y 1.00m de banqueta en ambos lados si existen viviendas en los dos lados de la calle ó una sola banqueta en calles con viviendas en un solo lado –Ver Figura 3–.

Figura 3 Ancho mínimo de calle para urbanizaciones habitacionales de menos de 1,000 personas.



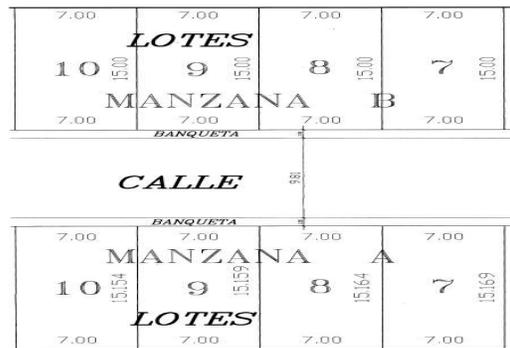
PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

Distribución de lotes:

Aquí podremos describir los siguientes criterios:

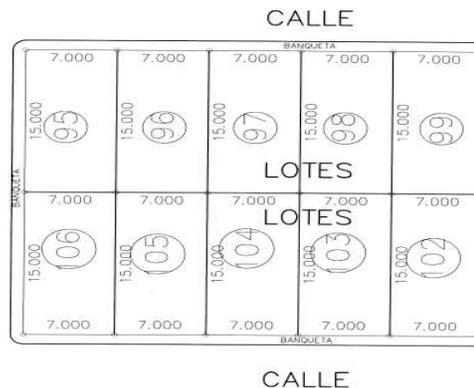
- a) La manera óptima de distribución de lotes es colocándolos de ambos lados de la calle –ver Figura 4– donde la calle sirve de acceso para la mayor cantidad de lotes.

Figura 4 Calle con lotes en ambos lados



- b) Se pueden dejar, para optimizar el área, lotes colindantes en la parte de atrás –ver Figura 5–.

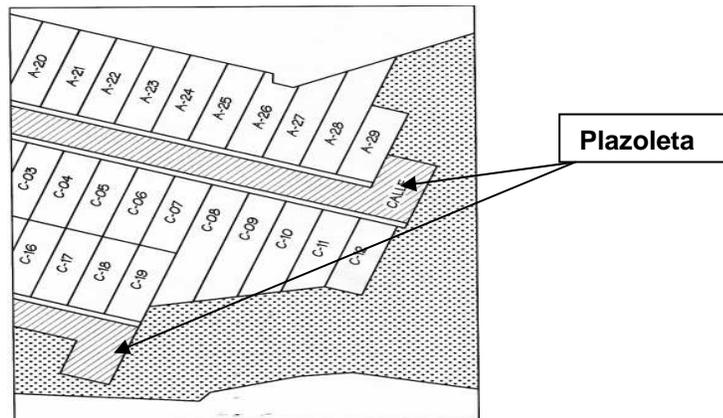
Figura 5 Lotes colindantes en la parte de atrás.



PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

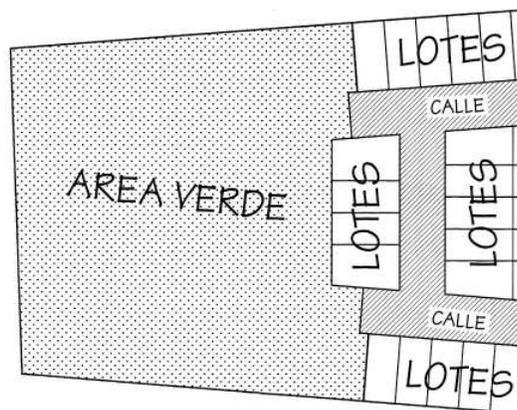
- c) Calles con tope, lo cual nos permite el no dejar dos calles perpendiculares a la calle en diseño. Para este criterio se debe de contemplar el utilizar una plazoleta –Ver Figura 6–.

Figura 6 Calles con terminación de plazoleta.



- d) Los fondos de las calles pueden –en la medida de lo posible– servir para darle acceso a las áreas cedibles y/o áreas para servicios generales, para así poder minimizar el área de circulaciones –Ver Figura 7–.

Figura 7 Accesos de áreas cedibles y de servicios.



PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

- e) Lotes al inicio del proyecto. Pueden quedar colindantes al área de retiro o alineación normada por la municipalidad correspondiente, y así aprovechar de mejor manera la propiedad –Ver Figura 8–.

Figura 8 Lotes colindantes a área de retiro y/o alineación municipal.



- f) A lo largo de las calles se puede planificar la colocación de parqueos de visita –si existieran– donde están planificadas las áreas cedibles y/o de servicios generales –Ver Figura 9–.

Figura 9 Calles con parqueos de visita.



PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

Cada uno de los criterios anteriores son los más utilizados en la práctica para el diseño geométrico de la distribución de urbanizaciones habitacionales, no por eso son los únicos. El planificador deberá de analizar si existen otras condicionantes para el proyecto que esté diseñando, tomando como base y referencia lo descrito anteriormente.

2.2 Planificación de rasantes.

La altimetría de proyectos habitacionales está en función de factores muy particulares y diferentes a otro tipo de proyectos. Cada punto tratado en las siguientes líneas es lo elemental que se utiliza respecto al tema.

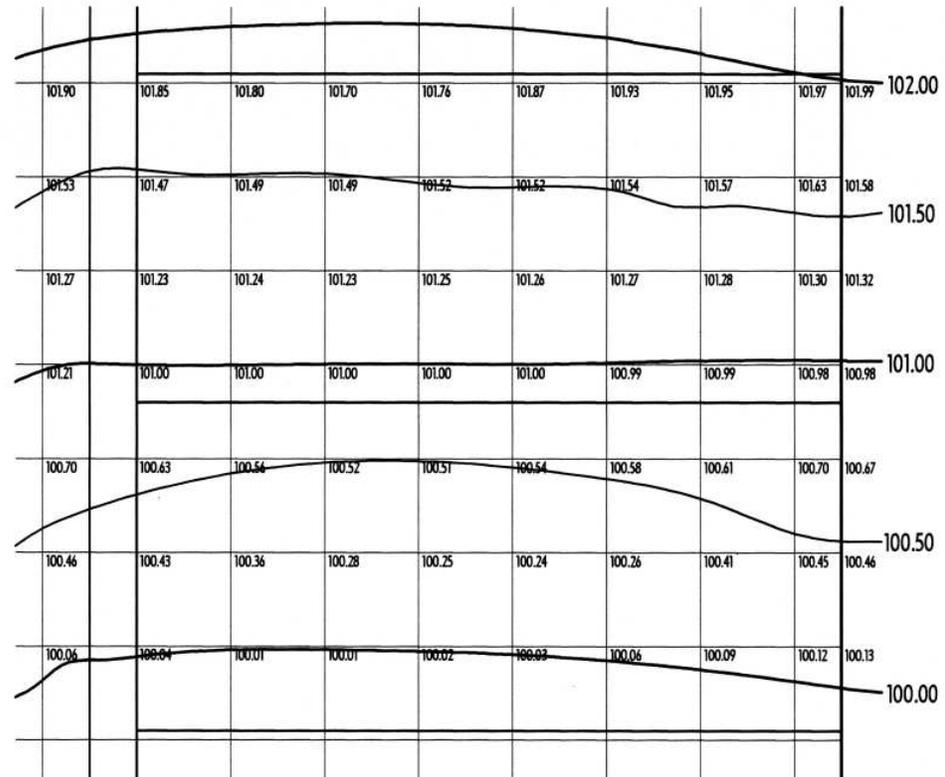
2.2.1 Criterios de diseño de niveles de plataformas

Cuando hablamos de plataformas nos referimos al nivel del suelo natural ya trabajado para la construcción de viviendas. El criterio del nivel de plataformas está íntimamente relacionado con el ancho del lote y con la pendiente de la calle. También se puede decir que otro criterio del diseño corresponde a tratar de seguir la pendiente del terreno natural. Se pueden tomar los siguientes puntos para el diseño de plataformas.

Nivelación topográfica por cuadrículado:

Para diseñar plataformas es necesario conocer cuales son las curvas de nivel del proyecto para lo cual la topografía de una urbanización habitacional debe de ser con datos planimétricos en cuadrículado de longitudes menores a 3.00m –ver Figura 10–.

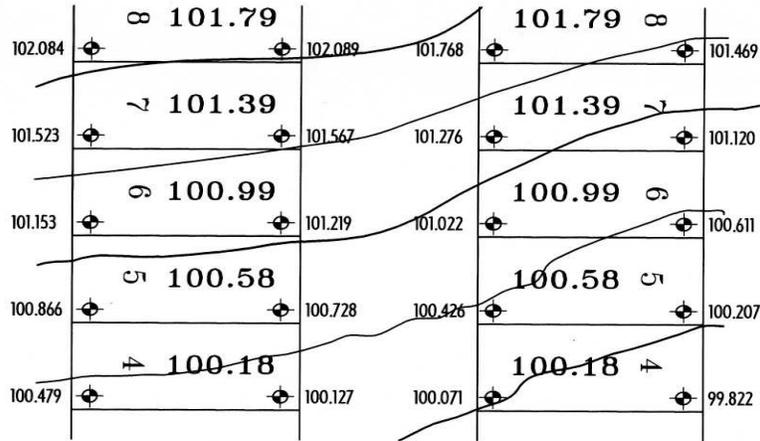
Figura 10 Ejemplo de cuadrículado de topografía.



Nivelación topográfica por líneas de acuerdo a la geometría:

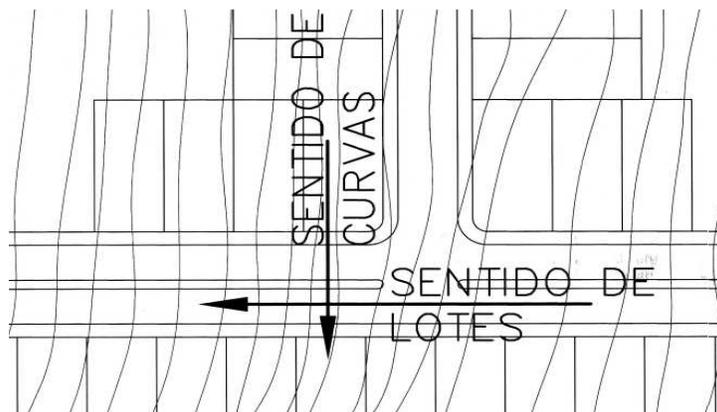
Otra forma de hacer la nivelación es la de tomar las líneas del trazo geométrico preliminar ó del diseño geométrico del proyecto como por ejemplo la línea frontal y trasera de lotes, líneas centrales de calles, etc. –Ver Figura 11–.

Figura 11 Nivelación topográfica por líneas de acuerdo a la geometría.



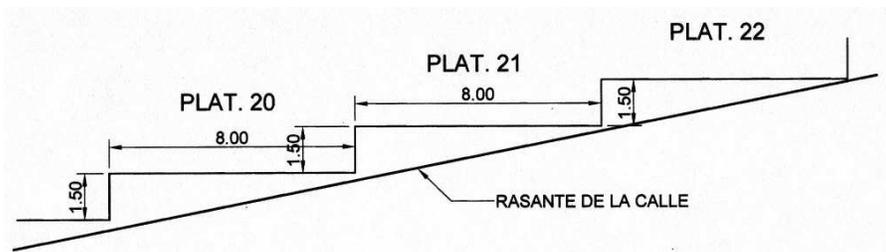
De acuerdo a estos datos de nivelación se procede a obtener los perfiles del terreno natural. El criterio más utilizado es de dejar las calles del urbanismo perpendicular a las curvas de nivel para así ir escalonando las plataformas de los lotes de acuerdo al comportamiento de las pendientes naturales del terreno –Ver Figura 12–.

Figura 12 Plataformas perpendiculares a las curvas de nivel.



El cambio de nivel entre plataformas no puede ser mayor de 1.50m para plataformas de 8.00m de ancho –ver Figura 13–, esto en virtud de que existe: a) la pendiente de la calle y b) una pendiente máxima para los CarPort; y con cambios de nivel entre plataformas mayores a 1.50m no se puede cumplir con ésta relación.³

Figura 13 Cambio de nivel máximo entre plataformas.



El nivel de las plataformas debe de estar por debajo de la capa vegetal o terreno virgen –sin ningún tipo de movimiento–. Este es un criterio generalizado para movimientos de tierra en vista del espesor de la capa orgánica que no es aconsejable para construcción.⁴

2.2.2 Pendientes recomendadas.

Las pendientes máximas de calles se pueden definir de acuerdo a su longitud tomando en consideración el esfuerzo que hacen los peatones y los vehículos en pendientes fuertes; y de la sensación psicológica respecto al tiempo que tome recorrer las calles con esas pendientes. Para definir las pendientes máximas, se proponen los siguientes criterios –ver Gráfica 1–:

- Para calles de hasta 100.00m de largo la pendiente máxima puede ser del 10%.

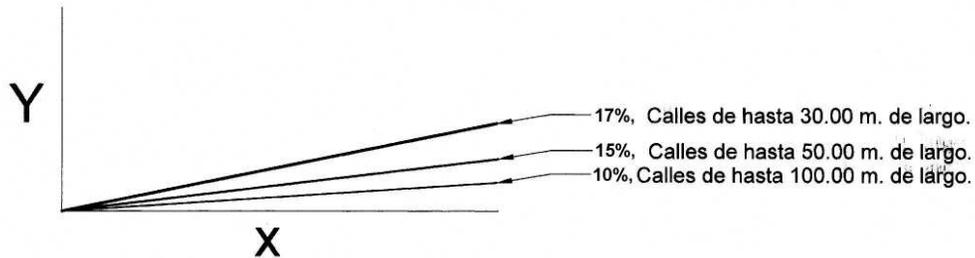
³ Ver también “Relaciones entre plataformas y rasantes”, página 52.

⁴ Ver también “Calidad del suelo” página 56.

PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

- Para calles de hasta 50.00m de largo la pendiente máxima puede ser del 15%.
- Para calles de hasta 30.00m de largo la pendiente máxima puede ser del 17%.

Gráfica 1 Pendientes máximas de acuerdo a longitudes.

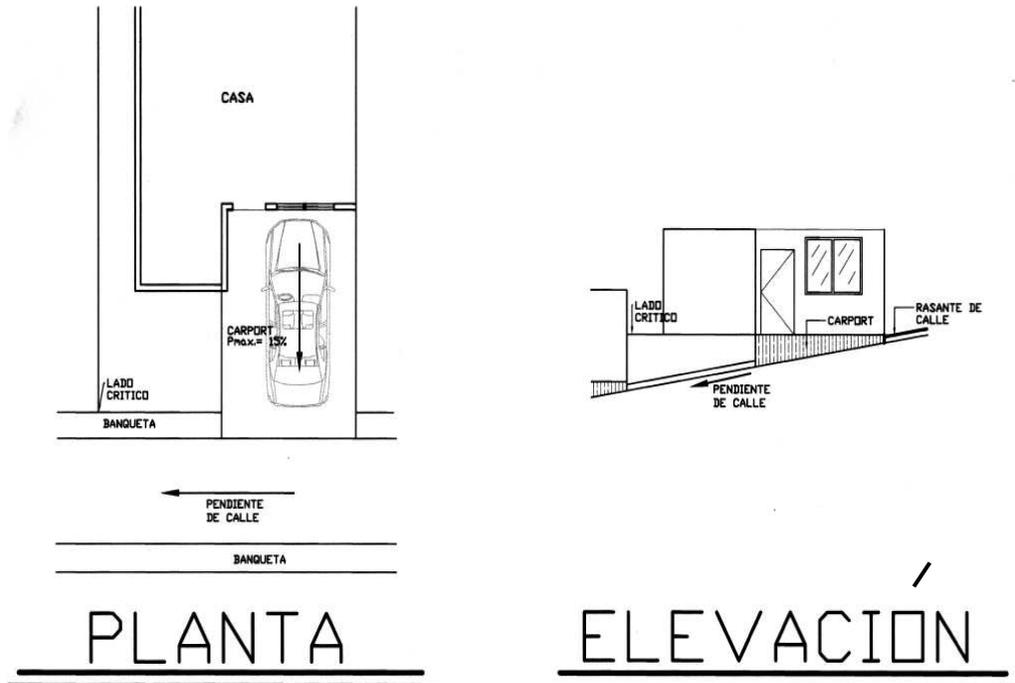


Hay que tomar en cuenta también la emisión de ruido que generan los vehículos en pendientes fuertes, los cuales llegan a ser de varios decibeles y puede ser molesto para los habitantes del proyecto. En la medida de lo posible se debe diseñar calles con pendientes suaves, aunque esto involucre el dejar cortes mayores involucrando realizar más movimiento de tierras.

2.2.3 Relaciones entre plataformas y rasantes.

Se puede obtener una relación entre los anchos de lotes y las pendientes de las calles para lograr una pendiente máxima del *CarPort* de 15% ubicado en la parte más crítica del lote. El *CarPort* en la medida de lo posible se debe ubicar del lado con menor altura –ver Figura 14–, para que el otro lado del lote donde es la altura crítica, se aleje de la pendiente del *CarPort*.

Figura 14 Planta y elevación de ubicación de *CarPort* en casas con calles de pendiente máxima.



Se proponen las siguientes máximas en pendientes para diferentes anchos de lotes con *CarPort* ubicado en la parte crítica del lote. Para otros anchos se pueden interpolar los datos.

Cuadro 4 Relación entre ancho de lote y pendiente máxima de calle.

Ancho del Lote (m)	Pendiente Máxima de la Calle que le da acceso
5.00	17%
6.00	15%
7.00	13%
8.00	12%

PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

Las condicionantes de la anterior tabla son los siguientes:

- Lote con *CarPort* para dos carros máximo.
- *CarPort* ubicado en la parte más crítica del lote.
- La pendiente de la banqueta es la misma del *CarPort*.
- Banqueta de 1.00m de ancho.

La tabla se utiliza de dos formas: 1) conociendo el ancho del lote necesario se encuentra la pendiente máxima recomendada. 2) conociendo la pendiente máxima de las calles de acuerdo a las características topográficas del terreno se encuentra el ancho posible máximo del lote.

Se puede considerar también dejar las banquetas con pendientes fuertes mayores del 17% y así minimizar la pendiente del *CarPort*, pero esto repercute en banquetas muy peligrosas para el tránsito peatonal.

2.2.4 Dobles y triples rasantes.

Se habla de dobles y triples rasantes a las rasantes de las líneas izquierda, central y derecha de las calles. Es necesario en el diseño de calles de urbanizaciones habitacionales críticas, el utilizar varias rasantes, por los siguientes motivos:

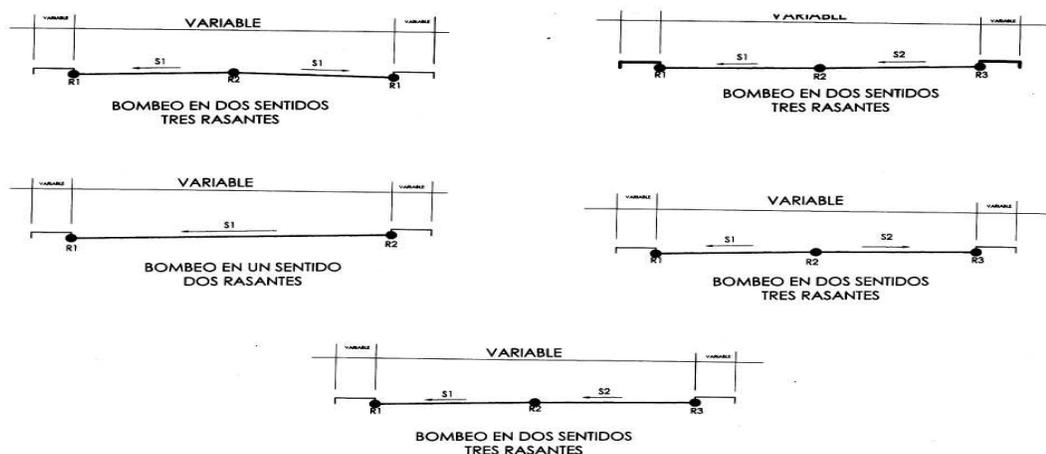
- Para dejar el bombeo de aguas pluviales en la sección transversal de las calles.
- Porque el terreno se necesita optimizar para lograr plataformas lo menos altas posibles.

PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

- Cuando la topografía del terreno es demasiada accidentada.
- Cuando existen lotes en ambos lados de la calle que en planta no coinciden sus frentes y se encuentran ubicados paralelos a las curvas de nivel.
- Para hacer cambios de rasantes de ambos lados de la calle en virtud de una calle perpendicular crítica.
- Para maximizar el movimiento de tierras en rellenos y cortes tanto de la misma calle como de las plataformas.

En urbanizaciones habitacionales es importante tomarse el tiempo necesario para diseñar dos o tres rasantes de la calle, ya que se trabaja con longitudes pequeñas y cualquier optimización que se realice al diseño, repercute en el costo y funcionalidad del proyecto en general. A continuación se dan las posibles combinaciones de pendientes transversales de calles.

Figura 15 Pendientes transversales de calles en urbanizaciones habitacionales.



DOBLES Y TRIPES RASANTES

2.2.5 Calidad del suelo

Conocer la calidad del suelo que servirá de fundamento para las cimentaciones de las edificaciones y para la estructura del pavimento de las calles es de suma importancia. Este dato se debe de conocer si es posible en su etapa de planificación. Algunas de las constructoras no realizan ensayos preliminares al suelo, pero llevan en su proceso de construcción la supervisión necesaria para detectar cualquier suelo que no cumpla con las condiciones básicas. Los requisitos, características y ensayos necesarios para el suelo de subrasante se describirán en el capítulo 3 de este trabajo, sin embargo cabe mencionar que se deberá planificar un corte de material orgánico entre 0.15m y 0.50m –depende del caso– respecto del terreno natural virgen. Las características del suelo de cimentación para la construcción de la estructura del pavimento, deben cumplir con las normas de carreteras y no se debe de pensar que por ser calles donde transitan únicamente vehículos livianos se pueden obviar algunas normas de construcción vial.

Todos los criterios aplicados en éste capítulo vienen dados por experiencias prácticas en diseño de proyectos de viviendas, y se debe decir que no están normados, sin embargo son útiles y pueden dar buenos resultados en el diseño de urbanizaciones habitacionales. Estas son **recomendaciones** que no son obligatorias el adoptar, ni mucho menos el cumplir y si se aplican se deben chequear de acuerdo al proyecto específico y particular verificando su funcionalidad y que el fin de cada criterio se cumpla, siendo necesario en caso contrario, su modificación en la etapa de planificación antes de ser aplicada en la construcción del proyecto particular.

PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

Es de hacer notar que es importante elaborar un trabajo independiente a éste, donde se dé pormenores de estos criterios que puedan ser adoptados por las empresas que se dediquen a la planificación de proyectos habitacionales.

PLANIFICACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DE CALLES

3. PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

Es necesario establecer parámetros técnicos adecuados para la construcción de calles en urbanizaciones habitacionales para así lograr una construcción duradera y de vida útil aceptable. La experiencia demuestra que son pocos los profesionales involucrados en la construcción de calles en proyectos habitacionales, que toman en cuenta la existencia y la aplicación de normas y recomendaciones para la buena elaboración de pavimentos. Erróneamente se cree que no es necesario para calles de proyectos de vivienda el utilizar normativas y requisitos de construcción de pavimentos ya que se cree que se encuentran por lo general enfocados a carreteras, y en vista de este pensamiento se han dejado y construido calles sin ningún tipo de diseño, criterios profesionales y análisis de ningún tipo, lo que da como resultado que las áreas de circulación peatonal y de vehículos en las urbanizaciones habitacionales, tengan problemas a muy corto plazo. En este capítulo se dará la propuesta de los requisitos técnicos para la construcción de pavimento flexible y rígido, principalmente enfocado a los flexibles, específicamente a los de concreto asfáltico, que son los de mayor utilización en las urbanizaciones habitacionales debido a que son más económicos y requieren menos inversión inicial.

Para iniciar se dará la siguiente definición:

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

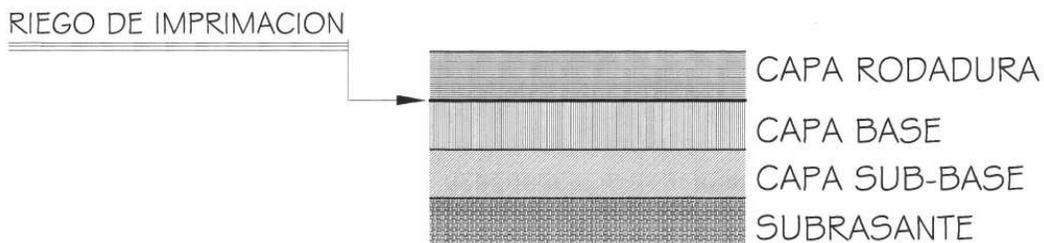
Pavimento

Es una estructura que el hombre construye para mejorar la resistencia del suelo donde transitarán vehículos y personas, ayudándolo a que sea más confortable, seguro y económico, favoreciendo el mantener la vía de comunicación terrestre en buen estado.

La estructura de un pavimento está conformada por varias capas que se colocan sobre el suelo natural –Subrasante–. Las capas son las siguientes descritas en orden ascendente –ver Figura 16–:

- Subbase.
- Base.
- Imprimación.
- Capa de rodadura.

Figura 16 Estructura típica de pavimento



Todas y cada una de las capas de la estructura del pavimento son importantes y cumplen una función específica, poseyendo cada una requisitos y normas para su composición, diseño y construcción.

Existe un error generalizado en la construcción de pavimentos en calles de urbanizaciones de viviendas, el cual consiste en que no se le dá la importancia a las capas de subbase, base y a las condiciones establecidas para la subrasante, lo que repercute en estructuras de pavimentos con poca duración, deteriorándose en corto tiempo aunque la capa de rodadura sea de excelente calidad. Por ello es necesario conocer cada una de ellas y así aplicar este conocimiento en la construcción del pavimento.

3.1 Definiciones y conceptos de la estructura de un pavimento.

Se dará una definición y concepto básicos de cada una de las capas de la estructura del pavimento para conocer el aporte estructural que contribuye cada una, y así, comprender de mejor manera su función y objetivo en la estructura completa.

3.1.1 Subrasante.

Éste es el suelo inferior donde se cimentará la estructura del pavimento, generalmente es el suelo después de remover la capa vegetal y del corte según el diseño de altimetría establecido en los planos. Considerando que la subrasante es suelo natural que está compuesto por diferentes tipos y calidades de materiales, es necesario por norma general, que no sean arcillas o que esté comprendido de la menor cantidad de arcillas, debido a que éstas, bajo acción de cargas de tránsito, pueden modificar su estructura y alterar su volumen de vacíos principalmente ante la presencia de agua, lo que implica una reducción de la estabilidad de la subrasante.

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

En circunstancias de suelos con arcilla, la subrasante puede ser sustituida por una capa de materiales seleccionados de préstamo que cumplan con los requisitos necesarios para una subrasante adecuada. Si la subrasante cumple con los requisitos de una subbase, ésta última puede no colocarse dentro de la estructura del pavimento, o bien si la subrasante es de mala calidad puede ser estabilizada con cal, cemento, etc., para mejorar la capacidad soporte del suelo –CBR–.

3.1.2 Subbase.

Es la capa que se encuentra entre la subrasante y la base. Está compuesta por materiales granulares tratados o no tratados. También puede ser parte del suelo que se extrajo del movimiento de tierras con tratamientos necesarios para cumplir con los requisitos establecidos para subbase. La diferencia con la capa de base es que las especificaciones son menos rigurosas respecto a la resistencia, los tipos de agregados y la graduación. No sólo de la función que cumple como parte de la estructura del pavimento, la subbase puede efectuar otras funciones como por ejemplo: la de prevenir la acumulación de agua libre, o la de impedir que suelos de grano fino pasen a la capa de base. La capa de subbase puede desempeñar la función de drenaje –si así fuera necesario–, para lo cual se adecuará los agregados a esta necesidad, esta capa se puede omitir si la capacidad soporte del suelo de cimentación –subrasante– es lo suficientemente resistente.

3.1.3 Base.

Se puede definir como la capa que está inmediatamente debajo de la capa de rodadura. Está ubicada arriba de la capa de subbase o de la subrasante sino existiera subbase. Es la capa después de la capa de rodadura que resiste una gran cantidad de esfuerzos de la estructura del pavimento. Puede estar comprendida por agregados de piedra triturada, escoria triturada, grava y material selecto, o una combinación de ellos. Las principales características y funciones de la base son:

- Capa de transición entre la carpeta de rodadura y la subbase.
- Absorber gran cantidad de carga en la estructura.
- Transmitir cargas a la subbase.
- Tener mayor capacidad de resistencia que la subbase –mayor CBR–.
- Drenar el agua filtrada de las carpetas.
- Resistir cambios de temperatura y humedad.

3.1.4 Imprimación.

Consiste en la aplicación de un asfalto líquido de baja viscosidad que se coloca arriba de la base, su función principal es la de impermeabilizarla a través de su penetración, la cual debe ser menor a un centímetro, esta llena los vacíos existentes en la base endureciéndola y protegiéndola de las condiciones de humedad y sol, y de esta manera conserva las propiedades mecánicas e hidráulicas, antes de aplicar la capa de rodadura.

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

Mejora la adherencia entre la base y la capa de concreto asfáltico en pavimentos flexibles, lo que permite una mayor integración entre ellas.

3.1.5 Capa de rodadura.

Es la capa superior de la estructura del pavimento que queda por encima de todas las demás. Las principales funciones y características son:

- Soportar directamente sobre ella el tránsito de los vehículos.
- Resistir las fuerzas de abrasión de los neumáticos de los vehículos.
- Contener la mayor cantidad de carga en la estructura del pavimento.
- Transmitir y distribuir las cargas a la capa de base.
- Limitar la cantidad de agua superficial que penetra en el pavimento.
- Proporcionar una superficie resistente al patinaje de los vehículos.
- Ofrecer una superficie adecuada para transitar.
- Soportar directamente las condiciones climáticas bajo la cual está sometida toda la estructura.

La capa de rodadura está comprendida por un concreto asfáltico que consta de material bituminoso y agregados minerales bien graduados, o bien, un concreto de cemento Pórtland y agregados pétreos.

3.2 Análisis necesarios para determinar la estructura del pavimento.

Es necesario hacer un análisis básico y adecuado para poder establecer cuáles serán los parámetros a considerar en el diseño del pavimento. Cada uno de los puntos a tomar en cuenta son necesarios no sólo como datos numéricos para el diseño en gabinete, sino también para que el planificador o proyectista conozca con anterioridad las variables a considerar en el proceso constructivo de la urbanización.

3.2.1 Estudio de suelos.

Es necesario hacer un estudio de suelos para determinar las características naturales del suelo donde se cimentará la estructura del pavimento para considerarlas en el diseño, siendo principalmente importante el determinar el valor soporte CBR –*California bearing ratios*– del suelo, en vista que este valor determina la capacidad de soportar los esfuerzos aplicados, y por motivo que el pavimento se diseña para distribuir las cargas del tráfico hacia la subrasante, ésta debe tener buenas condiciones, ya que de ella depende gran parte del desempeño de la estructura.

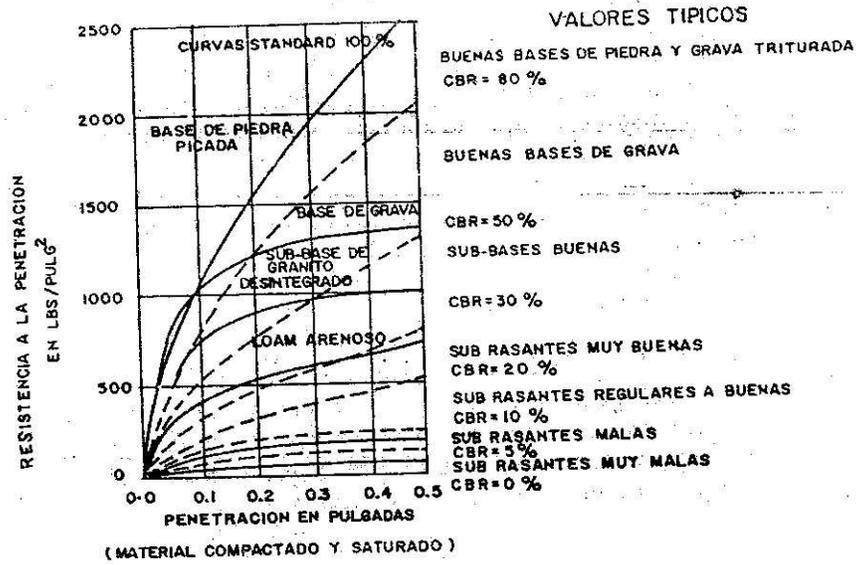
El CBR debe ser representativo del suelo donde se cimentará el pavimento, para lo cual es indispensable que se realicen perforaciones y extraer el suelo conveniente con las siguientes recomendaciones:

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

- Perforar al nivel de la subrasante planificada. Para ello es necesario que al momento de perforar se tenga el plano de plataformas y rasantes para determinar la cota de subrasante en cada punto de muestra.
- Las perforaciones deben de ubicarse en las áreas de circulación (área de calles) de acuerdo al plano de geometría del proyecto.
- La cantidad de perforaciones depende del área de calles del proyecto, si la urbanización fuera grande, se debe tener como mínimo una perforación por cada mil metros cuadrados de calle.

Preferentemente, el análisis de suelo se debe de realizar en la etapa de planificación, para así conocer cual será la estructura del pavimento y poderla contemplar en los costos de la manera más correcta y con suficiente anticipación. Se recomienda que al momento de estar construyendo las calles se determine si las condiciones del suelo final son las mismas que se obtuvieron en las perforaciones y en caso contrario hacer las correcciones necesarias in-situ para garantizar las características de diseño tomadas en cuenta y/o realizar un nuevo análisis de acuerdo a las nuevas circunstancias. Depende del valor del CBR para definir la calidad del suelo de subrasante de acuerdo a la siguiente clasificación –Ver Gráfica 2–.

Gráfica 2 Valores de CBR



Conforme al gráfico anterior se puede decir que los valores entre:

- 30% - 20% son muy buenos suelos para subrasante.
- 20% - 10% son buenos a regulares suelos para subrasante.
- 10% - 5% son malos suelos para subrasante.
- 5% - 0% son muy malos suelos para subrasante.

3.2.2 Tránsito de vehículos.

La experiencia refleja que normalmente se realiza un inadecuado análisis de tránsito para diseñar la estructura del pavimento, y como consecuencia el pavimento se fatiga prematuramente o bien se provoca el apareamiento de grietas y fisuras antes del periodo de vida útil. Para el análisis del tránsito se recomienda tomar las siguientes consideraciones:

3.2.2.1 Consideraciones antes, durante y después.

Es indispensable conocer cuáles serán las circunstancias en las que trabajará la estructura de pavimento. La cantidad de veces que se aplica una carga crítica, aunado al tipo de movimiento que realizarán los vehículos son importantes de conocer. Las condiciones se darán de acuerdo a la planificación que se tenga para el proceso constructivo del proyecto habitacional y de la distribución geométrica del proyecto, sus colindancias y sus entradas y salidas.

Generalmente se cometen los siguientes errores al momento de considerar las cargas de diseño del pavimento:

- No se contempla el tránsito de vehículos sobre las calles en la etapa de construcción.

- Se estima solamente vehículos livianos, sin tomar en cuenta los vehículos pesados de servicio que transitarán en la colonia, –mudanzas, agua pura, mantenimiento de sistemas generales, de ampliaciones de viviendas–.
- La carga de los vehículos pesados en el proceso de construcción, por ejemplo: los camiones de suministro de concreto; tráileres con plataformas cargadas de cemento; maquinaria para la construcción de las viviendas, etc.

Tomar en cuenta las condiciones de carga a las cuales estarán expuestas las calles, tanto antes de la construcción, como en el proceso de urbanización y construcción de las viviendas, o cuando el proyecto esté en funcionamiento, dará como resultado el buen diseño de la estructura del pavimento y la garantía que las calles terminadas responderán eficientemente en un buen lapso de tiempo.

3.2.2.2 Evitar fatiga prematura.

Se observa en muchos proyectos que el planificador no incluye el proceso constructivo en el diseño general del proyecto habitacional, lo que da como resultado, que en la etapa de construcción de las calles, éstas sean utilizadas prematuramente con cargas fuera de las estimadas en el diseño de la estructura del pavimento, fatigándolo y como consecuencia al momento de entregar el proyecto terminado no se cuenten con calles al 100% de su capacidad.

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

La fatiga prematura en calles es muy común en proyectos habitacionales, por lo cual se recomienda analizar las situaciones a las cuales estarán expuestas en el proceso de construcción y así poder contemplarlas en el análisis general para el diseño de la estructura del pavimento.

Examinar cada uno de los aspectos anteriores es importante para que el diseñador del pavimento cuente con los datos relevantes y adecuados en la obtención de la estructura del mismo.

3.3 Obtención de la estructura.

En referencia, y de acuerdo a los parámetros establecidos en el análisis del inciso anterior, se procede a la obtención de la estructura del pavimento, de acuerdo a cálculos aceptados en la práctica de la ingeniería.

No es el fin de este trabajo dar el procedimiento para el diseño de un pavimento, pero sí el de describir las características de los dos pavimentos más utilizados en calles de urbanizaciones habitacionales, para que el proyectista pueda tomarlas en deferencia y decidirse por el que más le convenga.

3.3.1 Tipos de pavimentos.

Existen dos tipos de pavimentos utilizados por los profesionales y que se recomiendan para proyectos habitacionales, los cuales son:

- Pavimento Rígido.
- Pavimento Flexible.

3.3.1.2 Pavimento rígido.

Principalmente se define como un pavimento de concreto construido de cemento hidráulico –Pórtland–, con o sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito.

Está integrado generalmente por dos capas:

- Capa de base.
- Carpeta de Rodadura.

Si la subrasante es muy buena, y cumple con los requisitos y ensayos requeridos, no es necesario colocar la capa de base, por lo cual, la estructura del pavimento solo constará de la capa de rodadura –losa de concreto–.

La carpeta de rodadura, es decir, la losa de concreto, posee las características de una viga, que le permite extenderse de un lado a otro de las irregularidades en la base, y está diseñada específicamente para soportar aproximadamente el 80% de las cargas de diseño.

El pavimento rígido puede ser de tres tipos:

- Concreto simple.

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

- Concreto reforzado.
- Concreto preesforzado.

Los pavimentos rígidos para calles en proyectos habitacionales suelen ser de concreto sin refuerzo y si es necesario para controlar las fisuras por fraguado, se le coloca malla electrosoldada.

Se deben dejar juntas de dilatación en el pavimento para reducir los efectos de la expansión y contracción del concreto de cemento. Las juntas pueden ser perpendiculares a cada cuatro metros y transversales en la línea central de las calles. Las juntas se deben sellar para evitar el paso de suciedad y de agua, para esto se utilizará selladores líquidos de tipo elastoméricos.

El utilizar pavimento rígido en las calles de urbanizaciones habitacionales es más oneroso y representa una inversión inicial fuerte para el proyecto, por tal motivo sólo se usa en proyectos de viviendas de categoría alta, garantizando una vida útil por varios años –Ver Fotografía 1-.

Fotografía 1 Pavimento rígido



3.3.1.2 Pavimento flexible.

Principalmente se define como un pavimento de concreto asfáltico, de una mezcla de proporciones estrictamente controladas de materiales pétreos, polvo mineral, cemento asfáltico y aditivos, para obtener un producto de alta resistencia y duración, con características de calidad uniformes que se puede tender y compactar de inmediato en la calle en una o varias capas –de ser requerido–, para proporcionar las características de textura y resistencia a las capas de soporte o de superficie, según se establezca en el diseño.

El concreto asfáltico es la clase superior en la clasificación de los pavimentos bituminosos, que consiste en una o varias capas compactadas de una mezcla de agregados minerales y asfalto líquido. Es producido en plantas especializadas –Ver Fotografía 2–, las cuales combinan los agregados minerales y el asfalto en condiciones de calor –Mezclas asfálticas en caliente– las cuales deben cumplir con las especificaciones establecidas.

Fotografía 2 Planta de producción de concreto asfáltico.



PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

La decisión de cuál pavimento utilizar depende principalmente de la inversión inicial que se quiera estimar en los costos del proyecto, porque, aunque el pavimento rígido garantice más años útiles de vida, su costo es alto en comparación al pavimento flexible que es más económico en cuanto a su inversión inicial, no obstante requiere de mantenimiento periódico para prolongar el tiempo de vida útil, y depende mucho de la calidad del diseño y de construcción en las capas inferiores –Ver Fotografía 3–.

Este trabajo se enfatiza más al pavimento flexible por dos grandes razones:

- Es el más utilizado en comparación con pavimento rígido.
- Requiere de mayor atención en su proceso de planificación y de construcción para lograr calles de calidad aceptable en proyectos habitacionales.

Fotografía 3 Pavimento flexible.



3.3.2 Requisitos y ensayos de materiales a utilizar.

Es indispensable conocer cuáles serán los materiales a utilizar en las capas de un pavimento. Se tratará en forma general los requisitos y ensayos necesarios para obtener una capa con las características establecidas en el diseño de pavimentos. Se describirán los requisitos y ensayos de materiales en las capas de subrasante, subbase, base e imprimación, ya que éstas son las construidas en campo; y las capas de rodadura se dejarán de describir debido a que normalmente se contratan a empresas especialistas tanto en pavimentos de concreto asfáltico como de pavimentos de concreto de cemento Pórtland, los cuales tienen estandarizados sus productos.

3.3.2.1 Requisitos y ensayos de materiales de subrasante.

Reacondicionar la subrasante existente:

Es el trabajo que comprende la escarificación, homogenización, mezcla, uniformización, conformación y compactación del suelo de subrasante que tiene como función regularizar y mejorar las condiciones del cimiento de la estructura del pavimento. Dependiendo del tipo del suelo, es necesario utilizar estabilizadores como cal, cemento, etc., para lograr obtener un mejor CBR en esta capa, ya que de esta depende el resto de la estructura.

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

Materiales Inadecuados:

Los clasificados en el grupo A-8 AASHTO M 145, suelos orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas, altamente compresibles de baja resistencia, con basura o impurezas, rocas aisladas mayores de 100mm, dentro de los 300mm superiores de la capa de suelo de subrasante.

Materiales Adecuados:

Suelos granulares que no sean inadecuados para subrasante de acuerdo a lo indicado anteriormente.

Resumen de Ensayos

- CBR – AASHTO T 193.
- Límite líquido –AASHTO T 89.
- Límite plástico –AASHTO T 90.
- Hinchamiento –AASHTO T 193.
- Humedad de campo con carburo –ASSHTO T 217.
- Compactación -AASHTO T 180 y T 191.
- Material Inadecuado –AASHTO M 145.

3.3.2.2 Requisitos y ensayos de materiales para subbase común.

Materiales de tipo granular en su estado natural o mezclados con valor soporte CBR mínimo del 30%, efectuado sobre una muestra saturada a 95% de compactación.

El tamaño máximo de las piedras que contenga no debe exceder de 70mm ni exceder de $\frac{1}{2}$ espesor de la capa, no debe tener más del 50% en peso de partículas que pasen el Tamiz 0.425mm ni más del 25% en peso, de partículas que pasen el Tamiz 0.075mm.

La porción de material que pasa el Tamiz 0.425mm, no debe tener un índice de plasticidad mayor de 6 ni un límite líquido mayor de 25, determinados sobre una muestra preparada en húmedo. El equivalente de arena no debe ser menor de 25.

Compactación al 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

Resumen de Ensayos

- CBR – AASHTO T 193
- Graduación –AASHTO T 11 Y T 27
- Preparación de muestra en húmedo – ASSHTO T 146.
- Límite Líquido –AASHTO T 89.

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

- Índice Plástico –AASHTO T 90.
- Equivalente de arena –AASHTO T 176.
- Humedad de campo, usando carburo –AASHTO T 217.
- Compactación –AASHTO T 180 y T 191.
- Deflexión, Viga Benkelman –AASHTO T 256.

3.3.2.3 Requisitos y ensayos de materiales para subbase y base granular.

El material debe consistir de preferencia en piedra o grava clasificadas sin triturar, o solamente con trituración parcial, combinadas con arena y material de relleno.

Valor soporte CBR de 40% mínimo para subbase y de 70% para base, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación y con un hinchamiento máximo de 0.5%, con abrasión del agregado retenido en el Tamiz 4.75mm con porcentaje no mayor de 50 a 500 revoluciones.

No más del 25% en peso del material retenido en el Tamiz 4.75mm pueden ser partículas planas o alargadas con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

El material debe estar sin materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas en la capa granular puedan causar fallas en el pavimento.

El material debe llenar los requisitos de graduación que se estipula en el Cuadro 5.

Cuadro 5 Tipo de graduación para material de subbase o base granular.

Standard mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)					
		TIPO "A" (Sub-base) 50 mm (2") máximo	TIPO "A" (Base) 50 mm (2") máximo		TIPO "B" (Sub-base y Base) 38.1 mm (1 ½") máximo		TIPO "C" (Sub-base y Base) 25 mm (1") máximo
		<u>A-1</u>	<u>A-1</u>	<u>A-2</u>	<u>B-1</u>	<u>B-2</u>	<u>C-1</u>
50.0	2"	100	100	100			
38.1	1 ½"	-	-	-	100	100	
25.0	1"	60-90	65-90	60-85	-	-	100
19.0	¾"	-	-	-	60-90	-	-
9.5	⅝"	-	-	-	-	-	50-85
4.75	N° 4	20-60	25-60	20-50	30-60	20-50	35-65
2.00	N° 10	-	-	-	-	-	25-50
0.425	N° 40	-	-	-	-	-	12-30
0.075	N° 200	3-12	3-12	3-10	5-15	3-10	5-15

El porcentaje que pasa el Tamiz 0.075mm debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el Tamiz 0.425mm.

El material en el momento de ser colocado, no debe tener en la fracción que pasa el Tamiz 0.425mm incluyendo el material de relleno, un índice de plasticidad mayor de 6 para la subbase y la base determinado por AASHTO T 90, ni un límite líquido mayor de 25 tanto para la subbase como para la base, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo de conformidad con AASHTO T 146.

El equivalente de arena no debe ser menor de 30 tanto para subbase como para base, según AASHTO T 176.

Resumen de ensayos

- CBR –AASHTO T 193.
- Graduación –AASHTO T 96.
- Graduación –AASHTO T 11 y T 27.
- Muestra preparada en húmedo –AASHTO T 146.
- Límite líquido –AASHTO T 89.
- Índice de plasticidad –AASHTO T 90.
- Equivalente de arena –AASHTO T 176.
- Humedad de campo usando carburo – AASHTO T 217.
- Compactación –AASHTO T 180 y T 191.
- Deflexión, Viga Benkelman –AASHTO T 256.

3.3.2.4 Requisitos y ensayos de materiales para subbase y base de grava o piedra triturada.

El material consiste en piedra o grava triturada mezclada con material de relleno, de manera que el producto obtenido, corresponda a uno de los tipos de graduación de acuerdo a los requisitos aquí estipulados.

El valor soporte CBR determinado por el método AASHTO T 193, debe ser como mínimo de 50% para la subbase y 90% para la base, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación determinada por el método AASHTO T 180 y un hinchamiento máximo de 0.5% según AASHTO T 193.

La porción de agregado retenido en el Tamiz 4.75mm no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión mayor de 50 a 500 revoluciones, determinado por AASHTO T 96.

No menos del 50% en peso de las partículas retenidas en el Tamiz 4.75mm deben de tener por lo menos una cara fracturada.

No más del 20% en peso del material retenido en el Tamiz 4.75mm pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

El material de subbase o base trituradas debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas dentro de la capa, puedan causar fallas en el pavimento.

El material debe llenar los siguientes requisitos de graduación:

Cuadro 6 Tipo de graduación para material de subbase y base triturada.

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)		
		TIPO "A" 50 mm (2") máximo	TIPO "B" 38.1 mm (1 ½") máximo	TIPO "C" 25 mm (1") máximo
50.0	2"	100		
38.1	1 ½"	-	100	
25.0	1"	65-90	70-100	100
19.0	¾"	-	60-90	70-100
9.5	¾"	-	45-75	-
4.75	N° 4	25-60	30-60	35-65
2.00	N° 10	-	20-50	-
0.425	N° 40	10-30	10-30	12-30
0.075	N° 200	3-12	5-15	5-15

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

La curva de graduación del material debe de ser uniforme y de preferencia paralela a la curva de valores medios en los tamices especificados, no aceptándose cambios bruscos entre dos tamices adyacentes. El porcentaje que pasa el Tamiz 0.075mm debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el Tamiz 0.425mm.

El material en el momento de ser colocado no debe tener en la fracción que pasa el Tamiz 0.425mm incluyendo el material de relleno, un índice de plasticidad –AASHTO T90– mayor de 6 para la subbase ni mayor de 3 para la base, ni un límite líquido –AASHTO T89– mayor de 25 tanto para la subbase como para la base, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo –AASHTO T146–.

El material de relleno en adición al que se encuentra en el material triturado, para proporcionarle características adecuadas de granulometría y cohesión, debe estar libre de impurezas y consistir en arena, polvo de roca, limo inorgánico u otro material con alto porcentaje de partículas que pasan el Tamiz de 2.00mm.

Si las bases o subbases necesitan ser estabilizadas o se necesite cualquier otro tipo de base o subbase, se recomienda seguir las directrices de las “ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES” de la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda.

Resumen de Ensayos

- CBR -AASHTO T 193.
- Abrasión -AASHTO T 96.
- Graduación -AASHTO T 27 y T 11.
- Muestra preparada húmeda –AASHTO T 146.
- Límite líquido –AASHTO T 89.
- Índice de plasticidad –AASHTO T 90.
- Equivalente de arena –AASHTO T 176.
- Humedad de campo, usando carburo – AASHTO T 217.
- Compactación –AASHTO T 180 y T 191.
- Deflexión Viga Benkelman –AASHTO T 256.

3.3.2.5 Requisitos y ensayos de materiales para la imprimación.

El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación para el asfalto líquido a usar en la imprimación, debe ser uno de los establecidos en el cuadro siguiente:

Cuadro 7 Requisitos para el asfalto líquido.

Tipo y Grado del Asfalto Líquido	Especificación	Temperatura de Aplicación ° C
• MC-30	AASHTO M 82	> 30
• MC-70		> 50
• MC-250		> 75

El material secante debe estar constituido por arena natural o de trituración, con las siguientes características:

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

La granulometría deberá cumplir con el siguiente cuadro:

Cuadro 8 Requisitos de graduación del mineral secante.

Estándar mm	Tamiz N°	Porcentaje total que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)
9.50	$\frac{3}{8}$	100 %
4.25	4	90 – 100 %
0.075	200	0 – 7 %

La porción que pasa el Tamiz 4.75mm no debe tener un índice de plasticidad –ASSHTO T 90– mayor de 6 y el límite líquido –ASSHTO T 89– no debe ser mayor de 25, ambos determinados sobre muestra preparada en húmedo.

El material secante no debe contener materias vegetales, basura, terrones de arcilla u otras sustancias que puedan incrustarse dentro de la superficie imprimada, causando deterioro en la misma.

Resumen de Ensayos

- Graduación –AASHTO T 27.
- Preparación muestra en húmedo –AASHTO T 146.
- Índice de plasticidad -AASHTO T 90.
- Límite líquido –AASHTO T 89.
- Humedad de campo usando carburo –AASHTO T 217.
- Muestreo de material bituminoso –AASHTO T 40.

- Viscosidad del asfalto líquido –AASHTO T 201.

Todos los requisitos propuestos en ésta sección son tomados de las “ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES” de la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, por ser las más utilizadas por los profesionales de ingeniería en Guatemala.

La mayor parte de este capítulo son normas, requisitos y ensayos utilizados para la construcción de carreteras en general y conceptos generales de pavimentos que se usan en todo tipo de construcción, y no sólo en proyectos habitacionales. La recomendación que se hace de estas normas a las calles de proyectos habitacionales no significa que se trate de proponer normas muy elevadas y estrictas que aumenten el costo del proyecto, sino que se proponen para que el profesional tenga la garantía que el diseño y construcción del pavimento sea el mejor y que la construcción de sus calles sean seguras y confiables, en consideración que es lo primero a la vista de las personas en general. Hay que tomar en cuenta también, que la mayor cantidad de instalaciones de servicios generales de la urbanización como lo son: los sistemas de drenajes, sistemas de agua potable, etc., se encuentran bajo las calles, y si éstas presentan problemas ponen en riesgo otras instalaciones vitales del complejo, lo cual repercutirá en mayores gastos para la colonia, condominio, urbanización, etc., es por eso y muchas otras razones que la calidad de un pavimento es importante. También es importante mencionar que las zanjas hechas para la introducción de los servicios, deben estar bien compactadas –por lo menos 95% del Proctor Standard–, ya que de no hacerlo se pueden provocar depresiones o baches prematuros.

3.4 Ejercicio de diseño de pavimento para urbanizaciones habitacionales.

A continuación se hará un ejemplo real de diseño de pavimento flexible, con las consideraciones necesarias para la elaboración del mismo, cabe mencionar que es indispensable que se tome en cuenta que cada proyecto se diseñará con sus parámetros particulares de acuerdo a la planificación del proceso constructivo ya que de eso depende cual es la carga de diseño de la estructura.

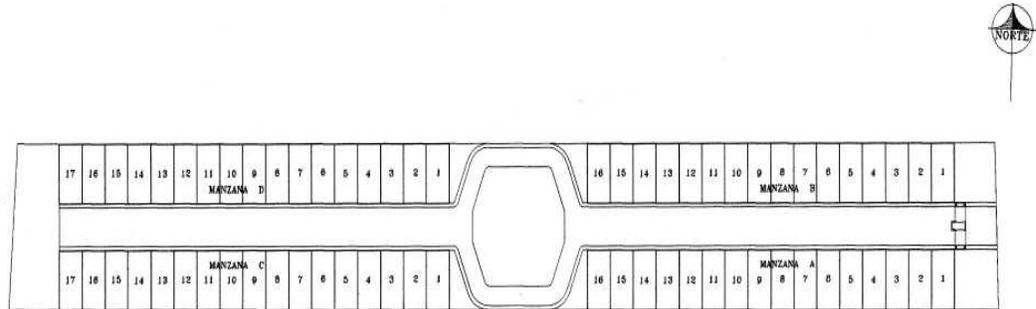
3.4.1 Ejercicio de pavimento flexible

Datos Generales

Proyecto: La Alameda Del Encinal II
Ubicación: Avenida Cementerio Las Flores 16-80 Zona 7 de Mixto.
Viviendas: 66 unidades
Descripción: Proyecto: Lotes de 7*15m con una sola calle de 12m de ancho, con garita de ingreso, dos áreas verdes, área de parqueo de visitas.

Viviendas: de dos niveles con primer nivel: sala, comedor, cocina, área de lavandería, dormitorio y baño de servicio, baño de visitas, patio, *carport* para dos vehículos; segundo nivel: 3 dormitorios, dos baños, un balcón.

Figura 17 Planta de proyecto del ejercicio de pavimento flexible



PLANTA DE GEOMETRÍA DE LOTES Y COTAS GENERALES

ESCALA 1:500

Consideraciones generales

La función de un pavimento asfáltico es la de proveer una superficie de rodamiento adecuada para el tránsito y distribuir las cargas aplicadas por el mismo, sin que se sobrepasen las tensiones admisibles de las distintas capas que conforman la estructura del pavimento.

Toda estructura esta conformada por distintas capas de resistencia decreciente con la profundidad, cada una de estas capas tiene una doble función, por un lado distribuir las tensiones provenientes de la parte superior reduciéndolas a valores admisibles para las capas inferiores y por otra parte ser suficientemente resistentes para si mismas para soportar sin deformaciones permanentes las cargas a las cuales estarán sujetas durante el período de diseño del pavimento.

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

La forma correcta de afrontar el diseño de pavimentos flexibles es mediante la valorización de los ensayos de laboratorio que permiten conocer las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en las distintas capas y en la subrasante, propiedades condicionadas a las características físicas y condiciones volumétricas de dichos materiales durante su comportamiento en servicio.

Los factores fundamentales que deben ser tomados en cuenta al efectuar el análisis de la composición de las distintas capas que conforman la estructura del pavimento, para que éste pueda comportarse satisfactoriamente durante el período de servicio proyectado, son las siguientes:

- Tránsito durante el período de diseño y durante la obra.
- Condiciones hidrológicas y factores climáticos
- Diseño geométrico de la calle y topografía del terreno
- Fuentes de materiales de construcción

Todos los factores, convenientemente analizados y ponderados, llevarán a elaborar un diseño estructural acorde con el proyecto que se está tratando.

Dentro de los métodos de diseño estructural más utilizados se destaca el Método AASHTO, siendo su más reciente versión, la correspondiente al año 1993.

Método AASHTO

Sobre la base de las experiencias realizadas en el AASHTO ROAD TEST se desarrolló una solución algorítmica que sirvió como criterio de diseño. La fórmula obtenida, relaciona mediante análisis estadísticos la evolución del índice de serviciabilidad (PSI) con el tránsito soportado referido a una carga standard (W_{t18}), siendo la ecuación que se formuló, representativa del mejor ajuste a las condiciones medias de la pista experimental, en lo que se refiere a suelos, propiedades de los materiales, procesos constructivos y tránsito.

El método tiene en cuenta la incertidumbre que se presenta en la predicción del tránsito y en los distintos niveles de comportamiento de servicio.

La ecuación original respondía a condiciones medias, por lo que planteaba la posibilidad de que al cabo del período de diseño, un 50% de la calle presente un índice de serviciabilidad (PSI) menor al previsto.

Habiéndose verificado con suficiente aproximación, que el comportamiento de una calle en función del tránsito sigue la distribución normal de Gauss, pueden aplicarse conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad determinada.

Las tres variables fundamentales consideradas para el concepto de Confiabilidad son: condición del pavimento, número de ejes acumulados y comportamiento del pavimento.

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

La condición del pavimento que considera el METODO AASHTO es el índice de serviciabilidad (PSI), cuyo valor en un determinado momento depende del estado de la condición superficial –Fallas, ahuellamientos y fisuras–.

El número de ejes acumulados es la sumatoria de las distintas cargas aplicadas, referidas a una carga standard de 18,000 lb por eje simple.

En lo que se refiere al comportamiento real del pavimento, depende de la variación de los materiales, equipos y procesos constructivos, como también de las condiciones climáticas.

Las variaciones debidas a la predicción del tránsito y al comportamiento real del pavimento se suman en un Error Standard Combinado (S_o) que se aplica directamente en el cálculo de espesores. De la experiencia disponible se ha verificado para pavimentos flexibles, que S_o varia entre 0.40 y 0.50.

La Desviación Normal Standard (Z_R) es función del grado de Confiabilidad (R) que se desee. Por ejemplo para un nivel de confiabilidad del 90% en una distribución normal, sólo quedan el 10% de los puntos por debajo de la campana de Gauss, es decir con posibles riesgos de falla.

Debe tenerse en cuenta que al diseñar para un alto grado de confiabilidad (S_o), implica aumentar marcadamente los costos de construcción del pavimento.

En Desing Chart for Flexible pavements se muestra el nomograma y la ecuación básica para estructuras de pavimentos flexibles, siendo las variables que intervienen:

- Wt18 : NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES
- ZR : DESVIACIÓN STANDARD NORMAL
- So : ERROR STANDARD COMBINADO
- DPSI : DIFERENCIA ENTRE EL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD
- SN : NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
- MR : MODULO RESILENTE DE LA SUBRASANTE

El número estructural (SN) del pavimento representa la resistencia total del mismo para una determinada condición de la subrasante (Mr), para un tránsito específico (W t18), y para un índice de serviciabilidad (PSI) definido para el final de la vida útil.

El Número Estructural (SN) debe convertirse en espesores reales mediante los coeficientes estructurales que representan los aportes de las distintas capas. Siendo:

Fórmula 5 Número estructural de pavimentos

$$SN = a1*D1 + a2*D2*m2 + a3*D3*m3$$

Donde:

- ai : coeficiente de aporte estructural de capa “i”
- Di : Espesor de la capa “i”
- mi : coeficiente de drenaje de la capa “i”

Estudio geotécnico

Para conocer las distintas propiedades y características físico-mecánicas del suelo de subrasante, se realizaron perforaciones para obtener muestras representativas y muestreos suficientes de los bancos de materiales, para esta actividad se efectuó una campaña de obtención de muestras, utilizando el criterio de muestreo a cielo abierto tomando muestras a profundidades entre 80 y 120 centímetros a lo largo de la ubicación de las calles del proyecto de acuerdo al plano de geometría. A todas las muestras se les efectuaron los análisis de laboratorio de suelos.

Exploración de campo

Antes de iniciar las actividades de muestreo se efectuó una inspección preliminar en todo el área del proyecto para verificar las diferentes calidades, colores, clasificación visual y grado de finura de los distintos materiales que componen el subsuelo de las calles y de las áreas que la circunda; como resultado de esa actividad se preparó el programa de exploraciones.

Estudio de las características de la subrasante

Para determinar las características de los materiales de la subrasante, así como las condiciones en que ésta se encuentra y poder así asignarle el valor de soporte que es capaz de brindar a la estructura del pavimento, se hicieron exploraciones mediante la excavación de calicatas que se repartieron a lo largo 250m de la calle.

De las calicatas se obtuvieron muestras representativas del material para remitirlas al laboratorio y ahí practicarles las pruebas de suelos correspondientes. Los resultados obtenidos son: el límite líquido (LL) con un valor representativo de 39.9%; El índice plástico (IP) con un valor representativo de 20.35; los pesos máximos secos (PVSM) con un promedio de 107.5 lbs/pie³. de acuerdo con los resultados se puede concluir que los suelos se presentan con arcillas, arcillas limosas y limos arcillosos de coloraciones de café claro a oscuro, las clasificaciones predominantes se ubican como A-6, A-2-6 y A-7-5 de la metodología AASHTO.

Análisis de resultados y recomendaciones

Revisando los resultados de las pruebas de CBR de la subrasante realizadas en el laboratorio, se encontró que los valores se ubicaron entre 10% y 15%; se encontró además, que el grado de compactación va del 88.5% al 99.0%. Del análisis de los resultados y efectuando el cálculo de los valores de resistencia correspondientes al valor de CBR al grado de compactación encontrado en el campo, se obtienen los CBR de trabajo para aplicar en el diseño de la estructura del pavimento. Dada la homogeneidad de los suelos de la subrasante se efectuó una sola tramificación para adecuar en lo posible los valores soporte ya que todo el tramo cuenta con características similares y sus aplicaciones en el diseño definitivo de la estructura propuesta se resolvió al calcular para diferentes valores de resiliencia de la subrasante.

Estudio del tránsito y cargas de diseño

Un aspecto fundamental para el diseño del pavimento de cualquier proyecto vial que requiera establecer la opción o alternativa más conveniente tanto técnica como económica, es el debido y acertado estudio del comportamiento del tránsito tanto actual como futuro tomándose en cuenta todas las variables y expectativas que éste deberá tener durante el transcurso de la vida útil proyectada y las estimaciones del proyectista para definir el período de diseño.

El periodo de diseño es de 20 años, el cual se considera adecuado para proyectos habitacionales, es de considerar que en la entrada del proyecto donde se ubica la garita es el mayor tránsito de vehículos y por tal motivo el estudio se realiza en ese punto y se aplica para todas las calles aunque en los tramos finales el diseño quede holgado –lugares donde el tránsito es menor–.

Cantidad de vehículos estimados para la carga

Livianos: 2.5 carros por vivienda incluyendo los vehículos de visita saliendo 1.5 veces al día en virtud de los habitantes que llegan al medio día. $66 \times 2.5 \times 1.5 \times 365 = 90,338$ vehículos al año.

De servicio: camiones para recolección de basura, agua pura, mudanzas, se estima lo siguiente:

Camiones de basura: 2 por semana * 54 =	108 al año.
Agua pura: 1 por semana * 54 =	54 al año.

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

Mudanzas: 1 al mes en virtud de arrendantes * 12= 12 al año.

Total de camiones de servicio = 174 al año.

Escolares: No se contempla en virtud que se restringe la entrada en la garita.

Carga por construcción. No se estima en virtud de que el proceso constructivo se planificará con calles alternas, el proceso de construcción de las viviendas cuando no esté construido el pavimento –el pavimento se construye después de construir las casas–.

No se estima tasa de crecimiento en función que es un proyecto tipo condominio, donde no existe posibilidad de construir más viviendas o de modificar las que se construirán.

Año		Tipo de Vehículo		TDPA	ESAL DE DISEÑO
		Automóvil	Camión C-3		
1	2001	90338	174		
2	2002	90338	174		
3	2003	90338	174		
4	2004	90338	174		
5	2005	90338	174		
6	2006	90338	174		
7	2007	90338	174		
8	2008	90338	174		
9	2009	90338	174		
10	2010	90338	174		
11	2011	90338	174		
12	2012	90338	174		

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

13	2013	90338	174		
14	2014	90338	174		
15	2015	90338	174		
16	2016	90338	174		
17	2017	90338	174		
18	2018	90338	174		
19	2019	90338	174		
20	2020	90338	174	90512	13,218
Factor		0.01	2.00		

Diseño del pavimento

Para el diseño de los espesores de las estructuras de pavimento se ha adoptado el método de la AASTHO y para ello, se toman como punto de partida los datos de cargas de tránsito y los valores de resistencia del terreno de apoyo del pavimento.

Las cargas del tránsito fueron estimadas como se indicó, en función de los ejes equivalentes a un eje sencillo de 8.2 toneladas (ESAL) que se acumulan en el periodo de vida útil fijado; los cálculos fueron desarrollados en la Tabla de proyección del Tránsito y Cálculo de los ejes equivalentes, el resultado es de 13,218.

Para la sección estructural del pavimento, el método de la AASTHO recomienda espesores mínimos de 2.50cm para la capa de concreto asfáltico y de 10cm para la capa de base. Para estructurar la sección hace falta asignarles coeficientes de capa a los materiales de que se dispone para construir el pavimento.

Coefficientes de Capa (a_i)

Material	Valores Típicos
Concreto Asfáltico	0.30 - 0.44
Base Estabilizada con Asfalto	0.20 - 0.38
Base tratada con Cemento	0.15 - 0.20
Base tratada con Cal	0.15 - 0.20
Base de Piedra Triturada	0.13 - 0.14
Sub-base granular	0.09 - 0.12

Los coeficientes a utilizar en el diseño son:

Para concreto asfáltico $a_1 = 0.41$

Para la capa de base $a_2 = 0.14$

Estrategia de mantenimiento

Para que el proyecto llene las expectativas que se tienen al analizar un horizonte de 20 años, se plantea la siguiente estrategia de mantenimiento:

Mantenimiento Rutinario Cada año

Aplicación de Sello Asfáltico Al 5° año

Aplicación de Sello Asfáltico Al 10° año

Aplicación de Sello Asfáltico Al 15° año

Factor de vehículo obtenido para:

número estructural inicial (SN) = 3

índice de servicio final Pt = 2.0

factor de distribución direccional DD = 0.5

PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO

Memoria de cálculo

AASHTO 93 Design Equations

Location: La alameda del encinal II

***** flexible pavement Analysis *****

.....(1) Design E 18' s	13,218
.....(2) Reliability	50.00
.....(3) Overall Deviation	0.40
.....()	
.....(4) Soil Resilient	7,500
.....(5) Initial Serviceability	4.2
.....(6) Terminal Serviceability	2.0
*****Flexible structural Number	1.35 (Requerido)

Horizonte de 20 años con concreto asfáltico

RODADURA cm.	BASE cm.	SUBRASANT cm.	SN . req.	SN. prov.
5	15	20	1.35	1.66

Resumen de diseño final de pavimento asfáltico

Espesor de tratamiento de subrasante	20cm
Espesor de capa de base triturada	15cm
Espesor de concreto asfáltico	5cm
Mantenimiento rutinario	cada año
Aplicación de sello asfáltico	cada 5 años

Todas las características de las capas de la estructura deben cumplir con las ya especificadas en este capítulo.

4. PROCESO CONSTRUCTIVO

Uno de los mayores problemas que existen en la construcción de calles es la falta de planificación y el desconocimiento de los factores y situaciones que se pueden presentar al momento de construir la urbanización y las viviendas. Cabe mencionar que aún con el buen diseño de pavimento y se tomen todas las consideraciones posibles en la etapa de planificación, no se logran tener buenos pavimentos en las urbanizaciones, debido a que al momento de construirse se cometen muchas imprudencias por falta de planificación de la construcción. En este capítulo se darán criterios a tomar en cuenta para el proceso de construcción, incluyendo los posibles problemas, ya que muchos supervisores y constructores de proyectos habitacionales no cuentan con el personal debidamente capacitado o con la experiencia necesaria en la construcción de pavimentos. Cada punto a tratar es resultado de la experiencia en la construcción de pavimentos de urbanizaciones habitacionales, ya que muchos de ellos sólo se detectan al momento de la construcción.

4.1 Planificación de la etapa de construcción

Es necesario planificar la forma en que se construirá el proyecto, analizando posibles puntos críticos de acuerdo a la geometría de la urbanización y los cuales se deben realizar al momento de planificar el proyecto en gabinete para así incluirlos en las fechas de terminación de las viviendas, ya que es común realizarlo al contrario, es decir, construir de acuerdo a las viviendas que se planifiquen entregar. Los criterios recomendados a tomar en cuenta son los siguientes:

4.1.1 Transitar sobre lo ejecutado

Muchas veces por falta de planificación de construcción de la urbanización y las casas, o por motivo que el diseño del proyecto lo obligue, no se contemplaron vías alternas, y se transita sobre calles ya pavimentadas y terminadas. En este sentido se puede enumerar las siguientes situaciones:

- Cuando se decide terminar al 100% el pavimento de las calles, se ven afectadas por la circulación prematura de vehículos, la aplicación de cargas fuera de diseño, el empleo de maquinaria pesada y camiones de cargas cercanas a las 30 toneladas –camiones de concreto– en la construcción. El inconveniente es que la carpeta asfáltica comienza a deteriorarse anticipadamente o se inducen deflexiones permanentes y extremas al pavimento.
- Muchas veces se decide dejar solamente la base con la imprimación aplicada, contemplando construir la carpeta asfáltica después de la construcción de las demás edificaciones del proyecto, lo que ocasiona en primera instancia que las capas de subbase y base resistan cargas para las cuales no fueron diseñadas y se corre el riesgo que las orugas de la maquinaria, así como los giros inapropiados de los camiones levanten la imprimación, lo cual hace que la base quede desprotegida expuesta al clima y demás factores que puedan afectarla.

- En otras ocasiones se decide dejar la calle sin construir, sin embargo, esto implica que dañará la subrasante y al momento de construir las calles se invierta más recursos económicos en la reparación de la misma. Otra situación común es tener que cambiar el nivel de rasante por: No existir referencias exactas de la calle por no estar construida, y/o que se dejen accesos a las viviendas con alturas no aceptadas o casas “ahogadas” cuando la rasante es de pendiente longitud muy pequeña.

Fotografía 4 Asfalto dañado por tránsito de vehículos de la construcción.



Fotografía 5 Imprimación dañada por circulación de vehículos.



Por estas razones es importante planificar el proceso de construcción para no transitar sobre lo elaborado, sea cual sea la etapa o porcentaje de ejecución, sin embargo, si transitar sobre lo ya construido es inevitable, se recomienda trabajar el pavimento de las calles hasta que finalice la construcción de las viviendas y/o instalaciones cercanas a la calle y dejar el movimiento de tierras por lo menos 10cm. arriba de la subrasante y tomarlo en cuenta al momento de definir niveles en las viviendas y carports, pero al hacerlo de esta forma es necesario tener el debido cuidado para no dañar las construcciones en los lotes y demás áreas.

4.1.2 Protección de alrededores

Se ha observado que no se protegen adecuadamente los alrededores de las calles ya pavimentadas o en proceso de construcción con estructuras sólo imprimadas. La falta de protección de alrededores puede causar los siguientes problemas:

- Al no dejar el confinamiento adecuado –bordillos, banquetas, etc.–, se puede infiltrar en la subrasante o en las capas de subbase y base, el agua de lluvia o el agua utilizada en la construcción, lo cual cambia las características de humedad de la estructura repercutiendo que las capas pierdan la capacidad de soporte y aparezcan baches y deflexiones.
- Al no dejar protección superficial, por ejemplo: Túmulos hechos con suelos compactados y cunetas temporales; causan que el agua superficial de escorrentía de lluvia o de fugas de agua de los sistemas de agua potable afecte la estructura del pavimento por su infiltración en las capas que la comprenden.
- Dejar la estructura del pavimento sin los soportes adecuados en las orillas, causa que la estructura se desportille que posteriormente al darle la terminación queden reparaciones muy visibles y poco confiables donde se puede infiltrar agua y suciedad.

PROCESO CONSTRUCTIVO

- Muchas veces las instalaciones que están ubicadas bajo las banquetas no ocupan el lugar que tienen establecido o las banquetas no tienen el ancho adecuado para ubicar las instalaciones, y por ende los constructores se ven obligados a realizar zanjados muy cercanos a los pavimentos dañándolos, o creando condiciones adversas para que otros factores afecten la estructura.

Fotografía 6 Pavimento asfáltico terminado sin protección de bordillo.



Fotografía 7 Pavimento desportillado por falta de planificación.



Fotografía 8 Calle con zanjeo lateral con infiltración de agua en la estructura.



4.1.3 Contaminación de Superficies

La contaminación de superficies en la estructura del pavimento es un problema generalizado en la construcción de urbanizaciones habitacionales. La falta de conocimiento de los factores desfavorables que dañan las diferentes capas de los pavimentos aunado a la poca limpieza y control de construcción de las viviendas dá como resultado que las capas estén expuestas a contaminaciones que dañan sus características físicas y estructurales. Los principales problemas que se presentan son:

PROCESO CONSTRUCTIVO

- Contaminar la imprimación o la carpeta de rodadura con concreto fresco, lo cual daña y mancha la capa en la que se derramará. Es necesario restringir y no realizar la mezcla de concreto sobre el pavimento, únicamente en cajones o bateas selladas ubicadas lo más lejos posible del pavimento por la posible contaminación por derrames o porque el personal que elabore el concreto hidráulico, pueda transmitir al pavimento por medio del calzado. La reacción química del concreto de cemento Pórtland con el asfalto crea un deterioro prematuro de la capa y a la vez penetra profundamente lo que impide su remoción y manchando permanentemente las calles.
- Contaminar cualquier capa de la estructura del pavimento con arcillas cuando se transita sobre ellas, mezclándose con el material clasificado de las capas de base o subbase, y los ácidos de las arcillas crean una reacción química perjudicial para el material bituminoso de los concretos asfálticos.
- Contaminación de las diferentes capas de los pavimentos con residuos –que se penetran en las capas– y lechadas –que crean reacciones químicas– de los diferentes materiales utilizados para la construcción de casas como por ejemplo: Lechadas de enlucidos para blanqueados, cernidos, etc. Lechadas del material para sisas de los pisos; Residuos o ripio de blocks, ladrillos, pisos, etc.

Fotografía 9 Contaminación de pavimento por concreto fresco.



Fotografía 10 Contaminación de pavimento por arcillas.



PROCESO CONSTRUCTIVO

Fotografía 11 Contaminación de pavimento por lechadas.



Fotografía 12 Contaminación de pavimento por residuos.



Es necesario cuidar e imponer normas estrictas a los encargados de obra, albañiles y demás contratistas, para que la contaminación del pavimento no ocurra. Por tal motivo se resalta que una buena planificación, minimizará los problemas y se podrá entregar una obra de excelente calidad.

4.1.4 Calles alternas

Es importante dejar y contemplar calles alternas que sirvan para la circulación de los transportes del proceso de construcción. El analizar las colindancias del terreno para poder dejar accesos secundarios temporales es ideal, ya que de esa forma se puede planificar la construcción de tal manera que el personal y el equipo de construcción tenga el menor acceso posible a sectores terminados de la urbanización, pero si no es posible, se puede planificar la construcción de las calles como se describe en el último párrafo de la página No. 90.

Es más conveniente y menos costoso el negociar con los propietarios de terrenos vecinos, tener accesos y circulaciones temporales por sus propiedades para que funcionen como calles alternas, en lugar de pagar por los daños ocasionados a las diferentes capas de los pavimentos de las calles de la urbanización si así fuera el caso.

Si las dimensiones del terreno del proyecto lo permiten se pueden dejar calles alternas temporales en las áreas comunes o bien en plataformas de lotes que se pueden planificar su construcción posterior a la utilización como circulaciones alternas temporales.

PROCESO CONSTRUCTIVO

Planificar adecuadamente la etapa de construcción redundará en entregar proyectos mejor terminados, con calles en su mayor capacidad técnica, que soporten de manera eficiente las cargas de tránsito en resumen, con proyectos que no causen problemas tanto para el constructor como para los habitantes finales.

4.2 Procedimiento de Campo

Es primordial conocer el procedimiento de campo en la construcción de pavimentos, para optimizar el tiempo y la inversión de este renglón, y también para realizar de forma técnica y profesional los trabajos necesarios al construir un pavimento de urbanizaciones habitacionales en las mejores condiciones posibles. A continuación se detallan los siguientes aspectos:

4.2.1 Colocación de cada una de las capas

Subrasante:

En primera instancia la subrasante debe escarificarse y pulverizarse en una profundidad entre 15 a 25cm, para después conformarse en camellones o colchones adecuados para efectuar la mezcla que debe ser homogénea y desmenuzable, verificar el contenido máximo de humedad y la densidad seca máxima. Si es necesario aplicar estabilizadores, deben ser agregados cuando el material escarificado esté a un contenido de humedad de por lo menos 3% abajo del óptimo y no menos de 4 %. –estimado dentro de las próximas 48 horas–. Seguido de ser mezclada la subrasante, debe ser esparcida y compactada a por lo menos 95% de la densidad máxima.

No se debe permitir el tránsito sobre el material y debe mantener su humedad en el transcurso del tiempo que no debe ser mayor de 7 días antes de colocar la siguiente capa de pavimento, se recomienda colocar la siguiente capa de inmediato para que la subrasante no pierda sus características.

Subbase y base:

Se debe seleccionar los bancos de materiales para que cumplan los requisitos de calidad establecidos, y someter el material a los ensayos necesarios para su verificación. El material de subbase o base debe ser colocado en pilas por medio de camiones de volteo, formando camellones, y con máquina especial esparcidora debe ser tendido en capas no mayores de 300mm, ni menores de 100mm. La distancia máxima de los tramos en que puede colocarse el material de subbase o base no debe ser mayor de 1,000m.

Después de colocarse y tenderse el material, debe procederse a su homogenización, mezclando el material en todo su espesor mediante la utilización de equipo apropiado (motoniveladora u otro equipo que produzca una mezcla homogénea), agregándole la cantidad de agua necesaria para lograr su compactación, cuya operación puede efectuarse juntamente con el proceso de mezcla y debe conformarse y compactarse hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada, debiendo mantenerse su humedad hasta que sea colocada la siguiente capa en el caso de la subbase o hasta que se coloque la imprimación en el caso de la base.

Imprimación:

El asfalto líquido debe ser aplicado con uniformidad sobre la superficie de la base a tratar y la cantidad de aplicación debe ser seleccionada según las condiciones de textura de la superficie y los tipos de materiales, debiendo estar comprendida entre 0.45 y 2.25 Lts/m², lo cual se puede corroborar mediante pruebas en la cual sea absorbida completamente en un período de 24 horas.

La distribución del asfalto líquido debe ser efectuada con un tanque distribuidor de asfalto a presión, equipado con sistema de calentamiento, la barra de riego debe permitir ajuste de longitud con variaciones a cada 300mm y en una longitud aproximada de 8.00m, con ajuste vertical para variar la altura de todas las boquillas, con mecanismos para mantener constante la altura de la barra respecto a la superficie a tratar, es necesario que el equipo esparcidor tenga una manguera con rociador anexa para cubrir las áreas que queden fuera del alcance de la barra o para efectuar correcciones.

La superficie imprimada debe cubrirse con material secante en una cantidad que puede variar entre los 3mm a los 6mm, para absorber los excesos de asfalto y evitar que la imprimación sea levantada por las llantas de los posibles vehículos que circulen –en la medida de lo posible, es necesario evitar la circulación de vehículos sobre la imprimación–. El material de secante debe esparcirse a mano utilizando palas con un mínimo de 6 personas cuidando que el esparcimiento sea uniforme, efectuando las pasadas de la orilla al centro de la superficie imprimada.

Concreto Asfáltico:

El concreto asfáltico deberá ser colocado con pavimentadoras autopropulsadas con tornillos sin fin y planchas vibratorias ajustables para lograr los anchos necesarios, aplicando el concreto asfáltico al ancho total de la calle o por tramos longitudinales de la misma. La pavimentadora debe ser calentada en todo su ancho y debe ser capaz de esparcir y darle el acabado especificado a la capa de rodadura asegurándose que se obtenga un esparcimiento uniforme.

Antes de proceder a la colocación de la mezcla de concreto asfáltico, es necesario que: no esté lloviendo, que la superficie no se encuentre húmeda, que la temperatura del ambiente en la sombra no sea menor de 4 °C, y que la temperatura de la mezcla asfáltica no sea menor a 146 °C.

Antes de proceder a la colocación de la mezcla de concreto asfáltico, se debe preparar la superficie y colocar un riego de liga para unir las superficies del pavimento, bordillo, cunetas, pozos de visita y demás estructuras.

El tendido y colocación debe ser con el espesor adecuado en un ancho no menor de 3m asegurándose su esparcimiento uniforme en una sola operación. Se requerirá un porcentaje de compactación del 100% con una tolerancia de $\pm 3\%$ de acuerdo a los requisitos de densidad y debe de iniciar a un temperatura mayor que la correspondiente a una viscosidad del cemento asfáltico de 0.25 Pa, pero nunca a una temperatura menor de 140 °C, debiendo de completarse el tendido antes que la capa alcance los 85 °C.

PROCESO CONSTRUCTIVO

El tendido se realizará con: rodillo metálico liso, estático o vibratorio para la compactación inicial; compactadora de llantas neumáticas para la compactación intermedia; y rodillo metálico liso sin vibración para la operación final de texturizado de la superficie. Para evitar la adherencia del material bituminoso a los rodillos, éstos deben estar provistos de un sistema que los mantenga mojados en toda el área de contacto, evitando el exceso de agua. La compactación debe efectuarse paralelamente al eje longitudinal y en pasadas sucesivas de la orilla al centro. Los traslapes entre pasadas no debe ser menor de la mitad del ancho de la compactadora.

Concreto Hidráulico:

Las formaletas deben ser de un material resistente y durable, de preferencia metálicas, rectas y de diseño adecuado, deben estar colocadas a alturas constantes e igual al espesor de la losa y deben ser fijadas a las banquetas o la base del pavimento a través de enclavados que garanticen una buena resistencia para que al momento de la fundición no se muevan o se desprendan.

Para la fundición debe usarse equipo móvil que no cause desplazamiento a las formaletas. Es necesario utilizar vibradores de inmersión manual, manteniéndolos el tiempo adecuado para que el concreto fresco sea bien distribuido y homogenizado. Es necesario el chequeo del concreto fresco de acuerdo a la prueba de asentamiento aceptable para el tipo de concreto. El esparcimiento del concreto debe ser uniforme respecto al avance longitudinal de la fundición y debe realizarse con palas, sin permitir transportarlo y esparcirlo por medio de la acción del vibrador de inmersión.

Los vibradores de inmersión no deben tener una razón de vibración menor de 5,000 revoluciones por minuto y se debe contar con lo menos de tres unidades por cada 6.00m de ancho. Se debe pasar niveladores –arrastres– de preferencia metálicos soportados en las formaletas, tratando que los mismos realicen la mayor nivelación y si es necesario, llenar con palas las áreas donde el nivel del concreto sea menor al especificado aplicando nuevamente el arrastre.

El texturizado y ranurado puede hacerse manualmente con ayuda de rastrillo o escoba adecuados, realizándolo una vez el concreto esté próximo a perder el brillo. La profundidad mínima del ranurado es de 3.2mm y la profundidad máxima es de 6.4mm.

Deben dejarse juntas –ya sea con la formaleta, o con el aserrando el concreto– longitudinales y transversales de acuerdo a lo estipulado en el diseño, pero nunca mayor de 4m de espaciamiento entre ellas, debiéndose construirse con las caras perpendiculares a la superficie del pavimento y no permitir la penetración de materiales extraños perjudiciales y del agua, hasta el momento en que sean selladas.

Inmediatamente después del texturizado y ranurado, y tan pronto sea posible sin causar daño a la superficie del concreto, se debe proceder al curado del concreto por alguno de los siguientes métodos:

PROCESO CONSTRUCTIVO

- Puede ser recubierto por esteras o carpetas de algodón, lona o brín empapadas con agua, colocadas de forma que la superficie total y ambos bordes de la losa queden completamente recubiertos, manteniéndolas mojadas y colocadas durante 72 horas como mínimo. Las cubiertas deben mantenerse en contacto con la superficie del pavimento por medio de pesos.
- Se puede aplicar compuestos líquidos formadores de membrana de curado –antisol–, con pigmento blanco o rojo que llene los requisitos de diseño, aplicados por rociador manual a presión en la proporción de un litro por 3.0m cuadrados de losa. El compuesto líquido no debe aplicarse durante el tiempo de lluvia, cumpliendo con el requisito que la película debe de endurecer dentro de los 30 minutos siguientes a la aplicación.

El sellado de juntas debe de realizarse con material elastomérico antes de abrir el pavimento al tráfico de vehículos, debiéndose limpiar y secar todas las ranuras o juntas, realizándose con aire a presión no mayor de 0.63 MPa.

4.2.2 Problemas que se pueden dar y posibles soluciones

En el proceso de construcción de calles de una urbanización pueden presentarse problemas de muchos tipos, los cuales pondrán en riesgo la calidad del proyecto y será necesario darles solución inmediata.

No se podrá enumerar todos los problemas debido a la gran variedad de acuerdo a las circunstancias específicas y particulares, sin embargo se describirán los problemas más frecuentes y generales en la construcción de pavimentos:

- Problemas en la subrasante: Cuando la subrasante no es tratada y tiene las condiciones y características necesarias de resistencia –CBR–, la estructura del pavimento presenta deflexiones o baches, para lo cual es necesario remover las capas de subbase o base y realizar un proceso de reacondicionamiento de la subrasante y de ser necesario estabilizarla a través de cemento, cal, etc.
- Problemas en la subbase y base: cuando la subbase o base no tiene su humedad óptima y la densidad adecuada, o cuando el material no cumple las normas de calidad requeridas para obtener la compactación requerida, es necesario remover la capa defectuosa y construirla nuevamente de acuerdo a los requisitos establecidos, y de ser necesario se debe de agregar estabilizadores para lograr la resistencia de diseño.
- Problemas en la carpeta asfáltica: cuando la carpeta asfáltica presenta problemas como baches, deflexiones excesivas, fisuras o grietas, fracturas, se debe principalmente a que las capas inferiores no tienen la resistencia adecuada, para lo cual es necesario realizar un proceso de bacheo removiendo el área afectada, asiendo cortes de forma regular preferentemente rectangular o cuadrada, para que la reparación tenga una forma poco apreciable.

4.2.3 Consejos de construcción

A continuación se proporcionan algunos consejos prácticos para la construcción de calles en urbanizaciones. Estos consejos son tomados de la propia experiencia, en los cuales se pudo observar los mejores resultados.

- Llevar el control del tipo de suelo en donde se construirán las calles en la urbanización, esto es importante, ya que se tiene un panorama del tipo de suelo en el que se va a trabajar y cual será el tipo de tratamiento que se hará para economizar en la obra.
- Exigir las pruebas de laboratorio en lo que se refiere al tipo de materiales que se emplearán en las capas mencionadas, ya que esto se reflejara en la calidad de la estructura del pavimento.
- Al momento de terminar de construir la base, es recomendable aplicar inmediatamente el sello de imprimación sobre ella, ya que esta práctica nos dará la seguridad que se mantendrá las características y la humedad óptima, protegiéndola a la vez, de la lluvia y del sol.
- Verificar la temperatura del asfalto y su colocación, solicitando los ensayos realizados en laboratorio de planta para asegurarse la calidad de la mezcla, controlando el espesor y compactación de la carpeta asfáltica en el momento del tendido.
- Colocar la mayor cantidad de accesorios que ayuden a evacuar el agua en época de invierno –cunetas, tragantes, alcantarillas, etc.–, ya que el peor enemigo del asfalto es el agua y es la que en determinado momento destruirá el pavimento.

- En la construcción de la urbanización se debe tomar en cuenta que el asfalto es lo primero que se ve, así que debe de cuidarse lo más que se pueda, no dejando caer productos –diesel, gasolina, químicos, aceites, pétreos, lechadas, morteros, etc.– que degraden la carpeta y la destruyan, ya que un pavimento nuevo se puede ver deteriorado o de inferior calidad.
- Se debe evitar empozamientos de agua en el asfalto –se deben diseñar pendientes longitudinales y transversales adecuadas–.
- No colocar objetos pesados o que transmitan cargas puntuales sobre el asfalto, ya que en épocas calurosas el asfalto se daña considerablemente.
- Proporcionarle el mantenimiento adecuado –quitar montículos cercanos, empozamientos de agua, elementos químicos y cualquier material que afecte el funcionamiento del asfalto y toda la estructura de las calles–.

Todo lo considerado en éste capítulo viene dado para que la urbanización sea construida de forma adecuada y con buena calidad. Se reflejan los errores más comunes cometidos en campo, ya sea por falta de planificación, una supervisión adecuada, o de conocimiento. Se recomienda, por último, que la urbanización cuente con un profesional residente especialista en calles, pavimentos, y demás instalaciones relacionadas, ya que por lo general las constructoras se enfocan más en la construcción de las viviendas –que por supuesto es importante–, pero olvidan y dejan por un lado la supervisión y control del urbanismo.

PROCESO CONSTRUCTIVO

CONCLUSIONES

1. Es generalizado en proyectos habitacionales, la poca y casi nula aplicación de procedimientos de diseño y de ejecución de estructuras de pavimentos adecuados.
2. Conocer las instituciones que están involucradas en la normativa y calificación de proyectos habitacional, es indispensable para construir proyectos con criterios correctos en la planificación, diseño y construcción.
3. El invertir tiempo y esfuerzo en la planificación de urbanizaciones de viviendas, es de suma importancia, lo cual evitará gastos innecesarios y pérdida de tiempo al momento de ejecutar una obra.
4. Aplicar y conocer cuáles son los criterios de planificación altimétrica y planimétrica de calles para colonias, condominios, residenciales, etc. da como resultado que el proyecto sea cómodo, funcional y duradero.
5. Este trabajo no pretende ser y no es una guía teórica para construir calles y urbanizaciones, pero puede ser de gran apoyo al ingeniero dedicado al campo de la construcción de conjuntos residenciales, ya que, se dan criterios, consejos y recomendaciones de la experiencia práctica en el tema.

RECOMENDACIONES

1. Dado lo importante que es para Guatemala el contar con proyectos habitacionales que ofrezcan un mejor lugar de habitación y una mejor calidad de vida cualquiera que sea el nivel económico al que este dirigido, se recomienda tomar en cuenta lo expuesto en este trabajo, no como una receta, sino como un documento accesible, con un criterio adecuado de planificación y construcción de calles que ayuda a tomar decisiones y acciones acertadas que garanticen, en cierta manera, la calidad de sus estructuras de pavimentos, logrando, tanto para ellos como para los futuros propietarios, propiedades durables y seguras, garantizando la plusvalía de sus propiedades y, por ende, logrando una Guatemala moderna y en desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda,
Especificaciones generales para construcción de carretas y puentes.
Guatemala: s.e., 2000.
2. Fondo de Hipotecas Aseguradas FHA,
Normas de planificación y construcción del FHA.
Revisadas y Ampliadas en 1,994.
3. Municipalidad de Guatemala.
Ampliación de la regulación urbana municipal relativa a las normas de urbanización en copropiedad del municipio de Guatemala.
16 de noviembre de 1,988.
4. Aldana Salguero, Josué Roberto. Mantenimiento de carreteras con concreto asfáltico en caliente. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004, 94 pp.

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

1. <http://www.civ.gob.gt/contenido.cfm?s=DFOGUAVI>, 10 de febrero de 2005.
2. <http://www.marn.gob.gt/inicio.asp>, 26 de abril de 2005.
3. <http://www.construguate.com/negocios/publicaciones/Web%2089/foquavi.htm>
10 de septiembre de 2005.