

PLANEAMIENTO DE VIVIENDA EN TERRENOS PENDIENTES

TRABAJO REALIZADO DURANTE PERIODO SABATICO 1983

EMILIO CERA SANCHEZ

PROFESOR ASOCIADO

UNIVERSIDAD NACIONAL

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MEDELLIN

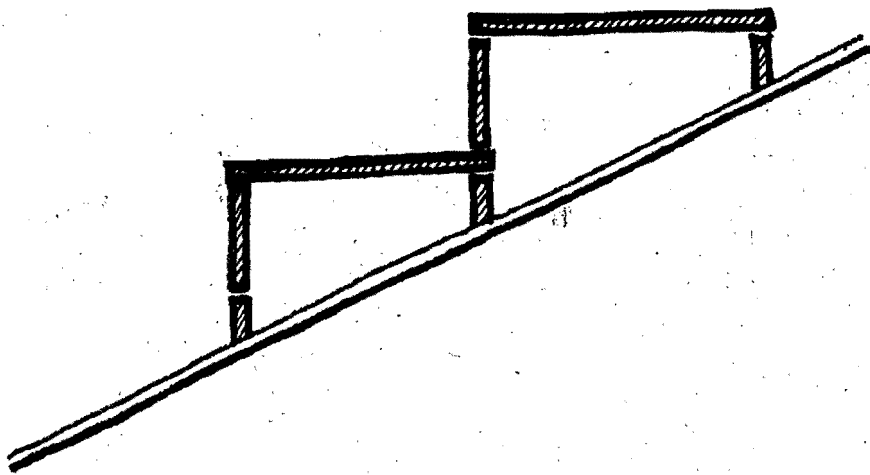


TABLA DE CONTENIDO

	Pág
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
INTENCION Y ANTECEDENTES	xiii
1. POLITICA DE TIERRAS	1
1.1 EL PROBLEMA DE LA TIERRA	1
1.2 REFLEXION SOBRE EL PROBLEMA	3
1.3 EL MERCADO ACTUAL DE LA TIERRA	5
1.4 VISION RETROSPECTIVA	6
1.5 CONSECUENCIAS	12
1.6 TERRENOS MARGINALES	13
1.7 LA TIERRA APTA PARA CONSTRUIR VIVIENDAS	16
2. EXPERIENCIA DE LA GUADUA	21
2.1 LA GUADUA Y SU ARQUITECTURA	21
2.2 CARACTERISTICAS DE LA GUADUA	23
2.3 LA ARQUITECTURA DE LA GUADUA COMO RESPUESTA A LAS PENDIENTES	23
2.4 LA MORFOLOGIA, EL TRAZADO	26
2.5 EL APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE	29
2.6 EL ESPACIO PUBLICO	31
2.7 CONCLUSIONES	34
3. EXPERIENCIA DEL INSTITUTO DE CREDITO TERRITORIAL	36

3.1	LOS SISTEMAS DEL INSTITUTO DE CREDITO COMO RESPUESTA A LAS CONSTRUCCIONES EN PENDIENTES	36
3.2	MORFOLOGIA Y TRAZADO VIAL	39
3.3	EL APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE	42
3.4	EL ESPACIO PUBLICO	44
3.5	CONCLUSIONES	45
4.	COMPARACION DE LAS EXPERIENCIAS DE LA GUADUA Y EL INSTITUTO DE CREDITO TERRITORIAL	47
4.1	COMPARACION ENTRE EL SISTEMA DE CORTES Y LLENOS Y EL DE ADAPTACION A LA TOPOGRAFIA, CON ESTRUCTURAS VERSATILES, SIN MODIFICAR EL PERFIL DEL TERRENO	47
4.2	SISTEMA RACIONAL	49
4.3	SISTEMA ORGANICO	51
4.4	COMPARACION DE COSTOS	51
4.5	LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO	56
4.6	VIAS E INFRAESTRUCTURAS	59
4.7	LA ACCESIBILIDAD VEHICULAR	61
4.8	LAS ZONAS DE RECREACION Y LOS SERVICIOS COMUNITARIOS	62
4.9	CONCLUSIONES	63
4.9.1	El sistema racional	63
4.9.2	El sistema orgánico	64
5.	BASES PARA UNA PROPUESTA	66
5.1	ACLARACIONES Y PRECISIONES	66
5.2	ALGUNAS DEFINICIONES Y NOCIONES DE TOPOGRAFIA	68
5.3	ANALISIS DEL TERRENO	72

	Pág
5.4 PROCEDIMIENTOS GRAFICOS UTILES EN EL ANALISIS DE UNA TOPO- GRAFIA	77
5.4.1 Determinar el ángulo de una pendiente	77
5.4.2 Determinar la cota de un punto en un plano	78
5.4.3 Determinar un punto a de cota dada, sobre una recta trazada en el plano	79
5.4.4 Trazar una recta de una pendiente dada entre dos curvas de nivel	79
5.4.5 Hallar pendiente de una recta dada	81
5.4.6 Trazar un camino de pendiente dada a partir de un punto P	83
5.5 NOCIONES MATEMATICAS PARA EL TRAZADO	84
5.5.1 Proyección de un punto sobre un plano	84
5.5.2 Proyección de un segmento de línea	84
5.5.3 Pendiente de una recta sobre un plano	85
5.5.4 Línea de máxima pendiente o pendiente real de un plano	86
5.5.5 Cálculo de ángulo \emptyset	87
5.5.6 Averiguar ángulo \emptyset	90
5.5.7 Ejemplos de trazado tentativo aplicando variable \emptyset	91
5.5.8 Identificación de variables principales para el diseño	97
5.6 CONCLUSIONES	99
6. LA PROPUESTA	100
6.1 PROPUESTA VIAL Y DE INFRAESTRUCTURA	101
6.1.1 Alineamiento horizontal, o diseño en planta de las vías	102
6.1.2 Alineamiento vertical o diseño en perfil de las vías	104
6.1.3 Sección transversal de las vías	107

	Pág	
6.1.4	Las intersecciones o cruces viales	107
6.1.5	Pautas para el trazado vial en pendientes	110
6.1.6	Aparcaderos y garajes	115
6.1.7	Redes de infraestructura	116
6.2	PROPUESTA DE FORMAS DE AGRUPACION PARA TERRENOS PENDIENTES	119
6.2.1	Recuento de formas de agrupación más utilizadas en Colombia	127
6.2.2	Necesidad de una clasificación de las formas de agrupación	131
6.2.3	Origen y evolución de las principales formas de agrupación	132
6.2.4	Ventajas y desventajas de cada forma de agrupación en general y para terrenos pendientes	136
6.3	ALTERNATIVAS DE DISEÑO SEGUN EL GRADO DE PENDIENTE	144
6.3.1	Las variables	145
6.3.2	La densidad	152
6.3.3	Crecimiento de la vivienda	157
6.3.4	Tipologías	161
6.4	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	180
6.4.1	Construcción económica en pendientes	182
6.4.2	La tecnología	184
6.4.3	Alternativas a la utilización de la guadua	191
6.4.4	El sistema orgánico con empleo de concreto	191
6.4.5	Prefabricados en L	195
6.4.6	Muros de carga	199
6.4.7	Vigas y columnas	202
6.4.8	Redes de infraestructura	202

LISTA DE CUADROS

CUADRO	Pág
1. RESULTADOS DE DESASTRES NATURALES ENTRE 1900 y 1976	15
2. COSTO DE UNIDAD CON SISTEMA RACIONAL	54
3. COSTO DE UNIDAD CON SISTEMA ORGANICO	55
4. ANGULO ϕ HORIZONTAL PARA OBTENER TRAZOS DE 15% DE PENDIENTE SOBRE EL TERRENO	94
5. DISTANCIAMIENTO ENTRE VIAS, PARALELAS A CURVAS DE NIVEL PARA OBTENER ASCENSO MAXIMO DE 11 METROS	96
6. CUADRO RESUMEN	207 y 208

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
1. LA ESTRUCTURA EN GUADUA	20
2. MANZANAS CUADRADAS	27
3. SECCION QUE MUESTRA LAS VIAS HORIZONTALES	27
4. EL APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE	28
5. CALLE ESCALERA	32
6. BARRIO POPULAR EN GUADUA	33
7. SOLUCION DEL INSTITUTO DE CREDITO TERRITORIAL	35
8. ESPACIOS PUBLICOS	38
9. MANZANAS RECTANGULARES	40
10. VIVIENDAS ESCALONADAS	40
11. APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE	43
12. SISTEMA RACIONAL	50
13. CONSTRUCCION MIXTA	52
14. UNIDAD CON SISTEMA RACIONAL	53
15. UNIDAD CON SISTEMA ORGANICO	53
16. ESTRUCTURA SOBRE BANQUEO	57
17. CORTES QUE AFECTAN ESTABILIDAD DEL SUELO	57
18. VIAS EN CUADRICULA	60
19. VIAS OBLICUAS	60
20. ALTITUD Y COTA	70

FIGURA	Pág
21. REPRESENTACION DE UN TERRENO	70
22. CURVAS DE NIVEL	73
23. CURVAS DE NIVEL	73
24. CURVAS DE NIVEL	73
25. CURVAS DE NIVEL	73
26. CURVA CONVEXA	74
27. CURVA CONVEXA	74
28. CURVA CONCAVA	74
29. CURVA CONCAVA	74
30. ACCIDENTES DEL TERRENO	76
31. ANGULO DE PENDIENTE DADA	77
32. COTA DE UN PUNTO DADO	78
33. PUNTO DE COTA DADA	79
34. RECTA DE PENDIENTE DADA	79
35. RECTA DE PENDIENTE DADA	80
36. RECTA DE PENDIENTE DADA	80
37. PENDIENTE DE UNA RECTA DADA	81
38. RUTA DE PENDIENTE DADA	82
39. RUTA DE PENDIENTE DADA	83
40. RUTA DE PENDIENTE DADA	83
41. UN PUNTO SOBRE UN PLANO	84
42. SEGMENTO DE LINEA SOBRE PLANO	84
43. RECTA SOBRE PLANO	85
44. PENDIENTE REAL	86
45. CALCULO DEL ANGULO \emptyset	87

FIGURA	Pág
46. CALCULO DE ANGULO \emptyset	88
47. CALCULO DE ANGULO \emptyset	89
48. AVERIGUAR ANGULO \emptyset	90
49. TRAZADO VIAL CON ANGULO \emptyset	92
50. DISTANCIAS HORIZONTALES	97
51. VARIABLES CH Y H	98
52. MODIFICACION DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE VIAS	109
53. MODIFICACION DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE VIAS	110
54. SITUACIONES DEL TERRENO PARA TRAZADO VIAL	111
55. TERRENO ALARGADO PARALELO A CURVAS DE NIVEL	112
56. TERRENO ALARGADO CONTRA PENDIENTE	112
57. TERRENO DE PROPORCION CUADRADA	113
58. CRUCE OBLICUO	113
59. MANZANAS HEXAGONALES	114
60. REDES COLGADAS	119
61. CULATAS A LAS VISTAS	122
62. TEJADOS ESCALONADOS	124
63. ALEROS FRACCIONADOS	125
64. TERRAZAS ESCALONADAS	126
65. MANZANA TRADICIONAL	128
66. MANZANA RECTANGULAR	129
67. MANZANA CON LOTEADO RETRANQUEADO	129
68. MULTIFAMILIAR AISLADO	130
69. BLOQUES EN HILERAS CONTRA PENDIENTE	130
70. TORRES CON PUENTE	130

FIGURA	Pág
71. AGRUPACION AISLADA	134
72. AGRUPACION LINEAL	134
73. AGRUPACION CERRADA	134
74. AGRUPACION CERRADA PENDIENTES FUERTES	136
75. AGRUPACION LINEAL PENDIENTES MEDIAS	136
76. AGRUPACION AISLADA PENDIENTES MUY ALTAS	136
77. FORMAS AISLADAS	141
78. FORMAS LINEALES	141
79. FORMAS CERRADAS	142
80. FORMAS SEMICERRADAS	142
81. UNIDADES LIBRES	145
82. UNIDADES ENLAZADAS	147
83. UNIDADES ENLAZADAS A PISOS	147
84. UNIDADES LIBRES	148
85. UNIDADES EN CORTE	149
86. AGRUPACION CON HILERAS ESCALONADAS CONTRA PENDIENTE	149
87. ADAPTACION DE UNIDADES CON H 6	150
88. ADAPTACION CON HILERAS PARALELAS A CURVAS DE NIVEL	150
89. UNIDADES CON UN QUIEBRE EN PISO	151
90. NORMA DE PATIOS QUE PUEDEN DISMINUIR SEGUN PENDIENTES	153
91. MAYOR NUMERO DE PISOS SIN ASCENSOR	154
92. ESPACIOS LIBRES DE MENOR DIMENSION POR LA PENDIENTE	154
93. MAS VIVIENDAS POR HECTAREAS CON TIPOS ENLAZADOS	154
94. CONSTRUCCION CON HILERAS PARALELAS	155
95. PANTALLAS CONTRA PENDIENTE	156

FIGURA	Pág
96. PANTALLAS PARALELAS A CURVAS DE NIVEL	156
97. CRECIMIENTO DE LA VIVIENDA	160
98. QUIEBRES DE LOSAS	163
99. QUIEBRES ADICIONALES	163
100. TIPO 1 DE VIVIENDA	164
101. AGRUPACION EN HILERA	165
102. AGRUPACION EN HILERA CONTRA PENDIENTE	166
103. CRECIMIENTO CON TIPO 1	166
104. TIPO 2 DE VIVIENDA	167
105. CRECIMIENTO CON TIPO 2	168
106. TIPO 3 DE VIVIENDA	168
107. UNIFICACION DE CUBIERTAS	169
108. CRECIMIENTO CON TIPO 3	170
109. TIPO 4 DE VIVIENDA	170
110. BIFAMILIAR TIPO 4	171
111. TIPO 5 DE VIVIENDA	172
112. TIPO 5 DE VIVIENDA CON H = 9	172
113. TIPO 5 DE VIVIENDA CON H = 9	173
114. TIPO 5 DE VIVIENDA CON H = 9	173
115. TIPO 6 DE VIVIENDA	174
116. TIPO 7 DE VIVIENDA	175
117. TIPO 8 DE VIVIENDA	176
118. TIPO 9 DE VIVIENDA	177
119. TIPO 10 DE VIVIENDA	178
120. VARIACIONES A TIPO 10	179
121. CORTES Y LLENOS EQUILIBRADOS	186

FIGURA	Pág
122. CIMIENTOS CON POZOS O PILOTES	188
123. FENOMENO DE HUNDIMIENTO	194
124. PREFABRICADO EN L	197
125. L ENSAMBLADA IN SITU	197
126. L CON SECCION EN T	198
127. ADAPTACION DE L AL TERRENO	198
128. NORMALIZACION DE L	199
129. SISTEMA DE CARGUEROS	201
130. SISTEMA DE VIGAS Y COLUMNAS	203
131. SISTEMA DE REDES COLGADAS	205

INTENCION Y ANTECEDENTES DEL PRESENTE TRABAJO

Si en Colombia se puede identificar una arquitectura andina: una arquitectura apropiada para el habitat montañoso que ocupa gran parte del territorio, ésta es la arquitectura de la Guadua. Podría decirse que así como existe una flora, o una fauna propias de el habitat andino, en la arquitectura hecha en Guadua se encuentran los rasgos característicos que hacen de ella un ejemplar nacido, desarrollado y aún vigente, en vertientes de valles alargados, filos y otras formas de terreno abrupto. Su correspondencia con el paisaje, es lograda con dificultad por otros medios estéticos y técnicos.

El mirar sólo con nostalgia este hecho arquitectónico, auténtico producto popular, conduciría a intentos románticos de reproducir fuera de su contexto socio económico e histórico, una arquitectura que puede tener vigencia, con necesarias mejoras, en una zona reducida del territorio andino Colombiano.

Los intentos por introducir esas mejoras y por seguir produciendo esta arquitectura, en las regiones donde se dió históricamente y aún existen los medios y la tradición, deben ser apoyados, pero un enfoque de este tipo es un tanto limitado.

Las posibilidades que brinda la arquitectura de la Guadua, después de su estudio, tienen un sentido más amplio: tomar de ella lo esencial, es decir su ejemplo de uso correcto de recursos económicos y abundantes en una región o país, para generar estructuras livianas muy versátiles en terreno montañoso, sin alterar el suelo y creando grupos urbanos notables y de estética digna.

La orientación de este estudio y sus propuestas van por este último camino, tratando de encontrar soluciones a los problemas actuales de planeamiento de vivienda en terrenos pendientes, con inspiración en muchos de los aciertos de la arquitectura en Guadua, corrigiendo algunas deficiencias y con utilización de sistemas constructivos, formas de agrupación, tipologías de vivienda y formas expresivas diferentes a los de la Guadua, por ser ahora distintos los problemas y la escala de esos problemas.

Desde 1972, en un viaje de estudio por la región del Viejo Caldas, y después de haber tenido alguna experiencia de trabajo en el Municipio de Andes, en el Suroeste de Antioquia, surgieron a nivel de inquietud algunas interrogantes respecto a la arquitectura para terrenos pendientes.

Este tema fue propuesto después en algunos talleres de diseño arquitectónico en la Universidad Nacional, Facultad de Arquitectura, Medellín, todavía más como una inquietud y curiosidad sobre estos problemas, que como un nivel elaborado de estudio.

En 1977, en un trabajo realizado en el B.I.E. (Bouw Centrum International Education) en Rotterdam, Holanda, sobre la comuna Nororiental de Medellín,

se plantearon con claridad algunas ideas, todavía muy generales sobre posibles formas de afrontar el planeamiento de viviendas en los terrenos de esta comuna, con topografía muy quebrada.

Algunas de esas ideas se llevaron de modo parcial a la práctica en un asentamiento para 350 familias de ingreso bajo, en la zona Noroccidental de Medellín, en 1980, con el patrocinio de Corvide (Corporación de vivienda y desarrollo del Municipio de Medellín).

La experiencia de ese desarrollo, con muchas fallas en él detectadas y algunos aciertos, un nuevo viaje a la zona de la Guadua, el estudio de algunos asentamientos populares y del Instituto de Crédito Territorial, son los antecedentes del presente estudio, que complementados con el análisis de soluciones dadas en otros países, se espera forme ahora, un cuerpo más completo de conocimientos y propuestas sobre el tema.

1. POLITICA DE TIERRA

1.1 EL PROBLEMA DE LA TIERRA

La erosión, los derrumbes causados por tala incontrolada de la vegetación, por inestabilidad de los suelos, por acción del agua, el viento o fenómenos sísmicos, hacen que anualmente billones de toneladas de tierra vegetal apta para la agricultura vayan a parar a ríos y al mar en Colombia. Esta situación no es muy diferente en muchos otros países.

El caso colombiano es dramático en la medida en que parte del territorio, la llamada Zona Andina, densamente poblada, está conformada por suelos montañosos con fuertes pendientes, de inestable composición, con proceso acelerado de tala y en algunos casos reforestación con especies foráneas no convenientes para el tipo de suelos. A esta situación se agregó la sustitución de especies de menor rendimiento en las áreas cafeteras, por especies rentables pero que no requieren sombra, lo cual aumentó la tala de árboles.

El proceso de urbanización acelerado y la situación del mercado de tierra urbana, ha causado en la mayoría de ciudades importantes de la región andina, que progresivamente se ocupen terrenos pendientes cercanos a ellas.

Este proceso de urbanización "echando mano" de las laderas, cañadas, barrancos y todo tipo de tierra difícil de desarrollar pero barata, y la forma como esta tierra se utiliza: cortes, excavaciones, llenos, ha agravado la situación esbozada, y generado frecuentes pérdidas en vidas y propiedades en las áreas urbanas. Esta situación se puede hacer extensiva a muchos países con habitat montañoso y proceso de urbanización acelerado en todo el mundo.

Las políticas proteccionistas, de preservación del medio ambiente, la creación de cordones verdes en la periferia urbana, la educación al campesino sobre técnicas de un mejor uso del suelo, han sido adoptadas a nivel Nacional y Municipal y se han creado entidades que con mayor éxito o inoperancia han intentado dar solución y frenar el fenómeno.

Existen casos también muy preocupantes, de ocupación por desarrollos urbanos de tierra agrícola de fertilidad incomparable que escasea a menudo en estos países: casos de Bogotá y Cali que crecen a expensas de una de las mejores tierras aptas para la agricultura en Colombia. También en estos casos se han propuesto directrices de desarrollo para un uso más racional de la tierra.

A pesar de la conciencia "ecologista" tan de moda en los últimos años y de la voz de alerta y medidas propuestas para evitar el "crecimiento incontrolado" de las ciudades, aparecen todos los días nuevos desarrollos en las mejores tierras y en la tierra marginal contruidos con sistemas que atentan contra la estabilidad del suelo.

1.2 REFLEXION SOBRE EL PROBLEMA

La tierra es un recurso natural, sin costo de producción, no reproducible y sin el cual no es posible producir. Esta definición de autor desconocido parece muy acertada.

Todas las actividades humanas necesitan de la tierra para ser desarrolladas, y así como es importante destinar la tierra, sobre todo la más fértil para usos agrícolas y pecuarios, también es importante disponer de tierra para las otras necesidades básicas como la vivienda. La misma reflexión puede hacerse extensiva para otras actividades humanas no menos importantes: recreación, industria, educación, turismo, energía, provisión de aguas, reservas, citadas sin orden de prioridad.

Parece inevitable que la presión por tierra para desarrollo urbano continúe en la periferia de las ciudades grandes, medianas y aún pequeñas, en países con proceso de urbanización rápido y también en aquellos con crecimiento de población bajo y proceso de urbanización lento o estancado.

Las políticas de retención de población en las áreas rurales ha fallado casi siempre, y si es cierto que la tierra agrícola fértil debe protegerse, no puede ignorarse la necesidad de responder a las otras exigencias también importantes por el derecho al uso de la tierra. Salvaguardar la tierra agrícola de buena calidad, conservar y mejorar el paisaje y el campo, preservar el medio ambiente y contener la explosión de urbanizaciones anárquicas, deben ser prioridades en cualquier política de desarrollo de un país que mire al futuro, pero para esto es necesario, sin

duda una intervención en el mercado de tierras, tecnologías de construcción apropiadas y modelos de urbanización intensivos.

En el mercado de tierras se considerará ésta como un objeto negociable, como un bien económico que produce grandes ganancias. De dejar la tierra como hasta ahora ocurre, en manos exclusivamente privadas, ésta seguirá utilizándose con un fin restringido a producir beneficio económico y no habrá posibilidad de responder equitativamente a todas las necesidades básicas por tierra.

Sea cual fuere la alternativa futura en cuanto a políticas de tierra: partiéndolo de un control efectivo al uso y al mercado o aceptando que en un futuro se acentúe la especulación económica con ésta, existe la necesidad de utilizarla con criterios de eficiencia y restricción a su consumo desaforado.

Los modelos de desarrollo urbano con baja densidad y con patrones de transporte en base al automóvil privado, que requieren de grandes cantidades de tierra y de costosas obras de infraestructura vial, deben ser revisados. Hay muchas ciudades que han adoptado un modelo que puede llamarse mixto, combinando transporte público masivo y transporte privado y generando áreas compactas combinadas con áreas inspiradas en el suburbio norteamericano. Pero hasta ahora tal mezcla ha mostrado no ser lo óptimo. Debemos buscar soluciones al problema del crecimiento, evitando que las soluciones de transporte público masivo se utilicen para generar suburbios dormitorio cada vez más lejanos. En el caso colombiano se deben mantener las restricciones impositivas al uso de vehículos para

transporte individual.

En cuanto a tecnología, esta no puede seguir siendo seleccionada sin tener en cuenta los efectos negativos que produce a los habitantes y al medio físico, ni con un concepto de economía errada que no toma en cuenta costos graves de tipo social y ecológico.

1.3 EL MERCADO ACTUAL DE LA TIERRA

La tierra urbana, sobre todo en países que viven un proceso notable o acelerado de urbanización, tiene una gran importancia y su significado como bien comunitario aumenta, al considerar que su mayor valor se crea por el fenómeno social del mismo proceso de urbanización, y que su utilidad tiene origen en la construcción de servicios e infraestructuras costeados por toda la comunidad.

El aumento del costo de la tierra se produce por múltiples factores, destacamos entre otros: Demanda por lotes dada por el crecimiento vegetativo y los flujos migratorios, la construcción de vías, servicios e infraestructuras, el cuidado y mantenimiento de las propiedades hecho por los residentes.

Diversos estudios realizados en buen número de países muestran, que la oferta de tierra urbana, para los pobres en las ciudades del tercer mundo ha venido disminuyendo.

Las invasiones organizadas en tierras pública y privadas son ahora

controladas en forma muy efectiva por las autoridades y el sistema informal de acceso a la tierra a través de barrios piratas es muy limitado y parece menos capaz de responder a las necesidades de los pobres.

Las tierras están siendo comercializadas ahora, en forma monopólica, eliminándose las diferencias que antes existían entre los diferentes actores que dominan el negocio de urbanizar. Estos actores se integraron en un solo sistema de beneficio y control del mercado de tierras. Esta situación ha hecho que el mercado se oriente a las clases altas y medias altas, dificultándose aún al sector estatal la adquisición de terrenos para sus programas. Las soluciones oficiales que con poca excepción habían fallado, ya que su precio sólo las hacía accesibles a los más pobres mediante costosos subsidios por unidad, habían sido de limitada producción y en muchos casos solamente servían para alojar una minoría con salario estable superior al mínimo, o para reubicar familias erradicadas de sitios céntricos, o para "reactivar" el sector de la construcción y ganar apoyo político, ahora se ven golpeadas en forma trágica por los costos de la tierra, que terminaron por hacerlas definitivamente prohibitivas.

1.4 VISION RETROSPECTIVA

Cómo se llegó a esta situación, de comercialización y monopolio de la tierra urbana? Las políticas de tierra urbana en Colombia y la mayoría de países con proceso de urbanización acelerada a partir de la tercera década del presente siglo, han sufrido variaciones y han venido cambiando en la medida en que cambiaban las características y el impacto del proceso de urbanización, culminando en la etapa actual, con más o menos

claridad y definición en unos países que en otros.

Aunque el análisis parezca general y simplista, se pueden definir en el proceso cuatro etapas:

* Una primera, en la cual se miró con indiferencia el proceso de urbanización, que coincide en muchos países con las décadas del 30 y 40 y se puede decir que la política fue de "Laissez Faire". Eran las primeras oleadas de migrantes del campo a la ciudad, que en el caso colombiano se producen paralelamente a un proceso de industrialización en base a sustituir importaciones, y después a un fenómeno de violencia política rural que aceleró la migración campo-ciudad. Por esta época abundaban los terrenos públicos en las ciudades colombianas, y en muchas ciudades latinoamericanas existían ejidos o terrenos de propiedad comunitaria enajenables, herencia del pasado colonial.

Para la década del 50, en pleno auge en Colombia de la violencia política, y saliendo apenas los países desarrollados de la crisis de la posguerra, la corriente migratoria se acentuó volviéndose en muchos casos avalancha: crecen los "tugurios" y los problemas sanitarios, y de todo tipo, lo cual hace que la actitud ante el migrante sea distinta, que el proceso de urbanización se mire como algo negativo, como una amenaza. Se habla del crimen, la inseguridad, las enfermedades. Se considera un peligro tener grandes cantidades de población hacinadas y empobrecidas en

* DOEBELE, A. William. Emerging concepts in urban land tenure in developing countries. 1983, 28 pp.

áreas vitales de las ciudades, con peligro de explotar y causar daños a las propiedades de la población de estratos altos: es la segunda etapa, la etapa de las erradicaciones masivas y de las demoliciones y traslado de grandes masas de la población del centro a la periferia. El primer y muy famoso caso que se dió en Colombia, en la década del 50, fue el de la llamada "Zona Negra" en Barranquilla, programa en el cual se erradicaron los pobladores de un inmenso sector tugurial, localizado cerca al centro comercial y a las instalaciones industriales y portuarias, siendo reubicados en las afueras en la pista del antiguo aeropuerto de "Lansa", en viviendas prefabricadas de madera, canjeadas por café en Finlandia.

En la mayoría de países, el problema empieza a ser estudiado y se evoluciona de las soluciones importadas, o con normas europeas y norteamericanas, a soluciones mínimas con diseño y tecnologías nacionales. En Colombia se crean entidades y se reforman otras: Cinva, I.C.T., Caja Agraria y se entra antes que en muchos países en una etapa positiva, en la cual se ensayan múltiples programas, algunos ya de autoconstrucción. Las políticas de vivienda mínima, erradicación, retención de la población en el campo fallaron por variadas razones, ampliamente analizadas en diferentes estudios. Los planes de erradicación se volvieron políticamente inaceptables.

Para la década del 60, se impone en muchos países el concepto promovido por John F. Turner y William Mangin, de destacar los aspectos positivos del proceso de urbanización, logrando que sus ideas tengan gran acogida. El reconocer el mejoramiento gradual que tenían los asentamientos populares legales o ilegales, por el esfuerzo propio de sus habitantes y el

reconocer que el migrante tiene alta motivación de articularse con el sistema, si se le da oportunidades, y que no hay que temerle como campo fértil para una revolución, llevó a la tercera etapa: Los planes de "auto ayuda", "auto desarrollo progresivo", "lote más servicios" y "planes de mejoramiento". Para 1972, el Banco Mundial con sus principales recursos crediticios, inicia muchos programas haciendo énfasis en la seguridad de la tenencia y la instalación de infraestructuras, para mejorar las condiciones sanitarias y lograr inversión individual en los asentamientos populares. El lema de la época era la tenencia; asegurándola se pensaba, se aseguraría la inversión para mejorar la vivienda en proporción alta al poco ingreso. Después de un tiempo de experiencias de este tipo, una década en la mayoría de casos, se ha visto que la expectativa era mayor que el aporte real a la solución. La recuperación de costos no se logra fácilmente, el número de soluciones no ha sido como se esperaba, y los proyectos se tenían que hacer cada vez más lejos del centro para evitar los altos costos de la tierra, a expensas de mayores costos en vías y redes cada vez más extensas. Realmente ya en la década de los 70, los precios de la tierra afectaban estos planes y los expulsaban más y más a la periferia, en tierra más barata pero más lejos de los lugares de empleos. Surgieron también problemas administrativos en muchos casos, al rechazar los pobres la tenencia legal para evadir pago de impuestos o posible expulsión por faltar a los pagos. (Caso del barrio Lenin en Medellín). Así, aunque como se dijo al principio esto es un esbozo del proceso y existan países donde aún se esté en otras etapas y otros en los cuales estas se han dado en algún período en forma simultánea, llegamos a la década de los 80, a la etapa de comercialización monopólica, con un mercado controlado por pocos, orientado a las clases altas y con los

estratos de menor ingreso con muy poca opción de acceder a ningún tipo de tierra o vivienda en oferta.

La conclusión parece evidente: de no actuarse con mayor resolución por parte del Estado en el mercado de tierra, poco es lo que puede hacerse, socialmente hablando en el campo de la vivienda.

De no existir fuerte intervención Estatal y cambio en la política de tenencia, el Estado tendrá que seguir pagando la tierra para sus programas a los precios cada vez más altos del mercado y los más pobres y los recién llegados poca o ninguna opción tendrán.

Pensando en alguna forma de intervención Estatal, ya que medidas más drásticas parecen improbables en la mayoría de países con sistema de economía mixta, cabe analizar el hecho, de que la tierra agrícola o sin uso, al transformarse en urbana por loteo o subdivisión, aumenta su precio notablemente, aún sin provisión de servicios. Si estos se instalan ocurre otra valorización, en la cual la intervención es muy posible por haber existido inversión pública.

Como ya se anotó siempre la valorización de la tierra es producto de un proceso social en el cual intervienen muchos factores, y quienes poseen tierras en la ciudad o su periferia se apropian del excedente.

El problema de la tierra es un problema político, más que técnico y su control es motivo de una decisión política, de modo que todos tengan sitio en la ciudad.

El Estado tiene muchas maneras de intervenir el mercado de tierras: en Colombia se cuenta con instrumentos como la ley 1° de 1943, que permite la adquisición de tierra urbana ociosa y el Estado puede expropiar sin indemnización según el artículo 30 de la constitución, por razones de bien común.

Existen otras muchas formas de intervenir el mercado de tierras: impuestos a tierra vacante y valorizada por acción gubernamental, intervención financiera, a través del control al crédito para tierras y vivienda (algo similar se está haciendo ahora en Colombia sin mucho éxito) creación de Bancos de Tierra Cooperativos o Municipales.

Pero sea cual fuere la decisión política que se tome para tratar de manejar el problema con equidad, existe un factor del cual nos ha hecho tomar conciencia el actual mercado monopólico: la necesidad de manejar eficientemente un recurso no reproducible.

Algunos autores plantean como paradoja, que la tierra en manos privadas, sin control fuerte Estatal, puede ser eficiente en la explotación individual de lotes, pero es inequitativa en su efecto global y que la tierra en manos del Estado sin control social, puede ser equitativa al precio de la ineficiencia. Tal paradoja no existe, ya que debe primar el bien común, pero no necesariamente esto debe llevar a la ineficiencia.

1.5 CONSECUENCIAS

Con cualquier alternativa de las previsible, en países de economía mixta, sea porque el mercado se controle, o porque subsista y se fortalezca la situación monopolística, la gran conclusión es, la necesidad de utilizar la tierra urbana en forma equitativa, eficiente y con mayor austeridad que en el pasado.

Los altos costos de la tierra han traído en muchos países consecuencias muy adversas hasta ahora, para la población más pobre. Una de esas consecuencias es forzar a los nuevos migrantes a ocupar terrenos marginales, o a pagar alto alquiler en cuartos hacinados en viviendas subdivididas.

Esta situación debe hacer revisar las políticas de vivienda: el objetivo tradicional, pero ideal de una casita con su lote individual de propiedad privada para cada familia, que ya en el siglo XIX fue objeto de fuertes debates entre Engels y los socialistas utópicos, debe ser revisado.

Las soluciones con loteo grande, para crecimiento progresivo horizontal, es otro concepto que debe revisarse. Lo mismo ocurre con el loteo mínimo actualmente aceptado.

El crecimiento de la vivienda tiene mucho sentido, en la medida que puede adecuar soluciones mínimas a las posibilidades de los estratos de menor ingreso, permitiéndoles obtener buenos índices de habitabilidad para su vivienda por agregación posterior de área. Este crecimiento debe

propiciarse en el sentido vertical y aún adentro de las soluciones iniciales, limitando el crecimiento horizontal, para evitar los lotes grandes. Debe fomentarse las soluciones Bi-Tri y multifamiliares para los más pobres.

Analicemos ahora el problema de la tierra marginal utilizada en muchos países por los pobres y que preocupa a muchos gobiernos y estudiosos.

1.6 LOS TERRENOS MARGINALES

En muchos países del tercer mundo la población urbana de ingreso bajo se han localizado y es probable que siga haciéndolo en un futuro, en terrenos marginales.

Ha ocurrido también, que estos asentamientos sufren destrucción por fenómenos naturales o son erradicados por la acción oficial, y con frecuencia inusitada vuelven a localizarse sobre estos terrenos: barrancos, cañadas, suelos anegadizos, tierra en la cual con dificultad alguien construiría por sus características topográficas, geológicas o mala localización: vecinas a zonas contaminadas, alto tráfico, retiro de vías férreas. Esto se debe en gran parte a la situación del mercado de tierras, que como hemos anotado, hace que quienes no pueden pagar el lote de menor costo en oferta, no tengan otra alternativa. Sucede también, en ciudades con menor problema en el mercado de tierras, que se construyan asentamientos en sitios malos, pero próximos al centro de las ciudades, aunque exista tierra barata en la periferia. Los costos de transporte inciden mucho en este fenómeno, por cuanto su impacto es muy alto en los gastos de

familias de poco ingreso, generado mediante empleos ocasionales en el centro de la ciudad. Si existe tierra marginal cercana al centro esta tenderá a ser ocupada*.

En Colombia este ha sido un fenómeno bien conocido en las grandes ciudades: en Bogotá el caso del barrio Las Colinas, en Medellín La Iguaná, Fidel Castro.

A veces la situación del mercado de tierras es tan difícil, que estos asentamientos también se dan en la periferia. En Bogotá: barrios Las Malvinas y Jerusalem, en montañas pantanosas y páramos. En Medellín: barrios como el Veinte de Julio y numerosos asentamientos en la comuna nor-oriental, en pendientes muy fuertes, sobre la cota 1.800 mts., lo cual ha llevado a muchos a decir alarmados, que se está urbanizando en el segundo piso de la ciudad. En estos barrios un lote para una familia cuesta menos, que un lote en cualquier cementerio del norte de Bogotá o el sur de Medellín.

En forma paralela, ocurre en muchas ciudades que terrenos difíciles, pero construibles, vienen siendo desechados por la acción oficial, que los considera no aptos para ser urbanizados. Las topografías con pendientes mayores al treinta por ciento (30%) han sido en general eliminadas de los planes de vivienda, llegándose en los casos de existir dentro de algún

*BAROSS, Paul. "Land for housing the poor". Angel y otros editores, Bangkok, 1983, 180 pp.

asentamiento, a destinarlos a zonas verdes.

Quienes habitan en los llamados terrenos marginales están en peligro constante de sufrir calamidades, por su localización y por la tecnología empleada en sus asentamientos. Cuando los terremotos, huracanes, inundaciones, azotan las zonas urbanas, las pérdidas en vidas humanas son devastadoras y con frecuencia son los pobres los que más sufren, por su condición de vida en las ciudades: terrenos menos aptos, viviendas menos seguras.

El Cuadro 1, elaborado con base en estadísticas de la Cruz Roja Internacional, muestra la pérdida anual en vidas y propiedades por causa de diferentes desastres naturales.

CUADRO 1. Resultados de desastres naturales entre 1900 y 1976

	Muertos	Heridos y sin hogar
Terremotos	2'662.165	28'894.657
Erupciones volcánicas	128.058	337.931
Inundaciones	1'287.645	175'220.220
Derrumbes	3.059	150
Avalanchas	3.006	44.673
Ciclones	434.894	17'648.463
Huracanes	18.513	1'197.535
Tifones	34.103	5'432.654
Tormentas	7.110	3'432.641
Tornados	1.175	342.459
TOTAL	4.579.728	232'555.783

Las cifras son enormes y hay que anotar que un muy alto porcentaje de muertes y pérdidas ocurrieron en países en desarrollo.

En Guatemala en 1976, un terremoto destruyó 200.000 viviendas. En Nicaragua en 1972, un terremoto causó más de 10.000 muertos. En ambos casos las ciudades fueron las más afectadas. En Guatemala la mayoría de viviendas destruidas estaban sobre colinas y laderas y miles murieron cuando los derrumbes arrastraron las casas. Aunque el cuadro muestra cifras no tan altas para muertes y pérdidas por derrumbes y avalanchas, hay que aclarar que estas no son tan sorprendentes, ocurriendo con frecuencia lentamente, pero que el riesgo aumenta en caso de sismos y tormentas.

Un cuadro de los daños causados por erradicación y destrucción debidos a la acción oficial, no es posible elaborarlo, pero ha sido alto sin duda el número de viviendas destruidas por dicha acción.

1.7 LA TIERRA APTA PARA CONSTRUIR VIVIENDAS

Terrenos que fueron considerados marginales en la época de la colonia en Colombia por los Españoles, fueron ocupados en el siglo XIX por grupos migratorios antioqueños, quienes fundaron en ellos pueblos y ciudades de grande y rápido desarrollo, y la economía cafetera, por años soporte importantísimo de la economía nacional. Estas poblaciones asentadas en terrenos montañosos de difícil acceso y desarrollo muestran una extraordinaria vitalidad.

La colonización española hizo muy pocas fundaciones en terrenos

pendientes. La colonización se hizo en Colombia, partiendo de avanzadas en la Costa Atlántica colombiana, Venezuela y el Perú, para llegar a Santa Fé de Bogotá. Cuando Bogotá se fundó ya existían los precedentes de Quito, Pasto, Popayán y Cali situadas sobre valles y de Santa Marta, Cartagena y Riohacha en terrenos planos a la orilla del mar.

Ejemplos de fundación sobre laderas son escasos, podemos citar: Vélez, Santander, en la banda meridional de un cerro alto, en 1539. Su propósito era pacificar la región y servir de enlace entre Bogotá y el río de la Magdalena. Zipaquirá, sobre una ladera, con trazado en cuadrícula tuvo como propósito la explotación de minas de sal y carbón.

La colonización antioqueña, con distintas motivaciones a la española, se adueña de laderas y vertientes, afrontando la selva y ríos caudalosos. Los precedentes de este movimiento migratorio parecen estar en las colonias agrícolas creadas por Mon y Velarde, después de 1784: Yarumal, Carolina, Don Matías, San Pedro y Santa Bárbara*. Para 1797, se genera la colonización del Viejo Caldas (actuales departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío). Ya en 1900 estaban fundadas Manizales, Armenia, Pereira, y finalmente nacen en el presente siglo las poblaciones del norte del departamento del Valle y Tolima: Fresno, Cajamarca, Trujillo, Darién, Restrepo.

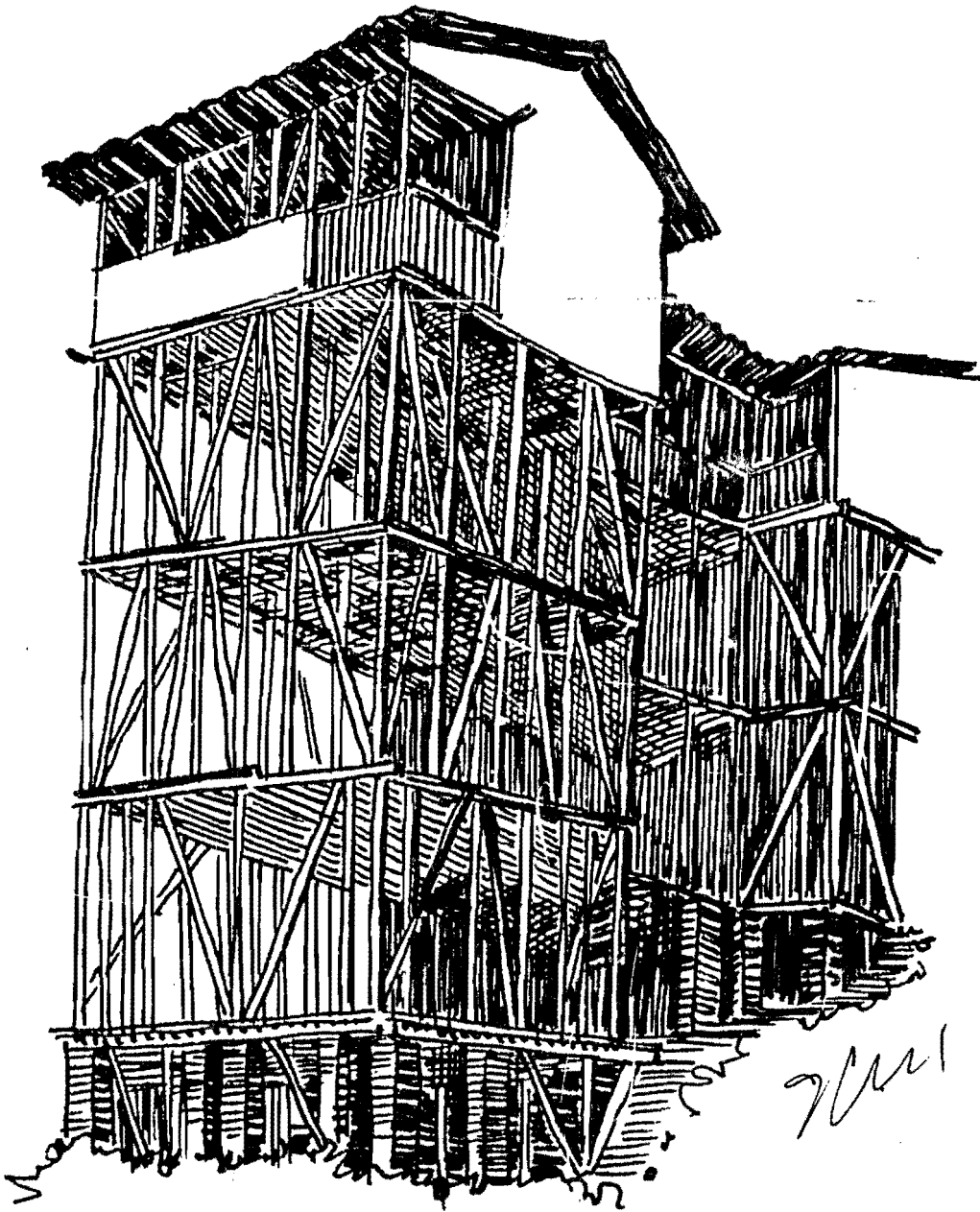
* Yarumal, sobre una ladera, se construyó, nivelando el terreno, para las construcciones, lo mismo que había ocurrido en Vélez y Zipaquirá.

Se había creado una verdadera civilización de vertiente. Existe en toda esta zona, llamada la zona cafetera, gran experiencia en construcciones en terreno montañoso. La experiencia del Instituto de Crédito Territorial ha sido grande en ciudades de esta región, y en toda la zona andina colombiana, pero casi nunca ha desarrollado asentamientos en pendientes mayores al treinta por ciento (30%).

La única opción de crecimiento de muchas ciudades en Colombia, la América Latina y muchos países del tercer mundo es en terrenos pendientes y montañosos, lo cual hace que sean estos terrenos dignos de tenerse en cuenta con mayor atención, y otra perspectiva. La conciencia alrededor del valor de la tierra y la necesidad de su manejo eficiente y austero, sin duda hace que se aprecie la importancia de estas topografías y que se piense seriamente en la mejor forma de aprovecharlas. Los terrenos pendientes son tierras de bajo precio, por su mayor costo de desarrollo, con frecuencia no muy aptas para la agricultura, industrializada, por la dificultad de mecanización, pero con grandes posibilidades para asentamientos de vivienda, de buena densidad y con buen potencial paisajístico y de vistas.

El éxito de construir en terrenos pendientes, va ligado a la forma del asentamiento, los sistemas constructivos, los tipos de vivienda, según la naturaleza del suelo, y por esto es muy importante que analicemos la experiencia de la colonización antioqueña que produjo la arquitectura de la Guadua, y la experiencia del Instituto de Crédito Territorial, ya que para lograr el objetivo de este trabajo: "plantear sistemas para asentamientos en terrenos inclinados, con claras pautas para el diseño

arquitectónico y alternativas reales de ejecución en distintas situaciones de pendiente", es indispensable retomar dicha experiencia.



JAULA DE GUADUA DE VARIOS PISOS, -
LA CONSTRUCCION SE DESARROLLA DE ARRIBA
HACIA ABAJO, -

2. EXPERIENCIA DE LA GUADUA

2.1 LA GUADUA Y SU ARQUITECTURA

Produjo la guadua una arquitectura muy propia, digna, empleada en todo tipo de edificios, acueductos, enseres domésticos, muebles, ejemplo no superado de una arquitectura apropiada para condiciones difíciles de topografía.

En Colombia hubo extensos guaduales en terrenos entre 800 y 2.000 mts. de altura sobre el nivel del mar, en toda la zona occidental del país, hasta Guayaquil en el Ecuador.

La guadua era utilizada por algunas tribus indígenas y luego se utilizó por los españoles.

Dice Jaime Jaramillo Uribe^{*}: "De guadua hacían cuchillos y lanzas los Caramantas y los indios del Valle de las Lanzas. En guadua exhibían las cabezas trofeos, las armas, los Caramantas y los Ansermas. Con guadua

* JARAMILLO URIBE, Jaime. Historia de Pereira. 470 pp.

fabricaban jaulas para prisioneros entre los Paucura. Con tubos de guadua hicieron los Ansermas conductos para introducir chicha en las tumbas de sus muertos. De guadua era la vivienda de los Quimbayas, lo mismo que sus acueductos. Con canutos de guadua beneficiaban el agua de las fuentes saladas los indígenas del pueblo Quimbaya de Coínza. Recipientes de guadua tuvieron los Patágoras para llevar agua. De guadua hicieron los Quimbayas puentes para cruzar ríos y quebradas".

El uso de la guadua era bastante generalizado entre tribus del occidente colombiano y los españoles la utilizaron en Cartago, fundada inicialmente en el actual sitio de Pereira, en Anserma y Arma.

Cuando se inicia la actividad colonizadora antioqueña en 1797, la montaña vírgen proporcionó madera y guadua en abundancia para la construcción.

La guadua o gaduba, como se llamaba antiguamente, es una grámínea de la cual se conocen muchas especies y pertenece a las bambúseas.

En Colombia, dicen Francisco Londoño y Marcos Montes*: "Solo existen las especies guadua angustifolia y guadua latifolia. De la guadua angustifolia, que es la más apta para todos los usos, se conocen en el Quindío y Caldas las variedades: guadua macana, guadua cebolla y guadua rayada".

* LONDOÑO, Francisco y MONTES, Marcos. La Guadua. Su aplicación en la construcción. Bedout, Medellín, 1970

La variedad macana por su resistencia, es la más utilizada. La variedad cebolla, se utiliza para sacar esterilla.

2.2 CARACTERISTICAS DE LA GUADUA

Es un material excelente para construcción por las características que posee: gran resistencia, poco peso, elasticidad y versatilidad. Su forma es tubular, con una epidermis de gran dureza y fibrosa. Los haces de fibras forman nudos en donde nacen las hojas.

La resistencia que ofrece a esfuerzos de tracción, compresión y flexión, es buena aunque disminuye por sus nudos, sobre todo en esfuerzos de tracción. El perímetro promedio de los tubos está entre .30 y 40 cm. Es combustible y su vida útil puede ser de 40 años. Su liviandad hace posible construir estructuras en terrenos de poca capacidad portante. Su forma y resistencia admiten ejecutar obras con muchos pisos.

La combinación de estas características hicieron de la guadua el material apropiado, para construir masivamente en las laderas en la zona colonizada por los antioqueños en el siglo XIX.

2.3 LA ARQUITECTURA DE LA GUADA COMO RESPUESTA A LAS PENDIENTES

Sin duda esta arquitectura es muy apropiada para la construcción en terrenos pendientes. Son muchas sin embargo las críticas que se le han hecho por diversos autores: Son fundadas por hombres del campo que sólo tenían en cuenta el medio natural y lo funcional. No existió obviamente

criterio de planeación futurista ni estético. La mayoría de estas poblaciones dan la espalda al paisaje. "Lo único plano es la plaza arbolada y el resto de las construcciones generalmente de guadua, hace prodigios de equilibrio en terrenos pendientes". Dice Jaime Coronel* al analizar las ciudades fundadas por los antioqueños en la zona cafetera. "Es evidente que el sistema de retícula española, impuesto por las normas de urbanismo de la ley de indias, en nuestras ciudades, resultaba absurda en su aplicación donde la topografía era excesivamente quebrada". Dicen Francisco Londoño y Marco Aurelio Montes al analizar la guadua en la construcción de viviendas.**

El sistema de la guadua se plantea así: La estructura se apoya sobre el suelo, el cual en muchos casos ni siquiera se desbroza, y luego se genera la superficie del piso de madera, apoyado sobre aquella, dejando el terreno libre y sin modificar su perfil y talud naturales. Los espacios que quedan entre piso y terreno se utilizan como depósitos y sitios para cría de animales domésticos, aunque en muchos casos sólo sirven como aireación natural a los pisos de madera. La forma de apoyo varía según la estructura y el sitio: a veces la estructura se apoya sobre soleras colocadas sobre piedras, en otras ocasiones cada columna apoya sobre piedras y en otras sobre cimientos de sillería y concreto ciclópeo. Al aumentar

* CORONEL ARROYO, Jaime. El arquitecto y la nacionalidad. Ed. Andes, Bogotá, 1975, 192 pp.

** LONDOÑO M., Francisco y MONTES B., Marco A. La Guadua, su aplicación en la construcción. Bedout, Medellín, 1970, 90 pp.

la pendiente se utilizan pilotes o pilares de ladrillo o bloque de cemento.

Los materiales utilizados son guaduas enteras, en "esterilla" y "latas", madera, barro o boñiga en muros y acabados, cubierta de teja de barro cocido, poco cemento, ladrillo o bloque.

Es una arquitectura popular, con frecuencia auto construida, basada en la experiencia y el sentido común, pero cuya tradición se ha venido perdiendo. Con este sistema constructivo y su estrategia de afrontar las pendientes se han construido viviendas en terrenos con inclinación superior al cincuenta por ciento (50%).

A pesar de las innegables fallas que se puede presentar en algunos aspectos, debe reconocerse, que las construcciones en guadua comparadas con otras realizadas en terrenos de menor pendiente y con esquemas urbanos menos rígidos, resultan notables.

La adaptación de los edificios al terreno es ejemplo de una estrategia, luego no superada: minimizar cortes y llenos y toda una serie de obras costosas de muros de contención y desagües, minimizando a la vez riesgos de derrumbes y deslizamientos, en terrenos que además de su alta pendiente, tienen poca capacidad portante y características geológicas, que los harían muy inestables de ser alterado su talud natural.

Este sistema constructivo, muy orgánico, permite el crecimiento o desarrollo progresivo de la vivienda, el cual tradicionalmente se ha hecho

debajo de la estructura.

La estructura es también notable, está conformada por luces muy reducidas, intrincadas a veces, con sus elementos unidos por soleras, diagonales y esterillas, que hacen en cada nivel el amarre estructural. Son cajas o jaulas livianas y de varios pisos, pero con suficiente rigidez y elasticidad para resistir sismos, frecuentes en la región.

2.4 LA MORFOLOGIA, EL TRAZADO

Los conceptos de vivienda y tejido urbano empleados en la arquitectura de la guadua, no difieren mucho de los definidos por las leyes de indias: manzanas cuadradas de dimensión aproximada de 90 x 90 mts., con viviendas dando frente a los cuatro costados de las vías, lo cual causa que existan viviendas contra la ladera, con barrancas altas y viviendas contra el valle, con problemas de desagüe, cuando la pendiente del terreno es mayor al quince por ciento (15%). (Cuando estas ciudades se construyeron los servicios sanitarios eran letrinas y pozos sépticos). Los frentes de las viviendas se abren a calles y patios interiores de propiedad individual, y no existen antejardines.

El trazado vial, reticular, con calles trazadas "a cordel" da por resultado en cada manzana dos calles paralelas a las curvas de nivel (planas) y dos calles contrapendiente.

Las viviendas presentan pocos tipos pero con frente y área de lote muy variable. Figura 2.

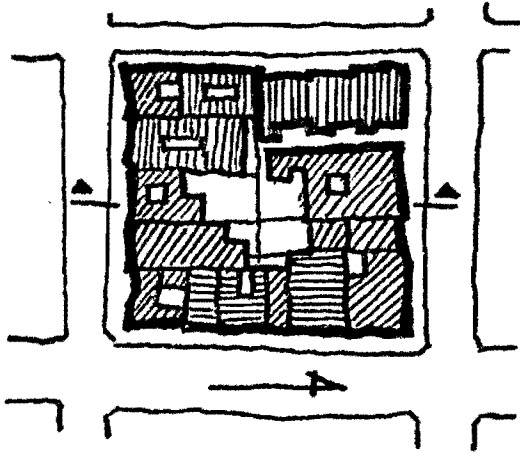


FIGURA 2. MANZANAS CUADRADAS contra la pendiente. Se generan dos vías planas paralelas a las curvas de nivel y dos vías inclinadas contra la pendiente.

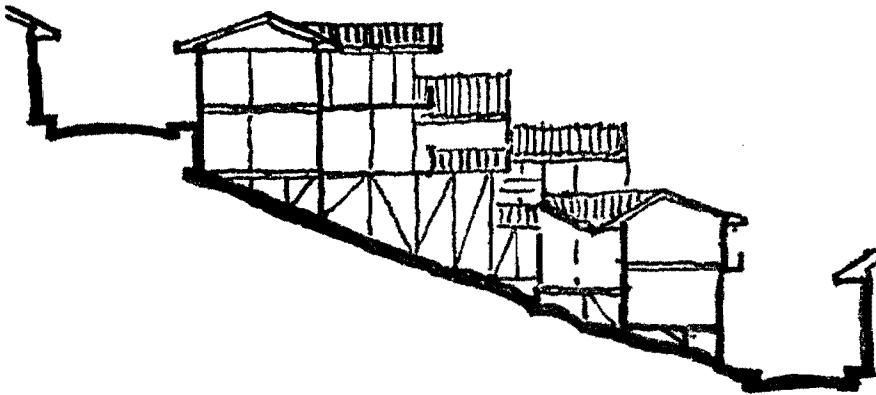


FIGURA 3. Sección que muestra las vías planas.

La no existencia de antejardín y la poca distancia entre paramentos, disminuye la cantidad de obras viales. Las viviendas escalonadas hacia las vías ofrecen su culata a las vistas.



CON LA GUADUA LOS PUEBLOS
SE AFERRAN A LA TOPOGRAFÍA, SIN
MODIFICAR DE MODO NOTABLE EL TERRENO.

Mucho se ha dicho sobre las fallas de este trazado para topografías pendientes. Pero considerando que estos poblados tienen origen en gente del pueblo y que en su época su trazado vial, para circulación peatonal y de bestias, no era tan deficiente, la visión sobre ellos y las críticas, tienen que hacerse dentro de un contexto que difiere mucho del actual.

En otros aspectos han demostrado gran dinámica y prosperidad, y se han venido adaptando, aunque con obstáculos a las necesidades del presente.

2.5 EL APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE

Se dice que el paisaje para el hombre del campo tiene una connotación muy diferente, que para el hombre de la ciudad. Para el agricultor, el paisaje es en parte el producto de su esfuerzo, el habitante de la ciudad, lo ve como un fenómeno natural y establece en él ante todo un valor estético. El hombre urbano tiende más a recrearse en el paisaje o al menos no se siente su protagonista.

A diferencia de regiones donde por milenios se ha cultivado la tierra, en el trópico americano tenemos un paisaje que puede decirse es omnipresente por su majestuosidad. Escapa al dominio total del hombre y es difícil de encuadrarlo, elaborarlo y hacerlo formar parte de la arquitectura, o lo contrario, que la arquitectura haga parte de él. El paisaje urbano es muchas veces dominado por el paisaje natural, supeditando a él la arquitectura (ocurre esto en ciudades localizadas en valles interandinos

con mucha claridad.*

Existen razones de tipo cultural que determinan la forma como se adapta la arquitectura, o no al sitio, al paisaje. Algunas culturas aborígenes en territorio colombiano, se aferraban a la montaña haciendo terraplenes, terrazas y túmulos artificiales para construir sus viviendas: casos de las tribus Pubenense (Valle de Pubenza, Cauca) y Tairona.

Los Tairona colocaban su vivienda sin cortes, sobre terrazas o túmulos con muros de contención. La planta circular por lo general, se iniciaba con la cimentación en piedra y este círculo se rellenaba con tierra, de tal modo que la vivienda quedaba elevada accediéndose por escaleras.

La arquitectura de la guadua, no destruye el paisaje natural, se aferra a la montaña y los poblados se integran a ella, pero si elimináramos todas las construcciones en guadua, el terreno natural, casi como era en un principio aparecerá.

Los pueblos se localizan, sobre laderas y filos o lomos de la cordillera, pero siempre aparecen con una relación singular con el sitio, determinada por su forma, su topografía, su entorno. La plaza y la iglesia se sitúan

*Hay casos en los cuales la majestad del paisaje salva, por así decirlo, la torpeza de las soluciones arquitectónicas. Desafortunadamente en ocasiones estas son tan torpes, que la presencia del paisaje no es capaz de apocarlo lográndose el dudoso mérito de volver secundario el paisaje ante una arquitectura mala que impone su presencia sobre él.

en lugar prominente y las colinas y altos mayores son vistos como hitos especiales en los cuales la única construcción aceptable es la de monumentos religiosos.

Esta actitud ante el lugar y el paisaje, aunque se desaprovechen las vistas desde las viviendas, no la encontramos en los nuevos desarrollos en pendientes, realizados en muchas ciudades por entidades públicas y privadas.

2.6 EL ESPACIO PUBLICO

Los espacios públicos generados: calles, plazas y zonas de recreación (muy difíciles y verdadero punto débil de la urbanización en pendientes) son muy fraccionados, al seguir la inclinación del terreno que es muy variable. Las calles las definen volúmenes escalonados y crean perspectivas lejanas, pero las casas ofrecen su culata a las vistas y a veces sus patios, creando una relación negativa vivienda paisaje.

El uso de los espacios públicos y de recreación tiene características especiales: los patios, que siguen la inclinación del terreno se usan como áreas de cultivo y cría de animales domésticos, pero no tienen uso intenso distinto. Esto hace que las calles paralelas a las curvas de nivel, la plaza o parque, que son más planos, tengan gran uso y actividad, dando impresión abigarrada y con intensa vida social. A esto contribuye la densidad, que en estos poblados, es alta, siendo lo común viviendas de varios pisos, de propiedad compartida.

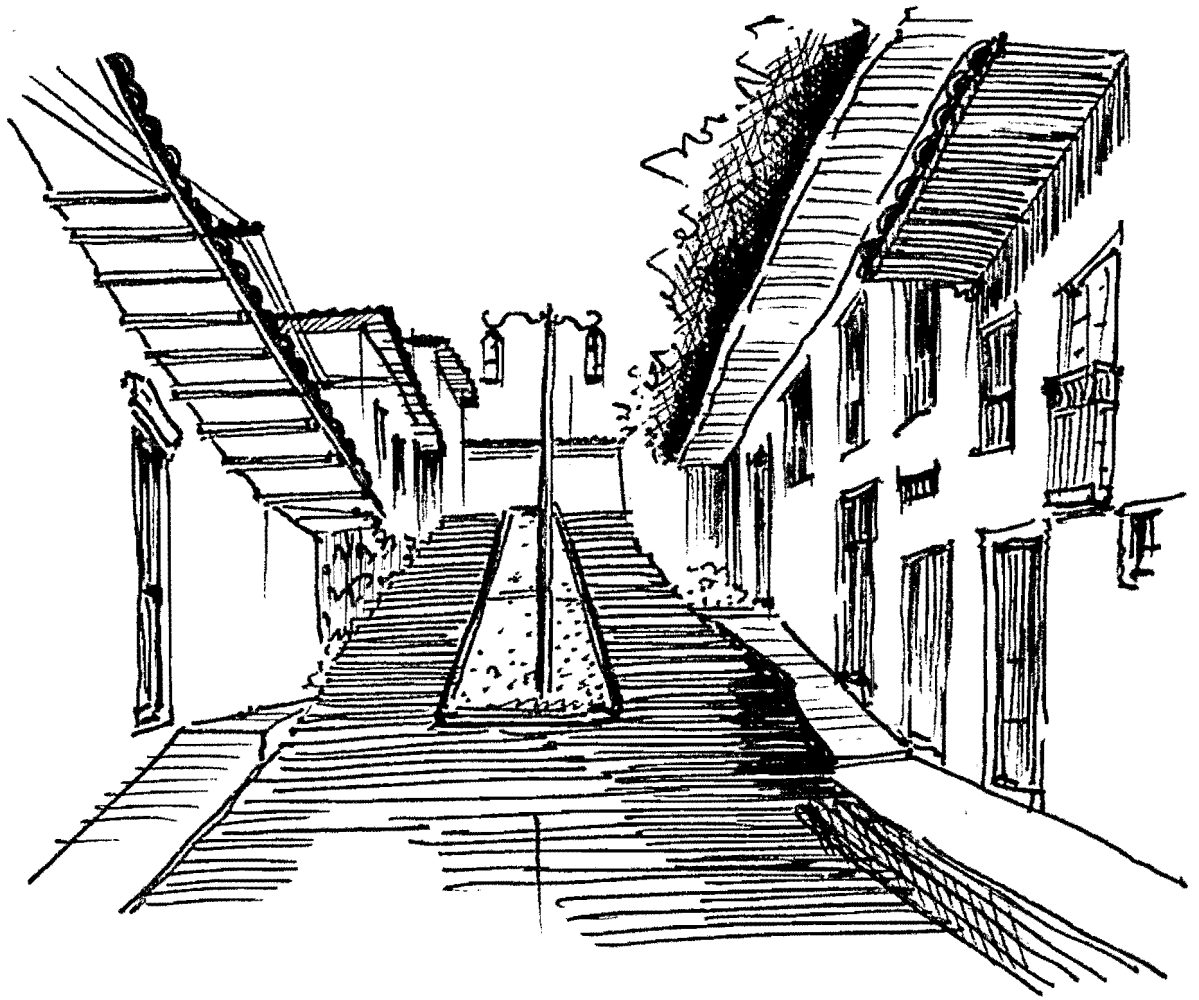


FIGURA 5. CALLE ESCALERA Aguadas-Caldas-
El trazado en cuadrícula, produce vías en ocasiones, solo
transitables por peatones.

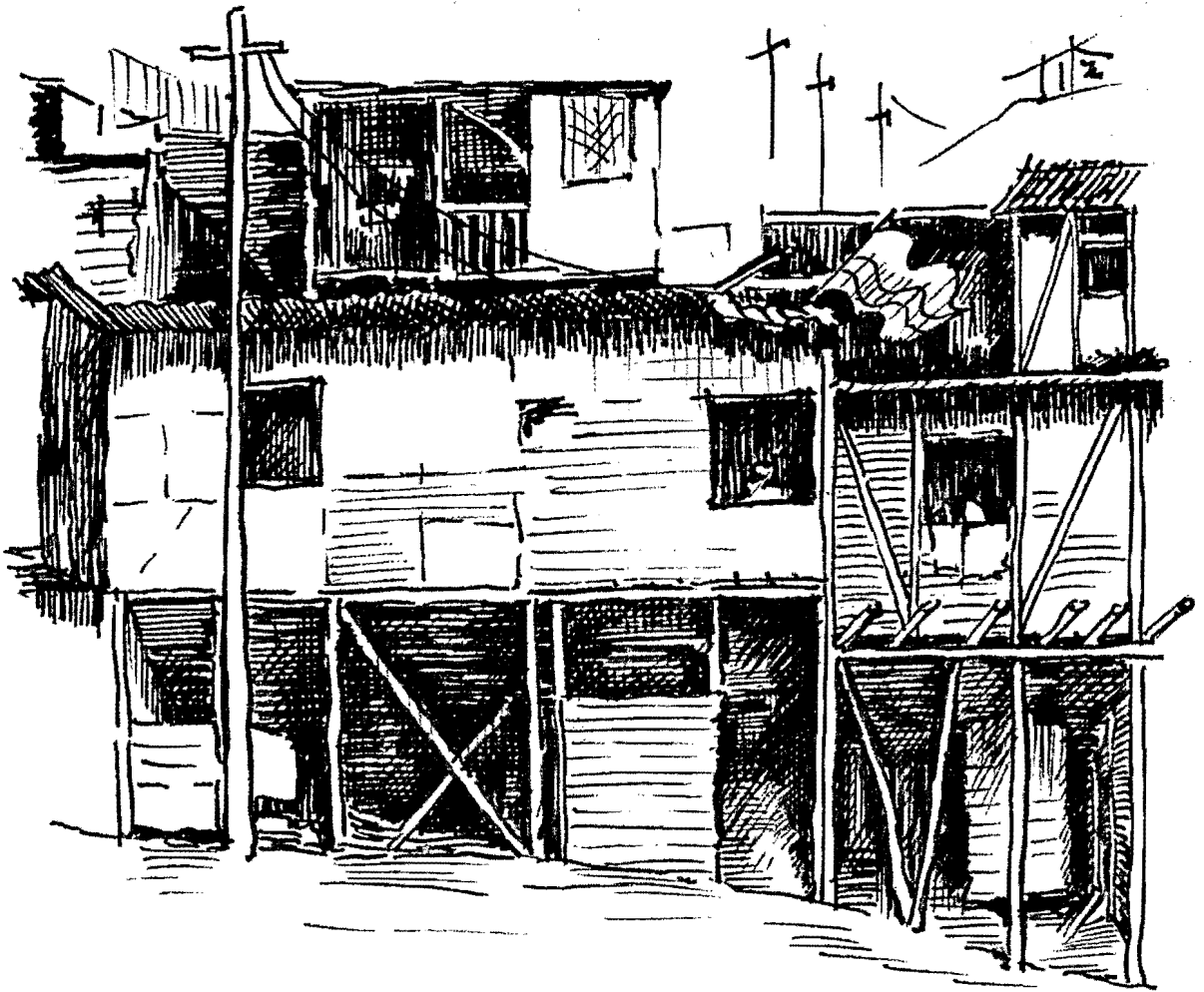


FIGURA 6. BARRIO POPULAR EN GUADUA

Lo económico de la construcción en guadua, posibilita su utilización en soluciones para familias de bajo ingreso.

2.7 CONCLUSIONES

Son muchas las lecciones que se pueden aprender al analizar la arquitectura de la guadua y la principal es de tipo ecológico: el uso de un recurso renovable y económico con tecnología apropiada, sin deteriorar el medio ambiente físico. La principal conclusión, a que se debe llegar es la necesidad de reemplazar soluciones con otras técnicas menos apropiadas por soluciones en guadua, en las regiones donde éstas han sido parte integral de su cultura. Su cultivo debe fomentarse y mejorarse con métodos adecuados su curado, sus técnicas constructivas, y tratar de hacer investigaciones para hacerla menos combustible y para obtener mayor rendimiento en su cultivo. Otra de las conclusiones y muy importante es la necesidad de producir sistemas alternativos, inspirados en su utilización y su forma de adaptación al terreno, con materiales y tecnologías, que cuenten con sus ventajas, corrijan sus deficiencias y sean de fácil consecución en otras regiones.

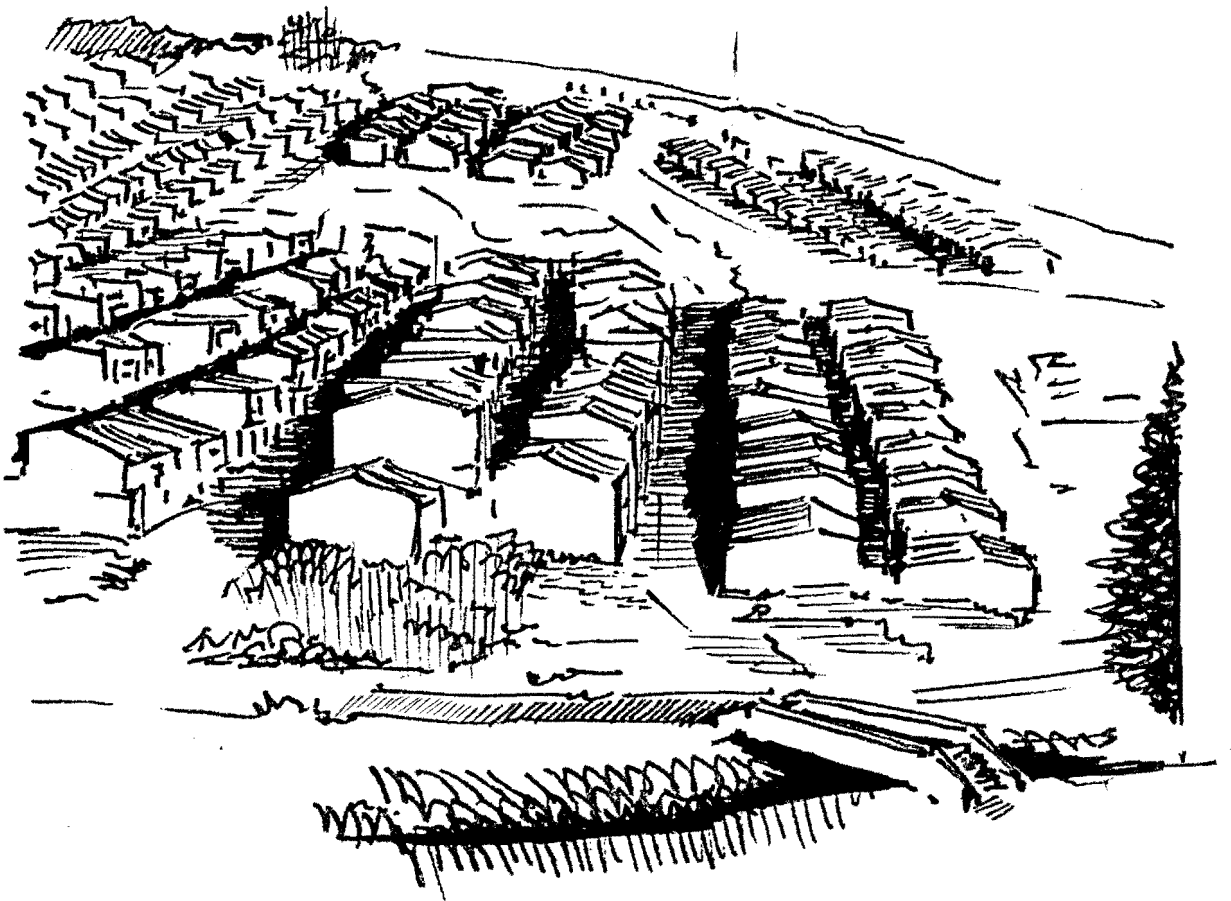


FIGURA 7. SOLUCION DEL INSTITUTO DE CREDITO TERRITORIAL, con banqueo.

3. EXPERIENCIA DEL INSTITUTO DE CREDITO TERRITORIAL

3.1 LOS SISTEMAS DEL INSTITUTO DE CREDITO COMO RESPUESTA A LA CONSTRUCCION EN PENDIENTES

El Instituto de Crédito Territorial a través de más de cuatro décadas de labores, se ha convertido en una de las principales instituciones de vivienda en Colombia.

A finales de la década del 30, cuando se fundó el Instituto, el proceso de migración del campo a la ciudad no tenía el impacto, que en etapas posteriores adquirió. Inicialmente sus funciones se limitaron a facilitar créditos para mejorar las condiciones de la vivienda campesina. Para 1942, ya el Instituto se dedicaba a proveer la vivienda urbana a las clases trabajadoras, mediante planes de "barrios populares modelos", creándose la sección de vivienda popular urbana.

Entre 1942 y 1957, el Instituto construyó en todo el país 18.178 viviendas, de 1958 a 1960, 15.502 viviendas en 1961, 18.793 viviendas y en 1962 31.898. Por estos años la fuerte inyección económica de la alianza para el progreso hizo aumentar el número de viviendas a cifras antes no pensadas. Para 1970, el total construido era de 171.084 viviendas, y entre

1970 y 1974, se sumaron 73.776 unidades.

En el lapso de 1974 a 1978 se construyeron 100.919 y de 1978 a 1982 94.582 viviendas. De 1982 a 1986 se construirán 400.000 unidades.

La experiencia del Instituto en la construcción de viviendas en terrenos pendientes en Colombia es amplia, dada la topografía de la mayoría de ciudades de la región andina del país. Del total de la vivienda construida, una buena parte, difícil de precisar se ha construido en estos terrenos.

El Instituto ha generado su propia respuesta al problema, a través de una estrategia de adaptación en las pendientes, basada en nivelar el terreno con cortes y llenos, y llamada popularmente de banqueos. La vivienda se escalona o abancala en la pendiente.

Estos banqueos hacen necesario construir muros de contención, impermeabilizados y con desagües, en cada vivienda y ocasionan grandes movimientos de tierra, manuales o mecánicos. El cortar, aplanar y excavar, modifica el talud natural de los terrenos, requiriéndose a veces grandes obras complementarias de drenaje y protección, para evitar los deslizamientos y derrumbes.

Los materiales utilizados por el Instituto son ladrillo, bloques de cemento y de barro, maderas. Las estructuras empleadas, con peso considerable recargan el suelo, ya que el peso del material excavado nunca se equilibra con el gran peso de las edificaciones.

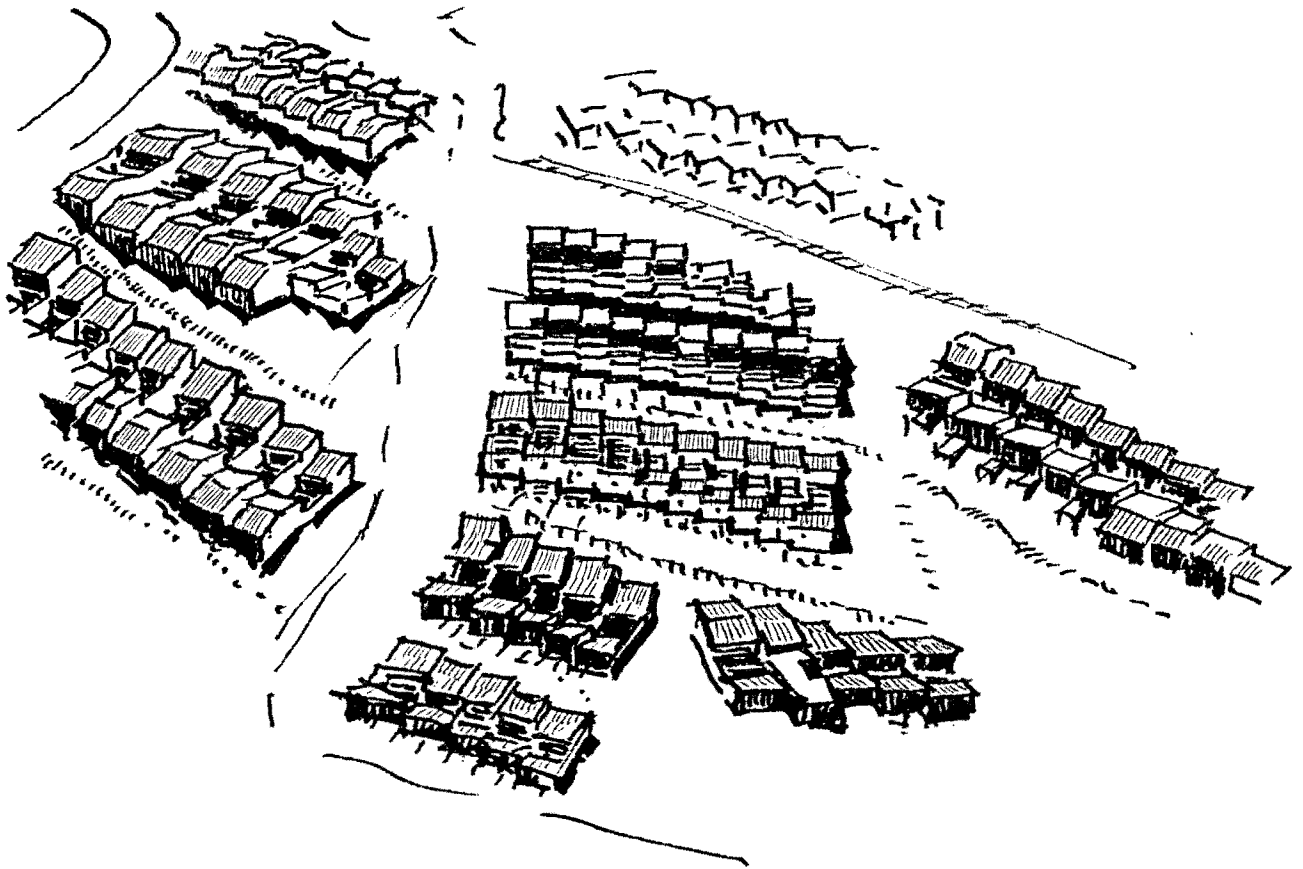


FIGURA 8. ESPACIOS PUBLICOS

Irregulares y marginales, producto del descuido en el diseño urbano.

3.2 MORFOLOGIA Y TRAZADO VIAL

Las pendientes en las que el Instituto ha trabajado se limitan a un treinta por ciento (30%) y esto en muy contados casos.

El manzaneo de origen colonial fue utilizado en alguna época en asentamientos de poca pendiente, pero luego se evolucionó a manzanas rectangulares, escalonadas contra la pendiente, con su lado menor ocupado por dos viviendas.

El trazado vial también rompe en ocasiones con la cuadrícula tradicional, con vías de forma más libre, según la topografía, pero mantiene manzanas con vías paralelas a las curvas de nivel y escaleras contra pendiente, o vías vehiculares a veces con inclinación mayor al dieciocho por ciento (18%).

Las casas dan frente a patios de propiedad individual y a vías peatonales en escalera, o vehiculares. El uso de antejardines, aunque mínimos se ha generalizado. En los últimos desarrollos se ha ensayado esta misma manzana con patios de propiedad colectiva.

La disminución del tamaño de las manzanas, resolvió los problemas de desagües, que planteaba la manzana tradicional, pero aumenta innecesariamente el porcentaje de vías.

El trazado vial produce distancias muy grandes entre las calles horizontales paralelas a las curvas de nivel, obligando a los habitantes de

estos barrios a continuos ascensos de más de cinco pisos. (En edificios en altura no es permisible más de cuatro pisos sin ascensor).

Los crecimientos de la vivienda hasta hace muy poco se daban en forma horizontal hacia los patios.

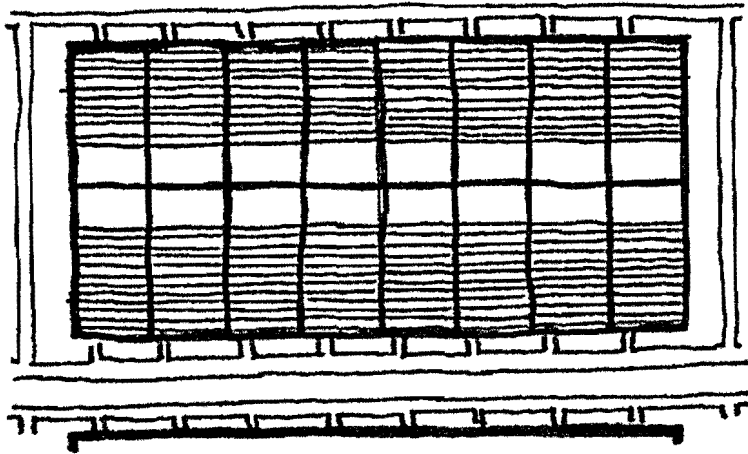


FIGURA 9. MANZANAS RECTANGULARES contra la pendiente, modificación a la manzana tradicional

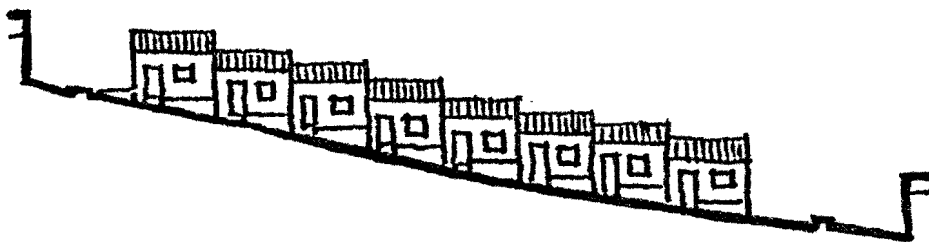


FIGURA 10. VIVIENDAS ESCALONADAS

Sección que muestra viviendas escalonadas con banquetes.

El Instituto, ha tenido mucha experiencia en estos terrenos con vivienda multifamiliar, rompiendo abiertamente con el tejido urbano tradicional y disminuyendo el porcentaje de vías. Con este tipo de vivienda se han construido asentamientos en pendientes más altas que con el tipo unifamiliar, pero con el límite del treinta por ciento (30%) que anotamos. La forma de adaptación al terreno ha sido la misma, que en la vivienda unifamiliar, con banqueos y bloques a medios pisos. Como casos excepcionales se han construido conjuntos escalonados, o edificios con puente de ingreso a nivel intermedio (caso de los bloques del Picacho, en el barrio Doce de Octubre en Medellín).

Las viviendas unifamiliares en su mayoría han sido diseñadas con un frente mínimo de lotes de 6 mts. Esto hace aumentar progresivamente los cortes y llenos a medida que la pendiente aumenta. La rigidez de las normas de planeación, que no tienen en cuenta las variaciones de la topografía han impedido soluciones mejores, que eviten extracostos innecesarios.

El estudio realizado a algunos de los barrios construidos por el Instituto en terreno pendiente nos demuestra muchos de los conceptos expuestos hasta ahora.

"Los terrenos destinados al proyecto de Belencito, con 14 Ha., se encuentran en la zona occidental de Medellín a 5½ kilómetros del centro. La topografía es bastante irregular, las pendientes promedias son del 10 al 12%, pero en algunos sitios son superiores al veinte por ciento (20%). Por este motivo fue necesario dejarlas sin urbanizar o destinarlas a edificios multifamiliares en los cuales incide menos el costo de muros de

contención. En consecuencia la densidad de población resulta inferior a la que podría obtenerse en un terreno plano".*

"Con el fin de resolver el problema habitacional de la ciudad, el Instituto ha iniciado el estudio de este proyecto, sobre un terreno de 20 Ha., ubicado en el norte de la ciudad a un costado de la vía a Popayán. Dadas las condiciones topográficas del terreno, se descartó la zona occidental debido a su fuerte pendiente (35% aproximadamente) destinándola a zona verde, lo cual reduce a 17.5 Ha. El área útil para construcción en ésta las pendientes varían entre 8 y 16%".**

3.3 EL APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE

En la mayoría de los barrios o asentamientos construidos por el Instituto, con el sistema de banqueos, con soluciones de vivienda "económicas" de un mismo tipo repetido hasta la saciedad, con estructuras que aparecen impuestas rígidamente al sitio, no existe siquiera el factor "pintoresco", que observamos en algunas soluciones populares contemporáneas, construidas en pendientes mayores y con materiales y técnicas similares.

Las vistas desde las viviendas, como en el caso de la arquitectura de la guadua, se niegan al paisaje, abriéndose a calles y patios, problema que se corrige un poco en los casos de conjuntos multifamiliares. Este

* Urbanización Belencito. Instituto de Crédito Territorial, Medellín 1969

**Urbanización La Aranda. Instituto de Crédito Territorial, Pasto, 1970

FIGURA 12. APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE

Barrio I.C.T. Medellín

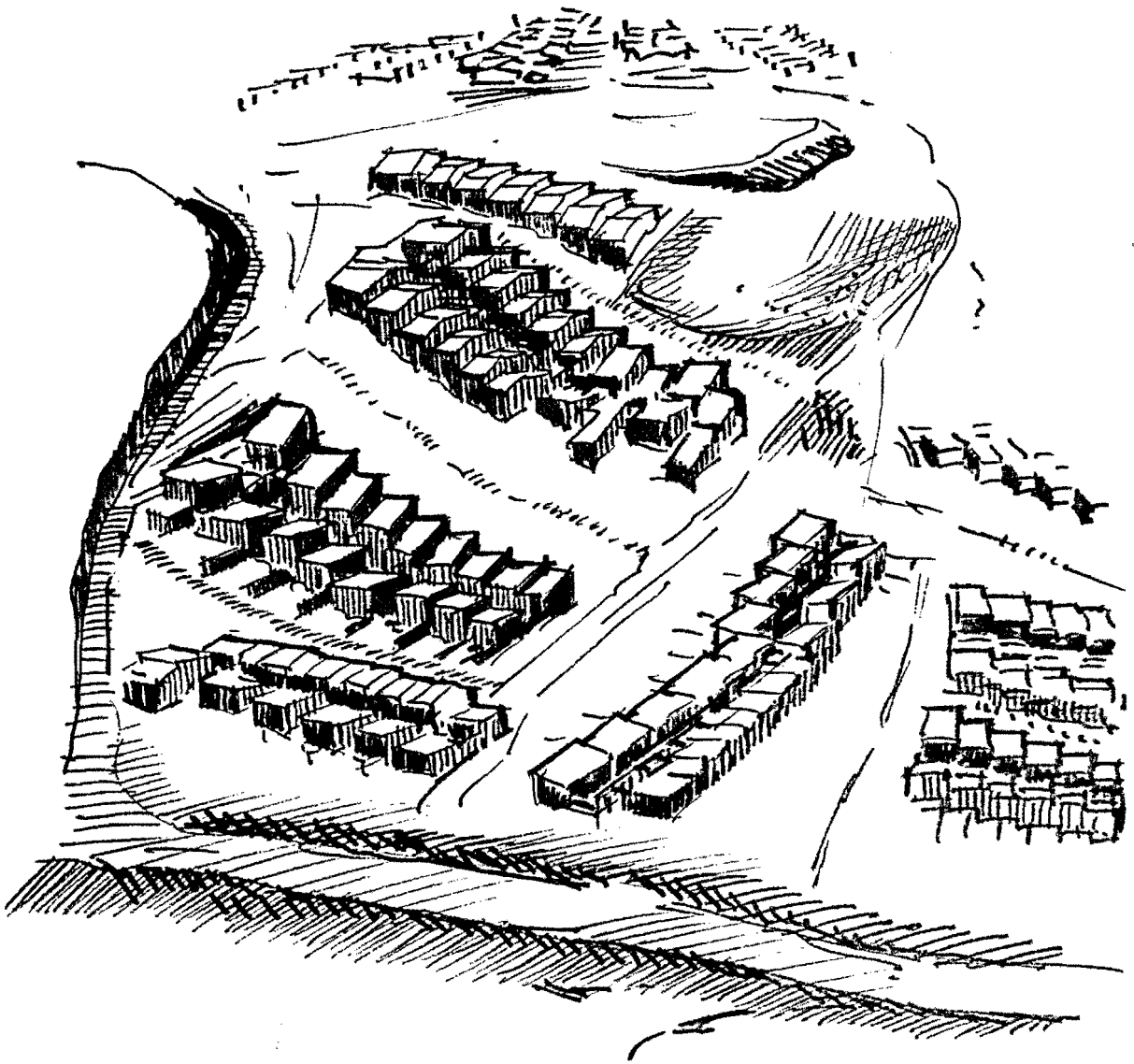


FIGURA 12 APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE
BARRIO I.C.T. MEDELLIN

problema de culatas contra el paisaje puede achacarse en parte a las normas de planeación, que prohíben la apertura de vanos hacia la medianería en cualquier situación topográfica.

En estos conjuntos de vivienda, impera una forma de tratamiento al sitio que sólo tiene en cuenta el rendimiento económico, y el resultado, aún después de muchos años de haber sido construido el asentamiento aparece extraño al sitio, mal impuesto en el paisaje.

3.4 EL ESPACIO PUBLICO

La impresión que causa un recorrido, por muchos de estos asentamientos, es de monotonía en las soluciones de calles, plazoletas, parques y zonas verdes. Calles de forma indefinida, con paramentos irregulares, espacios con frecuencia amorfos.

La relación vivienda calle, se descuida y se dan muchas veces calles a las cuales solo se presentan culatas, por no existir tan siquiera viviendas de esquina! pendientes que no admiten el tránsito automotor y escaleras que ascienden alturas exageradas, espacios marginales, son testimonio de un gran descuido del diseño urbano.

El resultado de ese descuido, es el deterioro de los espacios públicos, que no son apropiados por la gente, el fraccionamiento, la falta de unidad entre sus partes incomunicadas vehicularmente, trae grandes peligros en caso de incendio, dificultad en la evacuación de basuras o ingreso de emergencia de ambulancias.

Cuando se hablaba de la arquitectura de la guadua, se decía que la plaza y la iglesia, se situaban en lugares más planos y prominentes. En estos asentamientos los parques y zonas verdes son siempre en los sitios más pendientes, barrancos, cañadas. Estos espacios por supuesto no se utilizan.

3.5 CONCLUSIONES

Los resultados de soluciones del Instituto, no son imputables totalmente en sus éxitos y fracasos al mismo Instituto y su equipo técnico, ya que muchos de ellos se deben a equipos de profesionales contratados. Desafortunadamente el Instituto, con su gran experiencia y trayectoria de realizaciones, poca capacidad ha tenido de revisar esa experiencia, por no existir continuidad en el equipo técnico ni en las políticas, ni un proceso sistemático de evaluación de lo realizado, que le permita, no cometer los mismos errores.

Además de las fallas ya comentadas en el capítulo sobre el problema de la tierra y de las que se han mencionado brevemente en éste análisis, hay algunas de fondo en lo que se refiere al enfoque de la construcción de vivienda en pendientes: no se ha generado un sistema coherente, con soluciones técnicas y tipologías y trazados propios para este tipo de terrenos. Al no existir la evaluación, se han venido repitiendo soluciones, que no son factibles en lo económico, y persisten en una tecnología que poco bien hace a la estabilidad de las viviendas mismas. Casos como el de los barrios Doce de Octubre y Ciudad Niquía en Medellín, no deben

repetirse.*

La conclusión mínima, después de analizar los sistemas del Instituto, en terrenos pendientes, es la necesidad de encontrar alternativas, al sistema incontrolado de cortes y llenos, único empleado en la actualidad, a veces en terrenos cuya conformación geológica no lo permite. De seguirse utilizando este sistema en terrenos que ofrezcan menor peligro, se debe tratar de replantearlo, estableciéndose máximos de llenos admisibles y cortes necesarios. Todo lleno por pequeño que sea debe ser consolidado y compactado muy bien y no admitirse apoyar en ellos ninguna estructura.**

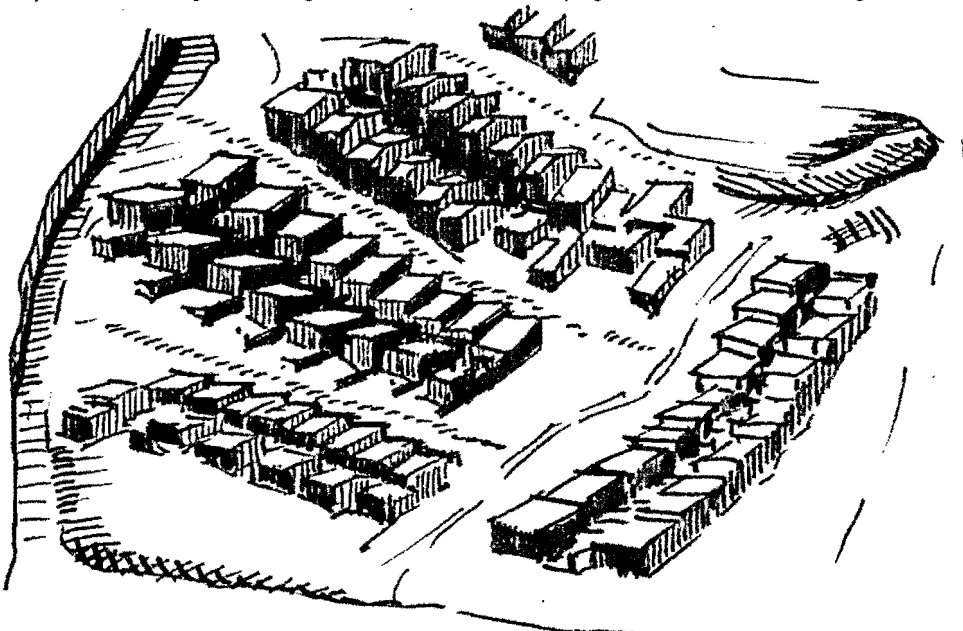


FIGURA II APROVECHAMIENTO PAISAJE I.C.T.

* En el barrio Doce de Octubre, localizado en la comuna noroccidental de la ciudad de Medellín, varias manzanas con 1680 viviendas aproximadamente, han sido gravemente afectadas por problemas técnicos, al producirse por causa de aguas perdidas y lluvias, fenómenos de deslizamientos de tierra, que han deteriorado las construcciones. El costo aproximado de reparaciones, se calcula en unos \$200'000.000

** El uso de cortes y llenos incontrolados ha llevado a fallas como las ocurridas en el barrio Tricentenario, en Medellín, en donde han cedido estructuras apoyadas sobre llenos grandes mal consolidados.

4. COMPARACION DE LAS EXPERIENCIAS DE LA GUADUA Y EL INSTITUTO DE CREDITO TERRITORIAL

No tendría sentido comparar cada solución del Instituto, o grupos de sus soluciones tipificadas, con otras de la arquitectura de la guadua. Se piensa que metodológicamente es más correcto reducir la comparación a los sistemas o estrategias que utilizan en uno y otro caso, para adaptar las soluciones a la topografía.

4.1 COMPARACION ENTRE EL SISTEMA DE CORTES Y LLENOS (BANQUEOS) Y EL DE ADAPTACION A LA TOPOGRAFIA, CON ESTRUCTURAS VERSATILES, SIN MODIFICAR EL PERFIL DEL TERRENO.

Existen en la actualidad dos formas básicas, o sistemas para afrontar la construcción en pendiente, como se ha visto al analizar las soluciones de la guadua y el Instituto.

El primer sistema, sin afectar notoriamente el perfil del terreno, genera superficies de pisos, apoyadas sobre estructuras que se adaptan a la pendiente, a este sistema podemos llamarlo orgánico, a riesgo de utilizar mal el término, ya que parece ser un sistema bastante racional, sobre todo desde el punto de vista ecológico. Llamarlo sistema de la guadua no

tiene sentido, pues se referiría únicamente al material empleado, lo cual no es apropiado si se repite la estrategia con otros materiales de construcción.

El segundo sistema; basado en cortes y llenos, genera superficies totales de lotes planas, escalonándose las unidades de vivienda, según el perfil de pendiente máxima del terreno. A este sistema podemos llamarlo racional, aún que también con riesgo de utilizar mal el término, y a que en algunos aspectos su racionalidad es discutible.

Tal vez los dos términos, de orgánico y racional convienen más a cada sistema, pensando en quienes han venido produciéndolo: el orgánico es una arquitectura popular y espontánea y el racional, es una arquitectura con base en estudios elaborados por profesionales y técnicos. Debe anotarse, que existen en las grandes ciudades ejemplos del sistema racional realizados en forma espontánea, como resultado de influencias culturales y como emulación de soluciones del Instituto y de las empresas constructoras privadas.

En el fondo la diferencia parece ser esa: cultural. El sistema orgánico en Colombia aunque algunos autores lo niegan^{*} parece tener profundas raíces indígenas y el racional fue utilizado por los españoles en las ciudades por ellos fundadas en laderas.

*DICKEN CASTRO. Historia del Arte Colombiano. Salvat, Bogotá, 1979, 653 pp.

De todos modos llamaremos orgánico el sistema que no realiza banqueos y racional al que los utiliza en el resto de este trabajo.

4.2 SISTEMA RACIONAL

Independientemente, de los materiales con que se construya la vivienda tiene o debe cumplir las siguientes leyes o reglas generales:

1. Minimizar cortes y llenos. Sobre todo llenos, que resultan más costosos y no son aptos para apoyar las estructuras.
2. Compensar o equilibrar cortes y llenos. Para eliminar tener que acarrear grandes cantidades de tierra. En toda obra de vivienda o vial, se deben estudiar desde el proyecto, los perfiles de corte y llenos y prever la forma de equilibrarlos y darle uso al material sobrante para evitar tener que trasladarlo.
3. Toda unidad de vivienda debe ir localizada en forma perpendicular a la línea que representa el perfil de pendiente máxima. Esto garantiza que la cuantificación de los cortes y llenos (cubicación) y las cantidades de obra sean menos engorrosas. También facilita el banqueo.
4. Entre más angosto sea el lado del lote contra la pendiente y menos su área, menor es los banqueos y obras complementarias por vivienda. Esta regla ha tenido problemas en vivienda unifamiliar con las normas existentes sobre loteo mínimo. En pendientes altas ha llevado al uso

de multifamiliares, al poderse dividir los costos de banqueos y obras adicionales entre varias unidades de vivienda.

Estudiar la relación existente entre la dimensión del lado de las unidades contra la pendiente y la altura de su escalón es de mucha importancia para determinar si aquellas se adaptan o no de forma aceptable a la pendiente.

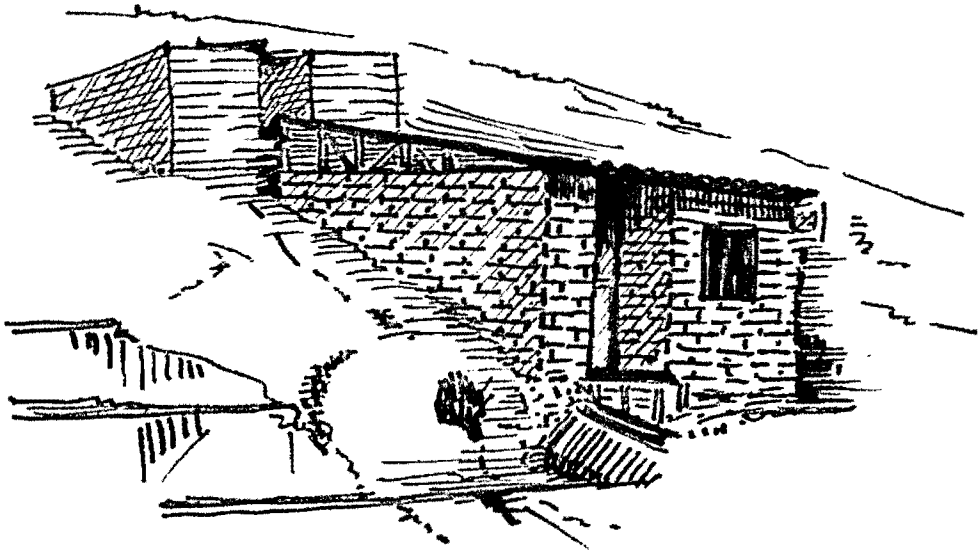


FIGURA 12. CONSTRUCCION CON SISTEMA RACIONAL O DE BANQUEOS.

4.3 SISTEMA ORGANICO

Aunque la misma naturaleza del sistema dificulta aplicarle reglas o leyes generales, existen algunos aspectos que pueden considerarse casi constantes siempre que se construya con este sistema y que son comunes con el sistema racional.

Las reglas sobre localización de unidades en la pendiente, sobre forma y dimensión de lotes y el estudio de la relación alto del escalón por unidad, respecto al ancho del lado contra la pendiente, se aplican también a este sistema.

Con el sistema orgánico, se debe tratar de minimizar la cantidad, de obra y la longitud de la estructura. Construcciones afrontando la pendiente en cualquier sentido, sin atender la dirección de la inclinación máxima del terreno, da como resultado estructuras con dimensión variable y difíciles de sistematizar y cuantificar.

4.4 COMPARACION DE COSTOS

El sistema orgánico de adaptación a la pendiente, tropieza con un factor de tipo económico: el extracosto que puede significar el tener que construir la superficie de piso, sin apoyarla sobre el terreno, de modo que las alternativas que se propongan deberán tener en cuenta este aspecto, para poder hacer competitivo este sistema con el racional. La economía que se obtiene en el sistema racional, apoyando los pisos sobre el terreno, se puede compensar con los ahorros en cortes, llenos y construcción

En la misma pendiente cuarenta por ciento (40%) tomemos dos unidades de igual frente, fondo y altura: a y b y comparémoslas utilizando en ambas el mismo sistema constructivo: muros cargueros. La unidad b con el sistema orgánico y la unidad a con el sistema racional. La comparación sólo tendrá en cuenta las actividades hasta la construcción de pisos.

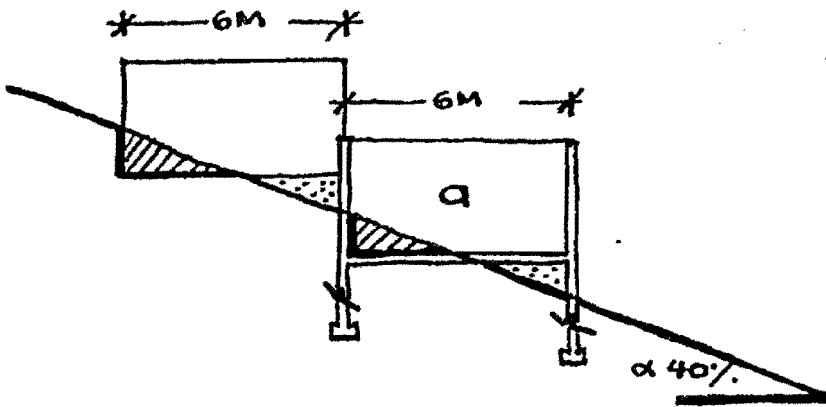


FIGURA 14. Unidad a construida con Sistema Racional.

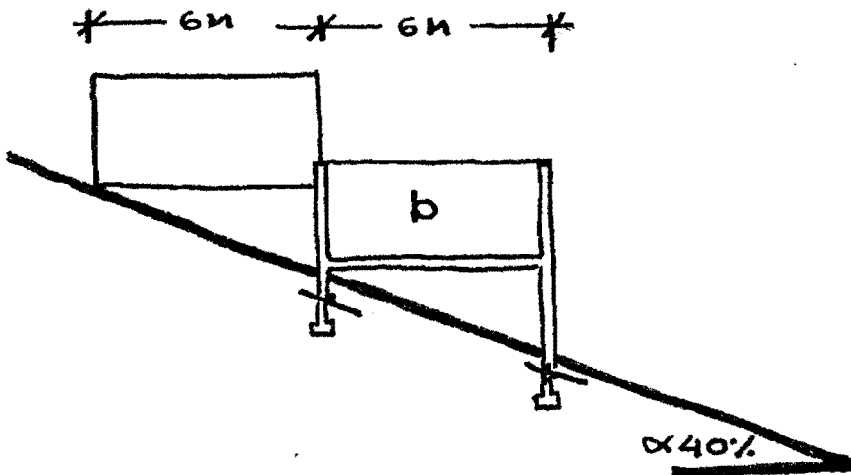


FIGURA 15. Unidad b construida con Sistema Orgánico.

En a tenemos las siguientes cantidades de obra y costos:

CUADRO 2. Costo de unidad con Sistema Racional

Actividad	Cant.Un.	V.Un.	Total
Desbroce(descapote)incluye desmonte	8 M ³	\$ 351	\$ 6.318
Cortes(manual)suponiendo terreno regular	10.8 M ³	376	4.060
Llenos(con material de las excavaciones)	10.8 M ³	539	5.821
Fundaciones(consideradas idem para cargueros simples)			
Sobrecimientos(idem)			
Impermeabilización muros(contención)	30 M ²	497	14.910
Cascajo para filtro	15 M ³	1.960	29.400
Entresuelo	36 M ²	303	10.908
Piso en Cemento	36 M ²	726	26.136
Muros(idem)			
TOTAL			\$ 97.553

Se eliminó tubería perforada a junta perdida.

En b tenemos:

CUADRO 3. Costo de unidad con Sistema Orgánico

Actividad	Cant.Unt.	V.Unt.	Total
Desbroce(descapote)incluye desmonte	8 M ³	\$ 351	\$ 6.318
Fundación (idem)			
Sobrecimiento (idem)			
Piso en losa de concreto	36 M ²	2.783	100.188
TOTAL			\$ 106.506

Se debe anotar que no hemos incluido los desagües que son menos costosos en b. En b no se cuantificó extracostos por cierre de cuchillas inferiores. Precios calculados a Marzo/83 en la ciudad de Medellín.

Como puede verse, la diferencia entre un sistema y otro en costo no es mayor, y puede reducirse de gran manera mediante el desarrollo de sistemas para losas que resulten más económicos. La losa de la comparación es aligerada con vigas y viguetas en concreto, de 210 kg/cm².

En este ejemplo no se ha tenido en cuenta límites a cortes y llenos, ni a excesos de cantidad de obra causados por la pendiente, por tratarse sólo de ilustrar al lector sobre las diferencias de costos entre los dos sistemas.

Es claro, que el sólo costo no puede ser el único argumento al tomar la decisión entre emplear un sistema u otro, y que pueden desarrollarse

alternativas constructivas para el sistema orgánico diferentes a las de muros cargueros, con fundación corrida.

4.5 LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO

Las características de los suelos deben ser tenidas muy en cuenta al establecer comparaciones entre ambos sistemas. En los terrenos pendientes, por la inclinación de los estratos, siempre existe el peligro de deslizamientos, o sea del desprendimiento de masas de terreno y de las estructuras sobre él. El corrimiento del suelo se produce a lo largo de la superficie de deslizamiento más favorable.*

Si la base rocosa o firme, sobre la cual descansan las capas superficiales del suelo es muy inclinada y el suelo es de tipo cohesivo (alto porcentaje de arcillas) su capacidad portante depende de la humedad y se debe evitar que absorva agua. Si son suelos húmedos se debe evitar su desecación, pues causarían asentamientos por retracción y a su vez, las fisuras causadas por esta retracción permitirán la entrada del agua. Los menos cohesivos, varían su consistencia con poca variación de la humedad, se reblandecen y pueden producir los deslizamientos.

Al colocar sobre cortes en las laderas estructuras, en este tipo de suelos, si se filtra el agua hasta los planos de contacto entre construcción

*SCHULZE, Simmer. Cimentaciones. Blume, Madrid, 1979, 11 pp.

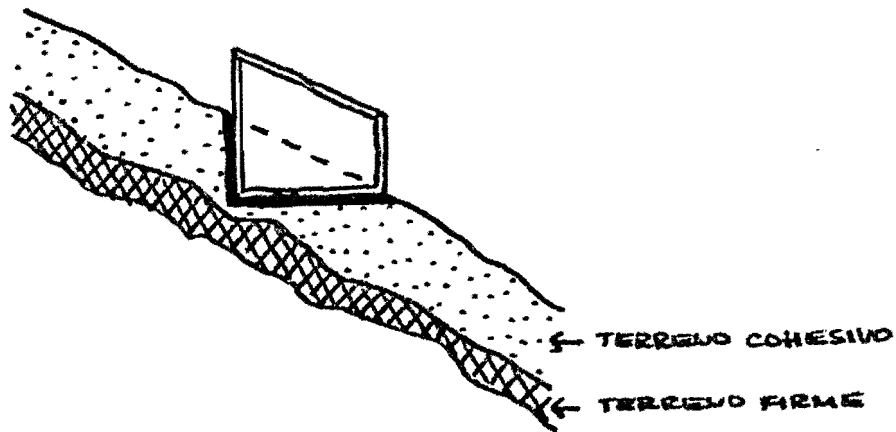


FIGURA 16. ESTRUCTURA SOBRE BANQUEO CON PELIGRO DE DESLIZAMIENTO

y suelo, lubricándolos, existe peligro de deslizamiento inminente. Los cortes colaboran al acceso indeseable de aguas lluvias, o a salida de aguas no superficiales, alteran el talud natural del terreno y afectan la estratificación inclinada al interrumpirla.

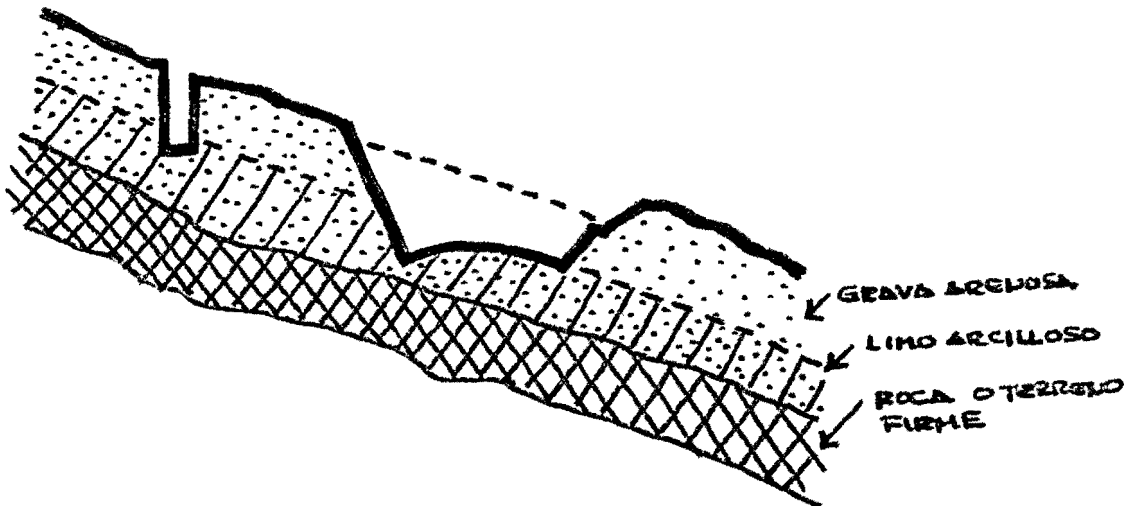


FIGURA 17. CORTES QUE AFECTAN ESTABILIDAD DEL SUELO

En suelos estratificados, la misma estratificación determina las superficies favorables para producirse deslizamientos. En terrenos homogéneos, se deben hacer tanteos para determinarla. Existen para esto métodos matemáticos.

Con cualquier inclinación de un suelo, la presencia del agua es la causante principal de los desprendimientos de tierra, sea este arcilloso, o de consistencia fina. El agua como ya se vió, produce alternativas de esponjamiento y contracción, pérdida brusca de cohesión o repentina aparición de empujes.* El agua reduce el coeficiente de rozamiento y aumenta el peso del suelo. Cuando aparecen problemas por su causa las obras que deben realizarse son muy complejas.

El agua debe tratar de mantenerse afuera de las áreas urbanizadas. En muchos asentamientos se han realizado obras de canalización o canales interceptores. Pero si no es posible lograr esto, debe controlarse con drenajes. En la práctica, con una sola de estas soluciones no basta, debiéndose combinar, para lograr seguridad contra los efectos del agua. En el caso de laderas, las aguas de filtración, no superficiales deben captarse con planos verticales impermeables. En la ciudad de Bucaramanga, la experiencia con uso de cal viva ha sido positiva. La cal viva también ha sido aplicada con éxito en California (U.S.A.). Los patios de las viviendas, con el sistema racional son otra área que puede causar daños a

*Manual del Ingeniero. Hutte. Vol. III. Gustavo Gili, Barcelona 1964

la construcción, por aguas infiltradas o lluvias. Estos patios en lo posible deben recubrirse con material impermeable y desaguarlos a la red de alcantarillado.

Cuando deba recurrirse a construcción de filtros y drenajes, estos deben hacerse, con extremo cuidado ya que pueden tender a obstruirse resultando a la larga en extremo costosos.

En regiones, como ocurre en la mayor parte de la zona andina colombiana, de suelos de tipo cohesivo, de consistencia fina, a veces mezclados con arena, o con roca suelta y arcillas expansivas, la alternativa del sistema orgánico tiene que ser considerada.

Los estudios, detallados de suelos, en estas situaciones adquieren importancia extraordinaria. Estudios geológicos más amplios también se necesitan, ya que en ocasiones, existen rodamientos lentos, pero continuos de grandes cantidades de material de las laderas a los valles.

Veamos a continuación algunos aspectos, que de modo independiente al sistema utilizado, deben ser mejor atendidos en un futuro.

4.6 VIAS E INFRAESTRUCTURAS

Las vías y las redes de infraestructura han sido causa de tremendas dificultades, en la planeación, diseño y construcción en topografías pendientes. Las vías como hemos visto, se acostumbra trazarlas en dos sentidos: unas paralelas a las curvas de nivel, planas u horizontales, y otras

En muy pocas ocasiones se ha ensayado el trazado de vías oblicuas con relación a la pendiente mayor del terreno, lo cual rebajaría su pendiente efectiva, ni se han intentado trazados que sigan rutas diferentes para las redes de infraestructuras. (A menudo éstas han obligado la forma de las agrupaciones). El sistema orgánico permitiría que las redes de infraestructura se hicieran total o parcialmente colgadas de la estructura de las viviendas. Es claro que aún con las redes colgadas, deben existir tramos enterrados, pero estos bien pueden conducirse por zonas verdes o patios colectivos de vivienda, con menor pendiente. El sistema racional no sólo debe enterrar las redes, de desagües, teléfonos, acueducto, sino que los desagües al ir contra la pendiente causan costosas obras, de cámaras de caída, "atraque" de tuberías y desarenadores. Los problemas legales, por servidumbres, que surgirán al colgar las redes, en el sistema orgánico, deben ser objeto de estudio y solución. Pero hay otros asuntos que por su dificultad han tenido poco acierto en los diseños sobre estos terrenos: el acceso vehicular y las zonas de recreación.

4.7 LA ACCESIBILIDAD VEHICULAR

Los terrenos con pendiente mayor al quince por ciento (15%) han limitado y complicado el acceso de vehículos automotores a los asentamientos. (Los vehículos de tracción animal con pendiente promedio del quince por ciento (15%) ya ven nula su eficiencia). Con pendientes mayores, el tránsito de automotores aún en tramos cortos y sin carga es muy forzado. Siempre en estos terrenos el transporte colectivo se torna complicado, costoso, hasta peligroso cuando las rutas circulan por largísimas bajadas, y se presentan problemas para llevar los vehículos tan cerca de las

viviendas como es necesario. La conexión entre las rutas vehiculares y las viviendas deben por esto hacerse por vías peatonales bien planeadas y eficientes. Soluciones que descuidan este hecho producen asentamientos de bajo índice de habitabilidad, donde se vuelven complejas actividades cotidianas como el abastecimiento, la recolección de basuras, el aseo de calles y convierten estos lugares en verdaderas trampas mortales en caso de incendio o de calamidad, por no permitir la entrada de carros de bomberos, y ambulancias en las situaciones de emergencia.

No debe ser un objetivo, ni siquiera ideal, llevar el vehículo directamente a cada vivienda, ni tener garajes particulares por vivienda para estratos de ingresos mayores, pero se debe garantizar accesibilidad y comodidad mínimas que permitan el funcionamiento en condiciones normales a las viviendas.

4.8 LAS ZONAS DE RECREACION Y LOS SERVICIOS COMUNITARIOS

Han sido un verdadero problema, a pesar de los muchos intentos por lograr unas buenas soluciones. La topografía impone condiciones muy restrictivas para el logro de verdaderos espacios recreativos cuando la pendiente es alta, y hace limitar el uso de estos espacios, sobre todo las actividades de la población joven y de niños. Es bien conocido lo difícil que resulta diseñar y construir canchas de algún deporte en terrenos pendientes* aún partiendo de la base de una planeación del asentamiento, en

* Toda cancha deportiva admite pendientes máximas del uno por ciento (1%) en su sentido transversal y del tres por ciento (3%) en el longitudinal. Es decir deben ser planas. Sus dimensiones son muy variable, pero considerables: 25 x 60 mts. para baloncesto.

donde no se dejen los peores terrenos para este fin. Es prácticamente imposible habilitar estas áreas, sin realizar grandes movimientos de tierra y otras obras adicionales.

Su diseño, así como el de los servicios complementarios de la vivienda, debe hacerse localizándolos en terrenos similares en dificultad, a los destinados para la vivienda, o en zonas de menor pendiente, accesibles a los habitantes sin grandes tramos de ascenso, o descenso, y dispuestos con su forma alargada, paralela a las curvas de nivel. Existen algunos buenos ejemplos en barrios populares y del Instituto, en los cuales estas zonas se han resuelto con acierto, evitando que se conviertan en "sitios de nadie", como ha ocurrido sin fortuna en otro buen número de casos.

4.9 CONCLUSIONES

Del análisis realizado a las principales experiencias de construcción en terrenos montañosos en Colombia, se deben derivar conocimientos útiles y prácticos, para producir un habitat futuro en esas localizaciones, más amables, y que se traduzca en mejores niveles de vida para sus usuarios. Las propuestas que se harán en los capítulos siguientes, aunque con clara orientación a los sectores urbanos, en buena medida son aplicables también a la vivienda rural.

4.9.1 El sistema racional

La construcción en pendientes con uso intensivo de cortes y llenos ha venido siendo en la práctica, el único sistema utilizado en Colombia por el

Instituto y las empresas privadas, y con excepción de la zona cafetera, también en los asentamientos populares. En muchos países del tercer mundo, con topografías quebradas, y aún en algunos países desarrollados, como en Israel, este sistema ha sido el único utilizado. Los motivos aparentes, pueden encontrarse en razones económicas, técnicas, o simplemente tradicionales. Es muy probable que exista en el fondo una razón cultural: en el caso latinoamericano la influencia cultural ibérica y mediterránea.

Este sistema admite mejoras, optimando los cortes y llenos y en el caso colombiano mejorando los métodos artesanales. De todas maneras, no debe seguir siendo utilizado, sin considerar el tipo de suelos.

Los cortes y llenos afectan cualquier terreno, pero causan verdadero riesgo cuando éste es del tipo cohesivo, colaborando con el proceso erosivo, y con los deslizamientos y derrumbes, que a su vez deterioran y destruyen las viviendas.

4.9.2 El sistema orgánico

Se preveen dos alternativas de mejoramiento: Una relacionada con la utilización de la guadua y otra que tiene que ver con la utilización de materiales diferentes que puedan suplir a la guadua.

La guadua, material de difícil propagación a escala industrial y con cultivo limitado a regiones con determinadas condiciones ecológicas, que requieren mano de obra abundante entrenada en su uso, puede y debe

mejorarse en su utilización. (En este trabajo, en el capítulo sobre sistemas constructivos, se plantea esta posibilidad pero no se desarrolla en detalle).

La posibilidad del uso de madera o metal, muy práctica en algunos países (toda la arquitectura denominada "bay región", en California), en Colombia, dadas sus condiciones actuales de recursos, es poco factible. Por esto para el caso colombiano, la alternativa de usar otros materiales, se centra en el uso del concreto reforzado y materiales cerámicos.

En lo que se refiere a el diseño de la vivienda, las formas de agrupación y los trazados viales y de infraestructuras, se hacen propuestas que se encaminan a mejorar estos aspectos y a posibilitar el desarrollo armónico de terrenos aún más pendientes, que los que hasta ahora han sido utilizados.

5. BASES PARA UNA PROPUESTA

5.1 ACLARACIONES Y PRECISIONES

El interés por la planeación en terrenos pendientes, es apenas natural en Colombia, y muchos otros países en donde existen zonas urbanas y rurales numerosas y de mucha importancia, cuyas únicas posibilidades de desarrollo futuro, para vivienda y diversos usos se encuentran en terrenos con topografía montañosa. En ocasiones terrenos verdaderamente escarpados son la única alternativa urbanizable, dada la localización de la ciudad y la situación de la tenencia de los terrenos más planos y su alto costo relativo. Topografías abruptas, son desarrolladas para viviendas de familias de poco ingreso, por su bajo costo en el mercado de tierras a pesar de su dificultad de coberturas de servicios. Lo irracional de los asentamientos en estas condiciones, ha generado tragedias, por la forma de urbanización planteada, que ignora la condición geológica de estos terrenos, o aplica técnicas inadecuadas.

Para contribuir a que esta situación se corrija, en lo que a la forma de urbanización se refiere: agrupación de la vivienda, trazado de vías y redes, tipos adecuados de vivienda y sistemas constructivos, se hacen en las páginas subsiguientes, algunas proposiciones, que cubren estos

aspectos y algunos otros, de carácter menos técnico pero entrelazados con ellos.

En el primer capítulo, cuando se analizó el problema de la tierra, se concluyó en la necesidad de dar a esta un trato equitativo, eficiente y más austero, mediante un deseable control a su mercado, y de políticas de desarrollo urbano que incentiven el manejo racional de este recurso.

También se concluyó en la necesidad de explorar formas colectivas de tenencia para los pobres urbanos, privilegiando tipos de vivienda de propiedad compartida: Bi, Tri y multifamiliares.

Conclusiones más específicas, sobre el diseño urbano, el trazado de vías y redes de infraestructura y construcción de las viviendas, se han venido ocurriendo al analizar las experiencias de la guadua y del Instituto, con sus sistemas de adaptación a la pendiente y sus métodos constructivos.

Con base en esas conclusiones, se plantean las propuestas, que integran todos los aspectos mencionados y analizados, desarrollando unas ideas básicas inspiradas en la forma cómo la arquitectura hecha en guadua se adapta a la topografía, y proponiendo nuevas posibilidades a su sistema constructivo.

Para una mejor comprensión de las propuestas, téngase en cuenta, que en cada caso, se plantean unas pocas determinantes, y se detectan algunas variables que según el rango de la pendiente del terreno, condicionan el trazado vial y la morfología de las agrupaciones y de la vivienda.

La mayoría de propuestas van ligadas al uso del sistema que se denominó orgánico, aunque muchas son aplicables también al sistema racional.

El presente trabajo no pretende ser exhaustivo, en el tratamiento de temas, que corresponden a diferentes disciplinas, como es el caso de algunas ramas de la ingeniería o del derecho. Hay problemas cuya naturaleza en extremo técnica requieren de seguro análisis y desarrollos posteriores por especialistas. Este estudio maneja esos problemas a nivel de conceptos y posibles soluciones generales, que pueden abrir caminos de investigación en un futuro.

En los países, donde el habitat existente es el de montaña, estudiar formas de mejorar la planeación en estos terrenos, debe ser asunto prioritario y objeto del trabajo de grupos interdisciplinarios.

5.2 ALGUNAS DEFINICIONES Y NOCIONES DE TOPOGRAFIA

Antes de entrar de lleno a proponer soluciones se hacen algunas definiciones y un rápido recorrido o repaso a conceptos elementales sobre topografía, que a riesgo de repetir conocimientos que el lector domina, sirven de preámbulo, explicación y sustento a muchas de las propuestas.

Los principios de la topografía, y algunas nociones de geometría y trigonometría, son suficientes para explicar la mayoría de los razonamientos que se exponen, por tratarse de una escala de planeación en terrenos relativamente pequeños, que pueden considerarse como planos inclinados u

horizontales, sin tener en cuenta la curvatura de la tierra.* Por lo tanto se adoptaron las siguientes hipótesis:

1. Toda línea que une dos puntos de la superficie terrestre es recta.
2. La superficie imaginaria sobre la cual se tomarán las alturas es un plano.
3. El ángulo formado, por la intersección de dos líneas sobre la superficie terrestre es plano.
4. Todo perfil del terreno, conformado por curvas, puede asimilarse a una sucesión de líneas inclinadas. Se trabaja en base a segmentos de recta inscritos en las curvas, y las pendientes se asimilan a las de éstas.

Veamos a continuación algunas definiciones:

COTA: Distancia vertical expresada en metros, de un punto, en relación a un plano horizontal de referencia. Si se refiere al plano horizontal del nivel del mar se llamará altitud. Al plano de referencia, se le puede asignar altura arbitraria y a partir de ella calcular las cotas de los puntos sobre el terreno o pendiente en estudio. Figura 20. Los trabajos topográficos sobre los cuales se basan todos los estudios para construir

*TORRES N., Alvaro y VILLATE B., Eduardo. Topografía. Ed. Norma, Bogotá, 1983.

en terrenos pendientes representan los accidentes del terreno con muy buen grado de precisión, proyectados sobre un plano horizontal. Es convención generalmente aceptada, que este plano con altura arbitraria indique a cuántos metros está sobre el nivel del mar y como se dijo se llama de referencia horizontal, o base productiva del terreno real. Figura 21

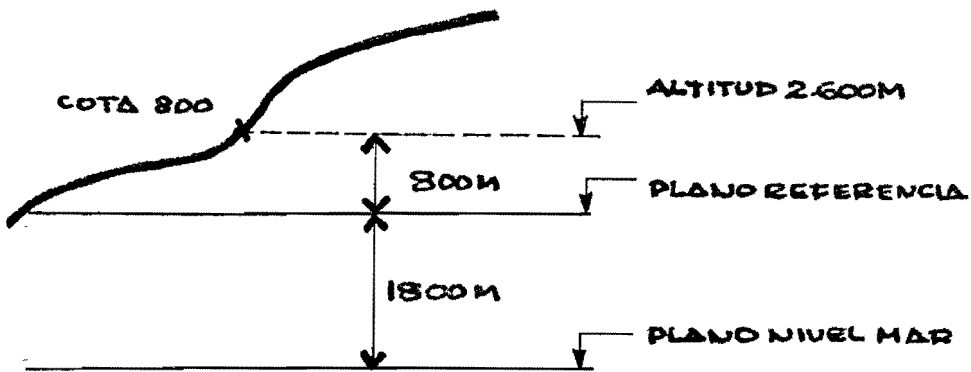


FIGURA 20. NOCION DE ALTITUD Y COTA

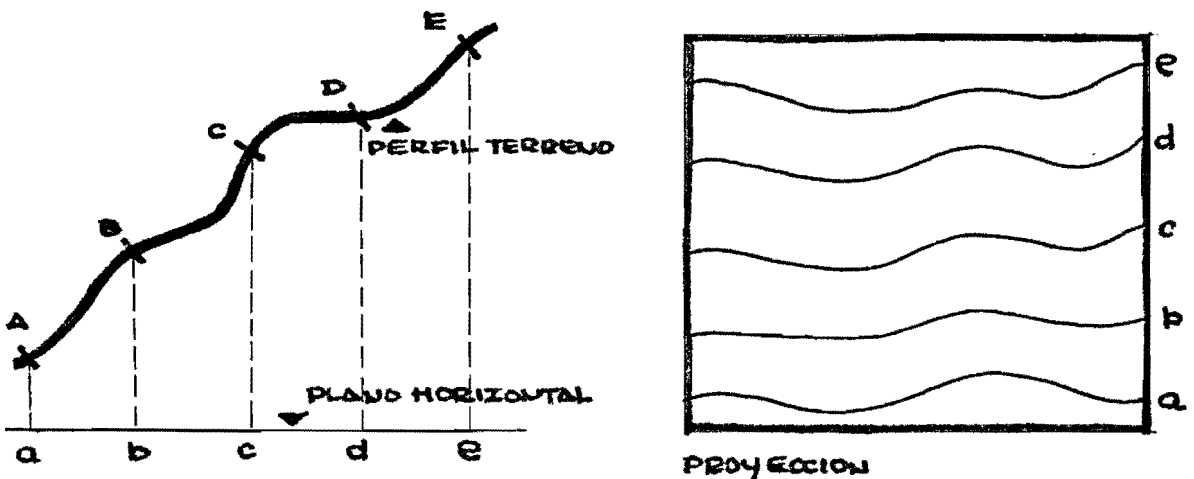


FIGURA 21. REPRESENTACION DE UN TERRENO EN UN PLANO

Los planos topográficos consideran los terrenos montañosos cortados por planos horizontales paralelos al de referencia y su representación en éste, da una serie de curvas tan variadas como el terreno, a la altura de cada plano. Esto indica el relieve con bastante precisión con solo anotar en cada curva la altura o cota que le corresponde. A estas curvas las llamamos curvas de nivel. Curva de nivel, es entonces la línea determinada por la intersección del terreno con un plano horizontal y une por lo tanto puntos de igual cota.

PERFIL: Se denomina perfil a la línea determinada por la intersección del terreno con un plano vertical. Para realizarlos, se utiliza un sistema de coordenadas, en el cual las abscisas son la distancia horizontal entre puntos del terreno y las coordenadas las cotas.

EQUIDISTANCIA: La distancia o intervalo entre las curvas de nivel es la equidistancia natural del terreno y se obtiene por la diferencia de cotas de dos curvas de nivel consecutivas. Es fija para cada plano. La equidistancia gráfica, o sea la del plano dibujado, se obtiene dividiendo la natural del terreno por el denominador de la escala en la cual se dibujó el plano.

Equidistancia gráfica = Equidistancia natural / Denominador de la escala del dibujo

Si el plano está dibujado en escala 1:500 y la equidistancia natural es de 10 mts, la gráfica será $\frac{10}{5.000} = 0.02$

5.3 ANALISIS DEL TERRENO

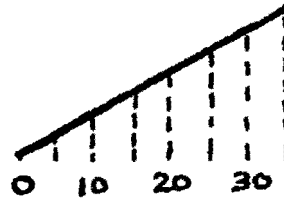
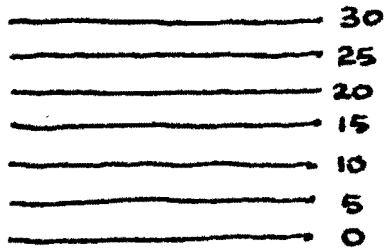
Cuando se cuenta con levantamientos precisos, las curvas de nivel en un plano topográfico tienen características, que conociéndolas permiten tener visión rápida preliminar de un terreno: la distancia horizontal entre ellas es inversamente proporcional a la pendiente del terreno, esto permite determinar por su cercanía, a simple vista las zonas más pendientes o menos pendientes del terreno.

Su forma ayuda a visualizar las características del terreno: si son rectas o casi rectas, se trata de taludes o planos inclinados, y si su separación es constante será un plano inclinado de pendiente constante. Si se trata de curvas cóncavas el terreno presenta una cañada o vaguada. Si son curvas convexas, existe una prominencia, punta, o grupa en el terreno.

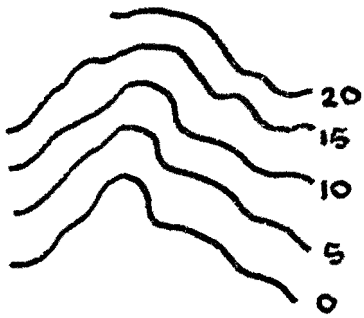
Cuando encontramos curvas de nivel cerradas, cuyas cotas crecen de afuera hacia adentro se trata de una colina o meseta, según sea la distancia horizontal de la última curva cerrada. Cuando en estas curvas de nivel cerradas las cotas crecen de adentro hacia afuera se trata de una depresión embudo u hoyada, que posiblemente tenga agua.

Cuando la separación entre las curvas de nivel aumentan en forma progresiva, el perfil del terreno será con forma curva convexa. Cuando esta separación disminuye progresivamente, el perfil dará una curva cóncava. Figuras 26 y 27.

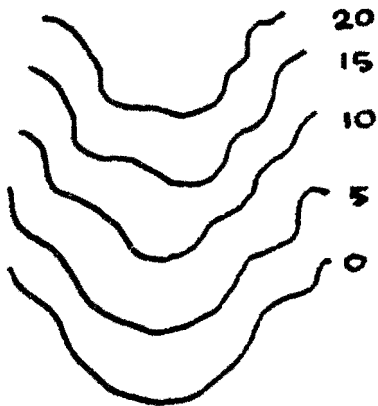
FIGURAS 22 a 25. FORMAS DE CURVAS DE NIVEL



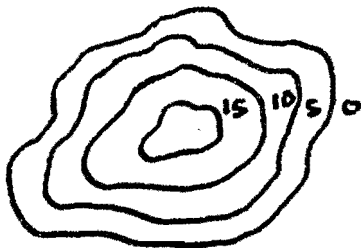
TALUD



PUNTA



CAÑADA



COLINA

Si las curvas tienen separación no constante sino que ésta aumenta progresivamente el perfil será una curva convexa.

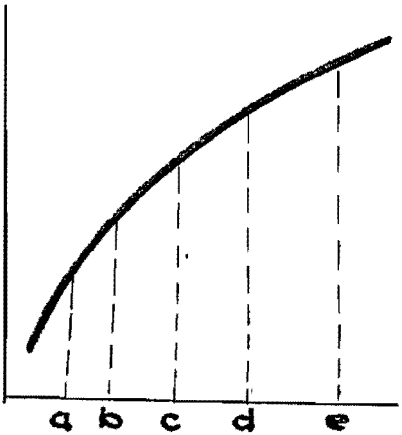


FIGURA 26. CURVA CONVEXA

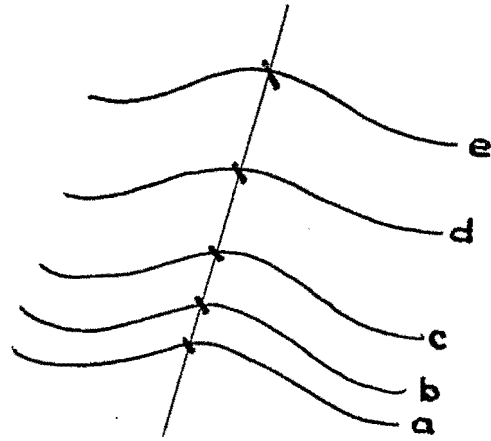


FIGURA 27. CURVA CONVEXA

Si su separación disminuye progresivamente, el perfil dará una curva cóncava.

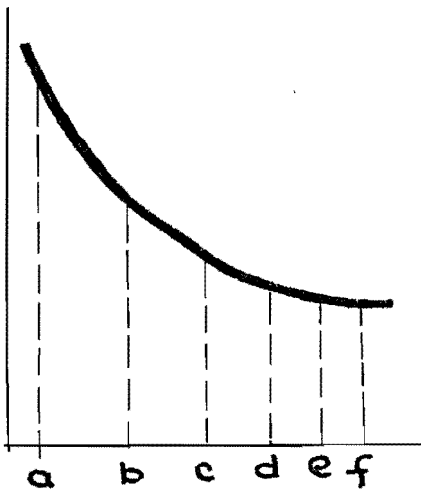


FIGURA 28. CURVA CONCAVA

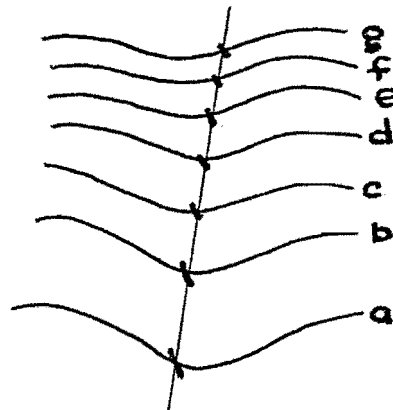


FIGURA 29. CURVA CONCAVA

El familiarizarse con estas características de las curvas de nivel, es muy útil para los análisis preliminares, después de las visitas al sitio. Los terrenos tienden a conformar curvas suaves y pliegues (convexidades, concavidades, inflexiones) con unas formas típicas más frecuentes, que pueden reducirse a colinas, laderas, mesetas, puntas o grupas y depresiones. En las laderas y vertientes, caso bastante presente en topografías de zonas amplias del terreno, se mezclan los accidentes, encontramos en ellas, cañadas, puntas, depresiones, colinas. En valles y cañones con vertientes hacia ellos se conforman lomos o filos divisorios de aguas en la parte alta de las montañas. El análisis general del terreno debe detectar su forma, sus particularidades, los accidentes dominantes, la posibilidad de accesos y vistas, los puntos del terreno que deben destacarse o que tienen mejor condición para ser construidos.

Para el análisis más detallado se debe proceder al trazado de perfiles y el estudio de las pendientes del terreno según zonas que permitan si es necesario un estudio posterior de los sectores que ofrezcan mayor dificultad. Un buen análisis depende de la calidad de los mapas y planos topográficos con que se cuente.

El empleo de modelos o maquetas del terreno y el uso de la fotogrametría, en estudios de cierta envergadura facilitan mucho la tarea de análisis.

En los últimos años se ha hecho uso, cuando la escala de problemas es grande de la fotogrametría combinada con computadores electrónicos, facilitándose la tarea de levantamientos y análisis de topografías para estudios viales y de construcción. Los computadores se utilizan cada día más

para solucionar también problemas rutinarios que facilitan la labor de levantamientos topográficos, cubicación de tierras y otras tareas. La elección del método para realizar el levantamiento topográfico depende del tipo de terreno: cuando las pendientes son suaves o se trata de terrenos ondulados, basta con procedimientos convencionales terrestres, por ser más rápido y económico. Aún en pendientes mayores y áreas no muy grandes se justifican los procedimientos convencionales. Por lo tanto la elección en casos de urbanizaciones, normalmente favorece estos métodos.

La utilización de retículas con cuadros exactos de 10 cms. o papel milimetrado, es un auxiliar muy grande para análisis y trazados tentativos o estudios de pendientes.

Las escalas más utilizadas para proyectos de urbanización son: 1:500, 1.:1.000, 1:2.000; 1:5.000

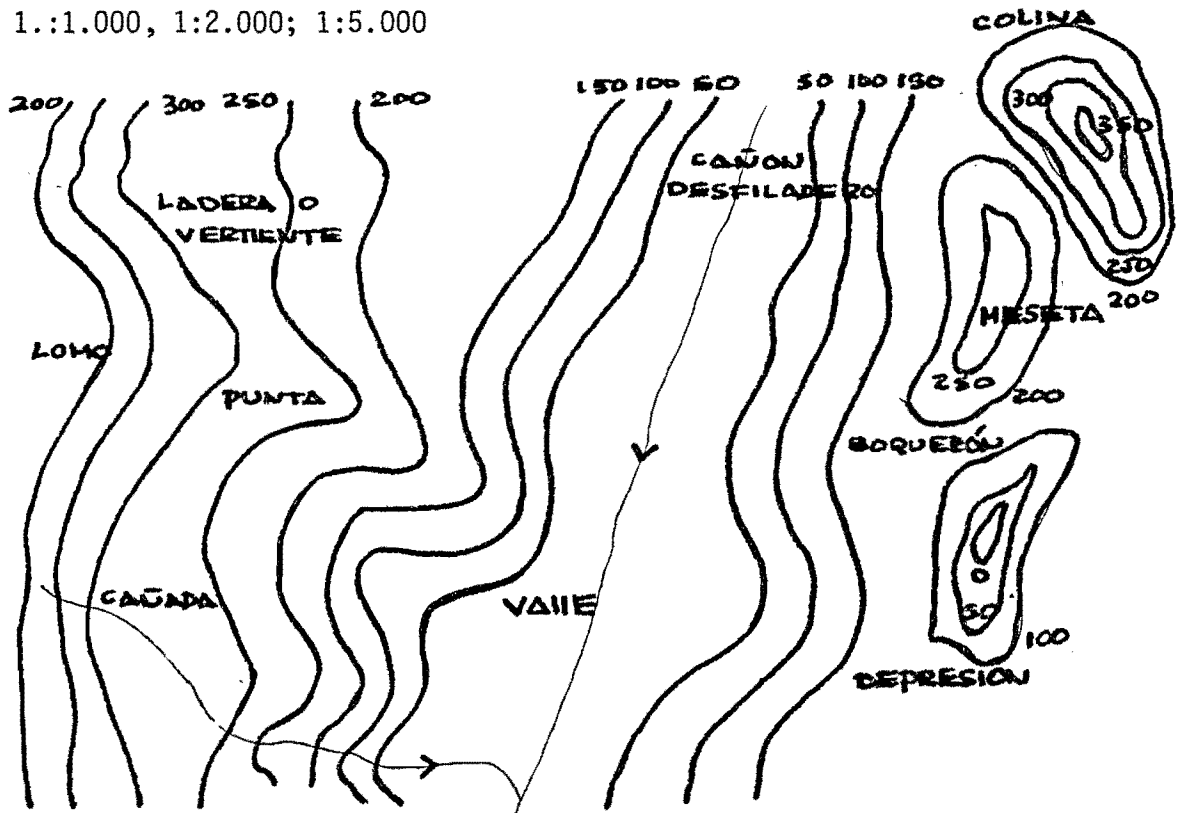


FIGURA 30. ACCIDENTES FRECUENTES DEL TERRENO

5.4 PROCEDIMIENTOS GRAFICOS UTILES EN EL ANALISIS DE UNA TOPOGRAFIA

Partiendo de estudios topográficos con suficiente nivel de precisión, y antes de elaborar perfiles definitivos, pueden aplicarse algunos métodos gráficos, fáciles y rápidos que auxilian en el análisis y que logran grados de precisión aceptables.

5.4.1 Determinar el ángulo de una pendiente

Para saber el ángulo de pendiente en cualquier zona del terreno, con base en un plano topográfico, bastará con trazar una recta AB, tratando que sea perpendicular o lo más corta posible entre dos curvas de nivel consecutivas. Figura 31.

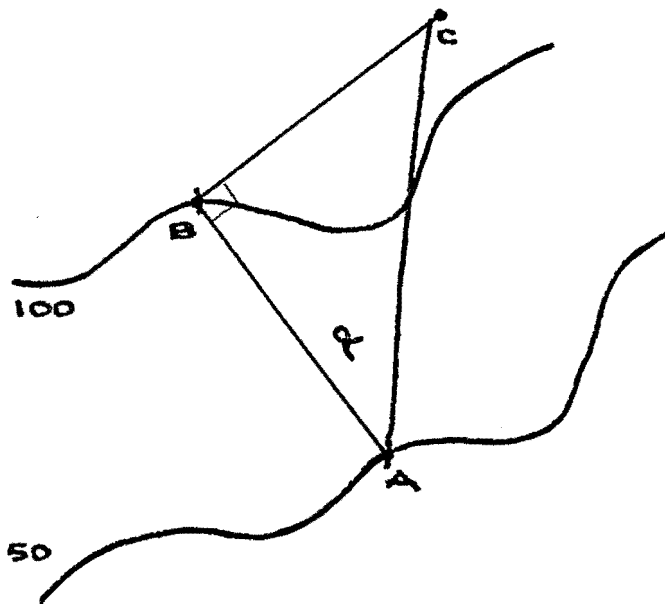
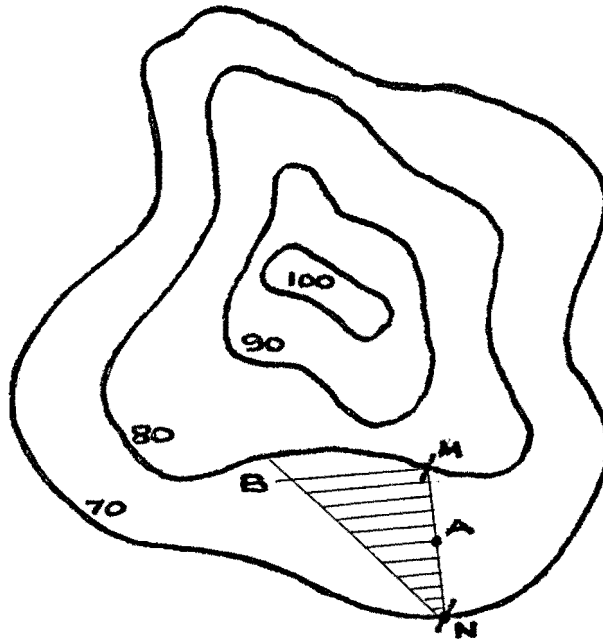


FIGURA 31. DETERMINAR ANGULO DE PENDIENTE DADA

Por B, se levanta perpendicular a la línea AB, midiendo sobre esta perpendicular, la equidistancia gráfica, hasta obtener el punto C al unir A con C obtendremos el ángulo α , ángulo de la pendiente entre el tramo A y B.

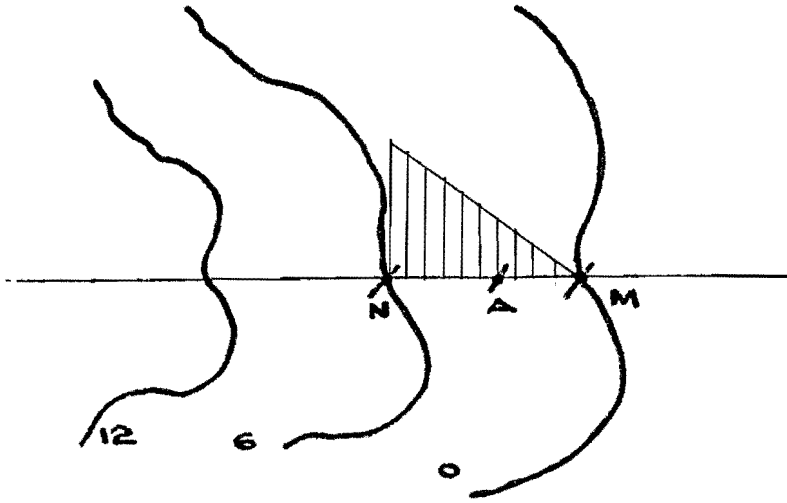
Este procedimiento aunque impreciso, puede ser útil para cálculos rápidos que permitan formarse idea de la pendiente en una área pequeña del terreno.

5.4.2 Determinar la cota de un punto en un plano. FIGURA 32



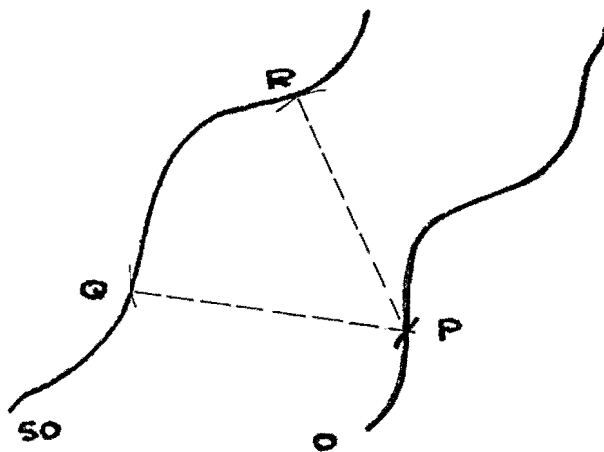
Sea A el punto dado. Pasándolo por él, se traza una recta lo más corta posible entre las dos curvas de nivel consecutivas. M tendrá 80 de altura y N 70. Si por N trazamos una recta cualquiera y sobre ella marcamos 10 divisiones iguales (en la misma escala del plano) y unimos la última con M. Al trazar paralelas a BM, la más próxima al punto A, dará su altura muy aproximada. Figura 32

5.4.3 Determinar un punto A de cota dada, sobre una recta trazada en el plano. (perfil) FIGURA 33.



Se procede como en el caso anterior y el punto A se localiza según su mayor proximidad a la cota dada. Se hace como al interpolar curvas de nivel.

5.4.4 Trazar una recta de una pendiente dada entre dos curvas de nivel. sea la pendiente $20/100 = 1/5$ FIGURA 34.



Se busca la equidistancia gráfica: si el plano está en 1:1.000 será

$$\frac{50}{1.000} = 0.05$$

Se dibujan dos rectas perpendiculares AB BC sobre BC se toma la equidistancia gráfica y sobre AB cinco veces esta distancia.



FIGURA 35. TRAZAR RECTA DE PENDIENTE DADA ENTRE DOS CURVAS DE NIVEL CONSECUTIVAS

Se traza la pendiente 1/5 a escala sobre BC y la recta AC tendrá pendiente de 1/5

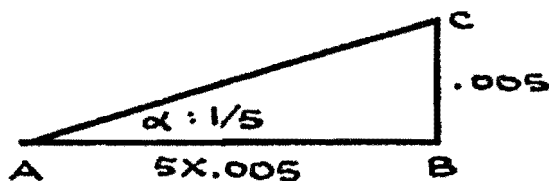


FIGURA 36. TRAZAR RECTA DE PENDIENTE DADA ENTRE DOS CURVAS DE NIVEL CONSECUTIVAS.

Sobre la curva de nivel más baja, Figura 34 se toma el punto P y con un compás y radio AC, haciendo centro en P trazamos Q y R. Tanto PQ como PR cumplen el problema. Si el radio no corta la curva de nivel en ningún punto, la pendiente entre las cotas 0 y 50 es menor que la dada y no existe solución, si corta en un solo punto, sólo existe una solución.

5.4.5 El caso contrario de hallar la pendiente de una recta dada, sobre un plano, entre dos curvas de nivel, se resuelve dividiendo la longitud tomada a escala de la recta, por la equidistancia.

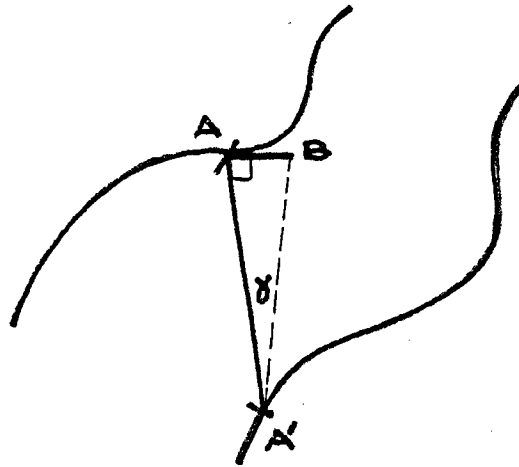


FIGURA 37. HALLAR PENDIENTE DE UNA RECTA DADA

Sea AA', la recta que en escala 1:500 mide 500 metros
20 es la equidistancia

$$\frac{20}{500} = \frac{4}{100} = \text{Pendiente}$$

Si se quiere averiguar el ángulo se busca en tablas de funciones circulares

$$\text{Tg } \frac{4}{100} = .25$$

También se puede trazar perpendicular en A y tomar AB = 20 = Equidistancia - el ángulo es α -

En forma trigonométrica las pendientes se expresan por la tangente, es decir, la relación entre seno y coseno $\text{Tg} = \frac{\text{Sen}}{\text{Cos}}$

Veamos en el triángulo ABC, llamemos α el ángulo en A y a b los lados adyacentes A α y C el lado opuesto

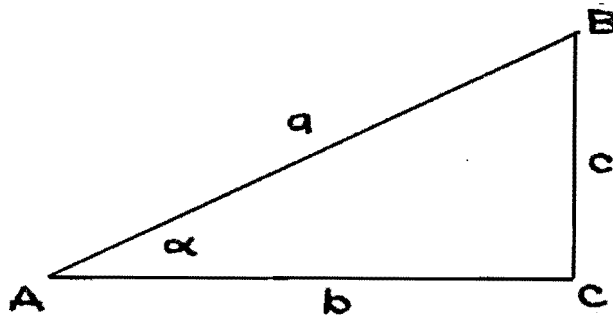


FIGURA 38. HALLAR PENDIENTE DE UNA RECTA DADA

La pendiente de AB = α en ángulo = $Tg \alpha$ en $\%$. lo cual permite el uso de tablas para su cálculo.

Quando se tiene las pendientes expresadas en tanto por ciento para determinar el ángulo respectivo, se toma la mitad de la cifra que expresa la pendiente, y esto nos indicará los grados, y multiplicando por 4 la misma cifra se obtienen los minutos.

Si se desea conocer el ángulo de una pendiente del 8% se procede así:

$$\frac{8}{2} = 4^\circ \quad \text{y} \quad 8 \times 4 = 32' \quad \text{o sea} \quad 4^\circ 32'$$

Para pendientes mayores al 5% se agregan 2" al resultado obtenido.*

*Regla práctica, que se debe al ingeniero Venezolano Andrés Reverón

La pendiente de AB = en ángulo = Tg en % lo cual permite el uso de tablas para su cálculo.

Cuando se tienen las pendientes expresadas en tanto por ciento para determinar el ángulo respectivo, se toma la mitad de la cifra que expresa la pendiente, y esto nos indicará los grados, y multiplicando por 4 la misma cifra se obtienen los minutos.

Si se desea conocer el ángulo de una pendiente del 8% se procede así:

$$\frac{8}{2} = 4^\circ \text{ y } 8 \times 4 = 32' \text{ o sea } 4^\circ 32'$$

Para pendientes mayores al 5% se agregan 2" al resultado obtenido.*

5.4.6 Trazar sobre el plano un camino de pendiente dada a partir de P.

Procedemos como en 5.4.4 El procedimiento se utiliza en vías para trazar la llamada línea de ceros.

FIGURA 39. TRAZAR RUTA DE PENDIENTE DADA A PARTIR DE P

* Regla práctica, que se debe al ingeniero Venezolano Andrés Reverón

5.4.6 Trazar sobre el plano un camino de pendiente dada a partir de P.

Procedemos como en 5.4.4 El procedimiento se utiliza en vías para trazar la llamada línea de ceros.*

Sea la pendiente de 15%, trazamos ABC con $BC = 1.5$ y $AB = 10$ en la misma escala del plano = 1:500

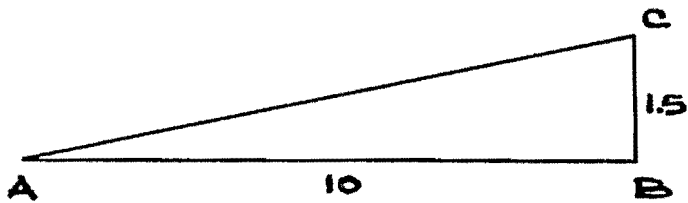


FIGURA 39. TRAZAR RUTA DE PENDIENTE DADA A PARTIR DE P

Con la distancia AC, tomada con compás y haciendo centro en P. vamos trazando el camino. Existen varias rutas alternativas. Figura 40

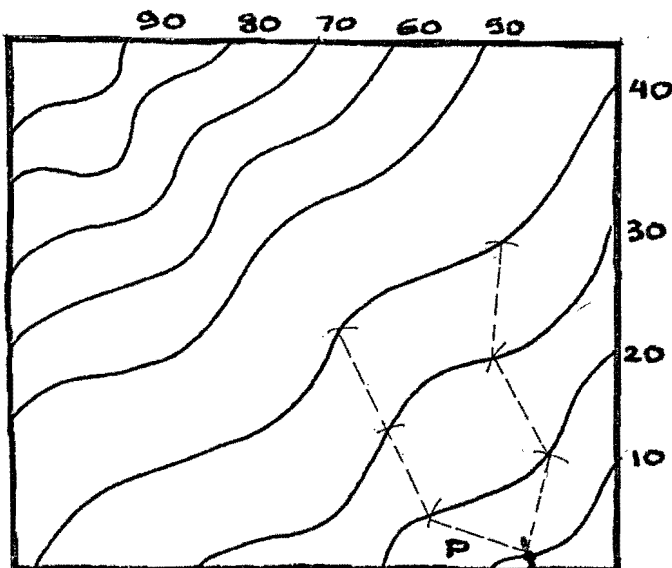


FIGURA 40. TRAZAR RUTA DE PENDIENTE DADA A PARTIR DE P.

5.5 NOCIONES MATEMATICAS PARA EL TRAZADO

Veamos ahora unas aclaraciones elementales de geometría del espacio.

5.5.1 Proyección de un punto sobre un plano

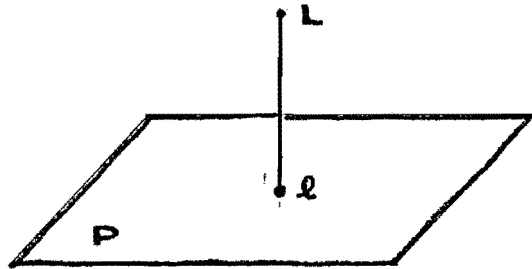


FIGURA 41. PROYECCION DE UN PUNTO SOBRE UN PLANO HORIZONTAL

La proyección de un punto L sobre un plano P es l = a la perpendicular bajada desde L al plano

5.5.2 Proyección de un segmento de línea

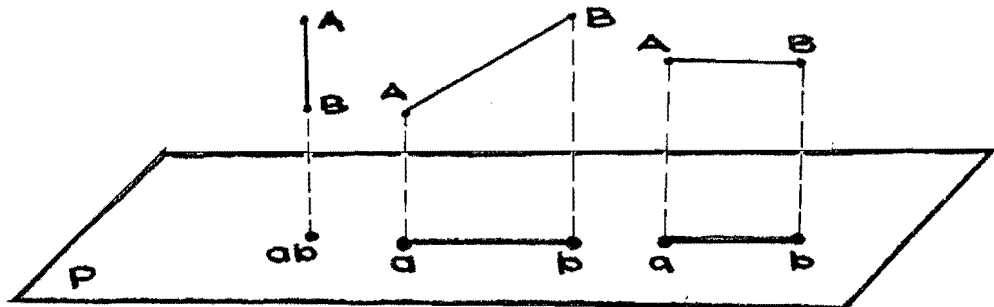


FIGURA 42. PROYECCION DE SEGMENTO DE LINEA SOBRE PLANO HORIZONTAL

Es la recta que une la proyección de sus puntos extremos, por lo tanto, si era vertical al plano P será un punto, si era oblicua será una recta más corta y si era paralela será igual.

5.5.3 Pendiente de una recta sobre un plano

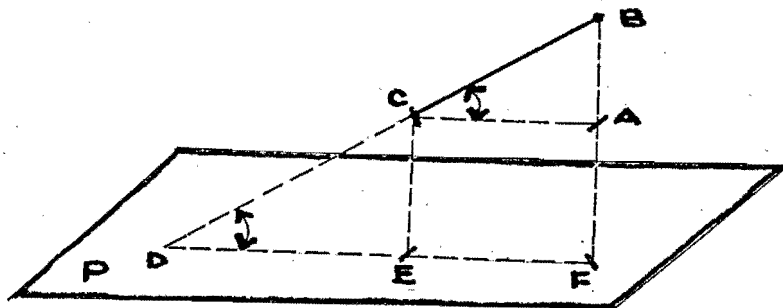


FIGURA 43. PENDIENTE DE RECTA SOBRE PLANO HORIZONTAL

$$\frac{BA}{CA} \text{ o } \frac{BA}{EF} \text{ o } \frac{BF}{OF}$$

Si $BA = 1, 2, 3$ y $EF = 100$ mts.

$$\text{Tendremos } BC = \frac{1}{100}, \frac{2}{100}, \frac{3}{100}$$

Si $BA = 5$ y $EF = 125$

$$CB = \frac{5}{125} = 0.04 = \frac{4}{100} \text{ (4 mts. \%)}$$

Se llama pendiente de una recta con relación a un plano su grado de inclinación respecto al mismo, y se mide por el ángulo que forma con su proyección sobre el plano.

Usándose para expresar dicha pendiente la altura que se alcanza por cada 100 metros de recorrido horizontal.

5.5.4 Línea de máxima pendiente o pendiente real de un plano

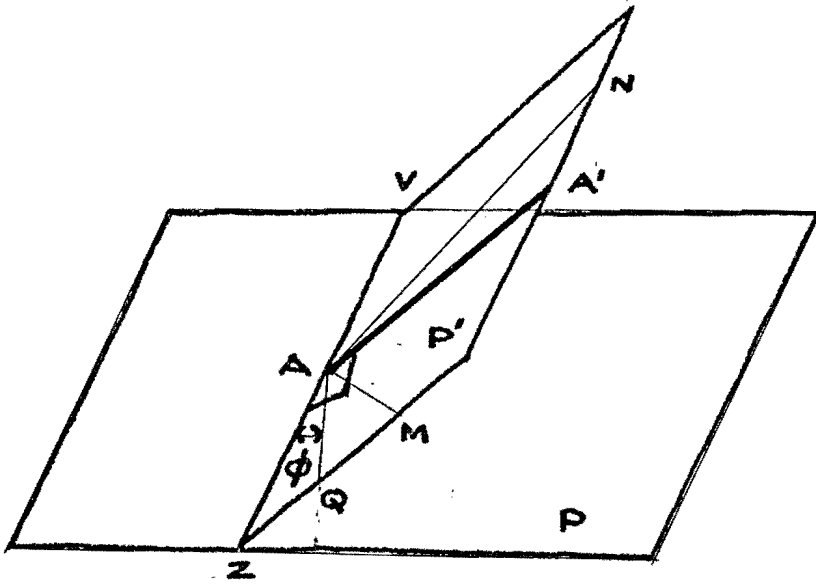


FIGURA 44. LINEA DE PENDIENTE REAL DE UN PLANO

Si se toma un plano inclinado P' respecto al horizontal P , las pendientes sobre él dependerán de la dirección que se tome sobre él. AA' perpendicular a VZ línea de intersección de los planos es la pendiente real de P' respecto a P y la máxima posible sobre él.

Cualquier línea AQ , AM , AN tiene pendiente menor a la línea AA' . Y las líneas VZ y sus paralelas sobre el plano P' son horizontales.

Esto, como se verá tiene aplicación en el trazado vial en el ángulo de inclinación de una línea diferente a la de la pendiente real del plano, medido sobre éste, y en relación a la línea de intersección del punto inclinado, con el plano horizontal, se llamará θ y es una variable importante para el diseño vial en terrenos pendientes, ya que según este ángulo y

la inclinación del terreno, podemos hacer trazos de vías contra la pendiente, con inclinación menor a la del terreno. Esta variable permite, en base a su cálculo para distintas situaciones de pendiente, el diseño de un sistema vial autogobernable que se va adaptando a las variaciones de la topografía.

Para utilizar esta variable se debe antes, calcular el ángulo \emptyset , sobre el plano inclinado y su proyección θ sobre el plano horizontal o plano de referencia.

Si se cuenta con un levantamiento topográfico, \emptyset y su proyección θ , pueden trazarse sobre éste, para definir sobre la topografía y según su pendiente las alternativas viales con pendientes menores a la de la pendiente del terreno.

5.5.5 Cálculo de ángulo \emptyset

Averiguar ángulo \emptyset que debe hacer una línea sobre el plano horizontal P, con la traza de intersección de un plano inclinado P', para obtener una pendiente dada sobre este.

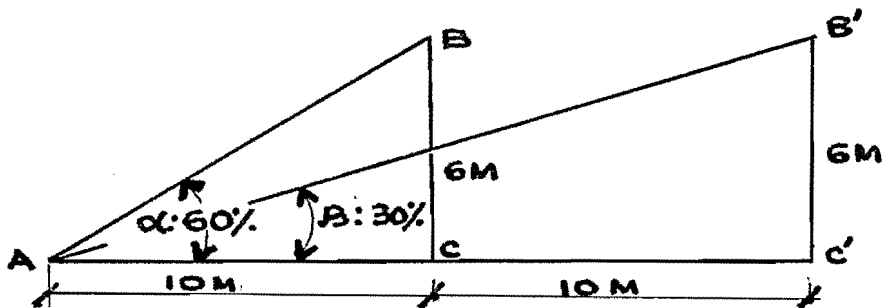


FIGURA 45. CALCULO DE ANGULO \emptyset

Sea ABC el perfil del plano inclinado P' con pendiente del 60% y sea $AB'C'$ el perfil de la pendiente dada, de 30% que se desea obtener sobre el plano P' sea α el ángulo de pend de ABC y B el de $A B'C'$

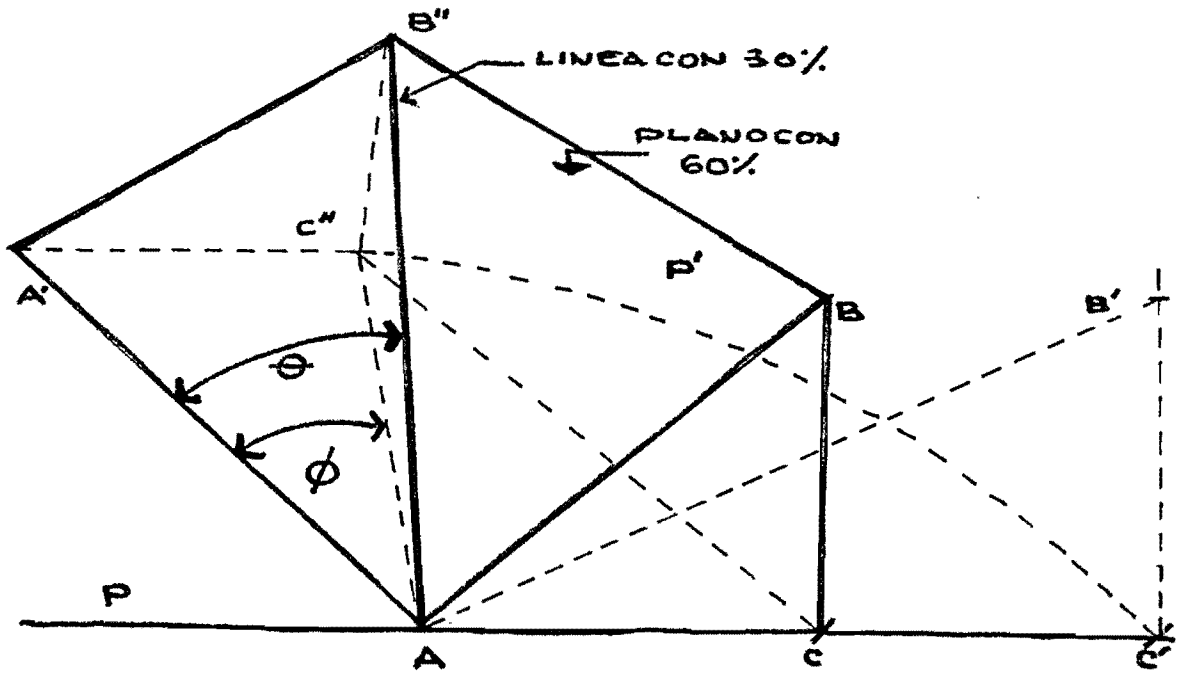


FIGURA 46. CALCULO DE ANGULO ϕ

O sea hemos rebatido plano triangular $A B'C'$ hasta cortar la línea $B B''$
 Sea AB'' la línea de la pendiente deseada de 30% sobre el plano P' su proyección AC'' sobre el plano horizontal P hace el ángulo ϕ con AA' traza del plano o intersección entre planos P y P'

$$A'B'' = \sqrt{(B''C'')^2 + (A'C'')^2} = \text{Por ser triángulo } A'B''C'' \text{ rectángulo}$$

$$A'B'' = \sqrt{36 + 100} = \sqrt{136}$$

$$B''A = \sqrt{(B''C'')^2 + (C''A)^2} \quad \text{Por ser triángulo } B''C''A \text{ rectángulo}$$

$$A B'' = \sqrt{36 + 40} = 436$$

$$\text{Por trigonometría } \text{SEN } \theta = \frac{\text{Cat.Op.}}{\text{Hip.}} = \frac{\sqrt{136}}{436} = \frac{11.6}{20.88} = 0.5555 = 33^\circ 40'$$

(Por tablas de funciones circulares).

En pendientes bajas \emptyset puede considerarse igual a θ

5.5.7 Ejemplos de trazado tentativo aplicando variables \emptyset

Todo lo anterior demuestra que para obtener una línea de pendiente deseada sobre un plano inclinado, bastará con que esta línea haga un determinado ángulo con la línea de intersección de este plano inclinado, con el plano horizontal. Como aplicación al trazado vial sobre terrenos pendientes esto lleva a la posibilidad de rebajar la pendiente de vías vehiculares y peatonales mediante líneas de trazado inclinado o en zig zag respecto a la línea de pendiente máxima del terreno. La necesidad de cuantificar estos ángulos está dada por el hecho de dirigirse este

trabajo al diseño de vías urbanas.*

Si el estudio se hace, sobre un plano topográfico dado el procedimiento es: como sigue:

Supongamos la topografía que aparece en el gráfico, con pendiente de 30% constante (en cada 30 mts, sube 9)

Dentro de este plano delimitemos la zona ABCD. La pendiente máxima irá de M a N, aproximadamente perpendicular a la línea AD y a las curvas de nivel.

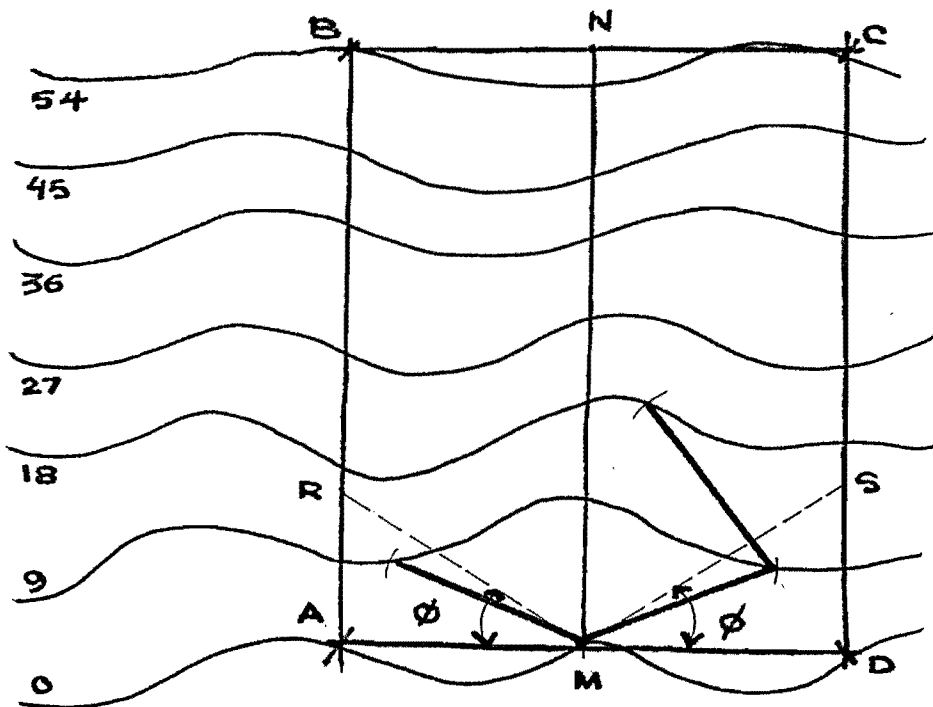


FIGURA 49. TRAZADO TENTATIVO VIAL CON ANGULO θ

* Estos ángulos permitirán un trazado preciso de bloques o manzanas, definiendo los ángulos entre vías horizontales y vías contra pendiente en zig zag.

Si sobre M se hace un ángulo \emptyset en uno o los dos sentidos, las líneas que siguen el ángulo \emptyset serán MR y MS. Una vía trazada según ellas tendrá una pendiente menor a MN, dependiendo del ángulo \emptyset la pendiente obtenida. (\emptyset se calcula como vimos en la página 87). También, se puede utilizar el procedimiento gráfico explicado en la página 86.

Supongamos que MR y MS deben tener 15% de pendiente, como cada cota sube 9 mts. hacemos el siguiente cálculo: para obtener 15% y subir 9 mts. necesitaremos una distancia horizontal de 60 mts. con centro en M y arco de 60 mts. de radio, se trazan arcos que corten las curvas de nivel y se obtendrán trazos de 15% de pendiente.

Para mayor facilidad se ha calculado el ángulo \emptyset por tramos de pendiente entre 15% y 60% por considerar éstos los límites mínimos y máximos de trabajo.* Pendientes mayores, de afrontarse con trazos de pendiente máximos harían que las escaleras se vuelvan intransitables, y que se aumente en forma indeseable el porcentaje de vías, al tener que orientar

* Las normas del Municipio de Medellín admiten vías con pendientes hasta del 16% en terreno montañoso. Conocemos el hecho de que a medida que la pendiente aumenta, disminuye la fuerza o velocidad de los vehículos y que dichas pendientes causan al bajar, que la velocidad de vehículos tenga que dominarse por la fuerza del motor o de frenos. Para este trabajo se adoptó una pendiente máxima del 15%, teniendo en cuenta que se trata de vías urbanas residenciales y que el trazado propuesto, de vías principales: rutas de buses, o de tráfico mayor, se harán en lo posible paralelas a las curvas de nivel, es decir, horizontales o con pendiente suave. Las vías del 15% son vías contra la pendiente del terreno y se debe procurar intercalar en su trazado tramos suaves (cada 500 ó 600 mts.) lo suficientemente largos para aliviar los ascensos y descensos.

estas, paralelas a las curvas y a distancias menores, cada vez que la pendiente aumente, para evitar ascensos mayores a cuatro pisos sobre el terreno. El cálculo aparece en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Angulo \emptyset horizontal para obtener trazos de 15% de pendiente sobre el terreno.

Angulo	Pendiente del terreno	Angulo \emptyset horizontal
10°10'	18%	56° 3'
11°20'	20%	48°20'
12°30'	22%	43°
14°10'	25%	37°
15°10'	27%	33°30'
17°	30%	30°
18°	33%	27°10'
19°20'	35%	25°30'
20°20'	37%	24°
21°50'	40%	22°
24°20'	45%	19°
26°40'	50%	17°30'
28°50'	55%	16°10'
30°	60%	14°30'
45°	100%	Casi horizontal 8°40'

Al analizar la tabla anterior, calculada sólo para la pendiente máxima aceptada del 15% encontramos: A medida que la pendiente del terreno aumenta el ángulo \emptyset tiende a volverse menor hasta aproximarse a la horizontal. Para pendientes mayores al 35% \emptyset varía entre $25^{\circ}30'$ y $14^{\circ}30'$, para la pendiente que hemos adoptado como límite (60%). Para el caso extremo de 100% \emptyset es $80^{\circ}40'$, casi horizontal.

El otro límite que se fijó: no ascender más de cuatro pisos u once metros (11 mts.) entre dos vías paralelas a las curvas de nivel nos lleva a la siguiente tabla, que nos muestra las distancias horizontales entre vías paralelas a las curvas de nivel, según la pendiente (de tal modo que el ascenso no sea superior a 11 mts.) * A esta variable la llamaremos D.

Cuadro 5.

* Esta tabla permite visualizar cuál sería el recorrido peatonal sobre el terreno = D, según la pendiente para no ascender más de cuatro pisos u once metros (11 mts.) La tabla se elaboró pensando en: altura máxima, por recorrido y pendiente, y nos muestra la necesidad de disponer vías cada vez más cerca paralelas a las cotas, a medida que la pendiente aumenta.

CUADRO 5. Distanciamiento entre vías, paralelas a curvas de nivel para obtener ascenso máximo de 11 mts. (cuatro pisos) según tramo de pendiente

Tramo de pendiente En porcentaje	Distancia horizontal En metros	Doble de la distancia
18%	61	122
20%	55	110
22%	50	100
25%	44	88
27%	40.74	80
30%	36	72
33%	33.3	66.6
35%	31.4	62.8
37%	29.72	59.44
40%	27.5	55
45%	24	48
50%	22	44
55%	20	40
60%	18.33	36.66
100%	11	22

Las distancias que aparecen en la tabla de tomarse en forma literal, harían aumentar el porcentaje de vías en forma muy costosa a medida que la pendiente aumente, pero existe la posibilidad de duplicar las distancias

de el Cuadro al suponer que cada vía admite, según la pendiente, el recorrido horizontal que aparece en el Cuadro, lo cual hará económico el trazado.

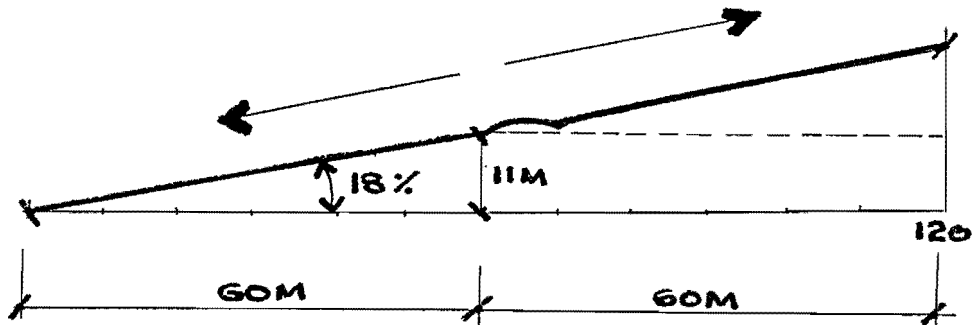


FIGURA 50. VIAS CON DISTANCIAS HORIZONTALES QUE LIMITAN ASCENSOS SEGUN LA PENDIENTE.

Como se aprecia en el gráfico, esto hace posible duplicar la distancia del Cuadro reduciendo en un 50% la necesidad de vías paralelas a las curvas de nivel. Los criterios para aplicar este Cuadro deben coordinarse con el concepto de longitud crítica de pendientes, para tráfico automotor.

5.5.8 Identificación de variables principales para el diseño

Identificadas las variables \emptyset y D para el trazado vial en pendientes, y considerando el límite que se hace indispensable fijar para los cortes y llenos con sistema racional o para evitar excesos en la estructura, con el sistema orgánico, se evidencian otras variables, que según la

pendiente del terreno, garanticen que las unidades de vivienda tengan una adaptación acorde con la realidad topográfica.

Estas variables surgen del análisis que se hizo a las construcciones, con sistema orgánico y racional, y se definen como la dimensión que la vivienda presenta contra la pendiente y su relación con la altura de su escalón sobre ésta.

Si en un perfil, con la pendiente del terreno, situamos unidades de vivienda, libres o enlazadas, estas se adaptarán más o menos a la pendiente según sea esa relación.

Si llamamos H a la medida que la unidad presenta contra la pendiente y CH a la medida de su escalón, para apoyarse en el terreno con el sistema orgánico tendremos:

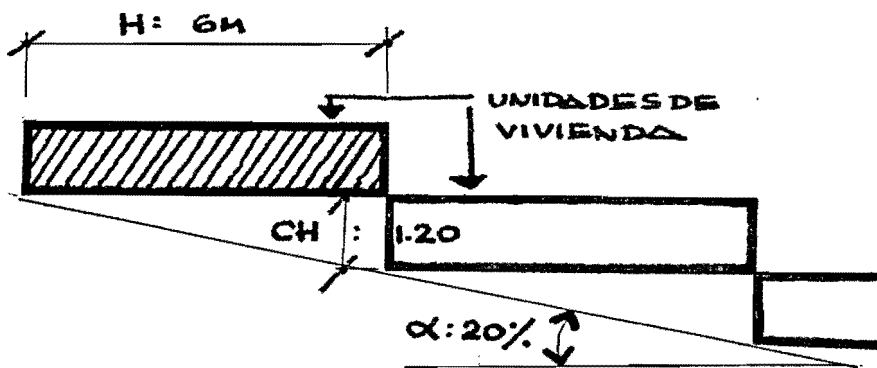


FIGURA 51. VARIABLES CH Y H

$$\frac{CH}{H} = \text{Pendiente del terreno}$$

$$\text{Si } \alpha = 20\%$$

$$H = 6$$

$$CH = 1.20$$

$$\frac{CH}{H} = \frac{1.20}{6} = .20 = 20\%$$

5.6 CONCLUSIONES

Para las propuestas, se adoptan como base, el uso del sistema orgánico, y la aplicación de las variables identificadas como \emptyset y D para el trazado vial y H y CH para la adaptación mejor de las unidades de vivienda según la pendiente del terreno. En cuanto a sistemas constructivos, se desarrollarán métodos constructivos, convencionales y con algún grado de prefabricación, utilizando el concreto y los materiales cerámicos, por ser estos de fácil consecución y presentar características de costo, duración y versatilidad que los habilitan como una buena alternativa al uso de la guadua.

6. LA PROPUESTA

"Paredes han sido erigidas en las vertientes, de vidrios coloridos la luz que se introduce, produce efectos de cambio para aquellos que caminan en el valle o por entre otras paredes y, también para aquellos que viajan por el aire.

El lago y las paredes brillan suavemente por la noche... Estos se adornan con agujas de cristal pulidas. Proyectores en las montañas hacen centellear estas agujas en la noche"

Bruno Taut. Arquitectura Alpina.

La propuesta que se presenta para planeamiento de viviendas en terrenos pendientes, se divide en: Vial y redes, formas de agrupación de las viviendas, tipologías de vivienda y sistemas constructivos. Cada una de estas, contempla a su vez aspectos que fueron estudiados en el análisis, y como ya se anotó, no pretenden ser exhaustivas. La división por aspectos diferenciados, facilitará la elaboración más detallada de cada uno de ellos y su complementación o revisión, posterior.

6.1 PROPUESTA VIAL Y DE INFRAESTRUCTURA

Aunque el sistema vial urbano, ocupa alto porcentaje del total construido en una ciudad y de tener mucho que ver con el ejercicio profesional del arquitecto, éste no solo lo ha descuidado, sino que en la práctica, es un campo casi desconocido para la mayoría de estudiantes y profesionales de la arquitectura. El diseño y construcción de vías: carreteras o vías urbanas ha sido de forma tradicional, delegado a los profesionales de la ingeniería.

La incidencia del trazado geométrico, de las intersecciones viales, de las secciones de las vías, de sus alineamientos vertical y horizontal en un asentamiento, es en tal modo importante, que se puede decir, que no es posible un buen diseño urbano sin un buen diseño vial.

Parte del aspecto caótico de muchos asentamientos, se produce en alguna medida por descordinación entre quienes deciden sobre las formas de agrupación de las viviendas y las viviendas en sí, y entre quienes deciden las vías que servirán esas viviendas. Con mucha frecuencia, el arquitecto o el urbanista, hacen trazados tentativos de vías, que luego el ingeniero define, precisa y debe modificar, por desconocer el arquitecto, muchas de las normas y determinantes para el diseño vial. Con las redes de infraestructura ocurre algo parecido.

El aspecto visual y paisajístico no deseable de muchos asentamientos y vías urbanas, es consecuencia de esta descordinación, y del descuido, que no debe continuar por parte del arquitecto, respecto a la importancia del

diseño de los corredores viales urbanos.

Los objetivos de los corredores viales urbanos son: Ordenar las edificaciones, facilitar la circulación, dar acceso a las viviendas, conducir canalizaciones y redes de infraestructuras.

El diseño vial urbano envuelve la coordinación con vías existentes, desagües, drenajes, por lo que cualquier alineación debe hacerse de acuerdo con la situación real del tejido urbano vecino. La nivelación de estas calles debe hacerse con mínimos cortes y llenos, así como una conexión correcta de sus cruces.

Para las vías urbanas, existen normas relacionadas con su sección, pendiente transversal, pendientes longitudinal, radios de curvatura, ángulos de visibilidad y muchas otras, que dependen de los valores de diseño adoptados, según estudios de: zona de influencia de la vía, uso, volumen promedio de tráfico, origen y destino del tráfico y velocidad de diseño.

Estas normas se condicionan mucho por la topografía y las características y densidad de los asentamientos.

A continuación se verán unas pocas nociones sobre diseño vial:

6.1.1 Alineamiento horizontal, o diseño en planta de las vías

El alineamiento horizontal de una vía es la proyección sobre un plano horizontal, del eje de la vía. Los elementos que integran este

alineamiento son: tangentes, curvas circulares y curvas de transición. Estas curvas pueden ser simples, compuestas o espirales, tangentes entre sí en forma sucesiva. El diseño en planta, lo constituye la situación del eje de la vía en un lugar determinado del terreno.

Las tangentes, son la proyección sobre un plano horizontal, de las rectas que unen las curvas.

Las curvas circulares, son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas utilizadas para unir dos tangentes consecutivas. Como se dijo pueden ser simples o compuestas.

Las curvas de transición, son las que enlazan tangentes, con curvas circulares, para obtener cambios graduales de dirección para los vehículos entre ellas.

El alineamiento horizontal de una vía urbana debe condicionarse a la ordenación de las edificaciones, y coordinarse con el alineamiento vertical. Esto último es indispensable en terreno pendiente. Existen normas generales para el alineamiento horizontal de las vías:

- Velar por la seguridad del tráfico automotor;
- Condicionar su trazado a la topografía y paramentos construidos, o por construir;
- Garantizar buena visibilidad a los conductores;
- Lograr un trazado en lo posible direccional, pero de acuerdo con la topografía; (evitar tangentes largas que causan excesivos cortes y

llos).

- Lograr curvas suaves en el diseño; y
- Evitar los quiebres bruscos en el trazado.

El diseño en planta según el ángulo θ garantiza pendientes de vía adecuadas, según sea la del terreno.

6.1.2 Alineamiento vertical o diseño en perfil de las vías

El alineamiento vertical de una vía, es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la vía. A este eje de la corona de la vía se le llama subrasante.

El alineamiento vertical se compone de tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su longitud y pendiente y se limitan por curvas sucesivas. La pendiente de la tangente, es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma. La pendiente media de la subrasante, para vencer un desnivel determinado, es la pendiente obligada de la vía. En el diseño en perfil de las vías, la influencia de la pendiente es de importancia para el buen desempeño de los vehículos. La pendiente máxima permitida en un proyecto vial, depende de varios factores: Del tipo de vehículo para el cual se diseña, de la velocidad de proyecto según la importancia de la vía. Las normas de planeación en

Medellín admiten hasta 16% de pendiente. *La pendiente mínima está definida por la necesidad de drenajes lo cual la determina en 0.5% .

También existen normas generales para el alineamiento vertical de las vías: La subrasante, define el alineamiento de la vía según sea la topografía del terreno, pero existen otros factores que definen el diseño en perfil de una vía.

En terreno plano, los drenajes definen el diseño, en terrenos pendientes opera mejor una subrasante ondulada, que permite mejor funcionamiento de los vehículos y es más económica.

Las subrasantes suaves, con cambios graduales y escalonadas son mejores que con una sola pendiente sostenida, por las mismas razones. Si esto no se hace posible, se debe pensar en carriles adicionales aunque sea en algunos tramos cortos.

* A.A.S.H.O (Abbett's american civil engineering practice) recomienda, según la topografía y la velocidad de diseño las siguientes pendientes:

Para terreno con inclinación	Para vías Principales	
Entre 0 y 15%	6% con 50 k/h velocidad	4% con 80 k/h
Entre 15% y 25%	7% con 50 k/h velocidad	5% con 80 k/h
Entre 25% y más	9% con 50 k/h velocidad	7% con 80 k/h

	Para vías Secundarias	
Entre 0 y 15%	9% con 50 k/h	7% con 80 k/h
Entre 15% y 25%	10% con 50 k/h	8% con 80 k/h
Entre 25% y más	12% con 50 k/h	10% con 80 k/h

Existe también lo que se llama longitud crítica de pendientes, que según el Ministerio de Obras Públicas en Colombia, es la distancia para que un vehículo ascendiendo alcance 15 mts. de altura. Si la pendiente máxima es de 16% la longitud crítica será = 93.75 mts.

En las intersecciones o cruces viales, se debe reducir la pendiente de la vía, para facilitar el diseño de dicha intersección, facilitar el empalme de vías contra pendiente, con las vías paralelas a las curvas de nivel del terreno y por seguridad del tráfico.

Como ya se anotó en topografía con pendiente mayor al 15% la coordinación entre el diseño en planta y en perfil de las vías se hace indispensable, balanceando las curvas o direcciones horizontales con las pendientes.

Las pendientes muy pronunciadas y largas deben evitarse, aún más en ciudades con altitud sobre los 1.000 mts. Los gastos de gasolina por vehículo aumentan en estas topografías, y con la altura sobre el nivel del mar disminuye la potencia del motor de los vehículos.* El alineamiento vertical tendrá máximo 15% de pendiente relacionándolo con su diseño en planta según el ángulo \emptyset .

* La Caterpillar Co., para vehículos de construcción calculó que por efectos de altura sobre el nivel del mar, el 1% por cada 100 mts. de altura a partir de los 1.000 mts., es la pérdida o disminución de potencia de los motores.

6.1.3 Sección transversal de las vías

La sección transversal de una vía, es un corte en un punto cualquiera, vertical y normal al alineamiento horizontal de la vía.

Las secciones viales muestran las dimensiones de calzadas, zonas verdes, separadores viales, antejardines, aceras y taludes. Su ancho, depende de las especificaciones de servicio de la vía, de la relación entre altura de las edificaciones y separación deseable entre ellas, y de retiros necesarios entre la vivienda y el tráfico automotor. Con frecuencia estas secciones se diseñan amplias, previendo futuros ensanches viales, y sus retiros laterales se utilizan para la conducción de las redes de infraestructura.

La calzada de vías de dos carriles tiene en su corte transversal, por lo común una forma parabólica, con una elevación aproximada en su línea media o corona, igual a la elevación máxima de la curva. Esta corona, dependiendo de la sección transversal del terreno, puede correrse hacia el lado más alto de la calle.

6.1.4 Las intersecciones o cruces viales

Por la necesaria seguridad del tránsito automotor, la buena visibilidad de los conductores y la facilidad del flujo vehicular, es muy importante el buen diseño de las intersecciones viales. Las intersecciones más comúnmente utilizadas son con ángulos de 90° , por cumplir con normas de seguridad y visibilidad, por economía y permitir paramentos paralelos al

eje de vías, sin producir loteos irregulares. Esto, para terrenos planos tiene razón de ser, pero en terrenos pendientes, donde la orientación de las vías debe hacerse de acuerdo con la topografía, con la dirección de las pendientes del terreno y con la forma de agrupación de los edificios, estos cruces a 90° , no son siempre posibles ni deseables. Muchas veces lograrlos significa, que las vías contra pendiente se inhabiliten para el tráfico automotor, como vimos ocurre en numerosos asentamientos del Instituto y de la zona de la arquitectura de la Guadua.

El trazado de vías con alineación horizontal, según la variable ϕ , dará vías contra pendiente oblicuas o en zig zag, en relación a las vías que sigan las curvas de nivel.

Esto obliga al diseño de intersecciones con ángulos agudos u obtusos, que deben ser cuidadosamente estudiadas, para no disminuir la visibilidad, ni aumentar el riesgo en los cruces. El diseño de agrupaciones de vivienda y edificios, debe considerar este aspecto, para evitar desperdicios de terreno, zonas verdes irregulares pérdidas, o diseños complicados en la vivienda.

Las intersecciones viales pueden hacerse con cualquier ángulo, siempre que sus radios mínimos, se establezcan de igual forma, que para intersecciones en ángulo recto, esto es, en base a la trayectoria del vehículo máximo admitido, según la vía, en las vueltas más agudas y ajustando las curvas a la trayectoria de las ruedas traseras internas del vehículo.

Para cruces en ángulos menores a 90° , los radios deben ser un poco

mayores que los recomendamos para cruces con ángulo recto. Para los cruces con ángulos mayores a 90° , el radio requerido es menor, pero se debe desplazar el arco central de la curva.

Existen también formas de modificar el alineamiento horizontal para mejorar la visibilidad con estos cruces oblicuos: Figura 52.

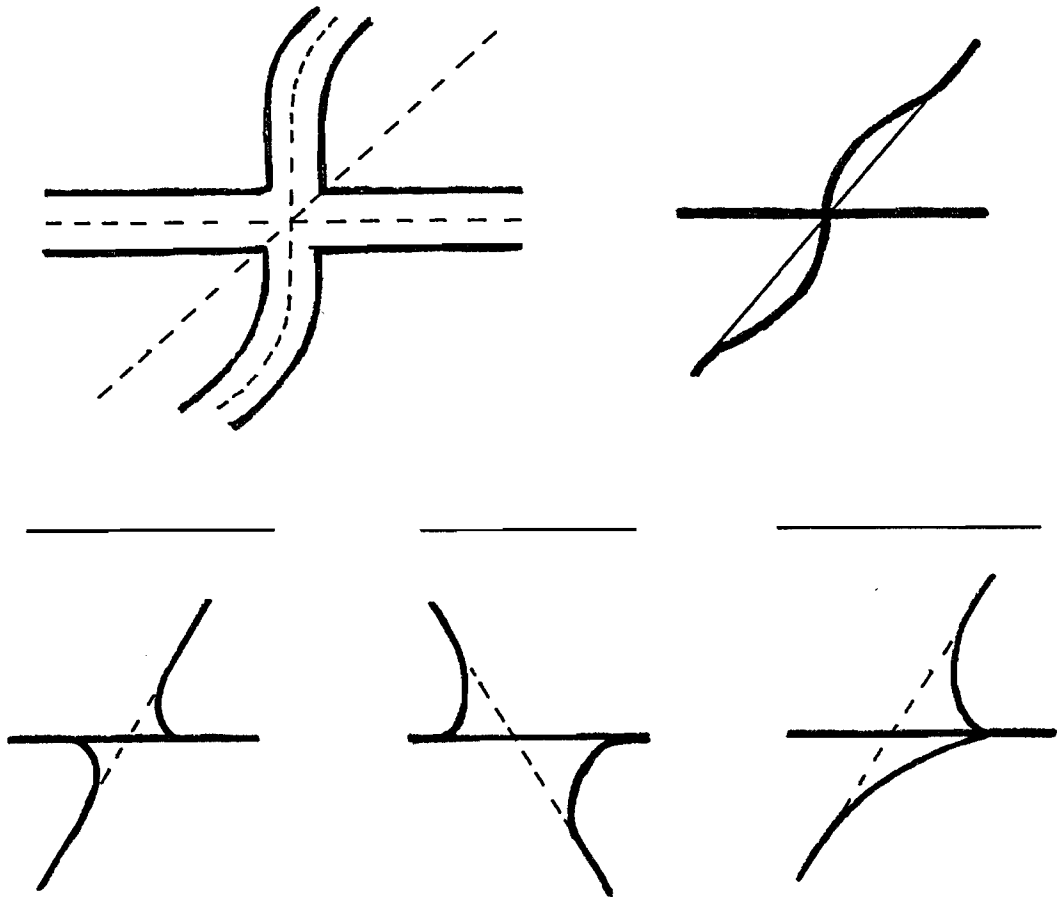


FIGURA 52. MODIFICACION DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE VIAS EN CRUCES OBLICUOS

Con vías de poca velocidad, como ocurre en las vías con pendiente mayor al 8%, los cruces oblicuos pueden mantenerse sin mucha variación. Para velocidades altas caso limitado a pocas vías en un trazado en pendientes fuertes, es preferible un cambio de ángulo, de oblicuo a recto en el cruce.

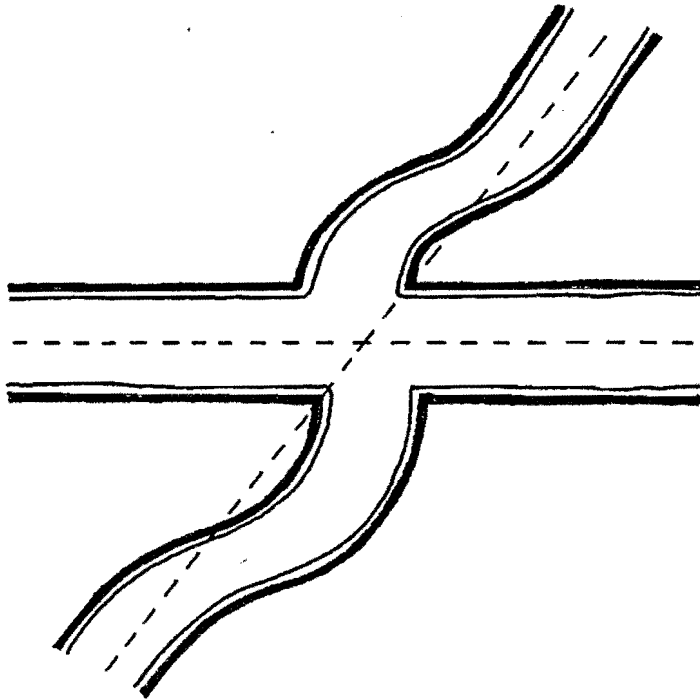


FIGURA 53. MODIFICACION DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE VIAS EN CRUCES OBLICUOS

6.1.5 Pautas para el trazado vial en pendientes

Hasta ahora se ha visto la mecánica gráfica y matemática que debe regir el trazado vial, y algunas nociones generales para el diseño vial. Vale aclarar aquí que el cálculo del ángulo \emptyset que regirá el trazado, se hizo solo para 15% de pendiente, máxima pendiente admisible, pero que debe ser calculado para alternativas, según velocidad de diseño de la vía y su pendiente: Para 6%, 7%, 8%, 9%, 10% y 12%. Esto limita el uso de la variable \emptyset para pendientes del terreno entre 15% y 30%, con vías en zig zag y supone que para terrenos con pendiente superior al 30%, debe primar el trazado de vías paralelas a las curvas de nivel, escaleras contra pendiente y pocas vías en zig zag o curvas para el tránsito automotor contra la pendiente.

Analicemos ahora, algunos conceptos generales de trazado vial, que dependiendo de la forma del terreno a desarrollar, ayudan a decidir sobre los corredores viales adecuados en cada caso.

La mayoría de terrenos con topografía difícil son asimilables o reducibles, al caso de un terreno en ladera: un plano inclinado con tramos variables de pendiente. Esta es la situación más común que se encuentra, los casos de terrenos en colinas, montañas vecinas a una meseta o sabana, filos o lomos, se asimilan a un plano con inclinación variable. Dado lo anterior por válido, encontramos tres situaciones típicas en cuanto a la posible forma de los terrenos respecto al plano inclinado:

- Terrenos con su dimensión mayor en el sentido paralelo a las curvas de nivel;
- Terrenos con su dimensión mayor contra la pendiente; y
- Terrenos con proporción cuadrada, sin dominio de ninguna dimensión, respecto al plano inclinado. Figura 54.

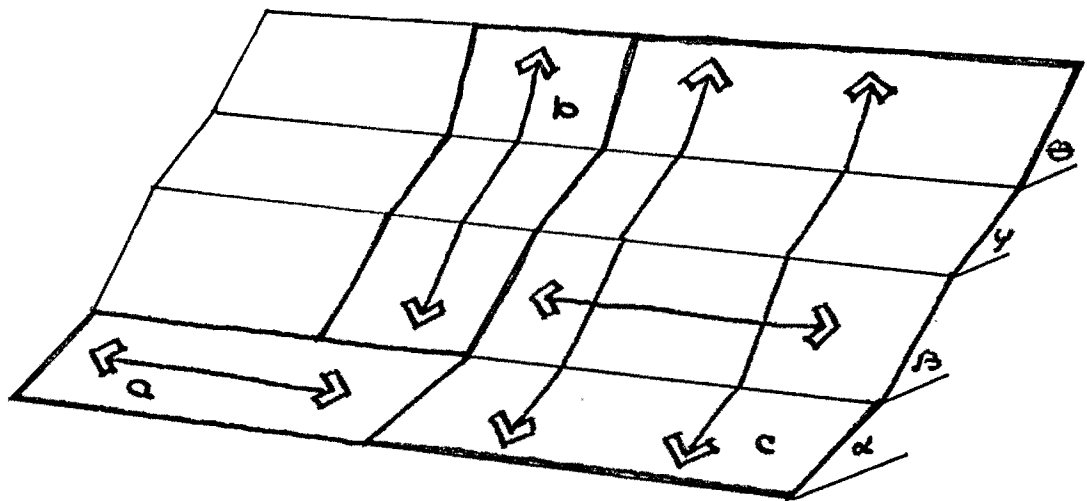


FIGURA 54. SITUACIONES TÍPICAS DEL TERRENO PARA TRAZADO VIAL

Para el caso a, los corredores viales deben disponerse con una vía o varias paralelas a las curvas de nivel y pocas vías cortas contra pendiente, según la dimensión del terreno.

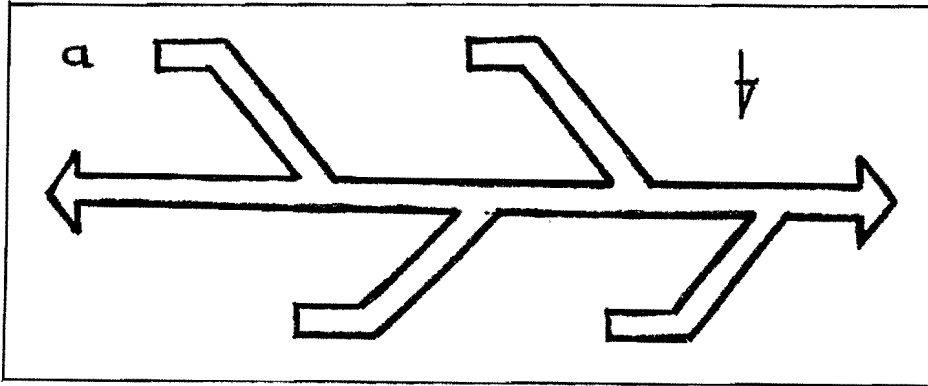


FIGURA 55. TERRENO ALARGADO PARALELO A CURVAS DE NIVEL

Para el caso b, una o varias vías principales contra la pendiente en zig-zag o curvas y tramos cortos paralelos a las curvas de nivel.

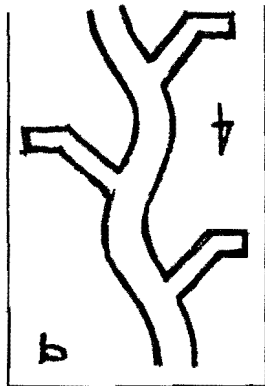


FIGURA 56. TERRENO ALARGADO CONTRA PENDIENTE

El caso c, es el más interesante, al presentarse posibilidades para trazados en manzanas, según el tamaño del terreno, aplicando las variables ϕ y D , generándose un tejido urbano según las variaciones de la pendiente muy apropiado para estos terrenos. Figura 57.

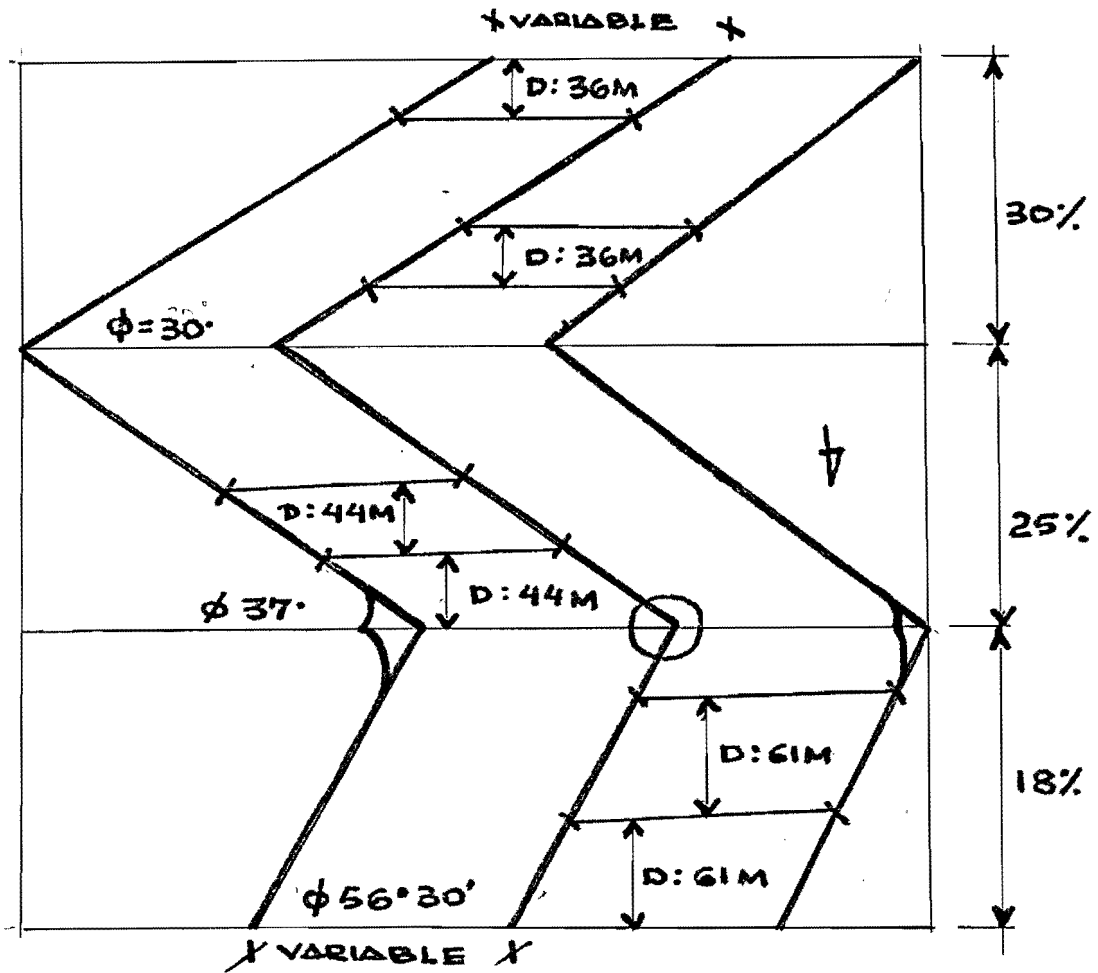


FIGURA 57. TERRENO DE PROPORCION CUADRADA

Los puntos de intersección deberán estudiarse según el tipo y sección de vías, y la velocidad de diseño. La posibilidad de manzaneos exagonales, con ángulos mayores a 90° en los cruces, es positiva por dar lugar a mejores visuales y menor riesgo en estos.

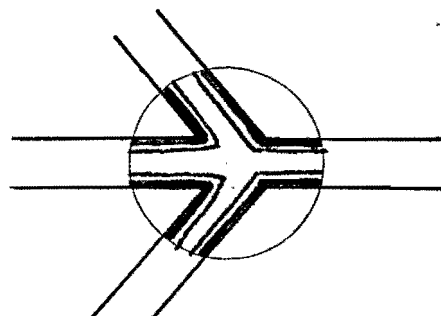


FIGURA 58. DETALLE DE CRUCE OBLICUO

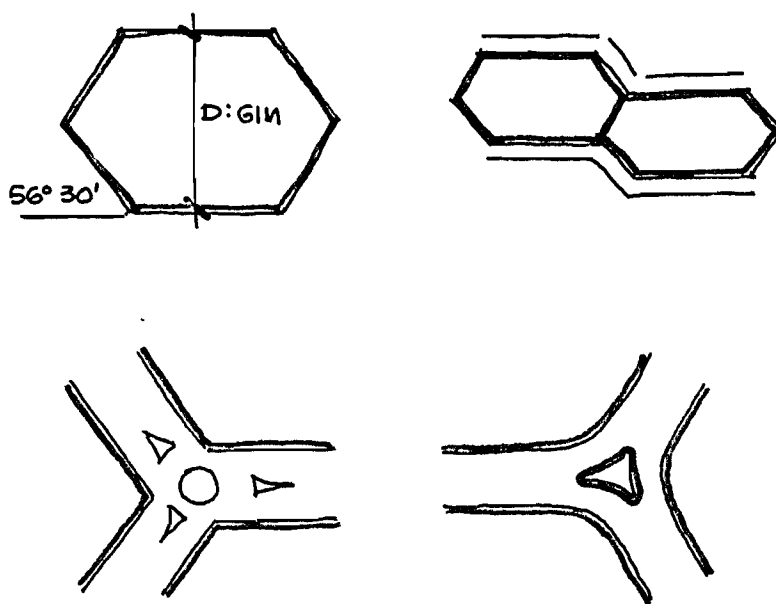


FIGURA 59. MANZANAS HEXAGONALES CON CRUCES QUE OFRECEN MUY BUENAS POSIBILIDADES DE DISEÑO

El uso de curvas continuas, o con tramos rectos enlazándolas, es una posibilidad muy apropiada para estas topografías.

La propuesta que se ha expuesto para el trazado vial es solo una guía para los alineamientos horizontal y vertical de las vías, que facilitará el diseño en pendientes.

El análisis del sitio en cada caso dará las pautas definitivas según las características del asentamiento, el tipo de vías a diseñar y la relación con el tejido existente.

Cuando las pendientes del terreno están entre el 30% y el 60%, debe primar el trazado de vías paralelas a las curvas de nivel, con algunas vías.

de enlace contra la pendiente. En terrenos con grandes dificultades por lo abrupto de la topografía la estrategia de trazado de los corredores viales se limita, al estar muy condicionada por las escasas posibilidades que ofrece el terreno. En esas condiciones lo más aconsejable es el desarrollo de una sola vía de acceso con especificaciones que admitan el tráfico de buses y vías de penetración de uso mixto, peatonal y eventualmente vehicular, combinadas con escaleras.

6.1.6 Aparcaderos y garajes

En asentamientos populares con vivienda de bajo costo, la necesidad de espacios de aparcadero es reducida y se limita a las áreas que se habilitan para uso de los servicios comunales y algunas áreas distribuidas para el mayor número de viviendas posibles, y en ocasiones en las vías sin salida, el área de viraje circular se ensancha para este uso.

Si se atienden las normas vigentes para la ciudad de Medellín, se debe disponer dentro del área útil de cada urbanización un porcentaje destinado a los aparcaderos para visitantes. El porcentaje desde un puesto por cada cuatro viviendas debe en cada caso, someterse estudio y aprobación de la oficina de Planeación Metropolitana.

En estos terrenos puede admitirse pendientes transversales hasta un 5% para los aparcaderos en superficies. Cuando el análisis del lote y las características del asentamiento así lo requieran, es posible la construcción de aparcaderos y garajes en las mismas edificaciones, en sótanos, semisótanos y en altura.

El cuidado principal que debe tenerse al plantear los aparcaderos es el localizarlos evitando grandes recorridos horizontales, y por lo tanto grandes ascensos y descensos entre ellos y la vivienda. La norma, de evitar ascensos mayores a cuatro pisos debe cumplirse estrictamente, ya que con frecuencia en vivienda multifamiliar, debe añadirse al recorrido entre aparcadero y vivienda, con ascensos fuertes sobre el terreno, el ascenso a la vivienda en sí, lo cual produce gran incomodidad en los habitantes.

6.1.7 Redes de infraestructura

Se destaca en estos terrenos, la importancia del trazado de las redes de desagües, ya que las otras redes presentan dificultad relativa menor.

Cuando se estudiaron los casos de asentamiento construidos por el Instituto de Crédito Territorial y la arquitectura de la guadua, se observaba que las redes, trazadas en general, por las vías contra pendiente, causaban costosas obras para adecuar las conducciones, sobre todo de desagües, a la pendiente de la vía. Esto ocasiona el tener que "atrascar" las tuberías, o construir cámaras de caída, para tratar de adaptarlas con escalones a las rasantes de aquellas. La forma de evacuar las aguas lluvias y servidas en estas topografías, debe estudiarse con cuidado, ya que de existir filtraciones, estas pueden causar daños a las estructuras y al mismo terreno, y por condicionar el diseño de los alcantarillados, el diseño de formas de agrupación de las viviendas.

Los problemas de tipo legal, han incidido en la falta de soluciones diferentes, por no admitirse el paso de estas conducciones ni por los patios privados de las propiedades. Con el sistema orgánico, el diseño de estas redes puede en gran parte hacerse, suspendiéndolas o colgándolas de la estructura de los edificios.

Los problemas legales que se presenten, se pueden resolver con regímenes similares a los de propiedad horizontal, permitiendo que varias unidades de vivienda unifamiliar conecten sus redes a través de distintas propiedades hasta su empalme a la red Municipal. Este enfoque distinto al diseño de redes de alcantarillado hace factible agrupaciones unifamiliares en manzanas paralelas a las curvas de nivel. Figura 60. Debe proveerse acceso para futuras reparaciones o inspecciones, y por no ir enterradas muchas de las conducciones, se facilitará la tarea. Las redes colgadas de desagües significan ahorro en costos al poderse diseñar con P.V.C., evitar excavaciones y en algunos casos, dependiendo de la forma de agrupación de las viviendas, disminuir la longitud total de la instalación.

Los tramos enterrados se limitarán a los empalmes necesarios a la red enterrada de diámetro mayor, o líneas de conducción general.

Las redes de abasto de agua, teléfonos y aún eléctricas, pueden ir colgadas o en conducciones, bajo los escalones entre terreno y entrepiso minimizando las excavaciones. En países tropicales la norma que exige ductos enterrados no es tan obligante, como en países con inviernos rigurosos donde estas sufrirían peligro de congelación al ir superficiales. Existe también la posibilidad, ligada al trazado vial, de disminuir la pendiente

de desagües con las vías en zig zag o de trazarlas por zonas verdes comunes. Los desagües de lluvias en casos de red separada, pueden ir también por canales abiertos a superficie eliminando grandes cantidades de excavación, canoas y bajantes. La iluminación pública, si la red va debajo de las viviendas, se puede plantear con las luminarias suspendidas de muros o postes bajos.

Existe una norma especial de Icontec, Instituto Colombiano de Normas Técnicas, para la colocación de luminarias en vías contra pendiente, y se refiere a la necesidad de corregir su colocación, ubicando su eje, perpendicular a la superficie de la calzada, para evitar deslumbramiento y visión de áreas oscuras a los conductores que ascienden o descienden por la vía. Como alternativa, plantean la utilización de lámparas tipo "cut off". Esta luminaria tiene por característica limitar su intensidad luminosa en ángulos mayores a 80° con la vertical, pero exige reducir su intervalo, lo cual la hace más costosa. La solución de redes no enterradas en terrenos pendientes, con suelos de tipo cohesivo o granular, evita problemas de fugas de aguas, que de ir enterradas las redes, solo se descubren cuando han causado grandes daños; evita deterioro a las tuberías por asentamientos de la estructura o movimiento del terreno y habilita formas de agrupación de vivienda en la pendiente que con ellas enterradas no eran posible. Para abasto de agua las instalaciones domiciliarias con tubería de hierro galvanizado, sufrirán menos efectos de corrosión y las redes telefónicas en períodos lluviosos no se afectarán por la humedad.

Figura 60.

urbano, con intención de lograr algún grado de identificación, entre el habitante y su entorno, se han convertido muchas veces en un problema sin solución satisfactoria en estos terrenos. Podría achacarse el poco éxito, al empleo de tipologías y formas de agrupación no adecuadas para estos terrenos, pero los resultados no han sido muy distintos cuando se han utilizado modelos de tejido urbano y formas de agrupación pensados especialmente para esta topografía, a los resultados obtenidos con la cuadrícula tradicional. El ejemplo de la guadua es digno de tenerse en cuenta, ya que con utilización de la manzana cuadrada y la cuadrícula tradicional, logra conjuntos urbanos homogéneos y agradables en estas topografías.

El problema, en parte se debe a que las viviendas al ir escalonándose dificultan la obtención de espacios libres claros, con cualquier forma de agrupación empleada.

Los edificios escalonados pueden presentar buen aspecto vistos de modo individual, pero de no trabajarse dicho escalonamiento y el diseño de cada edificio, con mesura, se contribuye a la imagen de desorden urbano. Evitar este desorden ya sería un aporte al planeamiento en pendientes y se ha logrado en algunos conjuntos populares¹ y en muchos ejemplos construidos con guadua. La "fórmula" utilizada parece ser: a lo dinámico de la topografía, debe responderse con edificios y espacios sencillos, que eviten la sensación de abigarramiento, que causa el fraccionamiento exagerado de los espacios y la complejidad de los edificios. Lo homogéneo y armónico de los grupos urbanísticos logrados con la guadua, en donde la individualidad de cada vivienda se define, con pequeños detalles en el trabajo de carpintería de puertas y ventanas, y acentos de color sobre

planos neutros encalados, se debe sin duda a su disciplinado manejo formal, al uso correcto de pocos materiales, a la adecuada escala humana de sus espacios libres, pero sobre todo a una concepción de espacios y formas con significado y profundas raíces culturales propias.

La techumbre de las edificaciones, es un elemento que adquiere mucha importancia en estos casos, por colaborar o no dependiendo de su diseño, a la unidad de conjunto y la conformación de volúmenes sobrios o dinámicos y perfiles generales adaptados a la topografía.

¹Caso de asentamientos como el barrio El Salvador, en Medellín son logros en topografías pendientes con una arquitectura anónima, humilde, libre de pretensiones, dentro de una gran autenticidad.

En el barrio El Salvador, con banqueos, y viviendas bi y trifamiliares, con sus paramentos que siguen la forma de las vías, tortuosas, terrazas, balcones y colorido vivo en muros y ventanas se consigue un ambiente de mayor dinamismo que el de la arquitectura de la guadua, por medio de una volumetría, de cubos escalonados con las pendientes y muy integrada al resto del tejido urbano.

El barrio El Salvador construido sobre una colina o morro, presenta un trazado vial con curvas que siguen la topografía.

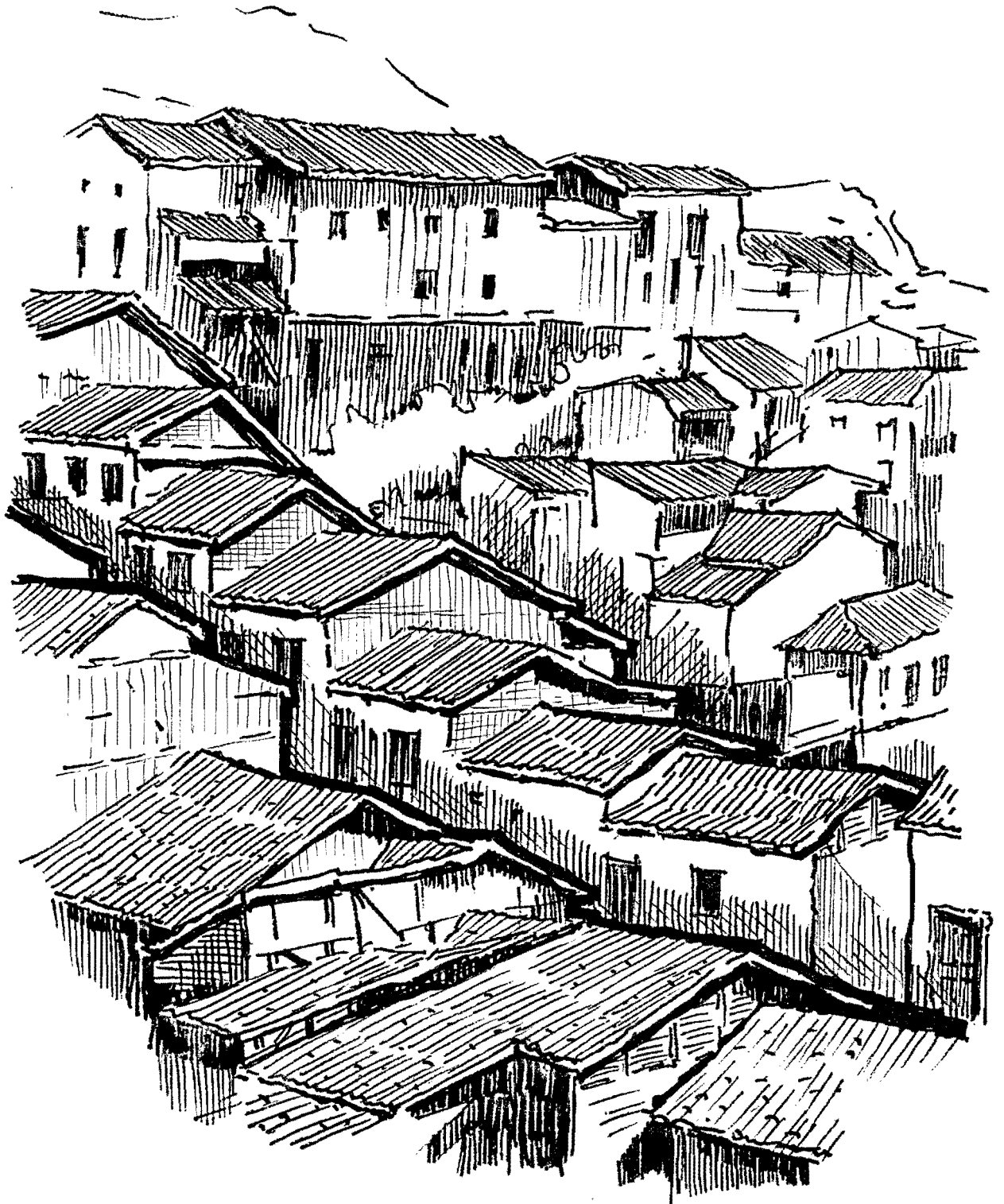


FIGURA 61. VIVIENDAS QUE OFRECEN CULATA A LAS VISTAS

Cuando las cubiertas siguen las líneas inclinadas del terreno , en calles contra pendiente, se consiguen espacios libres definidos, con fugas visuales hacia la parte mas baja de la topografía.

Cuando se emplea cubiertas a dos aguas, con aleros, como en la arquitectura de la guadua y muchos poblados en laderas con arquitectura de influencia colonial, en las calles contra pendiente se fracciona el perfil construido y los aleros, creándose en ocasiones problemas visuales, cuando estos aleros se van interponiendo al descender o ascender por la vía. Los techos a dos aguas escalonados, controlando los escalones entre viviendas, y las culatas, ofrecen posibilidades de ritmos formal y volumétrico.

Con cubiertas planas, o terrazas, más utilizadas en los conjuntos de arquitectura popular en las grandes ciudades, las líneas horizontales, escalonadas han producido buenos resultados, a veces con buen aprovechamiento de las vistas desde las terrazas. En estos asentamientos, el uso de teja de barro sin aleros, es muy frecuente, empleando muros en ático. Al no existir tejadillos que sobresalgan del paramento, la continuidad de estos, es más evidente y el aspecto de las calles contra pendiente, a veces con irrupción de algunos balcones, es unitario.

La atención y el esmero que se empleen en el diseño de las cubiertas, será muy beneficioso para el aspecto y buen uso de futuros conjuntos arquitectónicos en terrenos pendientes y redundará en espacios libres más apacibles.

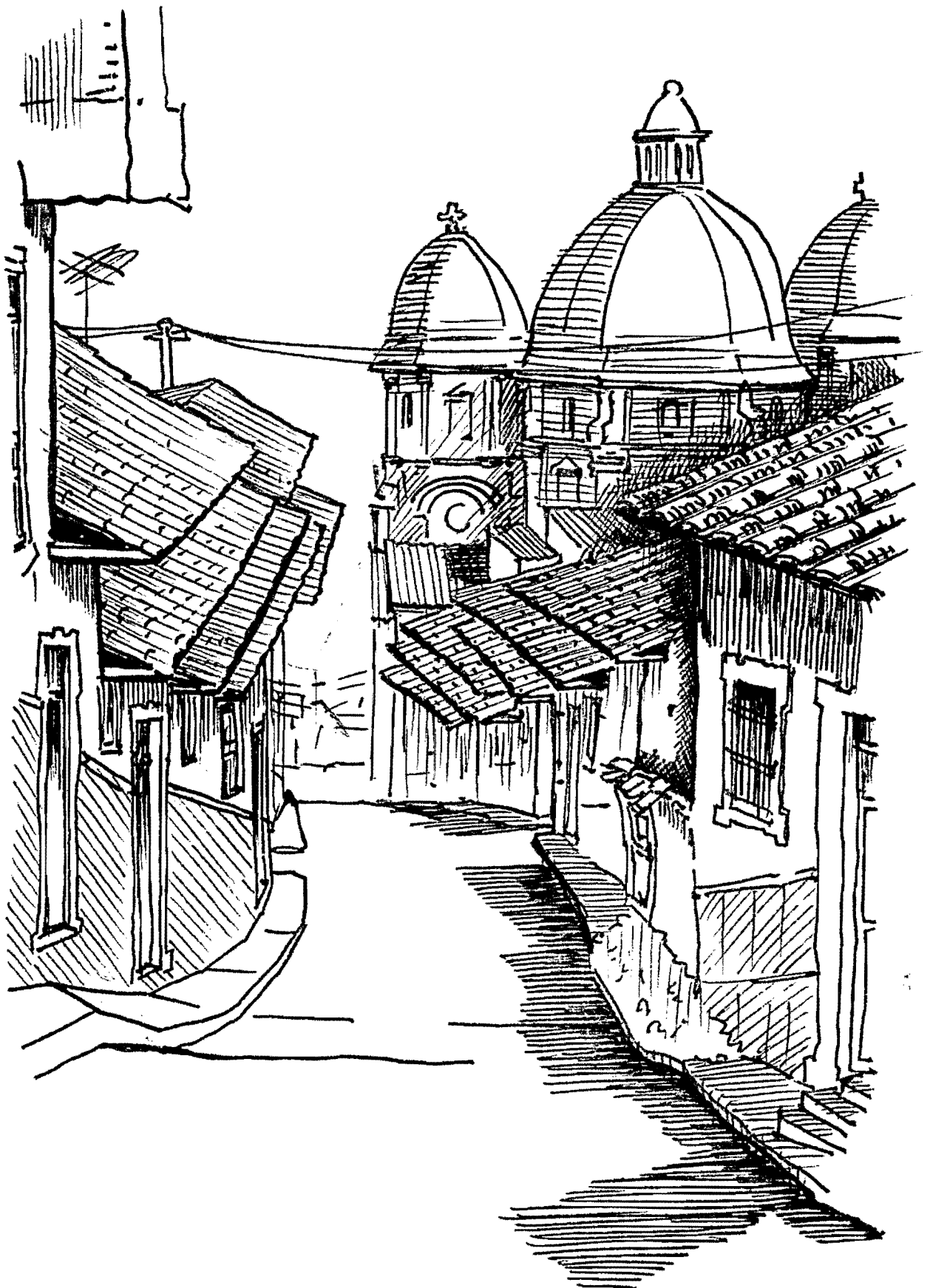


FIGURA 62. JUEGO DE TEJADOS ESCALONADOS CON LA PENDIENTE



FIGURA 63. ALEROS FRACCIONADOS POR LA PENDIENTE DEL TERRENO

agrupación.

6.2.1 Recuento de formas de agrupación más utilizadas en Colombia

Cuando comparamos los sistemas orgánico y racional, vimos que la manzana cuadrada de origen colonial y su tejido en cuadrícula, han sido usados en forma intensa en terrenos montañosos, por la arquitectura espontánea y aún por la oficial. Figura 65. La experiencia del Instituto y otras agencias de vivienda, llevó a una evolución de este tejido hacia otro más "racional", dimensionando la manzana con dos lotes de ancho en uno de sus lados, generando una forma rectangular que se ubica con su mayor longitud contra la pendiente. Esta manzana eliminó muchos de los problemas de desagües en topografías con pendiente mayor al 15%, pero creó otros problemas, que ya han sido analizados. Figura 66.

El Instituto, también ha construido algunas veces una variación a esta manzana con loteo retranqueado, con lo cual se producen pendientes algo menores en vías y redes, posibilidad de mejores visuales desde las viviendas, pero también un relativo mayor costo, por producirse una mayor área de fachada en cada vivienda. Figura 67. El descuido por el diseño de los espacios abiertos, produjo con este tipo de manzanas, calles con espacios muy torturados, partidos por calzadas y senderos, en dos formas triangulares inclinadas. Estas manzanas con retranqueo en su loteo, se pueden utilizar mejorando el diseño de los espacios y estudiando posibilidades de diseñar en ellas, viviendas sin patio, apareadas por los fondos, o con patios que no ocupen todo el ancho del lote, para aumentar la longitud de muros medianeros y rebajar costos. También pueden dar buen

resultado en vivienda Bi, Tri y multifamiliar.

En los conjuntos multifamiliares las formas de agrupación se han limitado a unas pocas soluciones: Bloques aislados de dos o más apartamentos por piso, enlazados por escaleras que salvan los desniveles a medios pisos, o pisos completos, o hileras escalonadas de bloques apareados. Como caso excepcional se han ensayado soluciones de edificios con puente de acceso a nivel intermedio. Figura 70.

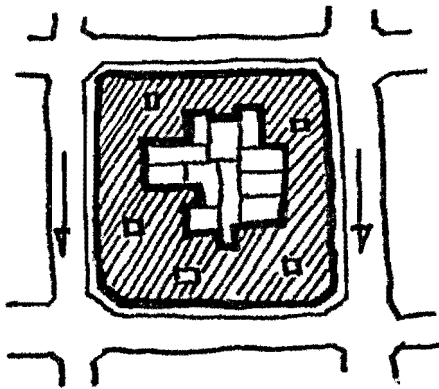


FIGURA 65. MANZANA TRADICIONAL CON TEJIDO EN CUADRICULA

La forma de agrupación, con manzanas cerradas para vivienda unifamiliar, con patios privados para iluminación y frente de las unidades a vías por los cuatro costados.

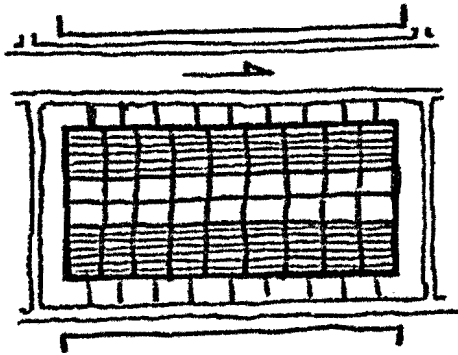


FIGURA 66. MANZANA RECTANGULAR DEL INSTITUTO DE CREDITO TERRITORIAL

Manzana rectangular de dos lotes de ancho, por 8 a 10 de largo, vivienda unifamiliar con patio privado y en recientes desarrollos colectivo, por reducción del loteo a 6 x 6 mts. Algunas veces, se construye con antejardín.

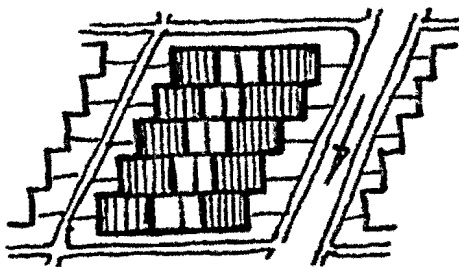


FIGURA 67. MANZANA CON LOTEADO RETRANQUEADO

Manzana rectangular con loteo retranqueado, variación de la anterior. En algunos casos se ha logrado vistas lejanas abriendo las esquinas de la vivienda. puede hacerse coincidir el ángulo \emptyset de las vías contra pendiente

con el de los retranqueos: con lotes de 6 mts. de frente retranqueados 2 mts. cada lote, se obtiene ángulo \emptyset de 30°

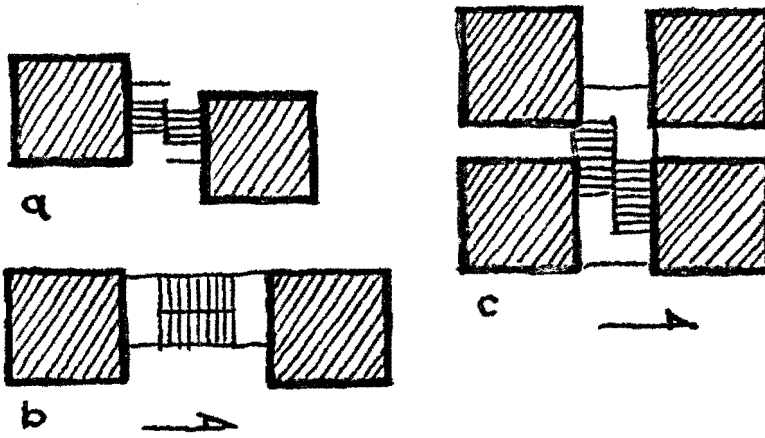


FIGURA 68. MULTIFAMILIAR AISLADO.

Bloque multifamiliar aislado enlazado por escaleras a medio piso o piso entero.

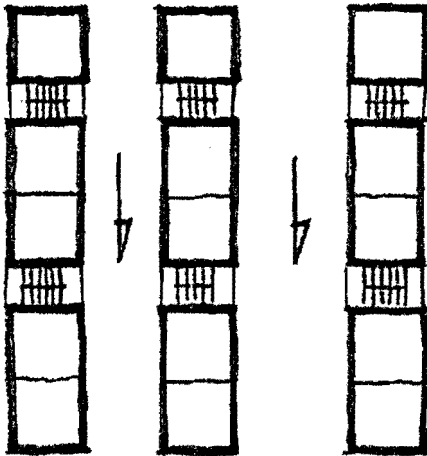


FIGURA 69. BLOQUES CON ESCALAS EN HILERA CONTRAPENDIENTE

Bloques en hileras contra pendiente, con viviendas apareadas por escaleras.

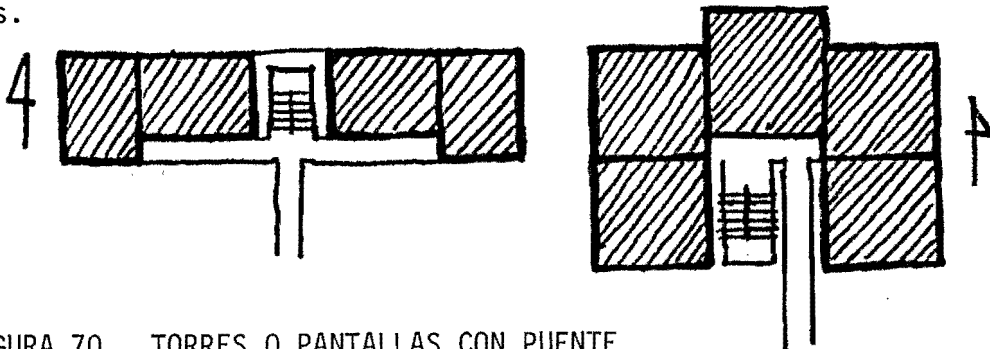


FIGURA 70. TORRES O PANTALLAS CON PUENTE

Torres o pantallas aisladas, con puente de acceso intermedio

6.2.2 Necesidad de una clasificación de las formas de agrupación

La experiencia urbanística, como la arquitectónica, son muy realistas y de ningún modo puede englobarse mediante morfologías abstractas o, formas espaciales, toda su complejidad, ni mucho menos mediante un intento de clasificación, ignorar fenómenos específicos sociales, históricos o culturales. La necesidad de clasificar, a pesar de lo dicho, nace de la necesidad de ordenar y simplificar, aceptando el riesgo de que lo descriptivo geométrico puede llevar a esquematismos.

Se usa la escala de manzana o su equivalente, menor a la escala de sector, o de un barrio. El concepto de barrio, en vez de un modelo social, ha venido pasando a ser un pedazo más de la ciudad, sin regirse por la escala parroquial como fue lo tradicional, ni por la de la unidad vecinal anglosajona. En la mayoría de barrios, si existe alguna unidad, es la morfología por repetición muchas veces monótona de una forma de agrupación de viviendas o de un tipo de manzanas. Los conjuntos de vivienda multifamiliar, de alguna escala mayor, no difieren mucho de lo anterior. Si bien existe la segregación urbana, por sectores muy definidos por el aspecto ingresos, el barrio como unidad social, ambiental o funcional, no se destaca como algo reconocible, ni es posible en base a él ningún análisis. Existen pocas poblaciones o áreas urbanas, en donde es posible aún diferenciar cada barrio con características propias. En el caso de los asentamientos del Instituto y algunos de origen popular en las grandes ciudades, los tipos de manzana y de tejido urbano que se han venido

repetiendo en diferentes sitios y topografías, hace de esta escala de la manzana, la más adecuada para clasificar. Lo mismo podemos decir para el caso de la arquitectura de la guadua, que por influencias de las leyes de Indias, mantenía la división en parroquias: sólo en casos excepcionales se hace reconocible la escala de barrio, en cambio la forma de la manzana no varía ni en los casos excepcionales.

6.2.3 Origen, evolución y definición de las principales formas de agrupación.

Como en toda la América Latina, las ciudades colombianas observaron en su origen, el patrón de manzana colonial, reconocible en su tejido y repetido hasta épocas muy recientes. Aparecen luego, nuevas formas de agrupación, más como una influencia de culturas Europeas y Anglosajonas que como una evolución al patrón original. En algunos casos, como el ya analizado con la manzana rectangular usada por el Instituto, la evolución si se dá, es meramente formal, conservando en esencia las mismas relaciones que existían en el tejido colonial: la disposición de viviendas con frente a calles y patios individuales construibles, introduciendo en algunos casos un elemento nuevo: el antejardín.

Las agrupaciones multifamiliares, con excepción de las desarrolladas en las manzanas antiguas del centro de la ciudad, por densificación, se inspiran en esquemas foráneos. Los primeros asentamientos de vivienda multifamiliar, por fuera del tejido tradicional, se inician en la mayoría de ciudades colombianas, influenciados por el urbanismo entonces en boga, de edificios aislados y en hileras. Las formas cerradas con patio colectivo

aparecen a finales de la década del 70, cuando como reacción contra el urbanismo anterior y como respuesta a un fenómeno de inseguridad urbana crecientes, se construyen las primeras soluciones. Esta forma ha empezado a ser atacada por algunos, considerando con razón, que compartamentaliza sectores de la ciudad, colaborando con la segregación urbana.

Al hacer un esfuerzo por clasificar las seis formas de agrupación mencionadas en 6.2.1, tenemos que reducirlas a tres formas básicas, que engloban a las anteriores y a un gran número de variaciones de ellas, concluyendo en las siguientes: 1. forma cerrada; 2. forma lineal; y 3. forma aislada. Salvo diferencias de altura y detalles puede decirse que estas son las tres formas básicas, universales de agrupación. Figuras 71, 72, 73.

La forma cerrada, con manzana construida por sus cuatro costados, con patios de propiedad individual, en muchos casos construidos intensivamente, es muy antigua, y llegó a la América Latina, por medio de la corriente cultural mediterránea.* Esta forma con el patio de propiedad colectiva, surge en el Norte de Europa en el siglo XIX, época en la cual se inician los problemas de vivienda modernos, con la aparición de la revolución industrial. No se trata como se vé de una evolución de la manzana tradicional en nuestro medio, al eliminar la propiedad privada de los patios internos, sino de un planteamiento que nace en la Europa industrializada,

* Trazados ortogonales con manzanas construidas por las cuatro calles se encuentran en Grecia: Mileto, Rodas, en Egipto: Kahum Tell-El-Amarna y luego en Roma.

por iniciativa de organizaciones de beneficio social, y cooperativas*, para lograr edificios multifamiliares de altura media, dando a calles, y patios de uso común.

La forma lineal, con edificios en hilera, que definen espacios alargados, abiertos, se origina en los mismos países a principios del presente siglo, como resultado de una tendencia urbanística, que atacó la forma cerrada, basándose en la necesidad de más aire, luz y sol.

La forma aislada, con gran connotación rural, es quizás tan antigua como la cerrada y su verdadero origen se pierde en la historia. Su utilización intensa actual tiene dos explicaciones posibles: una, como reacción a la contaminación de la ciudad industrial y su falta de sol y luz, la cual fue impulsada por el movimiento de arquitectura moderna y especialmente por Le Corbusier, con su propuesta de "ciudad jardín vertical". Esta forma terminó por imponerse en muchos países, con edificios lineales o cuadrados (caso del centro Antonio Nariño en Bogotá de la década del 50), de distinta altura y sueltos. Esta forma sigue siendo muy usada en el terreno montañoso en Israel. La otra explicación, es por la influencia anglosajona, que utiliza esta forma de agrupación con vivienda unifamiliar, produciéndose grandes barriadas de baja densidad, con grandes reminiscencias rurales: típico fenómeno del suburbio norteamericano, con altos costos de construcción y de mantenimiento de infraestructura y vías,

* H. DELLMAN y Otros. Conjuntos residenciales. G.G, Barcelona, 1977

que se consiga. Esto para no incluir otros aspectos que pueden ser subjetivos. En cuanto a la altura más aconsejable para la vivienda, mucho se ha escrito, sobre los edificios bajos, que extienden al infinito las ciudades, y de los problemas de los edificios en altura que exigen la presencia de elementos mecánicos de circulación vertical costosos y que dificultan a niños y ancianos el uso de la vivienda. Algunos psicólogos han sostenido que la vivienda en altura dificulta la comunicación e identificación de los usuarios.

En cuanto a los espacios públicos, independientemente de su altura, los edificios deben tener una separación tal, que permitan la privacidad de la vivienda, lo cual elimina los espacios muy estrechos, pero a su vez los espacios libres muy amplios, conducen a la pérdida de escala e identidad, se convierten "en tierra de nadie".

Lo anterior ha llevado a preferir en la mayoría de países, las viviendas de altura media y bajas y espacios libres no muy grandes, claros y definidos, relacionados estrechamente con los edificios.

En terrenos pendientes, los edificios altos, aunque admiten según su diseño, accesos a nivel intermedio, minimizando la necesidad de medios de circulación mecánicos, pueden resultar un obstáculo visual, para viviendas localizadas, en la parte superior del terreno, y su uso indiscriminado puede afectar el paisaje y las vistas del valle hacia la montaña. La experiencia en Israel con estos edificios, a pesar de resultar muy económicos para estos terrenos, si el suelo tiene alguna capacidad portante, ha venido siendo revisada, para tratar de preservar el paisaje natural,

utilizando estas soluciones de una forma limitada, y en los casos en que afecte menos tanto a otras viviendas, como el aspecto general de los asentamientos. En Bogotá existen algunos ejemplos de pantallas alargadas de edificios altos construidos en el centro, que niegan las vistas hacia los cerros. Su uso debe entonces limitarse a casos donde sirvan de acento a la topografía y no perjudiquen las visuales.

Sobre los espacios libres en estos terrenos se hicieron algunas recomendaciones en 6.2

Estudieemos ahora cada forma de agrupación en detalle:

Forma aislada. Figura 77.

Con edificios multifamiliares de baja y mediana altura (2 a 5 pisos), se obtienen densidades medias, buenas zonas verdes, buen asoleamiento y buena ventilación y vistas. Genera alto porcentaje de vías. Su capacidad de adaptación a la topografía es muy buena, lo cual habilita esta forma de agrupación para pendientes hasta del 60%. Los espacios libres, públicos y privados, con poca connotación urbana, son difíciles de controlar y costosos de mantener y administrar, lo cual la hace más apropiada, para asentamientos para familias de ingresos altos y medios, en la periferia de las ciudades. Con edificios altos multifamiliares y con acceso a nivel intermedio (puentes) se logra buena densidad y costos menores. Es posible con esta forma de agrupación lograr un sentido de identificación del habitante, cuando se trata de conjuntos pequeños o medianos. Para vivienda unifamiliar o bifamiliar, se puede aplicar en asentamientos

rurales o para soluciones exclusivas de familias de ingreso alto. En general esta forma de agrupación no resulta muy económica en ningún tipo de terreno, pero es preferida por la gente, por las ventajas de ambiente y privacidad relativas.

Forma Lineal. Figura 78.

Con esta forma de agrupación, se obtienen en general buenas densidades y porcentajes altos de vías. Ha sido utilizada, en general para vivienda multifamiliar, con hileras continuas, o con bloques paralelos. Las manzanas para vivienda unifamiliar de reciente uso por el Instituto, con patios colectivos, pueden clasificarse como lineales. Su adaptación a terrenos pendientes es muy aceptable, pudiéndose trabajar con las unidades adosadas, libres o enlazadas en su desplazamiento vertical para escalonarse según la pendiente. Muy pocos ejemplos existen en Colombia de uso de esta forma de agrupación, con sus hileras paralelas a las curvas de nivel, ya que el sistema racional de adaptación a la pendiente, usado en la mayoría de los asentamientos no posibilita esto por problemas de desagües, cuando la pendiente del terreno es mayor al 15%.

Con el sistema orgánico, su disposición paralela a las curvas de nivel se hace posible y generará asentamientos con mejores posibilidades, constructivas, de vistas y espaciales. Su uso frecuente actual con hileras contra la pendiente, da como resultado viviendas con su frente a espacios alargados, inclinados, con vistas limitadas. Figura 78.

Forma Cerrada. Figura 79

Con sus patios de propiedad individual, y proporción cuadrada es la forma de agrupación más utilizada en la arquitectura de la guadua con problemas de desagües, cuando la pendiente es mayor al 15% y con proporción rectangular por el Instituto con resultados que analizamos en el capítulo correspondiente. Con patios de propiedad colectiva, esta forma de agrupación ha venido siendo muy utilizada en los últimos años, para vivienda multifamiliar y en terrenos relativamente planos.

Con esta forma se logran densidades muy altas y porcentaje medio de vías, pero limita las visuales, y de no diseñarse cuidadosamente, puede crear problemas de ruidos y registros entre viviendas en las esquinas. Como ventajas, define muy bien los espacios, que si no se densifican en exceso producen un ambiente agradable, y alto sentido de identificación entre sus habitantes. Los espacios libres que define, pueden ser en parte propiedad de viviendas de los primeros pisos.

Esta forma es la menos apropiada para terrenos muy pendientes, ya que con patios colectivos o claustros, la inclinación del terreno les hace perder su definición y sentido, haciendo difícil que las viviendas se vuelquen al espacio común, sobre todo las del costado inferior del terreno. Con los claustros alargados, en el sentido que siguen las curvas de nivel, puede adaptarse a pendientes medias, y si se evoluciona a formas semicerradas, se lograrán buenos conjuntos. Figura 80.

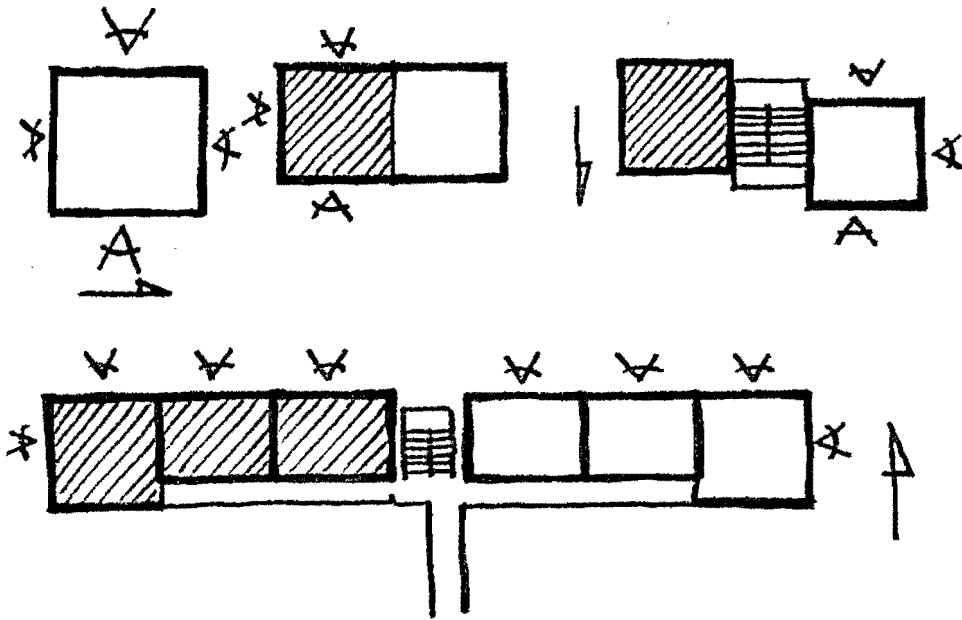


FIGURA 77. FORMAS AISLADAS

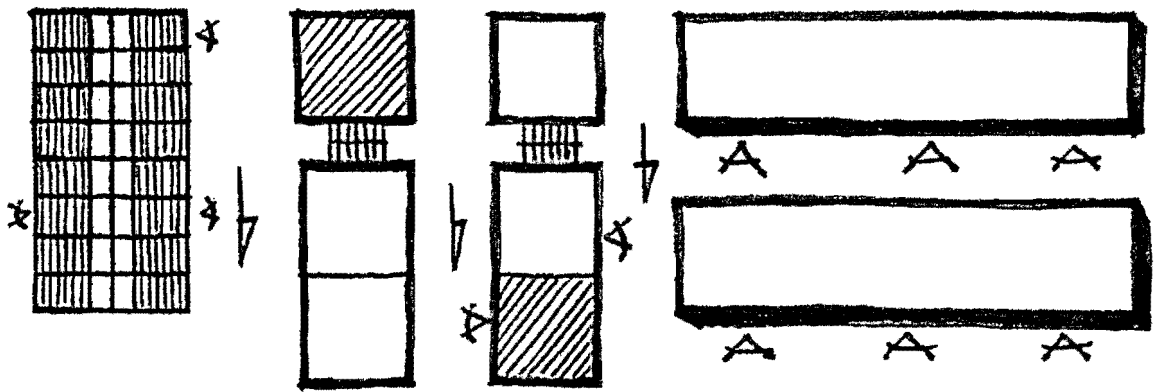


FIGURA 78. FORMAS LINEALES

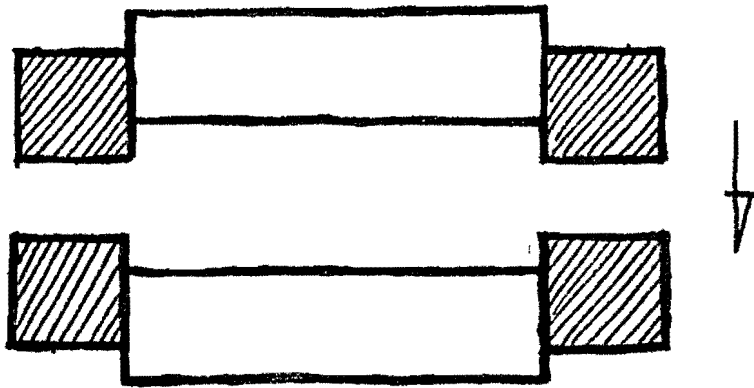


FIGURA 79. FORMAS CERRADAS

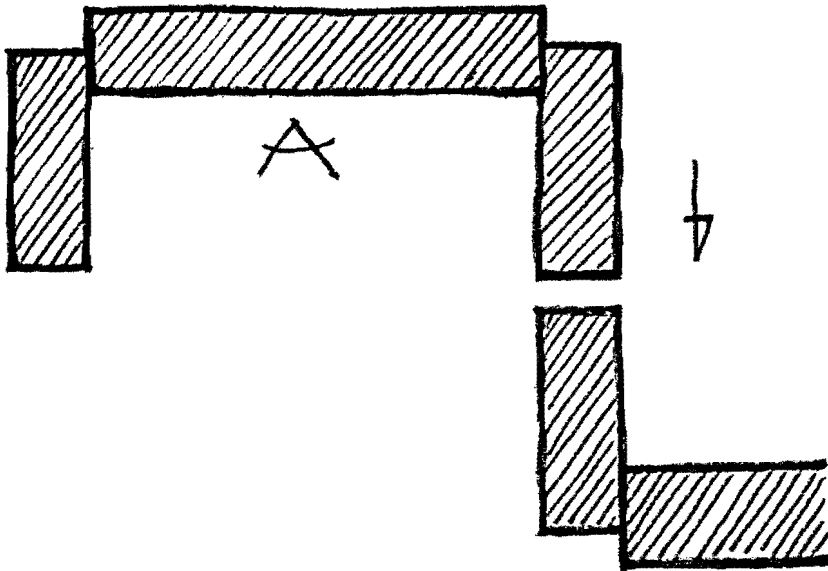


FIGURA 80. FORMAS SEMICERRADAS

La monotonía de muchos conjuntos urbanos, se produce a pesar de lo caótico de sus espacios abiertos, por la repetición de una sola forma de agrupación, en extensas áreas de la ciudad y en topografía montañosa, a pesar de las variaciones del terreno.

Si se estudia una combinación adecuada de formas de agrupación: Lineales, cerradas o semicerradas, con algunas aisladas, el resultado ambiental mejorará notoriamente.

En terrenos quebrados, si se planifica con respeto por la forma de la topografía, considerando las variaciones de la pendiente, garantizando las vistas al mayor número de viviendas posible y con tipos de vivienda adecuadas para estos terrenos, lograremos un habitat más amable.

Ningún edificio puede ser privado de su contexto urbano o paisajístico, pero en cambio, son innumerables los ejemplos en todas las épocas y países, de espacios, que son de gran valor estético y ambiental, por ser auténtica su concepción, sin tener en ellos ningún edificio de notable valor arquitectónico.

Los conjuntos urbanos de vivienda deben ser planeados dentro de un contexto similar, debiendo primar la concepción de los espacios abiertos, públicos y privados y someter a ellos de modo consciente y disciplinado el diseño de los edificios que conforman estos espacios.

Los acentos, que deben proponerse en muchos casos, para dar mayor relieve a puntos del terreno o a los espacios de más importancia, siempre dejarán

la posibilidad de producir edificios con un valor singular. Nuestra tradición arquitectónica, en lo que a las corrientes indígena y Española se refiere, y luego a la arquitectura popular, no es en ninguna región del país, ni en ninguna época, ejemplo de abigarramiento, recargo o complejidad formal ni espacial. Los intentos a través de una arquitectura culta en la década del 50, de construir a través del uso indiscriminado de gran número de materiales y formas, no dejó de ser un hecho aislado y con vida muy efímera. Las incursiones de algunos arquitectos en estilos de moda en otras latitudes, con algún viso de barroco, al menos externo, no han pasado de ser anécdotas dentro de la producción global arquitectónica colombiana.

Si bien es cierto que en artes, como la pintura, la música o la literatura, son notorios en Colombia, cierta desmesura y exageración, con límites difíciles de definir a veces, entre lo sublime y lo cursi, la arquitectura, aún la más sofisticada ha logrado no caer en tales excesos. Si se han adoptado con frecuencia cíclica, esquemas foráneos estos han sido al menos tratados con elegancia y sobriedad.

6.3 ALTERNATIVAS DE DISEÑO SEGUN EL GRADO DE PENDIENTE

En este trabajo, como se anotó en 5.5.6, se limita la planeación, diseño y construcción a terrenos cuya pendiente oscila entre un 15 y un 60%. Lo anterior por cuanto las pendientes menores al 15% no ofrecen dificultad insalvable y muchas de las alternativas aquí planteadas, se aplican con ligeras modificaciones a los terrenos con pendiente hasta del 15%. El tope de 60%, se definió, teniendo en cuenta la necesidad de pendientes

habitables para conjuntos urbanos, la necesidad de escaleras sobre el terreno con comodidad mínima y los altos costos y gran dificultad que ofrecen pendientes mayores, lo cual justificaría su desarrollo, sólo en casos especiales.

Se verán entonces alternativas de diseño que ofrecen terrenos con pendiente entre 15 y 60%.

6.3.1 Las variables

Las variables que deben considerarse, por afectar toda solución en pendiente, como vimos en 5.5.7, son: ancho de la unidad contra la pendiente, y alto de su escalón. Se parte de la base de que sea cual sea el sistema: con banquetes, o sin ellos, las unidades de vivienda deben disponerse con sus lados paralelos a las curvas de nivel.

Las unidades de vivienda pueden disponerse en forma libre o enlazadas, si su escalonamiento depende o no, de las unidades vecinas. Figuras 82 y 84

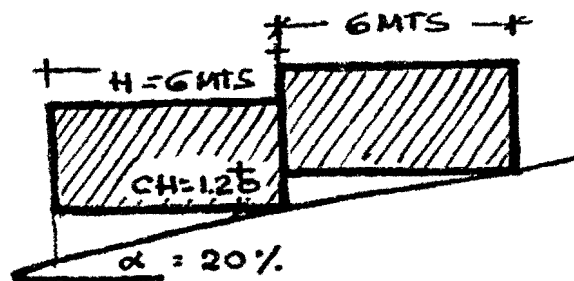


FIGURA 81. CON UNIDADES LIBRES

Para pendientes de 20% y H=6 mts. CM será 1.20 mts.

El ancho de la unidad H y el alto del escalón CH, son las dos variables que afectan el diseño en terrenos pendientes, ya que según su relación se define la menor o mayor adaptación de las unidades al terreno.

La relación $\frac{CH}{H}$, es igual a la pendiente del terreno. En la Figura 81

$$CH = 1.20 \text{ mts y } H = 6 \text{ mts. } \frac{CH}{H} = \frac{1.20}{6} = .20 = 20\% \text{ de pendiente.}$$

Las variables CH y H se han asimilado, a la manera como una escalera define, en base a las dimensiones de su huella y su contrahuella, su pendiente.

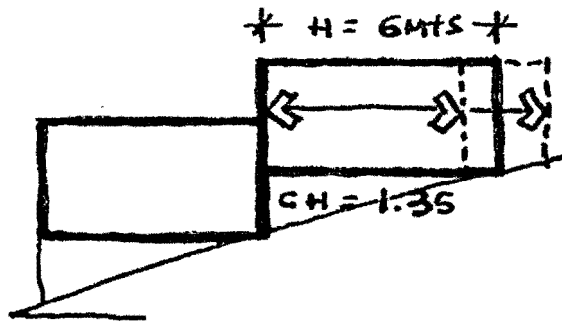
Se puede deducir de esta relación, que para una adaptación a pendientes altas, con unidades libres, habrá que disminuir H, para no tener que aumentar la dimensión CH. Ya se vió que CH, al aumentar produce mayor costo en la construcción, por incrementarse las cantidades de cortes, llenos, muros de contención o la estructura, según se adopte el sistema de banquetes o no.

La disposición libre de las unidades, o su disposición enlazada incide en la forma y grado de adaptación de estas a una gama de pendientes dadas. Con las unidades enlazadas a medio pisos o pisos completos CH, tendría dimensión única: 1.35 mts. o 2.70 mts, haciendo que las unidades de vivienda se adapten a pendientes muy limitadas, a menos que varíe H. En el caso de enlaces a pisos completos traslapando las unidades, en mayor o menor grado para no variar H. Figura 82. Con las unidades dispuestas

libres, CH variará hasta límites económicos, adaptándose las unidades de vivienda a una gama mayor de pendientes, sin necesidad de variar H.

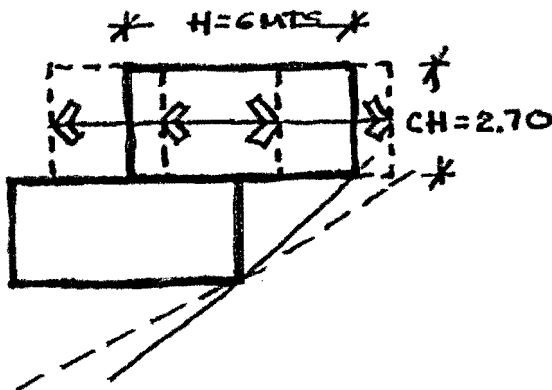
Figura 84.

FIGURA 82. Disposición de unidades enlazadas a medio piso



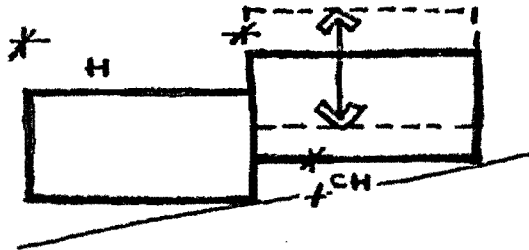
La adaptación a las pendientes se logra únicamente con variación de la dimensión H lo cual limita esta solución.

FIGURA 83. Disposición de unidades enlazadas a piso completo



Sin variar H, se puede lograr la adaptación por mayor o menor traslapeo entre unidades.

FIGURA 84. Disposición libre de las unidades



Variando CH, dentro de ciertos límites se logra la adaptación al terreno.

Las dimensiones CH y H pueden variar dentro de ciertos límites: si CH es muy grande afectará el costo de la construcción. Si H aumenta mucho, con algunas formas de agrupación se elevará el costo del asentamiento.

En el presente trabajo se define como dimensión máxima de CH 1.20 mts. H es variable y en promedio puede fijarse como 6 mts., para unidades unifamiliares en hileras contra la pendiente, ya que en este caso H = ancho o frente del lote. H cuando coincide con el frente del lote puede ser menor a 6 mts. (5 y 4 mts.) para unifamiliares y hasta 3 mts para algunos casos. H puede ser mayor en casos de unidades enlazadas distinta a las unifamiliares, y cuando por ser la forma de agrupación, con hileras paralelas a las curvas de nivel, H no coincide con el frente del lote.

La ventaja de la disposición libre de unidades sobre el terreno, está, en que aún con límite para CH, de 1.20 mts., podrá variar dicha dimensión entre 0 y 1.20, dando posibilidad de adaptación a una gama amplia de

pendientes.

En el caso de Medellín en donde el loteo de frente mínimo es 6 mts., si se utiliza la forma de agrupación de hileras contra la pendiente y con $CH = 1.20$, el modelo se adaptará hasta pendientes del 20% sin quiebre en el piso. Figuras 85 y 86.

FIGURA 85. Unidades en corte sobre el terreno

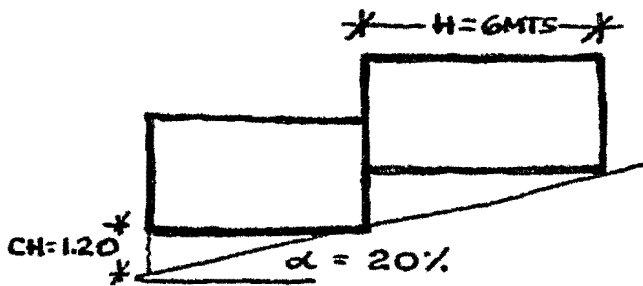
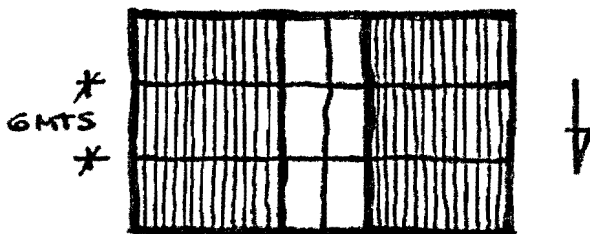


FIGURA 86. Agrupación con hileras escalonadas contra pendiente



Esto hace, que para pendientes mayores, si $H = 6$ y $CH = 1.20$ sea necesario "quebrar" el piso de las unidades, resultando un escalon intermedio, que obligan a escaleras adicionales internas y sobrecostos. Con $H < 6$, con frentes de 5, 4 y 3 mts. las soluciones sin quiebre en el piso se

habilitan para pendientes de 25%, 30% y 40% respectivamente. Figura 87

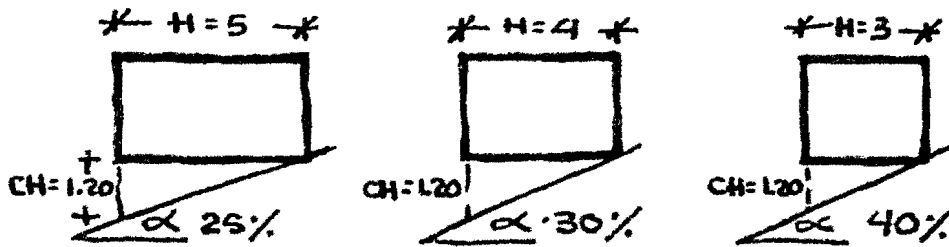


FIGURA 87. ADAPTACION DE UNIDADES CON $H=6$

Si la forma de agrupación es con hileras paralelas a las curvas de nivel manteniendo CH con 1.20, se debe controlar el frente del loteo debiendo procurarse según la pendiente que éste sea de proporción cuadrada. Figura 88.

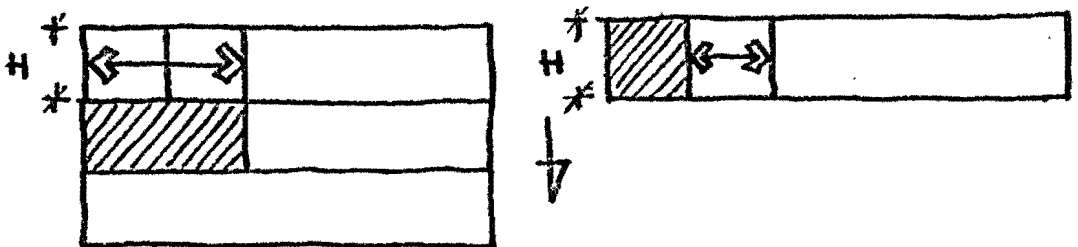


FIGURA 88. ADAPTACION CON HILERAS PARALELAS A CURVAS DE NIVEL

Con formas de agrupación con hileras contra la pendiente, H = frente del lote, debiéndose procurar obtener fondos profundos de lote. Figura 88.

Como se ve, esto daría loteos con una de sus dimensiones muy reducida y hace necesario pensar en lotes menores de 6 mts. de frente para pendientes altas, o con menos de 6 mts. en una de sus dimensiones. Los lotes con

uno de sus lados de 3, 4, ó 5 mts., permiten diseñar viviendas habitables y se han dado en todo el mundo. (Le Corbusier propuso loteo de 3 mts., teniendo en cuenta los problemas de vivienda en la Europa de post guerras).

Las soluciones con quiebres en el piso, se hacen necesarias en algunas condiciones del terreno, a pesar de su extracosto y la incomodidad que pueden traer. Esto se ve compensado en algunas soluciones, con una menor área de lote por vivienda, o con loteos compartidos, que al hacer aumentar la densidad, equilibran el mayor costo de construcción. Con el sistema orgánico se facilitan estas soluciones.

Como la habitabilidad de los asentamientos sobre topografía montañosa, depende en mucho de no exagerar los ascensos sobre el terreno y en el interior de las viviendas, en este estudio se fija como límite, el de máximo un quiebre por unidad de vivienda. Figura 89

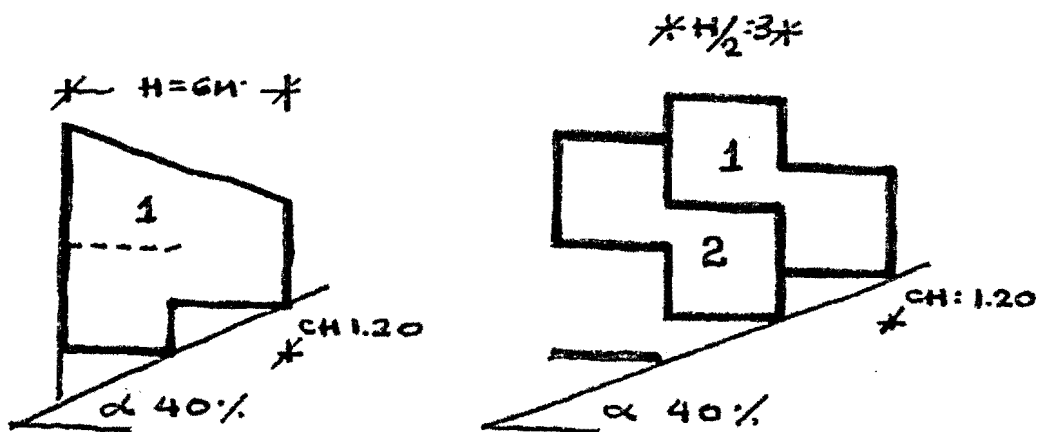


FIGURA 89. UNIDADES CON UN QUIEBRE EN PISO MAXIMO

Con quiebres en el piso, las unidades se adaptan a pendientes mayores, debiéndose pensar en su conveniencia, si admiten mayor densidad y si no exageran niveles internos incómodos en las viviendas.

Las soluciones enlazadas, con quiebre en el piso de la vivienda y con loteo compartido dan un tipo interesante, de alta densidad, Figura 89, en general estas soluciones son más aptas para vivienda Bi Tri y multifamiliar al poderse dividir su extracosto entre varias unidades. (Incluso CH, puede en estos casos ser mayor a 1.20).

6.3.2 La densidad

Puede darse por aceptado, que los aumentos de pendiente van en forma directamente proporcional, al aumento de los costos de construcción, con cualquier sistema utilizado, pero este hecho se equilibra por dos realidades: La densidad puede aumentar en forma proporcional al aumento de la pendiente y el costo de la tierra, disminuye a medida que la tierra tiene mayor pendiente. Para explicarse esto, basta considerar lo siguiente: Los costos de la tierra, tomando como ejemplo la ciudad de Medellín se comportan según líneas de isoprecios que disminuyen su valor a medida que se alejan del centro de la ciudad, pero conformando líneas alargadas de mayor valor en el sentido Norte-Sur, eje plano del valle, y líneas más cercanas al centro de valor bajo, en el sentido Este-Oeste, donde las curvas de nivel aumentan a pendientes mayores al 15% y muestran valores cada vez más bajos con el aumento de la pendiente.* este comportamiento

* JIMENEZ DE T., Sonny y Otras. La vivienda en Medellín. Cuantificación del capital invertido. Centro de publicaciones U.N., 1977

se repite en muchas ciudades con topografía montañosa en todo el mundo. En cuanto a densidad, existen varios factores que hacen que esta pueda aumentarse con los aumentos de la pendiente del terreno: los patios y espacios libres entre las viviendas, contra pendiente pueden disminuir, sin causar problemas de registro o de asoleamiento, los loteos pueden disminuir su área, sin disminuir la de la vivienda, si se utilizan quiebres en el piso. Las soluciones enlazadas con loteo compartido, aumentan el número de viviendas por hectárea, y en multifamiliares pueden aumentarse el número de pisos, sin ascensor con accesos a nivel intermedio. Las normas vigentes en muchos casos, inspiradas en terrenos planos obstaculizan lograr mayores densidades en pendientes. Figuras 90, 91, 92, 93.

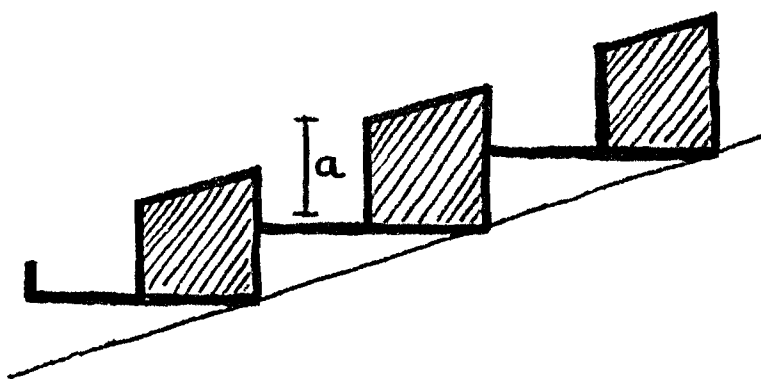


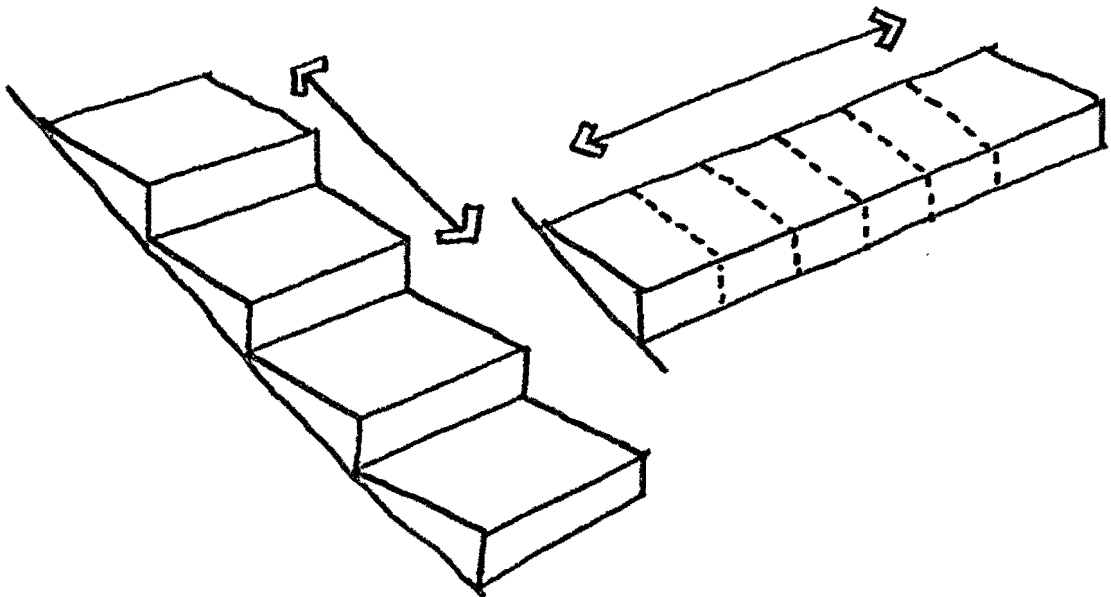
FIGURA 90. PATIOS QUE PUEDEN DISMINUIR AREA POR PENDIENTE

Patios, que al escalonarse pueden disminuir su área por tener un lado menor altura.

En conjuntos urbanos para familias de ingreso medio o alto, la necesidad de aparcaderos, haría válido el aumento de CH, para localizar estos debajo de las viviendas.

En cuanto a la agrupación, las unidades en hileras libres escalonadas contra pendiente tienen por desventaja no permitir fácilmente sistematizar su construcción por las interrupciones de los escalones. Esto hace necesario sistemas constructivos especiales. Con las unidades en hileras paralelas a las curvas de nivel puede plantearse mayor continuidad constructiva. Figura 94.

FIGURA 94. FACILIDAD CONSTRUCTIVA CON HILERAS PARALELAS A CURVAS DE NIVEL



Al trabajar hileras contra pendiente, enlazando varias unidades, para obtener tramos largos de planchas o cubiertas, se obtiene como ventaja la posibilidad de sistematizar la construcción, como en el caso de hileras paralelas a las curvas, limitándose esta solución a vivienda multifamiliar. Figura 95

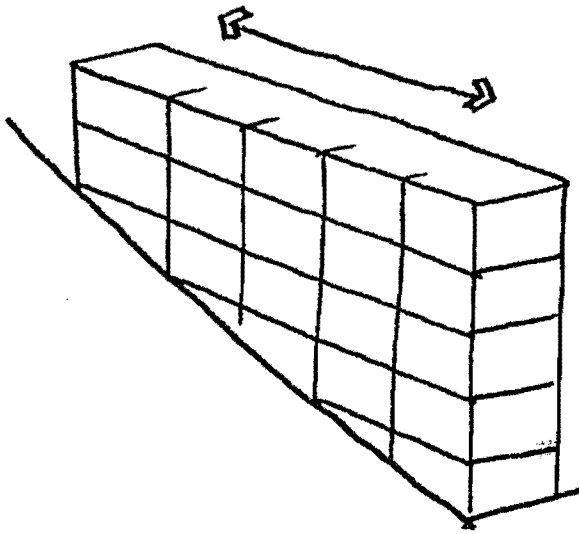


FIGURA 95. PANTALLAS CONTRA PENDIENTE

Esta solución admite sistematizar la ejecución de la estructura y no obstruye vistas, pero debe limitarse su altura, para evitar ascensores en viviendas de costo bajo y medio.

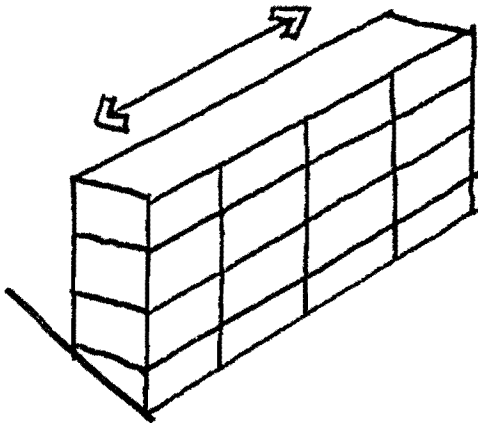


FIGURA 96. PANTALLAS PARALELAS A CURVAS DE NIVEL

Las pantallas altas alargadas en el sentido de las curvas de nivel son económicas, permiten sistematizar la construcción, pero desde el punto de vista paisajístico, obstruyen visuales de las viviendas situadas por encima de ellas.

Las formas aisladas son utilizables en asentamientos rurales, con multifamiliares en situaciones especiales de acentos de un lugar determinado de la topografía. Estas soluciones aisladas como anotamos se justifican para vivienda de costo alto.

6.3.3 Crecimiento de la vivienda

En las áreas rurales de todo el mundo ha sido una constante histórica, la autoconstrucción, el crecimiento y la variación de la vivienda, según las necesidades y prioridades de la familia. Por ser este un medio, donde la tierra es relativamente barata, donde no existen restricciones normativas y se construye con materiales de la región, fáciles de obtener y con tecnologías tradicionales accesibles a la mayoría de la población. Los migrantes de las áreas rurales a las ciudades de países del tercer mundo, con sus valores culturales y su incapacidad económica de acceder a las soluciones de vivienda de menor costo, hicieron y hacen de la autoconstrucción un fenómeno dominante en la mayoría de asentamientos populares. Turner y Mangin, como ya se analizó en el capítulo correspondiente, plantearon un modelo, que tuvo gran acogida, basados en esta realidad, dicho modelo consiste en: 1) invasión o compra de tierras sin servicios a muy bajo precio; 2) construcción progresiva de viviendas y autoconstrucción gradual hasta lograr una vivienda definitiva; 3) organización comunitaria, para lograr la tenencia de la tierra, la defensa del asentamiento, o la instalación de servicios e infraestructura. Cuando los gobiernos adoptan el modelo, se cumplen al menos: compra de tierra barata, constitución de vías e infraestructura y a veces solución de vivienda mínima para

desarrollarla por autoconstrucción. En muchos países, con fondos de entidades financieras internacionales, se dieron y siguen dándose los llamados programas de mejoramiento de asentamientos existentes por parte del Estado. Este modelo como ya se dijo entró en crisis, en parte por los altos precios de la tierra. A pesar de la evidencia de la falla de modelo descrito, subsiste el problema siguiente: para los pobres urbanos las soluciones ofrecidas en el mercado de viviendas siguen siendo inaccesibles por su costo, y el desarrollo progresivo, para quienes dentro del mercado legal pueden acceder a la solución mínima, al menos ofrece la esperanza de alcanzar mejores índices de habitabilidad futuros. Por esto sería un grave error ignorar la importancia que aún tiene el concepto de desarrollo progresivo.

En este trabajo se plantea como alternativa, la propiedad compartida de la tierra para pobres urbanos y soluciones Bi Tri y multifamiliar para rebajar los costos de lotes por familia. Para vivienda unifamiliar, en los casos que esta sea la única posibilidad,⁹ el crecimiento vertical. El crecimiento horizontal debe limitarse en lo posible por los valores de la tierra.

El crecimiento de la vivienda está muy relacionado con la tenencia de ésta: con viviendas en alquiler se hace muy complicado. Si desaparece en un futuro el ideal de una casa propia para cada familia, el desarrollo progresivo perderá importancia, dando prioridad a conceptos de variación interna de las viviendas, mantenimiento de estas y facilidad de movilidad a otra vivienda arrendada, cuando la familia cambie su composición o varíe su ingreso.

En terrenos pendientes, el crecimiento en su modalidad horizontal se ve condicionado y limitado por las características de la topografía.

Según el grado de pendiente y el tipo de vivienda se dan posibilidades diversas de crecimiento. Las viviendas Bi, Tri y multifamiliares también admiten su desarrollo posterior.

En general las posibilidades de crecimiento horizontal dependen de la forma de agrupación, de la pendiente del terreno y del tipo de vivienda: con piso de la vivienda inicial, si la forma de agrupación es en hileras contra la pendiente, el crecimiento horizontal se puede lograr todo plano hacia el fondo y frente del lote. Figura 97 a.

Con piso de la vivienda inicial plano, si la forma de agrupación es en hilera paralela a las curvas de nivel, el crecimiento resultará con quiebres en el piso. Figura 97 d.

Si la vivienda inicial tiene quiebres en el piso, y la agrupación es con hileras paralelas a las curvas de nivel, el crecimiento horizontal causaría excesos de quiebres, por lo que es preferible que éste se haga vertical. Lo mismo ocurre con estas viviendas agrupadas con hileras contra pendiente.

El crecimiento vertical, ha sido la tradición tanto en la arquitectura de la guadua como en innumerables asentamientos populares en pendientes.

6.3.4 Tipologías

Las variables CH y H y las maneras libres o enlazadas de disponer las unidades de vivienda, llevan al cambiar la pendiente del terreno, a la definición de diferentes tipos arquitectónicos. Estos tipos, darán infinidad de soluciones de vivienda según sea la forma de agrupación utilizada, el sistema de adaptación a la pendiente y los sistemas constructivos.

Dentro de límites económicos de H y CH, se puede prever que al ir aumentando las pendientes del terreno, deberán cambiar los tipos de solución y se tendrán viviendas apropiadas para las diferentes clases de pendiente.

Establecer tipologías tiene el peligro de hacer caer en la rigidez de la antigua academia, que de forma dogmática reducía todo a estilos: Románico, Gótico, Barroco (o Moderno y Post-moderno), tratando de salvar la dificultad de clasificar y explicarse el extenso repertorio arquitectónico, basándose sólo en los aspectos formales.

De todas maneras, en el tema que tratamos se debe intentar ordenar clases o tipos de solución para distintas pendientes. Existen muchos ejemplos de tipologías en arquitectura: Tipologías funcionales, constructivas, figurativas, a veces mezcladas entre sí. Tal vez los más conocidos

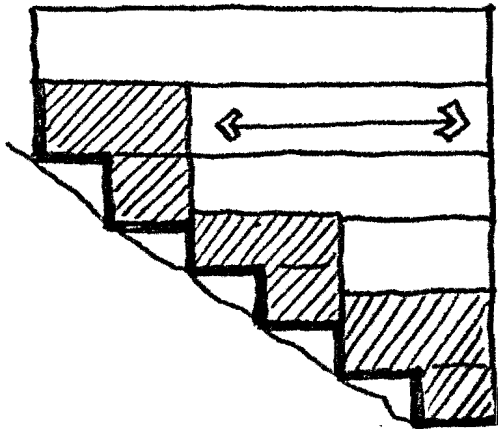
ejemplos se refieren a tipologías funcionales: edificios de escuelas, viviendas, oficinas, hospitales o dicho de otra forma arquitectura escolar, de salud, religiosa.

Por aceptar que un arquitecto asimila esquemas pre-existentes y los desarrolla luego según su propia interpretación, se proponen aquí tipologías; con un sentido como el que cita Aldo Rossi de Quatremère de Quincy: El concepto de tipo como elemento que sirve de regla al modelo. Diferenciando entre tipo como concepto vago y general y modelo como concepto muy preciso. Se deben aceptar las tipologías como formas generales alrededor de las cuales oscilan las variaciones individuales de una especie de edificios, y no como algo que copiar, pues no existiría la creación de modelos o sea de arquitectura.

Las tipologías que se presentan son entonces, solo esquemas que no limitarán la posibilidad de infinidad de soluciones y no son exhaustivas, ya que de seguro muchas adicionales a las presentadas en este estudio pueden ser definidas.

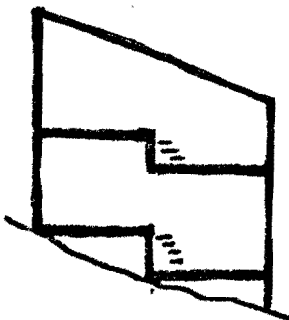
Cada tipología se enmarca dentro de los siguientes parámetros: [H] máximo 6 mts. y [H] mínimo 4 mts., por ir dirigido este estudio a viviendas de bajo costo. [CH] máximo 1.20 mts., para unifamiliares, aceptando valores mayores para soluciones y algunos casos especiales Bi, Tri y multifamiliares. Número máximo de escalones o "quiebres" de piso por vivienda: uno, por considerarse inconveniente fraccionar excesivamente las soluciones. Se admiten más quiebres en soluciones de varios pisos, aunque el ideal es absorber las diferencias de nivel, sobre el terreno.

FIGURA 98. QUIEBRES DE LOSAS EN LO POSIBLE SOBRE EL TERRENO



Se prefiere absorber desniveles sobre el terreno, produciendo las restantes losas o planchas, sin quiebres.

FIGURA 99. QUIEBRES ADICIONALES EN VIVIENDAS DE VARIOS PISOS



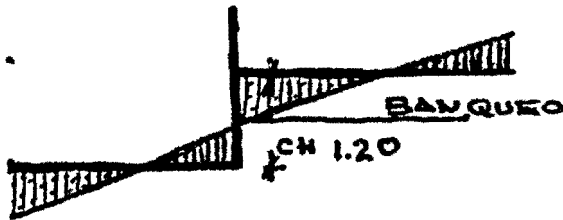
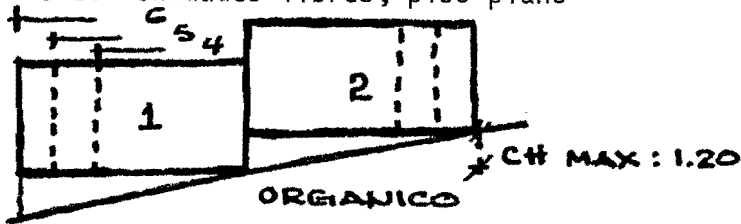
Se admiten más quiebres en viviendas de varios pisos, conservando sobre el terreno un máximo de uno.

El acceso, define tipologías al generar soluciones diferentes si este se hace a medios pisos, a pisos enteros o a nivel intermedio de una unidad. No se admiten tipos en donde se deba bajar más de dos pisos desde el nivel de acceso (por dificultad de iluminación y vistas), ni subir más de tres pisos sobre este, (para no construir estructuras muy pesadas sobre estos terrenos, para evitar el costoso uso de ascensores; y para no hacer más dificultosos los ascensos, a los habitantes, en estas topografías, que los obliga, aún con vivienda baja, a recorridos verticales en su habitual tránsito por vías y zonas verdes.

Como se ve los tipos se definen por la manera como ellos se adaptan a la topografía, por la forma como su perfil actúa sobre el terreno. Sin considerar su caracter planimétrico (viviendas con patio, corredor).

LOS TIPOS

TIPO 1: Unidades libres, piso plano



$H = 6$ mts, 5 mts, 4 mts.

CH Máximo 1.20

FIGURA 100. TIPO 1 DE VIVIENDA

Esta tipología es tal vez la más utilizada no solo por el Instituto y la arquitectura de la guadua, sino en otros muchos asentamientos populares y construidos por diversas entidades.

Si $H = 6$ mts. y $CH = 1.20$ será apta para una pendiente máxima de 20% .

Con $H = 5$ y $H = 4$, caso frecuente en asentamientos populares, se adapta hasta 24% y 30% dependiente sin problemas de costo.

La forma de agrupación más frecuente con esta tipología ha sido la de hileras escalonadas contra pendiente, produciéndose asentamientos con las viviendas presentando muros medianos a las vistas, sin control formal por variaciones de la pendiente y en general con las fallas que anotamos al analizar los asentamientos producidos por el Instituto.

Poco ha sido utilizada con otras formas de agrupación en pendientes superiores al 15%, por evitar dificultades con las redes de desagüe. Si se construye con el sistema orgánico y se cuelgan los desagües de la estructura, se habilitaría para la forma de agrupación de hileras paralelas a las curvas de nivel, mejorando el aspecto del asentamiento, las vistas, la circulación de sus habitantes y dando mejores posibilidades constructivas.

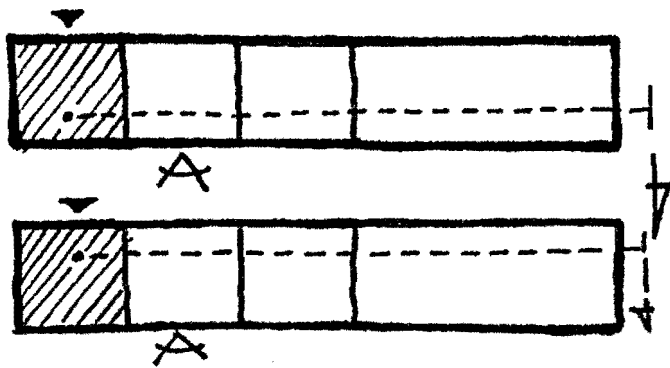


FIGURA 101.

Tipo 1 con forma de agrupación en hilera paralela a curvas de nivel. Con patio común, hasta 30% si $H = 4$ mts.

Esta tipología admite mejoras cuando se usa con la forma de agrupación en hilera contra la pendiente: pueden convertirse los patios individuales en uno común y diseñar viviendas de esquina.

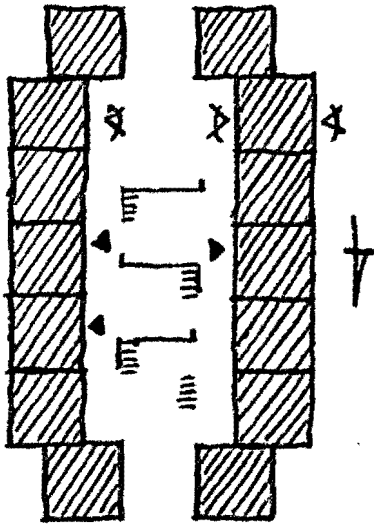


FIGURA 102. TIPO 1 CON AGRUPACION EN HILERA CONTRA PENDIENTE.

El diseño de las cubiertas en ambos casos debe tratar de unificarse, sobre todo con las hileras contra pendiente, para mejorar el aspecto de los espacios libres.

El crecimiento: Con hileras contra pendiente, el crecimiento puede darse horizontal, manteniendo plano el piso de la vivienda. También el crecimiento se facilita. Con hileras paralelas a las curvas de nivel el

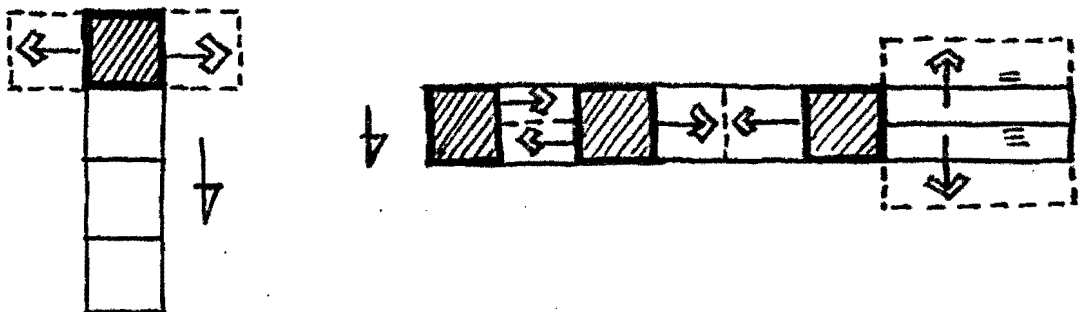


FIGURA 103. CRECIMIENTO CON TIPO 1

crecimiento se ve limitado generando bloques iniciales aislados o escalones en el piso, si se hace paralelo a las curvas de nivel o contra pendiente, siendo preferible un crecimiento vertical.

TIPO 2: Unidades libres. Un piso debajo del acceso de cada unidad

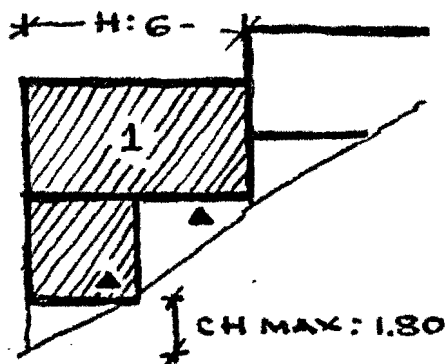


FIGURA 104. TIPO 2 DE VIVIENDA

H = 6 Mts., y más

CH= Mayor a 1.20

Utilizado a menudo en la arquitectura de la guadua y asentamientos populares en altas pendientes. Con dimensión muy grande de H, produce viviendas de varios pisos. Se acepta CH 1.20 por admitir uso de área habitable bajo nivel de acceso. Y por alcanzar alta densidad por loteo mínimo. Con H = 6 mts., se habilitaría para pendientes altas muy definidas: 40% al 60%, que garantizan altura normal de un piso, al menos para la mitad de H.

La forma de agrupación ha sido cerrada en el caso de la guadua y en hilera contra pendiente en asentamientos populares. En loteos de poca área, genera buenas soluciones de vivienda.

Con el sistema orgánico puede utilizarse también en hileras paralelas a las curvas de nivel, preferiblemente en bifamiliares. Este tipo limita las posibilidades de crecimiento horizontal, pudiéndose plantear alternativas de desarrollo progresivo vertical.

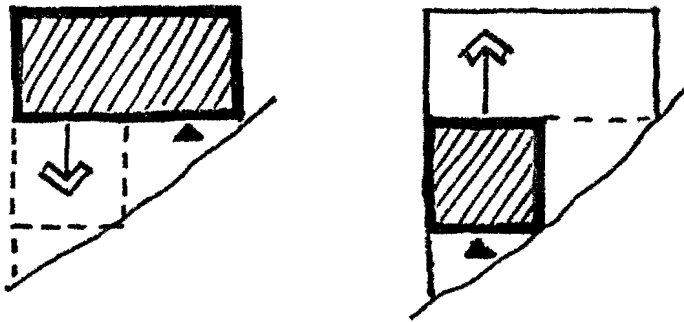


FIGURA 105. CRECIMIENTO CON TIPO 2

Como en el caso de la arquitectura de la guadua, el crecimiento puede ser hacia abajo.

TIPO 3: Unidades libres "quiebre" medio piso

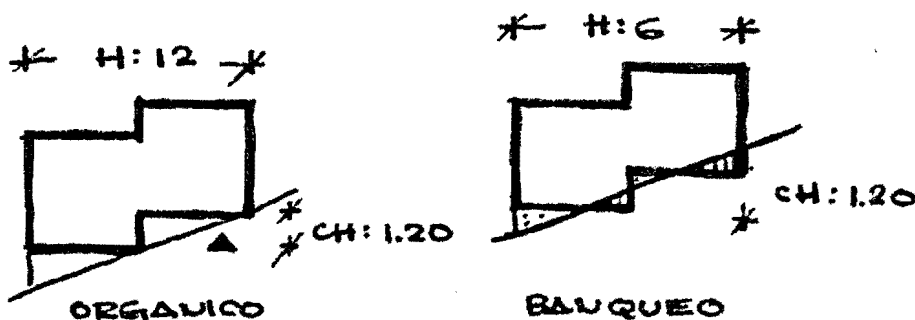


FIGURA 106. TIPO 3 DE VIVIENDA

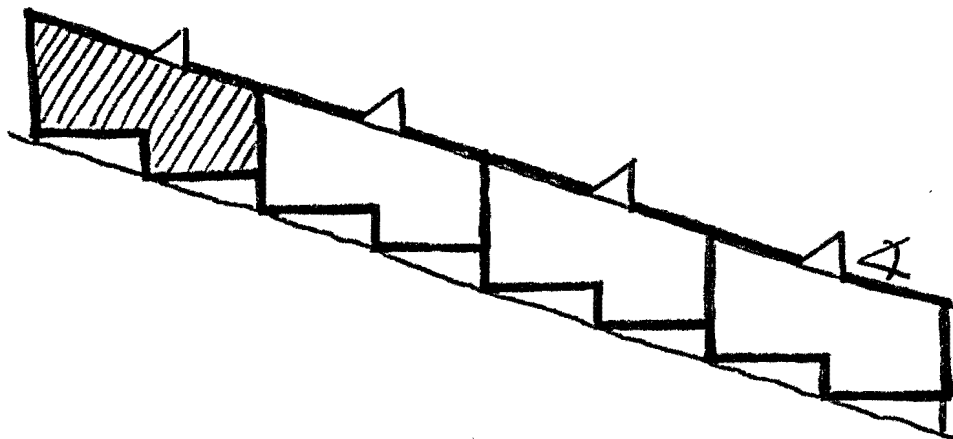
De los tipos más utilizados por el Instituto, la arquitectura, popular, la guadua y otros, con cubiertas muy fraccionadas.

Si $H = 6$ mts. y $CH = .90$ se hará apta la tipología para pendiente hasta de 30%. Si CH máxima 1.20, hasta 40%. Existen alternativas con quiebre de 3 y 3 mts., 2 y 4 mts y para $H = 5$, 3 y 2 mts.

Se genera un extracosto por el escalón intermedio, en relación a la tipología 1, que puede compensarse en bifamiliares y aún en unifamiliar si se aprovecha la mayor altura de cubierta en el escalón bajo para crecimiento interno.

Con cubiertas unificadas siguiendo la pendiente del terreno, se lograrían buenas vistas con la forma de agrupación de hileras contra pendiente y se lograrían espacios libres más tranquilos y volumetrías menos fraccionadas.

FIGURA 107. UNIFICACION DE CUBIERTAS



Con hileras paralelas a las curvas de nivel se obtienen buenas soluciones, pero el crecimiento sólo es posible vertical. (Siempre habrá escalón). El crecimiento horizontal es posible en la forma de asentamiento de hilera escalonada.

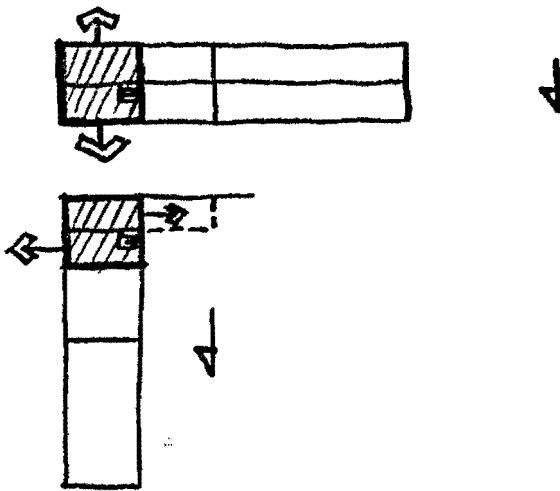


FIGURA 108. CRECIMIENTO TIPO 3

TIPO 4: Unidades libres "quiebre" medio piso

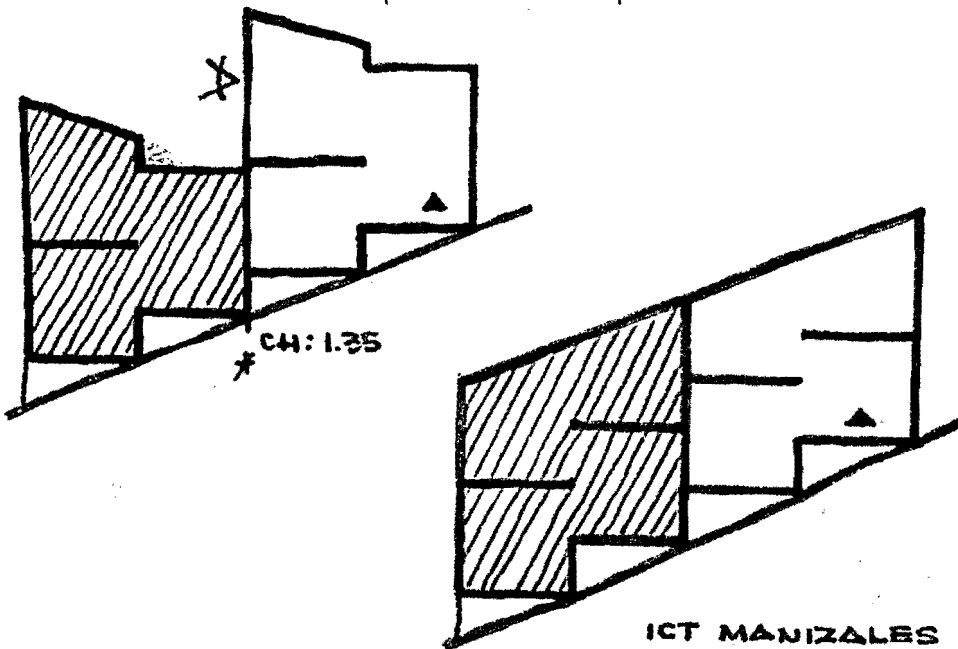
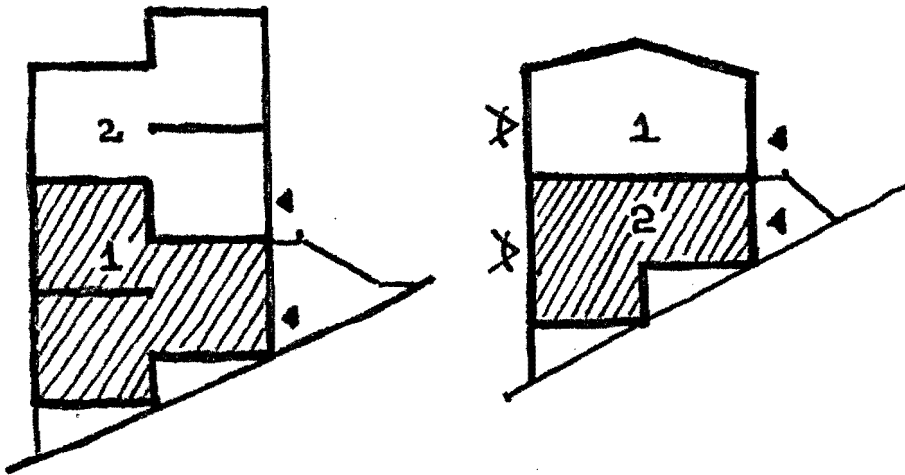


FIGURA 109. TIPO 4 DE VIVIENDA

Unifamiliar - Bifamiliar, poco utilizada, ejemplo en muchos países. Instituto Manizales, en guadua con vivienda de dos pisos (a 1/2 piso) y con banqueo en otras soluciones del Instituto.

Puede plantearse también con CH = 1.20 y altura máxima de piso de 2.10 ó 2.20. Esta tipología sólo es posible con H = 6 mts. en pendientes entre 40% y 45%. Con H = 5 y quiebre a 3 y 2 mts. puede habilitarse para pendientes entre 38% y 50%. Se presta más para agrupaciones en hilera escalonada, donde es posible obtener vistas utilizando cubierta de la vivienda inferior como terraza o por aperturas en la cubierta. Con agrupación en hileras paralelas a curvas de nivel pueden obtenerse interesantes soluciones bifamiliares, aunque como ya se dijo es preferible evitar fraccionar innecesariamente las losas.

FIGURA 110.. BIFAMILIAR TIPO 4



Esta tipología admite crecimiento vertical, pero bajo control, para garantizar visuales a cada vivienda. Se obtienen muy buenas densidades por loteo mínimo.

TIPO 5: Unidades enlazadas - pisos completos escalonada

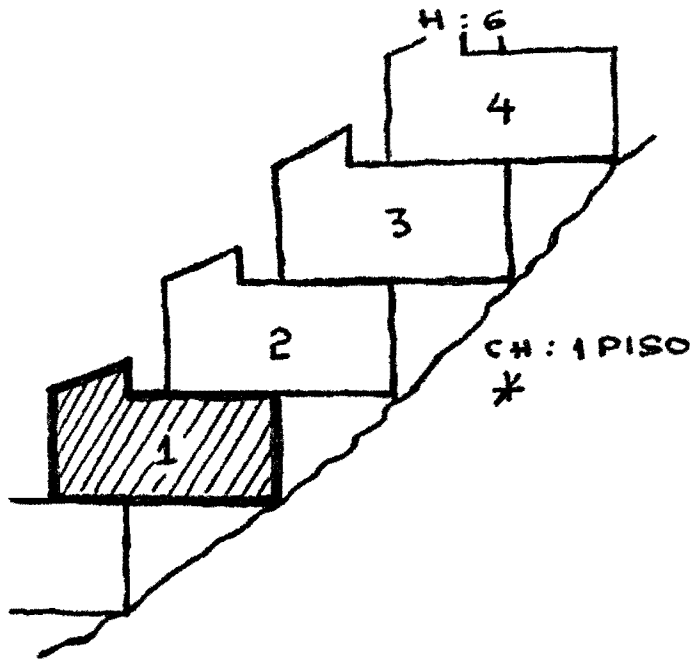


FIGURA 111. TIPO 5 DE VIVIENDA

Este caso, hace que H deba aumentar de 6 mts. para poder adaptar la tipología a pendientes medianas y lograr compartir la cubierta de las viviendas. Con $H = 6$ mts. el límite mínimo sería 50% y la cubierta no se comparte, lo cual hace descartar esta opción. Con mayores valores de H y predominio de dimensión en el sentido paralelo a curvas de nivel (limitando altura total a cuatro pisos) se logra una tipología relativamente económica, pudiéndose sistematizar la construcción y se puede adaptar a pendientes entre 40% y 60%.

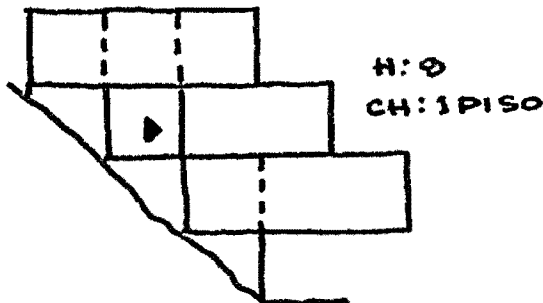


FIGURA 112. TIPO 5 CON $H = 9$

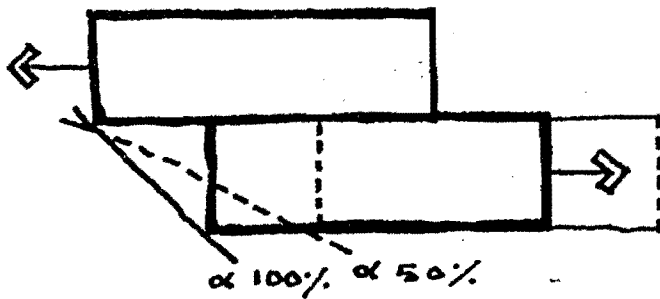


FIGURA 113. TIPO 5 CON H = 9

Con $H = 9$ y desplazando o traladando una unidad sobre otra se puede hacer apta esta tipología para pendientes entre 40% y 60%. La dimensión grande

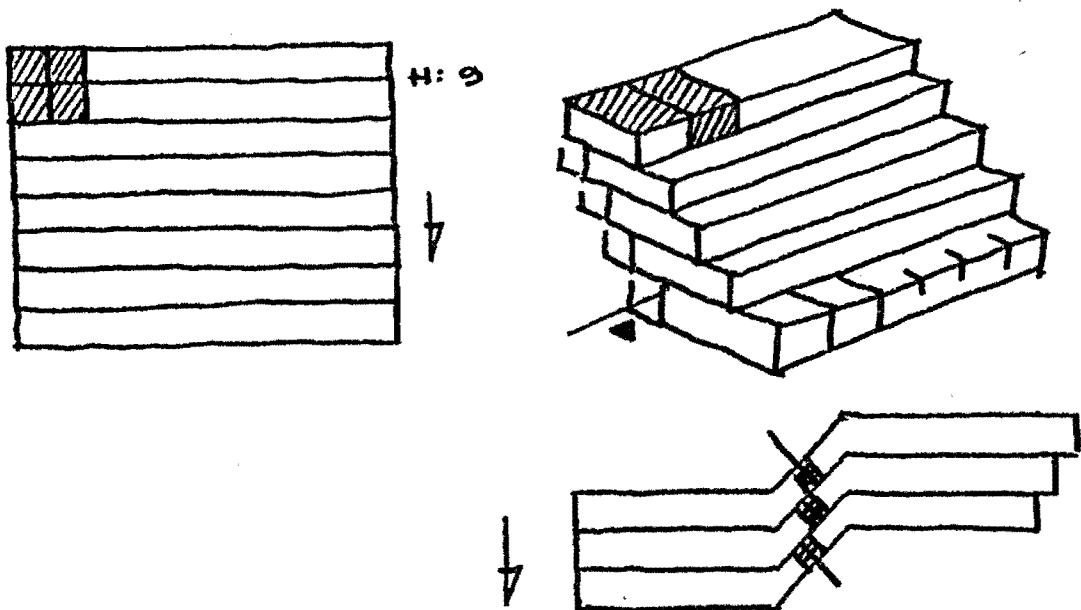


FIGURA 114. TIPO 5 CON H = 9

de H se compensa con lotes angostos en el otro sentido, accesos horizontales a varias unidades, buenas vista y posibles viviendas duplex. Esta tipología es más adecuada para ingresos medios. Aunque con sistema orgánico, los costos no son tan altos. Se obtienen muy buenas densidades.

TIPO 6: Unidades enlazadas - Medios pisos con uso cubierta vecina

Vivienda unifamiliar. Poco utilizada en Colombia. No se encontró dato de otros países.

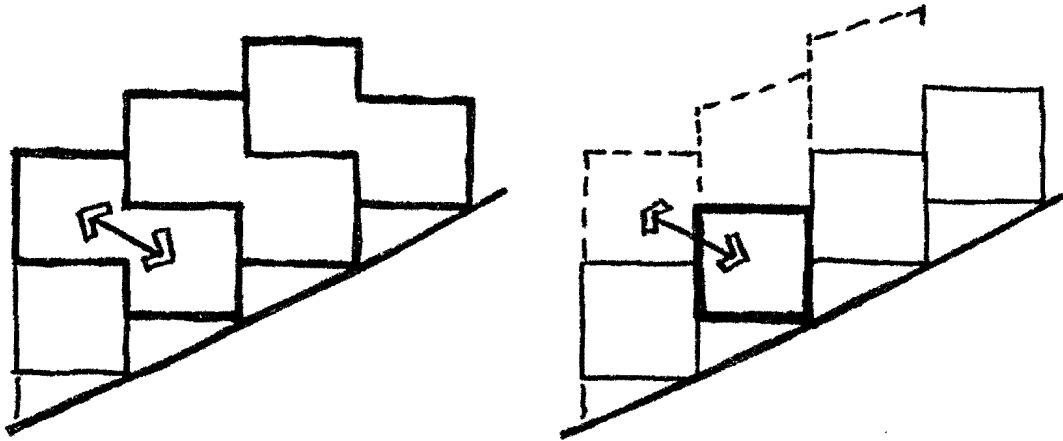


FIGURA 115. TIPO 6 DE VIVIENDA

Si $H = 6$ mts. puede utilizarse para pendientes entre 40% y 60% aunque ofrece alguna dificultad para el diseño, según se localice la escalera, por ser en la mayoría de unidades, plana la cubierta de la mitad de la vivienda. Pueden obtenerse muy buenas vistas y crecimiento vertical sobre plancha de la vivienda vecina inferior. Produce un tipo de propiedad de lote compartido con alta densidad lo cual la hace económica. La media cubierta de la parte alta de la vivienda se debe trabajar siguiendo la pendiente del terreno.

TIPO 7: Unidad libre enlazada-pantallas o torres con acceso por puente intermedio, forma agrupación aislada.

Vivienda multifamiliar excepcionalmente Instituto - Vivienda popular - muchos países.

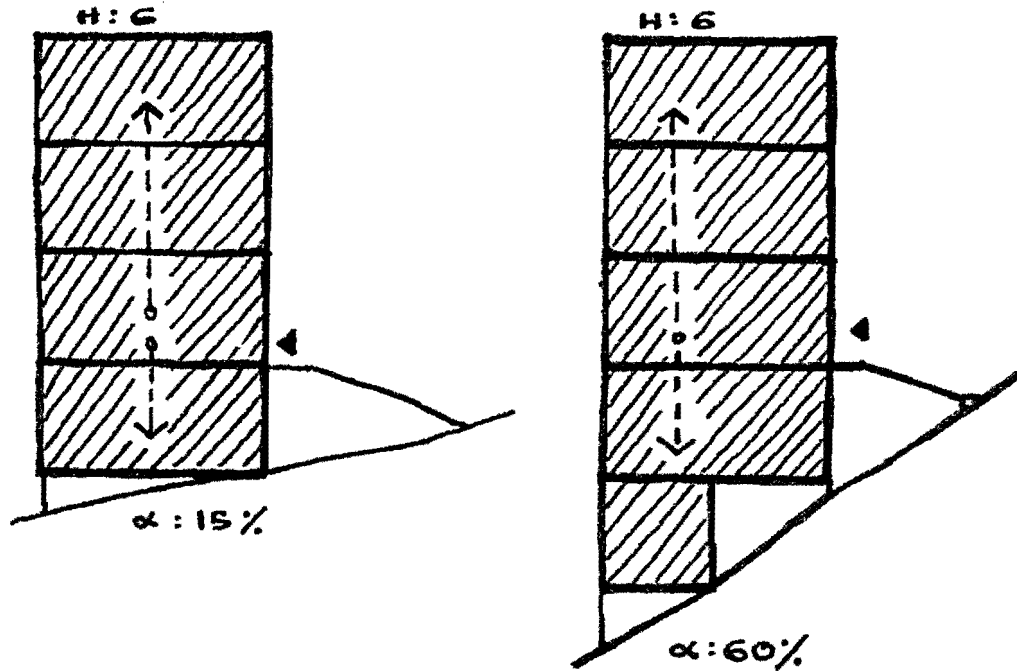


FIGURA 116. TIPO 7 DE VIVIENDA

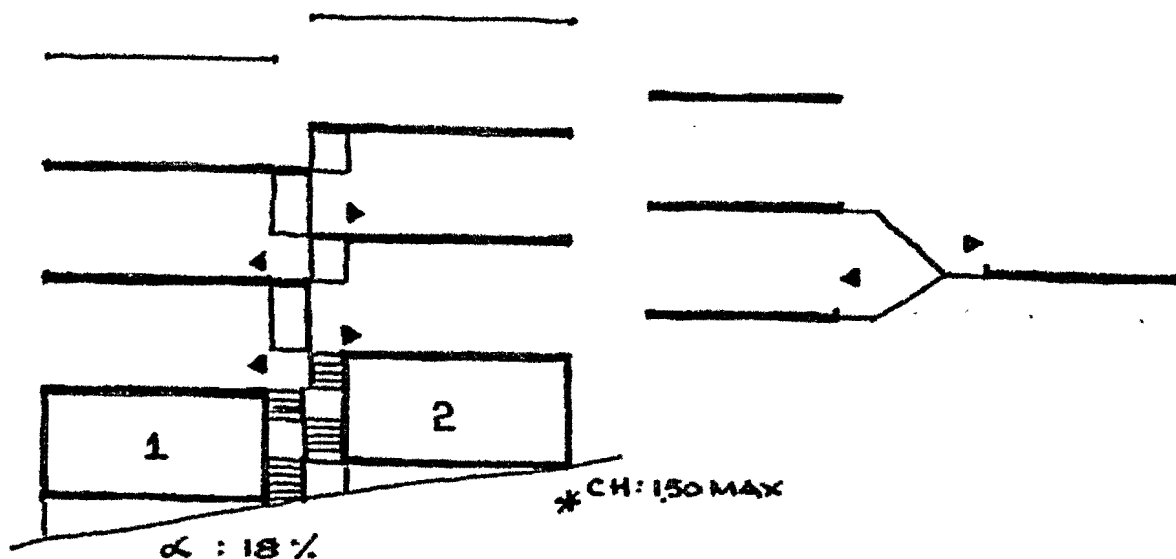
Puede construirse desde el 15% al 60% siendo de los tipos que a más variedad de pendiente se adaptan. Fue Le Corbusier quien primero planteó o hizo conocer ampliamente esta tipología con su proyecto para Argel. Se le anota como ventaja su gran adaptabilidad a la topografía, su bajo costo y la ventaja del acceso a nivel intermedio. También han sido muchas las críticas que se le han hecho: obstrucción a vistas de viviendas localizadas arriba sobre el terreno, mala adaptación al paisaje, sobre todo con pantallas alargadas paralelas a las curvas de nivel. Peligro de luz y privacidad en las viviendas del nivel de acceso e inferiores. A pesar de lo anterior es un tipo que por sus ventajas debe ser mejorado y

corregido, y se lograrán con él soluciones buenas y económicas. Se presta para enlaces de varios bloques por puentes y podría adaptarse como trifamiliar para vivienda de bajo costo.

TIPO 8: Unidades enlazadas por bloque común de escaleras.

Multifamiliar: Muy utilizado por el Instituto y otros. Con $H > 6$ mst.

FIGURA 117. TIPO 8 DE VIVIENDA



Aunque es una tipología que se adapta a pocas pendientes, ha sido intensamente utilizada en terrenos pendientes con bloques de cuatro pisos aislados y apareados en hilera contra la pendiente. En este último caso las vistas se ignoran. Con $H = 6$ mst. (5 ó 4 mts.) se logra adaptarlo a pendientes algo mayores, y si se agrupan en forma semicerrada o en hileras paralelas a la pendiente se logran buenos asentamientos y vistas.

TIPO 9: Unidades enlazadas. Pisos completos, escalonando cada varias unidades.

Vivienda Multifamiliar. Utilizado Empresa Privada.

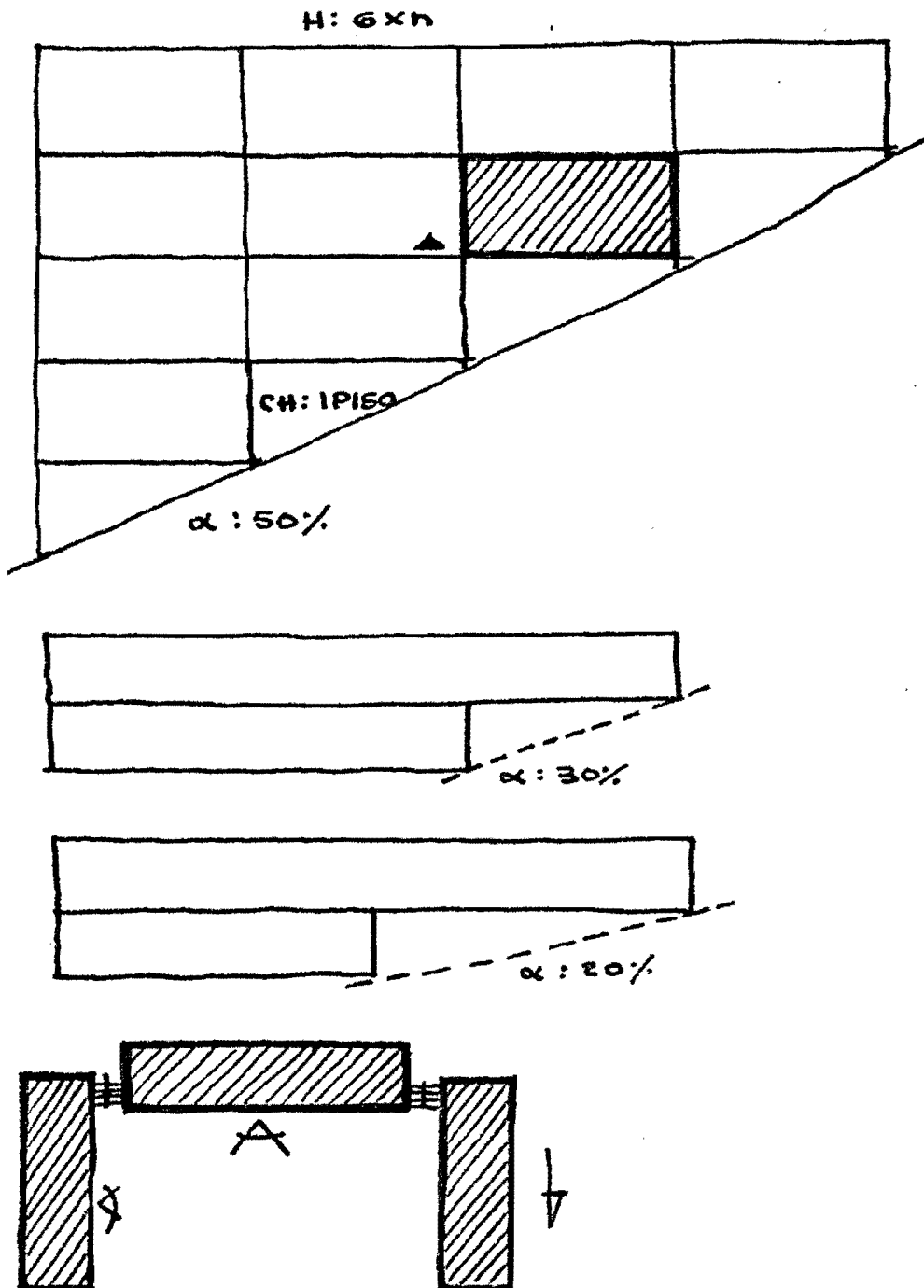


FIGURA 118. TIPO 9 DE VIVIENDA

Se adapta a varias pendientes haciendo de H con dimensión muy alargada, para lograr losas contínuas. Permite acceso a nivel intermedio o usar la cubierta para circular y descender. Las visuales se limitan. Debe controlarse su altura no haciendo ascensos de más de tres pisos ni descensos de más de 2 ó 3. Los pisos inferiores pueden utilizarse como aparcaderos en vivienda de costo alto.

Combinando esta tipología con, edificios paralelos a las curvas de nivel se logran formas de agrupación semicerradas interesantes.

TIPO 10: Enlazadas a piso sin escalonar. Acceso a medio piso - una escalera por cuatro viviendas.

Trifamiliar, unifamiliar, bifamiliar: Poco utilizada en Colombia. Sin dato de otros países.

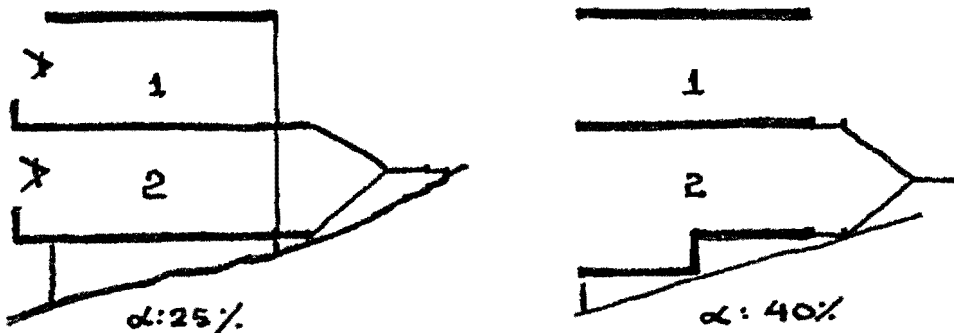


FIGURA 119. TIPO 10 DE VIVIENDA

Puede utilizarse en hileras perpendiculares o paralelas a las curvas de nivel. En el primer caso apareando y logrando unidades de cuatro viviendas y vistas buenas para todas, si la pendiente está entre 40% y 50%. En el segundo caso con pisos planos una buena solución hasta 25% de pendiente.

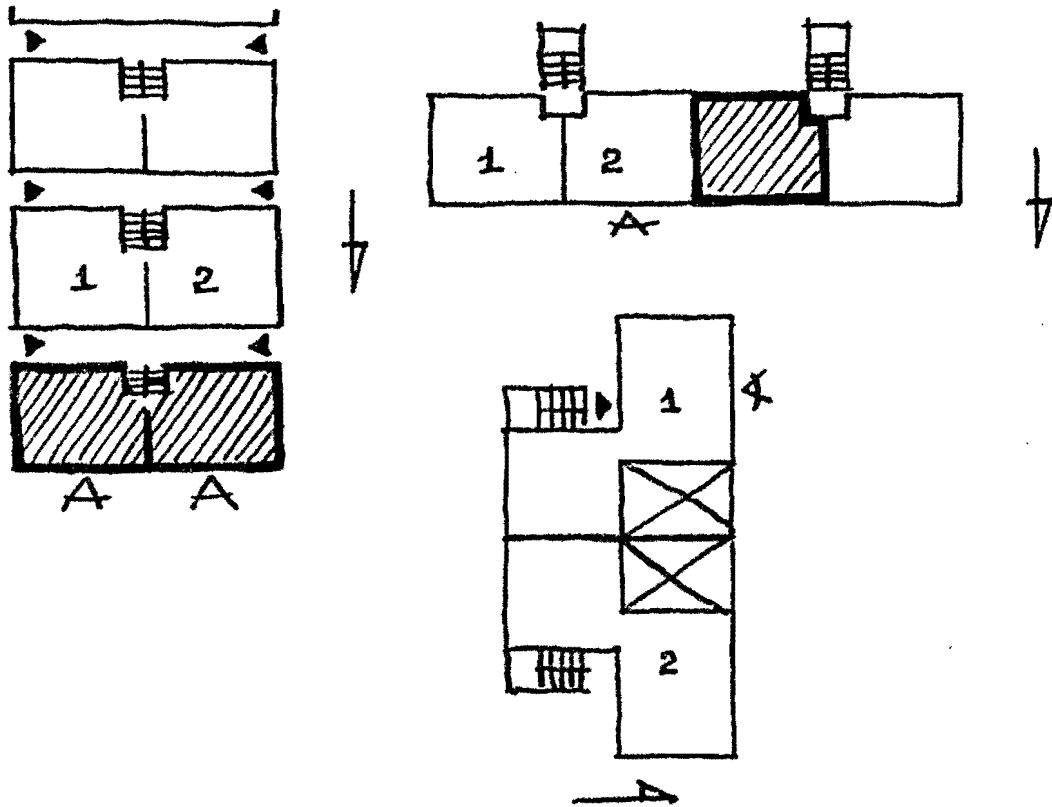


FIGURA 120. VARIACIONES A TIPO 10 DE VIVIENDA

Una variante a esta tipología puede ser con una escalera para dos viviendas. Pudiendo también utilizarsen en hileras paralelas o perpendiculares a las curvas.

6.4 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

La economía en la construcción es un concepto relativo y depende de muchos factores: La relación costo beneficio de un determinado proyecto, puede hacer que se justifiquen algunos costos altos, por recibir el usuario un mayor beneficio. Según M.J. Rodell, cada proyecto genera acciones que alteran la cantidad de bienes disponibles, para el uso de los miembros de una sociedad. Un proyecto aumenta la cantidad de algunos bienes y disminuye la de otros. En el caso de proyectos de vivienda en la periferia de las ciudades, estos se hacen a cambio de tierra con usos agropecuarios o baldíos. De hacerse a expensas de la producción de alimentos, estaremos cambiando vivienda por alimentos. Como no es posible, por la gran cantidad de recursos que se emplean en un proyecto, ver los usos alternativos de cada insumo, los analistas de costos, se limitan a medir el valor de cada insumo utilizado y totalizar el costo.

Al hacer un análisis de beneficio, costo son importantes conceptos como bienestar, que a su vez tiene relación con el concepto de bien económico. La privacidad en la vivienda por ejemplo, es un bien que la gente valora, pero que es difícil de calcular en términos monetarios. Ocurre lo mismo con bienes como buenas vistas de una vivienda, valores espaciales y estéticos, espacios abiertos bien dispuestos en relación a las viviendas y en general una gama de comodidades que son apreciadas por la gente y que no son fáciles de cuantificar en un proyecto.. La calidad de un proyecto y su habitabilidad son bienes difícilmente medibles al evaluar costos y el posible beneficio de un proyecto.

Existen situaciones, en las cuales lo económico o lo menos caro, como ideal teórico no funciona: la vivienda, que es un bien, de costo relativamente alto se adquiere a menudo con crédito, al no poder la mayoría de familias pagarla de contado. Los intereses durante el período de amortización, hacen aumentar su costo en gran medida, pero al no existir otra alternativa el comprador debe aceptar el extracosto como única posibilidad de adquirir la vivienda. Ocurre lo mismo con el concepto de eficiencia: a veces la única solución para una familia, el desarrollo progresivo y la autoconstrucción, chocan con la teoría, que tiene como ideal la construcción rápida y sin desperdicio de recursos.

En los países del tercer mundo, con proceso de urbanización acelerada o notable, se impuso el concepto de costo como suma de recursos gastados: tierra, materiales, mano de obra, equipos, estudios técnicos, y al tratar de dar solución, al menos a las necesidades básicas de una población pobre y en crecimiento, se ha llegado a extremos que atentan contra los requisitos mínimos de habitabilidad: estabilidad de las viviendas, grados mínimos de privacidad o funcionalidad.

El desarrollo progresivo, la ocupación de tierras de difícil urbanización o definitivamente no urbanizable con los métodos económicos, causando peligro a la vida de sus habitantes, se han convertido en la única respuesta barata con mucha frecuencia.

La búsqueda de materiales de bajo costo, la reducción en el área de detalles de construcción prácticos, los espacios de uso múltiple, han venido confirmando la máxima que impera: lo más económico es mejor.

La famosa paradoja de Mies Van Der Rohe "menos es más", se convirtió en más barato es más, cuando se debiera tratar era de obtener más por menos.

Más por menos, puede significar ahorros en unas actividades de una obra, para obtener mejoras o mayor bienestar en el total. Ahorrar en los costos de cimentación, mediante una estrategia adecuada de localización en el terreno, puede conducir a destinar mayor presupuesto para obtener áreas de servicios mejores.

En la realidad, los ahorros que pueden lograrse en los aspectos técnicos, son muchas veces absorbidos, por las utilidades mayores del promotor de viviendas, o neutralizados por la costosa burocracia y los trámites engorrosos oficiales.

A pesar de lo anterior, se deben proponer, con la convicción de que de no hacerlo, la vivienda será aún más costosa para el usuario.

6.4.1 Construcción económica en pendientes

En terrenos pendientes construir conlleva extracostos, en relación a construir en terrenos planos. Estos extracostos aumentan a medida que la inclinación del terreno es mayor, hasta el punto de volverse irrealizable cualquier construcción, cuando la inclinación del terreno sobrepasa ciertos límites. Los extracostos se producen tanto en la ejecución de las viviendas, como en las obras de urbanización: vías, equipamiento y redes de infraestructura, ocasionando en estas, altos costos en algunas situaciones, para la instalación de acueducto.

La necesidad de construir en terrenos de pendiente alta, (mayor al 15%) se da por ser estos el habitat natural de muchas ciudades, regiones y países, y por que su bajo precio los hace los únicos accesibles para vivienda de bajo costo. Es un caso como el de la compra a crédito de un bien: por ser la única alternativa para muchas ciudades y familias su extracosto debe aceptarse. (Debe considerarse, que este extracosto se equilibra con un buen diseño, por la obtención de una mayor densidad que en el plano).

En este estudio se fijan límites admisibles, para hacer manejables los extracostos en este tipo de terrenos. Esos límites son: a) pendiente máxima para construir 60%. Como ya se dijo, este límite se fijó por considerar muy difícil a partir de allí hacer habitables los asentamientos con características urbanas y por el excesivo costo de construcción en pendientes mayores. b) altura máxima del escalón [CH] sobre la pendiente igual a 1.20 mts. Esto garantiza una máxima cantidad soportable de obra adicional representada en cortes, llenos, muros de contención, o estructura por cada vivienda.

Este tope puede aumentarse, si dicho aumento produce áreas útiles adicionales en la vivienda, dentro de un mismo loteo, o en soluciones Bi, Tri y multifamiliares, al ser posible dividir el mayor costo entre varias viviendas. Existen situaciones en las cuales la alta pendiente obliga a la ejecución de escalones intermedios en una misma vivienda, lo cual aumenta la cantidad de obra, aún si dicho escalón no pasa de 1.20 mts. Esto dió lugar a la limitación del número de estos escalones a máximo uno por vivienda. Este escalón es admisible sólo en pisos de las viviendas, para

su adaptación a la topografía, en lotes con H mínimo de 6 mts., y en los casos descritos de aumento de área en la vivienda o de propiedad compartida de la tierra.

6.4.2 La tecnología

En estas topografías se debe propender por la construcción de estructuras livianas ya sea por su diseño: edificios de baja y mediana altura, o por su método constructivo: basado en una tecnología que emplee elementos de peso ligero.

En Colombia la tradición constructiva del Instituto de Crédito Territorial y de la guadua que se han tomado como modelos comparativos en este trabajo, difieren mucho entre sí, no solo por la estrategia de adaptación al terreno, que denominamos sistema racional (banqueos) y orgánico, sino por los materiales utilizados. Las técnicas empleadas en mayor o menor grado artesanales son el único elemento común. El Instituto utiliza en la mayoría de construcciones, muros de carga, de ladrillo o bloques de cemento y en algunas regiones mampostería estructural. Aunque en sus obras ha sido frecuente la utilización ortodoxa de los métodos artesanales, se han hecho intentos por mejorar y racionalizar dichos métodos y en ocasiones se han construido viviendas con sistemas de prefabricados y se han ensayado algunas formas industrializadas de construcción.

Sistemas en base a vigas y columnas han sido poco empleados aún en bloques multifamiliares. En los últimos tiempos se ha impuesto en muchas regiones la mampostería estructural, que produce estructuras pesadas y

planimetrías rígidas en las viviendas, por ser de menor costo que el sistema de vigas y columnas.

El uso de materiales diferentes, como madera o metal, es en la actualidad prohibitivo en el caso colombiano, pero en países con recursos de hierro y bosques maderables, estos materiales serían una alternativa digna de tener en cuenta.

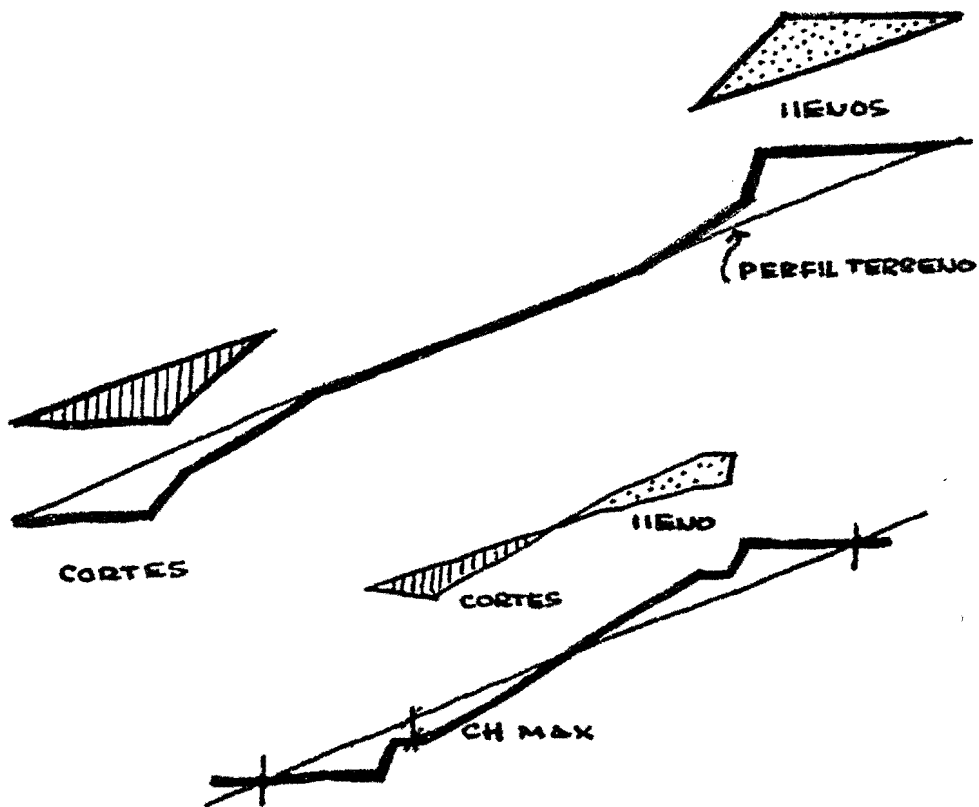
Los sistemas constructivos del Instituto, y su forma de adaptación a la pendiente deben replantearse y mejorarse, para lograr resultados adecuados en estas topografías y habilitar pendientes mayores a las que vienen siendo trabajadas.

La forma racional de adaptación a la topografía es susceptible de hacerse más apropiada, limitándola a suelos que no se afecten gravemente por este sistema. Los suelos de tipo cohesivo o compactos que predominan en la Región Andina colombiana, son los más propensos a deslizamientos y derrumbes, con el uso intensivo de explanaciones para construir. La optimización de cortes y llenos, mediante la planeación correcta de los asentamientos, la selección de los tipos de vivienda según la clase de pendiente, el límite a la altura de los banquetes y el equilibrio entre cortes y llenos para eliminar el acarreo de grandes cantidades de material sobrante son algunas de las mejoras que pueden hacerse al sistema racional.

Los cortes y llenos puede ejecutarse por medios manuales y mecánicos, esto determina la manera de planearlos y prever su equilibrio. Con medios manuales, el equilibrio se debe lograr en áreas reducidas, con medios

mecánicos, deben establecerse perfiles que busquen la línea de distribución más favorable en una zona amplia del terreno. En este caso es preferible disponer los cortes en la parte inferior del perfil y los llenos en la parte superior, lo cual los equilibra y facilita el empalme de vías contra pendiente, con las vías paralelas a las curvas de nivel. Figura 121.

FIGURA 121. CORTES Y LLENOS EQUILIBRADOS



Esto supone un aumento en la pendiente real del terreno, que por el límite que hemos puesto de 1.20 mts. a cortes y llenos, no sobrepasa los 2.40 mts.

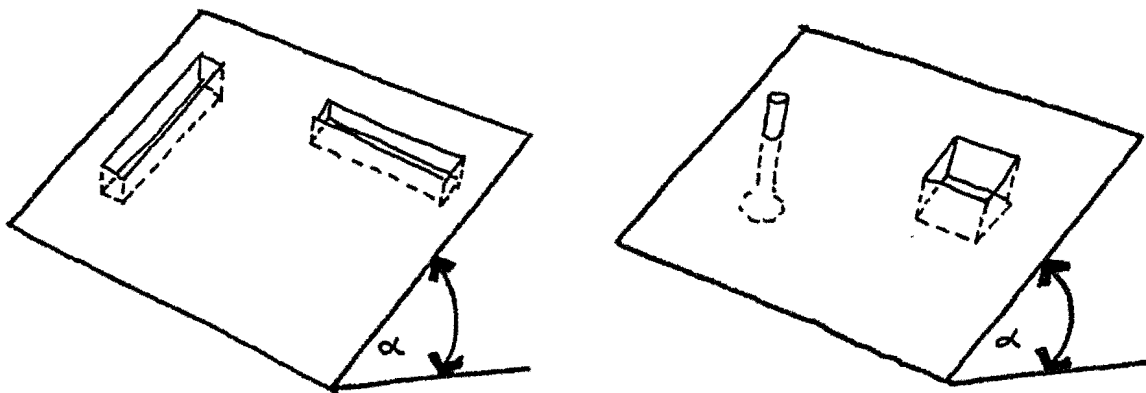
Para facilitar la cubicación de la tierra que debe ser removida, se deben disponer las construcciones con sus lados paralelos o perpendiculares a

La pendiente máxima del terreno. La existencia de superficies alabeadas o planas no afectará su cálculo matemático. El procedimiento más práctico para el cálculo del volúmen de tierras, a mover, con perfiles simples o compuestos, es con base en el área de las secciones consecutivas, de corte y lleno. Esto puede hacerse directamente en el terreno por colocación de estacas o por perfiles midiendo con planímetro. El volúmen se hará, definiendo según el tipo de volúmen geométrico que se aproxime más a la cantidad y forma de la masa a excavar o llenar.

Los cortes y llenos contínuos son menos nocivos para el terreno, si se hacen perpendiculares a las curvas de nivel. Los cortes o excavaciones contínuos paralelos a las curvas de nivel, pueden interrumpir, como ya se vio, la estratificación inclinada del terreno y producir deslizamientos.

Los cimientos para muros cargueros, corridos en bandas paralelas a las curvas de nivel, muy utilizados por el Instituto, actúan en terrenos inclinados con libre circulación de aguas subterráneas como pantallas que las interceptan y pueden ser afectadas por su acción, que lubrica sus caras de contacto con el terreno. Los cimientos con base a pozos o pilotes y vigas superficiales no solo eliminan este riesgo, sino que pueden contribuir a estabilizar el suelo. Figura 122.

FIGURA 122. CIMIENTOS CON POZOS O PILOTES



El uso de pilotes o pozos es una opción que evita riesgos.

Los desagües y otras redes excavadas, deben en lo posible trazarse contra la pendiente, aunque esto obligue a la construcción de cámaras de caída o al "ataque" de tuberías, por evitar daños mayores al talud natural del terreno y en caso de fugas, estas se conducirán sin molestia a las construcciones. El uso de tubería de P.V.C., por ser más flexible que las de gres y de cemento, puede ser una opción para las redes enterradas, ya que este material admite algún grado de movimiento por asentamientos o fallas en el terreno.

Para la ejecución de vías, es imposible eliminar los cortes paralelos a las curvas de nivel, pero la disposición de retiros entre éstas y las construcciones, permite el uso de taludes y terraplenes, con proporción adecuada, que minimicen el riesgo de deslizamientos y el empleo de costosos muros de contención. Los taludes y terraplenes deben construirse con pendiente determinada, según el tipo de suelos, con protección a la

erosión y con drenajes adecuados. La siembra de césped ha demostrado ser una protección económica y eficiente. El diseño de taludes y terraplenes, con atención a su aspecto estético ayuda a la integración de las vías con el paisaje circundante. Para esto debe tenerse en cuenta que tanto menor sea la pendiente de estos taludes, o terraplenes, será mejor su apariencia, menor el riesgo de erosión y se facilitará el sembrado y mantenimiento de la vegetación. La arborización de vías, zonas verdes y patios adquieren en topografías pendientes gran importancia. La arborización de las vías es un factor principal en cualquier asentamiento y tipo de terreno, pero en los casos de vías en pendientes, consolidan los cortes y taludes y armonizan los trazados con el paisaje, equilibrando las perturbaciones al terreno, en los lugares que atraviesan las vías, con cortes a este. En las zonas verdes y aún en los patios de las viviendas la arborización es beneficiosa para la estabilidad del suelo. Se debe estudiar con mucho cuidado el tipo de especies, la forma de la siembra y el espaciamiento entre árboles.

El agua es el agente que más daño causa a las construcciones en terreno pendientes. El agua, sea esta superficial o de infiltración, causa grandes perjuicios a las construcciones en esta topografía, debiéndose manejar con extremada cautela sus efectos, desde los estudios de suelo. Cuando el sistema utilizado es el racional, existe mayor riesgo aún, de que el agua afecte el terreno y las estructuras sobre él. Se han anotado ya algunas formas de prevención a la acción negativa de este elemento, con obras generales de captación y drenaje, pero en cada vivienda son causa potencial de riesgo a la construcción, por lo cual deben dotarse en lo posible, con revestimiento de pisos que eviten la filtración de aguas

lluvias y que recojan éstas conduciéndolas a las redes de alcantarillado.

La arquitectura de la guadua, con una tecnología, producto del sentido común, y de su utilización por generaciones, ha dado una completa gama de conocimientos prácticos. Su principal ventaja, la forma o sistema orgánico de adaptación al terreno, que elimina muchos de los problemas de los banquetes, respetando el talud natural del terreno y afectando muy poco la estabilidad del suelo. Otras ventajas son: su bajo costo, poco peso, gran resistencia y adaptabilidad. Sus desventajas son, su existencia en condiciones ecológicas especiales, que limitan su uso a muy pocas regiones, su dificultad de propagación o cultivo a gran escala y su alta combustibilidad.

Su utilización puede ser mejorada y ya se han hecho investigaciones para optimar su uso y cultivo.

Las recomendaciones mínimas para recuperar o rescatar esta tecnología son: Dar estímulo y trato preferencial a su cultivo, debiéndose investigar formas de obtener especies y rendimientos mejores. Capacitar, dar asistencia o asesorar a la mano de obra que ha venido empleándola. Promover su uso.

El Instituto, realizó hace poco un programa en Manizales, que puede ser piloto, con utilización intensiva de guadua.

6.4.3 Alternativas a la utilización de la guadua

Buscar alternativas, o diferentes opciones con materiales de fácil consecución en el mercado y en cantidad suficiente, inspirados en la arquitectura de la guadua y sus ventajas, evitando en lo posible cortes y llenos es un propósito de este trabajo.

El concreto reforzado, material de uso muy generalizado en la mayoría de países, ofrece por su gran adaptabilidad, excelentes posibilidades para producir estructuras que compitan en liviandad, resistencia y bajo costo con la guadua, mejorando su duración y resistencia al fuego.

Estructuras aligeradas de concreto y con uso mínimo de hierro pueden cumplir eficientemente para la construcción en pendientes.

El uso de prefabricados de concreto, aunque no es en la actualidad muy competitivo en muchos países, por los bajos costos de la mano de obra, y a pesar de no ser recomendable desde el punto de vista político, ya que los prefabricados en gran escala, eliminan posibilidades de empleo de personal no calificado, es una opción que debe considerarse, para tratar de aminorar la desventaja relativa de construir en estos terrenos.

6.4.4 El sistema orgánico con empleo de concreto

El uso del sistema orgánico, minimiza cortes y llenos, pero no los elimina de forma total, ya que estos siguen siendo necesarios en cimientos, redes, vías y otras obras complementarias.

Las redes de desagüe, que de modo parcial pueden colgarse de la estructura, necesitan de tramos excavados, para su empalme a la red municipal.

Hacer competitivo en costo el sistema orgánico, depende en mucho de la planeación del asentamiento y del diseño de las viviendas, pero existen dos factores de mucho peso, podría decirse clave, y son: El diseño de entrepisos económicos para suplir los banqueros y otras obras que el sistema racional hace necesarias y el diseño de los cimientos.

El entrepiso sobre el terreno, en el sistema orgánico debe ser liviano y evitar el uso de encofrados, que en este caso no son recuperables.

Existen muchas variedades de prefabricados para entrepiso en concreto y cerámicas, con luces de hasta 5 mts. y distancias entre vigas entre .50 y .75 cms. Como la cara inferior en la mayor parte de las soluciones de vivienda, no quedará vista, se puede utilizar un tipo de prefabricado aligerado, plano sólo por su cara superior y con vigas en un solo sentido. El diseño con base en módulos de 3 mts. ó 2.80 a ejes y dimensión útil de 2.70 mts. facilita la sistematización en el tamaño de los elementos.

Para construir el entrepiso, pueden plantearse muchas opciones: desde pisos con canes de madera o tablilla machiembrada, hasta losas aligeradas con huecos longitudinales, o vigas y plaquetas.

En este trabajo se propone un prefabricado en L, que se detalla más adelante.

La cimentación, es una de las partes que más influye en el costo y estabilidad de una estructura. Cuando se trata de terrenos con poca capacidad portante, o esta capacidad se encuentra en capas profundas, su incidencia en el costo puede ser exagerada.

El tipo de cimiento utilizado depende de muchos factores: tipo de edificación, baja, mediana, alta, sistema constructivo y condiciones del suelo. El cimiento y el suelo se influyen en forma recíproca, por lo tanto la concepción de un cimiento y con frecuencia del tipo de edificio dependen del tipo de suelo. La profundidad y el sistema constructivo, los materiales utilizados y las dimensiones de la cimentación sólo puede decidirse tras estudios y ensayos del suelo. Por afectar en forma especial el diseño de cimentaciones en terrenos inclinados, debe mencionarse la carga de hundimiento. En todo estudio de suelos para construir en pendiente, se debe comprobar la seguridad del suelo frente al hundimiento. Esta carga se determina a partir de la resistencia al corte del terreno, la profundidad de cimentación y su ancho. El fenómeno de hundimiento en sí, se produce por cargas que transmiten el cimiento al suelo comprimiéndolo. Si la carga sobrepasa el límite de rotura, la cimentación se hundirá desplazando el terreno a sus lados. En fundaciones corridas, se forma una cuña prismática, en zapatas unas pirámides de terreno compactado. El efecto de cuña, produce bajo la cimentación zonas de deslizamiento, levantando el terreno en torno. El desplazamiento del terreno puede producirse hacia un solo lado o hacia ambos lados. En el primer caso se producirán volcamientos. Figura 123.

6.4.5 Prefabricados en "L"

El uso de diferentes tipos de sistemas prefabricados, para muchos es un ideal, y en las empresas privadas colombianas, han venido siendo experimentados algunos sistemas, con alguna frecuencia, y relativo poco éxito. Para terrenos pendientes, la opción de prefabricados que minimicen los banqueos, o de sistemas de construcción industrializados, depende como en cualquier caso de la situación global de la construcción y la economía de un país o región determinados. La tenencia de la tierra y la disponibilidad de ella en grandes globos, la existencia de amplios mercados solventes, el grado de aceptación de estas soluciones por los usuarios, son algunos de los factores, que en adición a los meramente técnicos han venido retrasando las alternativas de modernización de la construcción.

La actual capacidad técnica, mundial y nacional, con uso de los recursos apropiados, haría relativamente fácil proponer sistemas de construcción con métodos industrializados para estas topografías. Pero no es este un problema técnico. En países de economía mixta, con abundante mano de obra y escasez de capital para invertir en equipos, estos sistemas resultan inadecuados. Importar equipos y tecnología para un sector, que viene siendo el mayor generador de empleo para personal poco capacitado sería una decisión errada.

Las soluciones masivas de vivienda, que durante años fueron vistas como una especie de panacea, demostraron con el tiempo, en muchos países que eran demasiado costosas desde los puntos de vista social y ambiental. La posibilidad de una producción industrializada de viviendas anónimas,

deshumanizadas, con monótonos y uniformes asentamientos, es una posibilidad afortunadamente cada vez más remota. Los mismos avances técnicos hacen prever que en un futuro el uso de la máquina se hará con mayor sabiduría. Los avances y desarrollos técnicos, cuando estos responden al avance y desarrollo de una sociedad como conjunto, siempre serán positivos. El progreso de la construcción en pendientes con sistemas mecanizados es el futuro, para alcanzarlo se debe antes mejorar los sistemas convencionales y tradicionales, sentando bases firmes para ese futuro mejor.

El uso de elementos prefabricados laminares, con forma en "eles", de dimensión fija en el tramo mayor, que servirá de piso, y dimensión variable en el tramo menor vertical, es asimilable a peldaños de escaleras, en este caso con huella, que haría las veces de piso y contra huella de altura variable según la pendiente. Este prefabricado, en países desarrollados puede fabricarse completo ya que su peso es manejable con los equipos de uso convencional.* Diseñar estas "eles", para aplicarlas a países del tercer mundo y en especial al caso Colombiano, supone lograr dimensiones que hagan posible lograr pesos manejables por un equipo ligero, o por máximo cuatro operarios.

Con las dimensiones que se aprecian en la figura 124, el peso de estos elementos puede ser de 400 a 450 kilogramos.

* Existen propuestas de prefabricados en L en varios países, entre ellos Italia, en Milán.

Estas "eles" también pueden pensarse con sección transversal en T lo cual aunque aumenta el peso, disminuiría la cantidad de refuerzo, y permitiría aumentar el ancho. Figura 126.

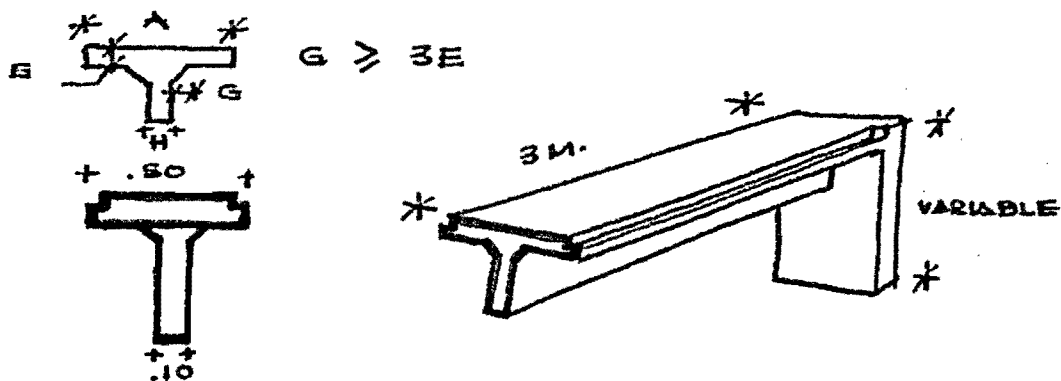


FIGURA 126. L CON SECCION EN T

Con las "eles", dispuestas apoyadas una sobre otra, se lograría la adaptación a la pendiente. El ensamble de las "eles" entre sí, y la cimentación se debe hacer con hormigonado in situ.

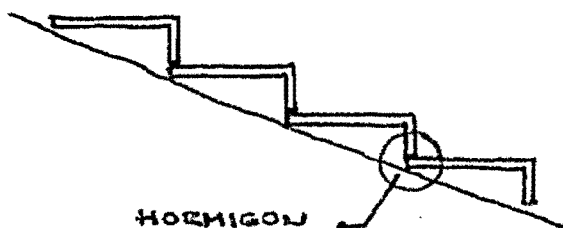


FIGURA 127. ADAPTACION DE L AL TERRENO

Para normalizar los tamaños, se pueden utilizar mayor o menor dimensión del sobrecimiento. Esto limita, para pendientes entre 15% y 60% las dimensiones del elemento vertical así: 1.50 para 60% de pendiente

suponiendo .30 cm. de sobrecimiento. Esta dimensión sería utilizada entre 50% y 60%. 0.90 cm. para pendientes entre 30% y 40%. .60 para pendientes entre 20% y 30%. Y .45 para 15% y 20%. Con cuatro tamaños logramos la adaptación al rango de pendientes entre 15% y 60%.

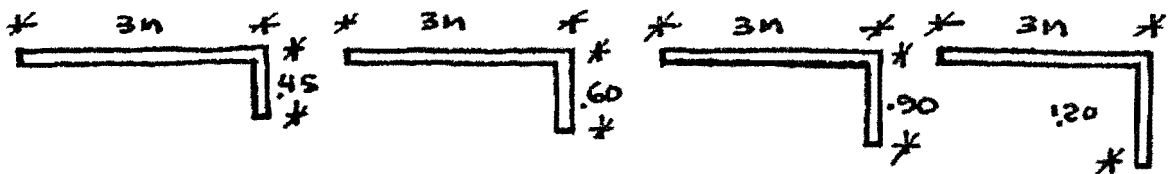


FIGURA 128. NORMALIZACION DE L

No es conveniente el uso de tipos de prefabricación cerrada, que obstaculicen los futuros desarrollos de la vivienda, y limiten la compra de los elementos a un solo proveedor. Ni la utilización de métodos de prefabricación pesada con uso intensivo de equipos. La propuesta de elementos "L", se hace sólo a nivel de opción, sin entrar en detalles técnicos que deben ser objeto de un desarrollo más detenido. Estas "eles" admiten la utilización de muros de carga, paneles prefabricados o vigas y columnas para el resto de la estructura, permitiendo múltiples posibilidades para el sistema constructivo.

6.4.6 Muros de carga

Los sistemas constructivos de cargueros, aunque no producen estructuras muy livianas y a pesar de la rigidez que imponen a las viviendas, tienen

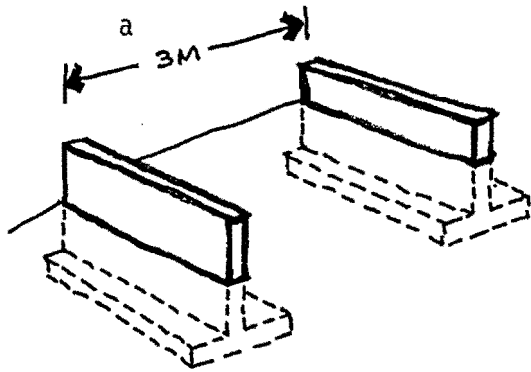
mucho empleo por su bajo costo.

Utilizar muros de carga para el sistema orgánico de adaptación a la topografía, se aparta un poco del espíritu de la arquitectura de la guadua, pero pueden lograrse estructuras de peso medio, con la adecuada disposición de los cargueros: este sistema constructivo se fundamentó en muros que reciben las cargas, paralelos entre sí y muros de amarre perpendiculares a estos. Los amarres pueden plantearse con muros de menor espesor o dimensión conformando machones. Los cargueros pueden disponerse paralelos o perpendiculares a la pendiente del terreno.

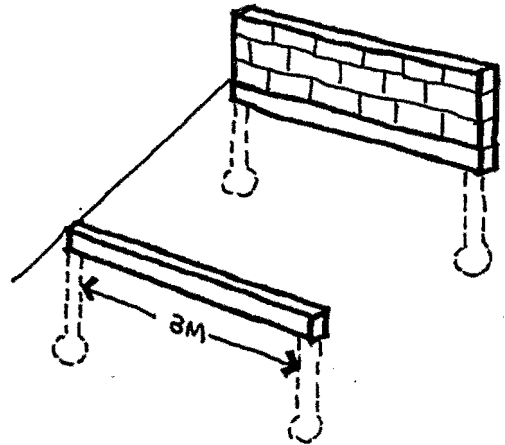
Si se orientan paralelos a las curvas de nivel, la cimentación debe con preferencia, diseñarse con vigas superficiales y algún sistema de pilotes, para evitar excavaciones corridas profundas que traen los inconvenientes ya anotados. Con los muros de carga orientados contra la pendiente, la cimentación puede ser también con vigas y pilotes, pero en este caso la inclinación de la viga según la pendiente del terreno causaría la aparición de esfuerzos de empuje lateral, por el sobrepeso de las culatas entre piso y terreno. Figura 129.

El tipo de carguero depende de la altura de la edificación, pero su uso es más apropiado para edificios de baja y mediana altura. Las culatas inferiores en el caso de cargueros contra la pendiente, se cierran con la estructura. En el caso de disponerse los muros de carga paralelos a las curvas de nivel, se debe pensar en algún tipo de elemento prefabricado.

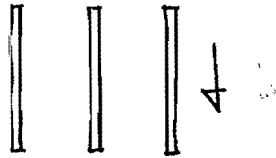
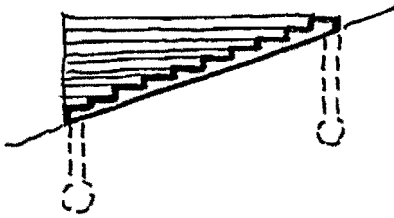
Figura 129 a.



SISTEMA TRADICIONAL DE CARGUEROS PARALELOS A CURVAS DE NIVEL



SOBRE VIGAS APOYADAS EN PILOTES, O TERRENO



CON VIGAS INCLINADAS CONTRA PENDIENTE

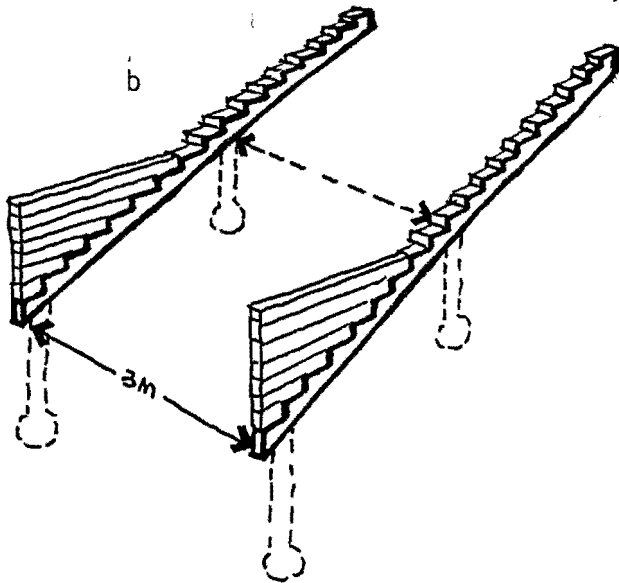
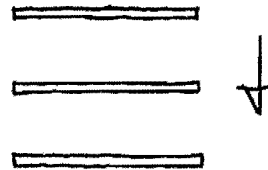
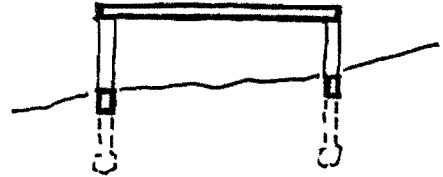


FIGURA 129. SISTEMA DE CARGUEROS

6.4.7 Vigas y columnas

Es el sistema constructivo que se asemeja más al de la guadua, por utilizar elementos esbeltos, poco material y poder tener poco peso y contacto, de la estructura con el terreno.

Los costos de refuerzos y encofrado, hacen que este sistema en Colombia, sea menos utilizado en la construcción de viviendas para familias de poco ingreso, que el sistema constructivo de muros de carga. Con luces estructurales pequeñas o medianas, con sistemas de entrepisos aligerados y cimentación por pozos o pilotes con vigas de amarre siguiendo la pendiente del terreno, puede hacerse tan económico como el sistema de cargueros, para edificios de mediana altura.

La opción de divisiones y cierres ligeros producirían edificaciones de muy poco peso, poco costo de cimentación, resultando una alternativa importante al uso de la guadua. Figura 130.

Los sistemas constructivos, con empleo de madera y elementos metálicos, son la posibilidad más adecuada para una arquitectura de montaña, en aquellos países que cuentan con estos recursos en volúmen considerable y con costos que los hagan competitivos con otros sistemas de construcción.

6.4.8 Redes de infraestructura

Con el sistema orgánico, el uso de desagües y redes enterradas, se limita, al poderse estos en muchos casos suspender o colgar de las estructuras de

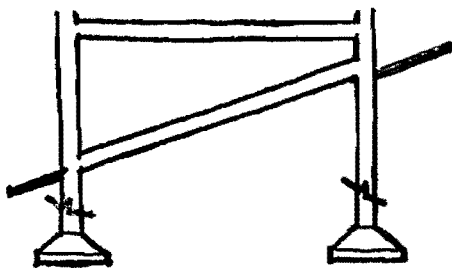
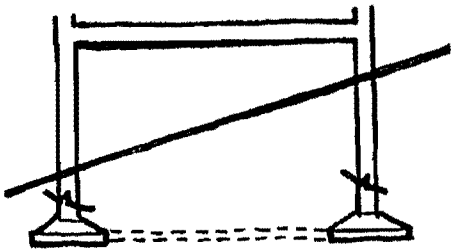
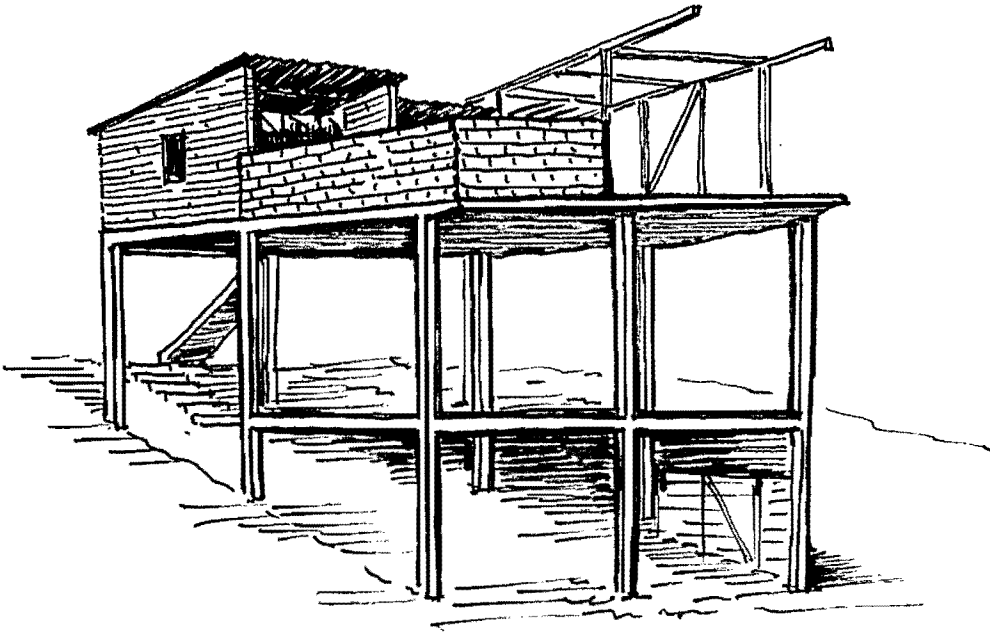


FIGURA 130. SISTEMA DE VIGAS Y COLUMNAS

los edificios.

Los problemas de tipo legal que se presentarían obligarán a regímenes similares a los de propiedad horizontal, donde varias unidades de vivienda conectan sus redes en forma vertical pasando por propiedades diferentes hasta su empalme a la red Municipal. En este caso, el pasar redes colgadas a través de varias viviendas horizontalmente requiere una legislación especial.

Los problemas técnicos también son similares a los que se presentan en casos de propiedad horizontal, debiendo preverse la facilidad de acceso para inspección y reparación de las redes, las cuales facilitan al no necesitarse excavación en muchos casos.

Las redes colgadas en el caso de desagües significan ahorro en costos, al poderse utilizar tubería de polivinilo o similar, evitar limitar las excavaciones y poderse disminuir la longitud total de la instalación, dependiendo de la forma de agrupación de la vivienda.

Los tramos enterrados se limitarán a empalmes a la red Municipal o líneas de conducción general que atraviesen vías o zonas verdes.

Redes de abasto de agua, teléfono y aún eléctricas pueden ir colgadas o en conducciones bajo los escalones, entre el terreno y el entrepiso, eliminando las excavaciones. En países tropicales la norma que exige ductos de agua, desagües y otras redes enterrados no es tan obligante, como en países con inviernos rigurosos, donde éstas sufrirían peligro de

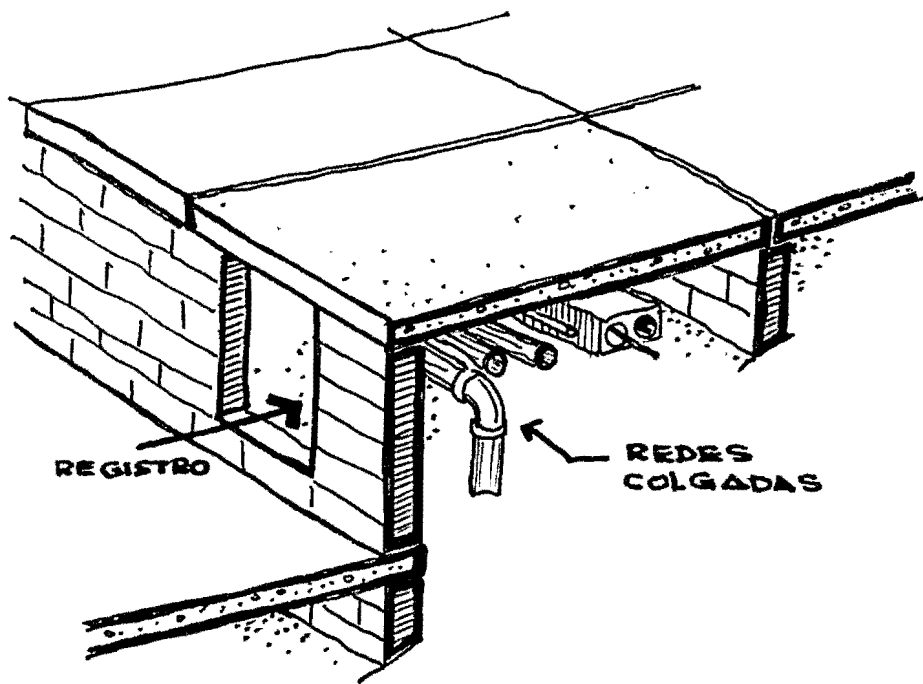


FIGURA 131. SISTEMA DE REDES COLGADAS

congelación al ir superficiales.

Los desagües de aguas lluvias pueden plantearse, como se dijo, con canales a superficie que eliminen la excavación y en algunos casos canoas y bajantes. (Cuando se trate de alcantarillado mixto irán colgados de la estructura).

La iluminación pública, si las redes van debajo de las viviendas puede plantearse con luminarias suspendidas de muros, o postes bajos. Existe una norma especial de ICONTEC, para la colocación de luminarias en vías contra pendiente, y se refiere a la necesidad de corregir su colocación ubicando su eje perpendicular. Como alternativa plantean la utilización de lámparas tipo "cut off". Esta luminaria tiene la característica de limitar su intensidad luminosa en ángulos mayores a 80° con la vertical, pero exige reducir su intensidad, lo cual la hace más costosa.

La solución de redes no enterradas en terrenos pendientes, cohesivos o granulares evita problemas de fugas de aguas, que al ir interradas las redes sólo se descubren cuando han causado grandes daños, evita deterioro a las tuberías por asentamientos de las estructuras o movimientos del terreno, y habilita formas de agrupación de vivienda en la pendiente que con redes enterradas no eran posible. Para abasto de agua las instalaciones domiciliarias con tubería de hierro galvanizado no sufrirían el efecto de la corrosión y las redes telefónicas en períodos lluviosos no serán afectadas por la humedad.

PENDIENTE %	CUADRO N° 6 RESUMEN			ANGULO	DISTANCIA	INCREMENTO VIAL	INCREMENTO VIAL	TIPOS LIBRES	TIPOS ENLAZADOS
	BANQUEO MANUAL	BANQUEO MECANICO	ESCALONADO	ϕ	D	SEGUN O	SEGUN D		
15	* 3M * 3M * CH: .45 CM	* 6M * CH: .90 CM	* 3M * 3M * PERFIL SISTEMA ORGANICO CH: .45 CM		73 M. (146)			H: 6 1 7	 8
20	 CH: .60 CM	 CH: 1.20 M	 CH: .60 CM	48°	55 M. (110)	3.5 M.		H: 5 1 7	 8
25	 CH: .75 CM	 CH: 1.50 M	 CH: .75 CM	35°	44 M. (88)	7.5 M.		H: 4 1 7	 8 10
30	 CH: .90 CM	 CH: 1.80 M	 CH: .90 CM	30°	36 M. (72)	10 M. (100%)		 1 7	 9 10
35	 CH: 1.05 M	 CH: 2.10 M	 CH: 1.05 M	26°	31.4 M. (62.8)	13 M.		 4 7	 9 10
40	 CH: 1.20 M	 CH: 2.40 M	 CH: 1.20 M	22°10'	27.5 M. (55.0)	16.5 M.		H: 6 3 7	 5 10
	OBSERVACIONES:								

PENDIENTE %	CUADRO N° 6 RESUMEN CONTINUACION			ANGULO	DISTANCIA	INCREMENTO VIAL	INCREMENTO VIAL	TIPOS LIBRES	TIPOS ENLAZADOS
	BANQUEO MANUAL	BANQUEO MECANICO	ESCALONADO	ϕ	D	SEGUN O	SEGUN D		
45	 CH: 1.35M	 CH: 2.70M	 CH: 1.35M	19°30'	24 M. (48)	20 M.			
50	 CH: 1.50M	 CH: 3.00M	 CH: 1.50M	19°	22 M. (44)	20.5 M.			
55	 CH: 1.65M	 CH: 3.30M	 CH: 1.65M	17°	20 M. (40)	24 M.			
60	 CH: 1.80M	 CH: 3.60M	 CH: 1.80M	14°30'	18 M. (36)	30 M.			
OBSERVACIONES:									

BIBLIOGRAFIA

- ANGEL y Otros. Land for housing the poor. Angel y otros editores, Bangkok, 1983.
- BLOCH, Alex. Edificios con puente. Folleto de Departamento de Planeación Urbana. D.P.U. Jerusalem, 1976.
- BRAVO, Paulo E. Trazado y Localización de carreteras. Técnicas y Análisis. Carvajal, Bogotá, 1976.
- CORONEL ARROYO, Jaime y Otros. El Arquitecto y la Nacionalidad. Ed. Andes, Bogotá, 1975.
- DOEBELE, A. William. Emerging concepts in urban land tenure in developing countries. Folleto, 1983, 28 pp.
- H. Dellman y Otros. Conjuntos Residenciales. Gustavo Gili, Barcelona, 1977.
- HUTTE. Manual del Ingeniero. Vol. III. Gustavo Gili, Barcelona, 1964.
- I.P.D. Construcción en Pendientes. Folleto Instituto Planeación y Desarrollo. Tel Aviv, 1968.
- LONDOÑO, Francisco y MONTES, Marco Aurelio. La Guadua y su aplicación en la construcción. Bedout, Medellín, 1970.
- SCHULZE, Simmer. Cimentaciones. Blume, Madrid, 1979.
- SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Secretaría de Obras Públicas, Mexico D.F., 1971.
- STEEL, Ernest W. Abastecimiento de agua y alcantarillado. Gustavo Gili, Barcelona, 1965.
- TORRES, Alvaro y VILLATE B., Eduardo. Topografía. Ed. Norma, Bogotá, 1983.

INDICE

	Pág
INTENCION Y ANTECEDENTES	
1. POLITICA DE TIERRAS	1
1.1 EL PROBLEMA DE LA TIERRA	1
1.2 REFLEXION SOBRE EL PROBLEMA	3
1.3 EL MERCADO ACTUAL DE LA TIERRA	5
1.4 VISION RETROSPECTIVA	6
1.5 CONSECUENCIAS	12
1.6 ^{Los} TERRENOS MARGINALES	13
1.7 LA TIERRA APTA PARA CONSTRUIR VIVIENDAS	16
2. EXPERIENCIA DE LA GUADUA	21
2.1 LA GUADUA Y SU ARQUITECTURA	21
2.2 CARACTERISTICAS DE LA GUADUA	23
2.3 LA ARQUITECTURA DE LA GUADUA COMO RESPUESTA A LAS PENDIENTES	23
2.4 LA MORFOLOGIA, EL TRAZADO	26
2.5 EL APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE	29
2.6 EL ESPACIO PUBLICO	31
2.7 CONCLUSIONES	34

	Pág
3. EXPERIENCIA DEL INSTITUTO DE CREDITO TERRITORIAL	36
3.1 LOS SISTEMAS DEL INSTITUTO DE CREDITO COMO RESPUESTA A LAS CONSTRUCCIONES PENDIENTES	36
3.2 MORFOLOGIA Y TRAZADO VIAL	39
3.3 EL APROVECHAMIENTO DEL PAISAJE	42
3.4 EL ESPACIO PUBLICO	44
3.5 CONCLUSIONES	45
4. COMPARACION DE LAS EXPERIENCIAS DE LA GUADUA Y EL INSTITUTO DE CREDITO TERRITORIAL	47
4.1 COMPARACION ENTRE EL SISTEMA DE CORTES Y LLENOS Y EL DE ADAPTACION A LA TOPOGRAFIA, CON ESTRUCTURAS VERSATILES, SIN MODIFICAR EL PERFIL DEL TERRENO	47
4.2 SISTEMA RACIONAL	49
4.3 SISTEMA ORGANICO	51
4.4 COMPARACION DE COSTOS	51
4.5 LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO	56
4.6 VIAS E INFRAESTRUCTURAS	59
4.7 LA ACCESIBILIDAD VEHICULAR	61
4.8 LAS ZONAS DE RECREACION Y LOS SERVICIOS COMUNITARIOS	62
4.9 CONCLUSIONES	63
5. BASES PARA UNA PROPUESTA	66
5.1 ACLARACIONES Y PRECISIONES	66
5.2 ALGUNAS DEFINICIONES Y NOCIONES DE TOPOGRAFIA	68
5.3 ANALISIS DEL TERRENO	72
5.4 PROCEDIMIENTOS GRAFICOS UTILES EN EL ANALISIS DE UNA TOPOGRAFIA	77

	Pág
5.5 NOCIONES MATEMATICAS PARA EL TRAZADO	84
5.6 CONCLUSIONES	99
6. LA PROPUESTA	100
6.1 PROPUESTA VIAL Y DE INFRAESTRUCTURA	101
6.2 PROPUESTA DE FORMAS DE AGRUPACION PARA TERRENOS PENDIENTES	119
6.3 ALTERNATIVAS DE DISEÑO SEGUN EL GRADO DE PENDIENTE	144
6.4 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	180