



# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Cartilla técnica de mampostería reforzada basado en la norma recomendada AGIES NR-4: 2001 “Requisitos especiales para vivienda y otras construcciones menores”

Trabajo de investigación presentado por los siguientes estudiantes para optar al grado académico de Licenciados en Ingeniería Civil

José Rodrigo Sandoval Moscoso

Daniel Alejandro Salím Calderón

José Luis Hurtado Peñate

José Rodrigo Hurtarte Solís

Edgar Gustavo Illescas Castellanos

Diego Alejandro Morales Ubico

Guatemala

2010



Cartilla técnica de mampostería reforzada basado en la norma recomendada AGIES NR-4: 2001 “Requisitos especiales para vivienda y otras construcciones menores”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Cartilla técnica de mampostería reforzada basado en la norma recomendada AGIES NR-4: 2001 “Requisitos especiales para vivienda y otras construcciones menores”

Trabajo de investigación presentado por los siguientes estudiantes para optar al grado académico de Licenciados en Ingeniería Civil

José Rodrigo Sandoval Moscoso

Daniel Alejandro Salím Calderón

José Luis Hurtado Peñate

José Rodrigo Hurtarte Solís

Edgar Gustavo Illescas Castellanos

Diego Alejandro Morales Ubico

Guatemala


2010

Vo. Bo. :

(f)   
Arq. María Elena Ortiz  
Asesor

Tribunal examinador:

(f)   
Arq. María Elena Ortiz  
Asesor

(f)   
Ing. Roberto Godo

(f)   
Ing. Diego Castellanos

Fecha de aprobación: Guatemala, 17 de agosto del 2010

# **PREFACIO**

Este trabajo se orienta a la construcción de casas de entre 50m<sup>2</sup> y 100 m<sup>2</sup> de mampostería reforzada de bloques de concreto basada en la norma Guatemalteca AGIES NR-4, nace a mediados del año 2009 con el fin de apoyar a la buena práctica de construcción en Guatemala.

# CONTENIDO

PREFACIO .....	xi
LISTADO DE TABLAS .....	xvi
LISTADO DE ILUSTRACIONES .....	xvii
RESUMEN .....	xxii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
3. TRABAJOS PRELIMINARES .....	4
3.1. Instalaciones provisionales .....	4
3.2. Letrina o baños provisionales para personal: .....	10
4. CIMENTACIONES .....	11
4.1. Especificaciones para cimentación .....	11
4.2. Trabajos preliminares .....	17
4.3. Detalle de cimentaciones .....	23
5. GENERALIDADES INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	33
5.1. Introducción .....	33
5.2. Elementos principales. Conceptos. ....	33
5.3. Símbolos eléctricos.....	34
5.4. Instalación eléctrica de un local.....	36
5.5. Instalación eléctrica de una vivienda .....	37
6. ESPECIFICACIONES DEL FHA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	42
6.1. Electricidad .....	42
6.2. Localización de salidas para iluminación .....	42
6.3. Localización de tomacorrientes .....	42
6.4. Localización de interruptores .....	49
6.5. Circuitos .....	50
6.6. Cajas de distribución .....	50
6.7. Ductos .....	50
6.8. Otras instalaciones.....	51
7. GENERALIDADES DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS .....	53

7.1.	Evacuación aguas, sanitarios, obturadores hidráulicos y ventilación .....	53
7.2.	Tuberías de aguas negras .....	54
7.3.	Aguas residuales o servidas. ....	54
7.4.	Localización de ductos .....	54
7.5.	Supervisión en los proyectos .....	54
7.6.	Obturadores hidráulicos.....	55
7.7.	Sus diámetros. ....	55
7.8.	Ventilación de instalaciones sanitarias. ....	55
7.9.	Tipos de ventilación. ....	56
8.	ESPECIFICACIONES DEL FHA PARA INSTALACIONES SANITARIAS .....	57
8.1.	Servicios.....	57
8.2.	Planos urbanísticos: Escala libre a conveniencia .....	57
8.3.	Planos de instalaciones: Escala 1:50, 1:75 ó 1:100 (1:20 ó 1:25 para detalles). ....	59
8.4.	Planos de drenajes .....	61
8.5.	Generalidades .....	61
8.6.	Agua potable. ....	63
8.7.	Drenajes.....	66
8.8.	Tipos de tubería aceptables.....	67
8.9.	Requisitos para instalación de tubería.....	68
8.10.	Requisitos para drenaje pluvial.....	69
8.11.	Requisitos para drenaje sanitario .....	71
8.12.	Materiales para instalaciones. ....	73
9.	ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES .....	76
9.1.	Generalidades .....	76
9.2.	Cemento .....	77
9.3.	Acero de refuerzo .....	78
9.4.	Mallas de refuerzo .....	80
9.5.	Agregados .....	81
9.6.	Agua.....	82
9.7.	Aditivos .....	82
9.8.	Grout .....	83
10.	ESPECIFICACIONES PARA PAREDES .....	84
10.1.	Requerimientos generales.....	84

10.2.	Bloques de concreto .....	84
10.3.	Acero .....	87
10.4.	Clasificaciones .....	88
11.	MAMPOSTERÍA REFORZADA MIXTA .....	89
11.1.	Aberturas en muros de carga .....	90
11.2.	Espesores mínimos de paredes .....	92
11.3.	Longitudes mínimas de muros de carga.....	92
11.4.	Refuerzo en muros de carga .....	94
11.5.	Columnas en mampostería confinada (Refuerzo vertical) .....	95
11.6.	Recomendaciones para verificación de calidad de muros .....	105
12.	LEVANTADO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA .....	
	CON REFUERZO INTEGRAL. ....	108
12.1.	Requisitos estructurales .....	108
12.2.	Refuerzo vertical .....	111
12.3.	Refuerzo horizontal .....	116
12.4.	Aberturas en muros de carga .....	118
13.	PROCESO DE LEVANTADO DE MAMPOSTERÍA .....	
	CON REFUERZO INTEGRAL. ....	121
13.1.	Proceso .....	121
13.2.	Mezclado del “Grout” .....	129
13.3.	Colocación de “Grout” .....	129
13.4.	Colado de baja altura .....	129
13.5.	Colado de altura.....	130
14.	LOSAS DE ENTREPISO.....	132
14.1.	Generalidades .....	132
14.2.	Requisitos estructurales .....	133
14.3.	Espesor mínimo de losas .....	134
15.	LOSAS MACIZAS .....	136
15.1.	Generalidades .....	136
15.2.	Requisitos estructurales .....	137
15.3.	Proceso constructivo.....	138

16.	LOSAS CON VIGUETAS EN UNA DIRECCIÓN .....	147
16.1.	Generalidades .....	147
16.2.	Requisitos estructurales .....	150
16.3.	Proceso constructivo.....	151
16.4.	Detalles de losa de vigueta en una dirección .....	154
17.	CUBIERTAS.....	157
17.1.	Generalidades .....	157
17.2.	Inclinaciones.....	158
17.3.	Cubiertas inclinadas .....	159
17.4.	Cubiertas planas .....	160
17.5.	Pendientes recomendadas .....	161
17.6.	Estructura portante .....	165
17.7.	Partes de una cubierta:.....	165
17.8.	Cubiertas de concreto .....	169
17.9.	Estructuras de madera.....	169
17.10.	Estructuras metálicas .....	171
18.	FOMENTO DE HIPOTECAS ASEGURADAS (FHA).....	174
18.1.	Planos, documentos, especificaciones y presupuestos .....	174
18.2.	Planta de entrepiso y/o techo final .....	174
18.3.	Requisitos arquitectónicos:.....	175
18.4.	Procedimientos constructivos .....	176
19.	CONCLUSIONES .....	180
20.	RECOMENDACIONES .....	181
21.	LITERATURA CITADA.....	182
22.	OTRAS REFERENCIAS .....	183

# LISTADO DE TABLAS

Tabla	Página
1. Empotramiento mínimo para cimentaciones .....	13
2. Dimensiones mínimas para cimientos corridos .....	14
3. Refuerzo mínimo para cimientos corridos.....	14
4. Colocación de tomacorrientes .....	43
5. Tipos aceptables de tubería según forma de instalación y servicio prestado .....	64
6. Tipos de tubería aceptables de acuerdo a forma de instalación y servicio prestado.....	68
7. Diámetro necesario para un área máxima de drenar con un bajante .....	70
8. Diámetros requeridos para tuberías horizontales según pendiente y área de drenar .....	70
9. Diámetros mínimos de tuberías para un solo artefacto .....	71
10. Especificaciones de tuberías para agua potable .....	74
11. Especificaciones de tuberías para drenajes.....	74
12. Número y diámetro de barras más usadas en la construcción de viviendas .....	78
13. Longitudes de traslape según tipo de concreto y acero.....	79
14. Dosificaciones para tipos de grout .....	83
15. Resistencia mínima del block.....	85
16. Número y diámetro de barras más usadas en la construcción de viviendas .....	87
17. Espesores mínimos para muros de carga .....	92
18. Coeficiente $M_o$ para calcular longitudes mínimas de muros de mampostería .....	93
19. Coeficiente $M_o$ para calcular longitudes mínimas de muros de concreto .....	93
20. Relación solera-muro .....	100
21. Espesor mínimo de losas .....	134
22. Refuerzo mínimo en losas macizas .....	137
23. Refuerzo mínimo para losas de vigueta en una dirección.....	150
24. Relación entre tipo de cubierta y su respectiva pendiente .....	161
25. Relación del clima y cómo afecta la altura del techo de la vivienda.....	175

# LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración	Página
1. Ejemplo de estanterías.....	4
2. Estanterías en bodega.....	5
3. Espacio para palas y piochas .....	6
4. Materiales típicos para la construcción de una bodega.....	7
5. Sugerencia para la distribución de una bodega.....	8
6. Campamento de obra.....	10
7. Tipos básicos de cimentación.....	11
8. Cimiento corrido .....	12
9. Empotramiento mínimo para cimentaciones .....	13
10. Dimensiones y refuerzos mínimos para cimientos corridos .....	14
11. Prueba de suelo con mazo .....	15
12. Método alternativo, determinación de la resistencia del suelo .....	17
13. Nivelación con manguera.....	18
14. Sección para cote y relleno.....	19
15. Trazado .....	20
16. Triángulo 3-4-5 .....	21
17. Ejemplo de Entibación .....	22
18. Detalle de cimentación para viviendas de bajareque .....	23
19. Detalles de pilotes de cimentación para viviendas de bajareque.....	24
20. Detalle de cimentación para viviendas de block o ladrillo de un nivel con techo liviano1 .....	25
21. Detalle de cimentación para viviendas de block o ladrillo de un nivel con techo liviano2 .....	26
22. Detalle de cimentación para viviendas de muros de concreto liviano prefabricados o fundidos en el lugar de un nivel .....	27
23. Viviendas de block o ladrillo de un nivel con techo de losa.....	28
24. Detalle de cimentación para viviendas de muro de concreto liviano prefabricados o fundidos en el lugar de un nivel con techo de losa .....	29
25. Detalles de cimentación para viviendas de block o ladrillo de dos niveles.....	30
26. Cimentación para viviendas de muro prefabricado de dos niveles.....	31

27. Detalle de cimentación para viviendas de muros fundidos en el lugar de dos niveles .....	32
28. Circuito eléctrico.....	37
29. Diagrama de circuitos de la vivienda .....	38
30. Esquema unifilar de la instalación de una vivienda.....	39
31. Canalizaciones .....	40
32. Caja de empalmes y conexiones de interior .....	41
33. Caja de derivación.....	41
34. Colocación de tomacorrientes estudio.....	44
35. Colocación de tomacorrientes sala .....	45
36. Colocación de tomacorrientes comedor .....	46
37. Colocación de tomacorrientes s.s/ dormitorio .....	47
38. Colocación de tomacorrientes garaje/ lavandería .....	48
39. Localización de interruptores .....	49
40. Plano de iluminación.....	52
41. Plano de agua potable.....	60
42. Plano de drenajes .....	62
43. Detalle de drenajes .....	67
44. Diámetros por artefactos .....	72
45. Detalle de tapadera, caja de registro y colector municipal.....	75
46. Muro de adobe .....	76
47. Saco de cementos progreso .....	77
48. Acero de refuerzo corrugado.....	78
49. Traslape de planchas de malla de alambre de refuerzo electro-soldado .....	80
50. Agregados finos y gruesos .....	81
51. Aditivos .....	82
52. Block Tradicional.....	85
53. Block Tabique Tradicional.....	86
54. Apilamiento de block tradicional .....	86
55. Hierro para la construcción .....	87
56. Columna de mampostería confinada .....	89
57. Solera en mampostería confinada.....	89
58. Muro con aberturas .....	90

59. Ejemplo de ventanería y formas de iluminación recomendados .....	91
60. Detalle de vano en muro .....	91
61. Detalle de columnas .....	95
62. Separación entre columnas y mochetas .....	96
63. Detalle de refuerzo de mochetas .....	96
64. Detalle de solera.....	97
65. Detalle de refuerzo mínimo en solera .....	98
66. Esquina tipo “L” de muro .....	98
67. Detalle de solera intermedia .....	99
68. Soleras en unidad “U” .....	99
69. Detalle de soleras para muros altos .....	101
70. Inicio de modulación.....	102
71. Levantado de muro sobre cimiento .....	103
72. Muro confinado, juntas llenas .....	103
73. Detalle de solera intermedia y esquina .....	104
74. Solera intermedia fundida .....	104
75. Detalle de vanos .....	105
76. Altura máxima de piso .....	108
77. Muros resistentes a cargas laterales.....	109
78. Paneles que se toman en cuenta en la resistencia .....	110
79. Refuerzo vertical en extremo de muro de viviendas de 1 nivel .....	111
80. Refuerzo vertical equina tipo “L” en viviendas de 1 nivel .....	112
81. Refuerzo vertical equina tipo “T” en viviendas de 1 nivel .....	112
82. Refuerzo vertical en extremo de muro viviendas de 2 niveles .....	113
83. Refuerzo vertical equina tipo “L” en viviendas de 2 niveles .....	113
84. Refuerzo vertical equina tipo “T” en viviendas de 2 niveles .....	114
85. Refuerzo vertical en ventanas.....	115
86. Levantado de muro típico.....	116
87. Detalles de sillares en ventanas .....	117
88. Anclaje de refuerzo .....	117
89. Aberturas mínimas .....	119
90. Vano de ventana cerca de solera .....	120
91. Revisión de planos en conjunto con el maestro de obra .....	121

92.	Colocación de tubos rectangulares para colocar la cuerda guía de cada eje .....	122
93.	Colocación de bloques .....	122
94.	Corte de ajuste con cortadora mecánica .....	123
95.	Colocación de mortero .....	123
96.	Colocación de mortero 2 .....	124
97.	Exceso de mortero en el interior.....	124
98.	Contención de levantado de muros.....	125
99.	Medición del espaciamiento entre bloques.....	126
100.	Juntas de acuerdo a su resistencia a la intemperie.....	127
101.	Limpieza de pared .....	128
102.	Curado de juntas .....	128
103.	Aplicación de “grout” de altura baja.....	130
104.	Detalle de colocado de “grout” .....	131
105.	Losa de entepiso .....	132
106.	Diafragma de entepiso.....	133
107.	Losa simplemente apoyada.....	134
108.	Losa de extremo continuo.....	135
109.	Losa en voladizo.....	135
110.	Dirección principal de losa según muros de apoyo.....	136
111.	Detalle de losa maciza .....	138
112.	Detalle del apuntalado .....	140
113.	Apuntalado en obra.....	140
114.	Formaleta de madera.....	141
115.	Formaleta de madera 2.....	142
116.	Armado de refuerzo .....	143
117.	Bloques de mortero (tacos).....	143
118.	Concretera .....	146
119.	Empresa de vaciado de concreto.....	146
120.	Tipos de viguetas por su diseño .....	148
121.	Viguetas (vista frontal) .....	148
122.	Viguetas (vista lateral).....	148
123.	Bovedilla .....	149

124.	Tipos de bovedilas .....	149
125.	Detalle de inicio de modulación de viguetas .....	154
126.	Detalle sección típica de losa con block.....	155
127.	Detalle de remate de losa con fundición .....	155
128.	Detalle de empotramiento de vigueta de apoyo .....	156
129.	Detalle de nervio rigidizante .....	156
130.	Esquema de una cubierta expuesta a las inclemencias del tiempo .....	157
131.	Techos inclinados de 1, 2 y 4 aguas .....	159
132.	Techo plano .....	160
133.	Inclinación recomendada para cubiertas de teja de barro cocido .....	161
134.	Percha de teja de barro cocido .....	161
135.	Inclinación recomendada para cubiertas de lámina plástica .....	162
136.	Lámina plástica ondulada .....	162
137.	Pendiente recomendada para cubiertas de losa de concreto .....	162
138.	Losa de concreto fundido.....	163
139.	Detalle de cumbrera para cubierta de teja de barro cocido.....	163
140.	Detalle de cumbrera para cubierta de lámina metálica.....	164
141.	Muestra de plano de techo con pendiente .....	164
142.	Estructura portante indicando tirantes y riostras utilizadas como rigidizantes ...	165
143.	Partes de la cubierta .....	166
144.	Detalle de amarre solera con estructura por medio de varilla de hierro soldada.	168
145.	Detalle de amarre solera corona con estructura por medio de pernos .....	169
146.	Ensamblados de madera para estructuras.....	170
147.	Uniones de madera para estructuras.....	171
148.	Colocación de costaneras para estructura de techo de lámina .....	171
149.	Estructura de riostras reforzando las vigas.....	172
150.	Unión de costanera por soldadura reforzado con hierro de 3/8 .....	173
151.	Puntos de soldadura en unión de costaneras .....	173

# RESUMEN

Este trabajo está basado en normativa AGIES NR-4 que tiene como marco las recomendaciones para la construcción de obras clasificadas como menores. La normativa NR4 del AGIES es una reglamentación optativa para la construcción guatemalteca que trata acerca de la mampostería en construcciones de viviendas de 1 nivel menor a 50 mts<sup>2</sup> y de 2 niveles inferiores a 100mts<sup>2</sup> de construcción. Esta es una norma escrita la cual abarca la gran mayoría de lineamientos básicos necesarios para realizar una construcción adecuada, utilizándola como base se realizó una cartilla técnica con gráficos y explicaciones que ayudan el entendimiento y el complemento de esta valiosa norma.

El objetivo principal es estudiar la normativa NR- 4, revisar su contenido y traducirlo a una forma sencilla de comprender, es decir en forma de cartilla gráfica que pueda ser interpretado desde diferentes niveles académicos. Los alcances de este trabajo se limitan a las secciones cubiertas por el AGIES en la versión borrador del año 2010 para la norma antes mencionada, a su vez se buscó complementar la norma con una recopilación de las mejores prácticas constructivas acerca del proceso constructivo.

La metodología utilizada fue una revisión del contenido de la norma y compararla con otras recomendaciones generales de otros países y otros requisitos nacionales como el FHA. Se procedió a la diagramación de la norma de la mayoría de los elementos del tema del investigador, preparado ya todo este material se trabajó en el desarrollo de la cartilla. El resultado de este estudio es una cartilla técnica en diferentes tomos que especifican las aplicaciones de esta norma a diferentes etapas de la construcción, desde el punto de vista que integra tanto los cimientos hasta las cubiertas en un orden cronológico de acuerdo al proceso de creación de la vivienda. Se concluyó que por medio del orden asignado a la norma y la forma gráfica se podrá compartir el avance de las especificaciones de forma sencilla y lograr con esto una mejor construcción de vivienda pequeña en Guatemala.

# 1.INTRODUCCIÓN

La construcción es el arte o técnica de hacer o realizar las obras de edificios, viviendas, obras públicas, carreteras, puertos entre muchas otras. El término construcción se refiere a las distintas formas de crear varios tipos de estructura. Además, la construcción actual se complementa o se integra coordinando las dimensiones de las distintas edificaciones, por lo tanto, es por esto que se diseña elaborando una diversidad de patrones estándar, lo cual disminuye los errores y las malas prácticas durante la ejecución de las construcciones, de esta manera se evita tener que realizar ajustes o correcciones posteriores como lo son el romper paredes, tapar huecos, y otras acciones que pueden debilitar la estructura.

Al analizar el marco constructivo de viviendas en Guatemala se llega a la conclusión que el tipo de vivienda más común (aproximadamente el 90%) es de 50 a 99 mts<sup>2</sup> realizada con bloques de concreto. Muchas de estas viviendas no presentan el uso de una técnica adecuada de mampostería y son llevadas a cabo por albañiles o maestros de obras, quienes basan sus procesos y lineamientos constructivos en experiencia y técnicas heredadas culturalmente, esto no quiere decir que todas las edificaciones realizadas por albañiles y maestros de obras están mal construidas pero que sí generan una gran incertidumbre en cuanto a la calidad de las edificaciones.

Este proyecto tiene como grupo desarrollador a seis estudiantes de ingeniería civil guiados por un arquitecta y que han logrado encontrar un balance de trabajo en conjunto con la asociación de ingenieros estructurales y sísmicos en Guatemala, una organización llamada AGIES. Este proyecto surge con la iniciativa de comprender, interpretar y diagramar una norma recomendada llamada AGIES NR-4, esta norma está enfocada a construcciones menores o llamadas así a todas las viviendas que están en el rango de 50mts<sup>2</sup> a 100 mts<sup>2</sup> y se pretende compartir el conocimiento de una normativa sísmica a personas practicantes del ramo de la construcción por medio de una cartilla técnica ilustrada.

Este proyecto tiene como objetivo principal crear un manual ordenado en donde se explique a base de dibujos detallados y lineamientos sencillos como llevar a cabo eficientemente el tipo de construcciones propuestas por la normativa NR-4, siendo una herramienta de valiosa ayuda para el sector formal, semi-formal y empírico involucrado en la construcción.

Con este trabajo se busca interpretar y ampliar los temas de la normativa y aportando elementos importantes que hoy día carece la norma; de esta forma se podrá crear una cartilla

técnica de construcción la cual podrá ser utilizada sin problemas por cualquier persona que tenga conocimientos básicos de construcción.

## **2.OBJETIVOS**

- Elaborar una cartilla técnica basada en la norma NR-4 del AGIES, detallando y explicando la misma, para ser entendida a nivel técnico.
- Dar a conocer la norma AGIES NR-4 en el marco de la construcción por medio de la elaboración de la cartilla técnica.
- Crear una herramienta útil e importante para la construcción de viviendas de 50 a 99 mts<sup>2</sup>.
- Contribución de la UVG a la normativa guatemalteca y dar a conocer la norma por medio de afiches, propaganda, copias de la cartilla, entre otros.

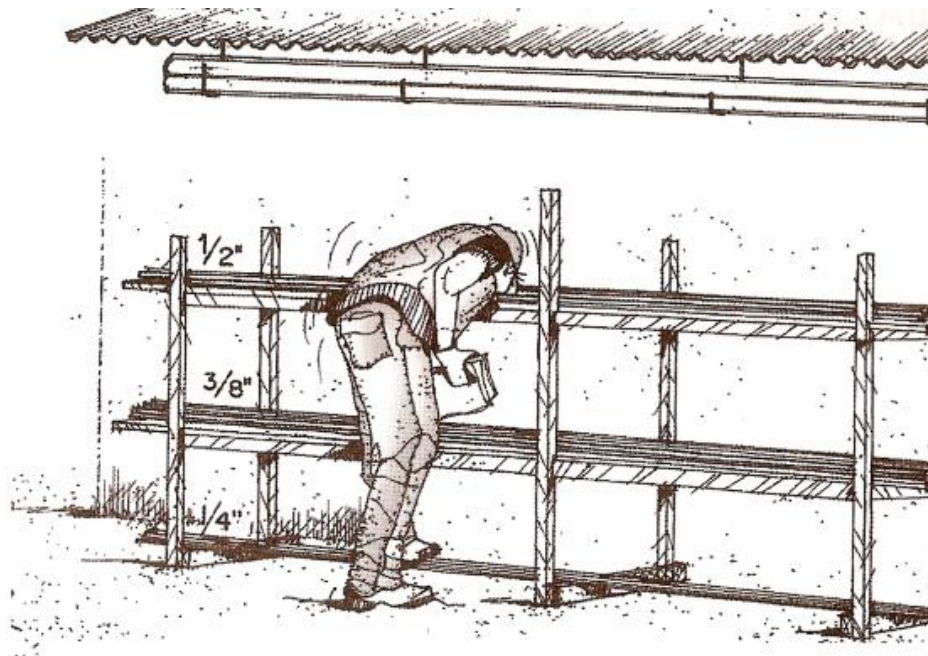
## 3. TRABAJOS PRELIMINARES

### 3.1. Instalaciones provisionales

#### 3.1.1. Bodega del proyecto

- Todo proyecto necesita de un espacio para poder almacenar materiales.
- La finalidad de la bodega es restringir el acceso de cualquier persona a los materiales y llevar un control ordenado del consumo de estos. También se busca generar un lugar que proteja los materiales del agua, viento, sol, etc.
- La bodega ideal debe tener por lo menos un lado mayor de 7 metros para guardar cosas como varillas de acero y/o tubos de PVC, los cuales generalmente vienen en formatos de 6 metros (para construcciones de vivienda).
- Por lo general se construyen estanterías de madera con el fin de generar espacios para ordenar el material según las necesidades.

Ilustración 1: Ejemplo de estanterías



(William, 2000)

Ilustración 2: Estanterías en bodega



(Elaboración propia)

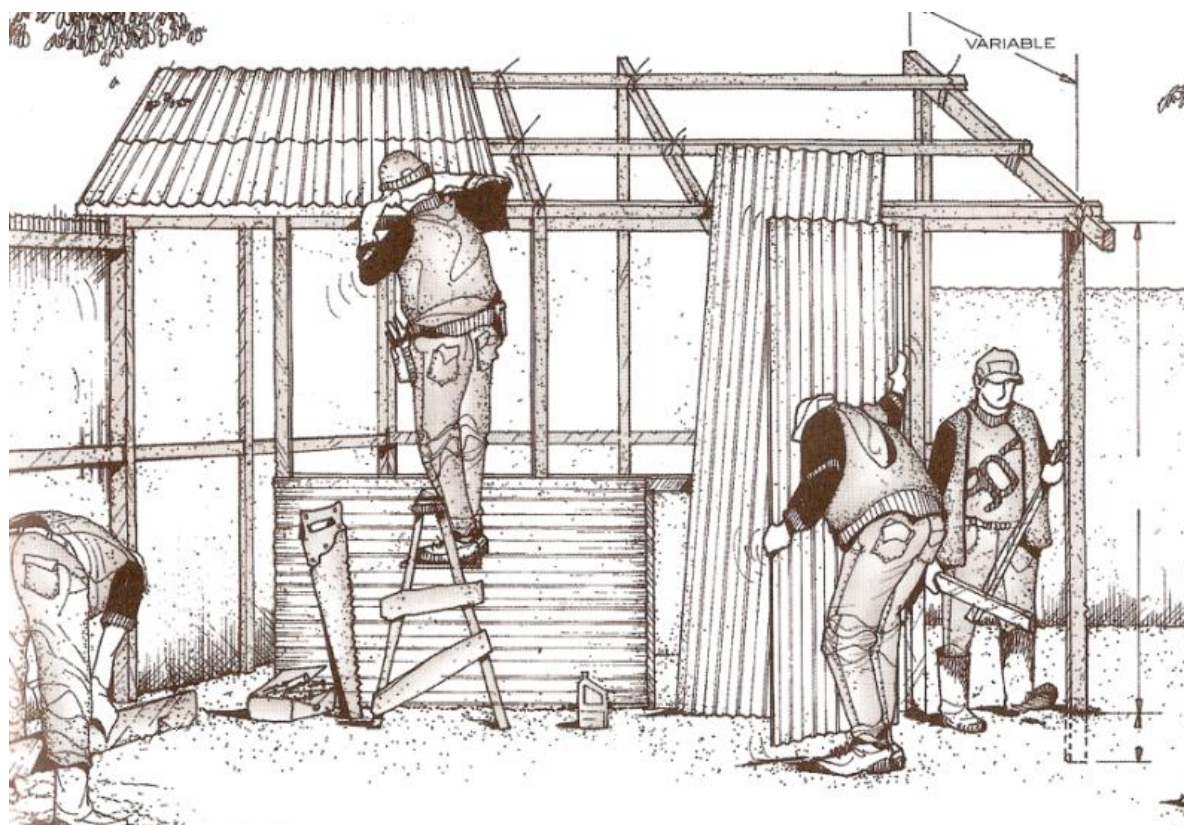
Ilustración 3: Espacio para palas y piochas



(Elaboración propia)

- Dentro de la bodega debe haber un espacio totalmente libre de infiltraciones de agua para el correcto almacenamiento del cemento, idealmente este debe ser colocado sobre una cama en forma de tarima, hecha de madera o algún material resistente al agua, con el fin de levantar los sacos del suelo y que estos no estén en contacto directo con el mismo, evitando así pérdidas debidas a inundaciones.
- Las bodegas de obra, son temporales y deben cumplir con las necesidades de almacenamiento durante el periodo de construcción únicamente, por lo que deben ser fáciles de armar y fáciles de desarmar. Por lo general las bodegas están elaboradas de madera y lámina, en forma de galera.

Ilustración 4: Materiales típicos para la construcción de una bodega

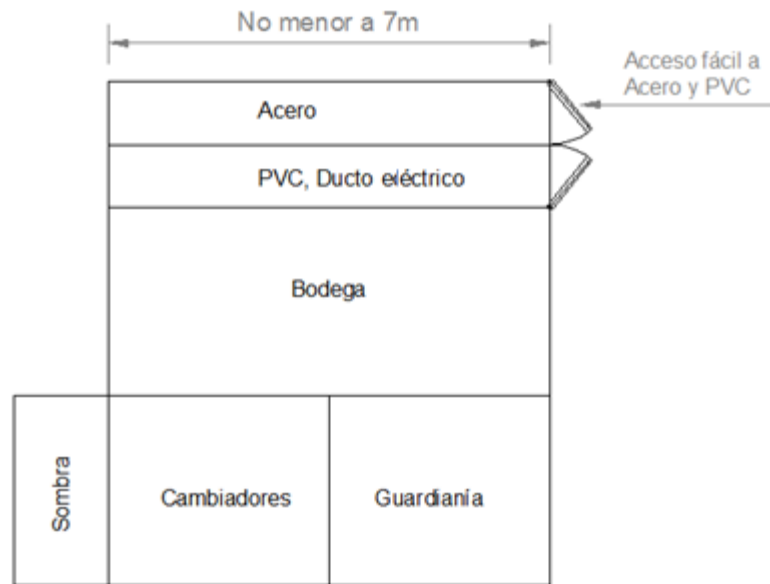


(William, 2000)

- En el techo de una bodega es de suma importancia generar una pendiente hacia algún lado para drenar el agua (como se muestra en la ilustración: “Materiales Típicos para la construcción de una bodega) en épocas de lluvia.
- No se necesita de una pendiente muy pronunciada (un 15% de pendiente es suficiente).
- Dentro de una bodega es común encontrar la propia rasante del sitio funcionando como suelo, ya que en la mayoría de los casos no es necesario hacer una fundición. Sin embargo, la opción de fundir un contrapiso liviano no es mala, ya que se crea un ambiente más seguro al agua y también genera un aspecto de orden y limpieza. Tomar en cuenta que esta fundición, si se llegara a hacer, debe de ser algo sencillo por ser de trabajos provisionales (solo se utilizará durante la ejecución del proyecto).
- Si se cuenta con un área específica para el almacenamiento de las varillas de acero, PVC, ducto eléctrico, etc. es importante tener un acceso fácil a este material; se puede

lograr con puertas como las mostradas en la ilustración “Sugerencia para la distribución de bodega”. (Ilustración a continuación)

Ilustración 5: Sugerencia para la distribución de bodega



(Elaboración propia)

**3.1.2. Guardianía:** El guardián de obra desempeña un papel importante en el control del material, éste se encarga de vigilar el proyecto fuera de las horas de trabajo regulares. Las necesidades son espacio para poder cambiarse, dormir, comer y realizar sus necesidades básicas, es por esto tan importante una guardianía en una obra.

Sugerencias:

- En caso de que hubiera alumbrado de seguridad durante la noche, se sugiere que el guardián tuviera acceso a los interruptores desde la guardianía.
- El guardián, no necesariamente tiene que tener acceso a la bodega, esto es opcional.

**3.1.3. Cambiadores:** Es importante tener en cuenta que el personal de obra necesita un espacio en donde almacenar sus pertenencias, tales como bolsón, almuerzo, zapatos, etc. por lo que es importante generar un espacio amplio y cerrado, con tamaño acorde a la cantidad de gente que lo utilizará. Es importante que todos puedan cambiarse de mudada dentro de este espacio, para evitar cualquier tipo de problema con vecindades cercanas.

Por lo general, los cambiadores son complementados con un espacio de sombra, generado para que en momentos de refacción y almuerzo los trabajadores puedan cubrirse del sol o la lluvia, según sea el caso. La existencia de cambiadores bien definidos ayudará a darle un aspecto más ordenado al proyecto, y evitará desordenes acumulados por todas partes.

**3.1.4. Oficina del proyecto:** Es un espacio opcional, pero muy necesario. Aquí es donde labora el equipo de dirección de la obra. Es el lugar ideal para guardar ordenadamente los planos, la bitácora de obra, licencia de construcción, y demás papelería referente al proyecto. Idealmente se debería de contar con un escritorio amplio para poder leer los planos, iluminación y energía para poder conectar computadoras.

- La oficina del proyecto puede ser construida de distintas formas, pero por lo general se busca una estructura sencilla y fácil de armar o desarmar, por ser una facilidad temporal.
- Algunas constructoras grandes tienen contenedores ambientados como oficinas móviles. La ventaja de esto es que se pueden movilizar sin necesidad de desarmar, se pueden utilizar varias veces y por lo general estos tráiler son más cómodos que una bodega hecha de lamina, desde el punto de vista que estos tienen ventanas, baño, son amplios, etc.
  - Este tipo de instalación no es recomendable en proyectos muy pequeños.

Ilustración 6: Campamento de Obra



(Elaboración propia)

### **3.2. Letrina o baños provisionales para personal:**

Toda área de trabajo está obligada a tener una adecuada área de baños para el personal.

- Las letrinas pueden ser fabricadas en obra con lámina galvanizada y madera, de la misma manera que se construye la bodega del proyecto. Es necesario colocar un asiento adecuado.
- También se pueden comprar o alquilar sanitarios portátiles.
- La cantidad de letrinas o baños, va en función de la cantidad de gente trabajando en la obra.
- Toda letrina debe ir conectada hacia una fosa séptica.

# 4. CIMENTACIONES

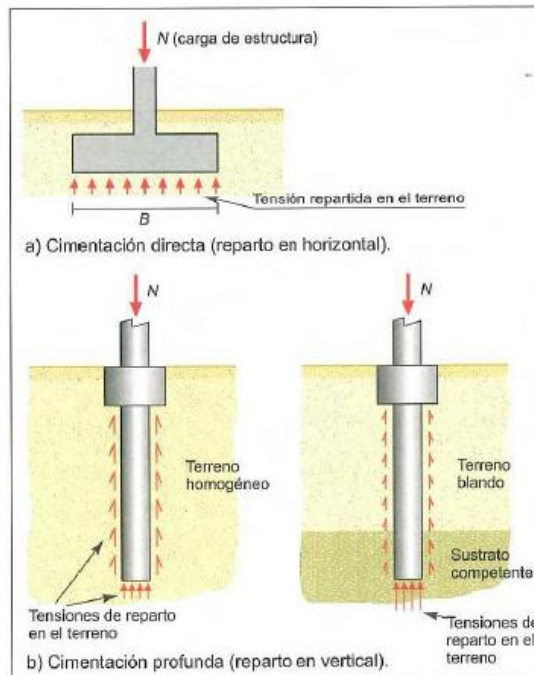
## 4.1. Especificaciones para cimentación

### 4.1.1. Generalidades:

**5.1.1** La cimentación debe ser capaz de transmitir con seguridad el peso de la vivienda al suelo. También es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

(AGIES, 2001)

Ilustración 7: Tipos de cimentación



(Vallejo, 2002)

**5.1.2** El sistema de cimentación debe conformar cuadros o anillos cerrados coincidentes con las habitaciones o ambientes, en cuyo caso el lado mayor no sobrepase los 7 metros. Esto con el fin de que las cargas se distribuyan lo más uniformemente posible sobre el suelo y para lograr que la vivienda sea sólida y monolítica cuando un sismo actúe sobre ella.

(AGIES, 2001)

Las cimentaciones se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos, es decir, deben formar cuadros cerrando los ambientes que delimitan. (Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas, 2000)

Ilustración 8: Cimiento corrido.



(Elaboración propia)

**5.1.3** Las viviendas deben cimentarse siempre en terreno estable y deben empotrarse por lo menos 40 cm dentro del terreno para viviendas de 1 nivel de bloc o ladrillo y 35 cm para muros de concreto liviano. Para viviendas de 2 niveles de bloc o ladrillo se deben empotrar 60 cm, mientras que para muros de concreto liviano será 50 cm el empotramiento mínimo. Se debe proteger la cimentación de la acción del agua, impermeabilizándola cuando sea posible.  
(AGIES, 2001)

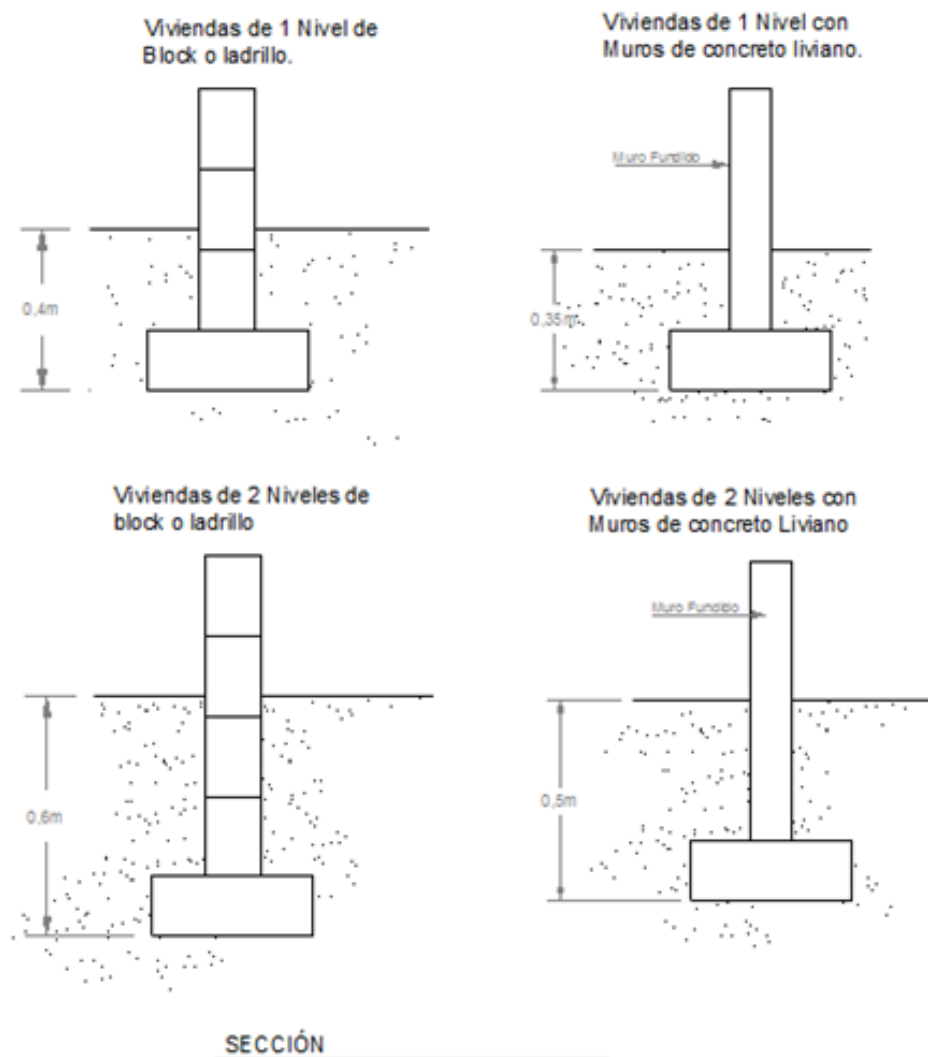
Tabla 1: Empotramiento mínimo para cimentaciones

Situación:	Empotramiento mínimo:
Viviendas de 1 nivel	40cm
Viviendas de 1 nivel (muros de concreto liviano)	35cm
Viviendas de 2 niveles	60cm
Viviendas de 2 niveles (muros de concreto liviano)	50cm

\*Ver ilustración mostrada a continuación

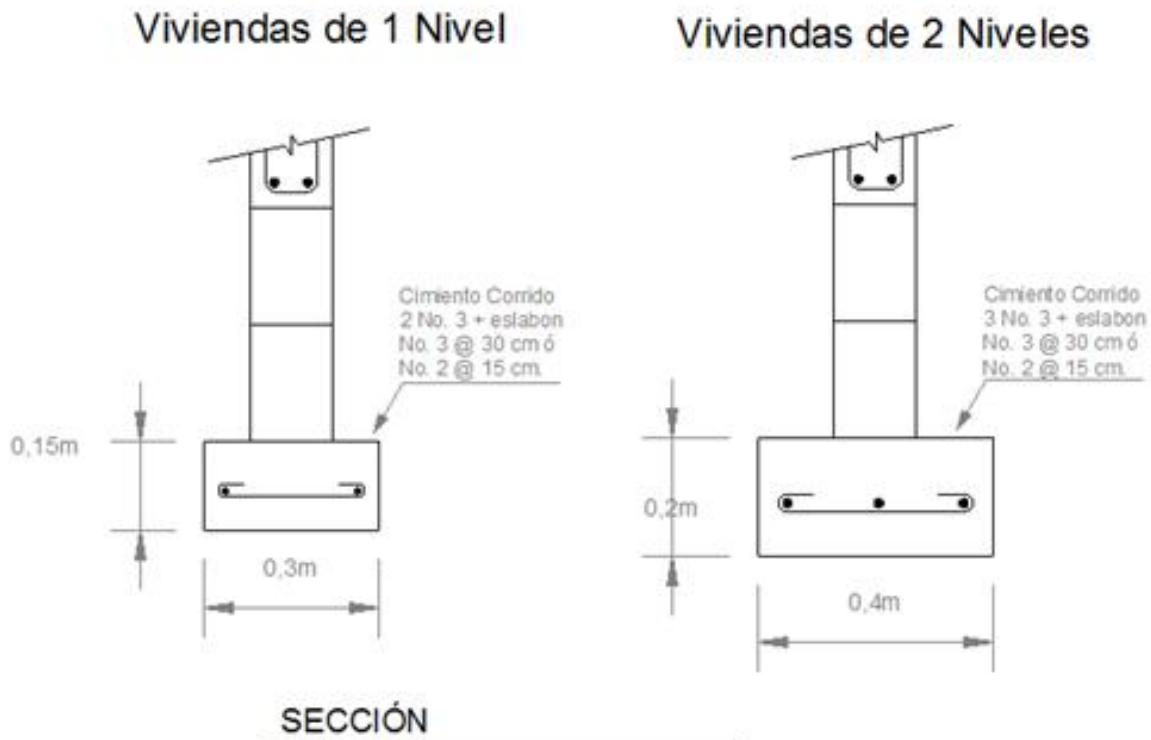
(AGIES, 2001)

Ilustración 9: Empotramiento mínimo para cimentaciones



(AGIES, 2001)

Ilustración 10: Dimensiones y refuerzos mínimos para cimientos corridos



(Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas, 2000)

Tabla 2: Dimensiones mínimas para cimientos corridos

	<b>Peralte</b>	<b>Ancho</b>
Vivienda de 1 nivel	15cm	30cm
Vivienda de 2 niveles	20cm	40cm

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

Tabla 3: Refuerzo mínimo para cimientos corridos

	<b>Longitudinal</b>	<b>Transversal</b>
Vivienda de 1 nivel	2 No.3	Est. No.3 @ 30cm Est. No.2 @ 15cm
Vivienda de 2 niveles	3 No.3	Est. No.3 @ 30cm Est. No.2 @ 15cm

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

**5.1.4** Cuando para la obtención de la licencia de construcción no se exija estudio de suelos, o cuando dicho proceso no esté implementado en el área de la construcción, y deben cumplirse los siguientes requisitos mínimos:

a) Realizar un pozo de una profundidad mínima de 1.50 m que demuestre la calidad razonable del suelo para cimentar. Una forma sencilla de saber si el terreno es blando o es firme consiste en tratar de enterrar una varilla número 4 (de ½" de diámetro) en el fondo del pozo. Si la varilla penetra fácilmente, el terreno puede considerarse blando, de lo contrario el terreno podría considerarse firme. Dicha prueba se puede ir efectuando conforme avanza la excavación, hasta llegar a suelo aceptable o desechar el lugar.

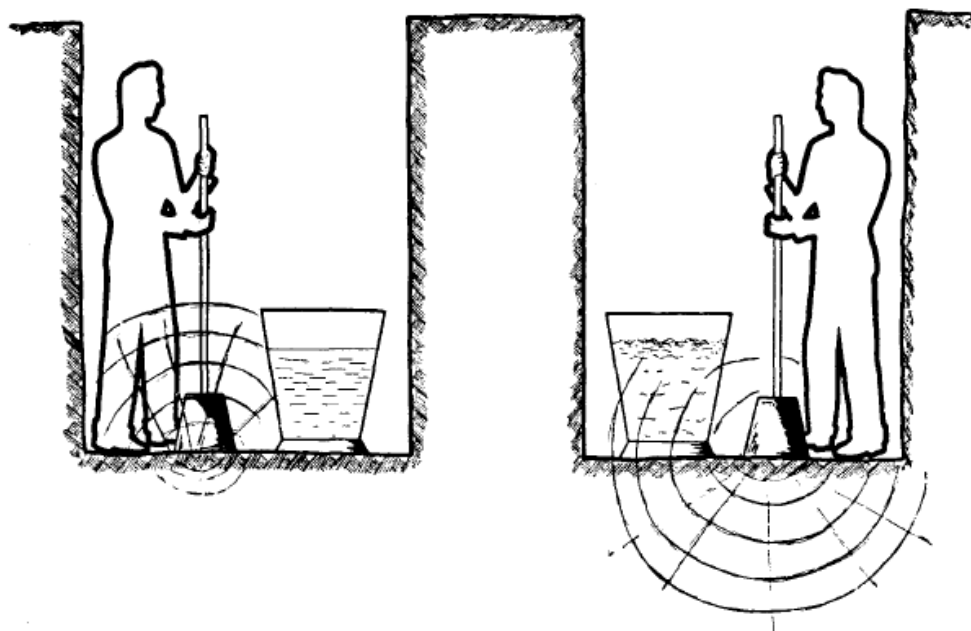
b) La capacidad portante máxima que podría usarse para establecer dimensiones mínimas de la cimentación diferentes a las aquí proporcionadas no puede exceder de 5. Ton/m<sup>2</sup>. En aquellas ciudades o localidades donde la experiencia ha demostrado que es aceptable utilizar capacidades portantes del suelo mayor de 5 Ton/m<sup>2</sup>, la oficina o dependencia municipal encargada del control de construcciones puede fijar un límite diferente a esta capacidad.

c) Indagar el comportamiento de las edificaciones similares en las zonas aledañas desde el punto de vista de asentamientos y deslizamientos, demostrando que el comportamiento ha sido adecuado; hay que ver las construcciones vecinas si se han agrietado o han tenido asentamientos. Evitar suelos muy blandos o rellenos recientes.

**5.1.5** Otra forma de corroborar que el suelo es firme consiste en la siguiente técnica sencilla: realizar la excavación, colocar una cubeta con agua limpia sobre la excavación, con un mazo golpear bruscamente el suelo alrededor de la cubeta. Si el terreno es compacto y duro, el agua continuará inmóvil o vibrará muy poco. Si el terreno es blando, el agua se pondrá en movimiento con oscilaciones mayores.

(AGIES, 2001)

Ilustración 11: Prueba de suelo con mazo



(Bahamontes)

**4.1.2. Método alterno:** Determinación de la resistencia del suelo: A continuación se describe un método práctico, al alcance de cualquier operario de una obra, para determinar la resistencia del suelo

- Consiste en colocar sobre el terreno a examinar, un soporte de sección conocida (por ejemplo, un tablón B) y una carga determinada A.
- Este ensayo deberá aplicarse sobre el terreno recientemente excavado o vaciado y sin apisonar. Para conocer la resistencia aproximada del terreno a la compresión, se dividirá la carga A, expresada en Kg. por la sección B del tablón, expresada en cm<sup>2</sup>.
- Por ejemplo, si el canto del tablón es de 20 x 5 cm. = 100 cm<sup>2</sup> y la carga que se coloca es de 500 Kg, tendremos:

$$\frac{A}{B} = \frac{500}{100} = 5 \text{ Kg/cm}^2$$

- Esta carga no deberá dejar en el terreno más que una ligera huella, del orden de 1 a 2 mm., del primer asentamiento por cortadura en el suelo, producida por las aristas del tablón, para que pueda considerarse admisible.
- La forma práctica de realizar este ensayo es cargar el tablón primero con una cierta carga, por ejemplo 200 Kg, dejarlo cargado 24 horas, retirar la carga y comprobar si el tablón se ha hundido en el suelo; volverlo a cargar con una carga mayor de 300, 400 Kg, e ir repitiendo la carga y descarga para ver el comportamiento del terreno. Todas estas operaciones deben hacerse con el mayor cuidado.
- Los Kg por cm que se obtengan en el ensayo deben dividirse por 1'5 ó 2 y tendremos la carga que puede soportar el terreno con un margen de seguridad equivalente al coeficiente por el cual hemos dividido.
- En el ejemplo indicado anteriormente, si suponemos que el terreno ha empezado a ceder después de los 500 Kg de carga, o sea después de estar sometido a una carga de 5 Kg por cm<sup>2</sup>, el coeficiente de trabajo obtenido sería:

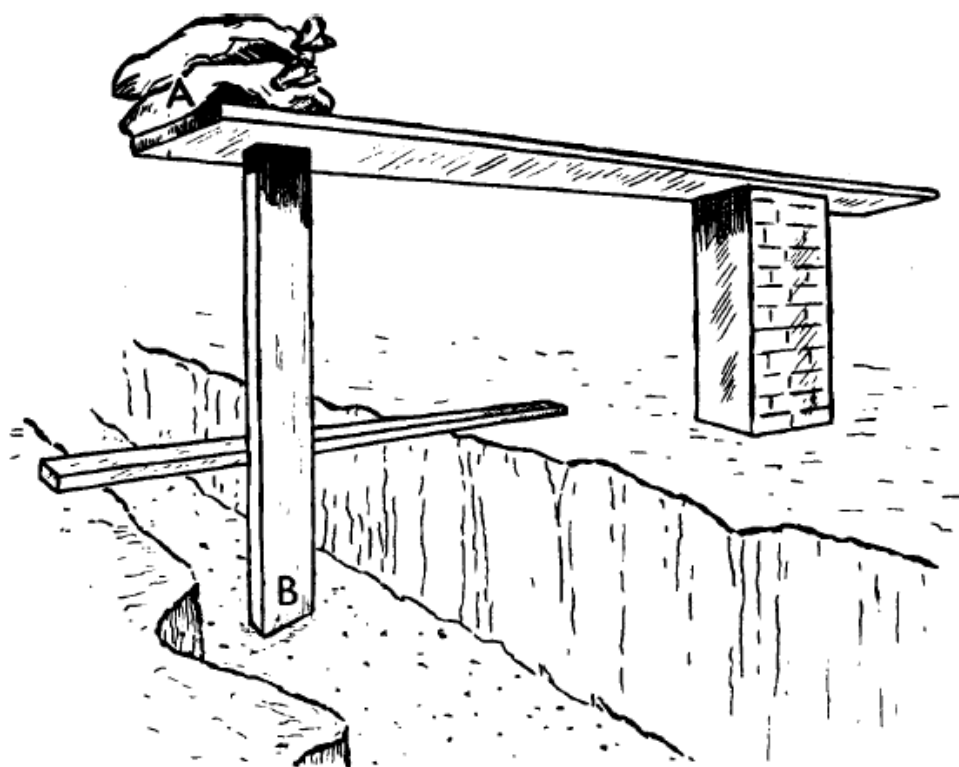
$$\frac{5}{1.5} = 3.33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\frac{5}{2} = 2.5 \text{ Kg/cm}^2$$

- Entonces se concluye que la capacidad de carga del suelo está entre 2.5 y 3.33Kg/cm<sup>2</sup>.

(Bahamontes)

Ilustración 12: Método alternativo, Determinación de la resistencia del suelo



(Bahamontes)

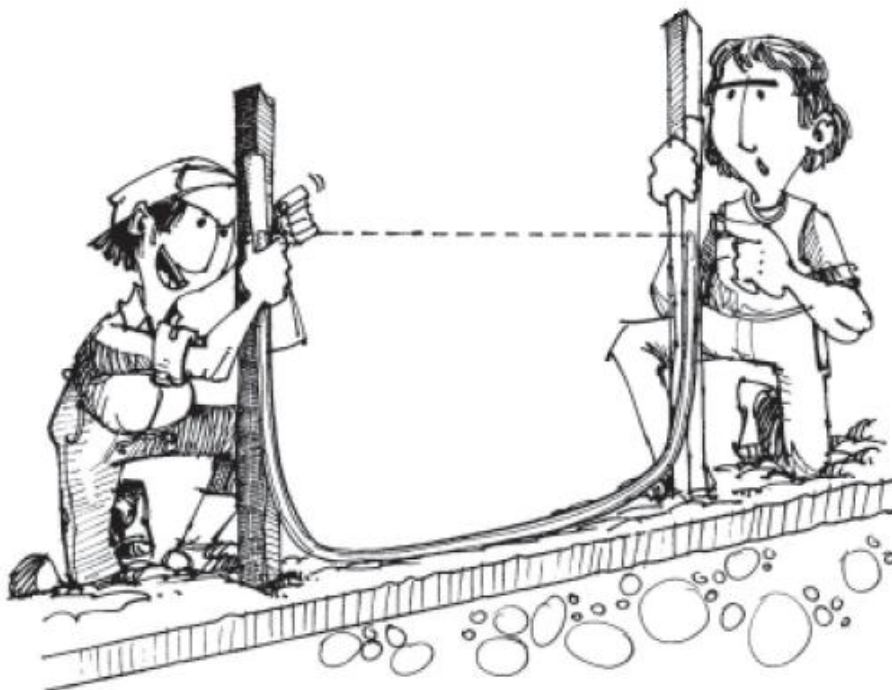
## 4.2. Trabajos preliminares

**5.2.1** Inicialmente se debe adecuar el terreno, limpiando toda la vegetación, basuras y escombros. Se debe desplantar o eliminar la capa vegetal que generalmente es de 30 cm de espesor (maleza, raíces, árboles) hasta encontrar suelo firme.

**5.2.2** Hacer la plataforma de acuerdo con el alineamiento del lote, y pasar niveles con manguera. Es necesario nivelar o emparejar el terreno haciendo excavaciones y rellenos hasta que el terreno quede parejo.

(AGIES, 2001)

Ilustración 13: Nivelación con manguera.



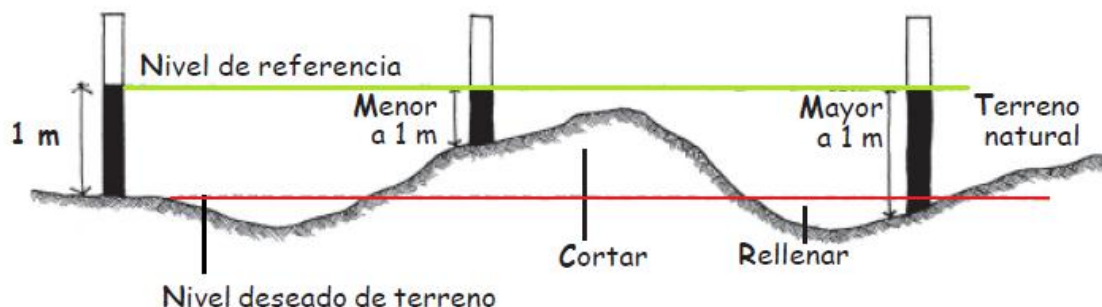
(Blondet, 2005)

#### 4.2.1. Pasos para la nivelación con manguera:

- Llenar la manguera con agua limpia y verificar que no queden burbujas en el interior (Si la manguera tiene burbujas de aire, la medida no será exacta).
- Colocar estacas en los puntos a donde se desea pasar el nivel, y verificar que estén a plomo (verticales).
- Marcar en la primera estaca el punto de referencia.
- Con ayuda de la manguera, llevar la marca de la primera estaca hacia las otras estacas.

(Blondet, 2005)

Ilustración 14: Sección para corte y relleno



(Blondet, 2005)

En la ilustración anterior se muestra una técnica práctica para definir el nivel al que se desea trabajar. A continuación se describe en pasos:

- Se escoge un punto al que se le llamará Nivel de referencia (Representado por la línea verde, en la ilustración), en algunas ocasiones le llaman “cota 100”, pero realmente puede adaptar cualquier nombre. Este nivel puede ser tomado desde algún punto en la banquetta, o algún objeto cercano al terreno que sea inmóvil. Por ejemplo: puede pintarse un nivel en algún poste, algún bordillo, árbol, etc.
- Luego de haber definido el nivel de referencia se procede a colocar postes, de preferencia equidistantes, a lo largo del área que se desea nivelar.
- El nivel deseado de terreno (representado por la línea roja, en la grafica), se obtiene haciendo medidas a partir del nivel de referencia (línea verde) hacia la rasante del terreno. Obviamente esta distancia irá variando con la irregularidad del terreno.

Se debe definir el nivel al que se desea el terreno, a partir del nivel de referencia. Como ejemplo se podría utilizar 1 metro abajo del nivel de referencia (ver ilustración), se procede a hacer las mediciones en cada poste, aquellos puntos que tengan distancia menor a 1 metro serán objeto de corte, mientras que aquellas que tengan más de 1 metro serán objeto de relleno. De esta manera se puede hacer un estimado del movimiento de tierras que presenta un terreno

Otra manera de verlo podría ser tomando como referencia la línea roja en la ilustración, toda parte de la sección del terreno natural que se encuentre sobre esta, es corte y aquella que se encuentre abajo será relleno.

**5.2.3** Se debe apisonar, humedecer y golpear con un mazo de 25 cm el terreno hasta volverlo firme y duro.

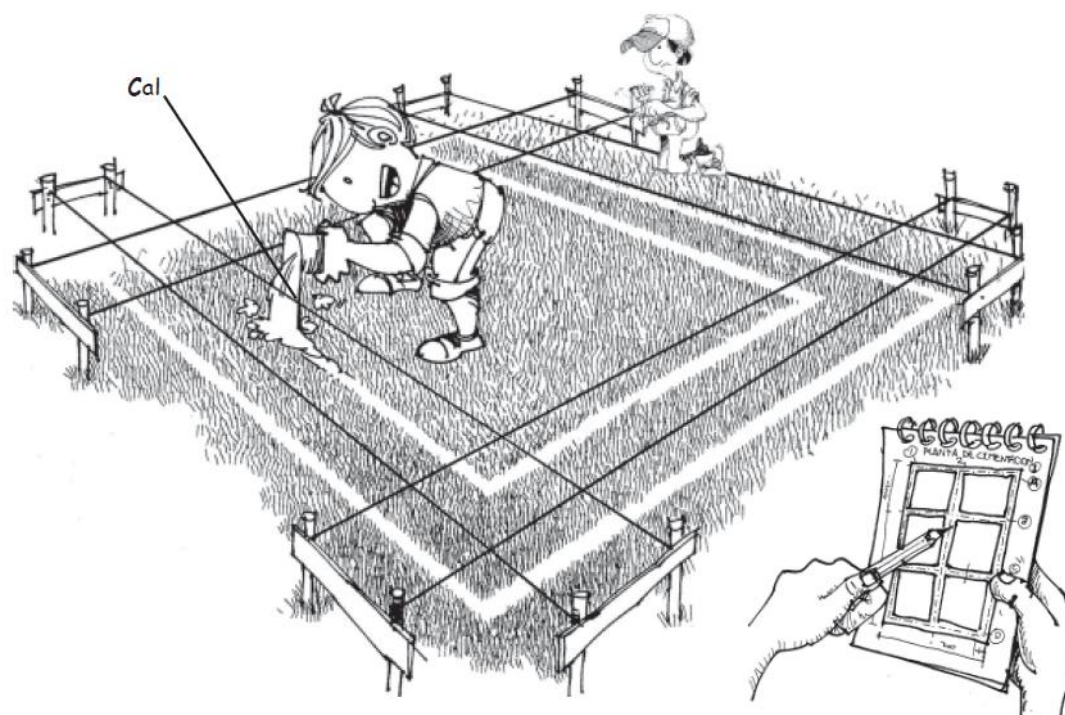
(AGIES, 2001)

Es recomendable ir compactando por capas, estas no deben de ser mayores de 20 cm.

**5.2.4** El trazo, es decir el pasar las medidas del plano al lote en tamaño real, debe realizarse teniendo en cuenta que es necesario: revisar la ubicación de los linderos, marcar los cruces de los muros o sus ejes, ubicar los caballetes de replanteo, y definir el ancho de la excavación para los cimientos. Colocar hilos para que sirvan de guías, y trazar con cal en polvo las áreas para excavación.

(AGIES, 2001)

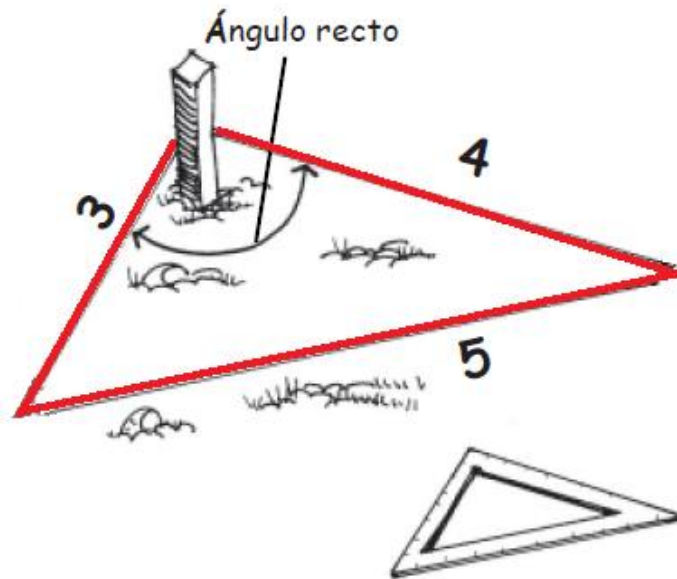
Ilustración 15: Trazado



(Blondet, 2005)

#### 4.2.2. Trazo de ángulos rectos:

Ilustración 16: Triángulo 3-4-5



(Blondet, 2005)

La ilustración anterior describe como trazar escuadras a 90 grados en el terreno. Es un método simple, práctico y muy exacto.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Se deben colocar los dos hilos que se interceptan, siendo estos perpendiculares.
- A partir del punto de intersección se deben medir 3 metros en un hilo y 4 en el otro.
- Finalmente se mide desde la medida de 3 metros hacia la medida de 4 metros (o al revés) y se busca obtener una medida de 5 metros. Si esto no se da es porque el ángulo aún no es recto, y se deben ir abriendo o cerrando los hilos, según sea el caso.

### 4.2.3. Entibaciones:

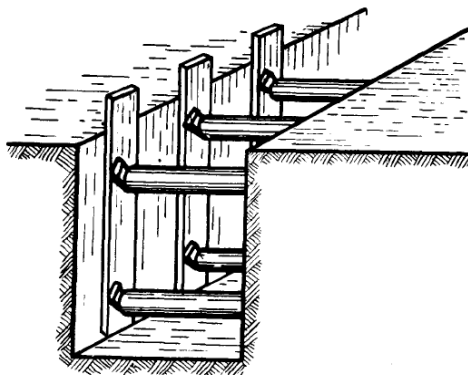
**5.2.5** Asegurar la verticalidad de la excavación cortando con barreta. Cuando se presenten terrenos sueltos, entibar para evitar el derrumbamiento de las paredes de la excavación. El piso de la excavación debe quedar totalmente horizontal, a nivel y compacto manualmente. De ser necesario, se mejorará el terreno con material granular (selecto) compactado y apisonado, para obtener mayor resistencia, para evitar el contacto directo y controlar la humedad. Dicho lecho no debe ser mayor de 15 cm de espesor.

(AGIES, 2001)

Las entibaciones tienen como principal misión la de proteger al obrero cuando éste ejecuta una tarea bajo la rasante del terreno. Si se trata de un terreno suelto o poco consistente, entonces es cuando se impone la entibación, sin escatimar material alguno, pues en estos casos un ahorro mal entendido de madera puede conducir a lamentables fracasos, muy difíciles de compensar por tratarse de vidas humanas que se ponen en juego. (Bahamontes)

Por lo tanto, entibación es la operación destinada a la contención de tierra, que se realiza de manera transitoria (hasta el relleno del cimient) mediante piezas de madera, cuyo sistema varía con arreglo a la clase de excavación de que se trate así como de la calidad del terreno. (Bahamontes)

Ilustración 17: Ejemplo de entibación.



(Bahamontes)

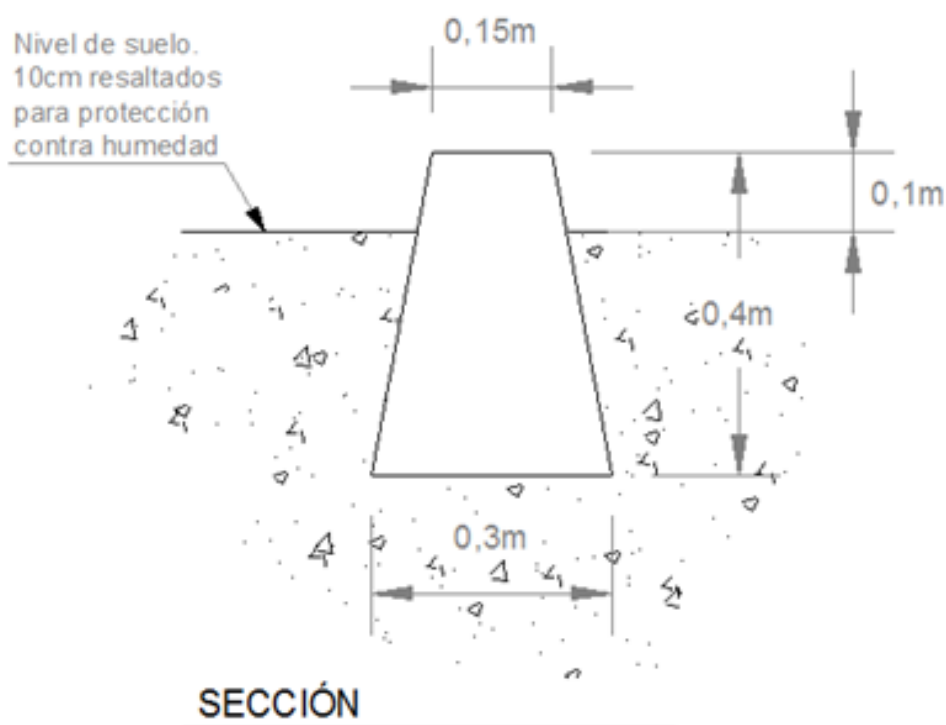
## 4.3. Detalle de cimentaciones

### 4.3.1. Viviendas de bajareque

**5.3.1** La cimentación consiste de una combinación de cimiento corrido más pilotes. Ambos pueden hacerse de concreto ciclópeo de un 60% de concreto de 1:2:3 (proporción en volumen cemento: arena: piedrín) y un 40% de piedra. También se puede hacer de piedra + cal + talpetate. El cimiento corrido sirve para apoyar las paredes propiamente dichas y tendrá un ancho de 0.30 m y un peralte total de 0.40 m, sobresaliendo 0.10 m sobre el nivel del suelo como medida de protección contra la humedad. En la parte superior el cimiento tendrá un ancho de 0.15 m, haciendo el cambio gradual a partir del suelo. Los pilotes serán de una sección transversal mínima de 0.50 m x 0.50 m y una profundidad total de 0.80 m, sobresaliendo sobre el suelo 0.10 m. En dichos pilotes se ahogarán los horcones de madera de no más de 8" de diámetro o paral de 5" x 5". La cantidad que se hincarán los horcones o parales dentro de los pilotes no será menor de 0.30 m ni mayor de 0.50 m. Dichos pilotes se espaciarán a no más de 3.00 m.

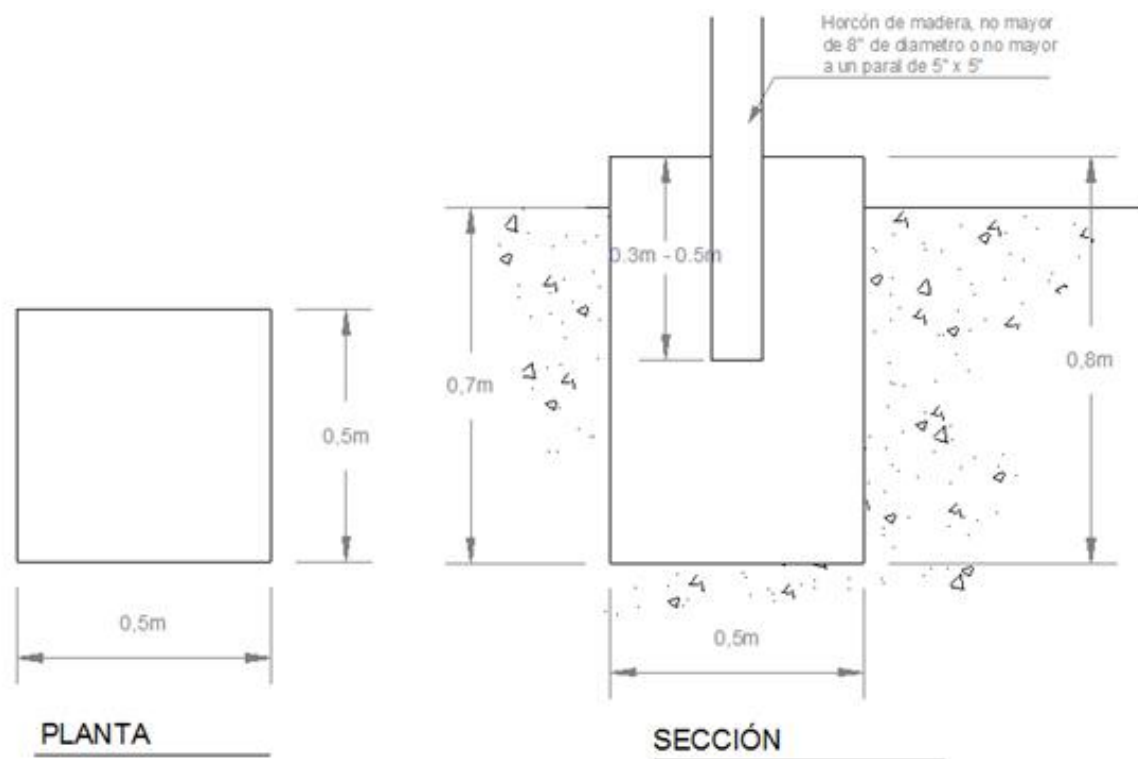
(AGIES, 2001)

Ilustración 18: Detalle de cimentación para vivienda de bajareque



(AGIES, 2001)

Ilustración 19: Detalle de cimentación para viviendas de block o ladrillo de un nivel con techo liviano



(AGIES, 2001)

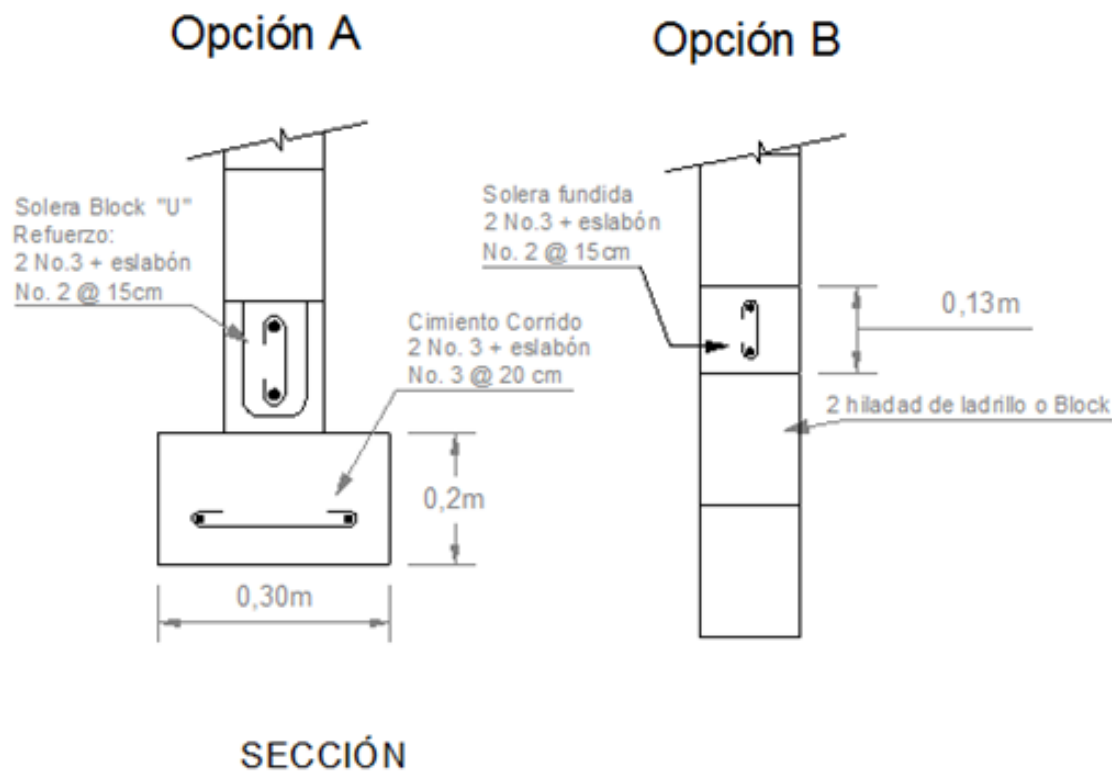
#### 4.3.2. Viviendas de block o ladrillo de un nivel con techo liviano

**5.3.2.1** Su cimentación puede consistir en un cimiento corrido de concreto reforzado con un ancho de 0.35 m por 0.20 m de peralte, más una hilera de bloc "U" funcionando como solera de humedad ó bien 2 hileras de ladrillo más solera de humedad fundida de

0.13 m de peralte. El refuerzo del cimiento corrido consiste en 2 varillas 3/8" corridas más eslabón 3/8" a cada 0.20 m, mientras que la solera de humedad de 2 varillas 3/8" corridas más eslabón 2/8" a cada 0.15 m.

(AGIES, 2001)

Ilustración 20: Detalle de cimentación para viviendas de block o ladrillo con techo liviano



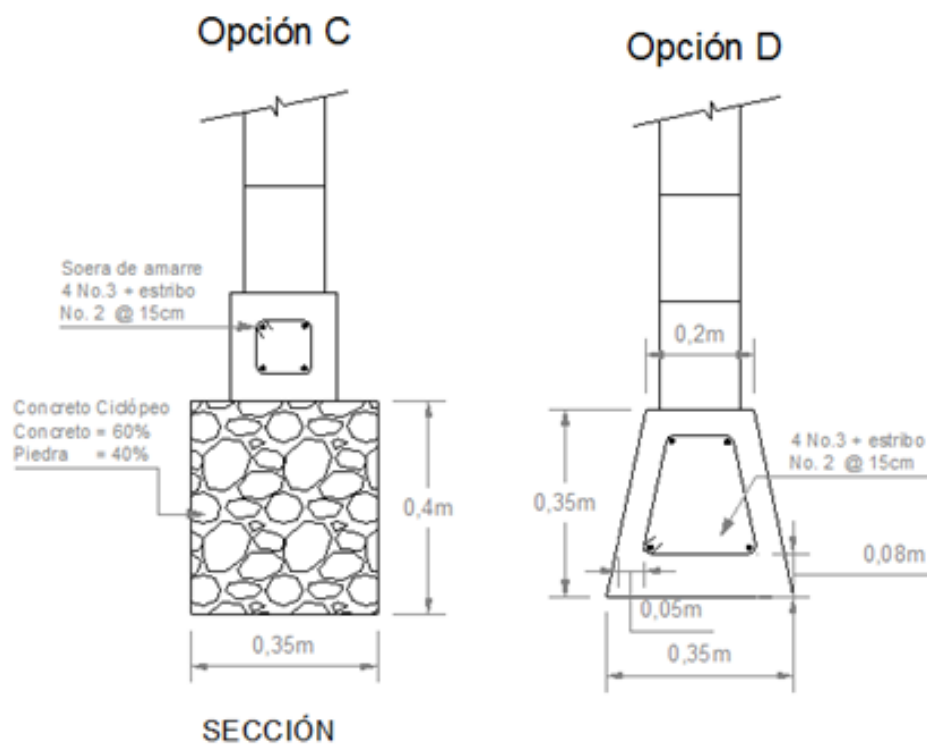
(AGIES, 2001)

**5.3.2.2** Alternativamente puede usarse un cimiento corrido de concreto ciclópeo de un 60% de concreto de 1:2:3 (proporción en volumen cemento:arena:piedrín ) y un 40% de piedra. Dicho cimiento tendrá dimensiones mínimas de 0.35 m de ancho por 0.40 m de peralte. Inmediatamente arriba irá una solera de amarre de 0.20 m de peralte de concreto reforzado 1:2:3 (proporción en volumen cemento: arena: piedra), con un ancho mayor al del muro que va a soportar y refuerzo consistente en 4 varillas de 3/8" con estribos de 2/8" a cada 0.15 m.

**5.3.2.3** También podría usarse un cimiento corrido trapezoidal de concreto reforzado que mida 0.35 m de ancho en la base, 0.20 m de ancho en el tope y 0.35 m de peralte, con refuerzo de 4 varillas corridas de 3/8" más estribo 2/8" a cada 0.15 m. El recubrimiento que debe tener el refuerzo es de 0.08 m en el fondo, y de 0.05 m en los laterales.

(AGIES, 2001)

Ilustración 21: Detalle de cimentación para viviendas de block o ladrillo de un nivel con techo liviano



(AGIES, 2001)

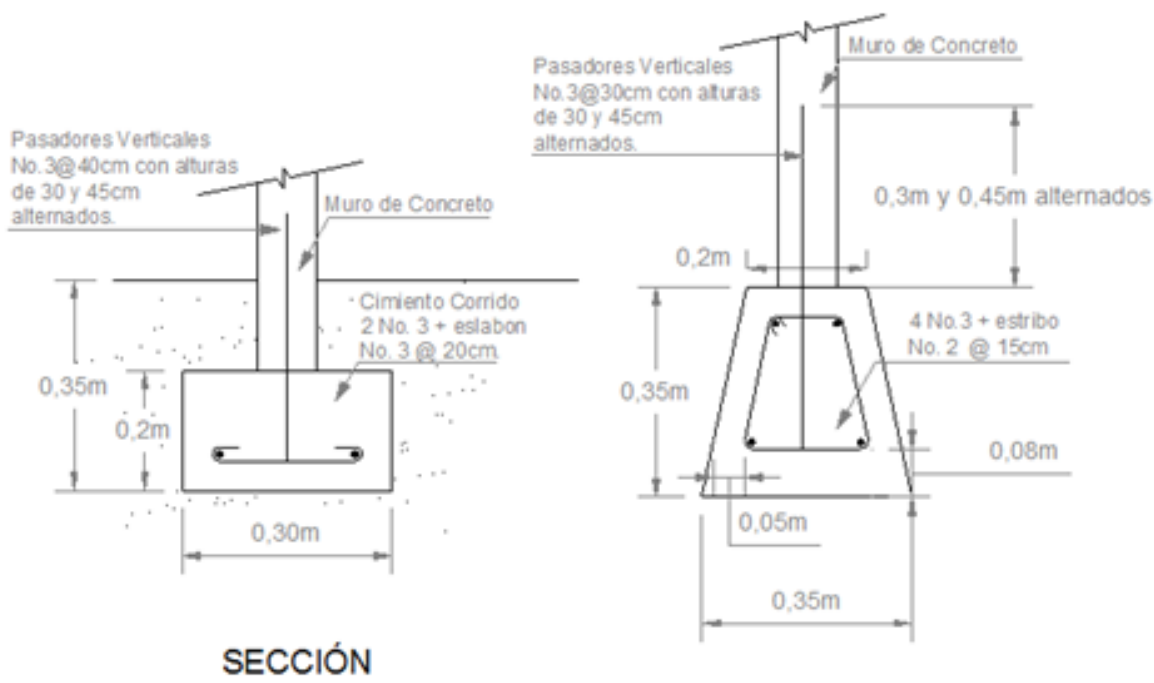
#### 4.3.3. Viviendas de muros de concreto liviano prefabricados o fundidos en el lugar de un nivel con techo liviano

**5.3.3.1** Su cimentación puede consistir en un cimiento corrido de concreto reforzado con un ancho de 0.35 m por 0.20 m de peralte situado a una profundidad de 0.35 m medidos a la parte inferior. El refuerzo del cimiento corrido consiste en 2 varillas 3/8" corridas más eslabón 3/8" a cada 0.20 m.

**5.3.3.2** También podría usarse un cimiento corrido trapezoidal de concreto reforzado que mida 0.35 m de ancho en la base, 0.20 m de ancho en el tope y 0.35 m de peralte, con refuerzo de 4 varillas corridas de 3/8" más estribo 2/8" a cada 0.15 m. El recubrimiento que debe tener el refuerzo es de 0.08 m en el fondo, y de 0.05 m en los laterales. Además se colocarán pasadores verticales de 3/8" a cada 0.30 m con alturas de 30. y 45. cm alternados para traslapar el refuerzo del muro propiamente dicho.

(AGIES, 2001)

Ilustración 22: Detalle de cimentación para viviendas de muros de concreto liviano prefabricados o fundidos en el lugar de un nivel con techos livianos



(AGIES, 2001)

**5.3.3.3** Para algunos casos de muros prefabricados, el cimiento trapezoidal podría fundirse en dos etapas. La primera etapa hasta un peralte de 20. cm, dejando expuesta la parte superior del estribo y las dos varillas longitudinales superiores. La superficie de la primera etapa de fundición deberá dejarse con pequeñas irregularidades para facilitar la adherencia de la segunda etapa de fundición. También el estribo de 2/8" podría sustituirse por una combinación de "U" de 2/8" más un eslabón de 2/8" que abrace las dos varillas longitudinales superiores.

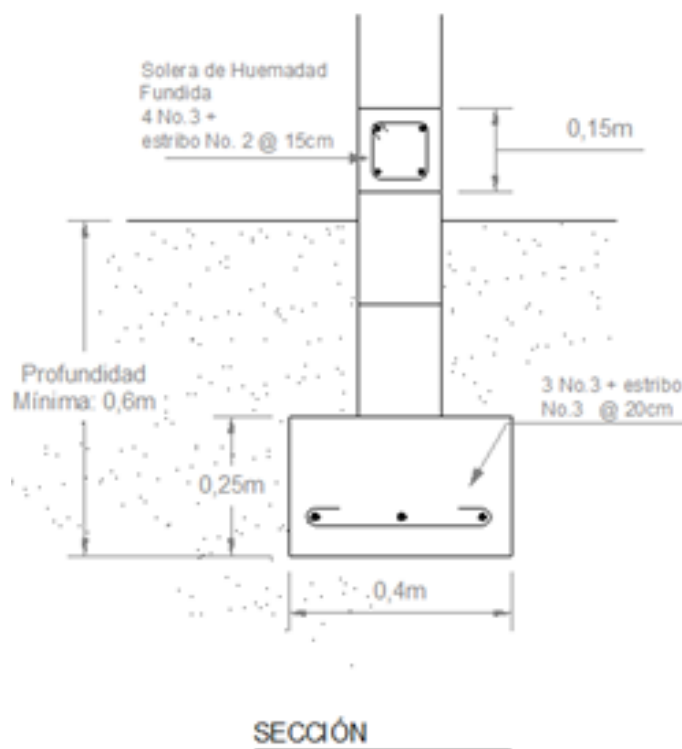
(AGIES, 2001)

#### 4.3.4. Viviendas de block o ladrillo de 1 nivel con techo de losa

**5.3.4.1** Su cimentación puede consistir en un cimiento corrido de concreto reforzado con un ancho de 0.40 m por 0.25 m de peralte, luego levantado de bloc o ladrillo y en seguida, una solera de humedad fundida de 0.15 m de peralte, sumando una profundidad mínima de 0.60 m medido desde la parte inferior del cimiento. El refuerzo del cimiento corrido consiste en 3 varillas 3/8" corridas más eslabón 3/8" a cada 0.20 m. Mientras que la solera de humedad consiste de 4 varillas 3/8" corridas más estribo 2/8" a cada 0.15 m.

(AGIES, 2001)

Ilustración 23: Viviendas de block o ladrillo de un nivel con techo de losa.



(AGIES, 2001)

#### 4.3.5. Viviendas de muros de concreto liviano prefabricados o fundidos en el lugar de un nivel con techo de losa

**5.3.5.1** Su cimentación puede consistir en un cimiento corrido de concreto reforzado con un ancho de 0.40 m por 0.25 m de peralte y luego un sobrecimiento de 0.20 m de espesor y 0.20 m de peralte. El refuerzo del cimiento corrido consiste en 3 varillas

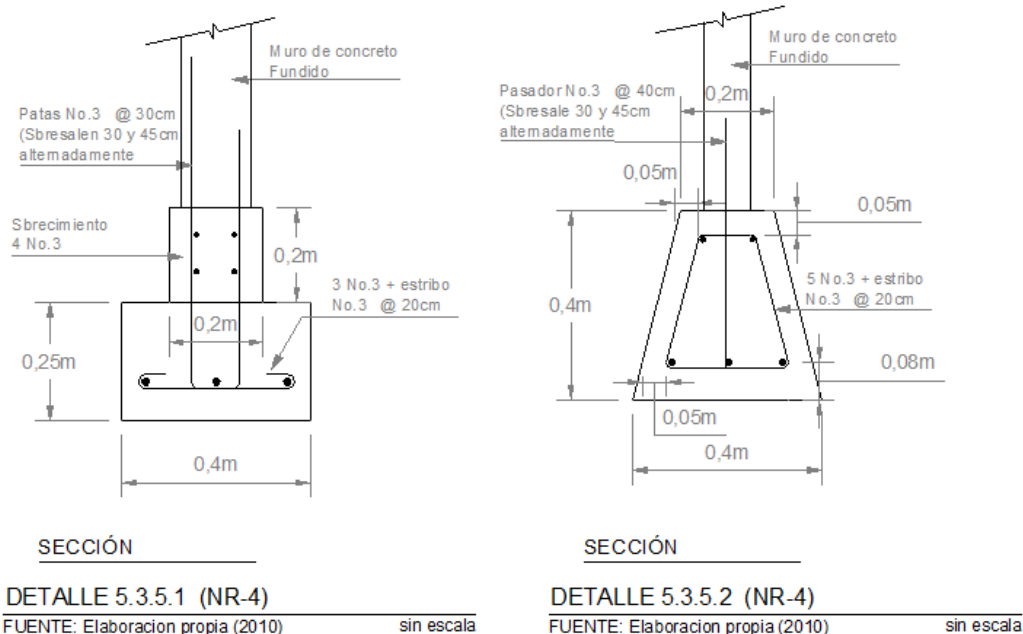
3/8" corridas más eslabón 3/8" a cada 0.20 m. Mientras que el sobrecimiento tendrá un refuerzo de 4 varillas 3/8" corridas y una "U" de 3/8" a cada 0.30 m, con patas que sobresalgan 30. y 45. cm alternadas para poder traslapar el refuerzo del muro propiamente dicho

**5.3.5.2** Alternativamente podría usarse un cimiento corrido trapezoidal de concreto reforzado que mida 0.40 m de ancho en la base, 0.20 m de ancho en el tope y 0.40 m de peralte, con refuerzo de 3 varillas corridas de 3/8" en la parte inferior y 2 varillas de

3/8" corridos en la parte superior, más estribo 3/8" a cada 0.20 m. El recubrimiento que debe tener el refuerzo es de 0.08 m en el fondo, y de 0.05 m en los laterales.

(AGIES, 2001)

Ilustración 24: Detalle de cimentación para viviendas de muros de concreto liviano prefabricado o fundidos en lugar de un nivel con techo de losa.



(AGIES, 2001)

**5.3.5.3** Para algunos casos de muros prefabricados, el cimiento trapezoidal podría fundirse en dos etapas. La primera etapa hasta un peralte de 25. cm, dejando expuesta la parte superior del estribo y las dos varillas longitudinales superiores. La superficie de la primera etapa de fundición deberá dejarse con pequeñas irregularidades para facilitar la adherencia de la segunda etapa de fundición. También el estribo de 3/8" podría sustituirse por una combinación de "U" de 3/8" más un eslabón de 3/8" que abrace las dos varillas longitudinales superiores.

(AGIES, 2001)

#### 4.3.6. Viviendas de block o ladrillo de dos niveles:

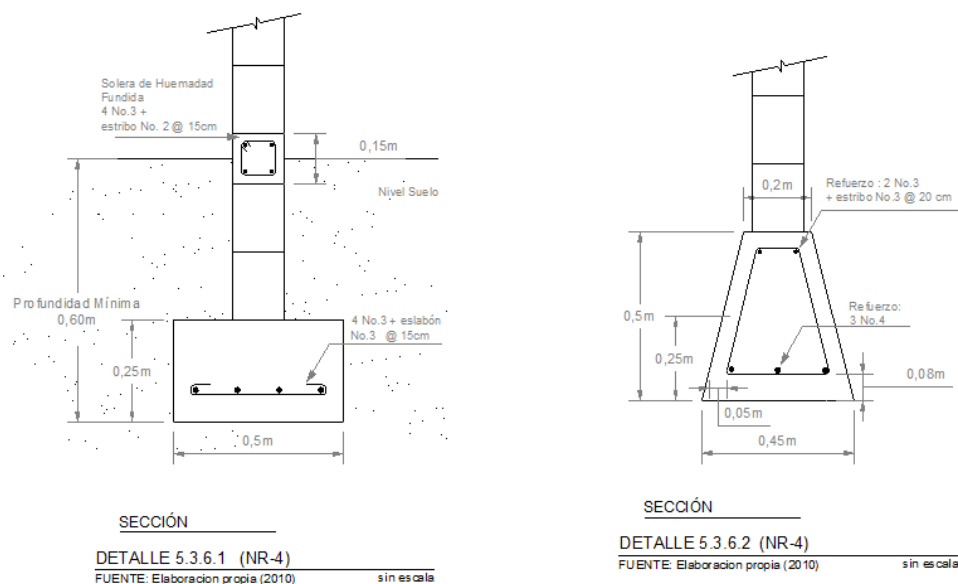
**5.3.6.1** Su cimentación será un cimiento corrido de concreto reforzado con un ancho mínimo de 0.50 m por 0.30 m de peralte, luego levantado de bloc o ladrillo y en seguida, una solera de humedad fundida de 0.15 m de peralte, sumando una profundidad mínima de 0.65 m medido desde la parte inferior del cimiento. El refuerzo del cimiento corrido consiste en 3 varillas 1/2" corridas más eslabón 3/8" a cada 0.15 m. Mientras que la solera de humedad consiste de 4 varillas 3/8" corridas más estribo 2/8" a cada 0.15 m.

**5.3.6.2** Alternativamente podría usarse un cimiento corrido trapezoidal de concreto reforzado que mida 0.45 m de ancho en la base, 0.20 m de ancho en el tope y 0.50 m de peralte, con refuerzo de 3 varillas corridas de 1/2" en la parte inferior y 2 varillas de 3/8" corridas en la parte superior, más un estribo 3/8" y eslabón de 2/8" a cada 0.20 m.

El eslabón ubicado a mitad de altura del cimiento. El recubrimiento que debe tener el refuerzo es de 0.08 m en el fondo, y de 0.05 m en los laterales.

(AGIES, 2001)

Ilustración 25: Detalle de cimentación para viviendas de block o ladrillo de dos niveles.



(AGIES, 2001)

#### 4.3.7. Viviendas de muros prefabricados de dos niveles:

**5.3.7.1** La cimentación consiste de un cimiento corrido trapezoidal de concreto reforzado que mida 0.45 m de ancho en la base, 0.20 m de ancho en el tope y 0.50 m de peralte, con refuerzo de 3 varillas corridas de 1/2" en la parte inferior y 2 varillas de

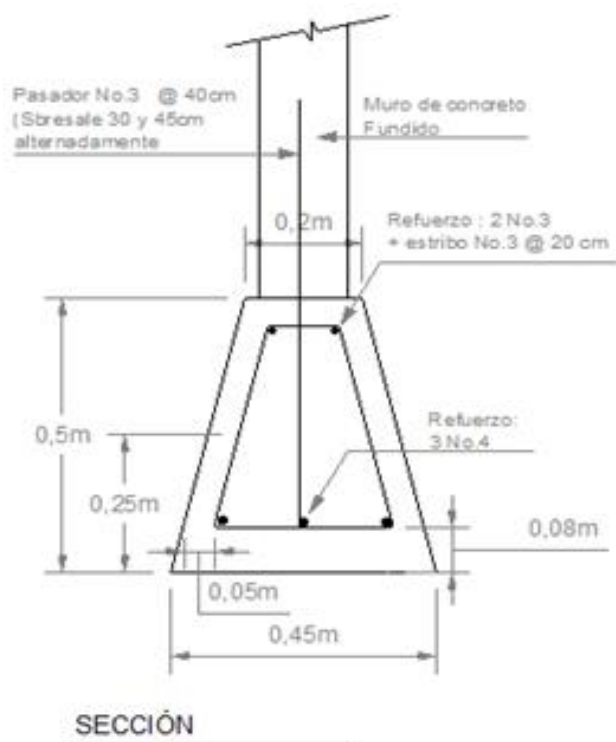
3/8" corridos en la parte superior, más un estribo 3/8" y eslabón de 2/8" a cada 0.20 m.

El eslabón ubicado a mitad de altura del cimiento. El recubrimiento que debe tener el refuerzo es de 0.08 m en el fondo, y de 0.05 m en los laterales.

**5.3.7.2** El cimiento podría fundirse en dos etapas. La primera etapa hasta un peralte de 35. cm pasando el eslabón de 2/8", dejando expuesta la parte superior del estribo y las dos varillas longitudinales superiores. La superficie de la primera etapa de fundición deberá dejarse con pequeñas irregularidades para facilitar la adherencia de la segunda etapa de fundición. También el estribo de 3/8" podría sustituirse por una combinación de "U" de 3/8" más un eslabón de 3/8" que abrace las dos varillas longitudinales superiores.

(AGIES, 2001)

Ilustración 26: Cimentación para vivienda de muros prefabricados de dos niveles.



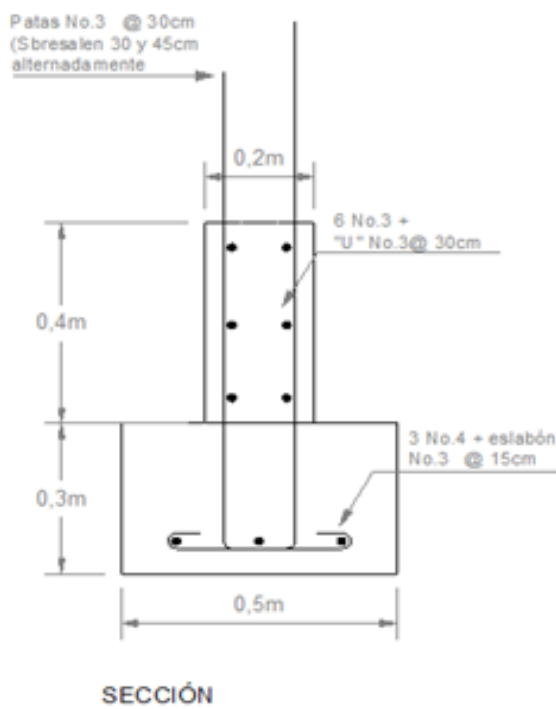
(AGIES, 2001)

#### 4.3.8. Viviendas con paredes fundidas en el lugar de dos niveles:

Su cimentación será un cimiento corrido de concreto reforzado con un ancho mínimo de 0.50 m por 0.30 m de peralte, luego un sobrecimiento de 0.20 m de espesor y 0.40 m de peralte. El refuerzo del cimiento corrido consiste en 3 varillas 1/2" corridas más eslabón 3/8" a cada 0.15 m. Mientras que el sobrecimiento tendrá un refuerzo de 6 varillas 3/8" corridas y una "U" de 3/8" a cada 0.30 m, con patas que sobresalgan 30. Y 40. cm alternadas para poder traslapar el refuerzo del muro propiamente dicho.

(AGIES, 2001)

Ilustración 27: Cimentación para viviendas con paredes fundidas en el lugar de dos niveles.



(AGIES, 2001)

#### 4.3.9. Consideraciones sobre el paso de tuberías:

**5.3.9.1** Todas las tuberías deberían pasar por debajo del cimiento corrido, procurando realizar las excavaciones antes de fundir los cimientos.

**5.3.9.2** Cuando sea necesario pasar por encima del cimiento corrido, los tubos pueden atravesar el levantado por debajo de la solera de humedad o solera de amarre.

**5.3.9.3** En caso sea necesario se puede atravesar el cimiento corrido de concreto ciclópeo, siempre y cuando el diámetro de la tubería no exceda de 6" y se mantengan distancias mínimas de 0.15 m al borde superior, y de 0.10 m al borde inferior.

(AGIES, 2001)

# 5. GENERALIDADES INSTALACIONES ELÉCTRICAS

## 5.1. Introducción

El uso de la energía eléctrica se ha generalizado al máximo en la aplicación de la iluminación y de innumerables elementos de uso doméstico en la vivienda. El dibujo eléctrico, como tal, es fácil y consiste en líneas sencillas y en el empleo de símbolos convencionales. Es suficiente cuidar la unidad y equilibrio de la composición. No hace falta realizar los dibujos a escala. Lo que sí encierra cierta dificultad es el conocimiento de los símbolos, pues son numerosísimos y, como se ve, no existe absoluta uniformidad en su grafismo.

## 5.2. Elementos principales. Conceptos.

5.2.1. **Acometida:** La acometida de una instalación eléctrica está formada por una línea que une la red general de electrificación con la instalación propia de la vivienda. Clases:

- Acometida aérea: Es la que va desde el poste hasta la vivienda, en recorrido visto, a una altura mínima de 6 m para el cruce de la calle.
- Acometida subterránea: Así se llama a la parte de la instalación que va bajo tierra desde la red de distribución pública hasta la unidad funcional de protección o caja, instalada en la vivienda.
- La acometida normal de una vivienda es monofásica, de dos hilos, uno activo (positivo) y el otro neutro, en 120.

5.2.2. **Medidor:** Es el aparato destinado a registrar la energía eléctrica consumida por el usuario.

5.2.3. **Conductores:** Los conductores son los elementos que transmiten o llevan el fluido eléctrico. Se emplea en las instalaciones o circuitos eléctricos para unir el generador con el receptor. Clasificación de conductores:

- Hilo o alambre: Es un conductor constituido por un único alambre macizo.
- Cordon: Es un conductor constituido por varios hilos unidos eléctricamente arrollados helicoidalmente alrededor de uno o varios hilos centrales.

- **Cable:** Es un conductor formado por uno o varios hilos o cordones aislado eléctricamente entre sí. Según el número de conductores aislados que lleva un cable se denomina unipolar, si lleva uno solo; bipolar, si lleva dos hilos; tripolar, tres; tetrapolar, pentapolar, multipolar...

Los cables son canalizados en las instalaciones mediante tubos para protegerlos de agentes externos como los golpes, la humedad, la corrosión, etc. Normalmente en las viviendas se usan cables de 8, 10, 12 y 14 mm de diámetro.

(En la mayoría de las viviendas lo más común es colocar cables de 2,5 a 4mm, hasta 6mm en circuitos para aire acondicionado.)

**5.2.4. Interruptores, apagadores o suiches:** Los interruptores son aparatos diseñados para poder conectar o interrumpir una corriente que circula por un circuito. Se accionan manualmente

**5.2.5. Conmutadores:** Los conmutadores son aparatos que interrumpen un circuito para establecer contactos con otra parte de éste a través de un mecanismo interior que dispone de dos posiciones: conexión y desconexión.

**5.2.6. Cajas de empalmes y derivación:** Las cajas de empalme (cajetines) se utilizan para alojar las diferentes conexiones entre los conductores de la instalación. Son cajas de forma rectangular o redonda, dotadas de guías laterales para unir las entre sí.

### **5.3. Símbolos eléctricos**

En electricidad, con el fin de facilitar el diseño y montaje de instalaciones, la representación gráfica de los circuitos, valores, cantidades y aparatos, se realiza mediante símbolos.

Los símbolos eléctricos tienen gran importancia puesto que son como el abecedario del técnico y permiten que se puedan prescindir de largas indicaciones escritas. Por lo tanto, es necesario el conocimiento de estos símbolos o del libro o tabla donde puedan consultarse.

El número de símbolos, es muy grande. Para citar sólo los normalizados internacionales por la C.E.J. (Comisión Electrónica Internacional) suman hasta ahora 415 símbolos eléctricos.

En este tema se han recopilado dos series de los más comúnmente utilizados. Pero antes de hacer ver los símbolos, conviene dar la definición de los principales elementos a los que se refieren los mismos.

### 5.3.1. Definiciones fundamentales: Reunimos los elementos por definir de acuerdo

a su afinidad, en los siguientes grupos:

- **Generadores:** Máquinas o elementos que producen corriente eléctrica.
- **Pila:** Fuente de energía por transformación directa de la energía química.
- **Batería:** Conjunto de dos o más elementos conectados para suministrar energía eléctrica.
- **Elementos de protección:** Son los que sirven para proteger la instalación contra aumentos excesivos de la intensidad de la corriente, bien por sobrecargas, bien porque se establezca un cortocircuito.
- **Fusible:** Aparato que se conecta con el circuito, de tal manera que circule por ellos toda la intensidad de la corriente, y se funden, evitando así, que se estropee la instalación.
- **Corriente continua:** La que circula siempre en el mismo sentido y con un valor constante. La producen dinamos, pilas y acumuladores.
- **Corriente alterna:** Corriente periódica, cuya intensidad media es nula. Es producida por los alternadores.
- **Línea:** Conjunto de conductores, aisladores y accesorios destinados al transporte o a la distribución de la energía eléctrica
- **Tierra:** Masa conductora de la tierra, o todo conductor unido a ella.
- **Receptores:** Son los aparatos que utilizan la energía eléctrica para su aprovechamiento con diversos fines.
- **Lámparas de incandescencia (bombillos):** Lámpara en la que se produce la emisión de la luz, por medio de un cuerpo calentado hasta su incandescencia, por el paso de una corriente eléctrica.
- **Zumbador:** Aparato electromagnético que produce una señal acústica por la vibración de una lámpara metálica al ser atraída por el campo variable de una bobina con núcleo de hierro.
- **Resistencia:** Dispositivo que se utiliza con el fin de controlar el flujo de la corriente.
- **Interruptor:** Aparato que sirve para abrir y dar corriente, o también cerrar un circuito eléctrico de modo permanente y a voluntad.
- **Conmutador:** Aparato destinado a modificar las conexiones de varios circuitos.

- **Pulsador:** Es un tipo de interruptor especial que solamente cierra el circuito mientras se mantiene la presión sobre el sistema de accionamiento, y cesa el contacto al cesar dicha presión.
- **Voltímetro:** Instrumento que mide la fuerza electromotriz y las diferencias de potencial.
- **Amperímetro:** Instrumento que mide la intensidad de la corriente eléctrica.
- **Vatímetro:** Instrumento que mide la potencia de la corriente eléctrica en vatios.

## 5.4. Instalación eléctrica de un local

Según el enunciado del objetivo y las estrategias metodológicas sugeridas por el Programa Oficial se debería dibujar una instalación eléctrica de una situación real. Sin embargo, dado que esta situación depende de los ambientes y de la libre elección del docente y alumno, sólo nos resta presentar algunos modelos que puedan servir de guía para la práctica real y verdadera.

Los elementos de la instalación eléctrica de un local son:

- Cuatro cajas de empalme y derivación señalados con las letras A B C D, dos puntos de luz o lámparas de techo de 100 W cada una.
- Una lámpara de pared de 60 W
- Un interruptor
- Dos conmutadores
- Cuatro tomas de corrientes
- Cables conductores que forman las conexiones de los varios dispositivos eléctricos.

Simbología de elementos eléctricos

- La designación es común para los dos signos; cuando difiere, se especifica:
  - Conductores: Derivación – tres conductores
  - Lámpara o punto de luz
  - Interruptor
  - Conmutador
  - Toma de corriente
  - Toma de corriente con contacto de protección

## 5.5. Instalación eléctrica de una vivienda

Analizada y comprendida la instalación eléctrica de un local con los diagramas completos de todos sus componentes, se puede dar una visión general de la instalación eléctrica de una vivienda en todos sus ambientes. Datos principales de la vivienda que se va a considerar:

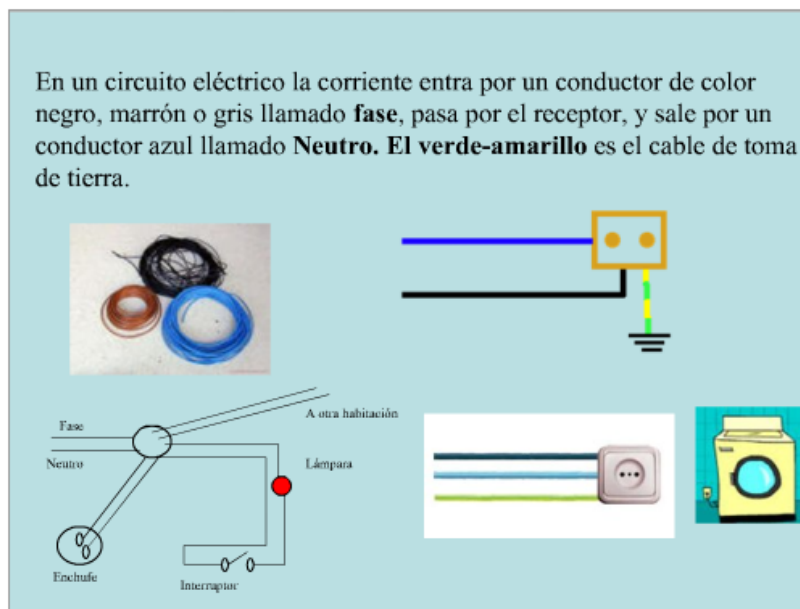
- Un comedor
- Una cocina
- Una sala
- Un baño
- Un estudio
- Una habitación

(Arrieche, 2010)

### 5.5.1. Detalle de las instalaciones eléctricas de una vivienda:

En un circuito eléctrico la corriente entra por un conductor de color negro, marrón o gris llamado fase, pasa por el receptor, y sale por un conductor azul llamado Neutro. El verde-amarillo es el cable de toma de tierra.

Ilustración 28: Circuito eléctrico



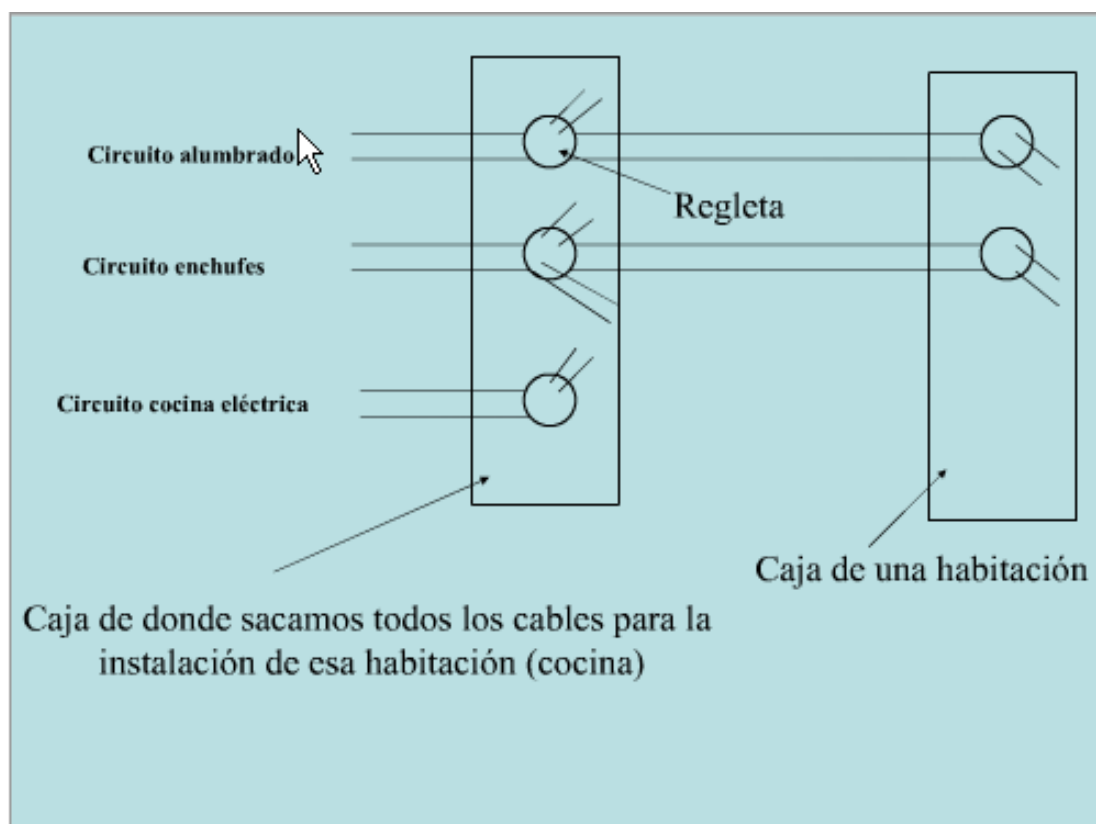
(Área Tecnología, 2009)

Se entiende por circuito partes específicas de la instalación eléctrica. Los mínimos son:

- Circuito de alumbrado: Para los elementos de alumbrado
- Circuito de fuerza: Para las tomas de corriente.
- Circuito de cocina: Para la cocina eléctrica

Los circuitos en el interior de la vivienda son independientes.

Ilustración 29: diagrama de circuitos de la vivienda.

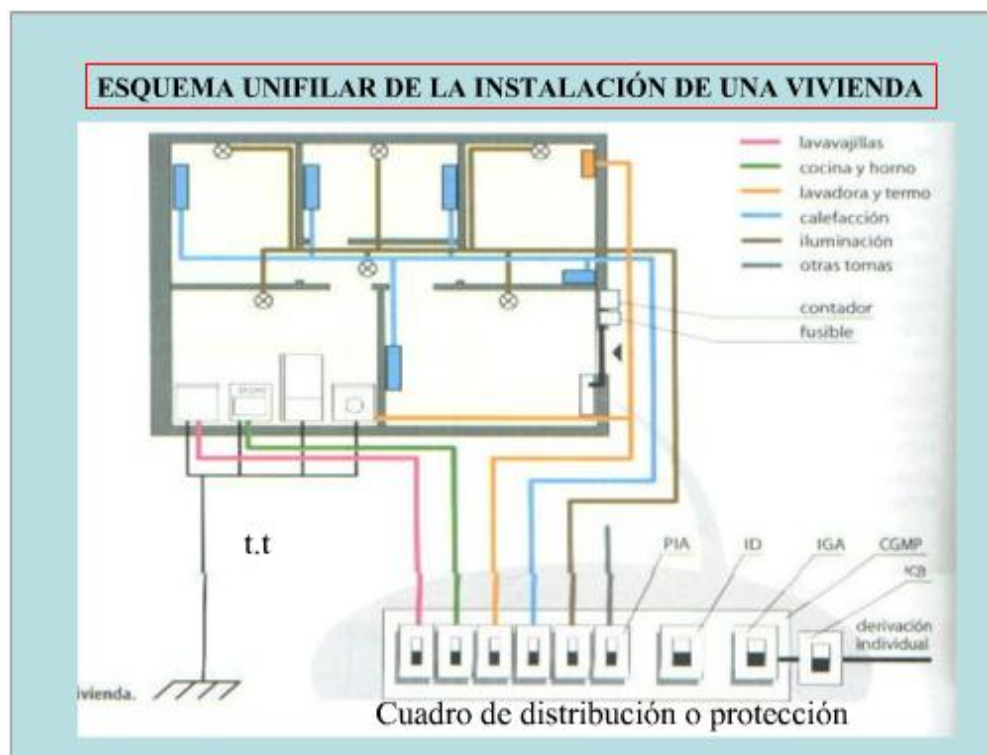


(Área Tecnología, 2009)

### 5.5.2. Elementos del cuadro protección:

Tienen como misión proteger el circuito de posibles sobrecargas, cortocircuitos o contactos indirectos.

Ilustración 30: Esquema unifilar de la instalación de una vivienda



(Área Tecnología, 2009)

- Fusible: Aparato de protección contra cortocircuitos que, en caso de circular una corriente mayor de la nominal, interrumpe el paso de la misma. Cada vez que cortan el suministro hay que cambiarlo por uno nuevo. Las PIAS son dispositivos que protegen a los aparatos y a los conductores de cortocircuitos y sobrecargas. Se instala un PIA por circuito tal que la intensidad capaz de soportar depende de la sección de los conductores del circuito. Existen PIAs de 10A, 15A, 20A, 25A o 40A (depende de la potencia máxima del circuito a proteger:  $P=V \times I$ ). Al sobrepasar la intensidad de la PIA por el circuito esta corta el suministro de corriente en el circuito que protege. (por ejemplo en caso de cortocircuito). Sin cortocircuito Con cortocircuito.
- I.G.A y Diferencial : Sección de 6 mm<sup>2</sup> y pia de 25 A. Circuito de alumbrado: Es el circuito al que van conectados todos los aparatos de alumbrado de la vivienda. La sección mínima es de 1.5 mm<sup>2</sup>, a lo que le corresponde un PIA de 10 A. Circuito de tomas de corriente (fuerza): Es el circuito al que van conectados las tomas de corriente. La sección mínima es de 2.5 mm<sup>2</sup>, a lo que le corresponde un PIA de 15A. Otros circuitos (cocina eléctrica, calefacción, aire acondicionado): La sección mínima

es de 4 mm<sup>2</sup>, a lo que le corresponde un PIA de 20A. Secciones de los cables e intensidades de las PIAS en los circuitos.

A veces el primer elemento de la caja (después claro del ICP) es una PIA que corta todos los circuitos al activarlo. Esta PIA se llama IGA (interruptor general automático). Debe calcularse para el total de la potencia contratada.  $P=3300w$   $P=V \times I$ ;  $I=$  de 15A aunque como vimos se suele poner de 20 o 25A I.G.A Las potencias que se pueden contratar para viviendas son de: 3,3Kw 5,5Kw 8Kw.

### 5.5.3. Canalizaciones:

Son el conjunto de elementos por los que discurre el cableado de una instalación eléctrica. Su finalidad es proteger los conductores. Pueden ir empotradas o en el exterior. Están formadas por los tubos y por las cajas de empalmes. Se suele hacer un plano de los tubos en la vivienda.

- Aérea tubo rígido
- Canaletas
- Tubo corrugado flexible

Ilustración 31: Canalizaciones

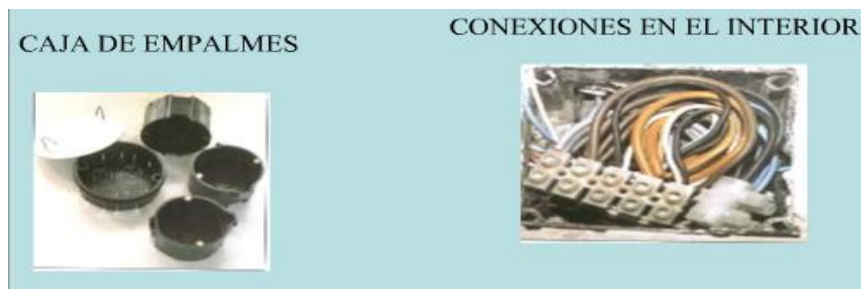


(Área Tecnología, 2009)

### 5.5.1. Cajas de empalmes:

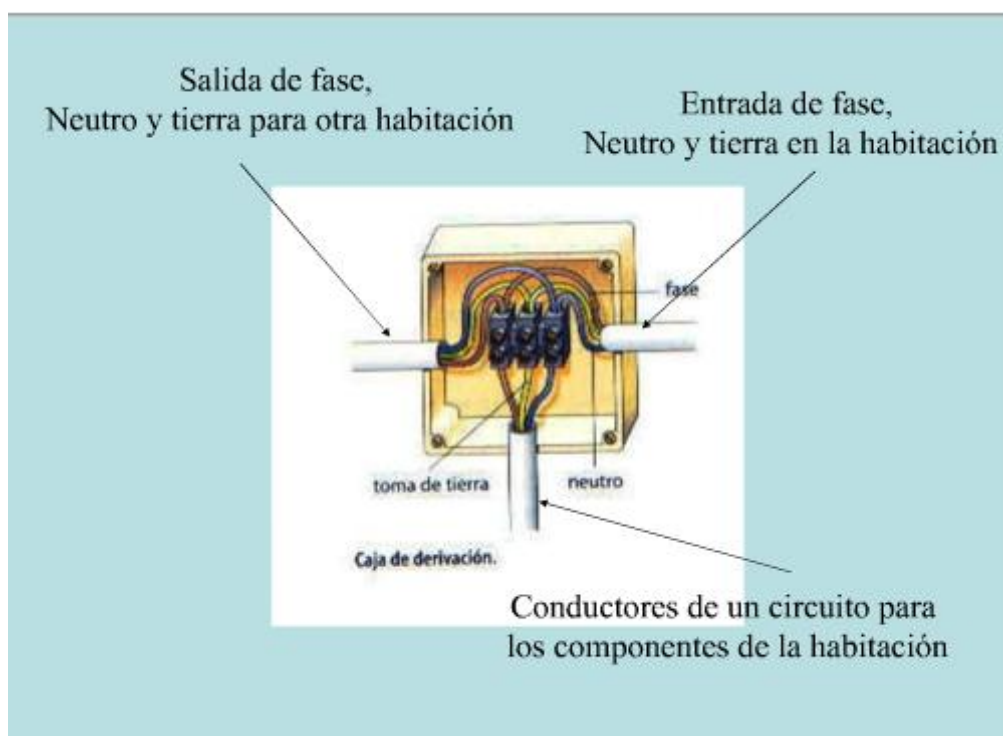
Sirven para alojar las conexiones de los conductores de una instalación eléctrica. Suele haber una por cada habitación y llevan una tapa extraíble para poder manipular las conexiones en su interior, que deben ser todas mediante regletas. Existen también las denominadas cajas de empalmes con conexiones en el interior.

Ilustración 32: Caja de empalmes y conexiones de interior



(Área Tecnología, 2009)

Ilustración 33: Caja de derivación



(Área Tecnología, 2009)

# **6.ESPECIFICACIONES DEL FHA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

## **6.1. Electricidad**

Toda vivienda deberá dotarse de instalaciones eléctricas que cubran las necesidades de la misma en cuanto a iluminación artificial y otros usos de la corriente. Deben planificarse en forma tal, que faciliten la ejecución de ampliaciones razonables, sin requerirse para el efecto trabajos demasiado complicados. Las instalaciones deberán llevarse a cabo de acuerdo a las normas del FHA y al Reglamento de la Empresa Eléctrica de Guatemala. Cuando existan regulaciones diferentes de estas instituciones sobre el mismo tópico, se exigirá el cumplimiento de la más estricta.

## **6.2. Localización de salidas para iluminación**

En áreas interiores pueden ubicarse en cualquier lugar del ambiente considerando, con el fin de producir el efecto de iluminación que se desee. Sin embargo, deben dejarse instaladas en todos los ambientes, salidas para lámparas de techo, aunque inicialmente no se requiera su utilización. Los ambientes exteriores, tales como patios, jardines, balcones, porches de entrada, carports, etc., deberán contar con salidas para iluminación cuya ubicación será aprobada por el FHA. Así mismo deberán proveerse las unidades para las closet-vestidores. En todas y cada una de las salidas, deberán dejarse colocadas las cajas y plafoneros correspondientes.

## **6.3. Localización de tomacorrientes**

En la tabla a continuación se especifica el número mínimo aceptable de tomacorrientes y las alturas recomendables de colocación, no siendo aceptables, las unidades incluidas en interruptores.

Tabla # 4: Colocación de tomacorrientes

Ambientes	Nº mínimo de unidades	Altura recomendable de instalación	Observación
Dormitorio, Sala, Estudio, Comedor	1 por cada 6 metros de perímetro <sup>(1)</sup>	0.30m	--
Baño principal y de visitas	1 junto al lavamanos	1.40 a 1.50m	--
Lavandería	1 para lavadora 1 para secadora <sup>(2)</sup> 1 para plancha	0.30m 0.30m 1.20m	--
Cocina	1 para mesa de trabajo <sup>(1)</sup> 1 para refrigerador 1 para estufa <sup>(3)</sup> 1 para calentador <sup>(3)</sup>		--
Carport o Garage	1 unidad <sup>(1)(4)</sup>	0.30m	--
Pasillos	1 por cada 5 metros de longitud o fracción <sup>(1)</sup>	0.30m	--
Vestíbulos en edificio	1 por cada 12m <sup>2</sup>	0.30m	--

(1) Obligatoriamente deben ser unidades dobles, salvo para vivienda cuya área de construcción no exceda de 70 m<sup>2</sup>.

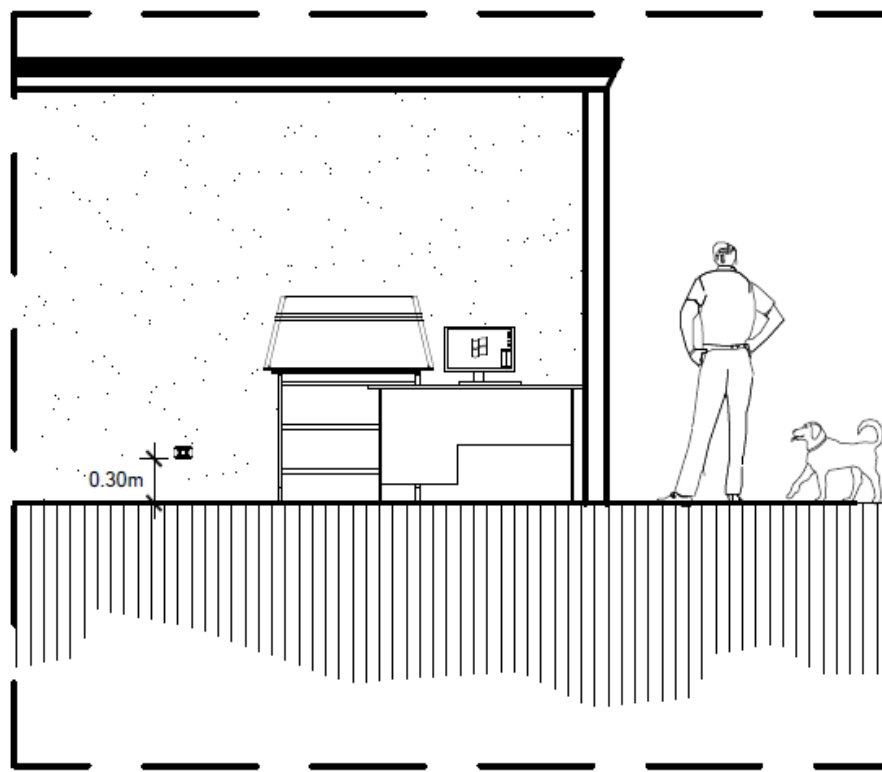
(2) Obligatoria para apartamentos en propiedad horizontal.


(3) Aceptable que solamente se coloquen los ductos y cajas correspondientes dejando para el futuro el alambrado y colocación de flippers, cuando la estufa y calentador eléctrico no sean de uso inmediato. Únicamente puede obviarse este requisito en viviendas cuya área de construcción no exceda de 70 m<sup>2</sup>.

(4) Por lo menos una unidad doble por cada 4 lugares de estacionamientos colectivos en edificios.

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

Ilustración 34: Colocación de tomacorrientes estudio



NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	ESPECIFICACIONES DE MATERIAL
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE 0.30 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE INTERRUPTORES 1.20 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.

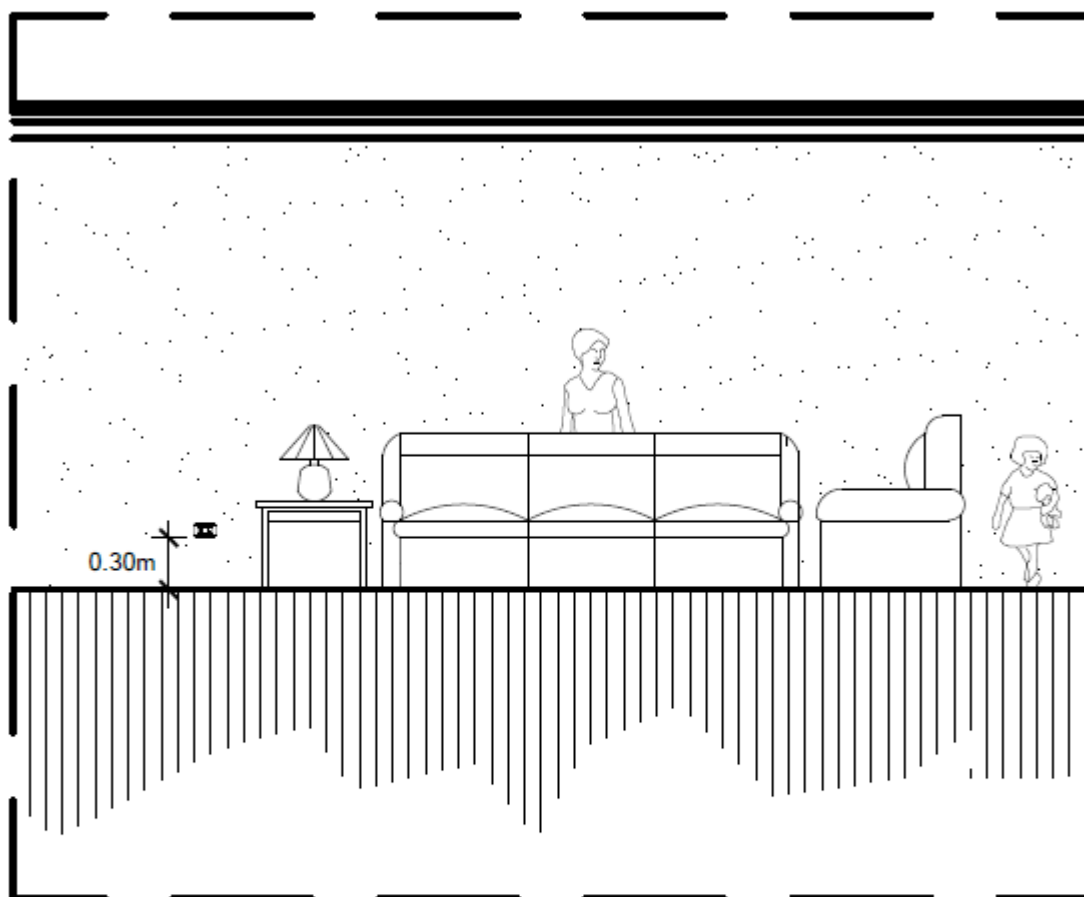
## TOMACORRIENTES

estudio

ESCALA 1 : 50

(Elaboración propia)

Ilustración 35: Colocación de tomacorrientes sala

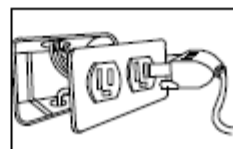


NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	ESPECIFICACIONES DE MATERIAL
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE 0.30 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE INTERRUPTORES 1.20 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.

## TOMACORRIENTES

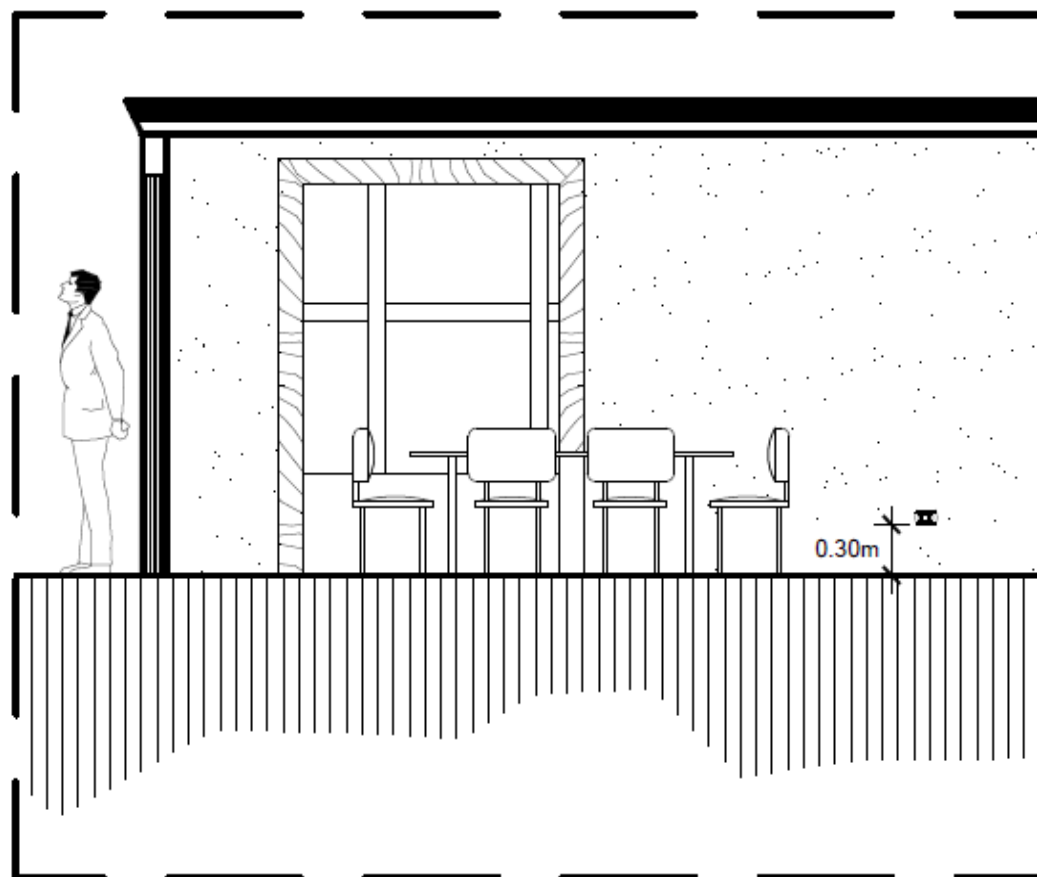
sala

ESCALA 1 : 50



(Elaboración propia)

Ilustración 36: Colocación de tomacorrientes comedor



NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	ESPECIFICACIONES DE MATERIAL
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE 0.30 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE INTERRUPTORES 1.20 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.

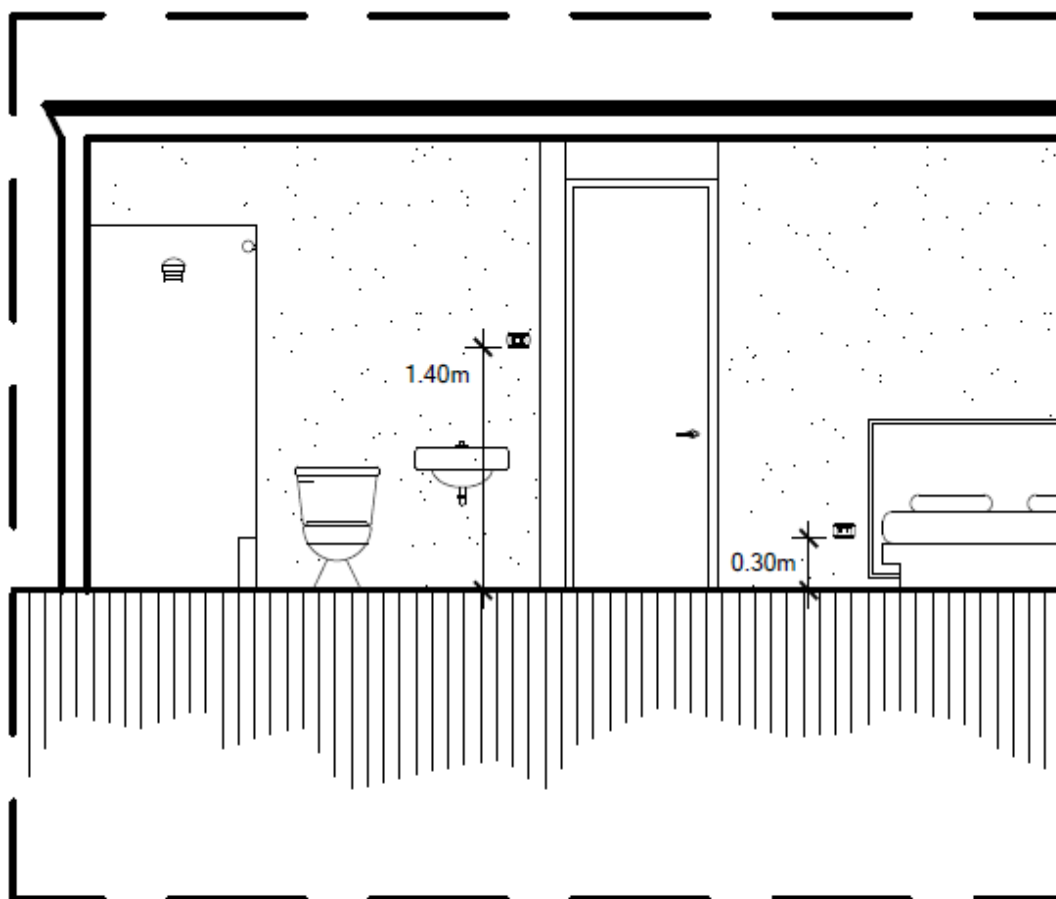
## TOMACORRIENTES



comedor

ESCALA 1 : 50

(Elaboración propia)

Ilustración 37: Colocación de tomacorrientes s.s. / dormitorio

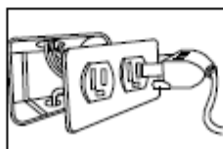


NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	ESPECIFICACIONES DE MATERIAL
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE 0.30 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE INTERRUPTORES 1.20 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.

## TOMACORRIENTES

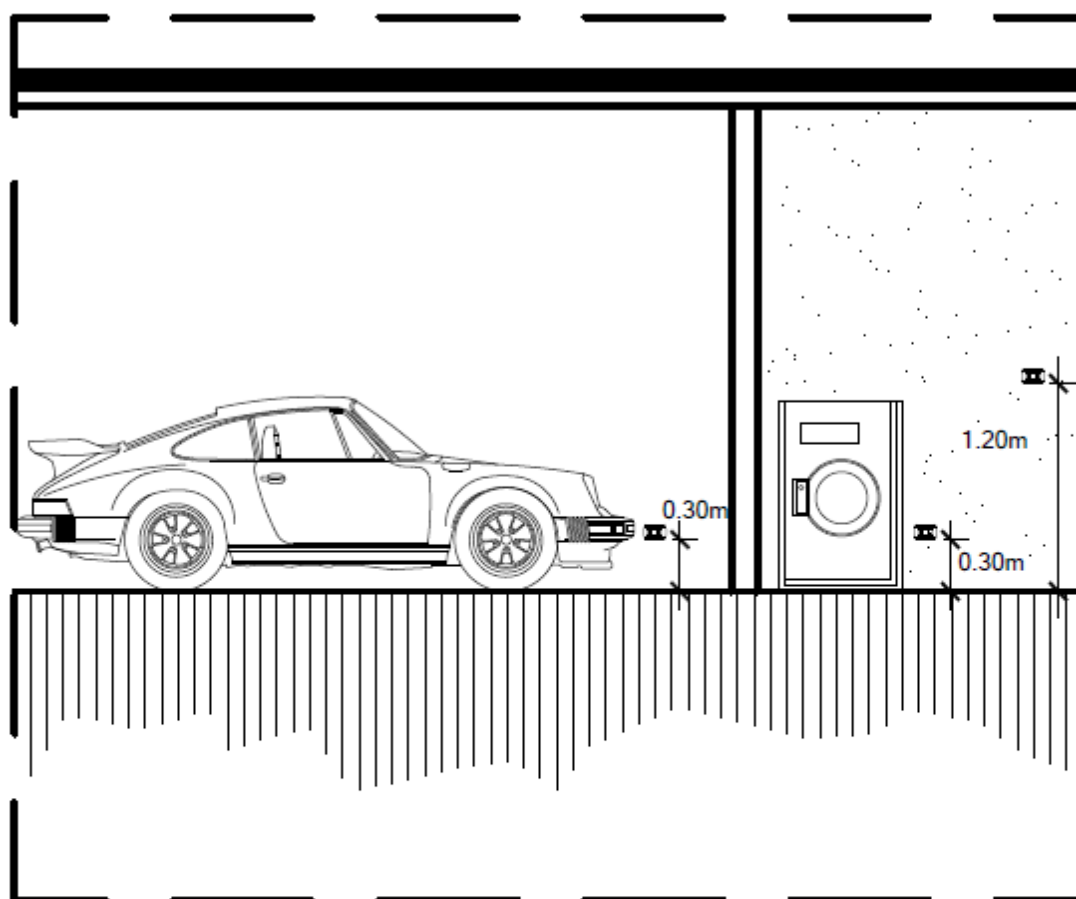
s.s. / dormitorio


ESCALA 1 : 50



(Elaboración propia)

Ilustración 38: Colocación de tomacorrientes garage / lavandería



NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	ESPECIFICACIONES DE MATERIAL
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE 0.30 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.
	ALTURA RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN DE INTERRUPTORES 1.20 m A NIVEL DE PISO TERMINADO.

## TOMACORRIENTES

garage / lavandería

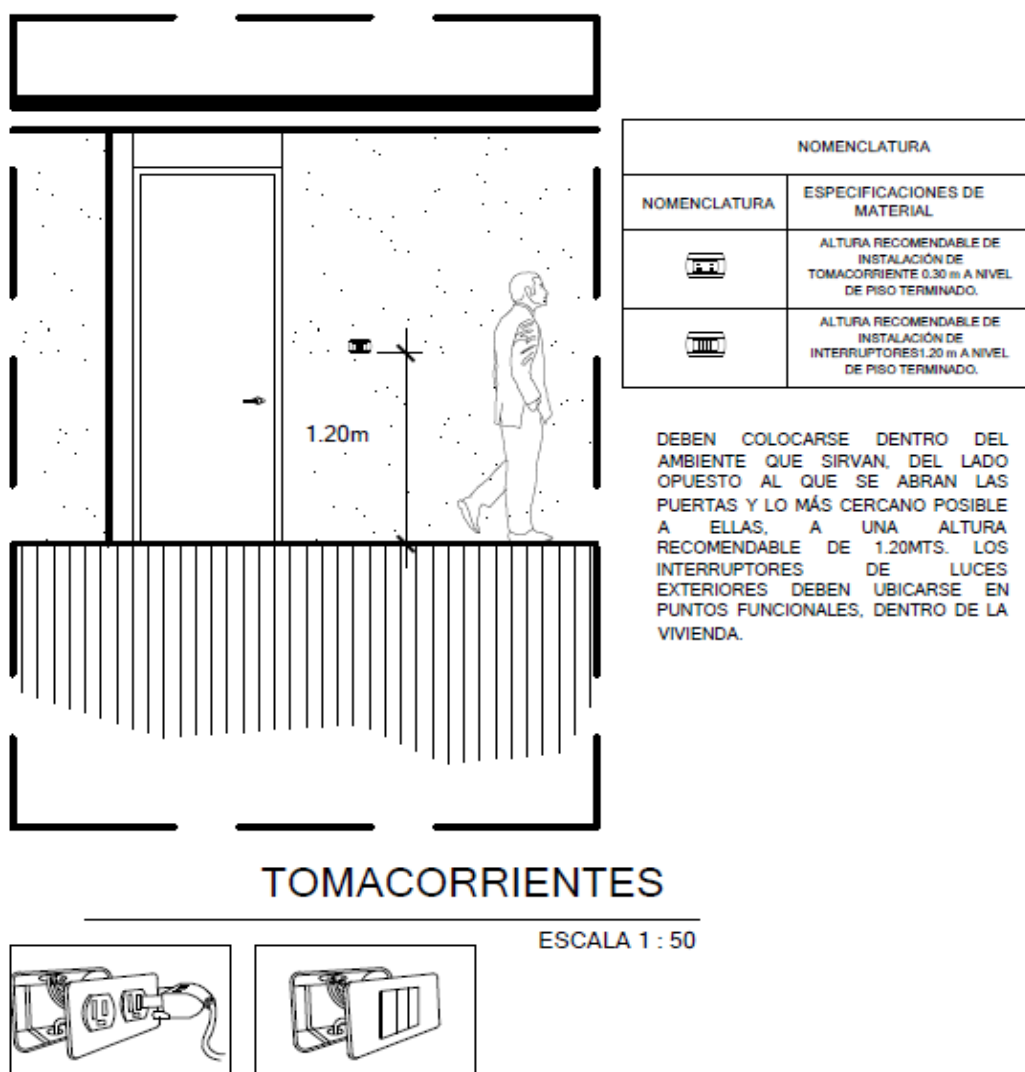
ESCALA 1 : 50

(Elaboración propia)

## 6.4. Localización de interruptores

Deben colocarse dentro del ambiente que sirvan, del lado opuesto al que se abran las puertas y lo más cercano posible a ellas, a una altura recomendable de 1.20mts. Los interruptores de luces exteriores deben ubicarse en puntos funcionales, dentro de la vivienda. Todos los ambientes que tengan varios accesos deberán contar con interruptores que controlen la iluminación desde cada uno de ellos, a menos que este requisito obligue la colocación de unidades a distancia menores de 6mts., en cuyo caso será aceptable una sola en el lugar más accesible.

Ilustración 39: Localización interruptores



(Elaboración propia)

## **6.5. Circuitos**

Para las salidas de iluminación y tomacorrientes de uso general, excluyendo los correspondientes a estufas, calentadores, etc., deberá proveerse un circuito de 15 ó 20 amperios por cada 12 ó 16 unidades como máximo, debiendo estar distribuido el total de salidas en forma equitativa entre los circuitos que se instalen.

En edificios, los circuitos que sirvan salidas en áreas comunes deben estar separados de los de las viviendas, debiendo colocarse los contadores de todos los servicios en un lugar fácilmente accesible desde la calle y protegidos contra el acceso de niños o personas ajenas a su cuidado y mantenimiento.

El calibre de los conductores está de acuerdo al cálculo respectivo, pero en ningún caso será menor que el No. 12AWG, aceptándose el No. 14 únicamente para regresos de interruptores

## **6.6. Cajas de distribución**

En viviendas unifamiliares, deben colocarse en un lugar fácilmente accesible en el interior de las mismas, preferiblemente en el área de servicio y nunca en un lugar oculto a la vista, a una altura máxima de 1.75m sobre el nivel del piso. Deberán contar con el número necesario de flipones de acuerdo a los circuitos de uso inmediato y tener capacidad para la instalación de por lo menos dos más en el futuro.

Este último requisito no es indispensable en viviendas cuya área de construcción no exceda de 70m<sup>2</sup> (Resolución de Junta Directiva No. 2084). En edificios deberán instalarse cajas de distribución adicionales para los servicios comunes, ubicadas en lugares aprobados por el FHA y protegidas adecuadamente contra el acceso de niños y personas ajenas al edificio.

## **6.7. Ductos**

Podrán utilizarse ductos de cualquier material aprobado por el FHA polietileno, cloruro de polivinilo y metálicos debiendo protegerse adecuadamente con mortero tipo "A" o concreto cuando se instalen enterrados o empotrados en muros. Deben ser de un diámetro adecuado, según el número y calibre de los alambres que conduzcan. Todas las uniones deben ser perfectamente impermeables, y los ductos que se coloquen en losas de concreto deben instalarse sobre la cama de refuerzo, amarrados adecuadamente para evitar desplazamientos en el momento de la fundición. Las cajas que se usen deben ser metálicas y del tamaño adecuado a las unidades eléctricas correspondientes.

## **6.8. Otras instalaciones**

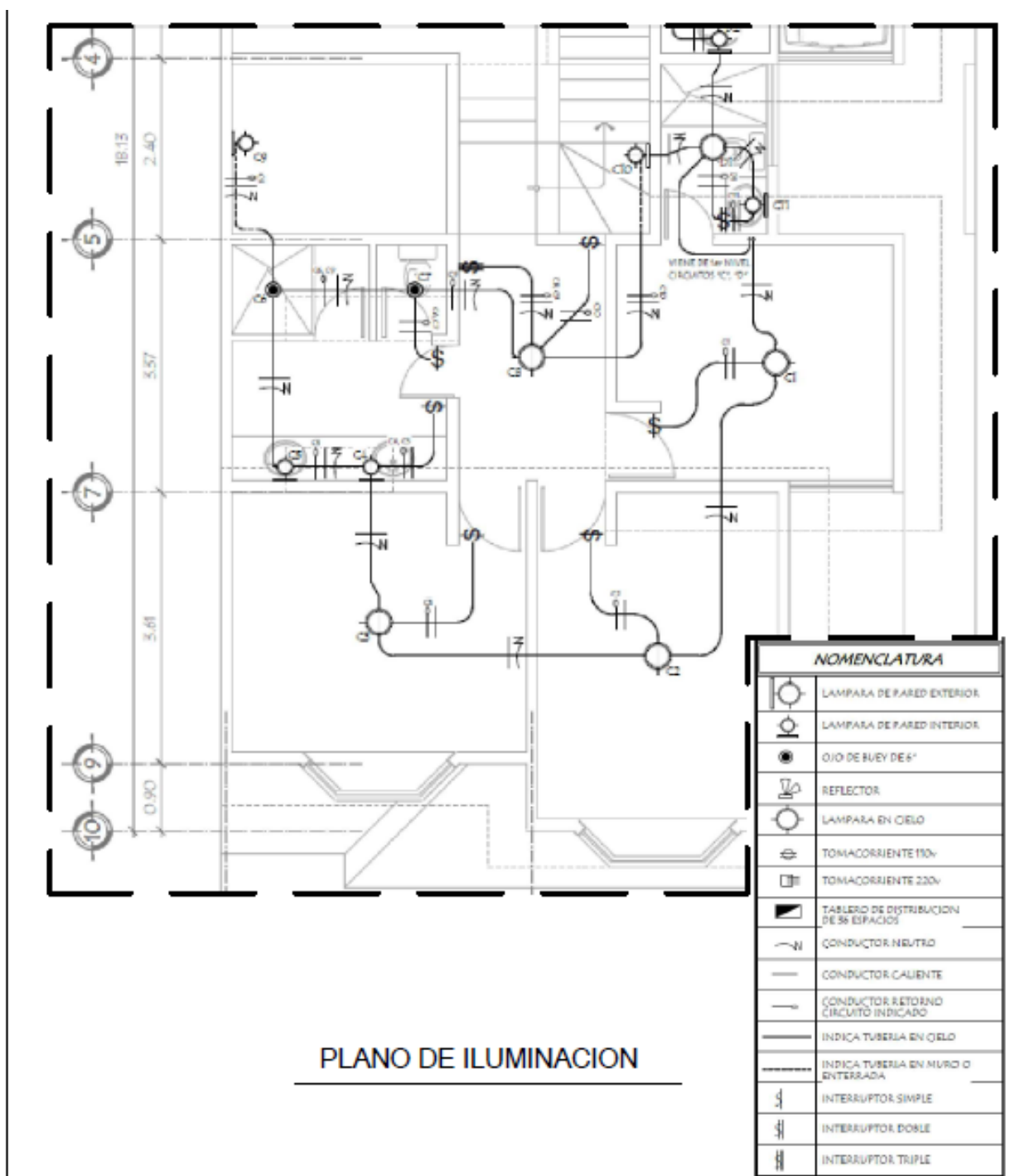
En viviendas unifamiliares deben colocarse como mínimo ductos y salidas para antena y teléfono. Dejándolas en forma tal que al requerir su uso no se requiera efectuar más trabajo que el alambrado respectivo. Debe dejarse completa la instalación del timbre, con los botones llamadores necesarios y la campanilla respectiva.

En edificios en propiedad horizontal, deberán instalarse antenas para TV,

Intercomunicadores entre cada apartamento y la puerta principal del edificio y timbre para cada uno de ellos. El FHA se reserva el derecho de requerir la instalación de pararrayos y luz roja con control de foto celda, cuando la altura y/o ubicación del edificio lo amerite.

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

Ilustración 40: Plano de iluminación



(Elaboración propia)

# **7.GENERALIDADES DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS**

## **7.1. Evacuación aguas, sanitarios, obturadores hidráulicos y ventilación**

Las instalaciones sanitarias, tienen por objeto retirar de las construcciones en forma segura, aunque no necesariamente económica, las aguas negras y pluviales, además de establecer obturaciones o trampas hidráulicas, para evitar que los gases y malos olores producidos por la descomposición de las materias orgánicas acarreadas, salgan por donde se usan los muebles sanitarios o por las coladeras en general.

Las instalaciones, sanitarias, deben proyectarse y principalmente construirse, procurando sacar el máximo provecho de las cualidades de los materiales empleados, e instalarse en la forma más práctica posible, de modo que se eviten reparaciones constantes e injustificadas, previendo un mínimo mantenimiento, el cual consistirá en condiciones normales de funcionamiento, en dar la limpieza periódica requerida a través de los registros.

Lo anterior quiere decir, que independientemente de que se proyecten y construyan las instalaciones sanitarias en forma práctica y en ocasiones hasta cierto punto económica, no debe olvidarse de cumplir con las necesidades higiénicas y que además, la eficiencia y funcionalidad sean las requeridas en las construcciones actuales y planeadas y ejecutadas con estricto apego a lo establecido en los Códigos y Reglamentos Sanitarios, que son los que determinan los requisitos mínimos que deben cumplirse, para garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones particulares, que redundan en un óptimo servicio de las redes de drenaje general.

A pesar de que en forma universal a las aguas evacuadas se les conoce como AGUAS NEGRAS, suele denominárseles como AGUAS RESIDUALES, por la gran cantidad y variedad de residuos que arrastran, o también se les puede llamar y con toda propiedad como AGUAS SERVIDAS, porque se desechan después de aprovecharse en un determinado servicio.

## 7.2. Tuberías de aguas negras

- Verticales: conocidas como bajadas.
- Horizontales: conocidas como ramales.

## 7.3. Aguas residuales o servidas.

A las aguas residuales o aguas servidas, suele dividírseles por necesidad de su coloración como:

- Aguas negras: A las provenientes de mingitorios y W.C.
- Aguas grises: A las evacuadas en vertederos y fregaderos.
- Aguas jabonosas: A las utilizadas en lavabos, regaderas, lavadoras, etc.

## 7.4. Localización de ductos

La ubicación de ductos es muy importante, obedece tanto al tipo de construcción como de espacios disponibles para tal fin.

- En casas habitación y en edificios de departamentos, se deben localizar lejos de recámaras, salas, comedores, etc., en fin, lejos de lugares en donde el ruido de las descargas continuas de los muebles sanitarios conectados en niveles superiores, no provoquen malestar.
- En lugares públicos y de espectáculos, en donde las concentraciones de personas son de consideración, debe tenerse presente lo anterior, amén de que otras condiciones podrían salir a colación en cada caso particular.

## 7.5. Supervisión en los proyectos

Es patente que deben tomarse en cuenta al hacer la distribución de locales, los espacios ocupados por los ductos y las tuberías pues es de hacer notar que existen construcciones que deben proyectarse y construirse de acuerdo a las instalaciones.

Existen también instalaciones que deben hacerse de acuerdo al tipo de construcción. Las dimensiones de los ductos, deben estar de acuerdo, tanto al número como al diámetro y material de las tuberías instaladas. No es lo mismo trabajar tuberías soldables que roscadas, ni representa la misma dificultad dar mantenimiento a hacer cambios e instalaciones construidas con tuberías de diámetros reducidos, que en instalaciones realizadas con tuberías de grandes diámetros.

## 7.6. Obturadores hidráulicos.

Los obturadores hidráulicos, no son más que trampas hidráulicas que se instalan en los desagües de los muebles sanitarios y coladera para evitar que los gases y malos olores producidos por la descomposición de las materias orgánicas, salgan al exterior precisamente por donde se usan los diferentes muebles sanitarios. Las partes interiores de los sifones, cespoles y obturadores en general no deben tener en su interior ni aristas ni rugosidades que puedan retener los diversos cuerpos extraños y residuos evacuados con las aguas ya usadas.

Atendiendo primordialmente a su forma, los obturadores se clasifican como;

- FORMA P
- FORMA S
- Para lavabos, fregaderos, mingitorios, o debajo de rejillas tipo IRVINNG en baterías de regaderas para servicios al público etc.
- En forma de cono, en la parte interior de coladeras, de diferentes formas

## 7.7. Sus diámetros.

Dependiendo del mueble o elemento sanitario al que dan servicio, los diámetros de los tubos de desagüe o descarga y de los céscoles o sifones, son de diferentes medidas así los tenemos de: 32, 38, 51, 102 mm de diámetro, etc. Unidas las características de diámetro anteriores, recordar que si alguno de los muebles ha de ventilarse, el tubo de ventilación correspondiente debe ser como mínimo, la mitad del diámetro del tubo de desagüe o descarga del mueble correspondiente.

## 7.8. Ventilación de instalaciones sanitarias.

Como las descargas de los muebles sanitarios son rápidas, dan origen al golpe de ariete, provocando presiones o depresiones tan grandes dentro de las tuberías, que pueden en un momento dado anular el efecto de las trampas, obturadores o sellos hidráulicos, perdiéndose el cierre hermético y dando oportunidad a que los gases y malos olores producidos al descomponerse las materias orgánicas acarreadas en las aguas residuales o negras, penetren a las habitaciones. Para evitar sea anulado el efecto de los obturadores, sellos o trampas hidráulicas por las presiones o depresiones antes citadas, se conectan tuberías de ventilación que desempeñan las siguientes funciones:

- Evitan el peligro de depresiones o sobre presiones que pueden aspirar el agua de los obturadores hacia las bajadas de aguas negras, o expulsarla dentro del local.

- Al evitar la anulación del efecto de los obturadores o trampas hidráulicas, impiden la entrada de los gases a las habitaciones. Impiden en cierto modo la corrosión de los elementos que integran las instalaciones sanitarias, al introducir en forma permanente aire fresco que ayuda a diluir los gases.

## **7.9. Tipos de ventilación.**

Existen tres tipos de ventilación, a saber:

- Ventilación Primaria.
- Ventilación Secundaria.

### **7.9.1. Ventilación primaria:**

A la ventilación de los bajantes de aguas negras, se le conoce como “Ventilación primaria” o bien suele llamársele simplemente “Ventilación vertical”, el tubo de esta ventilación debe sobresalir de la azotea hasta una altura conveniente. La ventilación primaria, ofrece la ventaja de acelerar el movimiento de las aguas residuales o negras y evitar hasta cierto punto, la obstrucción de las tuberías, además, la ventilación de los bajantes en instalaciones sanitarias particulares, es una gran ventaja higiénica ya que ayuda a la ventilación del alcantarillado público, siempre y cuando no existan trampas de acometida.

### **7.9.2. Ventilación secundaria:**

La ventilación que se hace en los ramales es la “Ventilación secundaria” también conocida como “Ventilación individual”, esta ventilación se hace con el objeto de que el agua de los obturadores en el lado de la descarga de los muebles, quede conectada a la atmósfera y así nivelar la presión del agua de los obturadores en ambos lados, evitando sea anulado el efecto de las mismas e impidiendo la entrada de los gases a las habitaciones. La ventilación consta de:

- Los ramales de ventilación que parten de la cercanía de las trampas hidráulicas.
- Las bajadas de ventilación a las que pueden estar conectados uno o varios muebles.

(Arquba, 1999)

# **8.ESPECIFICACIONES DEL FHA PARA INSTALACIONES SANITARIAS**

## **8.1. Servicios**

Cada unidad de vivienda deberá estar provista de los siguientes servicios:

- Suministro adecuado y constante de agua potable, por el sistema público correspondiente, o en su defecto por un sistema propio.
- Sistema de drenaje que proporcione una evacuación adecuada y segura de las aguas negras y pluviales del inmueble, con disposición final en un colector público o en un sistema propio.
- Energía eléctrica suficiente para una buena iluminación artificial y para el equipo que se use en la vivienda. La localización de focos, toma-corrientes, timbres, interruptores y bajadas de antenas, así como teléfonos, etc. deberán ser en los lugares más funcionales.

## **8.2. Planos urbanísticos: Escala libre a conveniencia**

- Plano de distribución de calles, manzanas y lotes, indicando direcciones municipales, calles y lotes, identificación de manzanas y lotes por medio de letras y números respectivamente, emplazamiento de las casa en los lotes, diferencia de niveles entre las terrazas y rasantes de calles, diferentes usos de la tierra con áreas y porcentajes en relación al área total.
- Cortes típicos longitudinales y transversales de manzanas, con niveles de pisos, jardines, patios, accesos, etc.
- Plano de planta y perfil de la línea de abastecimiento de agua potable, desde la fuente del sistema, hasta su conexión con la red de distribución, indicando: diámetros, longitudes, tipo de tubería y todas las obras accesorias.
- Plano de la red de distribución de agua potable, indicando: diámetros, longitudes, tipo de tubería, esquema a mayor escala de las intersecciones de tuberías con sus correspondientes accesorios, válvulas, etc., localización de hidrantes; de conformidad con las “Normas para la construcción de redes de agua potable en la ciudad de Guatemala” de EMPAGUA para el municipio indicado, y aquellas que rigen particularmente en el interior del país.

- Plano de curvas isóbaras del sistema de agua potable y esquema de distribución de caudales, para demanda máxima, con indicación de los parámetros de diseño.
- Planos detallados de las obras accesorias del sistema de agua potable: caja de válvulas y medidores, colocación de la tubería, anclaje de la misma, cuartos de máquinas, detalles de los pozos de agua, captaciones, sistemas de bombeo, tanques subterráneos y elevados, acometidas domiciliarias, sistemas de tratamiento, instalación de hidrantes, etc.
- Plano de la red general de alcantarillado sanitario, indicando: diámetros, longitudes, pendientes, tipo de tubería, dirección de flujo, localización de: pozos de visita, conexiones domiciliarias, desfuegos, sistema de tratamiento, etc., así como los parámetros de diseño.
- Planos en planta y perfil del sistema de alcantarillado sanitario, indicando: diámetros, longitudes, pendientes, tipo de tubería, dirección del flujo, intersección de calles, perfil original del terreno, rasantes proyectadas con sus pendientes, cotas del terreno y de la tubería (invert), pozos de visita, etc.
- Planos detallados de las obras accesorias del sistema de alcantarillado sanitario: Pozos de visita, conexiones domiciliarias, desfuegos, sistemas de tratamiento, acuñado de tubería, anillos y cuñas para la misma, etc.
- Plano de la red general de alcantarillado pluvial, indicando: diámetros, longitudes, tipo de tubería, dirección de flujo, localización de: pozos de visita, conexiones domiciliarias, desfuegos, tragantes, etc., así como los parámetros de diseño.
- Planos en planta y perfil del sistema de alcantarillado pluvial, indicando : diámetros, longitudes, pendientes, tipo de tubería, dirección del flujo, intersección de calles, perfil original del terreno, rasantes proyectadas con sus pendientes, cotas del terreno y de la tubería (invert), pozos de visita, etc.
- Planos detallados de las obras accesorias del sistema de alcantarillado pluvial: Pozos de visita, conexiones domiciliarias, desfuegos, tragantes de acera, tragantes de rejilla, acuñado de la tubería, anillos y cuñas para la misma.
- Plano de la red de distribución de energía eléctrica realizado o aprobado por la Empresa Eléctrica que corresponda a la localidad, con indicación de cajas, ductos, transformadores y luminarias, incluyendo sus especificaciones.
- Plano de canalización telefónica, realizado o aprobado por TELGUA.

### **8.3. Planos de instalaciones: Escala 1:50, 1:75 ó 1:100 (1:20 ó 1:25 para detalles)**

#### 8.3.1. Plano de agua potable

Red de distribución desde el medidor, con indicación del tipo de tubería, diámetros, accesorios y válvulas de control. Toda unidad de vivienda, salvo casas de bajo costo, deberá contar como mínimo con instalación para agua caliente en el lavamanos y ducha o bañera del servicio sanitario principal, así como en el lava trastos.

En caso de edificaciones de más de dos niveles, debe indicarse la presión correspondiente en cada uno de ellos, así como los parámetros de diseño del sistema. Debe incluirse un cuadro explicativo con la simbología empleada. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))



## 8.4. Planos de drenajes

Red completa de drenajes, con diámetros, pendientes, cajas de registro, sifones y reposaderas. Calidad del material que se emplea para la red de drenajes. Detalles de cajas de registro y sifones, ubicación de fosa séptica y pozo ciego (sí lo hubiera). Detalle de fosa séptica con estructura y materiales. Bajadas pluviales con diámetros y material, así como el área que drena cada bajada en planta de techo. Cuadro con explicación de la simbología empleada.

## 8.5. Generalidades

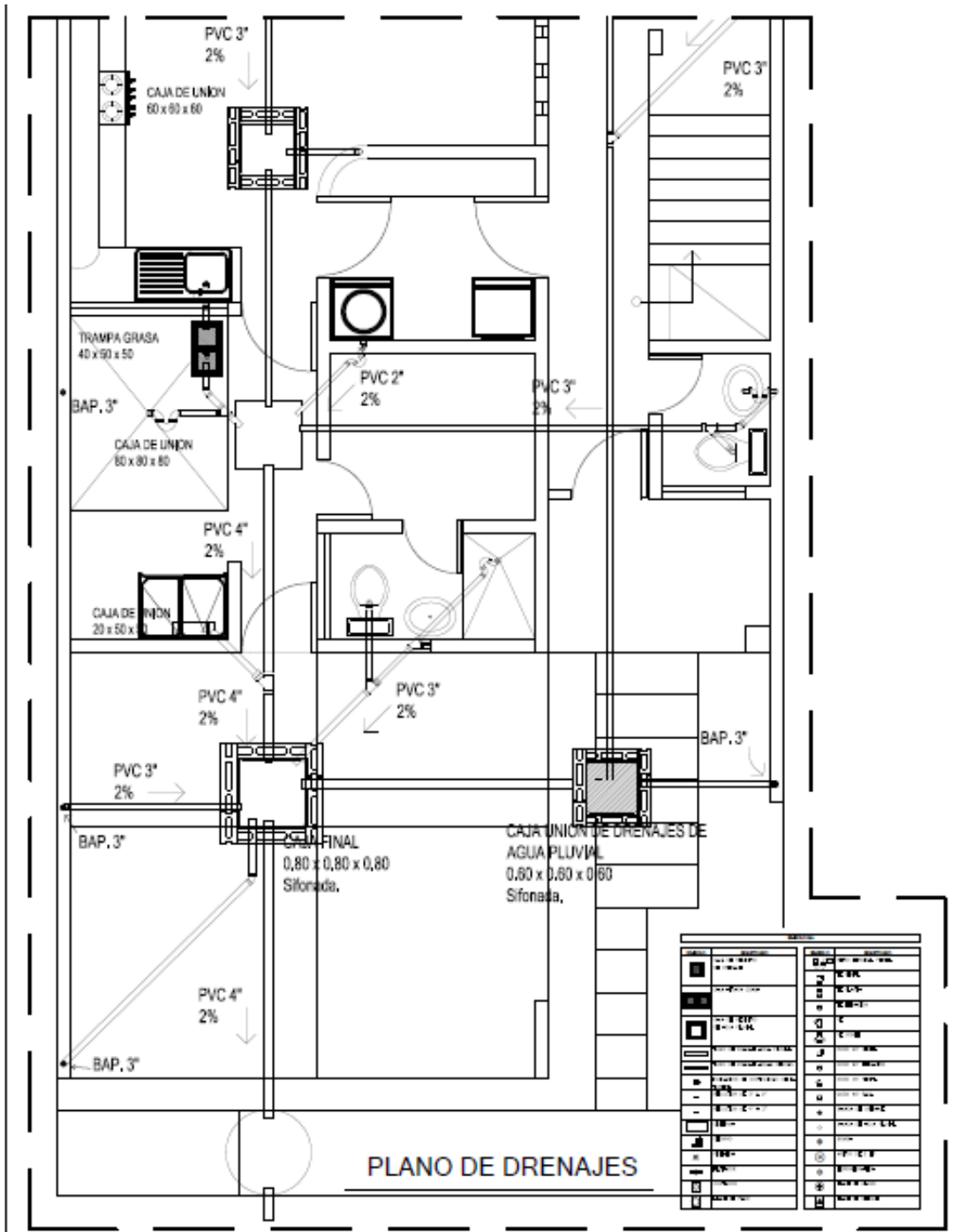
Por instalaciones se entenderá lo relacionado con plomería, drenajes, electricidad y equipos adicionales, debiendo diseñarse en forma tal que garanticen las siguientes condiciones:

- Seguridad de operación para los habitantes.
- Capacidad adecuada para prestar el servicio específico.
- Duración razonable y economía de mantenimiento.
- Servicio ininterrumpido de sus funciones.
- Protección contra humedad, corrosión u otros elementos destructivos. Todos los materiales y equipos deberán ser nuevos y en lo posible permitir la identificación del fabricante y del tipo o modelo.

Todas las instalaciones deberán ajustarse a las leyes y regulaciones existentes, ya sean municipales o de otras instituciones que les sean aplicables. Cuando existan diferencias con las especificaciones mínimas del FHA, regirán las más estrictas.

Cuando se desee efectuar algún cambio en la planificación, estando emitido el Resguardo de Asegurabilidad respectivo, debe someterse a la consideración del FHA por escrito y a través de la Entidad Aprobada correspondiente, a fin que éste lo autorice y efectúe el análisis de la variación que pueda sufrir el Resguardo.

Ilustración 42: Plano de drenajes



(Elaboración propia)

## 8.6. Agua potable.

Toda edificación deberá proveerse de agua potable, en cantidad y presión suficientes para satisfacer las necesidades y servicios de las mismas, de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- La potabilidad del agua reunirá los requisitos especificados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y pueda provenir de servicios públicos establecidos, pozos que reúnan condiciones aceptables o de otras fuentes que llenen las condiciones que sobre el particular estipule el FHA, quien se reserva el derecho de requerir análisis sanitarios del agua cuando lo considere conveniente.
- El servicio de agua potable será continuo durante las 24 horas del día.
- La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día, calculándose el número de usuarios a razón de 1.75 personas / dormitorio. En casos especiales el FHA podrá considerar la adopción de dotaciones menores a la estipulada.
- Toda unidad de vivienda, salvo casas cuya área de construcción no exceda de 70m<sup>2</sup>, (Resolución de Junta Directiva No 2084), deberá contar como mínimo con instalación para agua caliente en el lavamanos y 2 ducha o bañera del servicio sanitario principal, así como en el lava trastos.
- Son aceptables redes de distribución formadas por líneas abiertas dentro de cada unidad de vivienda, solamente cuando sirvan artefactos cuya utilización simultánea sea improbable. De otra forma deben diseñarse círculos cerrados. El diámetro de las tuberías debe estar de acuerdo al cálculo respectivo, pero nunca será menor de 1/2".
- En puntos estratégicos de fácil acceso, deben instalarse válvulas de control, que permitan aislar tramos de tubería para operaciones de mantenimiento o reparación, sin que para esto sea necesario cortar el servicio de agua a toda la vivienda o edificio.
- Las tuberías deberán ubicarse en áreas no construidas en viviendas unifamiliares y en áreas comunes o ductos de instalaciones en edificios. Solamente en los casos que sea imposible cumplir estas condiciones, el FHA aceptará otra ubicación, y en caso que sea obligado instalar más de una tubería en el interior deben cruzar si es posible los mismos ambientes.
- Los tipos aceptables de tubería, de acuerdo a la forma de instalación y al servicio que prestan, se especifican en la tabla siguiente. La instalación debe diseñarse de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Tabla # 5: Tipos aceptables de tubería según forma de instalación y servicio prestado.

Tipo de tubería	Forma de instalación				Servicio	
	Enterrada	En relleno de entrepiso	Empotrada	Expuesta	Agua fría	Agua Caliente
Hierro <sup>(1)</sup> galvanizado	NO <sup>(2)</sup>	SI	SI	SI	SI	SI
Cloruro de polivinilo	SI	SI	SI	NO	SI <sup>(3)</sup>	SI <sup>(4)</sup>
Cobre	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Hierro fundido	SI	SI	SI	SI	SI	--
Asbesto cemento	SI	NO	NO	NO	SI <sup>(5)</sup>	--

(1): Aceptable como mínimo el tipo mediano (MW)

(2): Aceptable si se protege perimetralmente por menos de 3cms de concreto o mortero tipo "A", u otro producto aprobado por el FHA.

(3): Aceptable si no queda expuesta a cambios bruscos de temperatura o daños físicos.

(4): Aceptable solamente tubería especial para agua caliente (CPVC.)

(5): Aceptable se protege contra daños físicos.

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

- Cuando se utilice tubería de cloruro de polivinilo, deberá cumplirse con los siguientes requisitos.
  - La salida de los calentadores deberá ser hecha con tubería galvanizada con una longitud mínima de 12", colocando inmediatamente un adaptador de transición especial para este objeto, o en su lugar una unión universal de hierro galvanizado para conectar con tubería de CPVC.
  - En la entrada del agua fría de los calentadores también deberá instalarse una tubería de hierro galvanizado de por lo menos 12" de longitud, colocando inicialmente una válvula de cheque que permita únicamente el ingreso de agua fría hacia el calentador, a esta válvula de cheque se podrá conectar directamente la tubería de PVC.
- Las tuberías deben colocarse lo más apartado posible de los de drenaje y nunca a un nivel inferior que éstas.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 0.20mts., por encima, protegidas con mortero tipo "A" o concreto en una longitud de un metro hacia cada lado del cruce.
- Cuando la presión y el servicio de agua no sean suficientes, se instalarán sistemas que proporcionen un abastecimiento adecuado, de acuerdo a los siguientes requisitos:

- La capacidad mínima de almacenamiento excederá por lo menos en un 50% al consumo medio diario.
- Los tanques elevados o cisternas podrán ser metálicos, de asbesto cemento, plástico rígido, concreto impermeabilizado u otro material aprobado por el FHA. Debiendo tener fácil acceso, esquinas interiores redondeadas y registro para acceso al interior. Los registros tendrán cierre hermético con dispositivos de seguridad y reborde de por lo menos 10cms. de altura para evitar cualquier contaminación posible.
- Los tanques deben contar con dispositivo de ventilación que permita la circulación del aire pero que evite el ingreso de agua y animales pequeños o insectos al interior.
- Para facilitar el lavado de los tanques debe instalarse drenaje con válvula de fácil acceso y operación, que permita la salida del agua pero que evite la entrada de aguas negras, malos olores o insectos al interior.
- Debe instalarse también tubería de rebose, que permita libremente el rebalse de los tanques, pero que evite la entrada de aguas negras, malos olores o insectos al interior.
- La entrada del agua a los tanques se hará por la parte superior y será interrumpida por una válvula de flotador o por un dispositivo automático cuando la alimentación sea por bombeo.
- La salida se hará por la parte inferior y estará dotada de válvula para interrumpir el servicio en tanques elevados. En cisternas, deben dotarse de válvulas de pie cuando el equipo de bombeo trabaje con altura de succión.
- Las fuentes o piscinas no podrán utilizarse en ningún caso como depósito de agua potable.
- Los sistemas de bombeo deberán operar automáticamente, controlados por la demanda de agua, y en ningún caso estarán constituidos por menos de dos unidades impulsadoras.
- Cuando se utilicen sistemas de bombeo sin tanque elevado, deberán proporcionar como mínimo la demanda máxima probable de los servicios que abastezcan.
- La presión mínima aceptable para el caso crítico será de 15 lbs/plg\_ (10.5m columna de agua).
- La presión máxima será de 60 lbs/plg\_ (42 m.c.a.), debiendo tratarse que no sea mayor de 40 lbs/plg\_ (28m.c.a.). En caso de excederse del valor máximo

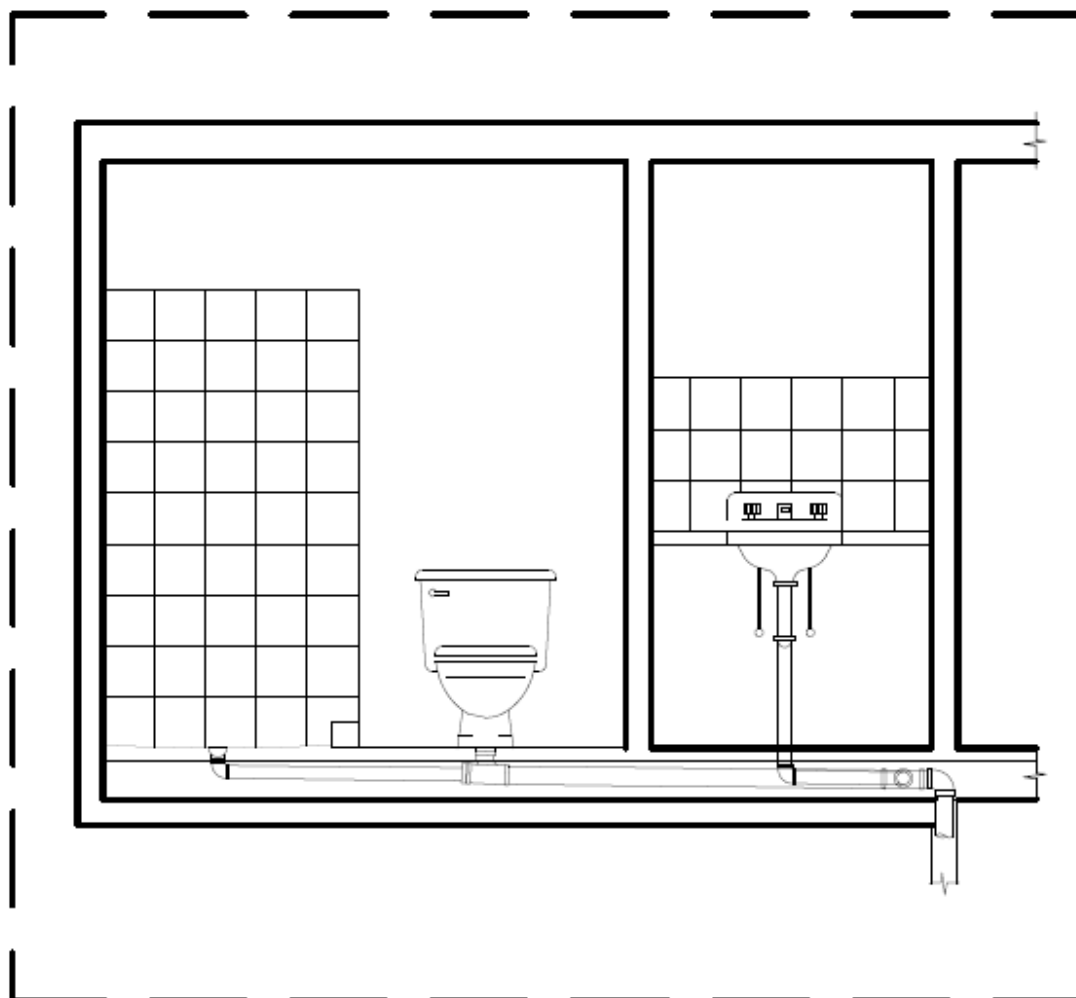
estipulado, deberán proveerse los medios adecuados para proteger las salidas y/o artefactos de la presión excesiva.

- Cuando el agua provenga de un servicio municipal que no garantice la potabilidad del agua, de pozos propios o de otro tipo de fuente, deberá efectuarse un tratamiento de acuerdo a la calidad del agua, pero como mínimo se instalará un sistema de desinfección a base de cloro gaseoso con una dosificación de 1 mg/lit.
- La construcción de pozos será inspeccionada por el FHA, debiendo efectuarse aforos adecuados que a juicio del mismo garanticen la producción de agua requerida. Si el abastecimiento es a base de pozos únicamente, no será aceptable la construcción de uno solo.
- Para cada unidad de vivienda deberá instalarse un medidor de caudal, de tipo aprobado por el FHA, con las válvulas necesarias.
- Todas las especificaciones de diseño, instalación funcionamiento y operación debe indicarse en los planos respectivos.

## **8.7. Drenajes**

- Toda vivienda debe dotarse de un sistema “separativo” de drenajes, que garantice la correcta evacuación y disposición de las aguas negras y pluviales. Se podrán aceptar sistemas combinados intra-domiciliares cuando así lo permitan las regulaciones municipales o de los organismos de salubridad y el FHA lo considere adecuado.
- En caso que las autoridades locales permitan la descarga temporal de todas las aguas en un colector combinado, el sistema de la vivienda debe unificarse en el “exterior de la propiedad” dejando previstas las facilidades necesarias para efectuar la conexión con el sistema público separativo en el futuro.
- Si no se cuenta con drenajes públicos en la zona, deben construirse medios propios de disposición final, ubicados totalmente dentro de los límites de la propiedad.
- Cuando el nivel del terreno no permita la evacuación hacia el colector público, deberán construirse medios apropiados, de diseño aceptado por el FHA.
- Para instalaciones dentro de edificaciones, lo que no esté contemplado en estas normas se regirá por la última edición del código nacional de plomería de los EE.UU.

Ilustración 43: Detalle de drenaje

DETALLE DE DRENAJES

### 8.8. Tipos de tubería aceptables

Los tipos aceptables se especifican en las tablas siguientes, de acuerdo a la forma de instalación y al servicio que presten. La instalación debe diseñarse de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.

Tabla # 6: Tipos de tubería aceptables de acuerdo a forma de instalación y servicio que prestan.

Tipo de tubería	Forma de instalación				Servicio	
	Enterrada	En relleno de entrepiso	Empotrada	Expuesta	Agua fría	Agua Caliente
Hierro fundido	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cloruro de polivinilo	SI	SI	SI	NO <sup>(1)</sup>	SI	SI
Asbesto cemento	SI	NO	NO	NO	SI	SI
Concreto	SI	NO	NO	NO	SI	SI
Hierro galvanizado	NO <sup>(2)</sup>	SI	SI	SI	NO	SI
Lámina galvanizada	NO	NO	SI <sup>(2)</sup>	NO	NO	SI

(1): Aceptable si no queda expuesta a cambios bruscos de temperatura a daños físicos.

(2): Aceptable si se protege perimetralmente (3cms, mínimo) con morteros tipo "A" concreto, u otro producto aprobado por el FHA.

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

## 8.9. Requisitos para instalación de tubería

- Enterrada: Debe ubicarse obligatoriamente en áreas no construidas cuando sea posible. En caso contrario son aceptables siempre que se doten de cajas de registro localizados en áreas no construidas a distancias no mayores de 15mts. En los casos que sea necesario ubicar más de un colector dentro de la casa, debe tratarse que crucen los mismos ambientes.
- En entrepisos: Deben instalarse dentro del relleno superior, no siendo aceptables empotradas en la losa respectiva.
- Empotrada: es aceptable que la tubería quede empotrada en muros, siempre que no afecte miembros estructurales y que quede protegida adecuadamente con mortero tipo "A", concreto u otro material aprobado por el FHA. Las tuberías dentro de agujeros de ladrillo tubular no se aceptarán si a juicio del FHA no quedan suficientemente protegidas.
- Expuesta: Aceptable únicamente cuando a criterio del FHA no afecte las condiciones arquitectónicas de la vivienda y no quede expuesta a posibles daños.
- Intersecciones: Son aceptables en ángulo recto, únicamente cuando se oriente el flujo por medio de ye + codo a 45°, ye-sanitaria, o caja de registro con canalización adecuada en el fondo.
- Cambios de dirección: No son aceptables en ángulo recto, debiendo efectuarse por medio de codos de radio largo, varios codos menores de 90° o cajas de registro.

- Cajas de Registro para tubería enterrada: Deben localizarse en los puntos que a continuación se especifican y obligatoriamente cuando sea posible en áreas no construidas.
  - En extremos iniciales de ramales horizontales.
  - En cambios de dirección horizontal o vertical.
  - En extremos inferiores de bajadas pluviales.
  - En cambios de diámetro.
  - En intersección de tuberías.
  - A distancia no mayores de 15mts, en tramos rectos.
  - A final de colectores pluvial y sanitario (sifonadas).
- Para facilitar la limpieza y mantenimiento de las tuberías, se dotarán de registros en los extremos iniciales y a distancia no mayores de 15m.
- En edificios en condominio, los colectores generales deben quedar en áreas comunes y preferiblemente en ductos para instalaciones.
- Las bajadas de agua pluvial no pueden usarse como tuberías de ventilación del sistema de drenaje sanitario. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

## **8.10. Requisitos para drenaje pluvial**

Su único objetivo debe ser la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo a los requisitos siguientes:

- La pendiente mínima para techos y áreas impermeables es de 1%.
- Los sumideros de techos deben ubicarse adecuadamente con el fin de facilitar la evacuación del agua, no siendo aceptables localizaciones que a juicio del FHA presenten obstáculos que dificulten el escurrimiento hacia ellos. Las bocas de los mismos deben protegerse con rejillas de material inoxidable, que eviten el ingreso de objetos extraños a las tuberías.
- Las bajadas deben ubicarse si es posible en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas adecuadamente con mortero tipo “A” concreto u otro material aprobado por el FHA.
- El área máxima de drenar con un bajante, según su diámetro es la siguiente:

Tabla # 7: Diámetro necesario para un área máxima de drenar con un bajante.

Diámetro (pulgadas)	Área máxima (m <sup>2</sup> )*
2	30
2	60
3	100
4	210
6	625

(\*) Para intensidad de lluvia de 200 mm/hr.

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

- Deben ubicarse reposaderas de tamaño adecuado en las áreas que a continuación se especifican, a menos que sea posible drenarlas en otra forma que el FHA acepte: patio de servicio, carport, garage, jardines poco permeables, puntos bajos, u otros lugares que el FHA determine. Las reposaderas que drenen aguas que no sean únicamente de origen pluvial, deben conectarse al sistema sanitario.
- Las gárgolas son aceptables siempre que su ubicación no presente molestias ni problemas y descarguen sobre pozos receptores de diseño aprobado por el FHA, debiendo contar con tubería de drenaje conectada al sistema pluvial de la vivienda.
- Los diámetros requeridos para tuberías horizontales, según su pendiente y área de drenar, se especifican en la tabla siguiente, siendo aceptables diámetros mínimos de 4" en áreas exteriores y 6" para áreas interiores. Área máxima a drenar calculada en base a una intensidad de lluvia de 20cms., por hora y al 85% de la capacidad de la tubería, según la fórmula de Prandtl Colebrook. Los valores a la izquierda de la línea quebrada no son utilizables, por provocarse velocidades muy bajas al trabajar parcialmente llena la tubería.

Tabla # 8: Diámetros requeridos para tuberías horizontales según pendiente y area de drenar.

Diámetro pulgadas	P	E	N	D	I	E	N	T	E
	1.0 0/0	1.5 0/0	2.0 0/0	2.5 0/0	3.00 0/0	3.5 0/0	4.0 0/0	4.5 0/0	5.0 0/0
	Área máxima a drenar en m <sup>2</sup>								
4					143	154	165	175	184
6			351	382	428	458	489	519	535
8		642	764	840	917	993	1055	1116	1177
10	963	1162	1360	1513	1651	1788	1911	2018	2125
12	1544	1895	2186	2446	2675	2905	3103	3287	3455
15	2828	3470	3990	4464	4892	5290	5642	5993	6330
18	4587	5642	6498	7278	7966	8608	9204	9755	10290

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

- Los techos planos o inclinados llevarán medias cañas o canales colectores y bajadas pluviales cuando el agua de lluvia pueda descargar a la vía pública, a predios vecinos o provocar humedades en los muros propios o colindantes.
- Los balcones, voladizos y en general cualquier saliente deberán drenarse de manera que se evite absolutamente la caída y escurrimiento del agua de lluvia sobre las aceras.
- Las juntas de dilatación construcción etc., expuestas a la intemperie deberán cubrirse con tapajuntas que impidan el paso del agua y que sean a prueba de roedores.

## 8.11. Requisitos para drenaje sanitario

Su único objetivo debe ser la evacuación de las aguas que no prevengan de la precipitación pluvial: sanitarios, cocina, lavado, garage, carport, etc., debiendo diseñarse de acuerdo a los requisitos siguientes:

- El FHA se reserva el derecho de aceptación del tipo de artefactos propuestos.
- Las tuberías que sirvan un solo artefacto, tendrán como mínimo los diámetros siguientes:








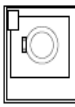




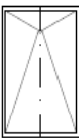

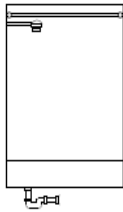
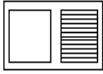


Tabla # 9: Diámetros mínimos de tuberías para un solo artefacto.

Artefacto	Diámetro mínimo
Artesa y/o ducha	2"
Bidet	1 ½"
Inodoro	4"
Lavamanos	1 ½"
Lavadora	2"
Lava trastos	2"
Pila	2"
Reposadera de piso	1 ½"

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

Ilustración 44: Diámetros por artefactos

En caso de ser tubería horizontal de concreto que sirva un solo artefacto, el mínimo es de 6" para inodoros y 4" para los demás artefactos.

PLANTAS	FRONTAL	SECCIÓN	
 INODORO			Diámetro mínimo 4"
 BIDET			Diámetro mínimo 1"
 LAVADORA			Diámetro mínimo 2"
 LAVAMANOS			Diámetro mínimo 1"
 DUCHA			Diámetro mínimo 2"
 PILA			Diámetro mínimo 2"

ESCALA 1:5

- Todos y cada uno de los artefactos deben dotarse de sifón, cuyo sello hidráulico tiene una altura mínima de 5cms. Para los artefactos que no traen incluido el sifón, son aceptables las unidades prefabricadas o cajas sifonadas de diseño aprobado por el FHA. Los sellos de estas cajas no deben formarse nunca con aguas provenientes de inodoros.
- El diámetro de colectores debe estar de acuerdo al número y tipo de artefactos que sirva, pero en ningún caso debe ser menor que los especificados a continuación.
  - Colector sin aguas de inodoros 4"
  - Colector con aguas de inodoros 6" (concreto)
  - Colector con aguas de inodoros 5" (asbesto cemento)

- Colector con aguas de inodoros 4” (otro material)
- Las tuberías enterradas deben tener una pendiente máxima de 6 0/0, y mínima del 2 0/0.
- Las tuberías en entresijos deben tener una pendiente mínima del 1 0/0.
- Las bajadas deben ser por lo menos de la misma calidad que las tuberías horizontales que drenen y de diámetro no menor que el del mayor ramal horizontal que sirvan. De ser posible deben localizarse en paredes exteriores de edificación protegidas convenientemente con mortero tipo “A”, concreto, u otro material aprobado por el FHA.
- La disposición final por medio de un sistema propio, deberá contar por lo menos con tratamiento primario (fosa séptica u otro similar).
- Las fosas sépticas deben llenar los siguientes requerimientos: Deben construirse con materiales resistentes a las aguas negras y a los gases que se produzcan, siendo aceptables el concreto reforzado, mixto, asbesto cemento u otro material que el FHA considere adecuado. Las fosas de mixto o concreto deben tener un acabado interno con 0.02mts., de mortero tipo “A”. Su ubicación debe efectuarse tomando en cuenta la localización de las instalaciones de agua potable, estructuras y facilidades para el acceso, mantenimiento y conexión futura del sistema de la edificación con la red municipal o pública. En todos los casos la fosa deberá quedar lo más próxima posible a la calle de acceso al terreno.

## **8.12. Materiales para instalaciones.**

Deberán ser nuevos de calidad, tipo y clase adecuadas para el uso a que se destinen y que garanticen durabilidad y costo de mantenimiento razonables, cumpliendo en cada caso con las especificaciones que el FHA estipule.

A continuación se detallan las especificaciones para algunos materiales, entendiéndose que para los no contemplados, el FHA se reserva el derecho de estipularlas en su oportunidad.

## 8.12.1. Agua potable

Tabla # 10: Especificaciones de tuberías para agua potable

## a) Tuberías:

Hierro fundido	USASI (A 21.6 y A 21.8) AWWA (C 106, C 108)
Hierro galvanizado	ANSI (B 36-20) ASTM (A 120, A-53) ANSI (B 2.1) roscas
Cobre	USASI (H 23.1) ASTM (B 42, B 88)
Asbesto cemento	ASTM (C-296) AWWA (C-400)
PVC	CSA (PS-22) ASTM (D-1784) BS (3505) efecto sobre la potabilidad del agua NSF efecto sobre la potabilidad del agua, Estándar No. 14 SDR max=26
CPVC	CS (PS-22) ASTM (D-2846) BS (3505) efecto sobre la potabilidad el agua NFS efecto sobre la potabilidad del agua, Estándar No. 14

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

## 8.12.2. Drenajes

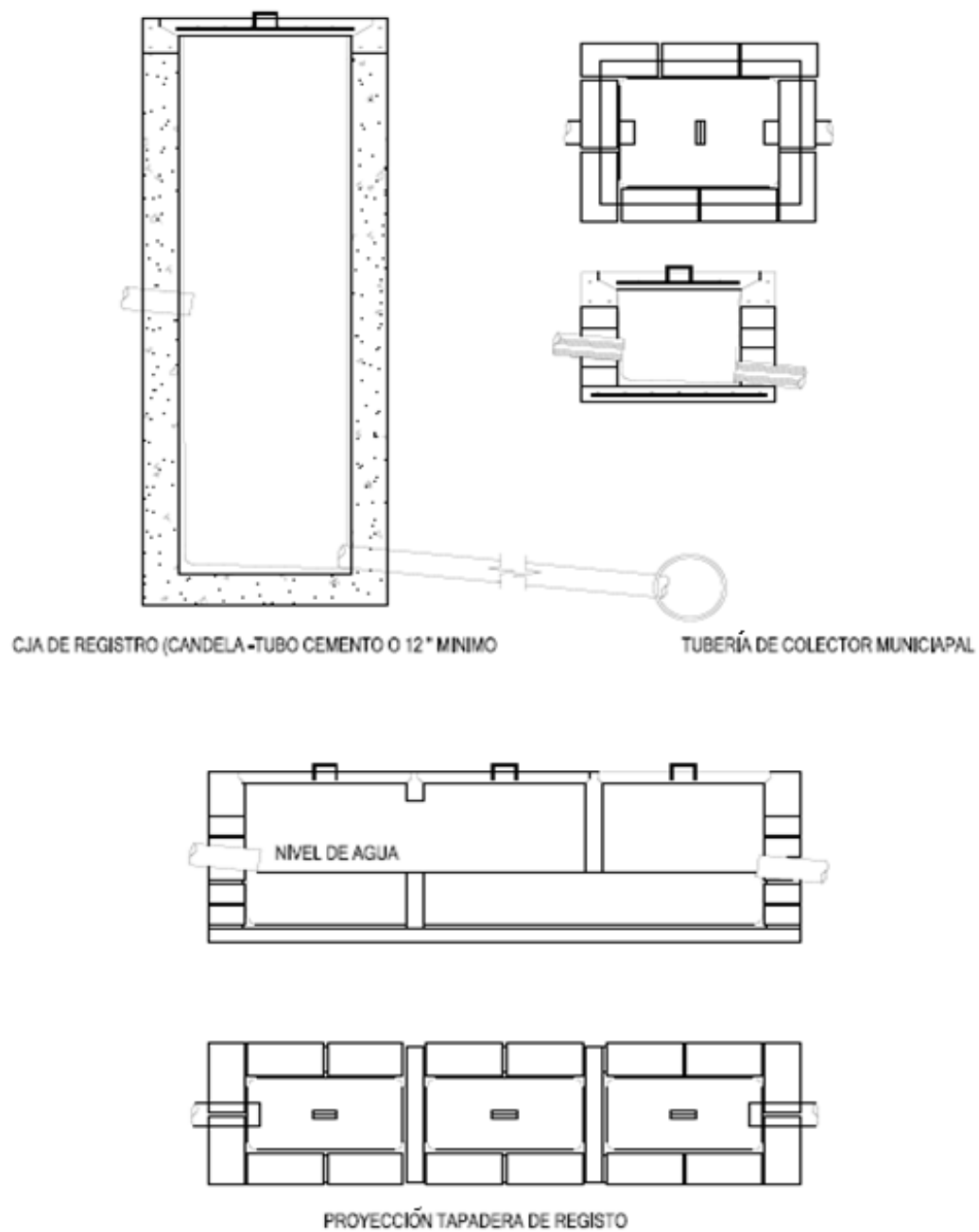
Tabla # 11: Especificaciones de tuberías para drenajes

## Tuberías:

Hierro fundido	ASTM (A-74) CS (188) ANSI (A-A40.1)
Asbesto cemento	FS (SS-P-331)
PVC	CS (PS-22) ASTM (D-1784) SDR max=26
Concreto reforzado	AASHO (M-41) <sup>(*)</sup> ASTM (C-76) <sup>(**)</sup>
Concreto no reforzado	AASHO (M-86) <sup>(*)</sup> ASTM (C-14) <sup>(**)</sup>

(Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

Ilustración 45: Detalles de tapadera, caja de registro y colector municipal.



(Elaboración propia)

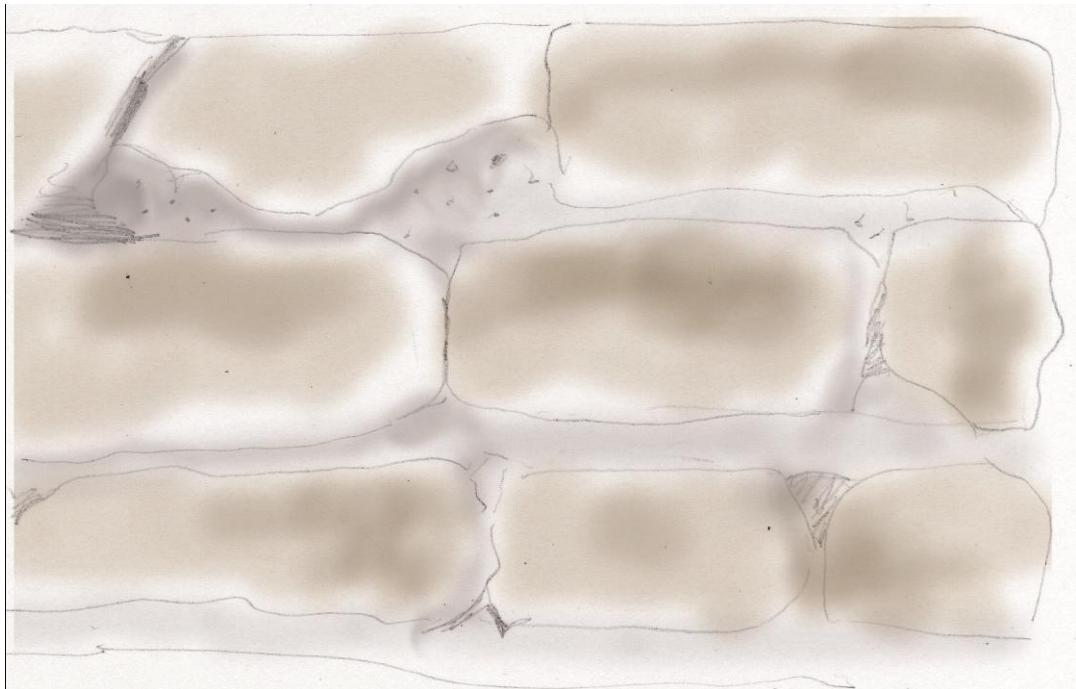
# 9.ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES

## 9.1. Generalidades

Los materiales deben ser de la calidad requerida para garantizar la adecuada resistencia y capacidad de la edificación para absorber los efectos de las cargas externas e internas, y proveer la durabilidad deseada. (AGIES, 2010)

Los materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de fenómenos sísmicos, por lo que deben evitarse. Muros de adobe, ladrillo o bloques sin reforzar, o sin vigas ni columnas adecuados, son muy peligrosos, por lo que su empleo no se recomienda. (AGIES, 2010)

Ilustración 46: Muro de adobe



(Elaboración propia)

## 9.2. Cemento

Cemento específicamente formulado y manufacturado, para ser utilizado en la elaboración de morteros. Es una mezcla homogénea de Cemento Portland y plastificantes para mejorar las propiedades de los morteros. Debe estar en su empaque original, fresco y al utilizarse se debe asegurar que conserve sus características de polvo fino sin grumos.

Ilustración 47: Saco cementos progreso



(Cementos Progreso, 2010)

No puede usarse, el cemento que se haya dañado por exposición a la humedad, que haya fraguado parcialmente, o que esté endurecido, y debe ser rechazado el uso del contenido total del saco de cemento o del recipiente o bulto del mismo y ser retirado inmediata y definitivamente de la obra. No puede usarse el cemento recogido de los sacos rechazados o usados, o proveniente de la limpieza de los mismos. (AGIES, 2010)

### 9.3. Acero de refuerzo

Las barras de refuerzo se prefieren corrugadas porque mejora la adherencia entre el concreto y el acero.

Ilustración 48: Acero de refuerzo corrugado



(Cartilla ISCYC, 2002)

El refuerzo grado 33 o comercial no debe usarse para aplicaciones estructurales en vista que no posee ductilidad ni uniformidad y por alto grado de variabilidad en resistencia. (AGIES, 2010)

Las barras de refuerzo de 280 Mpa (2,800 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 40) y/o 420 Mpa (4,200 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 60) se identifican por números, los más usados en la construcción de vivienda y edificaciones pequeñas son:

Tabla 12  
Número y diámetro de barras más usadas  
En la construcción de viviendas

Número	Diámetro (pulg) (mm)	Observaciones
2	1/4 6.40	Usado para los estribos de soleras, mochetas y cimientos trapezoidales
3	3/8 9.50	Usado para el refuerzo longitudinal de cimientos, soleras, mochetas, y para estribos de vigas y columnas
4	1/2 12.70	Usado para refuerzo longitudinal de vigas, columnas, soleras, mochetas, cimientos y zapatas

(AGIES, 2010)

Las de barras de 500 Mpa (5,000 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 70) normalmente se usan en diámetros milimétricos. La disponibilidad de los diámetros dependerá de los fabricantes o importadores,

pero usualmente se manejan diámetros desde 3.80 mm hasta 6.41 mm en la versión corrugada. (AGIES, 2010)

A menos que se indique de otra forma en los planos, la longitud del traslape en tensión, debe ser no menor de 24 y 36 diámetros de barra para barras de 280 Mpa (2,800 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 40) ó menos y 420 Mpa (4,200 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 60) respectivamente, ni menor de 200 mm. Los empalmes en zonas donde el esfuerzo crítico es de compresión y cuando se utilice concreto de 21 Mpa (210 kg/cm<sup>2</sup> ó mayor, el traslape debe ser no menor de 20 y 25 diámetros de barra para barras 280 Mpa (2,800 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 40) ó menos y 420 Mpa (4,200 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 60) respectivamente, ni menor de 200 mm. En concreto de clase inferior a 21 Mpa (210 kg/cm<sup>2</sup>), las longitudes de traslape anteriores deben incrementarse en 1/3. (AGIES, 2010)

Tabla 13  
Longitudes de traslape según  
tipo de concreto y acero

CONCRETO	ACERO	BARRAS (cm)					
		N.3	N.4	N.5	N.6	N.7	N.8
210 kg/cm <sup>2</sup>	cualquier grado	46	61	76	92	107	122
2800 kg/cm <sup>2</sup>	grado 40	23	31	38	46	53	61
4200 kg/cm <sup>2</sup>	grado 60	34	46	57	69	80	91

(AGIES, 2010)

En los empalmes de traslape, las barras deben colocarse en contacto entre sí y amarrarse con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación de las mismas y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, con relación a las demás barras y a las superficies del concreto. (AGIES, 2010)

Las barras de refuerzo deben ser dobladas en frío. A menos que los planos lo muestren en otra forma, los dobleces deben hacerse de acuerdo con los requisitos siguientes:

- Los estribos y las barras de amarre o sujeción del refuerzo deben doblarse alrededor de un pasador de un radio no menor del diámetro del estribo o barra. (AGIES, 2010)

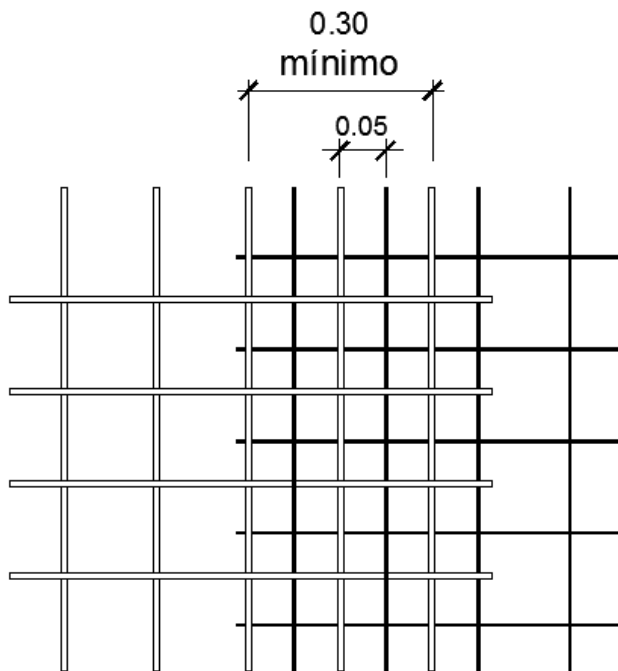
- Los dobleces para las otras barras No.3 (9.5mm) ó No.4 (12.7 mm), tendrán radios en el interior del pasador no menores de 2.5 veces el diámetro de la barra. (AGIES, 2010)

Información adicional sobre el detallado, espaciamiento y colocación de la armadura de acero puede obtenerse en norma ACI 318S-08 y en el Manual de prácticas Estándar para el acero de refuerzo, del Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). (AGIES, 2010)

## 9.4. Mallas de refuerzo

El traslape en las mallas de alambre liso, no debe ser menor del espaciamiento de la malla, más 50 mm. En las mallas de alambre corrugado, el traslape debe calcularse de acuerdo con el Reglamento ACI 318S-08, pero en ningún caso será menor de 300 mm. (AGIES, 2010)

Ilustración 49: Traslape en planchas de malla de alambre de refuerzo electrosoldado



(Elaboración propia)

## 9.5. Agregados

Se agregan al cemento para elaborar el mortero y el grout. Los agregados deberán estar limpios, libres de contaminación de arcilla, tierra y materia orgánica. Los agregados se dividen en dos clases:

- Se considera como agregado fino a la arena, la cual es extraída de lechos y márgenes de río, o de bancos. Provee el cuerpo básico para el mortero. Las partículas son cubiertas y lubricadas con la pasta de cemento proporcionando la consistencia requerida en un mortero fresco. Nunca se debe usar arena de mar. (AGIES, 2010)
- Se considerará como agregado grueso en la mampostería la gravilla; la cual se obtiene de la trituración de la roca y no debe ser mayor de 1 cm, ni debe tener demasiados finos. Se utiliza en la elaboración del mortero de inyección o Grout. (AGIES, 2010)

Ilustración 50: Agregados finos y gruesos



(Cartilla ISCYC, 2002)

## 9.6. Agua

El agua a utilizar debe ser sin sabor ni olor pronunciado, debe ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales y materia orgánica o cualquier otra sustancia que sea nociva para la mezcla y/o el refuerzo, de preferencia utilizar agua potable. (AGIES, 2010)

El agua en el mortero tiene las siguientes funciones:

- Reaccionar con el cemento en el proceso de hidratación
- Actuar como agente dispersante del polvo de cemento
- Actuar como lubricante para incrementar la trabajabilidad de la mezcla

## 9.7. Aditivos

Es un material distinto al agua, del agregado o del cemento, generalmente es utilizado cuando se desea modificar alguna característica del “grout” o mortero. Cuando se utilice, se deberán seguir las instrucciones del fabricante y se tendrá el cuidado de verificar, que el aditivo desempeñe su función sin afectar desfavorablemente otras propiedades, u otros elementos del sistema como por ejemplo, el acero de refuerzo. (AGIES, 2010)

Ilustración 51: Aditivos



(www.sika.com.mx, 2010)

## 9.8. Grout

El “grout” es una mezcla de cemento, arena, grava, agua y si es requerido de aditivos, siendo capaz de penetrar en todas las cavidades del muro sin sufrir segregación, con la capacidad de adherirse a las unidades de mampostería y a las barras de refuerzo para que actúen para soportar las cargas. (AGIES, 2010)

Este se puede clasificar en “*Grout*” *fino*: no contendrá agregado grueso y se podrá usar en bloque de 10 cm o de más ancho. “*Grout*” *grueso*: contendrá agregado fino y grueso y su uso se limita a bloque de 15 o cm o de más ancho. (AGIES, 2010)

El agua se aplica hasta poseer un revenimiento de 20 cm a 25 cm (8 a 10 pulgadas). El tamaño del agregado no debe ser mayor de 1.0 cm (3/4 de pulgada). (AGIES, 2010)

Tabla 14  
Dosificaciones para tipos de grout

Tipo de "Grout"	Partes por volumen de cemento portland	Agregado fino medido en condiciones húmedas y sueltas	Agregado grueso medido en condiciones húmedas y sueltas
<b>FINO</b>	1	2.53 a 3 veces la suma de los volúmenes de cemento	
<b>GRU ESO</b>	1	2.25 a 4 veces la suma de los materiales cementantes	1 a 2 la suma de los volúmenes de los materiales cementantes

(Cartilla ISCYC, 2002)

# **10. ESPECIFICACIONES PARA PAREDES**

## **10.1. Requerimientos generales**

Los muros o paredes son los elementos verticales de la construcción que sirven para encerrar la edificación y separar los ambientes interiores. (AGIES, 2001)

Se pueden clasificar en muros de carga y muros tabiques. Estos últimos no soportan ninguna carga más que su peso propio, no cumplen ninguna función estructural por lo que podrían ser removidos sin comprometer la seguridad estructural del conjunto. (AGIES, 2001)

Por otro lado los muros de carga en una vivienda son los que además de su propio peso se encargan de transmitir las cargas verticales y horizontales desde el techo y/o entrepiso hasta la cimentación, por lo que deben ser continuos en altura y confinados a través de vigas, soleras y columnas o mochetas a su alrededor. (AGIES, 2001)

## **10.2. Bloques de concreto**

Las unidades de mayor uso en nuestro medio son los bloques de concreto y los ladrillos de barro cocido. Aunque también se usa la piedra. Las formas de las unidades pueden variar según la región, pero en general pueden tenerse unidades sólidas y unidades perforadas.

Las unidades perforadas pueden tener hasta un 65% de vacíos medidos en un plano paralelo al plano sobre el cual se sienta. Las celdas que se usen para colocar barras de refuerzo no pueden tener ninguna dimensión menor de 50 mm. ni áreas menores de 30.0 cm<sup>2</sup>. La pared entre celdas debe tener un espesor mayor que 13 mm. y la pared exterior debe tener un espesor mayor o igual a 25 mm. (AGIES, 2001)

Los bloques son hechos de una mezcla de cemento hidráulico y arena de río o arena pómez, y algunas veces otros constituyentes (aditivos para inclusión de aire, pigmentos para coloración, impermeabilizantes, etc.) Deben cumplir con la norma NGO 41054. (AGIES, 2001)

Los tamaños más comunes son de 150 ó 200 mm. de ancho por 400 mm. de largo por 200 mm. de alto, o bien de 140 ó 190 mm. de ancho por 390 mm. de largo por 190 mm. de alto. Existen unidades enteras, esquineros, mitades y soleras. Recientemente han aparecido bloques con dimensiones similares a los ladrillos. Por ejemplo, de 140 mm. de ancho por 290 mm. de largo y 90 mm. de alto. (AGIES, 2001)

Según el AGIES se resume en que la resistencia de las unidades, medido sobre el área bruta, no debe ser menor que los valores dados en la tabla siguiente.

Tabla 45 Resistencia mínima del block

Tipo de edificación	Mpa	Resistencia Sobre área bruta Kg/cm <sup>2</sup>
Viviendas de 1 nivel con techo de lámina	2.5	35.0
Viviendas de 1 nivel con techo de losa	3.5	35.0
Viviendas de 2 niveles, para paredes 1er Nivel	5.0	50.0

\* Nota: podrá usarse resistencia menores de block si existe un diseño estructural del mismo que lo ampare.

Ilustración 52: Block tradicional



(Elaboración propia)

Los bloques de 90 ó 100 mm. de ancho no podrán usarse para propósitos estructurales, sólo podrán emplearse para tabiques o muros divisorios que no soportan carga vertical ni lateral, excepto su propio peso. (AGIES, 2001)

Los bloques tabiques tradicionales tienen las dimensiones de 9x19x39 cm

Ilustración 53: Block tabique tradicional



(Elaboración propia)

Ilustración 54: Apilamiento de block tradicional



(Elaboración propia)

### 10.3. Acero

La resistencia del refuerzo puede ser de 280 Mpa (2,800 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 40), 420 Mpa (4,200 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 60) ó 500 Mpa (5,000 Kg/cm<sup>2</sup> ó grado 70), alta resistencia, de conformidad con norma NTG 36011. (AGIES, 2001)

El refuerzo grado 33 o comercial no debe usarse para aplicaciones estructurales en vista que no posee ductilidad ni uniformidad y por alto grado de variabilidad en resistencia. (AGIES, 2001)

Ilustración 55: Hierro para construcción



(Elaboración propia)

A continuación una tabla del AGIES que detalla las varillas más usadas en la construcción y sus recomendaciones:

Tabla 16  
Numero y diámetro de barras más usadas en la construcción de viviendas

Número	Diámetro (pulg) (mm)	Observaciones
2	1/4 6.40	Usado para los estribos de soleras, mochetas y cimientos trapezoidales
3	3/8 9.50	Usado para el refuerzo longitudinal de cimientos, soleras, mochetas, y para estribos de vigas y columnas
4	1/2 12.70	Usado para refuerzo longitudinal de vigas, columnas, soleras, mochetas, cimientos y zapatas

En algunas situaciones particulares será necesario cambiar de tipo de refuerzo. Para ello deberá tomarse en cuenta el tipo de elemento estructural donde se empleará para obtener los diámetros equivalentes. Por ejemplo, para soleras, mochetas y cimientos, el cambio de refuerzo longitudinal se basará en una equivalencia de fuerzas (multiplicación de áreas por esfuerzos), mientras que para estribos se modificará el espaciamiento acordemente. (AGIES, 2001)

No emplear barras usadas anteriormente o rescatadas de escombros, porque pueden tener fallas que debilitan su resistencia. (AGIES, 2001)

## 10.4. Clasificaciones

Básicamente el AGIES clasifica la mampostería de dos formas dependiendo del método de refuerzo y cada uno de estos dos estilos genera una serie de normas a cumplir para diseño y proceso constructivo, el tipo de refuerzo a colocar varía entre un sistema y otro y es importante reconocer cada sistema, como funcionan y no mezclarlos.

- **Mampostería reforzada mixta:** en este tipo de muro el acero de refuerzo se coloca y concentra en elementos verticales y horizontales fundidos de concreto denominados mochetas y soleras respectivamente. Ambas concentraciones de refuerzo deben confinar a las unidades de mampostería. Al mismo tiempo, el refuerzo de las mochetas y soleras debe quedar asegurado y confinado por eslabones o estribos preferentemente. La resistencia del concreto a compresión  $f'c$  deberá ser como mínimo 175. Kg/cm<sup>2</sup>. (AGIES, 2001)
- **Mampostería reforzada integral:** en este tipo de muro el acero de refuerzo que se instalará tanto en el sentido horizontal como vertical se colocará en las celdas correspondientes a las unidades con vacíos y/o en el espacio de las áreas libres limitadas por las paredes de las unidades para levantado. Los refuerzos verticales podrán requerir eslabones o estribos en algunas posiciones. (AGIES, 2001)

# 11. MAMPOSTERÍA REFORZADA MIXTA

Ilustración56 : Columna de mampostería confinada



(Elaboración propia)

Ilustración 57: Solera en mampostería confinada



(Elaboración propia)

## 11.1. Aberturas en muros de carga

La ubicación de las aberturas favorece el control de la incidencia solar y el aprovechamiento de los vientos dominantes, ayudando al control climático de las edificaciones. (AGIES, 2001)

Se ha encontrado en muchos casos en el país que el área de las ventanas en relación con el área de sus muros es insuficiente. El rango óptimo para aberturas medianas es del 20% al 40% del área de los muros norte-sur. Sin embargo, el sistema constructivo que se emplea en el desarrollo de un proyecto será un condicionante del área de las aberturas, además de la seguridad estructural. Para viviendas de bajareque se sugiere una extensión no mayor de 1/3 del largo del muro. El sistema constructivo de ladrillo y block permite más área por abertura y más de una abertura en el área total del muro, permitiendo así mejoras en el diseño. (AGIES, 2001)

Ilustración 58: Muro con aberturas

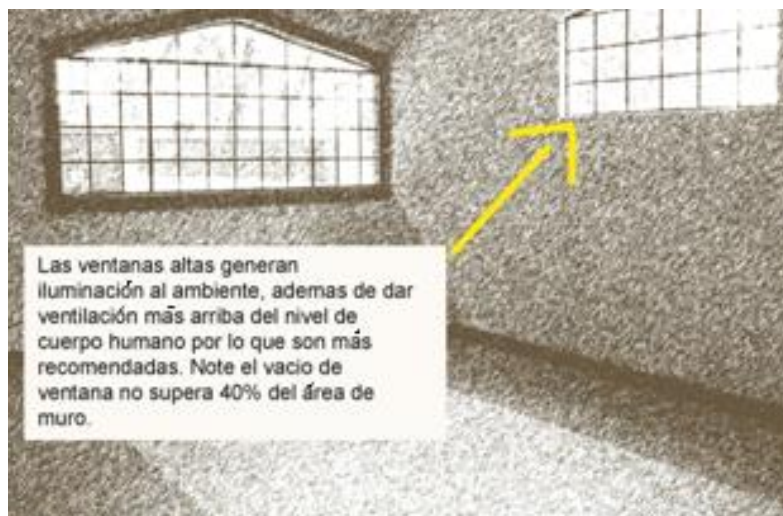


(Elaboración propia)

Es conveniente usar ventanas altas para que el aire se dirija hacia la parte superior de las habitaciones para evitar corrientes frías al nivel del cuerpo humano. En caso de necesitarse ventanas bajas, la corriente puede desviarse por medio de setos bajos sembrados en el frente de las ventanas o por medio de paletas ajustables. (AGIES, 2001)

Se recomienda lograr que penetre el sol en horas de la mañana inclusive hasta las 12:00 horas, y por la tarde de las 16:00 horas hasta que el sol se oculte principalmente en ambientes de uso nocturno para lograr un almacenamiento térmico durante la noche. El sol indeseable en períodos de 12:00 a 16:00 horas se puede evitar por medio de parteluces o por corredores, los cuales exigen prolongación de techos evitando así la incidencia solar hacia los ambientes. (AGIES, 2001)

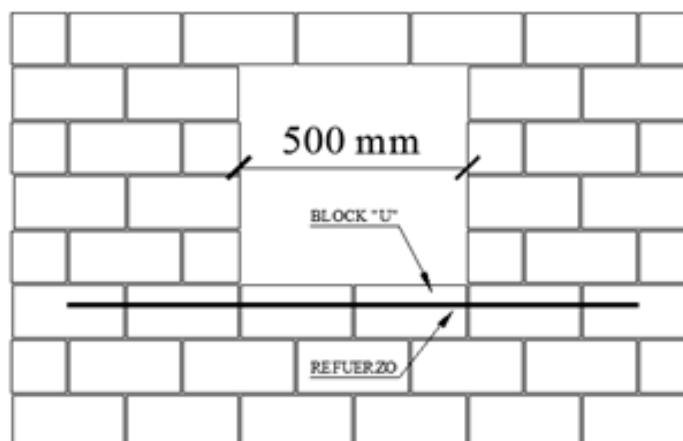
Ilustración 59: Ejemplo de ventanearía y formar de iluminación recomendados



(Elaboración propia)

El área total de vanos de puertas y ventanas de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del ambiente o habitación. La suma de las longitudes de todos los vanos debe ser menor que la mitad de la longitud de los muros en ese eje y habitación. En los casos de muros largos en que el anterior porcentaje permita colocar grandes áreas de ventanas, éstas se subdividirán en varias ventanas insertando columnas o muro de tal forma que los dinteles no tengan luces muy grandes (no mayores de 2.0 m.). Debe haber una distancia suficiente entre los vanos de un mismo muro. La distancia horizontal mínima entre vanos debe ser mayor que 500 mm. y en todo caso debe ser mayor que la mitad de la dimensión menor de las aberturas. (AGIES, 2001)

Ilustración 60: Detalle de vano en muro.



(Elaboración propia)

Debe haber una distancia mínima del extremo de un muro al borde de una puerta de 300 mm. o la séptima parte de la altura de la puerta. También en ventanas cercanas al extremo de un muro la distancia mínima será de 200 mm. o la mitad de la altura de la ventana. (AGIES, 2001)

No se deben dejar espacios en la parte superior de un muro, cerca de la solera de entrepiso o solera de corona. Un sismo puede hacer fallar fácilmente la columna si el muro no está completo en toda la altura, dado que la fuerza sísmica se concentra en el tramo de columna que no tiene muro. Esta situación se le conoce como “efecto de columna corta o columna cautiva”, a menos que se refuerce la columna adecuadamente. (AGIES, 2001)

## 11.2. Espesores mínimos de paredes

Según el Agies Nr-4, para zonas sísmicas 2, 3 y 4 el espesor mínimo para mampostería de block no debe ser menor a 0.14m. Los muros de carga deben tener un espesor no menor que el indicado en la siguiente tabla:

Tabla 17  
Espesores mínimos para muros de carga

Tipo de edificación	Espeso en mm
Casas de mampostería de block	140
Casas de mampostería de ladrillo	110
Casas de concreto fundido en el lugar	100

Fuente: AGIES NR-4

## 11.3. Longitudes mínimas de muros de carga

Para poder garantizar una sismo resistencia adecuada de la edificación, ésta debe proveerse con una longitud mínima de muros de carga en cada una de las direcciones principales. Estos muros de carga deben ubicarse buscando la mejor simetría y la mayor rigidez torsional de la vivienda. Esto se logra colocando los muros simétricos lo más cerca posible a la periferia. (AGIES, 2001)

Para proveer una resistencia uniforme en cada una de las direcciones principales, se deben tener longitudes similares de muros y las longitudes de aquellos muros que estén ubicados en un

mismo plano vertical no deben sumar más de la mitad de la longitud total de muros en esa dirección (AGIES, 2001)

Para efectos de contabilizar la longitud de muros en cada dirección principal no deben tomarse en cuenta las aberturas de puertas ni ventanas, ni aquellos tramos de muros cuya longitud sea inferior a 1.0 m. (AGIES, 2001)

La longitud mínima de muros de carga, en metros, se calcula como:

$$L_m = M_o A_p$$

Donde

$M_o$  = Coeficiente que se obtiene de las siguientes tablas según el caso

$A_p$  = Área en  $m^2$  de la planta del entrepiso más la cubierta cuando se trate de muros del primer nivel, o el área de la cubierta cuando se trate de muros del segundo nivel, o de edificaciones de un solo nivel.

Si la cubierta es liviana reducir  $A_p$  multiplicándola por 0.67

Tabla 18  
Coeficiente  $M_o$  para calcular longitudes mínimas de muros de mampostería en dirección fuerte(1)

Amenaza sísmica	$M_o$ t =110 mm	$M_o$ t =140 mm	$M_o$ t =190 mm
Zona 4	0.27	0.21	0.16
Zona 3	0.18	0.14	0.10
Zona 2	0.09	0.07	0.05

Nota: En la dirección débil los coeficientes se multiplican por 0.65 Fuente: AGIES NR-4

Tabla 19  
Coeficiente  $M_o$  para calcular longitudes mínimas de muros de concreto en dirección fuerte

Amenaza sísmica	$M_o$ t =60 mm. <sup>(2)</sup>	$M_o$ t =100 mm. <sup>(3)</sup>	$M_o$ t =120 mm. <sup>(3)</sup>
Zona 4	0.26	0.21	0.175
Zona 3	0.17	0.14	0.12
Zona 2	0.08	0.07	0.06

Notas:

<sup>(1)</sup> En la dirección débil los coeficientes se multiplican por 0.60

<sup>(2)</sup> Se aplica a muros prefabricados

<sup>(3)</sup> Se aplica a muros fundidos en el lugar

Ejercicio 1 de muestra de cálculo de muros según apartado anterior

Para un muro de mampostería que tiene un techo de lámina con un espesor de 14 cm. Está ubicado bajo una zona de respuesta sísmica intermedia, El largo total del muro es de 6 metros y tiene una altura de 2.30 metros, verificar el largo de este muro de acuerdo a una área tributaria de techo de 14.2 metros cuadrados.

$$h := 2.3 \cdot \text{m}$$

$$M_o := 0.14$$

$$l := 6 \cdot \text{m}$$

$$A_p := 14.2 \cdot \text{m}^2$$

Se debe multiplicar por 0.67 el  $A_p$  por ser una cubierta liviana

$$L_m := M_o \cdot 0.67 A_p = 1.332 \text{m}^2$$

$$\frac{L_m}{0.14 \cdot \text{m}} = 9.514 \text{m}$$

6 metros de largo no es suficiente

## 11.4. Refuerzo en muros de carga

Todos los muros de carga deben estar provistos de refuerzo horizontal y vertical que resistan las cargas verticales y horizontales impuestas a la vivienda. En el caso de los muros de mampostería se deberá colocar el refuerzo de tal forma que proporcione confinamiento a las unidades (bloques o ladrillos). Dicho confinamiento se puede lograr con columnas y/o mochetas y con soleras que se construyen después de haber levantado el muro que van a confinar.

## 11.5. Columnas en mampostería confinada (Refuerzo vertical)

Deben construirse columnas de confinamiento en todos los muros y vanos de la estructura. También en los extremos de los muros, en la intersección de muros estructurales y en puntos intermedios a distancias no mayores de 4.00 m. La resistencia del concreto debe ser al menos de 14.0 Mpa (140. Kg/cm<sup>2</sup>). (AGIES, 2001)

La sección mínima de las columnas será de 200. cm<sup>2</sup>. Su ancho mínimo será igual al espesor del muro. (AGIES, 2001)

El refuerzo mínimo de las columnas consiste en 4 barras longitudinales corridas No.3 (9.5 mm) más estribos No.2 (6.4 mm) a cada 150 mm. para muros de 140 mm. de espesor o bien estribos No.2 (6.4 mm) a cada 200 mm. para muros de 190 mm. de espesor. (AGIES, 2001)

Ilustración 61: Detalle de columnas



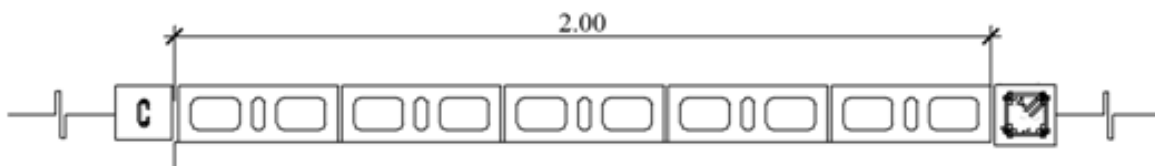
(Elaboración propia)

El refuerzo debe partir desde el nivel inferior del refuerzo de la cimentación con un gancho de 200 mm. mínimo, y anclarse en la parte superior de la solera de entrepiso o remate.

No se deben doblar las barras que se encuentren embebidas en el concreto recién fraguado o endurecido. Todas las barras deben doblarse antes de fundir los elementos. Mientras que los estribos deben tener un doblado mínimo de 80 mm. en ambos extremos y ubicados dentro del núcleo confinado de la columna y el amarre mediante alambre No. 18. La ubicación de las patas del estribo debe alternarse en cada una de las esquinas del refuerzo longitudinal. (AGIES, 2001)

11.5.1. Mochetas: Deben construirse las mochetas de confinamiento en puntos intermedios intercaladas con las columnas de los muros y en los extremos de vanos de puertas y ventanas. La separación entre columnas y mochetas será no mayor de 2.00 m. (AGIES, 2001)

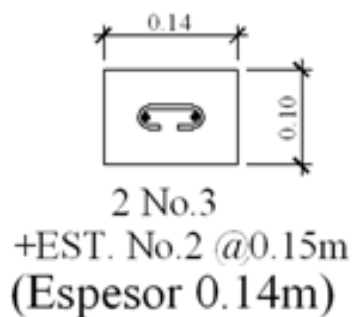
Ilustración 62: Separación entre columnas y mochetas.



(Elaboración propia)

La sección mínima de las mochetas será de 100 mm. de largo y un ancho igual al espesor del muro. El refuerzo mínimo de las mochetas consiste en 2 barras longitudinales corridas No.3 (9.5 mm) más eslabones No.2 (6.4 mm) a cada 150 mm. para muros de 140 mm. de espesor o bien eslabones No.2 (6.4 mm) a cada 200 mm. para muros de 190 mm. de espesor. (AGIES, 2001)

Ilustración 63: Detalle de refuerzo de mochetas.

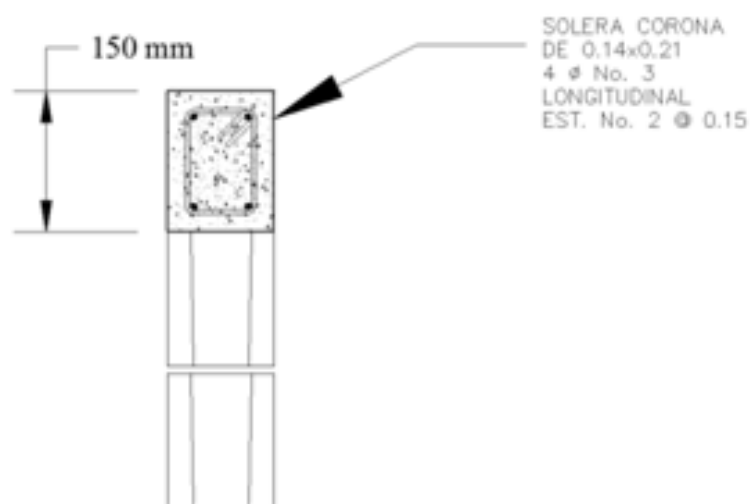


(Elaboración propia)

En “muros largos”, la separación entre columnas y/o mochetas no será mayor que el 75% de la altura del muro, pero no mayor que 2.0 m.

11.5.2. Soleras: Todos los muros estructurales deben amarrarse entre sí mediante una solera de entrepiso y/o solera corona en la parte superior de los mismos. Dichas soleras deben ser fundidas de al menos del mismo espesor del muro y de un peralte mínimo de 150 mm. (AGIES, 2001)

Ilustración 64: Detalle de solera

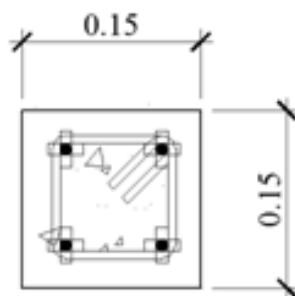


(Elaboración propia)

Las culatas de mampostería también deben amarrarse construyendo soleras de corona a manera de elementos de confinamiento.

El refuerzo mínimo de las soleras consiste en 4 barras longitudinales corridas No.3 (9.5 mm) más estribos No.2 (6.4 mm) a cada 150 mm. para muros de 140 mm. de espesor o bien estribos No.2 (6.4 mm) a cada 200 mm. para muros de 190 mm. de espesor. (AGIES, 2001)

Ilustración 65: Detalle de refuerzo mínimo de solera.

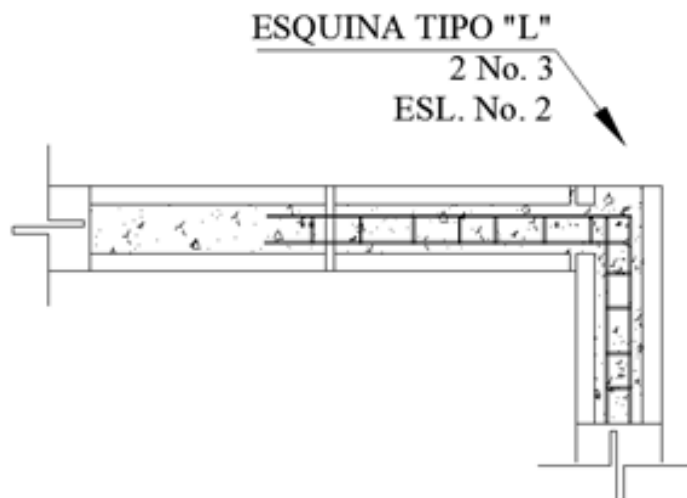


4 No.3  
+EST. No.2 @0.15m  
(Espesor 0.15m)

(Elaboración propia)

En los cruces de los muros, las barras deben formar paralelos a los muros de donde llegan al cruce y sus traslapes deben tener una longitud mínima según su diámetro de barra.

Ilustración 66: Esquina tipo L.

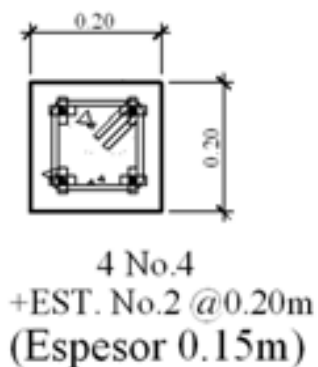


(Elaboración propia)

Nota: El AGIES NR4 anterior, sugiere un largo de traslape mínimo de 500 mm.

**11.5.3. Soleras intermedias:** A los muros debe proveérseles de soleras intermedias las cuales pueden ser; una solera fundida con refuerzo consistente en 4 barras longitudinales corridas No.3 (9.5 mm)3/8” más estribos No.2 (6.4 mm) a cada 150 mm. para muros de 140 mm. de espesor o bien estribos No.2 (6.4 mm) a cada 200 mm. para muros de 190 mm. de espesor

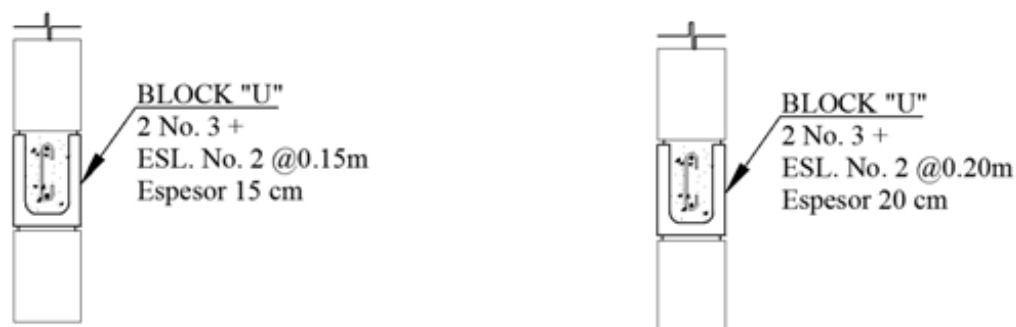
Ilustración 67: Detalle Solera intermedia.



(Elaboración propia)

Dos soleras intermedias en unidad “U” uniformemente espaciadas, con refuerzo consistente en 2 barras longitudinales corridas No.3 (9.5 mm) más eslabones No.2 (6.4 mm) a cada 150 mm. para muros de 140 mm. de espesor o bien eslabones No.2 (6.4 mm) a cada 200 mm. para muros de 190 mm. de espesor. (AGIES, 2001)

Ilustración 68: Soleras en unidad “U”.



(Elaboración propia)

A los muros se les debe de proveer soleras intermedias, dependiendo de su relación altura/largo:

Tabla 20  
Relación solera – muro .

<b>Relación altura/largo muro</b>	<b>No. de Soleras Intermedias</b>
Menor o igual a 0.99	1
De 1.00 a 1.99	2

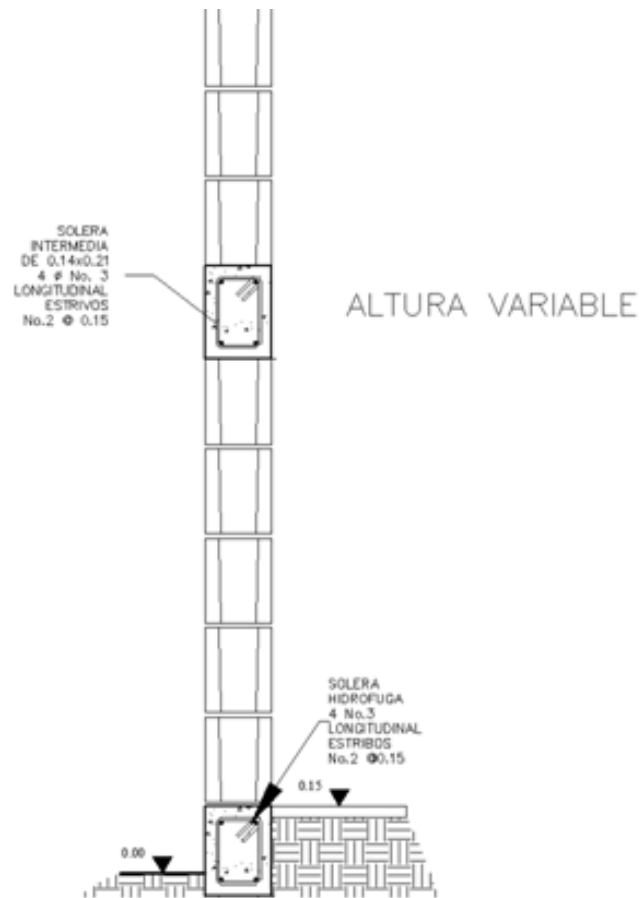
(AGIES, 2001)

Puede llamarse solera total a una de 4 barras longitudinales y media solera a la de menos cantidad de barras. Una solera total puede ser sustituida por dos medias soleras, para cumplir con la relación anterior.

Las soleras totales tendrán un lado menor igual al espesor del muro y cumplir con lo indicado en 6.5.1.2. Las medias soleras pueden tener un lado menor igual a 100 mm. y el otro como el espesor del muro, pueden ser fundidos dentro de una unidad tipo “U” que permita hacerlo.

En “muros altos” la separación entre soleras intermedias no será mayor que el 75% del largo del muro. Para los casos en los cuales el espaciamiento requerido de las soleras intermedias sea menor que 800 mm., dichas soleras se podrán construir en unidades “U” con refuerzo igual a 1 barra No.3 (9.5 mm) debidamente anclada en las columnas de los extremos. (AGIES, 2001)

Ilustración 69: Detalle solera para muros altos.



(Elaboración propia)

**11.5.4. Proceso constructivo:** Para el levantado del block se necesita tener los planos de la modulación como guía de donde se colocara cada bloque en la primera y/o segunda hilada y el plano acotado el cual nos muestra las dimensiones que se deben respetar de huecos de puertas y espacios (sala, comedor, cocina, etc.).

Para iniciar es necesario revisar en conjunto con el maestro de obra los planos para aclarar cualquier duda y luego se procede a identificar y marcar cada eje

- Se rotulan los ejes o guías
- Se colocan los hilos que indican cada eje

Luego de haber interpretado adecuadamente los planos y colocado las pitas en cada eje, se procede a la limpieza adecuada del lugar donde se pegarán los bloques, debe de estar libre de residuos de mezcla o concreto suelto, y polvo. Se debe iniciar por apilar los elementos de mampostería en una zona cercana al muro por levantar, asegurarse de dejar el paso libre para el personal de trabajo.

Lustración 70: Inicio de modulación



(Elaboración propia)

Se empaparán los bloques con agua, al pie del sitio donde se levantará el muro y poco antes de su asentado. Para el procedimiento de colocación se tendrá en cuenta las siguientes normas: Si el muro se levantará sobre el cimiento, se limpiará y mojará la cara superior de este, colocando una capa de mortero a todo lo largo del tramo.

Ilustración 71: Levantado de muro sobre cimiento



(Elaboración propia)

Se colocarán los bloques de los extremos en la altura que marque la guía y aplomándolos con la primera hilada, se tenderá un hilo entre ellos y colocará el resto de bloques de la segunda hilada, alternando las juntas verticales para lograr un buen amarre. Se rellenarán las juntas verticales, colocando una segunda capa de mortero. Deberá ajustarse con una plomada la verticalidad del muro, y si es necesario enderezar debe hacerse previo a que se seque completamente la mezcla.

Ilustración 72: Muro confinado juntas llenas



(Elaboración propia)

Es necesario considerar otros elementos a la hora de realizar el levantado como cajas de lavadoras, nichos, entre otros. Cuando se haya levantado la primera altura de muro, se marcará el nivel solera según lo indiquen los planos para mayor precisión y levantar la segunda altura del muro.

Ilustración 73: Detalle de solera intermedia y esquina



(Elaboración propia)

Se debe preparar la solera intermedia si es por medio de un bloque U, se deberá alinear la solera en los muros de esquina, se procede a colocar los hierros de refuerzo dentro de la U. Para el armado y fundición de solera y sillares, deberá preverse su integración a las columnas, es decir, que el refuerzo quedará a un lado a las respectivas columnas, evitando posteriores anclajes que pueda dañar la estructura principal.

Ilustración 74: Solera intermedia fundida



(Elaboración propia)

En el caso de los sillares, deberá proveerse el detalle para gota de agua de lluvia, cuando este se encuentre expuesto al exterior: todo ello previo a la fundición y evitar agregados en un sillar que no garantizarían su calidad. Las especificaciones sobre el concreto corresponden a las mismas de los elementos estructurales principales.

Ilustración 75: Detalle de vanos



(Elaboración propia)

## 11.6. Recomendaciones para verificación de calidad de muros

A continuación se presenta una serie de aspectos importantes para la revisión de la calidad de un muro de mampostería, está planificada para ser llevada a cabo en la obra y se puede transmitir como una guía de procedimiento al maestro de obras.

**11.6.1. Revisión de elementos de mampostería:** En el momento de recibir el material se debe comprobar dos aspectos.

**11.6.2. Medidas adecuadas:** Se debe comparar con los planos del diseño.

**Nota:** Según las Recomendaciones AGIES NR4 no debe ser menor a 140 mm de espesor para muro de carga

### 11.6.3. Calidad de material

- Dimensiones: tome cinco muestras al azar y tomar las medidas de los blocks, estos no debiesen de variar  $\pm 3$  mm respecto a la medida indicada por el proveedor
- Textura: el block no deberá ser poroso en textura, (la porosidad es un indicador de la cantidad de cemento que contiene el elemento)
- Consistencia: el block no debe ser quebradizo, se puede realizar la prueba de partirlo a la mitad para tener dos piezas, el elemento no debiese quebrarse en más de dos piezas.

11.6.4. Levantado a plomo sobre eje: Para cada muro realice las tres revisiones siguientes:

- Verificación de emplantillado: se debe comprobar que coincida con el eje indicado en los planos
- Solera intermedia: se debe realiza una verificación utilizando los plomos y niveles para comprobar que los muros no están inclinados o desplomados. Este paso se debe realizar antes de colocar la solera intermedia.
- Altura total: se verifica que la altura del muro coincida con los planos de diseño, a su vez se chequea el nivel y el plomo.

11.6.5. Inspección de solera intermedia: Antes de continuar el levantado de un muro cuando se llega al nivel de la solera y previo a la fundición revisar que:

- Armadura y refuerzos sean adecuados: se debe revisar contra los planos de diseño, AGIES menciona dos tipos de solera, la que es fundida con la armadura y la que procede con una unidad tipo U, en ambos casos la revisión de refuerzo, amarre y traslape son importantes. **Nivel** Verificar que este a la altura del muro indicada en los planos
- Fundición: posterior a quitar la formaleta de la revisión se debe inspeccionar de inmediato que la fundición sea la adecuada, pareja y nivela y sin “Ratoneras”.
- Armadura
  - Cantidad adecuada de refuerzo: debe coincidir con el diseño mostrado en el plano
  - Posición: la armadura debe estar centrada dentro del elemento ( mampostería u o formaleta) y la distancia entre el primer hierro y el extremo de orilla de 25 mm
  - Empalme y ganchos : los empalmes y ganchos deben de ser de un largo equivalente a su barra utilizada, sin embargo el detalle recomendado por AGIES NR4-1996 es de 500 mm

- Columnas: para la fundición de columnas debe ser considerado lo siguiente:
  - Formaleta
    - La formaleta debe estar bien centrada
    - Si la formaleta es de madera, la madera no de estar pandeada o doblada
    - La formaleta debe llegar a todo lo alto del muro
    - Debe estar húmeda previo a la fundición para evitar que absorba el agua de la mezcla
  - Fundición
    - La fundición debe realizarse completa no fundir por partes un elemento
    - Debe procurarse el contacto apropiado entre el concreto y las cara interiores de las formaletas, vibrando estas últimas y evitando ratoneras.
  - Desencofrado
    - La formaleta puede quedarse hasta los tres primeros días posteriores a la fundición puesto que ayuda al fraguado, de ser así mantenerle siempre húmeda.
    - La formaleta también puede retirarse 24 horas después de fundida la columna, asegurarse de ser cuidadoso e inspeccionar el estado de la madera para ser reutilizada o desechar.
    - Al desencofrar es el momento de reparar las imperfecciones en la columna, las salientes de concreto, fundiciones no parejas e incluso ratoneras.

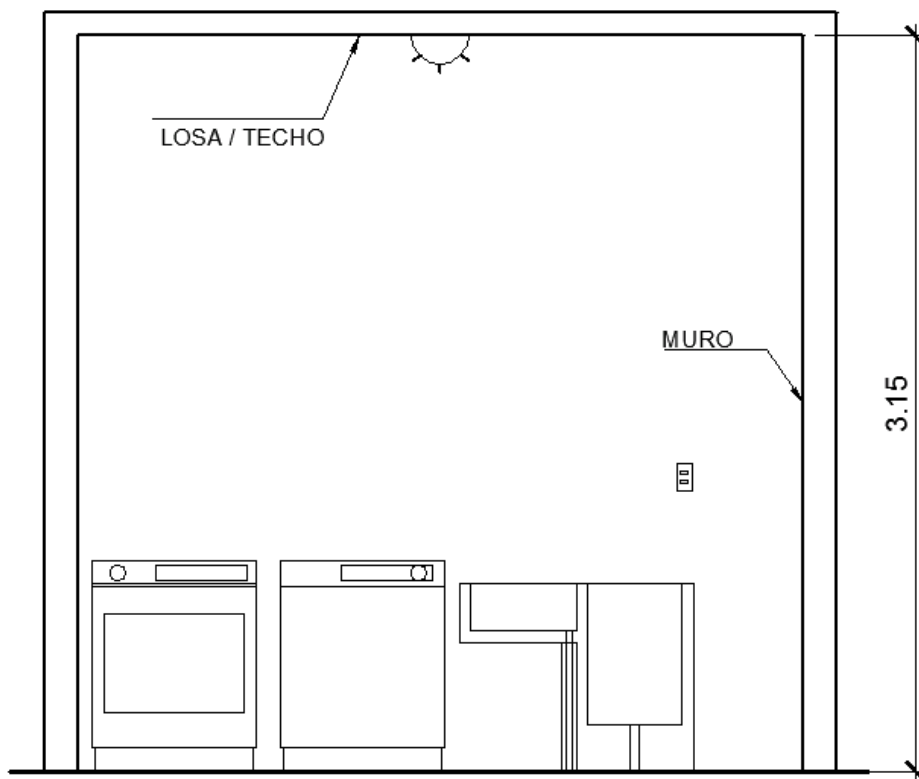
# 12. LEVANTADO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTEGRAL

Es fuertemente recomendable contar con planos estructurales debidamente revisados, de no contar con ellos la norma NR-4 propone lo siguiente

## 12.1. Requisitos estructurales

La altura de cada piso no deberá ser mayor que 3.15 m, pero en ningún caso deberá exceder 25 veces el espesor efectivo del muro; por ejemplo si se tiene un bloque de 0.14cm de ancho la altura no deberá ser 25 veces esa cantidad, es decir 3.5m. (AGIES, 2010)

Ilustración 76: Altura máxima de piso

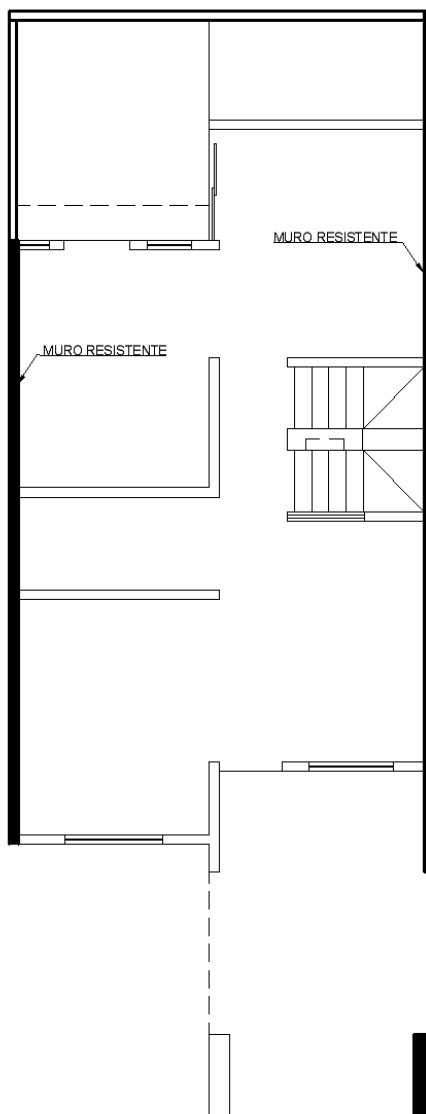


(Elaboración propia)

La relación entre la altura total de la construcción y la longitud del lado menor del rectángulo que circunscribe a la planta deberá ser no mayor que 2.0 en la zona sísmica 2 y no mayor que 1.75 en las zonas sísmicas 3 y 4. (AGIES, 2010)

Según alguna de las dos direcciones ortogonales principales de la construcción, deberá existir, como mínimo, dos planos de muros resistentes a cargas laterales perimetrales y paralelos. (AGIES, 2010)

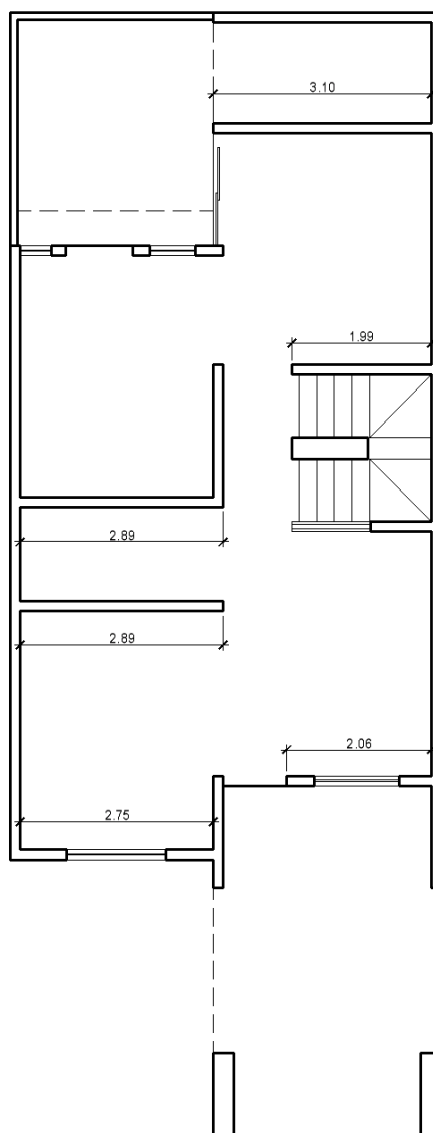
Ilustración 77: Muros resistentes a cargas laterales



(Elaboración propia)

Cada plano de muros podrá estar integrado por varios paneles, pero la longitud total de cada uno de estos planos debe ser no menor que el 75% de la altura del piso correspondiente. Las secciones de muros de menos de 1 m, no se toman en cuenta para el conteo. Asumiendo una altura de la casa de 2.40 m, el 75% de esta altura sería 1.80 m por lo tanto todos los muros acotados en la imagen anterior cumplen con el requisito. (AGIES, 2010)

Ilustración 78: Paneles que se toman en cuenta en la resistencia



(Elaboración propia)

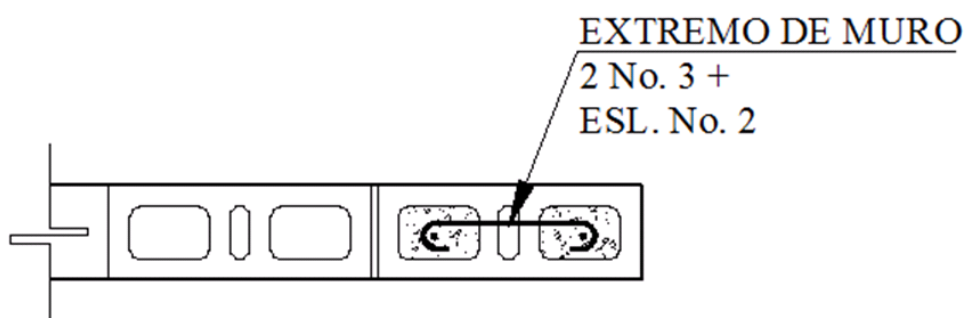
Según la otra dirección principal de la construcción, deberán existir por lo menos dos ejes de muros resistentes, los cuales en conjunto estarán vinculados a la estructura del techo o entrepiso en por lo menos el 60% de la longitud de la planta según la dirección considerada en zona sísmica 2, y por lo menos 80% en zonas sísmicas 3 y 4. (AGIES, 2010)

Para el caso de techo o entrepiso rígido, la distancia entre el centroide de las áreas brutas de dichos muros y el centroide geométrico de la planta deberá ser no mayor que el 25% de la dimensión de la planta perpendicular a la dirección considerada. (AGIES, 2010)

## 12.2. Refuerzo vertical

Para los muros de viviendas de un nivel o los muros del segundo nivel en viviendas de dos niveles, en los extremos de los muros se deberá colocar como mínimo 2 barras No.3 (9.5 mm) en dos agujeros adyacentes más un eslabón No.2 (6.4 mm) en cada hilada (200 mm) para el caso de bloques y a cada dos hiladas (130 mm.) para el caso de ladrillos. (AGIES, 2010)

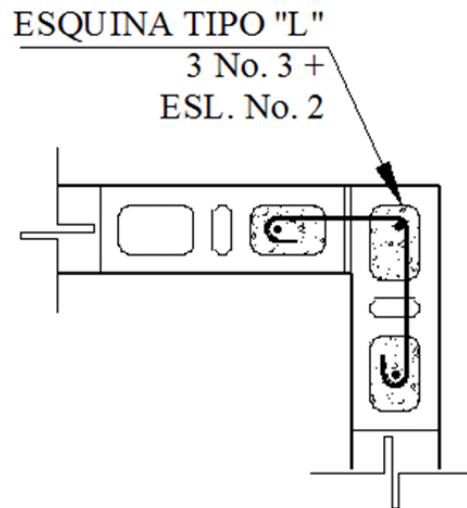
Ilustración 79: Refuerzo vertical en extremo de muro viviendas un nivel



(Elaboración propia)

En la intersección de muros estructurales en forma de “L” se colocarán 3 barras No.3 (9.5 mm) en los tres agujeros más cercanos a la unión más un eslabón No.2 (6.4 mm) en forma de “L”. (AGIES, 2010)

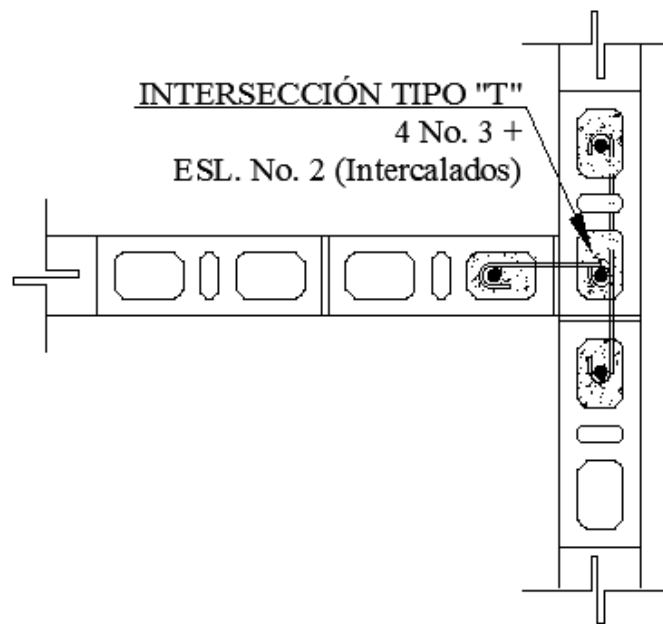
Ilustración 80: Refuerzo vertical esquina tipo "L" en viviendas de 1 nivel



(Elaboración propia)

En la intersección de muros estructurales en forma de "T" se colocarán 4 barras No.3 (9.5 mm) en los cuatro agujeros más cercanos a la unión más un eslabón No.2 (6.4 mm) en forma de "L" y un eslabón recto. El eslabón en forma de "L" debe apoyar tres barras y alternar el sentido en cada hilada para darle soporte a la otra barra vertical. (AGIES, 2010)

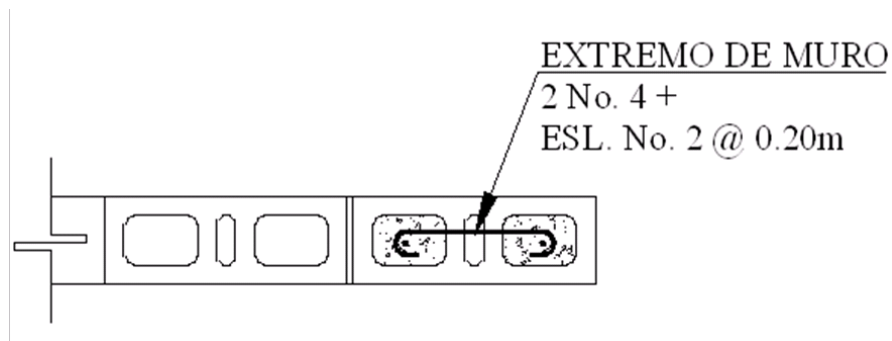
Ilustración 81: Refuerzo vertical esquina tipo "T" en viviendas de un nivel



(Elaboración propia)

Para los muros del primer nivel en viviendas de dos niveles, en los extremos de los muros se deberá colocar como mínimo dos barras No.4 (12.7 mm) en dos agujeros adyacentes más un eslabón No.2 (6.4 mm) en cada hilada (200 mm.) para el caso de bloques y a cada dos hiladas (130 mm.) para el caso de ladrillos. (AGIES, 2010)

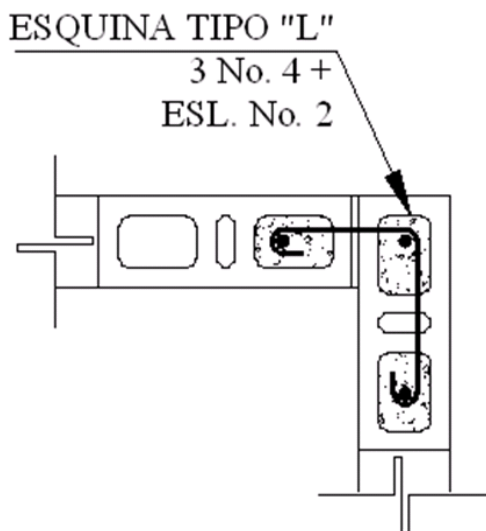
Ilustración 82: Refuerzo vertical en extremo de muro viviendas de dos niveles



(Elaboración propia)

En la intersección de muros estructurales en forma de "L" se colocarán 4 barras No.4 (12.7 mm) en los tres agujeros más cercanos a la unión más un eslabón No.2 (6.4 mm) en forma de "L". (AGIES, 2010)

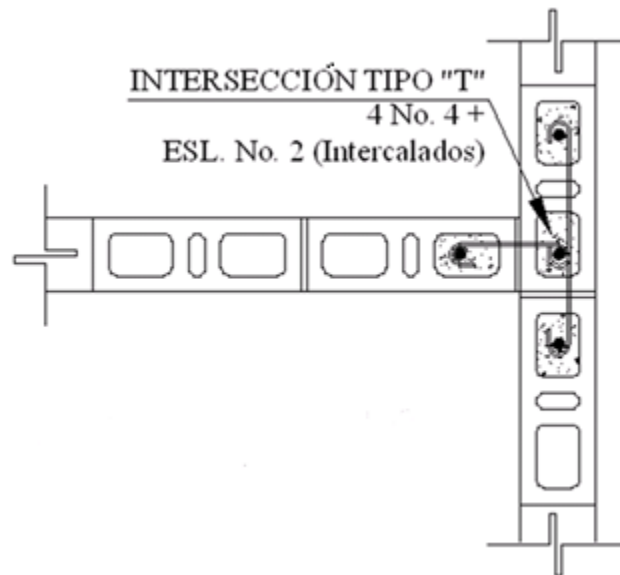
Ilustración 83: Refuerzo vertical esquina tipo "L" en viviendas de dos niveles



(Elaboración propia)

En la intersección de muros estructurales en forma de “T” se colocarán cuatro barras No.4 (12.7 mm) en los cuatro agujeros más cercanos a la unión más un eslabón No.2 (6.4 mm) en forma de “L” y un eslabón recto. El eslabón en forma de “L” debe apoyar tres barras y alternar el sentido en cada hilada para darle soporte a la otra barra vertical. (AGIES, 2010)

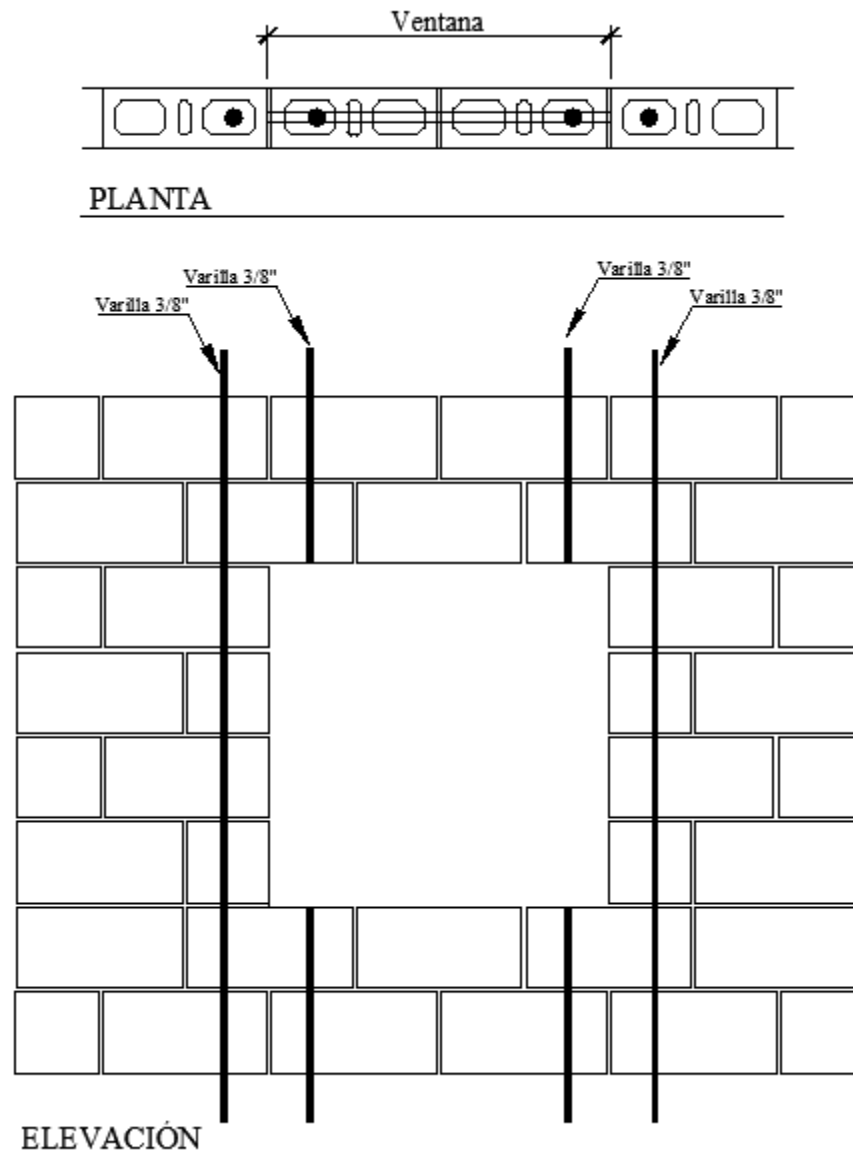
Ilustración 84: Refuerzo vertical esquina tipo “T” en viviendas de dos niveles



(Elaboración propia)

Todas las celdas verticales de las unidades adyacentes a aberturas de puertas y ventanas deben ir reforzadas con una barra No.3 (9.5 mm) como mínimo. (AGIES, 2010)

Figura 85: Refuerzo vertical en ventanas

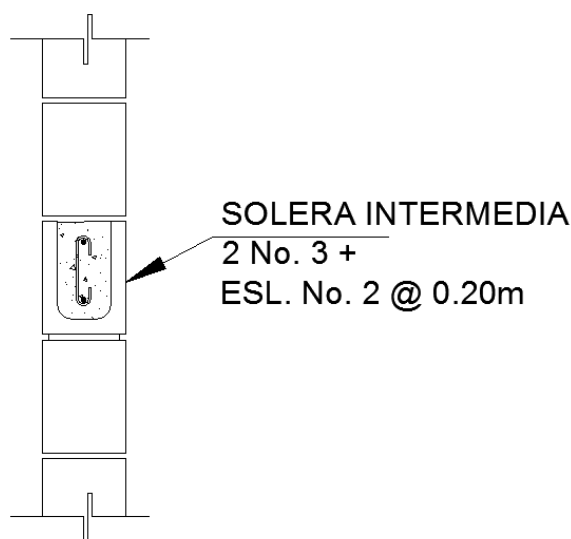


(Elaboración propia)

### 12.3. Refuerzo horizontal

El refuerzo horizontal consiste en barras colocadas en unidades tipo “U”, o dentro de la sisa horizontal del mortero. Si es dentro de unidades tipo “U” pueden ser barras siempre y cuando encajen o queden bien embebidas de mortero, si el refuerzo se coloca de la otra forma, las barras de refuerzo no podrán ser mayores a la No.3 (9.5 mm) ni más de dos unidades, de preferencia usar barras No.2 ( 6.4 mm). Las “soleras” inter sisa llevarán eslabones No.2 (6.4 mm) a una separación que coincida con las uniones verticales de las unidades de mampostería. (AGIES, 2010)

Ilustración 86: Levantado de muro típico



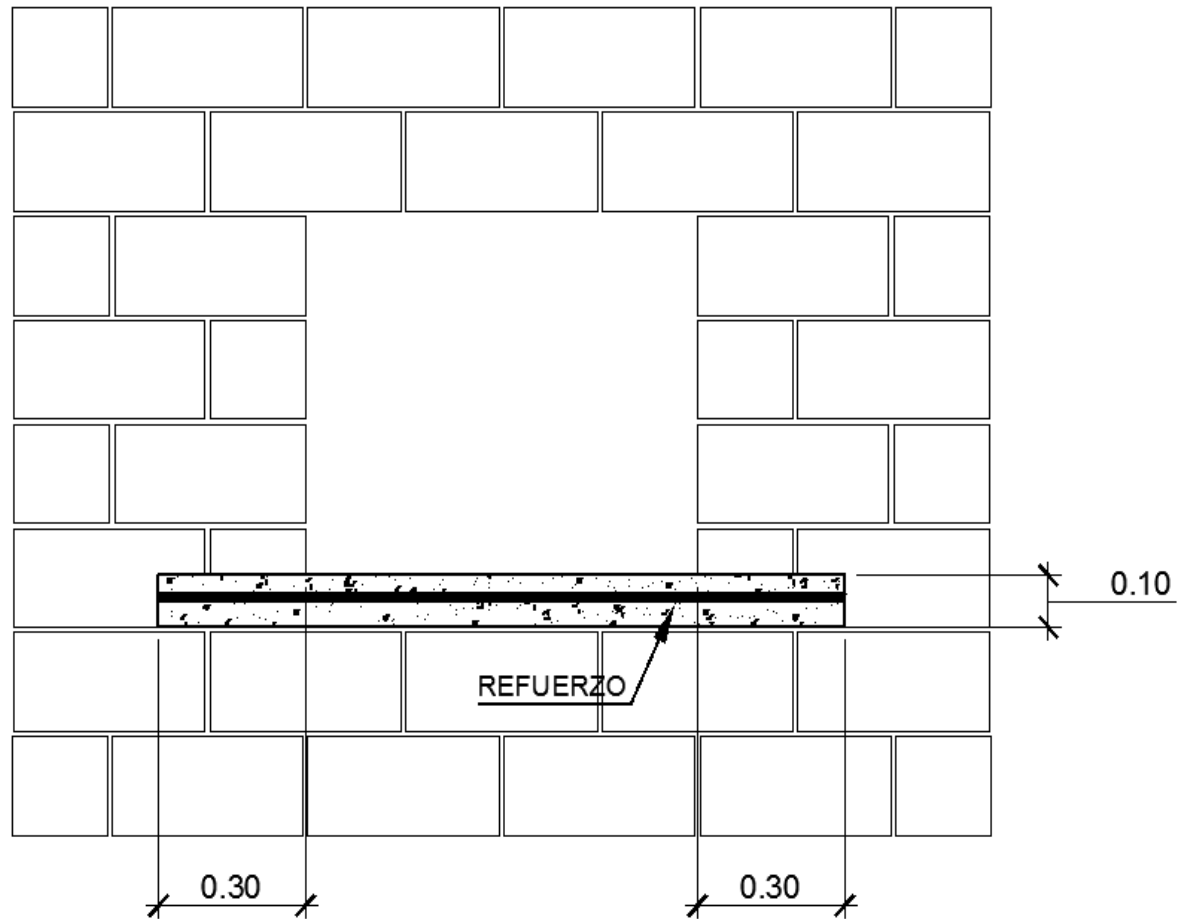
(Elaboración propia)

Todos los sillares de ventanas deben ir reforzados con un elemento de concreto reforzado de 100 mm. de altura por el espesor de la pared, con dos barras No.3 (9.5 mm) y eslabones No.2 (6.4 mm) a cada 200 mm. para muros de 200 mm. de espesor, y a cada 150 mm. para muros de 140 mm. de espesor. Como alternativa podrá colocarse dicho refuerzo en una hilada de unidades en “U”. Dicho refuerzo deberá anclarse por lo menos 300 mm. más allá de la esquina de la abertura. (AGIES, 2010)

lustración 87: Detalles de sillares en ventanas



lustración 88: Anclaje de refuerzo



(Elaboración propia)

De preferencia todos los dinteles de puertas y ventanas deben estar constituidos por la solera de entrepiso o solera de remate. Cuando esto no sea posible, se deberá colocar una solera apropiada (ver figura 21). (AGIES, 2010)

## **12.4. Aberturas en muros de carga**

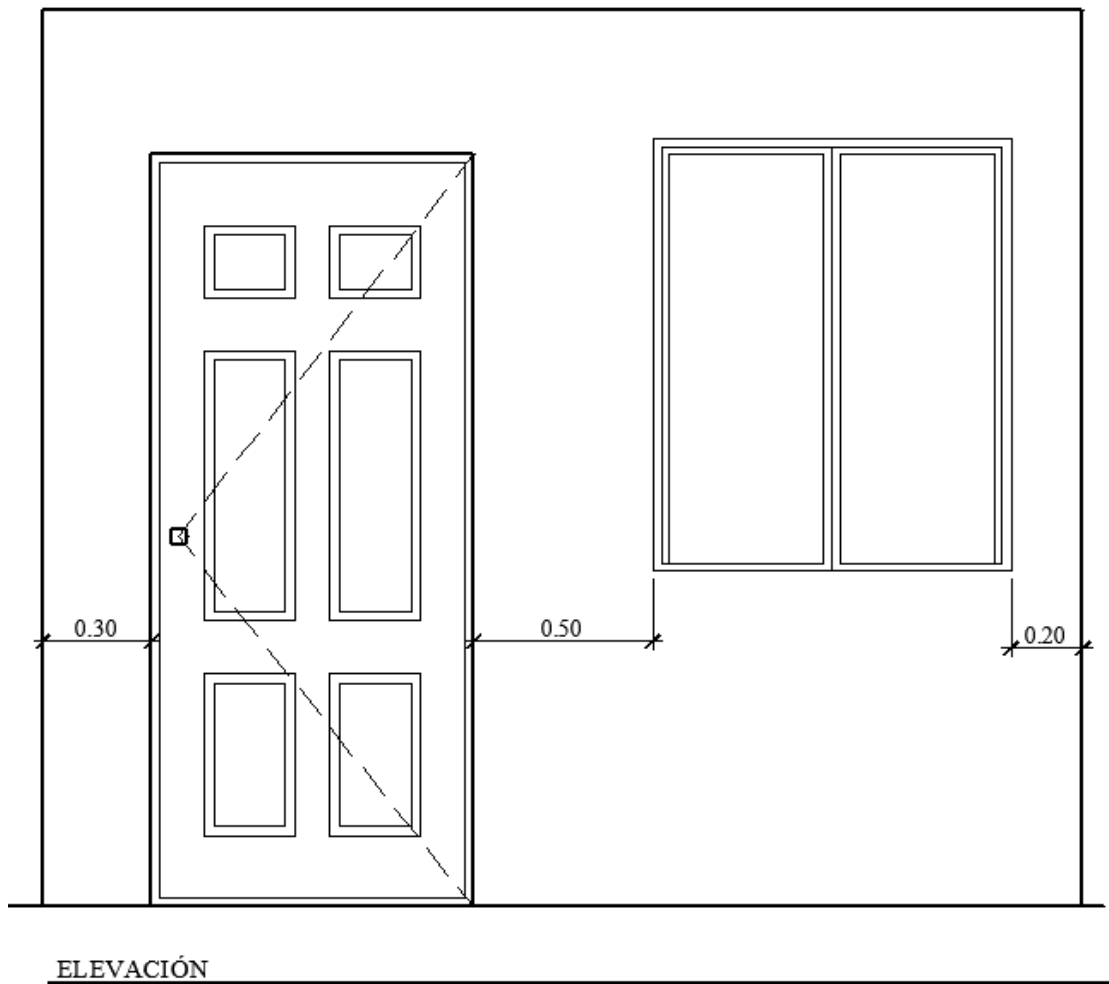
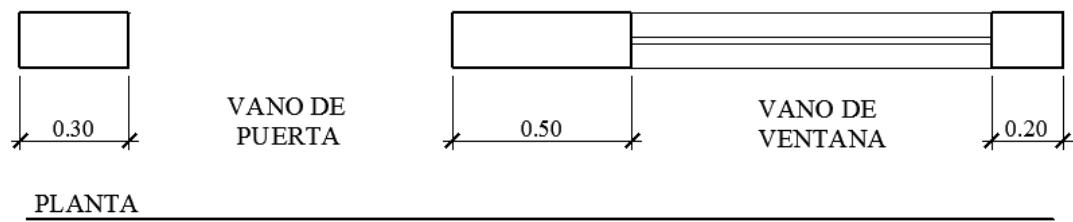
Las aberturas en los muros estructurales deben ser pequeñas, bien espaciadas entre sí y ubicadas, de preferencia, lejos de las esquinas o extremos de los muros. (AGIES, 2010)

El área total de vanos de puertas y ventanas de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del ambiente o habitación. Además la suma de las longitudes de todos los vanos debe ser menor que la mitad de la longitud de los muros en ese eje y habitación. En los casos de muros largos en que el anterior porcentaje permita colocar grandes áreas de ventanas, éstas se subdividirán en varias ventanas insertando columnas o muro de tal forma que los dinteles no tengan luces muy grandes (no mayores de 2.0 m.). (AGIES, 2010)

Debe haber una distancia suficiente entre los vanos de un mismo muro. La distancia horizontal mínima entre vanos debe ser mayor que 500 mm. y en todo caso debe ser mayor que la mitad de la dimensión menor de las aberturas. (AGIES, 2010)

Debe haber una distancia mínima del extremo de un muro al borde de una puerta de 300 mm. o la séptima parte de la altura de la puerta. También en ventanas cercanas al extremo de un muro la distancia mínima será de 200 mm. o la mitad de la altura de la ventana. (AGIES, 2010)

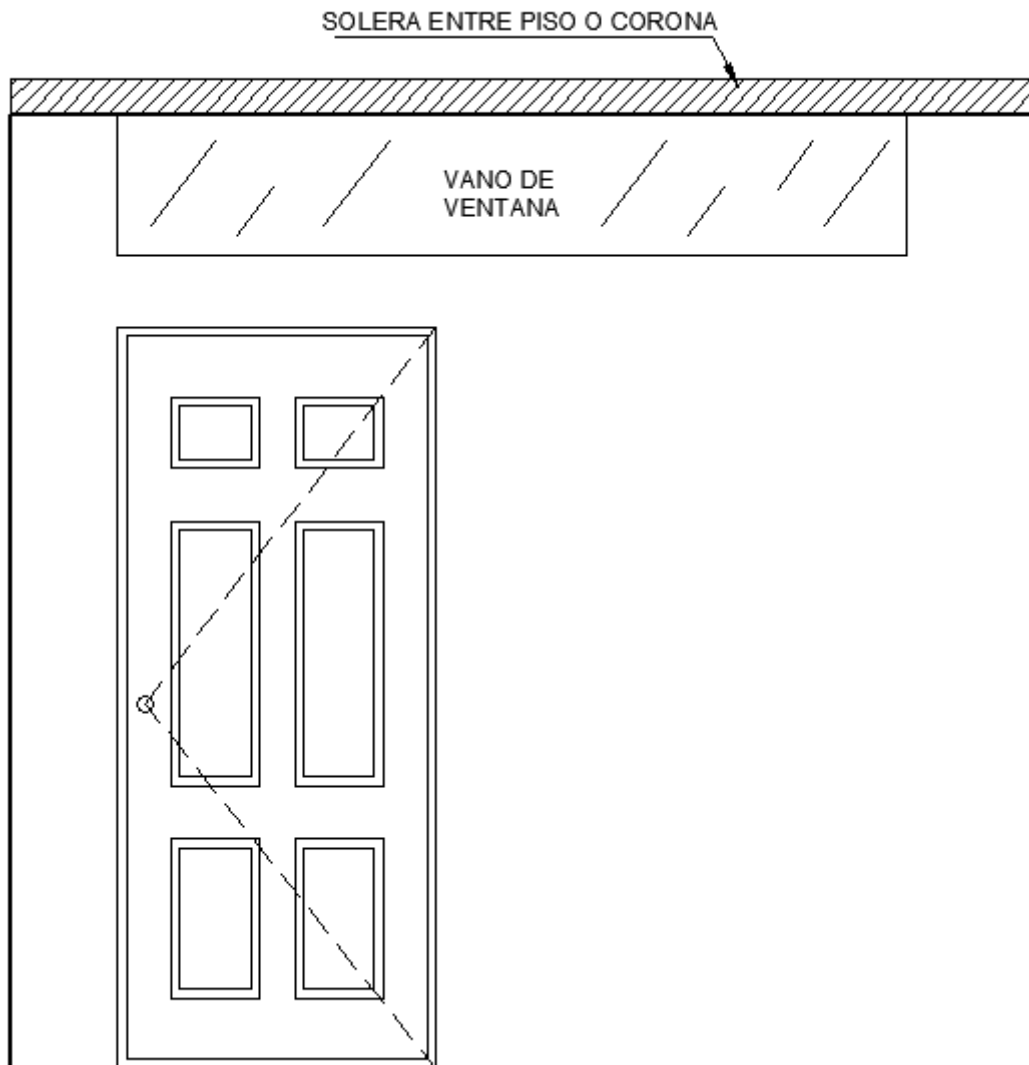
Ilustración 89: Aberturas mínimas



(Elaboración propia)

No se deben dejar espacios en la parte superior de un muro, cerca de la solera de entrepiso o solera de corona. Un sismo puede hacer fallar fácilmente la columna si el muro no está completo en toda la altura, dado que la fuerza sísmica se concentra en el tramo de columna que no tiene muro. Esta situación se le conoce como “efecto de columna corta o columna cautiva”, a menos que se refuerce la columna adecuadamente. (AGIES, 2010)

Ilustración 90: Vano de ventana cerca de solera



(Elaboración propia)

# 13. PROCESO DE LEVANTADO DE MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTEGRAL.

## 13.1. Proceso

Para el levantado del block se necesita tener los planos de la modulación como guía de donde se colocaran cada bloque en la primera y/o segunda hilada y el plano acotado el cual nos muestra las dimensiones que se deben respetar de huecos de puertas y espacios (sala, comedor, cocina, etc.)

Para iniciar es necesario revisar en conjunto con el maestro de obra los planos para aclarar cualquier duda y luego se procede a identificar y marcar cada eje (se rotulan y se colocan cañuelas o tubos rectangulares como guías para colocar las pitas que indican cada eje)

Ilustración 91: Revisión de planos en conjunto con el maestro de obra



(Proyecto las Hadas, IDC, 2006)

Ilustración 92: Colocación de tubos rectangulares para colocar la cuerda guía de cada eje



(Proyecto las Hadas, IDC, 2006)

Luego de haber interpretado adecuadamente los planos y colocado las pitas en cada eje, se procede a la limpieza adecuada del lugar donde se pegaran los bloques, debe de estar libre de residuos de mezcla o concreto sueltos y polvo; para ello se limpia con una cuchara y se barre con una escoba; luego se procede al modulado en seco, que no es más, que hacer un ensayo de cómo van cada bloque tomando en cuenta los ejes, medidas entre espacios y huecos de puertas. Se coloca el bloque dejando al centro el refuerzo al espesor de sisas (1 cm a 1.5 cm)

Ilustración 93: Colocación de bloques



(Proyecto las Hadas, IDC, 2006)

Si la modulación no llegara a coincidir con bloques enteros, se procede a hacer los cortes o ajustes de los bloques en las celdas donde no lleve acero de refuerzo, usando siempre cortadora mecánica.

Ilustración 94: Corte de ajuste con cortadora mecánica



(Proyecto las Hadas, IDC, 2006)

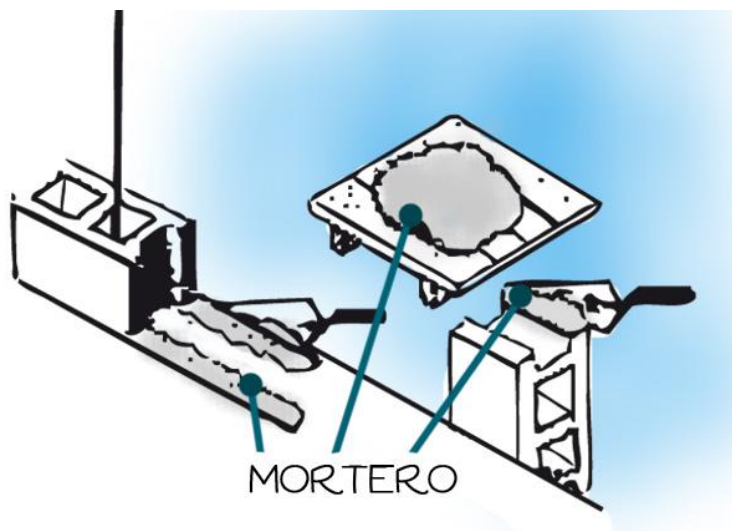
Una vez el trazo esté listo, se coloca mortero sobre la cara inferior y los extremos del bloque, colocando posteriormente la pieza sobre la fundación, empezando por las esquinas. (Cartilla ISCYC, 2002)

Ilustración 95: Colocación de mortero



(Cartilla ISCYC, 2002)

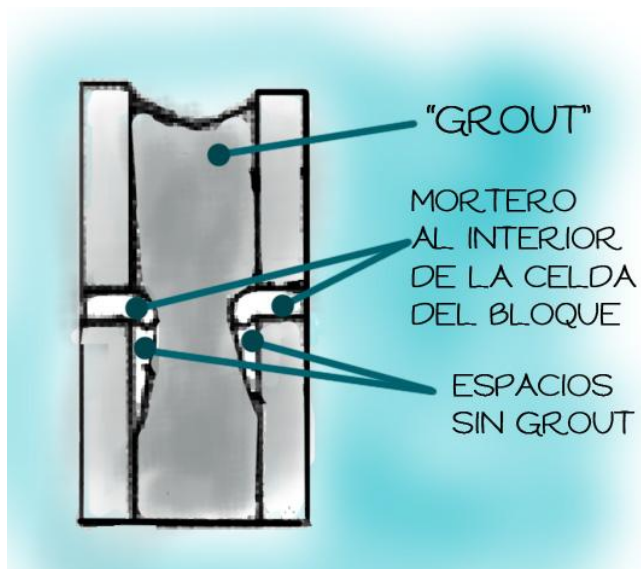
Ilustración 96: Colocación de mortero 2



(Cartilla ISCYC, 2002)

Se debe evitar que el área debajo de las celdas que lleven refuerzo quede cubierto con mortero, ya que el “grout” debe quedar en contacto directo con la fundación. Evitar que el mortero salga al interior del bloque, para que éste no se introduzca dentro de los huecos del bloque que serán llenados de “grout”. (Cartilla ISCYC, 2002)

Ilustración 97: Exceso de mortero en interior



(Cartilla ISCYC, 2002)

Al no limpiar adecuadamente el Mortero sobrante del interior de las celdas del bloque, las paredes son llenadas inadecuadamente con grout, dejando vacíos que son perjudiciales para el desempeño estructural de la pared. (Cartilla ISCYC, 2002)

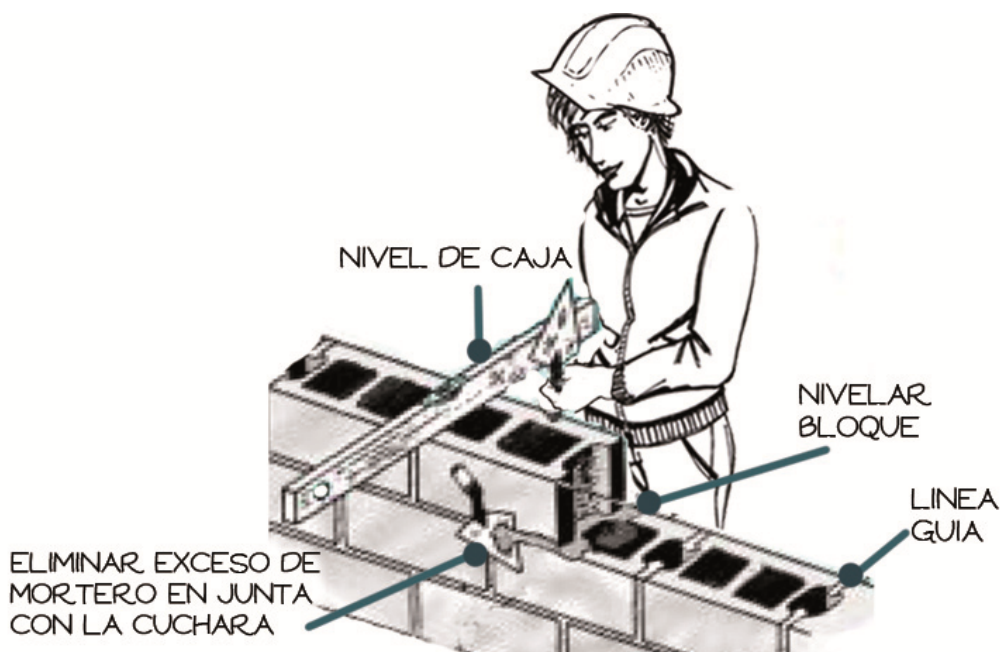
Después de colocar de 3 a 4 bloques de forma horizontal se deberá verificar lo siguiente:

- Su ubicación de acuerdo a los ejes de los muros para garantizar alineamiento y perpendicularidad de los mismos
- Alineamiento individual, horizontal, vertical y plomo mediante la utilización de la plomada.

Después se colocarán los bloques intermedios, alineados con la ayuda del trazo y los primeros bloques colocados. Toda la primera hilada deberá hacerse con mucho cuidado, cualquier error en esta hilada significa continuar con los problemas en toda la elevación de la pared. (Cartilla ISCYC, 2002)

Se continuará con la elevación de la pared por hiladas completas, verificando sistemáticamente, el nivel, la altura y la verticalidad del muro. Siempre verificar que la cantidad de mortero sea suficiente, para que el sobrante salga a presión cuando el bloque sea colocado, lo cual indicará que las juntas están adecuadamente llenas.

Ilustración 98: Continuación del levantado de muros



(Cartilla ISCYC, 2002)

Siempre verificar que la cantidad de mortero sea suficiente, para que el sobrante salga a presión cuando el bloque sea colocado, lo cual indicará que las juntas están adecuadamente llenas. (Cartilla ISCYC, 2002)

Aplicar mortero en los extremos del bloque que será colocado y en el extremo del bloque que se encuentra colocado, para asegurar un eficiente y adecuado lleno de las juntas verticales, siendo estas más vulnerables a la penetración de agua que las horizontales. (Cartilla ISCYC, 2002)

Quitar el exceso de mortero con la cuchara, regresándolo a la bandeja de mortero para ser reutilizado. **EL MORTERO QUE CAIGA AL SUELO O A LOS ANDAMIOS NO SE REUTILIZARÁ.** (Cartilla ISCYC, 2002)

El bloque debe ser colocado en su posición final en la pared, mientras el mortero esté suave y plástico, para lograr una adecuada unión, sino se romperá la unión y causará grietas entre el bloque y la mezcla. No se deberá de intentar alinear un bloque, cuando ya existan hiladas de bloques superiores.

Al colocar el bloque de cierre se debe medir la longitud de la abertura, si es necesario se debe medir y tallar el bloque para que no queden juntas muy apretadas o muy anchas, se debe colocar mortero en todos los bordes del hueco y del bloque. (Cartilla ISCYC, 2002)

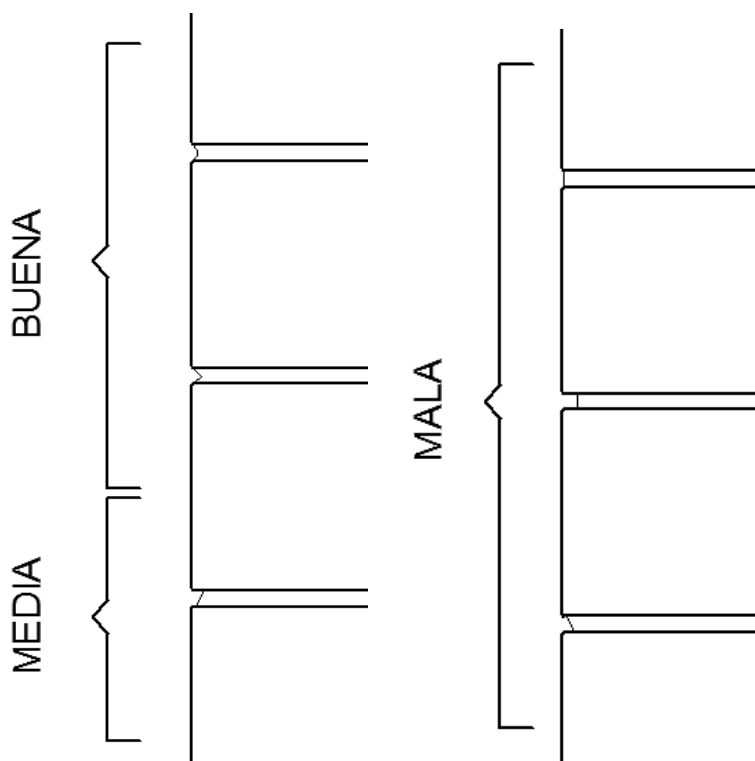
Ilustración 99: Medición de espaciamiento entre bloques



(Cartilla ISCYC, 2002)

Se debe dar un acabado a las juntas, ya que el mortero tiende a agrietarse y a salirse por las esquinas de los bloques y así asegurar el contacto entre el mortero y los bloques, además de sellarlas contra la intemperie. Este acabado se dará antes de que el mortero endurezca y todavía se pueda dejar impresa, una huella con la presión del dedo sin que se adhiera mortero a este. El acabado, sellará cualquier fisura que se pudo haber producido cuando el bloque fue colocado. Se deben ocupar herramientas adecuadas para producir juntas y líneas limpias. **LAS JUNTAS HORIZONTALES DEBERAN REALIZARSE ANTES QUE LAS VERTICALES, Y AL REALIZARLAS SE DEBERÁ PRESIONAR CON FIRMEZA CONTRA LOS BLOQUES PARA ASEGURAR EL SELLADO.** (Cartilla ISCYC, 2002)

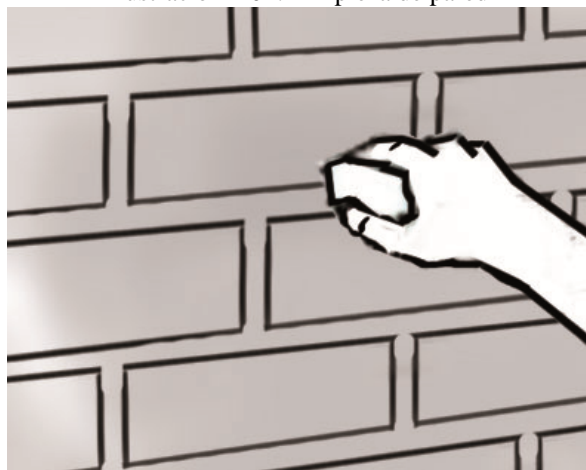
Ilustración 100: Juntas de acuerdo a su resistencia a la intemperie



(Elaboración propia)

Se hará limpieza de la pared por los derrames de mortero, con cepillo de cerdas de nylon o mediante un trozo de bloque.

Ilustración 101: Limpieza de pared



(Elaboración propia)

Se deben curar las juntas, ya que es lo único que está fresco en la pared, intentando no mojar el bloque, humedeciendo la superficie del mortero de junta, con una brocha empapada de agua o sistema de aspersión fino, o cubriendo el muro con telas o láminas impermeables, para evitar la evaporación del agua del mortero.

Ilustración 102: Curado de juntas



(Elaboración propia)

## 13.2. Mezclado del “Grout”

El “grout” se debe mezclar, por medios mecánicos durante unos 5 minutos como mínimo, pero no debe de pasar de 10 minutos, para darle una consistencia adecuada. (Cartilla ISCYC, 2002)

Procedimiento:

- Colocar en la mezcladora el cemento, arena y grava, mezclar por 3 minutos.
- Agregar el agua poco a poco hasta obtener una mezcla que posea un revenimiento entre 20 y 25 cm (8 y 10 pulgadas). (Cartilla ISCYC, 2002)

## 13.3. Colocación de “Grout”

El “grout” debe ser colocado cuando el mortero de pega haya endurecido lo suficiente, 24 horas después de levantado el muro, aunque este tiempo puede ser menor, si al mortero de pega se le agrega algún aditivo acelerante. El tiempo máximo para colocar el “grout” después de hecha la mezcla es de 1.5 horas. (Cartilla ISCYC, 2002)

Antes de iniciar la colocación de “Grout”

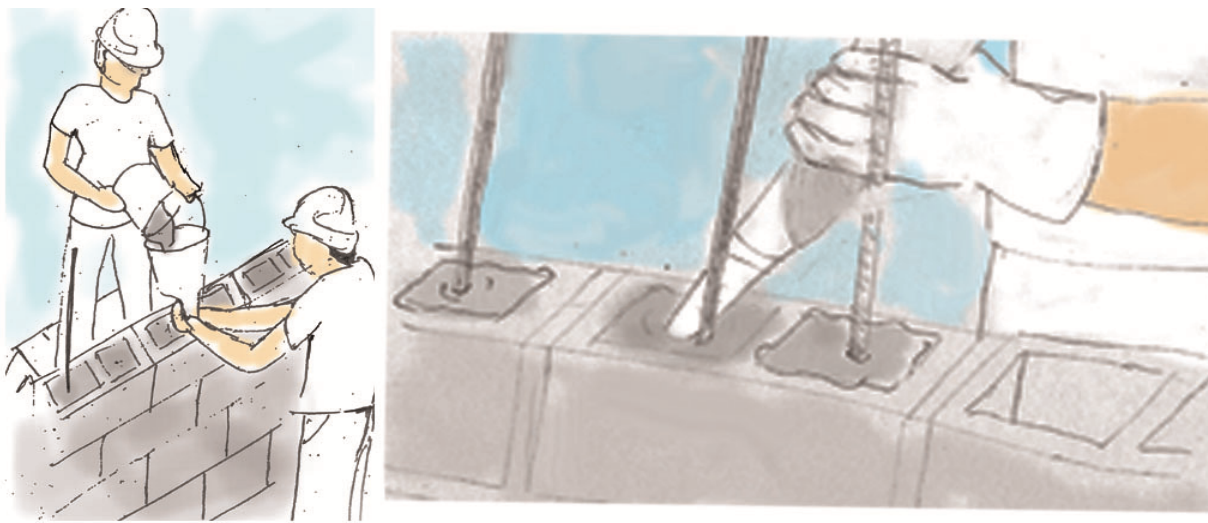
- Verificar el tipo, diámetro y la posición de la barra de refuerzo de cada celda.
- Verificar la limpieza de cada celda, para garantizar el llenado y evitar la segregación del mortero.
- Proceder a la colocación del “grout”, éste se puede realizar por dos métodos.

## 13.4. Colado de baja altura

Consiste en construir la pared hasta la altura de los andamios o hasta la solera, por lo que el lleno no debe ser mayor de 1.20 mt o hasta encontrar la solera. (Cartilla ISCYC, 2002)

La colocación del “grout” puede realizarse manualmente, utilizando embudos o mangueras. Este método de llenado, es el más practicado para construir paredes de bloque en Guatemala.

Ilustración 103: Aplicación de “Grout” de altura baja



(Cartilla ISCYC, 2002)

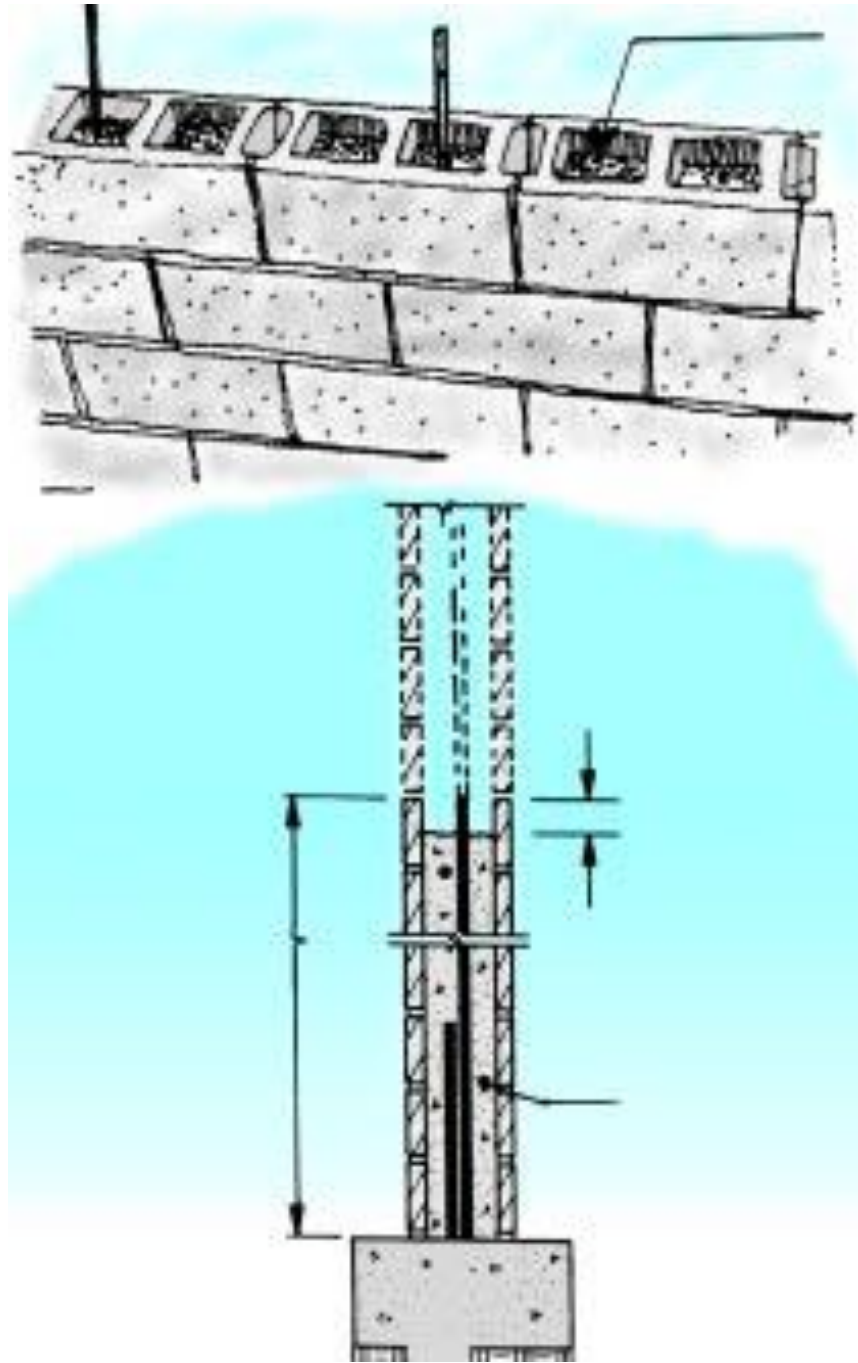
### 13.5. Colado de altura

Consiste en colocar el “grout” hasta que se complete la pared, con éste método se logra colocar mayor volumen de concreto en una sola operación, lo cual permite utilizar económicamente un equipo más eficiente. (Cartilla ISCYC, 2002)

Permite colocar el refuerzo vertical hasta que se complete la altura total de la pared, con lo cual se acelera el proceso y ahorra esfuerzo en los traslapes. En este caso se recomienda colocar 1.20 mt de “grout” y compactar con la varilla, esperar como mínimo 30 minutos y como máximo 60 minutos, antes de continuar con el colado para eliminar la posibilidad de que parte de la pared falle por presión hidrostática. (Cartilla ISCYC, 2002)

Se recomienda suspender el colado del “grout”, 4 cm por debajo del último bloque, ya sea para colado de baja altura o colado de altura, para formar un anclaje con la próxima capa de Grout. (Cartilla ISCYC, 2002)

Ilustración 104: Detalle de colocado de "Grout"



(Cartilla ISCYC, 2002)

# 14. LOSAS DE ENTREPISO

## 14.1. Generalidades

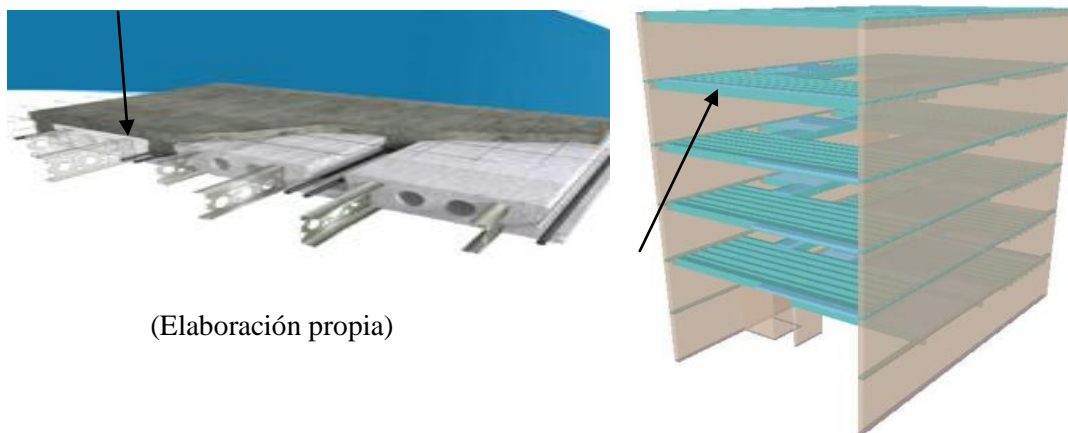
El entrepiso debe diseñarse para las cargas verticales establecidas en la norma recomendada por la asociación guatemalteca de ingenieros estructurales y sísmicos (AGIES) NR-2, debe poseer suficiente rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma. Cuando el sistema de entrepiso utilizado no garantice el trabajo de diafragma, no se puede utilizar el presente capítulo para el diseño de la edificación. (AGIES, 2010)

Losas o placas de entrepiso son los elementos rígidos que separan un piso de otro, construidos monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre los muros estructurales. (AGIES, 2010)

Las losas de entrepiso deben ser lo suficientemente rígidas para garantizar que todos los muros se muevan uniformemente en caso de sismo y las cubiertas deben ser estables ante las cargas laterales, razón por la cual es necesario arriostrarlas y anclarlas a los muros o vigas de soporte. (AGIES, 2010)

En caso la losa se construya con elementos prefabricados, estos deben unirse entre ellos y deben conectarse a las vigas que rodean la vivienda. (AGIES, 2010)

Ilustración 105: Losa de entrepiso



(Elaboración propia)

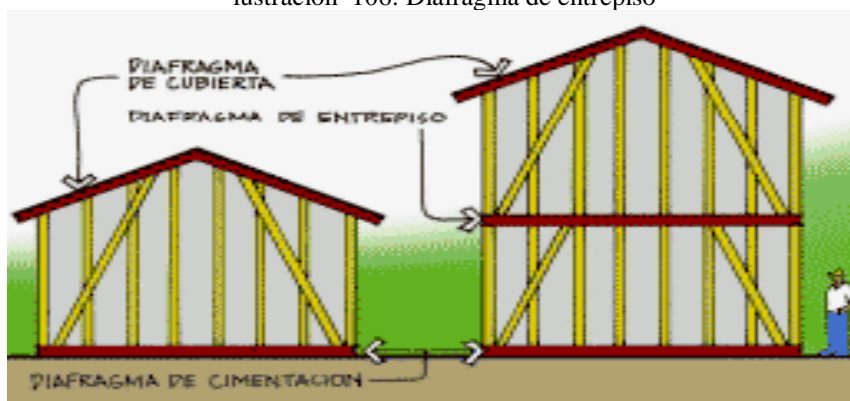
## 14.2. Requisitos estructurales

El principio básico de esta norma se basa en que los entrepisos deben trabajar como diafragmas, se conoce como diafragma al elemento estructural que reparte las fuerzas inerciales laterales a los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, o sea, a los muros. (AGIES, 2010)

Los sistemas de entrepiso que trabajan como diafragma deben estar contruidos monóticamente. Se deben cumplir los siguientes requisitos: (AGIES, 2010)

- Las losas de entrepiso de concreto reforzado deben cumplir con las especificaciones de los materiales, según el capítulo de selección de materiales en este documento.
- Los esfuerzos de contacto por las cargas concentradas de dinteles, vigas o elementos de placa, no pueden exceder el 40 % de la resistencia bruta especificada para las unidades de mampostería.
- Cuando se utilicen placas prefabricadas el espesor real mínimo del muro debe ser de 120 mm. y el apoyo de la placa no puede ser inferior a 20 mm. Para considerarla como diafragma se debe utilizar un recubrimiento con espesor mínimo 70 mm. con resistencia a la compresión al menos de 17.5 MPa (175 Kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días y reforzado al menos en la dirección transversal a la de los elementos de carga. Los elementos de la losa deben apuntalarse provisionalmente hasta que se garantice el trabajo de conjunto de losa y de muro.

Ilustración 106: Diafragma de entrepiso



(Elaboración propia)

### 14.3. Espesor mínimo de losas

Se conoce o se define el concepto de espesor como el grueso o anchura de un sólido. El espesor mínimo de una losa depende del sistema de entrepiso utilizado y del tipo apoyo o elementos de soporte de acuerdo con la Tabla 1. (AGIES, 2010)

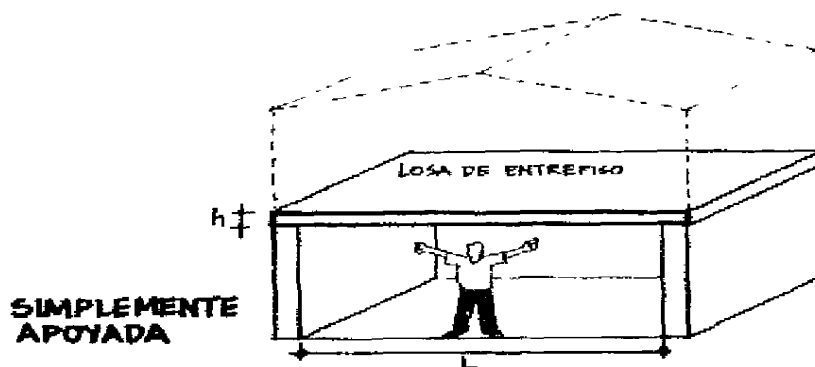
Tabla 21  
Espesor mínimo de losas

TIPO DE LOSA	CONDICIÓN DE APOYO			
	Simplemente apoyada	Un apoyo continuo	Ambos extremos continuos	Continuo con voladizo
Maciza en una dirección	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigueta en una dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Recomendación: Si la losa se construye con elementos prefabricados, estos deben unirse entre ellos y deben de conectarse a las vigas o soleras que rodean la vivienda.

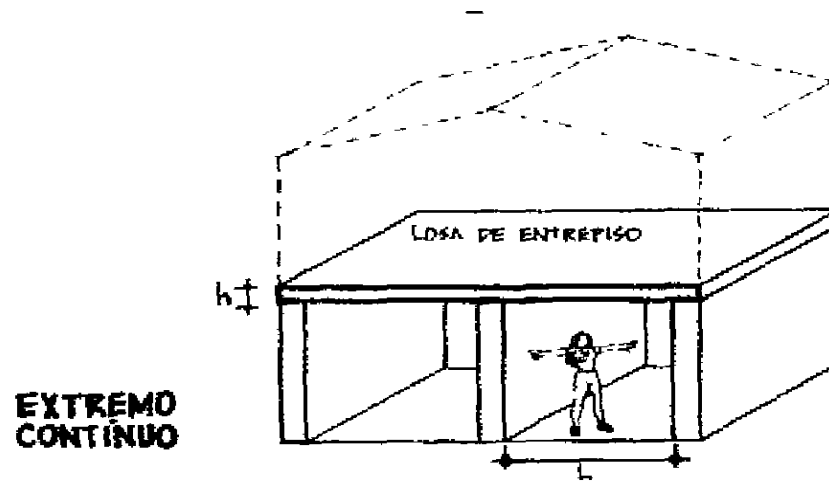
En las siguientes ilustraciones se ejemplifica las diferentes tipos de losas según su condición de apoyo, con esto se busca lograr una mayor ejemplificación de estos sistemas constructivos.

Ilustración 107: Losa simplemente apoyada



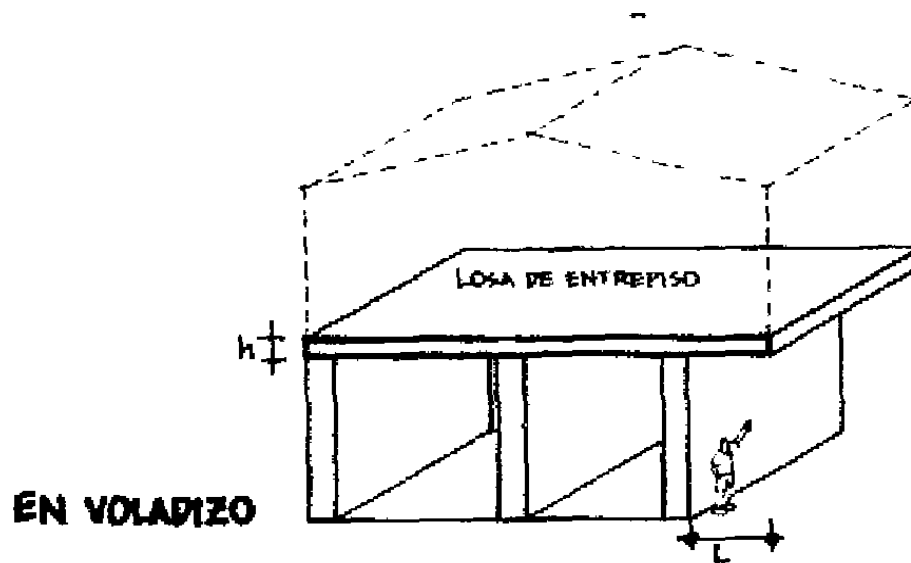
(-AIS-, 2010)

lustración 108: Losa extremo continuo



(-AIS-, 2010)

lustración 109: Losa en voladizo



(-AIS-, 2010)

# 15. LOSAS MACIZAS

Es fuertemente recomendable contar con planos estructurales debidamente revisados, de no contar con ellos la norma NR-4 propone lo siguiente:

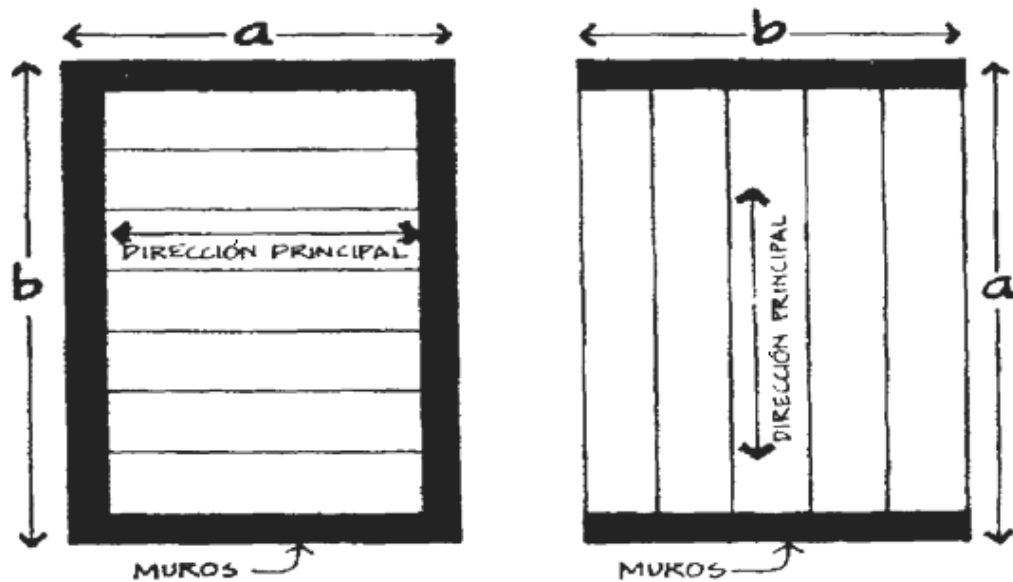
## 15.1. Generalidades

Las losas macizas están conformadas por una sola sección de concreto, el cual se encuentra reforzado en ambas direcciones. (AGIES, 2010)

La losa debe tener por lo menos dos muros de apoyo y estos siempre deben ser opuestos. Para losas apoyadas en sus cuatro lados la dirección principal será la del sentido más corto. (AGIES, 2010)

Dependiendo como la losa esta apoyada, una losa maciza deberá tener mayor cantidad de refuerzo en un sentido que en el otro. Si la losa dispone de muros en solo dos lados (deben ser opuestos), la dirección principal será en la dirección perpendicular a la dirección de los apoyos. (AGIES, 2010)

Ilustración 110: Dirección principal de la losa según muros de apoyo



(-AIS-, 2010)

## 15.2. Requisitos estructurales

Se conoce como requisito estructural en una losa maciza el refuerzo de acero que ésta lleva en su interior, el acero de refuerzo es un importante material para la construcción utilizado para el refuerzo de estructuras, tales como; vigas, columnas, losas, paredes, dinteles, cubiertas y demás estructuras que requieran de este elemento, su manejo en cualquier obra de construcción se relación con los diseños y detalles mostrados en los planos y especificaciones. (AGIES, 2010)

Por su importancia en las edificaciones, debe estar comprobada y estudiada su calidad. Los productos de acero de refuerzo deben cumplir con ciertas normas que exigen sea verificada su resistencia, ductilidad, dimensiones, y límites físicos o químicos de la materia prima utilizada en su fabricación. (AGIES, 2010)

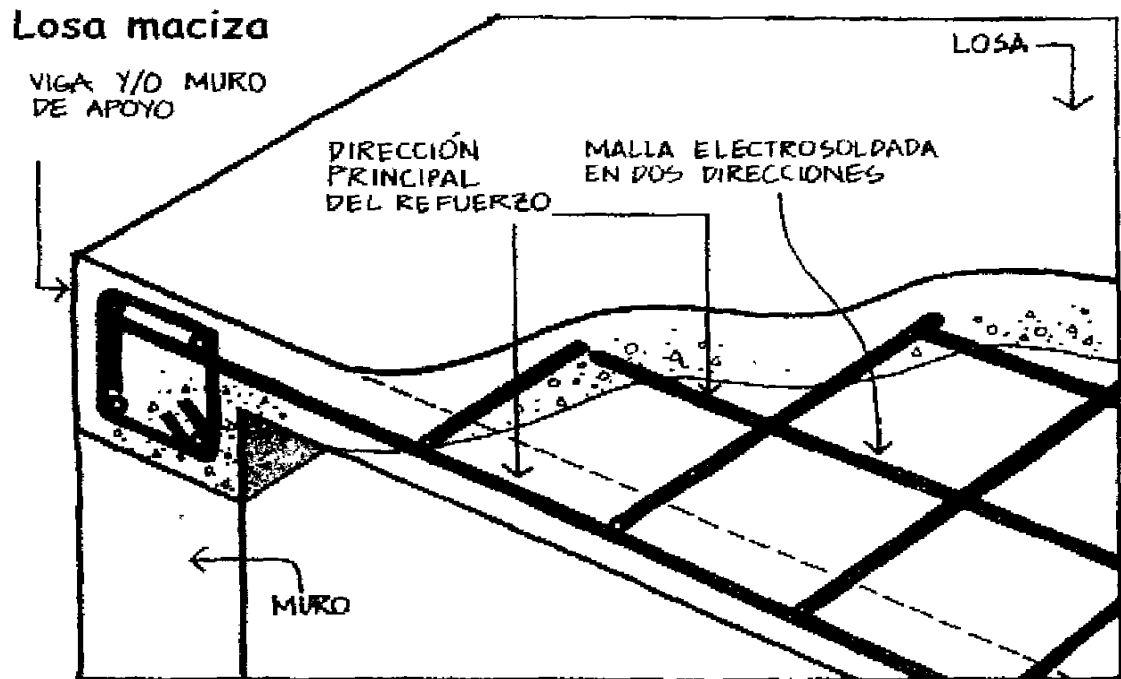
El refuerzo mínimo de acero que debe colocarse en la losa maciza será el estipulado por la Tabla 2. El refuerzo indicado solo puede ser utilizado para condiciones de carga de estructuras del grupo de obras ordinarias. (AGIES, 2010)

Tabla 22  
Refuerzo mínimo en losas macizas

Luz de diseño (m)	Espesor mínimo (mm.)	Refuerzo mínimo	
		Principal (cm)	Secundario (cm)
1.0 – 2.0	80	1 No.4 @ 30.0	1 No.2 @ 20.0
2.1 – 2.5	100	1 No.4 @ 30.0	1 No.2 @ 15.0
2.6 – 3.0	120	1 No.4 @ 25.0	1 No.3 @ 25.0
3.1 – 3.5	150	1 No.4 @ 25.0	1 No.3 @ 20.0
3.6 – 4.0	180	1 No.4 @ 20.0	1 No.2 @ 15.0 Arriba y abajo

**Recomendación:** Luces mayores a las indicadas en la Tabla 2 no son recomendables para losas macizas y su diseño se debe realizar por un especialista en el cálculo estructural.

Ilustración 112: Detalle de losa maciza



(-AIS-, 2010)

### 15.3. Proceso constructivo

Para la descripción de este proceso constructivo se utilizó la norma NR-4 que describe como llevar un adecuado proceso de construcción, así mismo, se clarificó lo descrito en la norma. Estos comentarios se hicieron con base a experiencias en obras de construcción, procesos y armados de losas de entrepiso. (AGIES, 2010)

Lo que aparece en recuadro es lo que la norma NR-4 indica y recomienda para poder elaborar un buen proceso de construcción.

Sistemas y métodos constructivos: Se refiere a la forma de combinar los materiales de construcción para producir los diferentes componentes que configuran una edificación: cimentación, que sirve de enlace entre el suelo y estructura, paredes con sus puertas y ventanas, piso, y cubierta.

Las losas macizas o de concreto armado y su buen funcionamiento dependen de una buena práctica de su proceso de construcción. Estas losas se conforman de concreto con su acero de refuerzo, por lo tanto, es de gran importancia la mezcla del concreto (esto incluye una buena

selección de los materiales) y tener el refuerzo necesario dependiendo de la dimensión de la losa y. A continuación se presentan cinco pasos básicos para llevar a cabo un proceso constructivo correcto:

### 15.3.1. Preparación:

Se deben alistar los materiales, consultar las especificaciones (forma, espesor, etc.) y nivelar el piso desde donde se van a tomar las medidas (AGIES, 2010)

#### **1.1.1 Materiales de construcción.**

Son aquellos componentes producidos por la naturaleza o fabricados por el hombre empleados para edificar una vivienda como cemento, acero (en varias formas: varillas de refuerzo, pernos, clavos, etc.), arena de río, pedrín, concreto, bloques, ladrillos elaborados de barro cocido; bambú, madera rolliza o aserrada, adobe, suelo-cemento, piedra, láminas de diferentes materiales, y mortero (mezcla de arena, cemento y/o cal) para unir componentes como bloques, ladrillos, piedra.

#### **4.1 Generalidades**

**4.1.1** Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la vivienda para absorber los efectos de las cargas externas e internas.

**4.1.2** Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terremoto, por lo que deben evitarse. Muros de adobe, ladrillo o bloc sin reforzar, sin vigas ni columnas, son muy peligrosos, por lo que su empleo no se recomienda.

#### **4.6 Concreto**

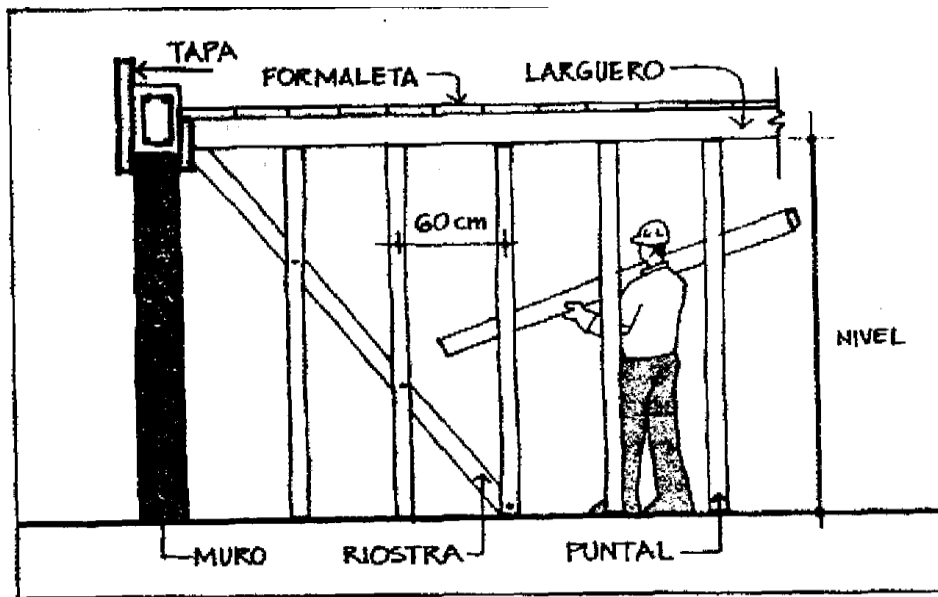
**4.6.0.4** La resistencia del concreto depende de muchos factores tales como los materiales, el diseño de la mezcla, el colado, y curado.

**4.6.1.2** Las proporciones del concreto pueden establecerse con base en la experiencia de campo con materiales semejantes a los que se emplearán en la obra propuesta, o sobre la base de pruebas de tanteo en el laboratorio.

### 15.3.2. Apuntalado:

Se colocan los largueros paralelos a los muros, apoyados sobre puntales cada 60 cm. Se procede a nivelar los largueros y cuñar los puntales. Los puntales se deben arriostrar (sostener con diagonales) para evitar su caída por desplazamiento lateral.

Ilustración 113: Detalle del apuntalado



(-AIS-, 2010)

Ilustración 114: Apuntalado en obra



(Elaboración propia)

**15.3.3. Formaleta:** Se colocan las tablas apoyadas entre los largueros formando una superficie lo más ajustada que se pueda para que no se escape el concreto por entre los espacios. La formaleta debe quedar nivelada, si en dado caso se quiere dejar cierta pendiente para que corra el agua, se recomienda dejar el 2% de pendiente en losas. (AGIES, 2010)

La formaleta que se utiliza generalmente en obras de construcción es de madera, son tabloncillos que pueden venir rústicos o con un lado cepillado, esto depende donde se van a utilizar, para fundición de losas y vigas se recomienda utilizar las formaletas rústicas, para fundición de columnas y dinteles la formaleta con cara cepillada. La medida comercial de estos tabloncillos son de 1 ½" x 12" x 12' y en Guatemala existe una gran variedad de aserraderos con los cuales se pueden cotizar estos materiales de construcción. (AGIES, 2010)

Ilustración 115: Formaleta madera



(Elaboración propia)

Figura 116: Formaleta madera 2



(Elaboración propia)

#### **4.6.5 Remoción de las formaletas y de la obra falsa**

**4.6.5.1** El tiempo de remoción de las formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. Si las operaciones de campo no están controladas por ensayos de especímenes de concreto, el siguiente cuadro puede usarse como guía para el tiempo mínimo requerido antes de remoción de las formaletas y de la obra falsa.

##### **TIEMPO PARA REMOCIÓN DE FORMALETA**

Tipo de elemento	Tiempo para remoción de formaleta
Vigas con luces de 3.0 metros o menos	10 a 14 días
Vigas con luces mayores de 3.0 metros	14 a 21 días
<b>Losas</b>	<b>7 a 14 días</b>
Muros	12 a 24 horas
Columnas	1 a 7 días
Lados y vigas y todas las demás partes	12 a 24 horas

**4.6.5.2** La remoción de formaletas y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

**15.3.4. Armar el refuerzo:** Se debe colocar el refuerzo calculado sobre la formaleta, apoyado de tal forma que al vaciar el concreto, el refuerzo quede totalmente rodeado por éste. El recubrimiento mínimo de concreto sobre el acero debe ser de 5cm.

### 4.3 Acero

Este material se usa en varias formas: varillas de refuerzo, pernos, clavos, perfiles estructurales, etc.

**4.3.1.9** Antes de vaciar el concreto se debe revisar que el refuerzo esté limpio de herrumbre suelta, incrustaciones y escamas, grasa, aceite, rebabas, mortero seco u otro recubrimiento que pueda afectar la adherencia.

**4.3.1.12** Además, la posición del refuerzo dentro de las formaletas debe mantenerse por medio de tirantes, bloques, ataduras, suspensiones y otros soportes aprobados. Los bloques deben ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deben ser galvanizadas. Las camas de las barras deben separarse por bloques de mortero de cemento u otros medios igualmente adecuados. No es permitido el uso de guijarros, pedazos de piedra o ladrillos quebrados, tubería de metal o bloques de madera. Los estribos verticales deben estar siempre alrededor del refuerzo principal de tensión y adheridos adecuadamente a él.

Figura 117: Armado de refuerzo



(Elaboración propia)

Ilustración 118: Bloques de mortero (tacos)



(Elaboración propia)

**15.3.5. Vaciado del concreto:** El concreto puede ser elaborado en obra o puede vaciarse por medio de una empresa encargada de esto, como lo puede ser MixtoListo o Macromix en Guatemala. (AGIES, 2010)

La norma NR-4 describe las distintas proporciones que se deben utilizar de arena, agua y pedrín si se va a mezclar los materiales en sitio. Para poder hacer el concreto en obra se debe contar con una mezcladora (ver Figura 14).

Si se contrata una empresa encargada de vaciar el concreto como lo es las antes mencionadas, se calcula el volumen a vaciar en el sitio y se agrega un porcentaje de desperdicio o tubería, para que el concreto solicitado alcance en obra y no se deje ningún tramo sin fundir. Un porcentaje de desperdicio conforme al volumen puede ser entre un 5% o 10% del volumen total calculado.

#### **4.4 Agregados**

Los agregados constituyen el 75% del volumen de una mezcla típica de concreto. El término agregados comprende las arenas, gravas naturales o piedra triturada utilizadas para preparar morteros y concretos.

**4.4.2** Las partículas planas y alargadas (longitud mayor que 5 veces el espesor promedio) deben evitarse porque perjudican la trabajabilidad del concreto resultando mezclas con más arena, cemento y agua. El porcentaje no debe sobrepasar el 15% en peso.

#### **4.6 Concreto**

**4.6.0.1** El concreto es una mezcla heterogénea de arena, grava, cemento y agua. En algunas ocasiones con aditivos que modifican sus características.

**4.6.0.2** La economía de usar concreto reside en que tanto la grava como la arena y otros agregados están disponibles en forma abundante en casi todas las localidades.

**4.6.0.3** El concreto puede ser de varios tipos, siendo actualmente los más conocidos el concreto de peso normal y el concreto liviano.

**4.6.0.4** La resistencia del concreto depende de muchos factores tales como los materiales, el diseño de la mezcla, el colado, y curado.

#### **4.6.1 Dosificación del concreto**

**4.6.1.1** Las proporciones de los ingredientes del concreto deben establecerse con el objeto de garantizar lo siguiente: a) El cumplimiento con los requisitos para la evaluación y aceptación del concreto con base en las pruebas de resistencia; b) La trabajabilidad y consistencia adecuada para permitir que el concreto se trabaje fácilmente, dentro de las formaletas y alrededor del refuerzo bajo las condiciones de colocación que van a emplearse, sin segregación o exudación excesivas; y c) La resistencia a aguas o suelos nocivos y otras condiciones hostiles, cuando se requiera.

**4.6.1.2** Las proporciones del concreto pueden establecerse con base en la experiencia de campo con materiales semejantes a los que se emplearán en la obra propuesta, o sobre la base de pruebas de tanteo en el laboratorio.

**4.6.1.3** La dosificación debe realizarse en forma muy cuidadosa. Se recomienda tener en cuenta la siguiente tabla según sea el elemento estructural que se va a construir:

**DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO**

Elementos	Cemento	Arena	Grava
Cimientos	1 parte	2 partes	3 partes
Columnas y vigas	1 parte	2 partes	3 partes
Pisos	1 parte	2 partes	3 partes
Dinteles	1 parte	2 partes	3 partes

**4.6.1.4** Las partes se deben medir en el mismo recipiente como balde, cubeta o cajón.

**4.6.1.5** Cuando se trate de estructuras pequeñas y si no se cuenta con experiencia de campo o con datos adecuados de bachadas de tanteo en el laboratorio, puede basarse las proporciones del concreto en los límites de la relación agua/cemento indicada en la tabla siguiente:

Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (lbs./pulg <sup>2</sup> )	Galones por saco	Litros/saco	Agua/Cemento	Sacos de 42.5kg por m <sup>3</sup> de cemento
140	2000	8	30	0.71	6.5
175	2500	7	26.5	0.62	7.0
210	3000	6.5	24.5	0.58	7.5

**4.6.1.6** Las cantidades indicadas en tabla anterior no deben tomarse como límites cuando se apliquen los métodos normales de diseño de mezclas.

**4.6.1.7** El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales, como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.

**4.6.1.8** El agua proveniente de abastecimientos o sistemas de distribución de agua potable, puede usarse sin ensayos previos. Donde el lugar de abastecimiento sea poco profundo, la toma debe hacerse en forma que excluya sedimentos, toda hierba y otras materias perjudiciales.

Recomendaciones:

- Tener una buena calidad de materiales en la obra, arena sin material vegetal, pedrín de la misma medida, agua con la mayor sanidad posible.
- Asegurarse que el cemento a utilizar en obra esté en su periodo de uso correcto, que se encuentre suave y evitar usar de diferentes proveedores.
- Limpiar el área en la cual se vaciará el concreto, mojarla y asegurarse que el refuerzo de acero este encima de los bloques de concreto debidamente ajustado con alambre de amarre.
- Hacer la mezcla con la concretora siguiendo las proporciones que anteriormente se ejemplifican. Usando la misma medida para el pedrín, arena, agua y cemento.

Ilustración 119: Concretetera



(Elaboración propia)

Ilustración 120: Empresa de vaciado de concreto



(Elaboración propia)

# 16. LOSAS CON VIGUETAS EN UNA DIRECCIÓN

## 16.1. Generalidades

Las losas con viguetas en una dirección son utilizadas para cubrir luces más grandes que las losas macizas. Este sistema reemplaza parte de la sección de concreto por material aligerante, el cual puede ser de cajones de madera, casetones de bambú, bovedilla de ladrillos o bloques. (AGIES, 2010)

### 7.1 Generalidades

La cubierta es el elemento constructivo de cierre de la parte superior de una edificación. Consta de una estructura portante en madera o metal y de un material de cubrimiento que puede ser de fibro-cemento, teja de barro cocido, teja de microconcreto, lámina de zinc o de plástico, losa de concreto sólida o sistema de vigueta prefabricada.

Una losa de vigueta en una dirección se compone de los siguientes componentes:

**16.1.1. Vigueta de concreto reforzado:** En la obra las viguetas se disponen espaciadas a una distancia modulada, salvando la luz entre viguetas con distancias que oscilan entre 50 y 90 cm.

El canto de estas viguetas varía entre 16 y 22 cm, y sus secciones por lo general son doble T, considerando que la cabeza superior ha de tener menos anchura para facilitar la colocación de las bovedillas. (AGIES, 2010)

Para luces no muy grandes, las viguetas simplemente apoyadas resuelven el problema; y al empotrarlas, se reducen considerablemente los momentos de vano, de acuerdo al grado de empotrabilidad de las viguetas. Para lograrlo, la armadura superior debe dimensionarse a fin de que sea capaz de absorber los momentos negativos y así darle la longitud correcta y suficiente en la jácena o forjado continuo para garantizar su anclaje. (AGIES, 2010)

Ilustración 122: Tipos de viguetas por su diseño



Ilustración 123: Viguetas (vista frontal)



(Elaboración propia)

Figura 124: Viguetas (vista lateral)



(Elaboración propia)

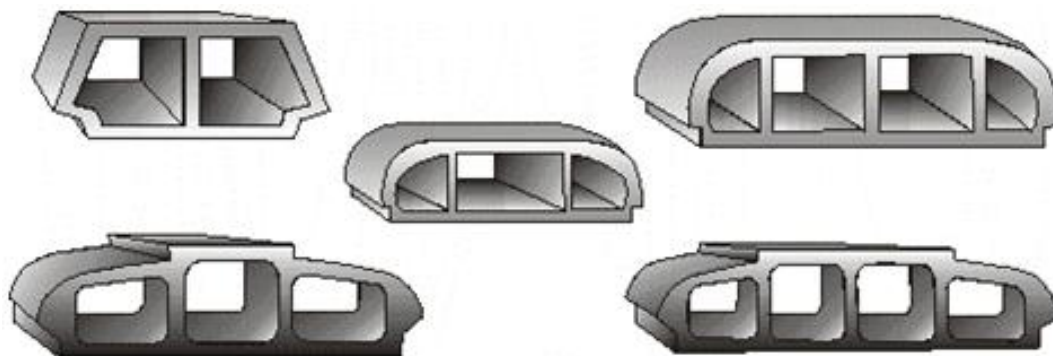
16.1.2. Elementos aligerantes (bovedillas). Las bovedillas tienen diferentes secciones tanto en longitud, ancho y peralte, de tal forma que se tiene una gran variedad de combinaciones que pueden satisfacer cualquier luz o necesidad que se quiera cubrir. (AGIES, 2010)

lustración 125: Bovedilla



(Elaboración propia)

lustración 126: Tipos de bovedillas



( Megaproductos, 2002)

## 16.2. Requisitos estructurales

En la Tabla 3 se detalla el refuerzo mínimo para las losas de vigueta en una dirección dependiendo de la luz que se quiera lograr de entrepiso.

Tabla 23  
Refuerzo mínimo para losas de vigueta en un dirección

Luz (m)	Espesor total losa (mm.)	Refuerzo interior continuo	Refuerzo interior complementario en el centro de la luz	Refuerzo superior continuo	Refuerzo superior complementario para vigas de varias luces en los apoyos internos
1.0 – 2.5	150	1 No. 4		1 No. 4	
2.6 – 3.5	200	1 No. 4		1 No. 4	
3.6 – 4.5	280	1 No. 4	1 No. 3	1 No. 4	1 No. 3
4.6 – 5.5	350	1 No. 4	1 No. 3	1 No. 4	1 No. 3

Es indispensable que en la construcción de viguetas, al menos una barra de la parte inferior debe ser continua y en los apoyos no continuos debe terminar con un gancho estándar, lo anterior es para mejorar la redundancia y la ductilidad del elemento para el caso de daño o de una carga anormal. (ACI 7.13.2 S-08).

Los refuerzos especificados en la Tabla 3, solo son aplicables para una carga muerta de muros y acabados de máximo 100 kg/m<sup>2</sup>, y una carga viva de 180 kg/m<sup>2</sup>. Para condiciones de cargas diferentes a las expresadas en este numeral, el diseño se debe realizar por un especialista en el cálculo estructural.

### 16.3. Proceso constructivo



La imagen muestra una losa de vigueta y bovedilla, con sus viguetas y bovedillas prefabricadas. Las viguetas colocadas en el sentido corto de la sección y las bovedillas apoyadas sobre éstas.

En el sentido largo de la sección se dejan espacios, por lo menos, de 10-15 cm para poder introducir rigidizantes a sistema constructivo. (Hurtarte, 2010)

La imagen muestra la distribución de las bovedillas dentro de las viguetas, las bovedillas cuentan con un diente o ranura que sirve para poder apoyarse sobre la vigueta y no tener problemas al momento de la fundición.

Se recomienda fundir las bovedillas de los extremos para que no exista desperdicio de concreto al momento de la fundición. (Hurtarte, 2010)



Los bastones son necesarios para que la losa se comporte monóticamente aunque cambie de sección. (Hurtarte, 2010)

Estas imágenes muestran un cambio de sección dentro del mismo armado de la losa, las viguetas cambian de sentido y una viga separa las dos secciones, por lo tanto, es necesario colocar bastones que ayuden a amarrar ambas áreas de la losa.

Las empresas encargadas de prefabricados como parte de su trabajo es el calcular las diferentes luces de las viguetas y sus rigidizantes. Los bastones por lo general se especifican en el plano de distribución de la losa prefabricada, por lo que el Ingeniero Supervisor de obra debe encargarse de colocar estos y ver que su distancia de separación entre ellos sea la correcta. (Elaboración propia)



Se recomienda por seguridad estructural anclar las viguetas a las soleras de corona que reciben las viguetas en los extremos. El anclaje se hace con un epóxico, se barrena la solera de corona y se abre un agujero con un barreno y broca para concreto, el diámetro y la longitud del mismo dependen del diámetro de la varilla que se quiere empotrar como anclaje. (Elaboración propia)

Se limpia el agujero que con anterioridad fue abierto, esto se hace con una manguera soplando directamente el agujero y se introduce de forma continua el epóxico al agujero, y se procede a introducir la varilla en el dándole ciertos golpes con un martillo o macho para que el anclaje quede a su perfección, como resultado tenemos que el sistema queda amarrado a las soleras de corona o vigas. (Elaboración propia)



Como parte final del proceso de armado de losa de entrepiso se coloca encima de las viguetas y bovedillas, malla electro soldada. Se ponen tacos preferiblemente de concreto encima de las bovedillas y se amarra la electromalla a la losa prefabricada. Con esto logramos que nuestro piso que nuestro piso final quede con mayor soporte y que el concreto se introduzca de la mejor manera al momento de la fundición, y que exista cierto tipo de refuerzo entre el piso final y el sistema prefabricado. (Elaboración propia)



Esta imagen muestra la losa de entrepiso armada completamente, con sus viguetas, bovedillas, bastones, rigidizantes, electromalla y los tacos que separan la malla de la bovedilla.

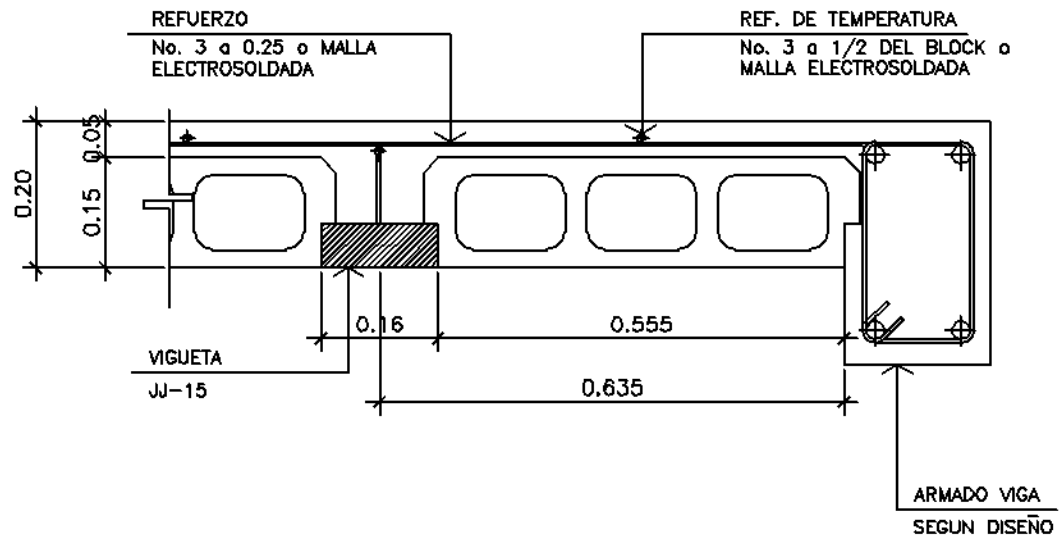
Se recomienda al momento de la fundición tener cuidado de no quebrar las bovedillas y cuidar el hierro de refuerzo para que no se doble. (Elaboración propia)

Losa de entrepiso fundida en su totalidad. Se recomienda tener un fraguado controlado, con aditivos, agua, etc. (Elaboración propia)



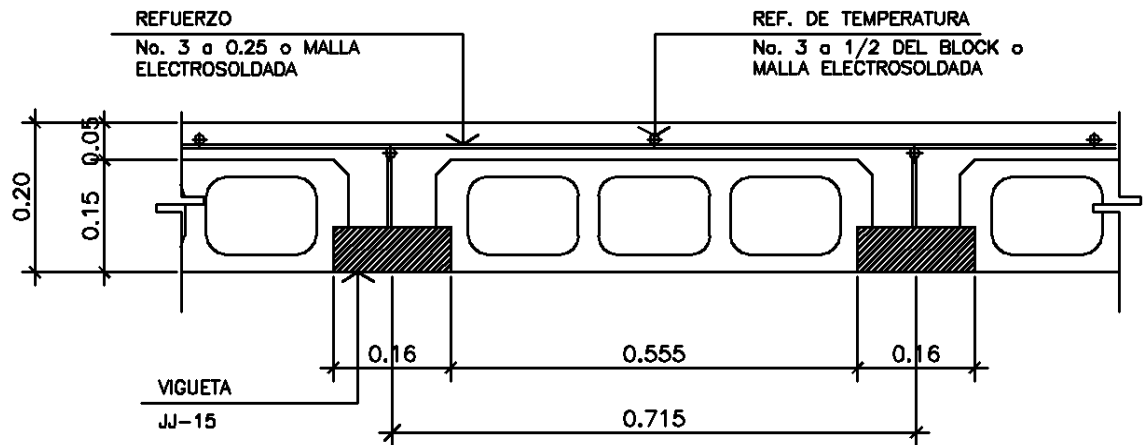
## 16.4. Detalles de losa de vigueta en una dirección

Ilustración 127: Detalle inicio de modulación de vigueta



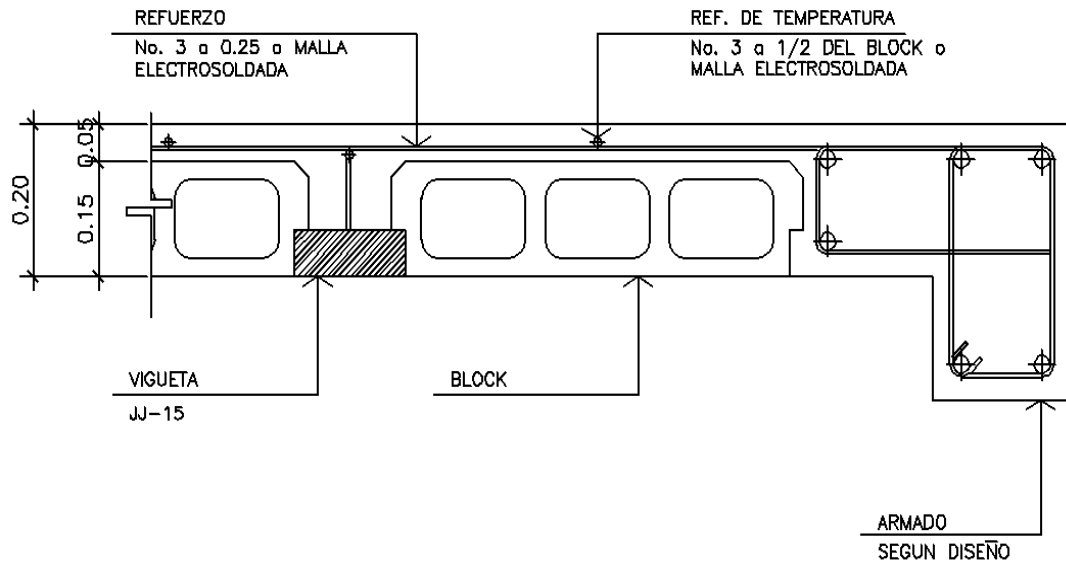
(Elaboración propia)

Ilustración 128: Detalle de sección típica de losa con block



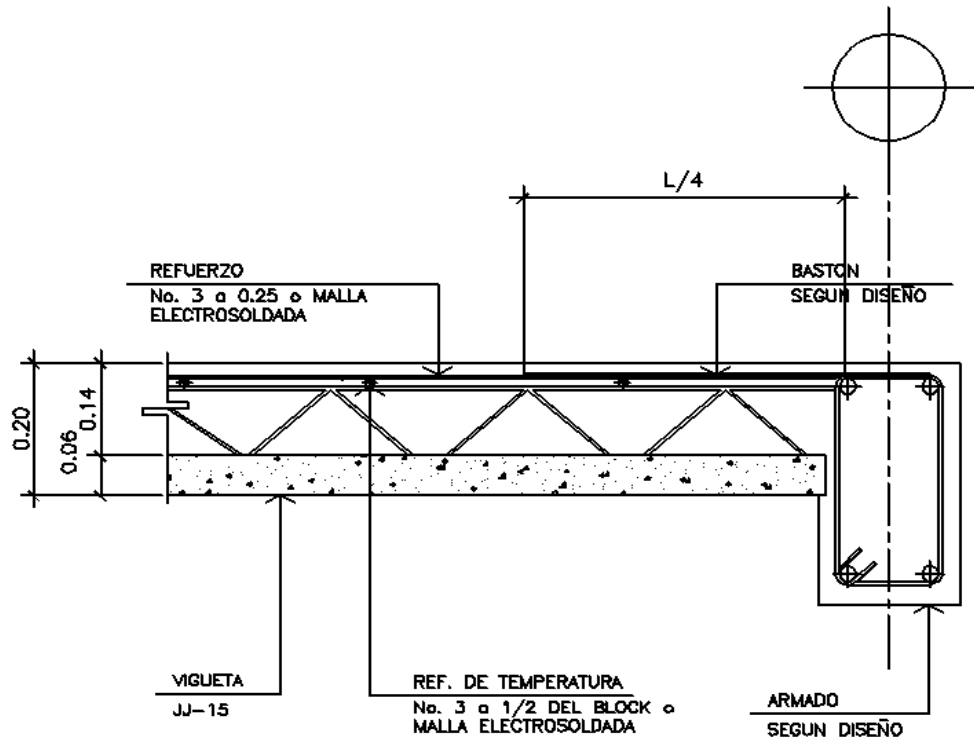
(Elaboración propia)

Ilustración 129: Detalle de remate de losa con fundición



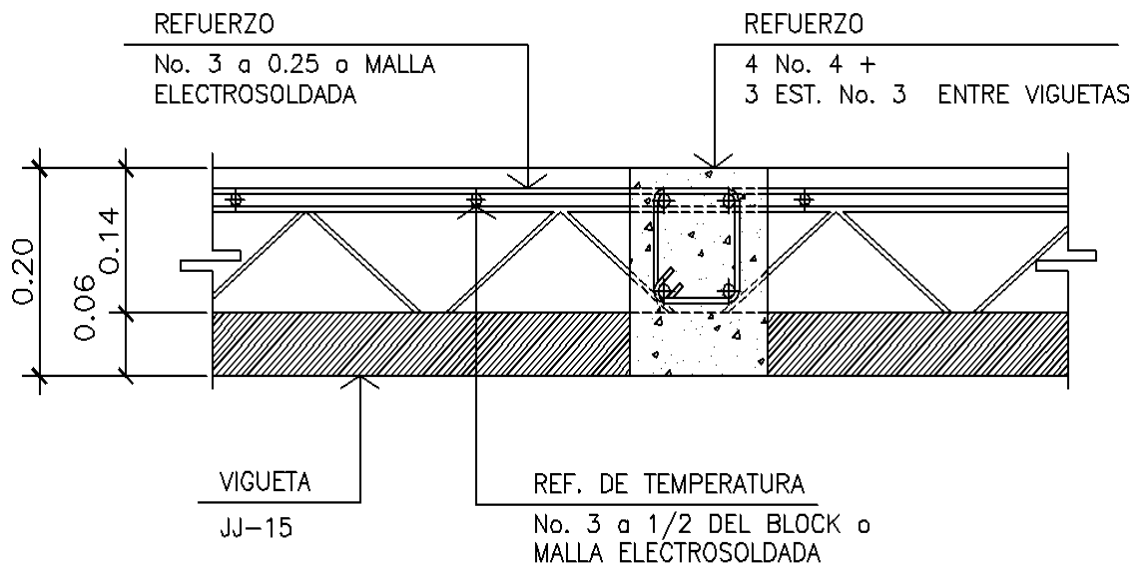
(Elaboración propia)

Ilustración 130: Detalle de empotramiento de vigueta en apoyo



(Elaboración propia)

Ilustración 131: Detalle de nervio rigidizante



(Elaboración propia)

# 17. CUBIERTAS

## 17.1. Generalidades

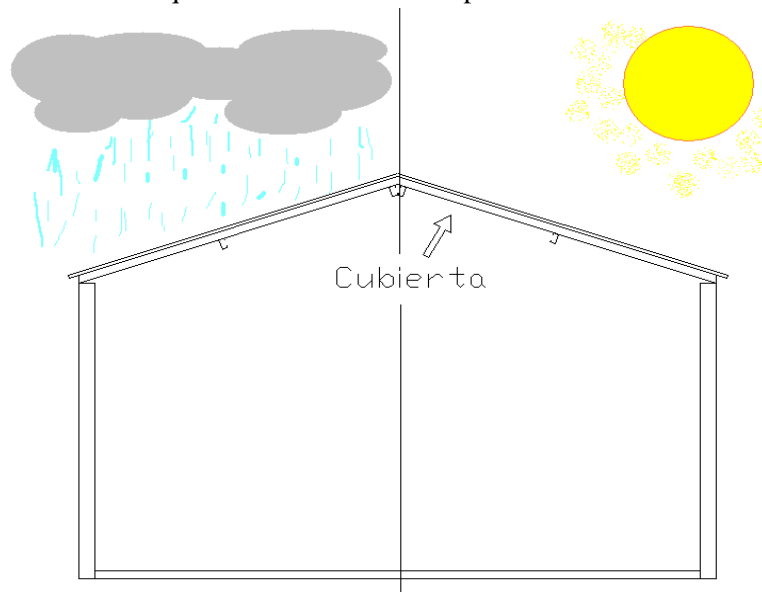
La cubierta es el elemento constructivo de cierre de la parte superior de una edificación. Consta de una estructura portante en madera o metal y de un material de cubrimiento que puede ser de fibro-cemento, teja de barro cocido, teja de microconcreto, lámina de zinc o de plástico, losa de concreto sólida o sistema de vigueta prefabricada. (AGIES, 2010)

Se conoce como la estructura que forma el último diafragma de la construcción que se realiza en la parte superior de una vivienda. Su función es de proteger la construcción y los habitantes.

Las cubiertas están expuestas al sol, vientos, lluvias, etc. mucho más tiempo que cualquier otra parte de una edificación. Por lo tanto deben diseñarse adecuadamente para que la transmisión de calor o frío al interior sea mínima. Se recomienda el uso de cubiertas inclinadas ligeras y bien aisladas, con superficie reflectante y cámara de aire. Las cubiertas pueden prolongarse sobre los muros norte-sur con el fin de proteger los ambientes o corredores de la lluvia y del soleamiento de medio día. (AGIES, 2010)

La configuración del techo deber ser lo más sencilla posible, y debe evitar pendientes demasiado pronunciadas para no aumentar la altura de la vivienda, ya que lo vuelve mas vulnerable a la acción de un sismo.

Ilustración 132: Esquema de una cubierta expuesta a las inclemencias del tiempo.



(Morales, 2010)

Las losas se componen de tres partes distintas, las cuales serán ampliadas en las páginas siguientes:

- Las partes encargadas de la sustentación: viguetas de madera, vigas metálicas, vigas prefabricadas de hormigón armado o pretensado, así como los forjados de relleno, las losas de hormigón armado, macizas o con nervaduras, etc.
- El revestimiento, que constituye la pavimentación acabada y que descansa sobre el armazón o estructura de sustentación: embaldosado, parquet de madera, losas de diversas clases ejecutadas en la obra, revestimientos sintéticos, etc.
- El cielo raso o techo realizado debajo del elemento de sustentación, enlucido con yeso, placas prefabricadas de materiales de todas clases, etc. (Baud, 1994)

## 17.2. Inclinaciones

Se suele distinguir entre dos tipos: la cubierta inclinada, y la cubierta plana, diferenciándose entre sí por su inclinación respecto al plano del suelo, poco inclinada en el segundo caso. Las cubiertas de preferencia se usarán inclinadas de 1, 2, 3 ó 4 aguas para lograr encauzar los vientos fríos y evitar que éstos ingresen a las habitaciones. El tipo de cubierta también influye en la absorción del calor por radiación solar. En los techos planos es mayor la absorción. En los techos inclinados, por cada 10 grados de inclinación del plano del techo, representa del 10 al 15% de menor calor por radiación. En techos planos los rayos son perpendiculares a toda la superficie; mientras que en techos a dos aguas puede serlo solo a la mitad, y en techos a 4 aguas los rayos son únicamente a la cuarta parte. (AGIES, 2010)

Se suele distinguir entre dos tipos: la cubierta inclinada, y la cubierta plana, diferenciándose entre sí por su ángulo respecto al plano del suelo.

Ambos tipos de cubierta tienen una gran tradición en la arquitectura; las inclinadas se utilizaban más en climas principalmente lluviosos pues permiten desalojar el agua por simple gravedad, y las planas en climas más secos, donde el problema de la lluvia es episódico y las cubiertas en forma de terraza tienen aprovechamiento o habitabilidad en las noches de las épocas más cálidas, incluso para dormir al aire libre.

A medida que se han ido mejorando los sistemas de impermeabilización, la cubierta plana se ha extendido a climas lluviosos también. La gran ventaja que le atribuye este movimiento, en esos países muy fríos, es el de dejar la nieve acumulada sobre la cubierta formando un "revestimiento" aislante del frío. Antes no se hacía porque el peso producía importantes problemas, como hundimientos frecuentes en las cubiertas de poca pendiente, pero actualmente con los mejores

conocimientos sobre cálculo de estructuras y sistemas más modernos de construcción si es posible. (Universidad de Colombia, 2003)

### 17.3. Cubiertas inclinadas

Cada plano que forma una cubierta inclinada se denomina faldón. El capote superior de coronación se llama cumbre o caballete. Dicho capote sirve para proteger la unión entre las láminas para evitar cualquier tipo de filtración de agua. Los extremos inferiores que sobresalen de la fachada (para alejar la caída del agua de la edificación) se llaman alero o gota.

Los elementos que pueden aparecer en una cubierta, para iluminar y ventilar el interior se suelen llamar pozos de luz. Usualmente si se desea es posible dejar láminas transparentes o laminas polarizadas, las cuales permiten el paso de la luz natural para así evitar la necesidad de utilizar focos durante el día.

Para una mejor protección de las fachadas, las cubiertas inclinadas se prolongan más allá del plano de la fachada formando un alero o gota para evitar que el agua escurra por las paredes evitando así cualquier tipo de humedad.

Para describir la forma de las cubiertas inclinadas se suele hacer referencia al número de faldones, a los que especialmente en este caso se les llama "aguas", así se habla de cubiertas a un agua, a dos, tres, cuatro o más aguas. En las cubiertas a dos aguas, los cerramientos del edificio hacia los que no vierte el agua, acaban en una forma triangular que se denomina hastial o piñón. (Universidad de Colombia, 2003)

Ilustración 133: Techos inclinadas de 1, 2 y 4 aguas



(Universidad de Colombia, 2003)

## 17.4. Cubiertas planas

Las cubiertas planas son como las losas de entrepiso, las cuales fueron explicadas en la sección anterior. Pero en la losa plana de techo, es necesario fundir un mezlón, el cual tiene una pequeña inclinación de 2%, el cual se encarga de descargar el agua de lluvia que pueda ser acumulado. Para dichas descargas es necesario colocar bajadas pluviales, las cuales encontraremos en la sección de instalaciones. El principal problema que dan las cubiertas planas es el de humedades, ya que si el mezlón que se funde no queda completamente liso o la pendiente dejada no es suficiente, tiende a acumular agua de lluvia, produciendo así filtraciones. Para evitar dichas filtraciones es que se acostumbra aplicarle un alisado de cemento con cal sobre el mezlón y para mayor seguridad es posible añadirle algún aditivo o impermeabilizante químico, o bien una solución tradicional es aplicarle jabón de coche, ya que ésta crea una capa que cubre todos los poros que puedan quedar. Para dichas cubiertas siempre es necesario formar la gota o alero para evitar el escurrimiento del agua. (Universidad de Colombia, 2003)

En ciertos tipos de cubiertas planas, como la llamada cubierta a la catalana, también se prolonga la cubierta fuera del plano de fachada formando un alero, en general menos saliente que en las cubiertas planas. (Universidad de Colombia, 2003)

Ilustración 134: Techo plano



(Universidad de Colombia, 2003)

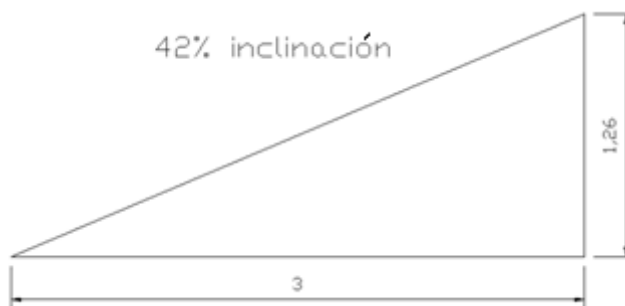
## 17.5. Pendientes recomendadas

La pendiente del techo o inclinación varía de acuerdo con el material que se utiliza y que se muestra en el siguiente cuadro: (AGIES, 2010)

Tabla 24: Relación entre tipo de cubierta y su respectiva pendiente.

Tipo de cubierta	Pendiente máxima
Teja de barro cocido	42 %
Fibro-cemento	27 %
Plástica	20 %
Metálica	15 %
Losa de concreto	2 %

Ilustración 135: Inclinación recomendada para cubiertas de teja de barro cocido



(Elaboración propia)

Ilustración 136: Percha de teja de barro cocido



(Elaboración propia)

Ilustración 137: Inclinação recomendada para cubiertas de láminas plásticas

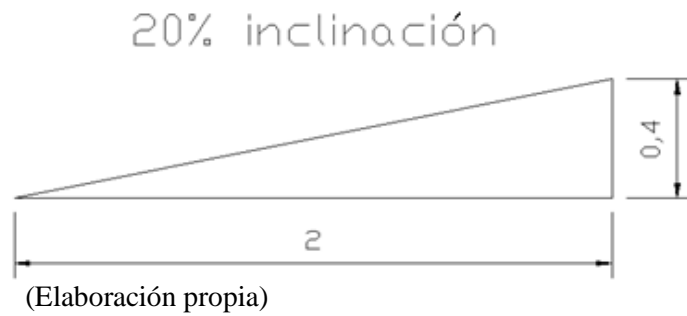


Ilustración 138: : Lámina plástica ondulada



(Elaboración propia)

Ilustración 139: Pendiente recomendada para losa de concreto

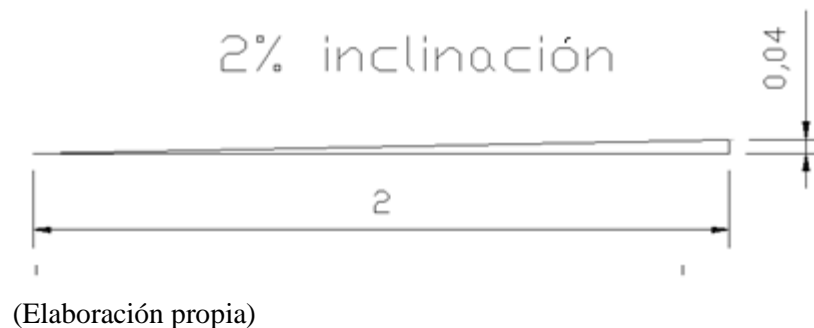


Ilustración 140: Losa de concreto fundido

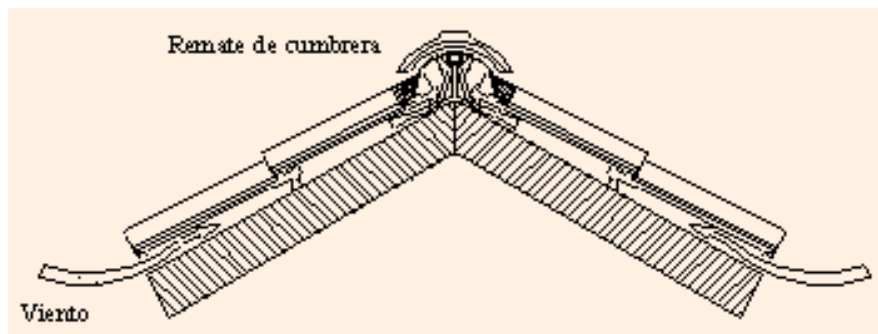


(Elaboración propia)

Es sumamente importante que se cumplan los requerimientos de pendientes dependiendo del material a utilizarse. Si no se cumplen, la construcción puede sufrir de problemas de humedades, goteras y más adelante de salitre y hongos.

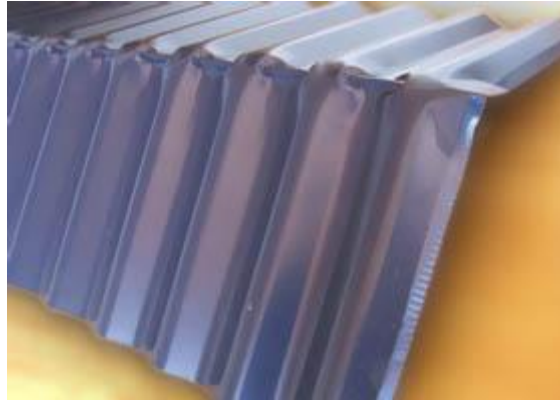
Si se utiliza un techo de 2, 3 o 4 aguas, es importante la correcta colocación del capote, el cual se encuentra en la unión o la junta de las dos inclinaciones opuestas. Dicho capote o cumbreira sirve para proteger la unión y no permitir la filtración de agua.

Ilustración 141: Detalle de cumbreira para cubierta de teja de barro cocido



(Baud, 1994)

Ilustración 142: Detalle de cumbrera o capote para cubiertas de lámina metálica

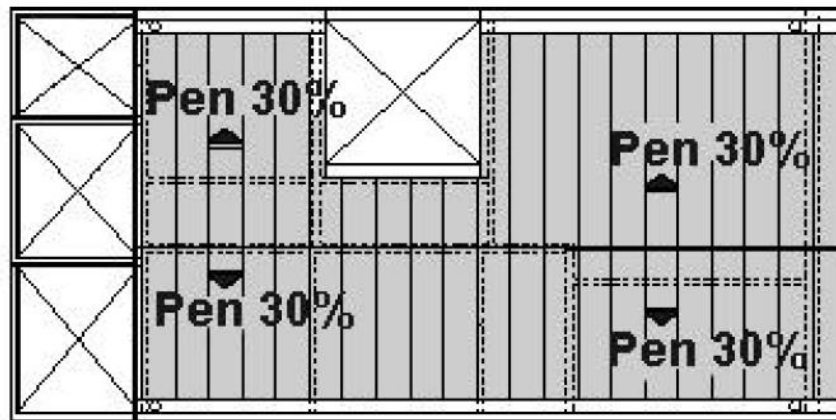


(Morales, 2010)

Cuando se dice que una cubierta tiene pendiente de 20%, significa que por cada metro lineal de techo, subimos 20 centímetros, por lo que si son 2 metros de longitud, nos elevamos 40 centímetros, si son 3 metros, nos levantamos 60 centímetros, y así sucesivamente. (Universidad de Colombia, 2003)

Las pendientes son expresadas en los planos en forma de porcentaje y con una flecha se indica hacia donde corren las aguas.

Ilustración 143: Muestra de plano de techo con pendientes



(Universidad de Colombia, 2003)

## 17.6. Estructura portante

La estructura de soporte de la cubierta puede consistir en tendales, armaduras o vigas maestras. Estos elementos deben anclarse a la solera de remate o corona dejando pernos o varillas de 3/8" a 1/2" en la parte superior de las soleras, para después anclar los tendales o armaduras. (AGIES, 2010)

Las distancias entre ejes de costaneras deben ser iguales a las longitudes útiles de la cubierta a utilizar. El tamaño de dichas costaneras dependerá de la separación de los tendales o las armaduras. (AGIES, 2010)

Los elementos portantes de cubierta, de cualquier material, deben conformar un conjunto estable para cargas laterales. Por lo tanto, se deben disponer sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostramiento como tirantes, contravientos, riostras, etc. que garanticen la estabilidad del conjunto. (AGIES, 2010)

Ilustración 144: Estructura portante, indicando tirantes y riostras utilizadas como rigidizantes



(Morales, 2010)

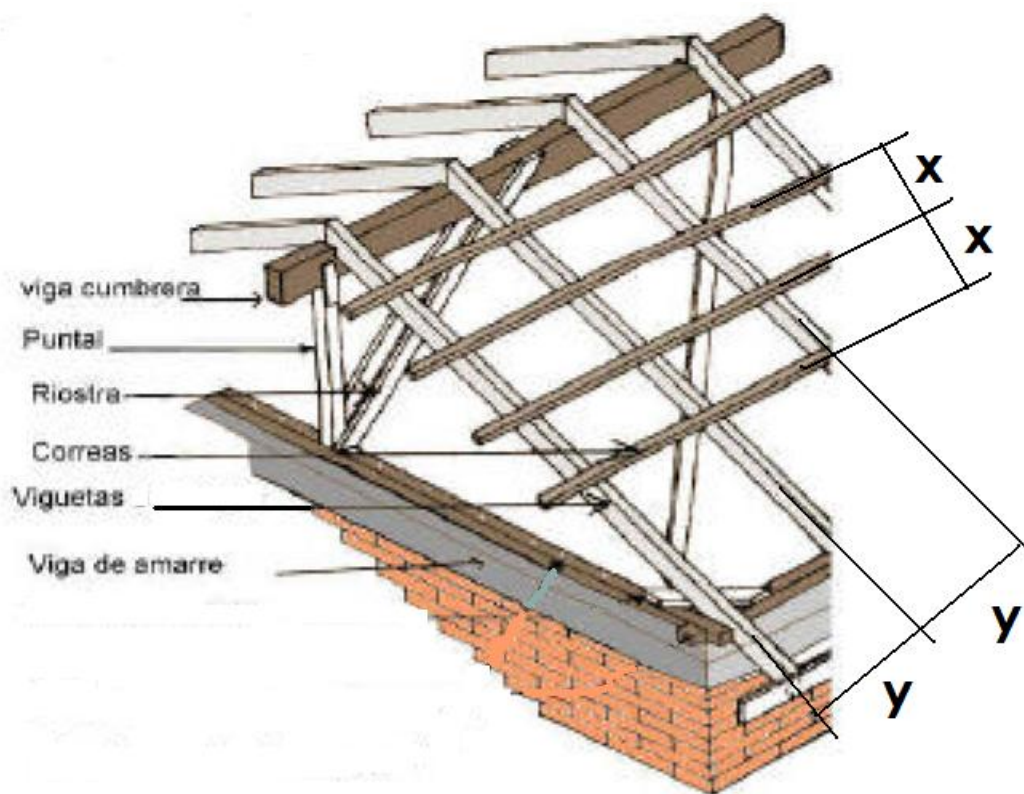
## 17.7. Partes de una cubierta:

17.7.1. Estructura o armazón: Es la parte constituida por elementos de madera o en algunos casos en acero, que tiene la función de soportar su propio peso y el del techo o cubierta propiamente, así como las fuerzas externas como la del viento y de las personas que suban al techo para realizar alguna reparación. (Universidad de Colombia, 2003)

17.7.2. **Techo o cubierta:** Es el conjunto de elementos que va montado sobre la estructura; puede ser de paja, teja de barro, teja de zinc, teja de fibrocemento entre otros. En algunos casos, se debe de complementar con un mando impermeable. (Universidad de Colombia, 2003)

17.7.3. **Accesorios complementarios:** Son partes de la cubierta hechos del mismo material y sirven para hacer remates, como las esquineras por ejemplo. (Universidad de Colombia, 2003)

Ilustración 145: Partes de la cubierta



(Universidad de Colombia, 2003)

17.7.4. **Elementos de fijación:** La función de los materiales de fijación es unir las tejas y los accesorios cerámicos al elemento de soporte con el fin de evitar que la fuerza de los agentes atmosféricos o de los animales provoque su movimiento.

Los materiales de fijación más utilizados son:

- Clavo: Elemento metálico con un tratamiento para evitar la corrosión, que se utiliza para fijar las tejas, laminas o madera y accesorios a los rastreles.
- Tornillo: Elemento metálico roscado, con un tratamiento para evitar la corrosión, que sirve para fijar las tejas, laminas o madera y accesorios a los rastreles. Deberá ser autotaladrante. El diámetro y longitud serán adecuados al orificio predispuesto a tal fin en las tejas, debiendo adecuarse la rosca al material del rastrel
- Clip, gancho o grapa: Elemento metálico que sirve para fijar la teja o láminas con los accesorios al rastrel.
- Mortero: Se recomienda el uso de morteros mixtos (cemento, cal y arena), con dosificación (1:2:10) ó morteros hidrófugos. El empleo de mortero deberá ser el mínimo imprescindible.
- Adhesivos, siliconas y espumas: Se deben emplear bajo las indicaciones dadas por su fabricante, debiendo éste asegurar su adherencia, durabilidad, y compatibilidad con las láminas o tejas y sus piezas especiales.

**17.7.5. Aislantes térmicos:** Los aislantes térmicos reducen el flujo de calor a través de la cubierta. Deben elegirse considerando las características determinadas en las fases de proyecto y de ejecución. Como aislantes térmicos pueden emplearse placas de poliestileno extruido, fibra de vidrio, etc.

**17.7.6. Canales:** Los canales son los componentes del sistema de recogida y evacuación del agua que escurre a través de los faldones.

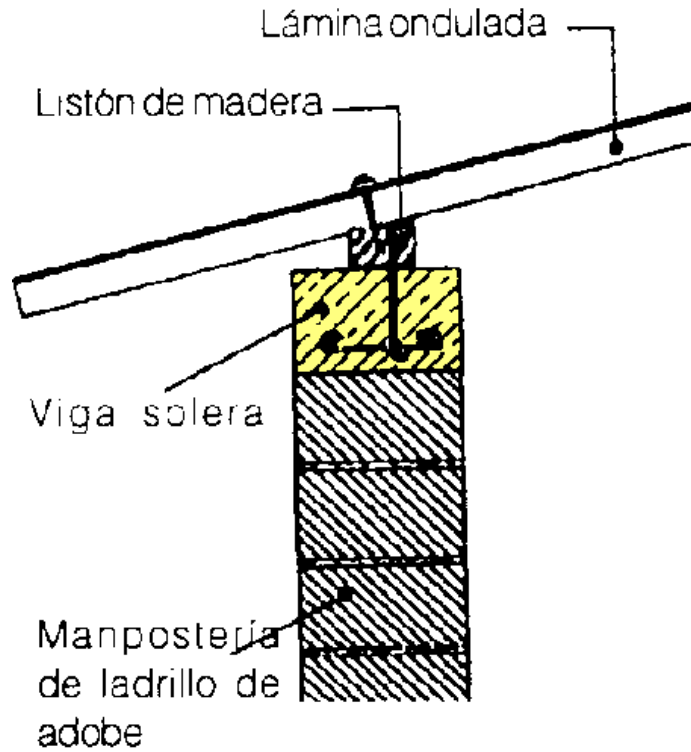
Las características de los elementos que componen los canales metálicos o plásticos así como sus tolerancias y requisitos dimensionales deben ser seleccionadas por el constructor, dependiendo del área de techo el cual captara el agua de lluvia.

**17.7.7. Barreras impermeables:** La impermeabilización es un elemento adaptable cuya resistencia mecánica, al agua y a los cambios de temperatura permite que funcione como membrana estanca al agua. Se deben considerar sus propiedades químicas y mecánicas en relación con los demás materiales empleados en la cubierta.

La impermeabilización se empleará en aquellos puntos de la cubierta en los que el agua pueda quedar estancado por razones de pendientes, uniones o traslapes.

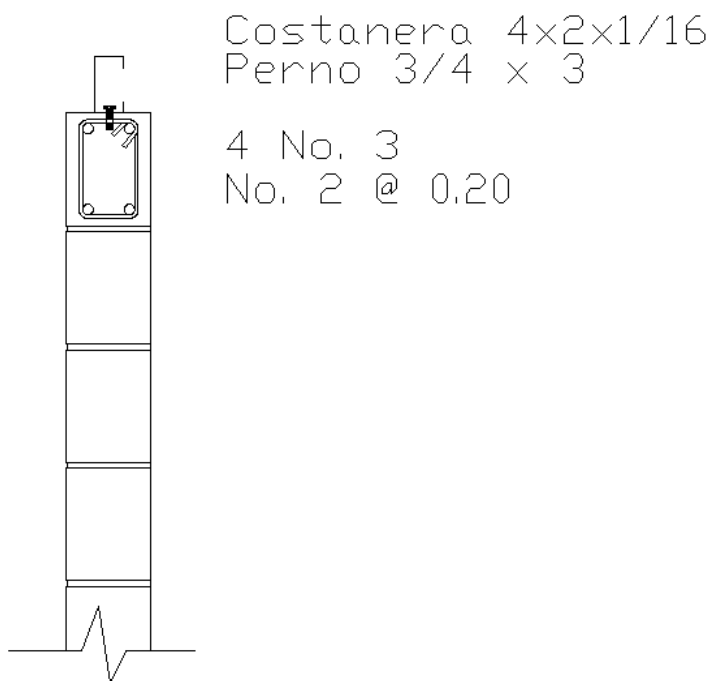
17.7.8. Soleras: Los elementos que transmitan las cargas de cubierta a los muros estructurales de carga, deben diseñarse para que puedan transferir las cargas tanto verticales como horizontales y deben anclarse en la solera que sirve de amarre al muro confinado (viga de amarre). (AGIES, 2010)

Ilustración 145: Detalle amarre de solera corona con estructura por medio de varilla de hierro soldada



(Baud, 1994)

Ilustración 146: Detalle de amarre de solera corona con estructura por medio de pernos.



(Elaboración propia)

## 17.8. Cubiertas de concreto

Cuando la cubierta sea construida en concreto reforzado debe cumplir los requisitos de la sección 7.3. Deben tomarse precauciones para evitar que la exposición directa a la radiación solar produzca expansiones y contracciones que lesionen la integridad de los muros estructurales. Ver sección de losas de entrepiso. (AGIES, 2010)

## 17.9. Estructuras de madera

Las ventajas de la madera residen en la sencillez de su puesta en obra, en la facilidad de darle forma y en su escaso peso propio. Por otra lado, la madera ofrece excelentes cualidades naturales de aislamiento térmico y acústico. Constituye una cubierta económica. Sin embargo su empleo ofrece escasa protección contra la humedad que causa su destrucción por putrefacción. (Baud, 1994)

El apoyo de las vigas, requiere que sean colocadas a cortas distancias, lo cual debilita la sección de la pared, lo cual constituye un inconveniente para la construcción de las mismas. Las losas de madera están constituidas por vigas portantes, la más común utilizada en Guatemala son las vigas de pino, que suelen distar de 30 a 60 centímetros. Las dimensiones de las vigas dependen de su luz, de su separación y de los pesos y sobrecargas aplicadas. Cuando la luz de las

vigas resulta excesiva, es posible disponer una viga transversal de madera o hierro laminado. (Baud, 1994)

En la construcción de las estructuras o armazones para cubierta, se utiliza madera de buena calidad, que debe ser revisada visualmente para detectar que no tenga alabeos, arqueados, encorvados, nudos, pudrición, rajaduras, ataque de insectos y que las dimensiones sean las especificadas sin fallas de escudaría. (Baud, 1994)

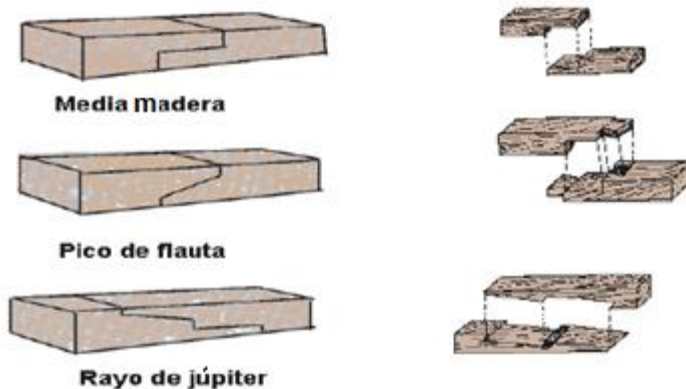
Si la madera no se compra tratada, para evitar ataque de insectos, se debe tratar con un producto que garantice una total protección. (Baud, 1994)

El ensamble y uniones de la madera son acoples rígidos continuos o articulados, que se utilizan para unir dos piezas de madera. Su primordial función es absorber los esfuerzos de tracción, compresión y flexión a los que son sometidas las piezas de madera que trabajan en el armazón de una cubierta. Los acoples transmiten el esfuerzo uniformemente a través de toda la armazón. (Universidad de Colombia, 2003)

Los más comunes son:

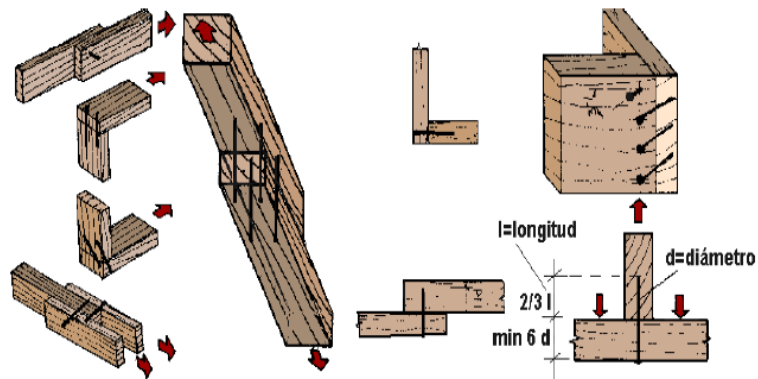
- A media madera: Es un ensamble en forma de escala. Se recomienda cuando se trabaja en el mismo sentido de la madera, pero esta unión se debe ubicar sobre un apoyo, pues no debe quedar sin soporte directo ya que fallara. (Universidad de Colombia, 2003)
- Pico de flauta: Tiene las mismas características que el mencionado anteriormente, solo se diferencia en su forma geométrica. (Universidad de Colombia, 2003)
- Rayo de Júpiter: Las piezas se cortan en forma de rayo y se ensamblan una con otra; es el empalme ideal para unir vigas de grandes luces, pero se le debe agregar un refuerzo con una platina metálica y tornillos. (Universidad de Colombia, 2003)

Ilustración 147: Ensamblados de madera para estructuras



(Universidad de Colombia, 2003)

lustración 148: Uniones de madera para estructuras



(Universidad de Colombia, 2003)

## 17.10. Estructuras metálicas

Las cubiertas metálicas se consideran en general como los más convenientes para grandes luces y fuertes cargas. Ofrece la ventaja de una ejecución rápida por el empleo de laminados de hierro, estandarizados, que se encuentran en el mercado. (Baud, 1994)

Para este tipo de losas, es necesario procurar una protección eficaz de los hierros contra la oxidación por lo que se recomienda sean tratados con pintura anticorrosiva como fondo y si se puede encima aplicarle un esmalte, para garantizar la protección del metal. (Baud, 1994)

lustración 149: Colocación de costaneras para estructura para techo de lámina



(Elaboración propia)

La preferencia se inclina por los perfiles altos y ligeros. La separación de las vigas depende, del material forjado utilizado como portante entre las mismas. Las características de las viguetas a adoptar dependen de su luz y de la carga. A fin de reducir el peso de las viguetas, que aumenta rápidamente con la luz, es posible introducir uno o varios apoyos intermedios. Dichos apoyos están constituidos en este caso por vigas. Generalmente la luz de dichas vigas es superior a la de las viguetas. Para evitar la necesidad de colocar un número tan alto de vigas y viguetas, se puede utilizar la lámina metálica estructural, el cual es más resistente, por lo que únicamente necesita de apoyos en los extremos de cada lámina. (Baud, 1994)

Ilustración 150: Estructura con riostras reforzando las vigas



(Elaboración propia)

El revestimiento aplicado sobre los techos de elementos metálicos depende en gran medida del material que compone el forjado. Los aislamientos térmicos y acústicos de este revestimiento determinan el confort de la construcción y las cualidades particulares de los materiales utilizados influyen la longevidad del elemento. La ejecución de los cielos rasos debe contribuir en gran medida a la mejora de las condiciones aislantes. (Baud, 1994)

Para ensambles y uniones se pueden utilizar diversos métodos, como utilizando pernos, platinas, etc. pero la que más se recomienda por su facilidad y por su seguridad es la soldadura. Este proceso es un metal fundido que une dos piezas de metal, de la misma manera que realiza la operación de derretir una aleación para unir dos metales, pero diferente de cuando se soldan dos piezas de metal para que se unan entre sí formando una unión soldada.

Ilustración 150: Unión de costaneras por soldadura reforzado con hierro de 3/8"



(Elaboración propia)

Ilustración 151: Puntos de soldadura en unión de costaneras



(Elaboración propia)

# **18. FOMENTO DE HIPOTECAS ASEGURADAS (FHA)**

Como complemento a la información recaudada de diversas fuentes, reglamentos, normas y códigos, se exponen las “Normas de planificación y construcción para casos proyectados”, que fue presentado por el Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas o por sus siglas FHA.

A continuación se presentan los párrafos que hacen referencia a las losas o cubiertas en viviendas:

En el siguiente capítulo, se especifica la forma en que deben de presentarse los planos y dado el caso sus respectivos cálculos y valores:

## **18.1. Planos, documentos, especificaciones y presupuestos**

Planos

Planos del inmueble

Planos de estructuras: Escala 1:50, 1:75 o 1:100

1:20 o 1:25 para detalles

## **18.2. Planta de entepiso y/o techo final**

Estructura y espesor de losa correspondiente con identificación y detalles de vigas y dinteles, indicando refuerzo, dimensiones y recubrimientos. En caso de diversidad de elementos hacer tabla de vigas y dinteles anotando refuerzo y dimensiones. Es necesario acotar los dobleces del armado y la longitud de los refuerzos adicionales.

En los planos anteriores debe especificarse: Valor, soporte del suelo, cargas y esfuerzos de diseño, así como cualquier otra característica especial de los materiales empleados. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

Como se menciona en la normativa, la temperatura aumenta o disminuye dependiendo de la pendiente de la cubierta, en este caso se especifican las alturas que se deben de utilizar para la misma, dependiendo del área y del clima en el cual se construye.

### 18.3. Requisitos arquitectónicos:

- Requisitos generales para otros elementos o ambientes
- Altura de techo.
- El clima de la localidad, donde se construirá la vivienda, será la base fundamental para la determinación de la altura mínima de piso a cielo.

Tabla 25: Relación del clima y como afecta la altura del techo de la vivienda.

	Vivienda de más de 100 m <sup>2</sup> de área de construcción	Vivienda con área entre 50 a 100 m <sup>2</sup> de construcción
Clima templado	2.40 m	2.35 m
Clima cálido	2.55 m	2.55 m

Los mínimos expresados anteriormente son para todos los ambientes de la vivienda. En el caso de una vivienda con techo inclinado se podrá dejar en la parte baja 2.20 metros, siempre que la altura promedio del ambiente cumpla con las alturas mínimas indicadas. Únicamente el garage o carport podrá tener una altura de 2.10 metros. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

Un tema importante que debe de tomarse en cuenta es la protección contra humedades, y aislamientos térmicos:

- Acabados
- Aislamiento térmico e impermeabilización de techos

Las estructuras utilizadas para techos deben llenar las dos condiciones siguientes:

Aislar térmicamente e Impermeabilizar.

En todos los casos deberá definirse claramente en los planos y especificaciones de materiales, la forma en que se logre satisfacer ambas condiciones.

Para techos como en el caso del concreto armado, que no es impermeable ni aislante, deben añadirse elementos con los que se logren las dos finalidades.

- Aislamiento Térmico: Para obtener el control de temperatura en techos que no lo tengan provisto en sus elementos, se requerirá el uso de cualquiera de los siguientes procedimientos o de otros similares, aprobados previamente por el FHA.
  - Se formará una capa de 5cms de espesor mínimo, compuesta por pedazos de ladrillo de barro cocido, unida con mortero de cal, sobre la que se aplicará un blanqueado, dejando pasar por lo menos 8 días para su colocación.

- Se formará una capa con losetas de barro cocido u otro material semejante que contenga alto porcentaje de vacíos, uniéndolos por medio de mortero de cal y rematándose las sisas con blanqueado.
- Se formará una capa de 5cms de espesor mínimo, de mortero de cal, cuyo material inerte sea altamente poroso, como granza, pómez u otro (mezclón). Sobre dicha capa se aplicará un blanqueado como remate.
- Para viviendas de más de 50m<sup>2</sup> y hasta 100m<sup>2</sup> de área construida, se podrá utilizar un acabado que garantice la impermeabilidad de la losa y de color que reflecte o aislante térmico.
- Impermeabilización: Para obtener la impermeabilización podrán usarse materiales, productos y procedimientos conocidos o nuevos, pero siempre con la autorización previa del FHA. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

La norma del FHA contempla el proceso constructivo de las cubiertas metálicas, tanto de la estructura portante como del recubrimiento, a continuación se expresan las técnicas a utilizarse.

## **18.4. Procedimientos constructivos**

**18.4.1. Estructuras metálicas:** La colocación y montaje de las estructuras deberá efectuarse de acuerdo al Código vigente del Instituto Americano para Construcciones de Acero (AIS), debiendo cumplirse así mismo con los requisitos estipulados a continuación.

- Todo el material que se utilice en las estructuras debe estar limpio, y a menos que se requiera tomar curva debe estar previamente enderezado. El enderezado debe hacerse mediante procesos adecuados y evitando en lo posible el uso del calor.
- Los cortes se harán con sierra, cizalla o soplete. Los cortes con soplete requerirán un acabado correcto y la eliminación de las rebabas. Los cortes curvos se harán con el máximo radio posible, pero en ningún caso menor de 2.5cms. Las preparaciones de los cantos de piezas por soldar podrán efectuarse con soplete. No se permitirá el uso de soplete en piezas que deban transmitir cargas por contacto directo.
- Las piezas acabadas en taller deben quedar alineadas sin torceduras ni dobleces locales y sus uniones deben quedar adecuadamente terminadas. En miembros sujetos a comprensión no se permitirán desviaciones con respecto al eje de proyectos mayores que un milésimo de la distancia entre puntos de fijación lateral. La máxima discrepancia de

longitud permitida en miembros cepillados será de 1mm. En piezas no cepilladas en sus extremos de tolerancia será de 1.5mm. , cuando la longitud del miembro no exceda de 10m., incrementándose la tolerancia a 3mm., en piezas con longitud superior a esa cifra.

- Al salir de la planta todas las piezas irán debidamente marcadas de acuerdo con el plano del montaje.
- Una vez inspeccionadas debidamente y aprobadas las piezas, se eliminarán todas las escamas, óxidos y escorias. Exceptuando los miembros ahogados en concreto, se aplicará una mano de pintura anticorrosiva en forma uniforme. La pintura debe penetrar en todos los espacios abiertos. Cuando las piezas requieran soldadura en el campo, se eliminará la pintura en una zona de por lo menos 5cms, alrededor de la parte por soldar, que deberá pintarse posteriormente. En piezas que después del montaje sean inaccesibles, se darán 2 manos de pintura. Se podrá sustituir la pintura anticorrosiva por algún otro material o procedimiento que proporcione protección equivalente y sea aprobado por el FHA. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

#### 18.4.2. Estructuras remachadas:

- Los agujeros para remaches o tornillos se harán 1.5mm. Más grandes que el diámetro nominal del remache. Para materiales de menor grueso que el diámetro del agujero, éste puede punzonarse. En los demás casos, se requiere taladrar el agujero o bien punzonarlo a un diámetro 1.5mm. Menor y, posteriormente dar el diámetro requerido limándolo. No se permite el uso de soplete en la ejecución de agujeros para remaches o tornillos.
- Las piezas que se estén remachando deben sujetarse eficientemente por medio de pernos o tornillos.
- Los remaches deben colocarse con remachadoras de presión, llenando totalmente el agujero, centrados en el mismo, con la cabeza completa y de tamaño uniforme. Los remaches se calentarán uniformemente de manera que al colocarlos su temperatura oscile entre 540 y 1060°C. Pueden emplearse remaches colocados en frío siempre que se cumplan las especificaciones dadas por los fabricantes de este tipo de remaches. En uniones remachadas se verificará la colocación, alineamiento y diámetro de los agujeros antes de colocar los remaches. Después de colocados, se comprobará que sus cabezas estén formadas correctamente y deberán revisarse por medios acústicos. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

18.4.3. Estructuras atornilladas: Se usarán roldanas donde se requiera un área amplia de contacto. La rosca de tornillo sobresaldrá del miembro por ligar, o en su caso de la roldana, una distancia por lo menos igual a la altura de la tuerca. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

#### 18.4.4. Estructuras soldadas

- Las superficies por soldar estarán libres de costras, grasa, pintura, escorias (debiendo levantarse en cada paso del electrodo) y otras partículas extrañas, tales como rebabas o gotas de soldadura.
- Deben suministrarse los medios de enlace provisional que garanticen el correcto depósito de soldadura. Siempre que sea posible se usará soldadura horizontal. En todos los casos se adoptarán los procesos de soldado adecuado para evitar distorsiones del miembro por soldar.
- Cuando la temperatura del material base sea inferior a 0°C, debe precalentarse en zonas por lo menos de 7cms, alrededor del punto por soldar. Tratándose de material base con espesor superior a 3.8cms No se soldará a temperaturas menores de 0°C.
- En toda soldadura tope de penetración completa, excepto cuando se usen placas de respaldo o se solde por ambos lados en material con espesor inferior a 0.8cms, con abertura correcta de la raíz, debe cincelarse la capa inicial antes de iniciar el trabajo de la raíz debiendo soldarse en tal modo que se garantice fusión completa. Cuando se use placa de respaldo, debe quedar fundida con la primera capa del material depositado, pudiendo eliminarse la placa posteriormente sin dañar el material base. En soldaduras a tope o de filete deben usarse placas de extensión, con objeto de evitar cráteres y defectos en los extremos. En caso contrario, en cada extremo debe descontarse una longitud igual a la dimensión nominal de la soldadura.
- Las uniones soldadas se inspeccionarán ocularmente y se rechazarán todas las soldaduras que presenten defectos aparentes de importancia, tales como grietas, cráteres o socavación del metal base. En los casos en que hayan dudas y en las juntas importantes, la revisión e completará por medio de radiografías u otro tipo de ensayo no destructivo. El número de pruebas no destructivas de soldaduras de taller que se haga en cada caso, será tal que abarque los distintos tipos de soldaduras existentes y permita formarse una idea general de la calidad de las mismas. En soldaduras de campo se aumentará el número de pruebas y se llevarán a cabo en todas las soldaduras de penetración en material de más de 2cms, de grueso y en porcentaje elevado de las soldaduras efectuadas

sobre cabeza. Cuando un 28% o más de las soldaduras ensayadas estén en malas condiciones, se ensayará la totalidad de soldaduras de la estructura para obtener los datos necesarios para su corrección. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

#### 18.4.5. Montaje

- Debe emplearse equipo apropiado que ofrezca la más completa seguridad. Durante el transporte y montaje se adoptarán las precauciones pertinentes para no producir esfuerzos que no hayan sido considerados en el diseño.
- Antes de colocar la estructura se verificará la posición de los anclajes que han sido colocados previamente, y en caso de que existan discrepancias se tomarán las providencias necesarias para corregirlas o compensarlas.
- Durante la etapa de montaje, los diferentes miembros que constituyen la estructura, deberán sostenerse individualmente o ligarse entre sí con conexiones de montaje que aseguren la estabilidad del conjunto<sup>9</sup> y los alineamientos necesarios para ejecutar las conexiones definitivas.
- Durante el transporte y montaje de la estructura deberán tomarse las precauciones necesarias para que no se maltraten las piezas que la componen, y en caso de torceduras deberán enderezarse las piezas antes de montarse permitiéndose las mismas tolerancias que en trabajos de taller. Antes de efectuar las juntas definitivas deberá verificarse la horizontabilidad y alineación de vigas y la verticalidad de columnas. Se considerarán en condiciones adecuadas los elementos con errores de alineación, verticalidad u horizontabilidad no mayores de 1/500. En ningún caso se aceptarán faltas de alineación que impidan el funcionamiento correcto de las juntas.
- Cuando se hagan soldaduras de filetes entre dos piezas, éstas deberán estar en contacto, permitiéndose una separación máxima entre ellas de 2mm., El filete requerido según los planos, se incrementará en una cantidad igual a la separación entre las placas. En piezas a tope se permitirá un error máximo en la alineación de 1/10 del grueso de la pieza más delgada por unir, pero nunca mayor de 3mm. (Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA))

## 19. CONCLUSIONES

- La construcción de edificaciones realizadas en mampostería con refuerzo integral no son muy comunes en Guatemala debido a su complejidad, es más utilizado el levantado con mampostería confinada, pero llevando una buena supervisión y buena práctica se puede utilizar la mampostería con refuerzo integral sin ningún problema.
- Se concluye que las partes propuestas a la norma como capítulos a la norma son eslabones primordiales del proceso constructivo.
- Es recomendable que todas las entidades estatales como municipalidades, divisiones técnicas regulatorias del tipo FHA y otras que actualmente se están utilizando en el país tomen en cuenta esta cartilla como parte de la información a distribuir dentro de sus comunas para asegurarse de que se cumplan todos los requisitos de la norma.
- La norma AGIES NR-4 abarca los aspectos más básicos para poder realizar una estructura resistente de 50 a 99 m<sup>2</sup>. Propone dos métodos constructivos, uno de levantado de mampostería confinada y otro de levantado de mampostería con refuerzo integral.
- Popularizar la norma AGIES NR-4 es de suma importancia, pues es una norma guatemalteca que propone lineamientos básicos e importantes para la construcción eficiente y efectiva de viviendas menores de 50 a 99m<sup>2</sup>.
- La construcción de edificaciones realizadas en mampostería con refuerzo integral no son muy comunes en Guatemala debido a su complejidad, es más utilizado el levantado con mampostería confinada, pero llevando una buena supervisión y buena práctica se puede utilizar la mampostería con refuerzo integral sin ningún problema.
- La práctica constructiva es vital para la calidad de la estructura, se deben cumplir con todos los detalles mencionados en la norma AGIES NR-4 para garantizar la resistencia necesaria en una edificación de 50 a 99 m<sup>2</sup>.

## 20. RECOMENDACIONES

- Proponer la ampliación de la norma NR4 del AGIES, agregando las instalaciones eléctricas y sanitarias, normando como mínimo aspectos básicos como diámetros de tuberías, tipos de materiales a utilizar, materiales aprobados y adecuados, dimensiones y alturas estándar aplicables a Guatemala para que la misma se pueda convertir en un código a futuro.
- Realizar una sección de acabados, donde se explique y ejemplifique los acabados mas comunes utilizados en este tipo de vivienda.
- Promover el estudio de esta cartilla en las diferentes casas de estudio del país como parte formativa indispensable de la cursantes de Ingeniera Civil.
- Específicamente en los cursos de métodos constructivos de la Facultad de Arquitectura y Diseño Estructural de Ingeniería.

## 21. LITERATURA CITADA

AGIES. (2010). (*Version Borrador*) *NR-4: Requisitos Especiales para Vivienda y Otras*. Guatemala.

AGIES. (2001). *NR-4 Requisitos Especiales Para Vivienda y Otras Construcciones Menores*. Guatemala, Guatemala: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.

-AIS-. (2010). *Manual de construcción sismo resistente de viviendas de uno y dos pisos de mampostería*. Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Área Tecnología. (2009). *Instalación eléctrica en las viviendas*. España: <http://www.slideboom.com/presentations/39297/INSTALACION-ELECTRICA-EN-LAS-VIVIENDAS>.

Arquba. (1999). *Instalaciones Sanitarias*. <http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/instalaciones-sanitarias/>.

Arrieche, C. (2010). *Instalaciones eléctricas de viviendas*. <http://www.monografias.com/trabajos13/inele/inele.shtml>.

Bahamontes, A. H. *Construcción de cimientos*. Barcelona, España: CEAC.

Baud, G. (1994). *Tecnología de la Construcción*. Barcelona: Blume.

Blondet, M. (2005). *Construcción y Mantenimiento de Viviendas de Albañilería*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú .

Cartilla ISCYC. (2002). *Cartilla ISCYC: Construcción de Vivienda Utilizando Mampostería de Bloque de Concreto Reforzado*. Salvador: Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto.

Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA). *Normas de Planificación y Construcción para casos Proyectados*. Guatemala.

Universidad de Colombia. (2003). *Curso Construcción de Casa de 1 y 2 niveles Sismoresistentes*.

William, A. N. (2000). *Construcción de viviendas, sistemas constructivos, procesos y supervisión básica*. Guatemala, Guatemala: Expresión Grafica.

## 22. OTRAS REFERENCIAS

1. *Concrete Masonry Handbook*. Portland Cement Association. PCA
2. *Manual de Construcción de Mampostería de Concreto*. Instituto Colombiano de Productores de Cemento, ICPC
3. *Norma Técnica Para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería*. MOP, 1994.
4. Hurtarte, 2010, Experiencias adquiridas en construcción civil, EDB 2010