INSTRUCTIVO PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, EN LA FASE DE EJECUCIÓN, DE PROYECTOS TIPO VIVIENDA VIS CONSTRUIDAS EN MAMPOSTERÍA CONFINADA EN EL MUNICIPIO DE AMBALEMA TOLIMA, CASO DE ESTUDIO: URBANIZACIÓN VILLA EDUARDO.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS





Ingeniero Civil: Carlos Eduardo Vélez Trujillo

Ingeniero Civil: Ricardo Alfonso Martínez Sánchez

2022

TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVO ..... **¡Error! Marcador no definido.**

1. ALCANCES 7

2. A QUIEN VA DIRIJIDO ..... **¡Error! Marcador no definido.**

3. Listado de Normas Utilizadas 9

4. Glosario 10

5. Diagrama de flujo 11

6. Guía de interventoría técnica para casas de un piso tipo vis 13

6.1. Características y calidad de los materiales 13

6.1.1. Aceros y armaduras 13

6.1.2. Encofrados (Formaleta) 18

6.1.3. Concreto 19

6.1.4. Morteros 22

6.1.5. Ladrillos 24

6.2. Cimentación 25

6.2.1. Constructor para el proceso de cimentación 25

6.2.2. Interventoría para el proceso de cimentación 29

6.3. Muros en mampostería confinada 38

6.3.1. Construcción para el proceso de mampostería confinada 42

6.3.2. Interventoría para el proceso de mampostería confinada 47

6.4. Tejado 63

6.4.1. Constructor para el proceso de tejado 63

6.4.2. Interventoría para el proceso de cimentación 65

6.5. Servicios 68

6.5.1. Para el sistema eléctrico 69

6.5.2. Para las instalaciones hidrosanitarias 70
7. Bibliografía 72

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Diagrama de flujo del proceso constructivo 11
Imagen 2 Lista de chequeo 12
Imagen 3 Representación de fleje en plano 13
Imagen 4. Representación de zanja para la cimentación de una vivienda 26
Imagen 5 Representación en perfil de viga de concreto ciclópeo y viga de cimentación. 27
Imagen 6 Representación de perfil de aceros y de viga de cimentación 28
Imagen 7 Representación de placa de concreto para vivienda 29
Imagen 8 Representación de anillos para la cimentación de una vivienda con medidas del ejemplo 1 30
Imagen 9 Representación de anillos para la cimentación de una vivienda con medidas del ejemplo 2 31
Imagen 10 Representación de anillos para la cimentación de una vivienda 32
Imagen 11 Representación de viga de cimentación en 3D con los aceros de diseño 34
Imagen 12 Representación de las dimensiones máximas permitidas para una vivienda de mampostería confinada 38
Imagen 13 Representación de muros confinados de color turquesa 39
Imagen 14 Comparación de la manera adecuada de distribuir los muros confinados (imagen de la izquierda) y de un ejemplo de la manera inadecuada en este caso en interiores (derecha) 40
Imagen 15 Comparación de la manera adecuada de distribuir los muros confinados (imagen de la izquierda) y de un ejemplo de la manera inadecuada en este caso concentrando los muros en una zona específica (derecha) 40
Imagen 16 Comparación de la manera adecuada de construir viviendas en mampostería confinada (izquierda) y a la derecha se representa una manera excéntrica que no es apta para este tipo de método. 41
Imagen 17 Comparación de la manera correcta de construir muros confinados (derecha) y la manera inadecuada haciéndolos discontinuos (izquierda) 41

Imagen 18 Representación para la dimisión de aberturas en los muros confinados 41
Imagen 19 Representación la distancia entre ladrillos para un buen entrabado..... 44
Imagen 20 Representación del debido posicionamiento de los flejes..... 44
Imagen 21 Representación de las distancias de los flejes 45
Imagen 22 Representación de intersección de aceros..... 46
Imagen 23 Muro confinado estructuralmente y muro no estructural 48
Imagen 24 Representación la distancia entre ladrillos para un buen entrabado..... 49
Imagen 25 Representación en 3D en una vista isométrica de la facha de una vivienda de interés social..... 50
Imagen 26 Representación en 3D en una vista frontal de la facha de una vivienda de interés social..... 50
Imagen 27 Representación en 3D en una vista frontal desde un punto alto de la facha de una vivienda de interés social 51
Imagen 28 Representación a la izquierda de un muro con efecto de columna corta, comparado con un muro a la derecha bien construido de mampostería confinada 51
Imagen 29 Representación de muro en mampostería confinada 51
Imagen 30 Representación de muro en mampostería confinada apoyado en una vida de cimentación en vita isométrica y frontal 52
Imagen 31 Representación de muro en mampostería confinada y su relación de espesor con respecto a su altura..... 52
Imagen 32 Representación de muro en mampostería confinada y su relación de espesor con respecto a su ancho..... 53
Imagen 33 Representación de muro en mampostería confinada y tejado con las medidas de diseño..... 56
Imagen 34 Representación de flejes o ganchos en plano 56
Imagen 35 Representación de la ubicación correcta de cada fleje en una armadura (nótese la posición de cada doblez)..... 57
Imagen 36 Representación de la distancia de reglamentaria del traslapo de una varilla con respecto a otra..... 58
Imagen 37 Representación básica de una viga desde un punto de vista isométrico 59
Imagen 38 Representación en 3d del tejado de vivienda 63
Imagen 39 Representación en 3d las correas que sostendrán el tejado de una vivienda 64
Imagen 40 Representación en 3d de las culatas y correas de una vivienda 64
Imagen 41. Representación en 3d de una culata desde un punto isométrico..... 65

Imagen 42 Representación en 3d de una vivienda sin tejado 66
Imagen 43 Representación en 3d de toda una vivienda sin tejado..... 67
Imagen 44 Representación en 3d del tejado metálico con inclinación de una vivienda de interés social..... 68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Nomenclatura para varillas en el sistema ingles 14
Figura 2 Nomenclatura para varillas en el sistema internacional..... 16
Figura 3 Representación de las posiciones de los aceros en una cimentación 37
Figura 4 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av 54
Figura 5 Mapa de valores de Aa de la NSR-10..... 60
Figura 6 Ubicación de la zanja cuando esta supera la profundidad de la cimentación 70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1Dimensiones nominales de las barras de refuerzo (Diámetros basados en octavos de pulgada)..... 15
Tabla 2 Dimensiones nominales de las barras de refuerzo (Diámetro basado en milímetros)..... 17
Tabla 3 Identificación del acero 18
Tabla 4 Dosificación del concreto 19
Tabla 5 Dosificación de concretos con sus resistencias..... 19
Tabla 6 Dosificación de morteros y concretos..... 22
Tabla 7 Clasificación de los morteros de pega por tipo, propiedades o por proporción..... 23
Tabla 8 Medidas estándar para bloques horizontales 24
Tabla 9 Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones para casas en mampostería. 33
Tabla 10 Tolerancias constructivas para muros en mampostería..... 42

Tabla 11 Espesor mínimo nominal de muros estructurales para casas de uno y dos pisos 54
Tabla 12 Coeficiente Mo para longitud mínima de muros estructurales confinados 61
Tabla 13 Pendientes recomendadas dependiendo del tipo de cubierta 67

PROPOSITO

- Elaborar una guía técnica, para que el residente de interventoría identifique las actividades del seguimiento y control aplicables a proyectos de vivienda tipo vis construida en mampostería confinada en el municipio de Ambalema Tolima, caso de estudio: urbanización Villa Eduardo.

1. ALCANCES

- La presente guía no pretende reemplazar la normativa vigente en materia de mampostería y demás temas tratados en el presente documento, ni establecer una manera definitiva para el desarrollo de las actividades que se mencionaran, más bien se quiere establecer como un apoyo de la interventoría técnica.

- Aunque uno de los puntos fuertes del presente documento consiste en tratar de ser lo más específico y minucioso en los temas, algunos pasos pueden llegar a ser imprescindibles en el documento ya sea por su continua repetición o propiedad en el asunto.

- Este instructivo está diseñado para un caso en específico de viviendas de interés social en mampostería confinada de un piso, ubicadas en el departamento del Tolima, en el municipio de Ambalema, en la Urbanización Villa Eduardo. Por lo que no es posible copiar la metodología del todo para otro tipo de proyectos, pues también se tuvo en cuenta la incidencia de errores del interventor para ciertos procesos.

- Por último, esta guía contiene parámetros extraídos de la norma explicados y sintetizados para que sean más explícitos a como está reflejado en la normativa. Adicionalmente, esta guía se apoya en tablas, gráficos e imágenes para que la explicación sea más dinámica. Además, este documento se desarrolla en la explicación de las labores del interventor y en paralelo con las del contratista en cada proceso para que queden definidos los roles y labores de una manera mas clara.

2. DIRIGIDO A

Este documento está dirigido a los residentes de interventoría técnica, que desarrollan labores en el proyecto de viviendas de interés social de un piso en mampostería confinada en el municipio de Ambalema, Tolima en la Urbanización de Villa Eduardo. Los cuales, deben tener criterios concisos de aceptación y rechazo para la revisión de las labores técnicas de las viviendas durante y después de finalizada cada etapa que conlleva el realizar estas casas.

Estos criterios se pueden afianzar con la presente guía, que describe a detalle los parámetros para recibir en cada etapa, que a su vez está acompañada con una lista de chequeo de aceptación y rechazo que sirve de soporte para las labores de la interventoría. Y un diagrama de flujo que explica a grandes rasgos las etapas de construcción para que el interventor tenga una idea generalizada del proceso que conlleva construir estas viviendas.

3. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS

Para realizar el siguiente instructivo se tuvieron en cuenta las siguientes normas:

- NSR-10 título C, D y E.
- ICONTEC, NTC 2050; NTC 673; NTC 2289; NTC 296, NTC 4205, NTC 2050, NTC 4026, NTC 3493, NTC 3495, NTC 3502, NTC 3329 (ASTM C270), NTC 3356 (ASTM C1142)
- RAS 2000 título J
- Ministerio de Minas y Energías, RETIE resolución 90708 de 2013
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Resolución 1856 de

4. GLOSARIO

Formaleta: también conocido como cimbras o encofrados son elementos que sirven como moldes, hechos en su mayoría en madera o en metales y en algunos casos las formaleta pueden ser mixtas, las cuales se entrelazan para formar piezas en concreto ya sean estructurales o no, esto con el fin de cumplir con las formas planteadas en los diseños.

Plomada: elemento conformado de una cuerda y una pesa de cualquier metal, por lo general es plomo, este elemento tiene forma cilíndrica y en su parte inferior es cónica. Este instrumento sirve para conocer el grado de inclinación de los elementos, como muros o columnas, ya que este marca una línea totalmente vertical.

Cimentación: etapa inicial en la construcción de cualquier estructura, que consiste en excavar según los diseños, para elaborar los cimientos de la estructura que son los encargados de trasmitir las cargas vivas y muertas de toda la construcción.

Caballete: instrumento elaborado a partir de trozos de madera, los cuales conforman un arco o travesaño, que ayudan a sostener los hilos que delimitan las distancias, ya sean para zanjas, muros o demás elementos, además estos elementos sirven para ayudar en el nivel del terreno y de referencia.

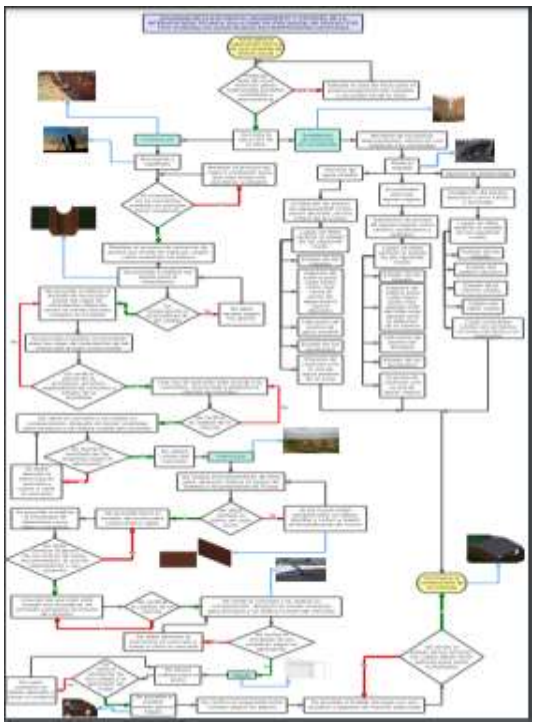
Zanja: es una excavación que por lo general se realiza en la etapa de cimentación para establecer los cimentos de la construcción, pues se caracteriza por ser larga y poco ancha (depende del diseño).

5. DIAGRAMA DE FLUJO Y LISTA DE CHEQUEO

5.1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESO CONSTRUCTIVO EN CADA ETAPA

A partir de la información encontrada en campo y expresada en graficas se realizó el diagrama de flujo, que explica los pasos fundamentales para elaborar una vivienda de interés social, y en que parte se debe aceptar o rechazar dichas actividades para que los profesionales residentes de interventoría obtengan un criterio en cada etapa de la construcción. Además, este diagrama sirve para conocer a grandes rasgos como está conformada la guía técnica que más adelante se mostrará.

Imagen 1 Diagrama de flujo del proceso constructivo



https://drive.google.com/file/d/1qM9GdKDN953ymk5A2Pg2Jahw8dUBLOos/view?usp=sharing

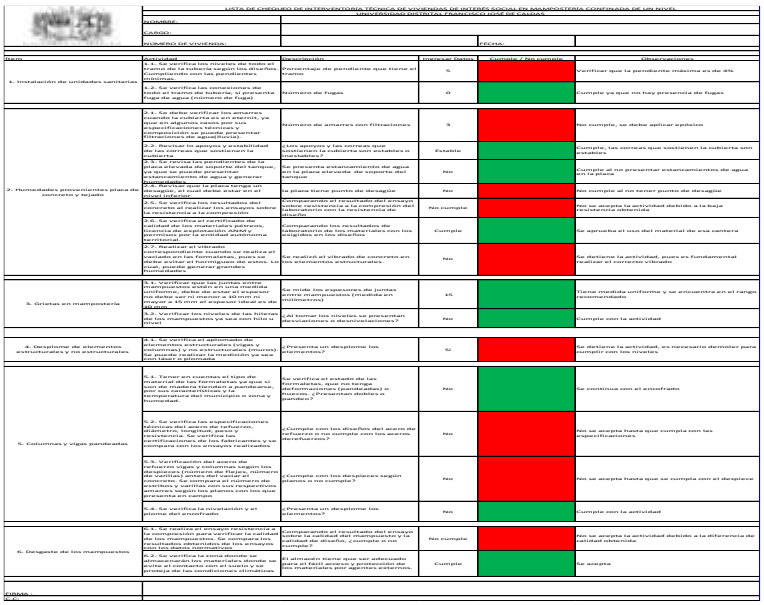
Fuente: los autores

5.2. LISTA DE CHEQUEO PARA LA ACEPTACION Y RECHAZO

Por otra parte, se elaboró una lista de chequeo para la aceptación y rechazo de las actividades que más falencias presentaban en campo que servirá de apoyo al profesional residente en interventoría. Esta lista se realizó a partir de las encuestas realizadas a cada vivienda construida en el proyecto, pues se hicieron graficas representativas que ayudaron a visualizar las principales fallas en la obra.

Esta lista de chequeo cuenta con cuadros iniciales para llenar los datos de quien la está usando, después se encuentra una serie ítems, con una descripción, el usuario debe llenar la columna que dice ingresar datos y una vez ingresados los datos la plantilla arrojara un color ya sea verde para informar de que la actividad se encuentra bien realizada o rojo para determinar que se debe realizar la actividad para subsanar. Esta lista sirve como soporte para evidenciar las falencias y así mostrar al constructor las posibles fallas que tenga en cada actividad.

Imagen 2 Lista de chequeo



LISTA DE CHEQUEO DE INTERVENTORIA TECNICA DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL EN MAMPOSTERIA CONFINADA DE UN NIVEL UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO PROYECTO FASE DE CASAS

NOMBRE:
CARGO:
NUMERO DE VIVIENDA:
FECHA:

Item	Actividad	Descripción	Ingresar Datos	Cumple / No cumple	Observaciones
1. Instalación de unidades sanitarias	1.1. Se verifica los niveles de todo el tramo de la tubería según los diseños Cumpliendo con las pendientes exigidas.	Porcentaje de pendiente que tiene el tramo	1		Verificar que la pendiente máxima es de 4%.
	1.2. Se verifica las conexiones de aparatos sanitarios para evidenciar fuga de agua (número de fuga)	Número de fugas	0		Cumple ya que no hay presencia de fugas
2. Humedades provenientes placa de concreto y tejado	2.1. Se debe verificar los amarres cuando la cubierta es en eternit, ya que en algunos casos por su composición se puede presentar filtraciones de agua(lluvia)	Número de amarres con filtraciones	1		No cumple, se debe aplicar epóxico
	2.2. Revisar lo apoyos y estabilidad de las correas que sostienen la cubierta	¿Los apoyos y las correas que sostienen la cubierta son estables o inestables?	Estable		Cumple, las correas que sostienen la cubierta son estables
	2.3. Se revisa las pendientes de la placa elevada de soporte del tanque, ya que se puede presentar estancamientos de agua y generar humedades	Se presenta estancamiento de agua en la placa elevada de soporte del tanque	No		Cumple al no presentar estancamientos de agua en la placa
	2.4. Revisar que la placa tenga un punto de desagüe que debe estar en el nivel inferior	la plana tiene punto de desagüe	No		No cumple al no tener punto de desagüe
	2.5. Se verifica los resultados del concreto al realizar los ensayos sobre la resistencia a la compresión	Comparando el resultado del ensaye sobre la calidad del mampuesto y la resistencia de diseño	No cumple		No se acepta la actividad debido a la baja resistencia obtenida
	2.6. Se verifica el certificado de calidad del concreto premezclado, licencia de explotación de la(s) y permisos por la entidad autónoma regional.	Comparando los resultados de laboratorio de los materiales con los exigidos en los diseños	Cumple		Se aprueba el uso del material de esa ventera
	2.7. Realizar el vibrado correspondiente cuando se realice el vaciado en las formaletas, pues se puede generar grandes huecos. La mal, puede generar grandes humedades	Se realizó el vibrado de concreto en los elementos estructurales.	No		Se detiene la actividad, pues es fundamental realizar el correcto vibrado
3. Grietas en mampostería	3.1. Verificar que las juntas entre hiladas de bloques sean de espesor uniforme; debe de estar el espesor no debe ser ni menor a 10 mm ni mayor a 15 mm el espesor ideal es de 12 mm	Se mide los espesores de juntas entre mampuestos (medida en milímetros)	±5		Tiene medida uniforme y se encuentra en el rango recomendado
	3.2. Verificar los niveles de las hiladas de los mampuestos ya sea con hilo o nivel	¿Al tomar los niveles se presentan desviaciones o desniveliciones?	No		Cumple con la actividad
4. Desplome de elementos estructurales y no estructurales	4.1. Se verifica el aplomado de elementos estructurales (pórticos y columnas) y no estructurales (muros). Se puede realizar la medición ya sea con nivel o plomada	¿Presenta un desplome los elementos?	Si		Se detiene la actividad, es necesario demoler para cumplir con los niveles
5. Columnas y vigas pandeadas	5.1. Tener en cuentas el tipo de material de las formaletas ya que el mismo puede ser absorbente, por sus características y la temperatura del municipio o zona y humedad	Se verifica el estado de las formaletas, que no tenga deformaciones (pandeadas) o huecos. ¿Presentan dobles o rebles?	No		Se continua con el encofrado
	5.2. Se verifica las especificaciones técnicas del acero de refuerzo, diámetro, longitud, para y estribos, según los diseños y certificaciones de los fabricantes y se compara con los ensayos realizados	¿Cumple con los diseños del acero de refuerzo o no cumple con los aceros derefuerzos?	No		No se acepta hasta que cumpla con las especificaciones
	5.3. Verificación del acero de refuerzo vigas y columnas según los despieces (se recomienda tomar un número de varillas) antes del vaciar el concreto. Se compara el número de varillas y la ubicación de las mismas antares según los planos con los que presenta en campo	¿Cumple con los despieces según planos o no cumple?	No		No se acepta hasta que se cumpla con el despiece
	5.4. Se verifica la nivelación y el plomo del encofrado	¿Presenta un desplome los elementos?	No		Cumple con la actividad
6. Desgaste de los mampuestos	6.1. Se realiza el ensaye resistencia a la compresión para verificar calidad de los mampuestos. Se compara los resultados obtenidos de los ensayos con los diseños	Comparando el resultado del ensaye sobre la calidad del mampuesto y la resistencia de diseño, ¿cumple o no cumple?	No cumple		No se acepta la actividad debido a la diferencia de calidad obtenida
	6.2. Se verifica la zona donde se almacenan los materiales donde se evite el contacto con el suelo y se proteja de las condiciones climáticas	El almacén tiene que ser adecuado para el fácil acceso y protección de los materiales por agentes externos	Cumple		Se acepta

CAMBIO:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1M7kzGrccUW2BatnxN_1WjfZJIpeT-3p1/edit?usp=sharing&ouid=117836414599679634946&rtpof=true&sd=true

Fuente: los autores

6. GUÍA DE INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA CASAS DE UN PISO TIPO VIS

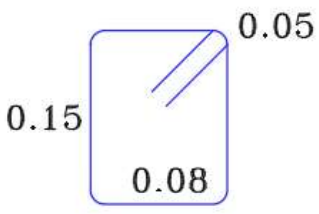
6.1. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Antes de empezar con cualquier etapa de la construcción de viviendas en mampostería confinada, es pertinente saber que el interventor debe conocer de los materiales idóneos para esta labor y debe encargarse de la revisión con el fin de asegurar de que estén en buen estado para su uso en la construcción. Por lo tanto, en este documento se mencionarán algunos de los materiales más usados en esta clase de obras, con sus características, algunas pruebas que ayudarán a descartar materiales en mal estado, entre otros aspectos.

6.1.1. Aceros y armaduras

Se conoce como armadura a la estructura compuesta por varillas corrugadas y estribos mejor conocidos como flejes. Los flejes deben estar figurados de fábrica o en su defecto doblarse con la herramienta adecuada en obra, es importante doblar los extremos de los estribos a 45° hacia adentro de este (en la esquina final del estribo) para evitar de que estos se abran en caso de un sismo, los ganchos de los estribos en una armadura deben ir de manera alternada, el espaciado de los estribos debe estar en distancias uniformes a 50 cms uno del otro. Cuando estos están cerca de la intercesión de columnas de amarre y de vigas de amarre la distancia entre estribos debe disminuir a la mitad (25 cm) para evitar un exceso de hierros y al momento de verter concreto los agregados tengan el espacio suficiente de penetrar todo elemento.

Imagen 3 Representación de fleje en plano



FLEJES #3 L=0.56 C/.15

Fuente: los autores

Aparte de los flejes, están las varillas de acero de refuerzo o acero corrugado. Aunque la norma admita el uso de varillas lisas (NSR-10), se aconseja usar las varillas de acero corrugado, ya que, estas se adhieren con mayor facilidad a la mezcla de concreto y crean una mayor tensión mecánica, esto es necesario para que la estructura tenga una mejor respuesta ante un sismo. Por otra parte, las varillas cuentan con unas características, que se deben revisar por medio de una nomenclatura que toda varilla debe llevarla inscrita.

Esta nomenclatura tiene que cumplir con los estándares de calidad de las normas ICONTEC, que a su vez debe cumplir con la NTC 2289, la cual, habla de la resistencia mínima de las varillas, la composición química adecuada para la adherencia con la mezcla de concreto, la información básica que se debe brindar para una orden de compra, y, por último, con los ensayos que se deben realizar para la aprobación del producto. Adicionalmente, la resolución 1856 de 2017, reconoce a la norma técnica colombiana (NTC) como ente regulador de los aceros usados para la construcción, y deja claro que es obligación del fabricante colocar el país de origen de la varilla, entre otras características, y que la información esté en español, estas son alguna de las cosas que la NTC 2289 no exige y más bien lo deja opcional, haciendo que la resolución termine definiendo ciertos puntos específicos. (INCONTEC, 2007)

También, se establece que el comprador puede solicitar y que a su vez tiene como deber solicitar los certificados de ICONTEC tanto de cumplimiento de NTC 2289, como de también de la resolución 1856 de 2017. Así mismo, la NTC 2289 muestra las dos formas en la que puede estar la información básica de cualquier varilla, ya sea en sistema inglés o en sistema internacional.

En la siguiente imagen se puede observar que se trata de una varilla en sistema inglés, la cual indica que fue fabricada en Colombia, seguido del logotipo del fabricante, con el número de asignación que en este caso es “8”, es decir de una (1”) pulgada (esto se puede evidenciar en las tablas de varillas), luego se indica el tipo de acero, lo cual, indica si son Soldables (la W significa “welding”, en Inglés “soldable”) y, la fluencia mínima de grado que para ejemplo de la imagen es de 60.000 psi (Expresado en miles de PSI - Libras por pulgada cuadrada), esta resistencia hace referencia a la fuerza máxima que se le puede aplicar a la varilla antes de que ésta llegue al campo plástico, en otras palabras después de los 60.000 psi la varilla se deformará y esta no podrá recuperar su forma original.

Figura 1 Nomenclatura para varillas en el sistema ingles

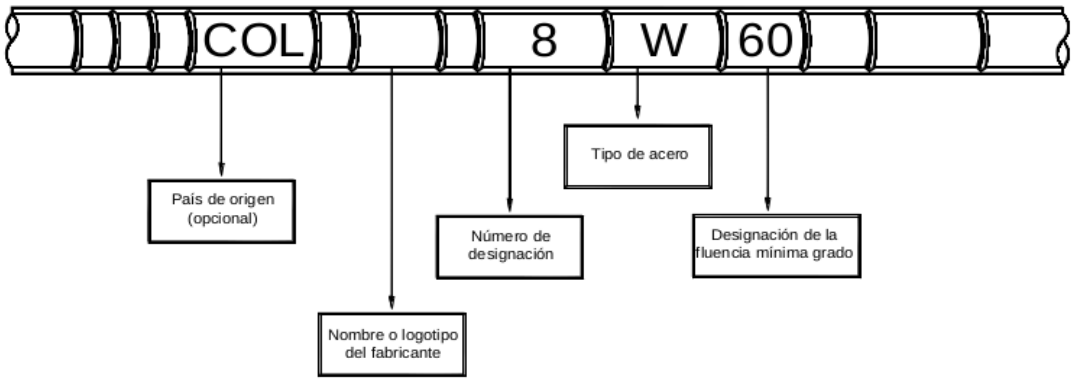


Figura B.1. Ejemplo para el marcado de barras en sistema inglés

Fuente: (INCONTEC, 2007)

Cabe destacar, que el número de designación procede de una tabla de aceros, el cual, se puede encontrar en la NSR-10 Titulo C, acá el numero 8 es igual a una pulgada que a su vez cuenta con ciertas características que nos pueden ayudar en diversos cálculos. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Tabla 1 Dimensiones nominales de las barras de refuerzo (Diámetros basados en octavos de pulgada)

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	Dimensiones nominales			Masa Kg/m
		Diámetro mm	Área mm^2	Perímetro mm	
No. 2	¼”	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8”	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	½”	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8”	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	¾”	19.1	284	60.0	2.235

No. 7	7/8”	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1”	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8”	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4”	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8”	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4”	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4”	57.3	2581	180.1	20.240

Nota: *El No. De la barra indica el número de octavos de pulgada del diámetro de referencia*

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

En la siguiente imagen se muestra una varilla basada en el sistema internacional, el cual funciona con mm (milímetros). Se puede observar que la varilla fue hecha en Colombia, que sigue el logo del fabricante, el número de designación que para este caso es de 9M (9 mm en diámetro nominal), que la “W” indica el tipo de acero que para este caso es soldable como ya se había mencionado, y 420 Mpa que es su resistencia máxima antes de llegar a estado plastico. (INCONTEC, 2007)

Figura 2 Nomenclatura para varillas en el sistema internacional

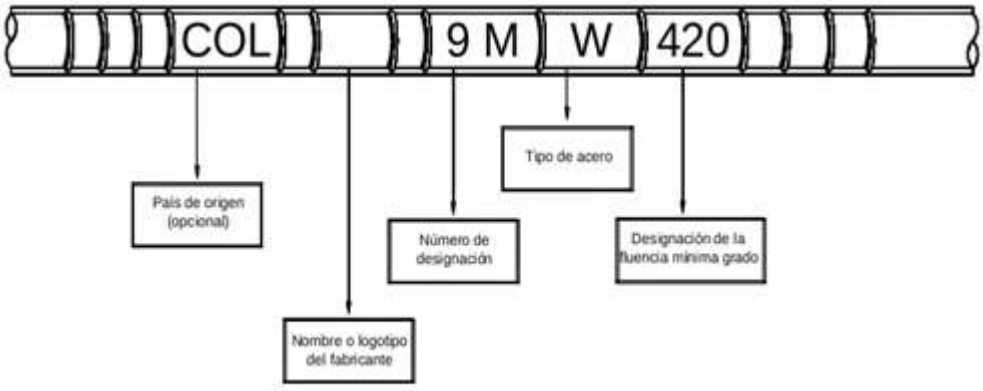


Figura B.2. Ejemplo para el marcado de barras en sistema internacional

Fuente: (INCONTEC, 2007)

Cabe mencionar, que, para el sistema internacional, también, existe una tabla que relaciona las características de la varilla con respecto al diámetro basado en milímetros, como se muestra a continuación.

Tabla 2 Dimensiones nominales de las barras de refuerzo (Diámetro basado en milímetros)

Designación de la barra (véase la nota)	DIMENSIONES NOMINALES			Masa Kg/m
	Diámetro mm	Área mm^2	Perímetro mm	
6M	6.0	28.3	18.85	0.222
8M	8.0	50.3	25.14	0.394
10M	10.0	78.5	31.42	0.616
12M	12.0	113.1	37.70	0.887
16M	16.0	201.1	50.27	1.577
18M	18.0	254.5	56.55	1.996
20M	20.0	314.2	62.83	2.465
22M	22.0	380.1	69.12	2.982
25M	25.0	490.9	78.54	3.851
30M	30.0	706.9	94.25	5.544
32M	32.0	804.2	100.53	6.309
36M	36.0	1017.9	113.10	7.985
45M	45.0	1590.4	141.37	12.477
55M	55.0	2375.8	172.79	18.638

Nota *La m indica que son diámetros nominales en mm.*

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Para finalizar, se presenta una tabla de los diámetros de los aceros más comunes para la construcción de viviendas en mampostería confinada, y dependiendo de cada diámetro su uso varia en la estructura, esto puede usarlo el interventor para identificar el uso más común de cada acero, con respecto a los elementos a construir en cada etapa.

Tabla 3 Identificación del acero

Numero	Pulgadas	Observaciones
2	¼”	Usado para los estribos o flejes
3	3/8”	Usado para el refuerzo longitudinal
4	½”	Usado para el refuerzo longitudinal

Fuente: (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, 2001)

6.1.2. Encofrados (Formaleta)

Son moldes que sirven para dar forma a las estructuras donde se depositará la mezcla de concreto, las estructuras más frecuentes son las columnas y vigas de amarre. Antes de empezar se debe evitar que el acero entre en contacto con el encofrado, para ello se debe colocar separadores (panelas) de mortero de 3 cm en cada cara de la formaleta, esto evita que la armadura se exponga y así se evita la oxidación y se asegura la correcta trasmisión de fuerzas. Estos se deben colocar con alambres y no es recomendable usar rocas, madera, u otros como separadores, ya que tienden a moverse y en el caso de la madera genera una debilidad en la estructura, pues esta se pudre con el asar del tiempo. Los separadores deben colocarse cada 50 Cm y alternándose con los lados o bordes de la canastilla.

El encofrado debe estar totalmente unido para asegurar la estabilidad de todo el molde para que así actúe como un único elemento al momento del vertido de la mezcla de concreto, asegurando una buena forma del elemento, y la estructura no esté comprometida afectando la capacidad de carga de esta. Las formaletas se deben revisar antes y después de cada vertido de concreto, se debe verificar que estas no presenten ondulaciones, laceraciones y/o huecos que impidan la fuga de la mezcla de concreto, adicionalmente, se debe revisar las uniones de las formaletas. Por último, se recomienda el uso de removedor de formaleta para evitar que las piezas del molde se queden adheridas a la mezcla, una vez seca. No se recomienda el uso de ACPM, a pesar de que se usa con gran frecuencia, ya que este elemento puede afectar la composición química de la mezcla de concreto reduciendo su resistencia.

6.1.3. Concreto

Los concretos son una parte fundamental de todas las construcciones y la preparación de este varía según el elemento de la estructura, y de la resistencia por la que fue diseñado. Por ejemplo, la proporción de la mezcla de cemento más usada es la 1:2:3. Esto es un saco de cemento (50kg), dos porciones de arena limpia y seca (del mismo saco de cemento), tres porciones de gravilla esta gravilla tiene un máximo de 18mm de diámetro, esta mezcla tiene 35 litros de agua limpia dulce (esta debe ser de consumo humano), ya que, si esta cuenta con otros minerales puede afectar la resistencia de la mezcla, esta mezcla teóricamente asegura una resistencia a la compresión de 3000 Psi, esta mezcla se puede usarse en algunos elementos según las exigencia de los diseños, para el caso de las viviendas del proyecto alcanzan a cumplir con lo establecido en los planos estructurales. Sin embargo, se mostrará una tabla extraída de la del manual de AIS, donde muestra las mezclas más usadas según los elementos de una vivienda. (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, 2001)

Tabla 4 Dosificación del concreto

Elementos	Cemento	Arena lavada	Grava
Bases	1 parte	2 partes	2 ½ partes
Columnas y vigas	1 parte	2 partes	2 partes
pisos	1 parte	2 partes	3 partes
dinteles	1 parte	2 partes	3 partes

Fuente: (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, 2001)

Por otro lado, es importante conocer la resistencia de cada mezcla para que estas se puedan usar dependiendo de su diseño y revisar cual sería la más conveniente, para que cumpla con los diseños y los ensayos.

Tabla 5 Dosificación de concretos con sus resistencias

Cantidades (Cmt-Ar-Gr)	Resistencia			Cemento Kg (Cmt)	Arena M^3 (Ar)	Grava M^3 (Gr)	Agua Lts (promedio)
	Kg/Cm^2	Psi	Mpa				

1-2-2	280	4000	27	420	0.67	0.67	190
1-2-2-2.5	240	3555	24	380	0.60	0.76	180
1-2-3	226	3224	22	350	0.55	0.84	170
1-2-3.5	210	3000	20	320	0.52	0.90	170
1-2-4	200	2850	19	300	0.48	0.95	158
1-2.5-4	189	2700	18	280	0.55	0.89	158
1-3-3	168	2400	16	300	0.72	0.72	158
1-3-4	159	2275	15	260	0.63	0.83	163
1-3-5	140	2000	14	230	0.55	0.92	148
1-3-6	119	1700	12	210	0.50	1.00	143
1-4-7	109	1560	11	175	0.55	0.98	133
1-4-8	99	1420	10	160	0.55	1.03	125

Nota: *siempre se estima un 9% para el agua en cualquier dosificación.*

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010

Cabe destacar que, las mezclas de hormigón no se deben hacer directamente en el suelo pues esto puede afectar seriamente la composición del concreto, lo ideal es hacerla en una superficie de hormigón, plástico o madera, limpios de cualquier otro material diferente a la mezcla. Se puede hacer la mezcla de dos maneras a mano o en concretera “trompo”, en caso de que no venga preparada desde la planta. Si la mezcla se hace a mano se recomienda primeramente realizar un mezclado preliminar de la arena, gravilla y de cemento en seco mezclándose con pala, de un punto a otro asegurando una mezcla homogénea, con una buena apariencia, posteriormente, se hará un hueco en el centro de esta y se verterá el agua mezclando en numeradas ocasiones con una pala.

Pero, el interventor deberá asegurarse de que esta haya quedado bien y para ello se debe hacer la siguiente prueba, se debe tomar un puñado de hormigón con la mano si se escurre agua de la mano es que está muy fluida, si la mezcla se parte y tiene apariencia seca es porque le falta agua para que la mezcla este correcta esta tiene que ser capaz de

adquirir la forma de una bola sin deformarse. Esta prueba no significa que se pueda evitar el ensayo a la compresión, y se hace énfasis en que cada vez que se vierta concreto o cada vez que se haga una mezcla de concreto que tenga como finalidad conformar un elemento estructural, se tiene que tomar muestras para realizar ensayos a la compresión y comprobar la calidad de la mezcla en laboratorio. El hormigón debe usarse en menos de una hora para evitar que este se dañe

El ensayo a la compresión es una obligación compartida entre el constructor e interventor, los cuales deberán tomar 3 especímenes diferentes cada uno (interventoría y constructor) y preferiblemente se deberán ensayar en laboratorios distintos. La frecuencia con la cual se tomarán las muestras será cada día, por cada $110M^3$ o por cada $460M^2$ de losas o muros.

También, se debe tener en cuenta, que la toma de muestras se realiza en el transcurso del vertido del concreto, por lo que todas estas muestras se deben extraer de inmediato y no pueden tener una diferencia de más de 15 minutos desde que se toma la primera muestra con respecto a la última. Por último, el tamaño de muestras según la norma NTC 673 es de 150 mm de diámetro por 300 mm de esbeltez en caso de que no se pueda cumplir con estas medidas se deberá optar por dimensiones de 100 mm de diámetro por 200 mm de esbeltez. (INCONTEC, 2010)

Además, los elementos de confinamiento como vigas y columnas deben tener una resistencia a la compresión del concreto de $17.5\ \mathrm{Mpa} = 175\ \frac{\mathrm{Kgf}}{\mathrm{cm}^2} = 2500\ \mathrm{Psi}$. Esto se tiene que verificar por medio de ensayos de compresión a los 28 días, para revisar si cumple con la resistencia mencionada anteriormente.

Otro punto a tener en cuenta, es que si el encofrado es en madera esta se debe mojar para evitar que la madera absorba el agua de la mezcla, se debe compactar la mezcla dando pequeños golpes al encofrado con un martillo de goma, una varilla o también se puede con una aguja vibradora, que es lo ideal. Si la mezcla carece de agua esta no se le debe agregar más agua, se debe optar por hacer una nueva mezcla. Para el caso de las columnas solo se recomienda fundir por día 1,20 metros, esto se debe hacer en capas de 30 a 50 cm (con el fin de evitar huecos estructurales). Se debe hacer un curado durante los 3 días siguientes, pasados los 3 días se podrá retirar la formaleta de la estructura y también se debe seguir vertiendo agua en la estructura por otros 7 días más mojándola y cubriéndola con un plástico para evitar que el agua se evapore. (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, 2001)

Por último, existe un concreto denominado concreto ciclópeo, comúnmente usado en la limpieza de cimentaciones, que es la capa de concreto pobre o es usada en partes donde no se requiere de mucha resistencia a la compresión, ya que esta mezcla ofrece poca resistencia. Para elaborar este concreto se recomienda el uso de piedras de 10 a 30cms de diámetro, a su vez, la proporción de hormigón y roca debe ser de 60% hormigón y 40% roca.

6.1.4. Morteros

Los morteros cuentan con una dosificación diferente a la de los concretos, ya que no se requiere del mismo nivel de resistencia, además esta mezcla necesita ser más manejable para el pegue de los ladrillos, esta tiene que asegurar una resistencia mayor a la de los mampuestos según la (NSR-10). Este tipo de mezcla cuenta con su tabla de dosificación y, con sus ensayos los cuales, tiene que ser igual o superior 7.5 Mpa (75 kgf/cm^2), la medida de los cilindros para los ensayos del mortero es de 75 mm de diámetro por 150 mm de altura. Su dosificación entre material cementante (cemento y cal) respecto a la arena cernida por malla No. 8, no puede ser inferior a 1:4 en volumen, según se muestra en la tabla de dosificaciones n.

Tabla 6 Dosificación de morteros y concretos

Dosificación de morteros		
Proporción	**Cemento Kg**	**Arena M3**
1:2	610	0.97
1:3	454	1.09
1:4	364	1.16
1:5	302	1.20
1:6	261	1.20
1:7	228	1.25
1:8	203	1.25
1:10	166	1.25
1:12	141	1.25

Nota: *siempre se estima un 9% del total de la mezcla para el agua en cualquier dosificación.*

Fuente: (CONSTRUYENDO SEGURO, 2018)

Sin embargo, existe una tabla en la NSR 10 para los morteros de pega, donde se basa en la NTC 3329 (ASTM C270), la cual habla de las condiciones mínimas de cada mortero de pega dependiendo de su resistencia a la compresión, para el mortero premezclado debe cumplir con la norma NTC 3356 (ASTM C1142). En general estas mezclas deben tener buena plasticidad, consistencia y retener el agua mínima para la hidratación del cemento, junto con la adherencia a los mampuestos para un buen acabado.

Tabla 7 Clasificación de los morteros de pega por tipo, propiedades o por proporción

Mortero tipo	Especificación de los morteros por propiedad			Especificación de los morteros por proporción				
	Resistencia mínima a la compresión f'_{cp} Mpa	Flujo en (%)	Retención mínima de agua	Cemento portland	Cal hidratada	Cemento para mampostería	Arena/Material cementante	
							Min.	Max.
H	22.5	115-125	75%	1	0.25	No aplica	2.00	2.5
M	17.5	115-125	75%	1	0.25	No aplica	2.25	3.0
				1	No aplica	1	2.25	2.5
S	12.5	110-120	75%	1	0.25 a 0.50	No aplica	2.5	3.5

				0.5	No aplica	1	2.5	3.0
N	7.5	105-115	75%	1	0.5 a 1.25	No aplica	3.0	4.5
				0	No aplica	1	3.0	4.0

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

6.1.5. Ladrillos

Existen distintos tipos de ladrillos, pero en general los ladrillos están hechos de arcilla cocida en forma rectangular, de color uniforme, sin deformación y sin grietas que pueden tener diversas medidas, las cuales dependen de la normativa de cada país, algunos cuentan con huecos verticales u horizontales, otros son totalmente sólidos, también existen ladrillos en concreto. Los ladrillos de perforaciones verticales deben tener una superficie menor del 50% perforada (< 50%) y el ancho mínimo de un ladrillo debe ser de 15 cms. Como dato a tener en cuenta, nunca se deben usar bloques de perforaciones horizontales, para muros en mampostería confinada.

Para garantizar la calidad de un ladrillo se debe hacer las siguientes pruebas, rallar un ladrillo con un cuchillo, si es de buena calidad no se rallará fácilmente. Los ladrillos al golpearlos entres si deben producir un sonido metálico. La prueba de los tres puntos, una persona debe subirse en ladrillo apoyado por otros dos si se rompe es de mala calidad por lo que deberá descartarse dichos ladrillos. Por último, se debe comprobar que las dimensiones del bloque sean las permitidas según la NTC 296. A continuación, se muestra la relación de dimensiones aceptadas para bloques de modulación horizontal.

Tabla 8 Medidas estándar para bloques horizontales

Medida modular Altura x Ancho x Longitud (Cm)	Medidas reales Altura x Ancho x Longitud (Cm)
6 x 15 x 30	6 x 14 x 29
10 x 15 x 30	10 x 14 x 29
15 x 20 x 40	15 x 19 x 39

20 x 20 x 40	20 x 19 x 39

Fuente: (INCONTEC international, 2000)

6.2. CIMENTACIÓN

El primer paso para la construcción de las viviendas y de la gran mayoría de obras civiles es la cimentación. Para iniciar, se debe organizar los espacios del terreno, pues se debe seleccionar donde estará el punto de acopio para las basuras que generará la obra, también conocido como residuos de construcción y demolición (RCD), donde estará el depósito de materiales, donde estará el ingreso y salida de la obra para que el transporte de materiales sea de corto trayecto y se reduzca el tiempo de obra y se haga una labor más efectiva, la cafetería para el personal y las oficinas que darán un orden en la obra. También, se debe encerrar la obra con lona para diferenciar el espacio de trabajo, esta labor debe planearse entre el interventor y contratista.

Posteriormente, se debe realizar el descapote del terreno, sin embargo, siempre habrá que nivelar el terreno, el lote debe estar delimitado por el profesional en topografía, por medio de estacas, estos puntos deben ser comprobados por el interventor. Después, se deberá retirar la capa vegetal para asegurar una mínima incidencia de humedad, esto se debe hacer hasta conseguir un terreno uniforme y limpio de toda maleza. Cabe destacar, que, dependiendo de la topografía del terreno, se debe definir si esta labor se hace con maquinaria amarilla, o con mano de obra (personal con herramienta menor, como azadones, palas y picas), pues esto puede cambiar los tiempos y el valor de la obra notablemente. A continuación, se muestran los pasos para nivelar un terreno y realizar el proceso de la cimentación:

6.2.1. Constructor para el proceso de cimentación

- Para verificar si un suelo está totalmente nivelado, se debe definir una cota base, la cual, debe definirse por el profesional de topografía y que a su vez también sirve de punto de referencia, este punto debe reposar en un objeto solido que no se remueva con facilidad, o en menor medida hasta que finalice con la obra, ya que este punto es el inicio de la obra.
- Posteriormente, se debe plantar diferentes estacas en el terreno, estas pueden ser de madera o varillas de acero, esto es para delimitar los límites de la vivienda. Es de gran importancia que el interventor se encargue de verificar que las estacas cubran la totalidad del terreno donde se construirá la casa, y que estas medidas coincidan con las de los planos de diseño.
- Luego, se tomará el punto base (esto se define como altura testigo) y se trasladará las estacas colocadas en campo, la medida se debe tomar con dos personas. esto se hará con una manguera de nivel, cada persona debe agarrar un extremo de la

manguera que tiene como características el ser trasparente, de material plástico, flexible, de gran longitud, y preferiblemente gruesa para que soporte las condiciones de la obra. Para trasladar el punto con la manguera de nivel, se debe rellenar la manguera con agua limpia, y al clima (la variación de temperatura en el agua puede causar alteraciones en las medidas, ya que este método se aprovecha de la propiedad de vasos comunicantes). Se debe verificar antes de tomar la medida de que la manguera no tenga burbujas, tampoco, puede ser pisada o doblada, ya que, esto impide el flujo de agua en la manguera, comprometiendo la medida original y afectando la nivelación del terreno.

- Después de revisar las recomendaciones anteriormente mencionadas, se procede a tomar la manguera y comparar la superficie de la manguera llena de agua a un extremo junto con el punto original y al otro extremo de la manguera junto con la estaca colocada, se debe observar que en los extremos de la manguera el agua forma una pequeña curva cóncava, la cual, se debe tomar la medida en el punto más bajo de la curva para evitar errores.
- Se debe comparar que el punto base, este al mismo nivel del agua y que la estaca también este igual a la superficie de agua con su curva. Se recomienda marcar el punto con un hilo, bien amarrado de manera que no se pueda mover, pues si se hace la marca con un marcador puede correr el riesgo de que esta se borre y se deba repetir el procedimiento mencionado. Este procedimiento se debe hacer, hasta que todas las estacas estén marcadas, de tal forma que se pueda medir el nivel en toda el área.
- Posteriormente, se debe colocar un hilo (preferiblemente en nailon) y amarrarlo con las diferentes estacas, y verificar las medidas del suelo al hilo o puntos marcados para ver las diferencias del terreno, con la ayuda de un fluxómetro. Por último, se recomienda que la medida entre más alejada con respecto al suelo más precisa será (altura del hilo con respecto al suelo). Se recomienda, que el profesional tenga como mínimo un margen de 30 Cm entre el suelo y los puntos y/o hilos.
- Después, se deben colocar caballetes en los extremos donde se harán las zanjas de la cimentación don estarán las vigas de los cimientos. Los caballetes que son arcos pequeños en madera se pueden marcar las líneas de replanteo, como también, pueden usarse para los bordes de la cimentación y de los muros. Los puntos en la línea del caballete se pueden hacer con un trozo de hilo. Se debe colocar los hilos de extremo a extremo entre caballetes para que estos hilos sirvan de guía en la excavación. Cabe recordar, que las marcas de la cimentación son más anchas que la de muros, como ya se había mencionado, las zanjas de cimentación tienden a ser más anchas a lo diseñado, por el espacio de las formaletas. En este punto se puede iniciar con la excavación de las zanjas, ya sea manualmente o con una pala de retro excavadora adecuada al ancho de la trinchera.

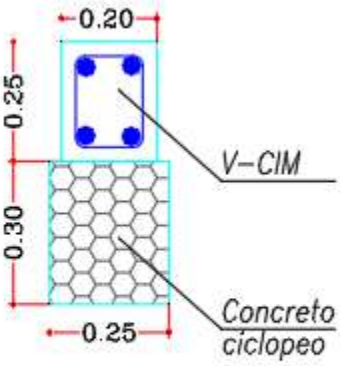
Imagen 4. Representación de zanja para la cimentación de una vivienda



Fuente: los autores

- Después, de excavar las zanjas, y de que estas cumplan con la profundidad de los diseños, se debe fundir la primera parte del cimento que es en concreto ciclópeo de 30cms, que es el concreto pobre que ya se había mencionado. Por lo general, estas se hacen sin encofrado (instalación de formaleta). Para este tipo de mezcla se recomienda el uso de piedras de 10 a 30cms de diámetro, y a su vez, la proporción de hormigón y roca debe ser de 60% hormigón y 40% roca.

Imagen 5 Representación en perfil de viga de concreto ciclópeo y viga de cimentación



DETALLE VIGA CIMENTACION
Y CONCRETO CICLOPEO

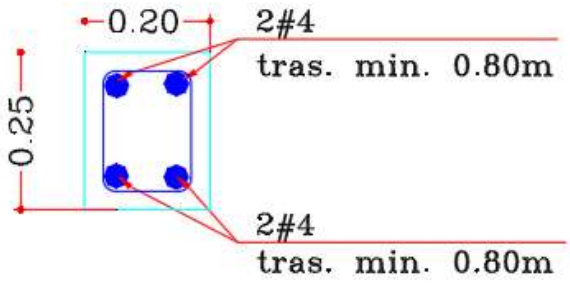
Fuente: los autores

- Luego se debe armar los aceros de las vigas de cimentación y posteriormente instalar el encofrado para las vigas, las cuales, estarán encima de las vigas de

concreto ciclópeo o suelo en concreto (todo dependiendo de los diseños). Por lo general esta formaleta está hecha de madera y están unidas entre sí, para que sirvan de molde y a su vez este no se mueva con facilidad. Cabe destacar que la formaleta de madera debe estar húmeda previo al proceso de vertido del concreto. Esto con el fin de evitar la pérdida de humedad en la mezcla. Para este caso las vigas de cimentación tendrán una altura de 25cms.

- Posteriormente, se debe fundir las vigas de cimentación, pero no sin antes revisar los traslapos tanto horizontales (vigas de cimentación), como los verticales (columnas) que deben estar debidamente amarrados con alambre en buen estado. Los traslapos se súper ponen 60 veces el diámetro de la varilla, esto se especifica en la NSR-10 y de esta forma se asegura la correcta trasmisión de las fuerzas de tracción.
- Se debe verificar que las armaduras de las vigas cuenten con sus separadores de concreto, estos deben ir como mínimo cada 50cms. Estos sirven para asegurar el recubrimiento de la armadura.

Imagen 6 Representación de perfil de aceros y de viga de cimentación

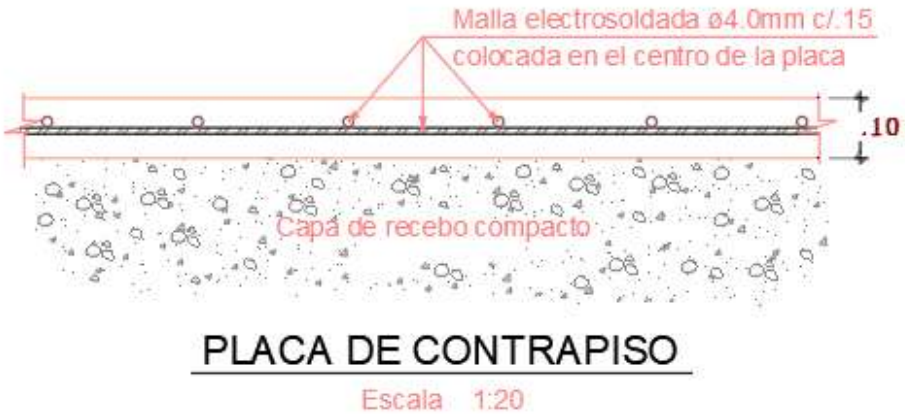


Fuente: los autores

- Las vigas de cimentación deben contar con una capa externa, aisladora de humedad, como una emulsión asfáltica, la cual ayuda a impermeabilizar a dichas vigas.
- después de construida la cimentación, se debe rellenar los huecos con material apto, y se procederá a nivelar el terreno o piso con capas de no más de 15 cm de tierra para que sea fácil compactarlo (ya que si son de mayor espesor podrían tener menos consistencia). Esta labor se puede realizar apisonándolo con una vibro compactadora conocida como “rana” o en el menor de los casos con pisones manuales.

- Por último, se deberá realizar el fundido de la placa de entre piso de 10 cm la cual tendrá malla electro-soldada. Cabe destacar, que este contrapiso no tendrá contacto con el resto de la estructura, siendo independiente a las cargas de la estructura.

Imagen 7 Representación de placa de concreto para vivienda



Fuente: los autores

Nota: *El no revisar la nivelación de un terreno y permitir que la construcción se haga en un terreno desnivelado puede afectar la horizontalidad de los elementos, lo que causaría una ineficiente distribución de cargas reduciendo su resistencia, o en el peor de los casos afectando su estabilidad y poniendo en riesgo la vida de los propietarios. También, se recomienda usar en esta etapa los planos de replanteo y no los arquitectónicos, ya que, cuentan con las líneas base o ejes para que la ubicación de las zanjas de la cimentación no se encuentre desajustada*.

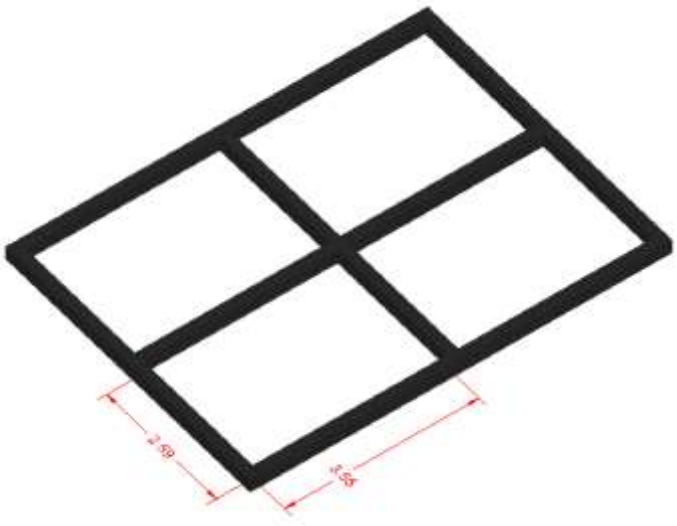
6.2.2. Interventoría para el proceso de cimentación

En caso de que el interventor se encuentre en el proceso de los ensayos de suelos (previo a la construcción) este deberá comprobar que se realice mínimo 1 apique por cada 3 unidades construidas o por cada 300 m2 de construcción a una profundidad mínima de 2 m. Además, el interventor debe realizar una serie de verificaciones como:

Si la relación de anillos de la cimentación largo sobre ancho es mayor que dos (Largo/Ancho>2) o si alguna de sus dimensiones interiores es mayor de 4,0 m (Distancia interior de la viga > 4m), debe construirse una viga intermedia en esa distancia, así no sirva de apoyo a ningún muro. Esto se hace con el fin de evitar una sobre carga del elemento.

La viga intermedia debe cumplir con unas dimensiones mínimas de 20 cm x20 cm, aunque no sirva de apoyo a ningún muro. Por último, la intersección de los elementos de cimentación debe ser monolítica y los refuerzos deben anclarse con ganchos estándar de 90° en la cara exterior del elemento transversal terminal.

Imagen 8 Representación de anillos para la cimentación de una vivienda con medidas del ejemplo 1



Fuente: los autores

Para ilustrar un poco más los criterios mencionados con anterioridad se realizarán unos ejemplos que ilustrarán con mayor brevedad los criterios establecidos.

Ejemplo 1:

Imaginemos que la cimentación tiene un largo de 3.55 m y tiene un ancho de 2.59 m en uno de sus anillos. Para el primer requisito esta: si Largo/Ancho > 2 entonces NO CUMPLE

$$\frac{3.55}{2.59} = 1.37 \quad \text{SI CUMPLE}$$

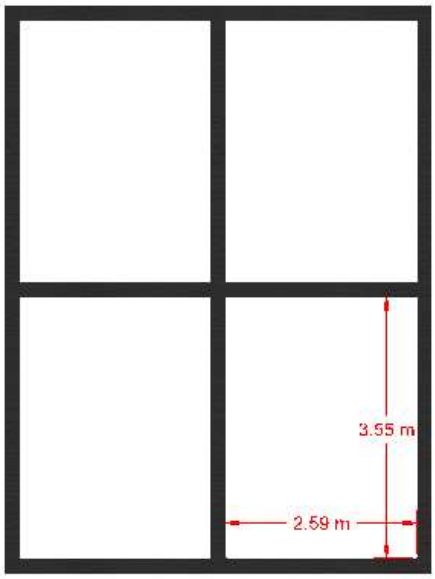
Para el segundo requisito esta: si L > 4 entonces NO CUMPLE

$$3.55 < 4 \quad SI\ CUMPLE$$

$$2.59 < 4 \quad SI\ CUMPLE$$

En este segundo criterio, es importante revisar que todas las distancias internas de las vigas sean menores a 4 m. Cabe destacar, que estos criterios se basan en distancias internas de los anillos de cimentación.

Imagen 9 Representación de anillos para la cimentación de una vivienda con medidas del ejemplo 2



Fuente: los autores

Ejemplo 2:

Imaginemos que la cimentación tiene un largo de 5 m y tiene un ancho de 2 m.

Entonces se repite el primer requisito que es: si Largo/Ancho > 2 entonces NO CUMPLE

$$\frac{5}{2} = 2.5 \quad \text{NO CUMPLE es mayor a 2}$$

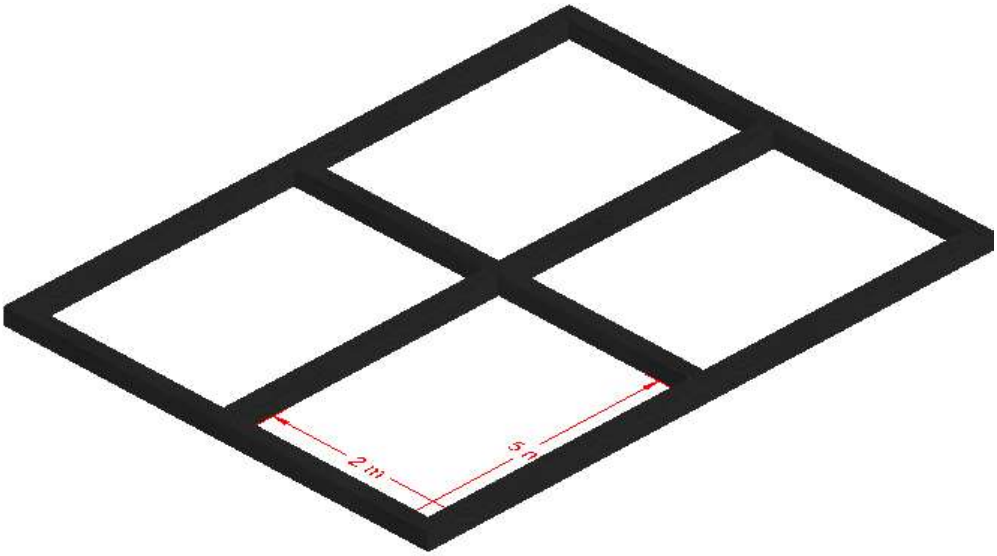
Segundo criterio:

$$5 > 4 \quad NO\ CUMPLE \text{ Es mayor a 4}$$

$$2 < 4 \quad SI\ CUMPLE \text{ Es menor a 4}$$

Obsérvese que, en el último ejemplo, se pudo demostrar que las medidas planteadas no cumplen con ninguno de los dos criterios, por lo tanto, se debe solicitar el rediseño de la cimentación para que cumpla con la normativa aplicada y se tendrá que revisar la implementación de la viga intermedia de medidas mínimas de 20cm x 20cm, aunque estas no sirvan de apoyo a ningún muro como dicta la normativa. Esto aplica para cada tramo de la cimentación que este sobre dimensionado y que, por lo tanto, no cumpla con lo establecido. Por último, se resalta que el incumplimiento de cualquiera de los dos criterios mencionados obliga a un rediseño con la disminución de medidas o a la aplicación de vigas intermedias.

Imagen 10 Representación de anillos para la cimentación de una vivienda



Fuente: los autores

Anteriormente, en el punto de materiales se mencionó sobre resistencias y demás características que los profesionales relacionados en la obra deben tener en cuenta durante toda la ejecución de la obra, y que es responsabilidad del profesional de interventoría exigir en todo momento los estándares mínimos que dicta la normativa vigente, para el caso de Colombia la NSR-10. Sin embargo, existen estándares y dimensiones mínimas para cada etapa de la obra, con las resistencias que debería tener cada elemento, según la norma NSR-10, a continuación, se muestra la tabla que hace relación de estos para el caso de las cimentaciones.

Tabla 9 Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones para casas en mampostería.

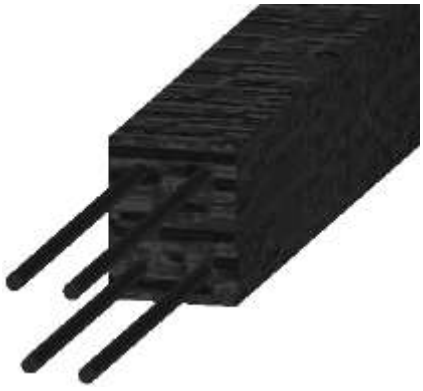
	Un piso	**Dos pisos**	**Resistencia mínima**	
Ancho (vigas de cimentación)	**25 Cm**	**30 Cm**	**Resistencia a la fluencia del acero (Fy)**	**Resistencia a la compresión del concreto (Fc)**
Altura (vigas de cimentación)	**20 Cm**	**30 Cm**		

Acero longitudinal	**4 N.º 3 o (10M)**	**4 N.º 4 o (12M)**	**420 Mpa** **4282.81 Kgf/Cm2** **60,915 Psi**	**17 Mpa** **173 Kgf/Cm2** **2,500 Psi**
Estribos	**N.º 2 A 20 Cm**	**N.º 2 A 20 Cm**	**240 Mpa** **2447.32 Kgf/Cm2** **34,800 Psi**	
Aceros para anclaje de muros	**N.º 3**	**N.º 3**	**412 Mpa** **4201.231 Kgf/Cm2** **59,755 Psi**	

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Cabe mencionar, que esta tabla tiene modificaciones a la tabla original, ya que, el presente trabajo solo hace mención de la mampostería confinada y no al bahareque, por lo tanto, se omitieron valores relacionados con este último y se adicionaron más medias para la comprensión de lector.

Imagen 11 Representación de viga de cimentación en 3D con los aceros de diseño



Fuente: los autores

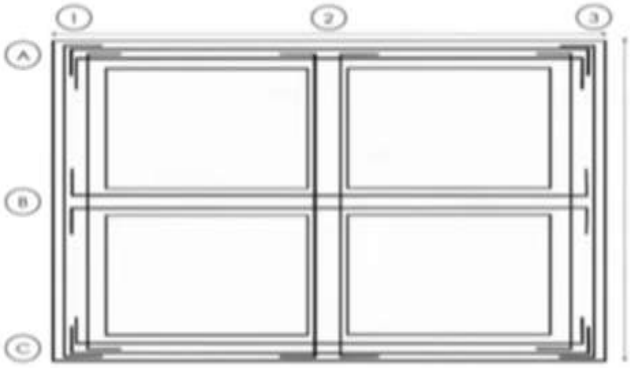
- comparar los estudios de suelos hechos con anterioridad con lo encontrado en el terreno se debe revisar el color y compacidad del terreno para darse una idea inicial (claro está que cada terreno es diferente según muestren los estudios). Por lo general, las cimentaciones de estas viviendas están compuestas de un sistema reticular en planta de anillos rectangulares. un terreno se considera firme porque el suelo es de arena seca bien compactada o es pedregosa o de roca sólida. Cabe mencionar, que las características que se ven en campo deben coincidir con lo mencionado en los estudios de suelos.
- El suelo orgánico debe retirarse del sitio donde se realiza la cimentación.
- En lo posible se debe revisar el nivel de inundación con catastro o con la entidad que cuente con los planos de inundación del sector.
- El diseño proyectado en los planos debe trasladarse al campo teniendo en cuenta lo siguiente: revisar la ubicación de los linderos, marcar los cruces de los muros o sus ejes, ubicar los caballetes de replanteo y, por último, definir el ancho de la excavación para los cimientos, para lo cual se debe tener en cuenta el espacio que ocupa la formaleta.
- La cimentación debe conformar anillos cerrados y por ende no pueden existir elementos discontinuos, esto con el fin de distribuir las cargas lo más uniformemente posible sobre el suelo, para lograr que la vivienda tenga una alta resistencia a los sismos.
- La cimentación debe tener una formación monolítica, esto se consigue al momento de verter el concreto pues en la cimentación no se puede hacer por fases. Ya que, existirían elementos discontinuos, esto se debe hacer en una sola actividad. En caso de que esto no se pueda hacer se deberá usar aditivos que ayuden a una mejor adherencia de los elementos del cimiento.
- La profundidad mínima de una cimentación no debe ser menor a $50Cms$ del nivel del acabado del primer piso. Y debe sobresalir del terreno mínimo 8cm. Esto debe verificarse en planos y obra.
- se debe impermeabilizar la cimentación para que esta dure más tiempo, y se evite futuros problemas de humedad en la vivienda, por lo general se usan mantos asfalticos o emulsión asfáltica para esta labor. Esta emulsión debe ser fluida, no se puede mezclar con ningún otro elemento químico pues podría afectar su labor como impermeabilizante.
- Revisar los niveles de la cimentación, continuamente, con manguera de nivel, se debe tener en cuenta que el punto a tomar es el punto más bajo de la curva cóncava que forma la manguera. Esta no puede estar pisada, doblada, poseer agua caliente o tener burbujas en su interior.
- Verificar el buen estado de los caballetes estos no pueden estar torcidos o inclinados, pues esto podría afectar las medidas de la vivienda.
- La losa de contra piso debe aislarse lateralmente del sobre cimiento y no debe conectarse con la estructura de cimentación. y en ningún caso debe considerarse como parte integral de la cimentación. La compactación del suelo que sostendrá

dicha placa se hará con capas de 15 cm como máximo, ya que el exceder este espesor podría causar que el terreno tenga vacíos que perjudicarían la placa y la estabilidad de la vivienda en general.

- En suelos de poca resistencia o en cierta profundidad (menos de 1m) se encuentre un suelo de mayor resistencia al superficial, se recomienda construir previamente un cimiento de concreto ciclópeo sobre, en cual se coloque la viga de cimentación de concreto reforzado.
- La altura del cimiento en concreto ciclópeo no debe ser inferior a 30 cm y el ancho debe ser suficiente para trasladar adecuadamente las cargas del muro, en otras palabras, el ancho del cimiento en concreto ciclópeo nunca podrá ser de menor espesor al de los muros que va a soportar el suelo, según sea la capacidad portante del suelo. En ningún caso, el ancho del cimiento debe ser menor a 30 *cm.*
- Cuando la profundidad del estrato de suelo competente es mayor a 70cm, se puede reducir la altura del sobre cimiento colocando la viga de cimentación sobre concreto ciclópeo el cual está constituido en un 60% con un concreto 1:2:3 (proporción en volumen cemento, arena y grava) este concreto tiene que ser de la misma o mejor calidad del concreto de las vigas de cimentación y 40% con piedra rajón que no es más que material pétreo con tamaño máximo igual a la mitad de la anchura del relleno, pero sin exceder 25 cm. El agua se proporciona, hasta conseguir una mezcla homogénea, de consistencia pastosa.
- La viga de amarre debe ser de concreto 1:2:3 (proporción en volumen cemento, arena y grava). Con un espesor mayor al muro que va a recibir y con una altura que no va a ser inferior a 20 cm.
- La armadura o canasta de la viga de cimentación debe estar integrada por 4 varillas longitudinales de un diámetro mínimo de 3/8 de pulgadas y debe contar con estribos de diámetro 1/4 de pulgada separados cada 20 cm entre sí.
- Se debe verificar que la armadura este aplomada, para evitar una disminución en la resistencia del elemento. Este proceso se debe realizar con un plomo en buenas condiciones. Se debe recordar que el plomo este sujeto de una cuerda en todo su centro y la medida que tenga el cordón contra la varilla debe en la parte superior debe ser igual a la punta del plomo que estará ubicado en la parte inferior.
- Es importantes que las varillas horizontales y verticales que amarren con otras para dar continuidad a las armaduras se súper pongan 60 veces el diámetro de la varilla, esto se conoce como traslapo y de esta forma se asegura la correcta trasmisión de las fuerzas de tracción, esto se especifica en la NSR-10. Estos se deben revisar tanto en vigas, como las armaduras de las columnas.
- al momento de excavar las zanjas de la cimentación se debe tener en cuenta el espacio que necesitan las formaletas. En lo posible se deben utilizar formaletas de madera en la excavación para garantizar un buen terminado en el concreto.
- Las formaletas deben estar debidamente aseguradas para que tengan un buen funcionamiento.
- antes de vaciar el concreto se deben humedecer las caras laterales de la formaleta y el fondo de la misma para facilitar el retiro de estas. También, se puede conseguir en el mercado desmoldaste para las formaletas.

- Se debe verificar que las armaduras de las vigas cuenten con sus separadores de concreto conocidos en la construcción como “panelas” que son piezas de concreto con dos piezas de alambre para amarrase a la armadura y poderla separar. Estos deben ir como mínimo cada 50 cms. Y sirven para asegurar el recubrimiento de la armadura. Sin embargo, en la actualidad existe una gran cantidad de separadores fabricados en plásticos y otros materiales, con estándares de calidad que pueden remplazar a los separadores de concreto.
- Al momento de instalar separadores de concreto estos deben estar sin sus moldes, pues esto puede afectar a la resistencia del elemento en concreto. Por lo general, los moldes de estos separadores son secciones de tubos PVC o moldes en plásticos.
- Para asegurar que la mezcla este bien hecha se de hacer la siguiente prueba, se debe tomar un puñado de hormigón con la mano si se escurre agua de la mano es que está muy fluida, si la mezcla se parte y tiene apariencia seca es porque le falta agua para que la mezcla este correcta esta tiene que ser capaz de adquirir la forma de una bola sin deformarse. El hormigón debe usarse en menos de una hora para evitar que este se dañe.
- El concreto debe compactarse y vibrarse mediante una varilla chuzando la mezcla, con subes golpes a la formaleta cuando se esté vaciando el concreto y/o con una aguja vibradora.
- La superficie de concreto, es decir las vigas de cimentación debe enrasarse para darle un acabado parejo a las vigas de cimentación. No pueden tener una superficie irregular, ya que, no se garantizaría el correcto funcionamiento de las vigas.
- debe estriarse (rayarse levemente) la superficie donde se van a colocar los muros de mampostería, para garantizar una mayor adherencia entre la viga de cimentación y los muros estructurales.
- Se debe anclar a la cimentación mediante barras de refuerzo Nº 3.
- Los mampuestos deben estar sobre las vigas de amarre, de tal forma que estas garanticen un diafragma al nivel del contra piso.
- Para los ganchos de anclaje en vigas de cimentación estos deben ser ganchos estándar de 90° y sus caras siempre deben estar al exterior del elemento estructural.

Figura 3 Representación de las posiciones de los aceros en una cimentación



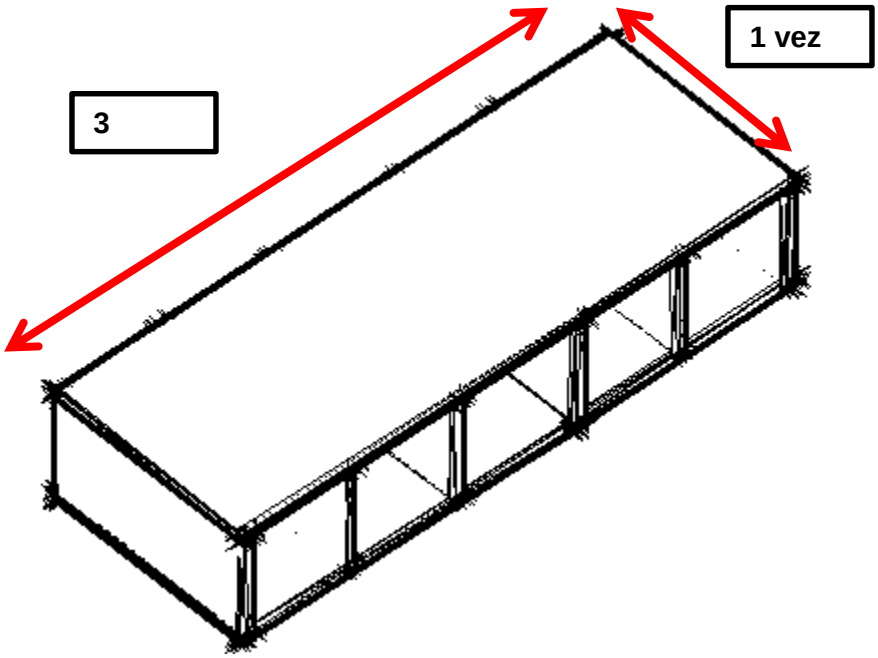
Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

6.3. MUROS EN MAMPOSTERÍA CONFINADA

Esta es una alternativa para la construcción de viviendas de interés social, económica y efectiva, ya que sea demostrada su resistencia, se ha comprobado que esta técnica se puede construir hasta edificaciones de 6 pisos.

Esta técnica consiste en confinar los mampuestos de los muros por medio de elementos denominados cadenas de amarre que se dividen en columnas de amarre, vigas de amarre y bandas sísmicas. Como generalidades a tener en cuenta, para este proceso tenemos que realizar, primeramente, la construcción de los muros en mampostería y finalizar con el vertido de concreto de los elementos de cadenas de amarre como columnas y vigas de amarre y si es el caso fundir las bandas sísmicas. También, se debe tener en cuenta el largo de la construc4ción, el cual, debe ser máximo tres veces el ancho de la superficie base.

Imagen 12 Representación de las dimensiones máximas permitidas para una vivienda de mampostería confinada



Fuente: los autores

De igual forma, cada fachada o cara de la vivienda debe tener como mínimo una pared sin abertura denominada, muro de corte. Pues estos muros aseguran la consistencia de la estructura. En la siguiente imagen se muestran los muros de corte de color verde.

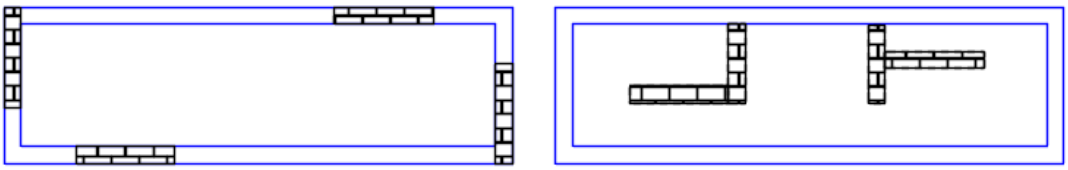
Imagen 13 Representación de muros confinados de color turquesa



Fuente: los autores

Los muros en mampostería confinada deben ser los muros exteriores, nunca podrán ser reemplazados por muros interiores, de igual forma estos deben cubrir todas las caras de la vivienda.

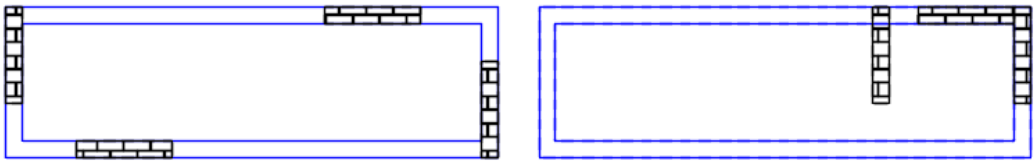
Imagen 14 Comparación de la manera adecuada de distribuir los muros confinados (imagen de la izquierda) y de un ejemplo de la manera inadecuada en este caso en interiores (derecha)



Fuente: los autores

Los muros también, deben estar distribuidos de manera uniforme, para que estos cubran más el perímetro de la vivienda y trabajen mejor en un sismo.

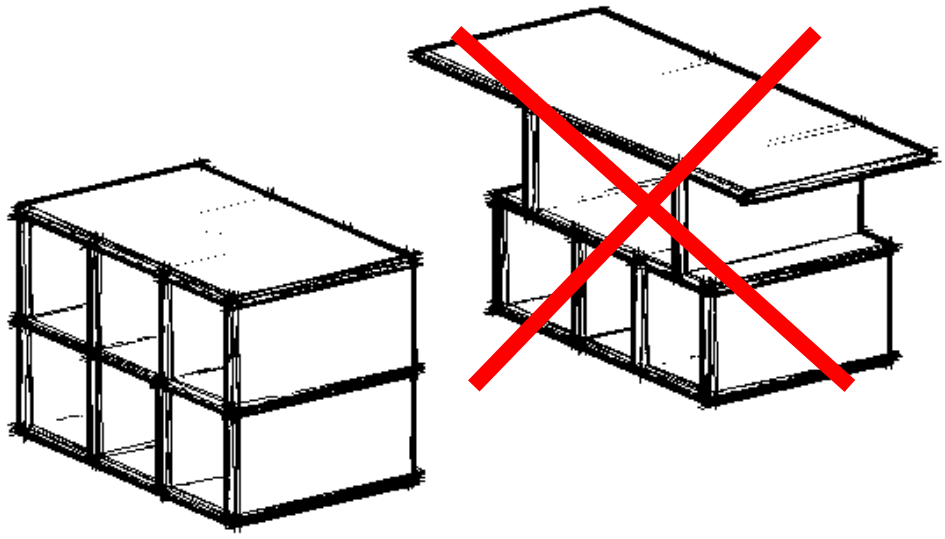
Imagen 15 Comparación de la manera adecuada de distribuir los muros confinados (imagen de la izquierda) y de un ejemplo de la manera inadecuada en este caso concentrando los muros en una zona específica (derecha)



Fuente: los autores

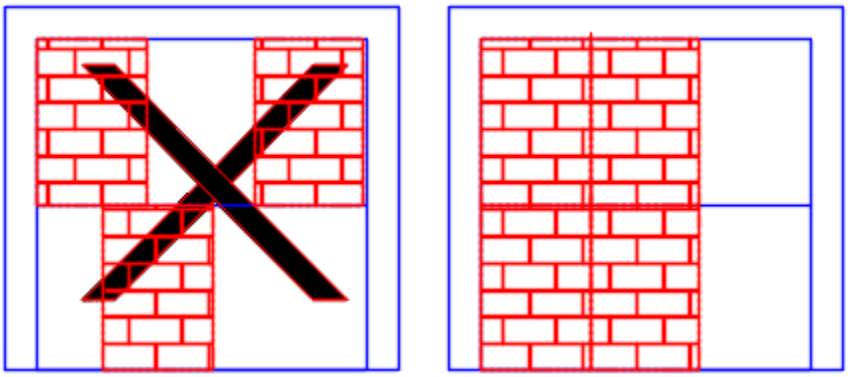
La forma del edificio debe ser simple de preferencia rectangular en caso de ser más compleja se debe considerar dividir la estructura en varias figuras rectangulares. Los muros deben construirse uno sobre otro, evitando el voladizo siguiendo la línea del primer piso.

Imagen 16 Comparación de la manera adecuada de construir viviendas en mampostería confinada (izquierda) y a la derecha se representa una manera excéntrica que no es apta para este tipo de método.



Fuente: los autores

Imagen 17 Comparación de la manera correcta de construir muros confinados (derecha) y la manera inadecuada haciéndolos discontinuos (izquierda)

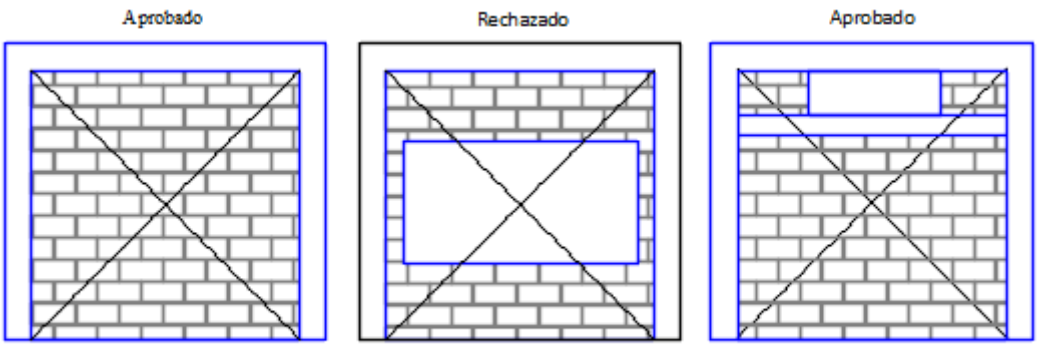


Fuente los autores

Otro aspecto a tener en cuenta es que las uniones entre los muros y las columnas se deben hacer con un dentado para unir los elementos de hormigón, con los muros con el fin de dar una mayor consistencia.

También, se debe revisar que los muros de corte no tengan aberturas y en caso de tenerlas deben estar por fuera de la x, como se muestra en la siguiente figura.

Imagen 18 Representación para la dimisión de aberturas en los muros confinados



Los muros de corte son muros que no tienen aberturas. También, pueden existir muros con pequeños huecos, los cuales no pueden estar en las diagonales del muro que se representan con una X.

Fuente: los autores

Los muros en este sistema son el elemento más importante junto con los encadenados como vigas y columnas pues son los que ayudan a la estructura en el momento de un sismo. A continuación se muestran los pasos para el buen desarrollo de esta etapa:

6.3.1. Construcción para el proceso de mampostería confinada

- En este punto la cimentación está finalizada, y se encuentran las armaduras de las columnas (varillas de acero corrugado, sin recubrimiento de concreto). Para esta etapa se debe iniciar con los muros en mampostería y después encofrar para verter el concreto en las columnas. Para hacer los muros, es necesario previo a la actividad humedecerlos, como mínimo 30 minutos antes, ya sea sumergidos en un recipiente o rociados continuamente con una manguera. También, se debe regar agua en la viga de cimentación donde ira la mampostería confinada, evitando que la mezcla de mortero pierda agua por los demás materiales.
- Se debe fijar un tablero o listón en las dos columnas que servirá de guía o de límite para el levantamiento del muro, estos deben ir a plomo y bien asegurados junto con la columna.
- Se debe poner hilos para la verificación del nivel del muro. Cada hilera de mampuestos debe estar debidamente nivelada. Además, se tiene que revisar el aplomado continuamente.

Tabla 10 Tolerancias constructivas para muros en mampostería

Elemento	Tolerancia
1. Dimensiones de elementos (sección o elevación)	- 6mm + 12.5 mm

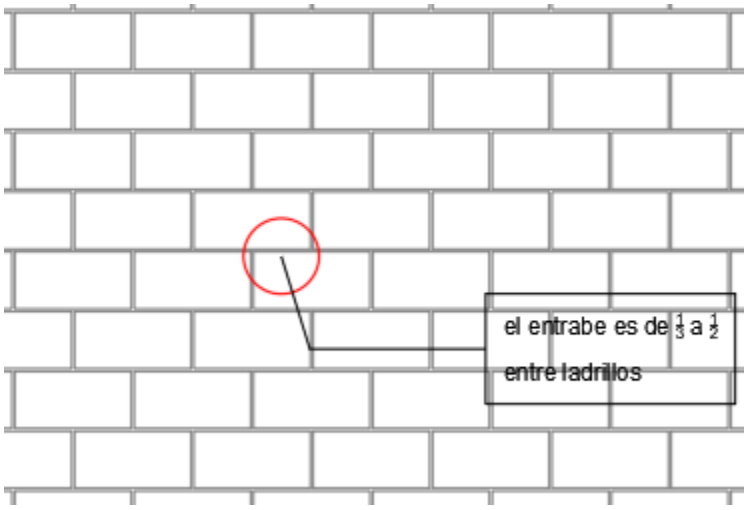
2. Junta del mortero (10mm)	-4 mm + 4 mm
3. cavidad o celda de inyección	-6 mm + 9 mm
4. variación del nivel de junta horizontal máximo	$\pm 2\ mm/metro\ \left(\frac{1}{500}\right)\ \pm 12.5\ mm$
5. variación de la superficie de apoyo (cara superior del muro) máximo	$\pm 2\ mm/metro\ \left(\frac{1}{500}\right)\ \pm 12\ mm$
6. Variación del plomo del muro máximo	$\pm 2\ mm/metro\ \left(\frac{1}{500}\right)\ \pm 12\ mm$
7. Variación de alineamiento longitudinal máximo	$\pm 2\ mm/metro\ \left(\frac{1}{500}\right)\ \pm 12\ mm$
8. Tolerancia de elementos en planta máximo	$\pm 2\ mm/metro\ \left(\frac{1}{500}\right)\ \pm 20\ mm$
9. Tolerancia de elementos en elevación máximo	$\pm 6\,mm/piso$ $\pm 20\ mm$

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

- Se debe preparar la mezcla del mortero de pega, por lo general, se usa la mezcla 1:2:3, ya que, el mortero no requiere de tanta resistencia y especificaciones como otros concretos. Cabe recordar, que esta mezcla se logra con un saco de cemento (50kg), dos porciones de arena limpia y seca (del mismo saco de cemento), tres porciones de gravilla esta gravilla tiene un máximo de 18mm de diámetro, esta mezcla tiene 35 litros de agua limpia dulce (esta debe ser de consumo humano), ya que si esta cuenta con otros minerales pueden afectar la resistencia de la mezcla. También, es importante hacer la prueba de la bola con la mezcla de mortero para revisar su fluidez y consistencia.
- Una vez realizada la mezcla, se debe empezar a pegar los ladrillos por hileras, nunca de manera dispareja. Esta labor se debe hacer con una espátula o llana, durante la pega de los ladrillos se debe verificar el nivel de estos con los hilos previamente instalados y se revisará el aplomado del muro con una plomada, la cual debe estar en buenas condiciones con un hilo continuo, que no tenga nudos.

- El espesor del mortero de pega del ladrillo o juntas de los ladrillos no debe ser ni menor a 0.7 cms ni mayor a 1.3 cms el espesor ideal es de 1 cm. Además, las juntas deben tener un acabado curvo, para evitar el empoza miento de agua en el muro.
- El curado del mortero de los muros se debe hacer regándole agua regularmente durante una semana (7 días) y para evitar que el agua se evapore con el sol se debe cubrir con plástico.
- Se debe comprobar que el muro este correctamente entrabado, y estos deben tener una diferencia de 1/3 a un ½ del ladrillo de abajo.

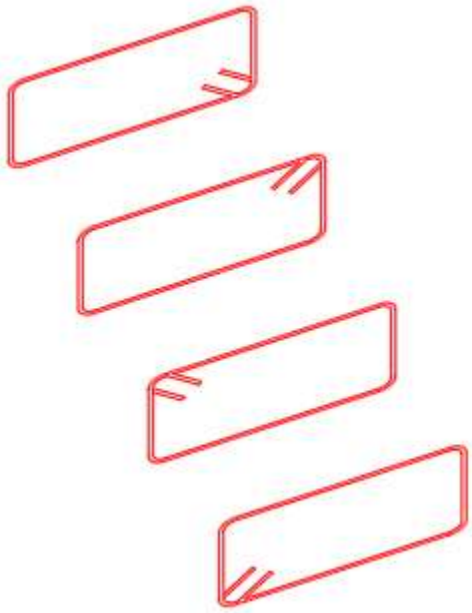
Imagen 19 Representación la distancia entre ladrillos para un buen entrabado



Fuente: los autores

- Una vez finalizada la construcción de los muros, se debe instalar separadores de concreto en la armadura de las columnas, para asegurar el debido recubrimiento, esto con el fin de evitar una exposición de los aceros a la intemperie. Para el caso de las columnas los separadores deben estar cada 50cms con la excepción de que estas deben ir intercaladas en sus caras para asegurar el recubrimiento en cada una de estas. Los separadores deben estar bien amarrados a la armadura y estos no deben estar inclinados.
- El doblez de los estribos debe ser mínimo de 8cm en ambos extremos y el amarre mediante alambre deber ser en forma de 8 o pata gallina, cabe destacar que este amarre debe estar apuntando al interior del estribo y estos deben formar ángulos de 45°. Dicho de otra forma, los extremos de la varilla que harán el fleje deben doblarse a un Angulo de 135° y debe usarse alambre No 18.

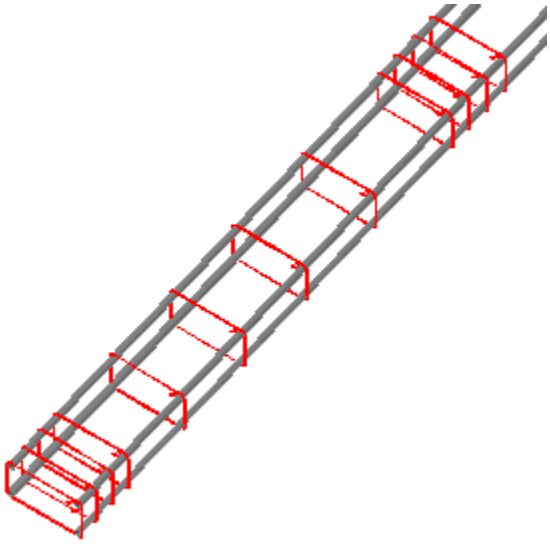
Imagen 20 Representación del debido posicionamiento de los flejes



Fuente: los autores

- El doblez de los estribos debe posicionarse en diferentes esquinas a medida que se coloque estribos en la canasta, de manera organizada, como se puede apreciar en la anterior imagen. De manera que todas las esquinas tengan dobleces, esto se hace con el fin de que no tenga problemas al momento de actuar ante un sismo. La distancia máxima entre estribos de una viga es de 20 cms.

Imagen 21 Representación de las distancias de los flejes

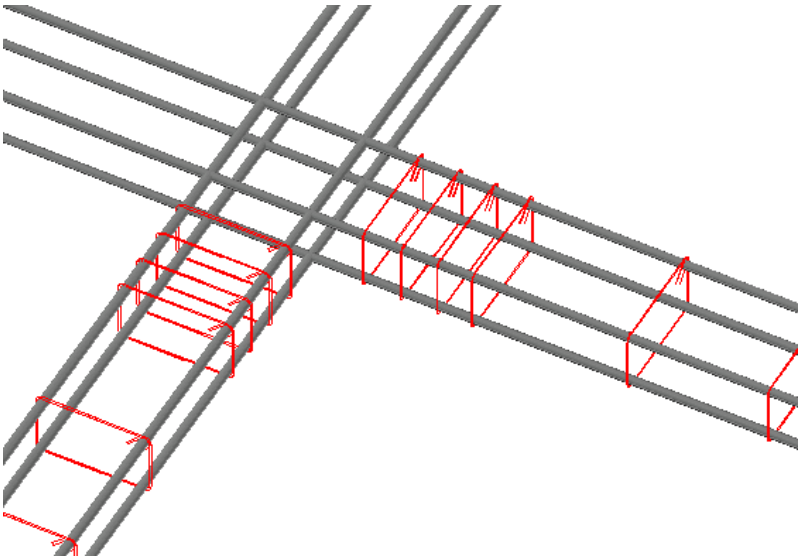


Fuente: los autores

Nota: *Se puede observar que entre más cerca de las intercesiones más unidos están los flejes*

- Antes de fundir las columnas, se tiene que revisar los traslapos tanto que deben estar debidamente amarrados con alambre en buen estado. Los traslapos se súper ponen 60 veces el diámetro de la varilla, esto se especifica en la NSR-10 y de esta forma se asegura la correcta trasmisión de las fuerzas de tracción. (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, 2001)
- Se debe encofrar las armaduras de las columnas. Las condiciones de las formaletas deben ser optimas, pues estas deben estar sin huecos o deformaciones y bien unidas para evitar la fuga del hormigón.
- Preparar la mezcla exigida en los diseños, que se debe hacer en una mezcladora o “trompo”, se debe evitar realizar la mezcla en el suelo, ya que, esto la hace susceptible a mezclarse con material ajeno, como polvo, tierra o demás suciedades, que afectan su buen funcionamiento.
- Se debe asegurar la compactación del concreto con un vibrado, esto se puede hacer con un golpeteo de formaleta suavemente con un martillo de goma, chuzando el concreto con una varilla limpia de suciedades y/o con una aguja vibradora. Es importante que el concreto se vierta gradualmente ya que las columnas tienen un grado más de complejidad al momento de vibrar el concreto se recomienda verter capas de 30cms y vibrarlo gradualmente.
- Luego se tiene que realizar el fraguado de la estructura por mínimo 7 días, que consiste en el vertimiento de agua de buena calidad, se tiene que humedecer la estructura con abundante agua, mínimo 3 veces al día y se tiene que cubrir en plástico para evitar la pérdida de agua.
- Una vez los muros estén levantados y las columnas fundidas. Se debe amarrar los aceros de las columnas, con el de las vigas aéreas o vigas cinta. Esto se debe hacer siguiendo la normativa de los traslapos.

Imagen 22 Representación de intersección de aceros



Fuente: los autores

- Una vez amarrados los aceros de las vigas aéreas se debe humedecer el encofrado, junto con los ladrillos superiores que conectan con las vigas. Se debe ajustar muy bien la formaleta y posterior a esto se debe asegurar su plomo.
- Después se procede a preparar el concreto como ya se ha mencionado y a verter el concreto en la armadura y se debe asegurar que la mezcla se vibre adecuadamente para que esta ocupe todos los espacios y no deje vacíos.
- Posteriormente, se debe esperar como mínimo 24 horas para retirar la formaleta, una vez retirada se debe realizar el fraguado durante 7 días, como mínimo 3 veces al día y utilizado plástico para proteger a la estructura de la intemperie.

Nota: *los muros confiando son capaces de soportar cargas horizontales, sismos, vientos, y cargas verticales que son las mismas cargas muertas, lo cual, hace que sea un sistema resistente y confiable, que lo hace una alternativa para reemplazar al sistema a porticado, pues también es más económico. Estos muros tienen una continuidad vertical desde la cimentación hasta el diafragma superior en otras palabras hasta la viga de amarre. Tampoco tienen aberturas como vanos u otros huecos (aunque se pueden abrir algunos huecos siguiendo la normativa vigente). Y los muros no estructurales sirven para separar espacios y solo soportan su propio peso. Además, deben amarrarse o trabarse con muros perpendiculares y los diafragmas.*

6.3.2. Interventoría para el proceso de mampostería confinada

Una vez explicado el proceso de construcción de la mampostería mostraremos algunas indicaciones que tendrá que seguir el interventor. Aparte de la verificación y calidad de los materiales, el interventor tendrá que tener en cuenta algunas funciones y medidas que tendrá que hacer:

Como se había dicho anteriormente, cuando hay una pérdida de la sección en el espesor o profundidad del muro > 50%, ya sea, por una bajante o algún otro elemento perteneciente de las instalaciones, se debe considerar como dos muros independientes y por lo tanto confinarse por aparte.

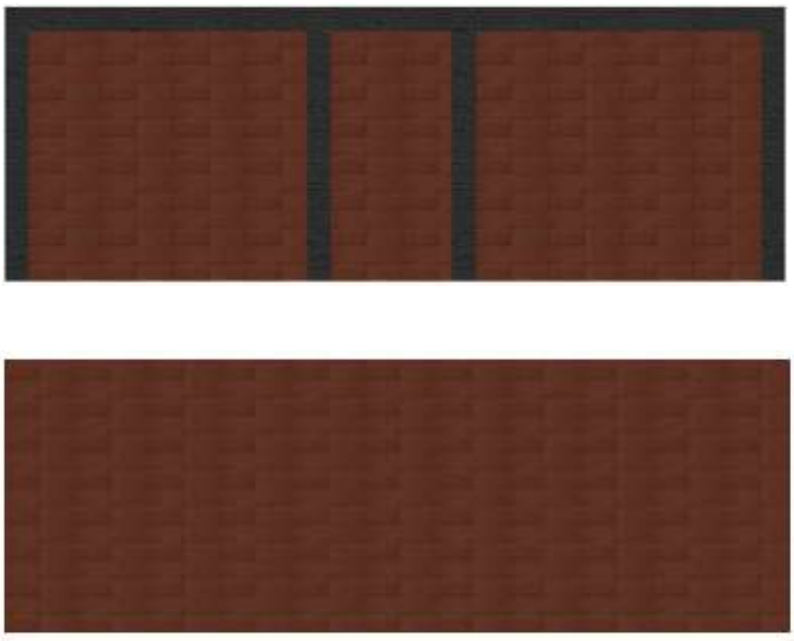
Ejemplo: si el espesor de los ladrillos es de 15 cm y existe un bajante de 4” ¿se puede considerar como dos muros independientes?

Esto se puede demostrar, a partir de la equivalencia de que una pulgada es igual a 2.54cm.

Por lo tanto, $\frac{4" * 2.54 cm}{1"} = 10.16\ cm$

Luego el diámetro de la tubería es mayor al 50% de sección del mampuesto que tiene 15 cm. Por lo tanto se debe considerar dividir el muro, en dos muros confinados, y tomar como punto final la sección de la tubería y colocar a cada muro sus propias columnas.

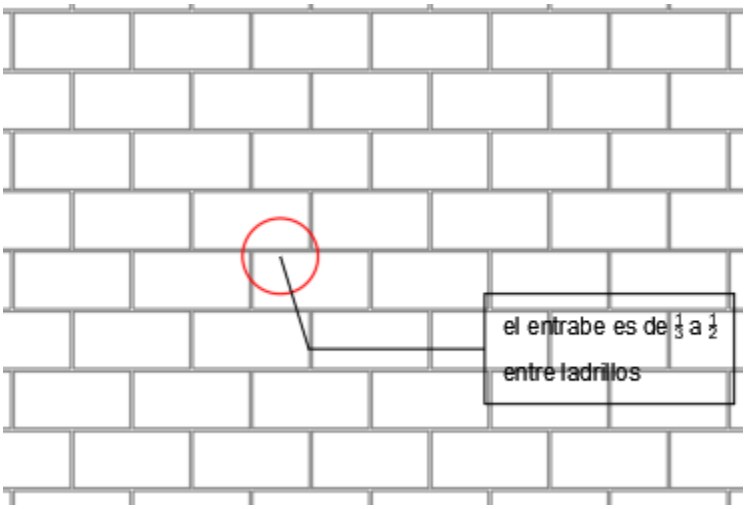
Imagen 23 Muro confinado estructuralmente y muro no estructural



Fuente: los autores

- Para la construcción de muros confinados siempre se debe iniciar por la construcción del muro y por último se construyen las vigas y columnas que confinaran al muro.
- Las piezas de mampuestos deben ir entrabadas y no en petaca para asegurar mayor firmeza en el muro. Se debe comprobar que el muro este correctamente entrabado, y estos deben tener una diferencia de 1/3 a un 1/2 del ladrillo de abajo.

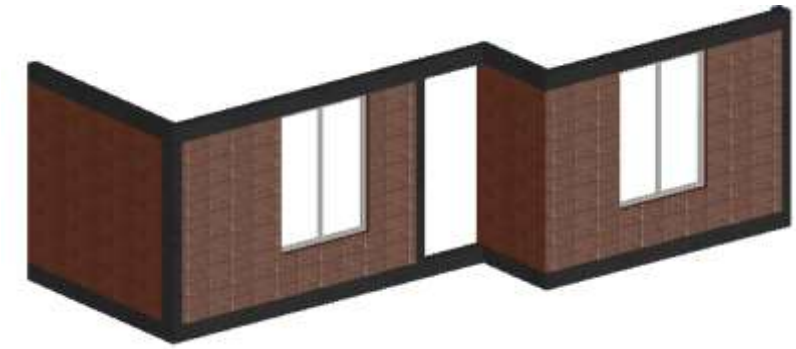
Imagen 24 Representación la distancia entre ladrillos para un buen entrabado



Fuente: los autores

- Al momento de colocar los mampuestos, estos deben estar húmedos o saturados de agua. Para evitar, que el ladrillo al ser de arcilla cosida queme o dañe el mortero de pega, por las pérdidas de humedad que puede causar a la mezcla. (SENA, 1991)
- El mortero de pega debe tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 7.5 Mpa = 75 kgf/cm2 o 1,100 Psi. Para los ensayos de la resistencia del mortero los cilindros por norma tienen 75 mm de diámetro y 150 mm de altura.
- La dosificación para un mortero de pega, cemento: arena es de 1:4 sin ser inferior a este volumen, y la arena que se use es aquella cernida por la malla Nº. 8.
- El espesor del mortero de pega del ladrillo (mampuesto) no debe ser ni menor a 0.7 cms ni mayor a 1.3 cms el espesor ideal es de 1 cm.
- Las aberturas en el muro estructural o muro confiando, no deben ocupar más del 35% del área total $Av \leq 35\% \, Am$.

Imagen 25 Representación en 3D en una vista isométrica de la facha de una vivienda de interés social



Fuente: los autores

- Si en el muro se hace un vano este debe tener una distancia mayor de 50 cm con respecto a otros vanos o bordes de la pared.

($Separacion\ vano > 50cm$).

Imagen 26 Representación en 3D en una vista frontal de la facha de una vivienda de interés social

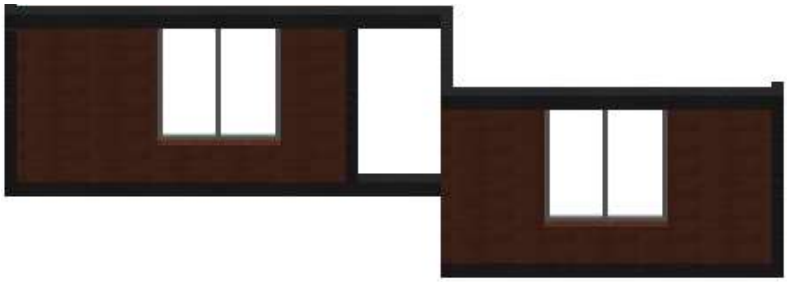


Fuente: los autores

- la longitud total de los vanos debe ser menor que la mitad de la longitud total del muro.

$Dist.Total\ Vanos < \frac{1}{2}\ Dist.Total\ muro.$

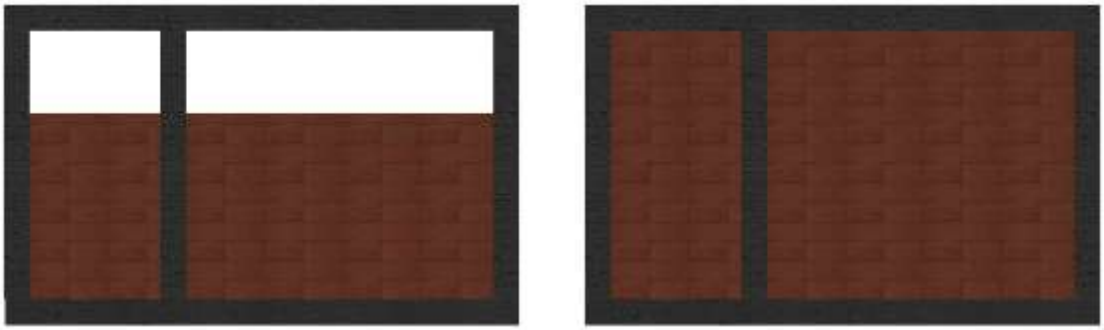
Imagen 27 Representación en 3D en una vista frontal desde un punto alto de la facha de una vivienda de interés social



Fuente: los autores

- Se debe reforzar todos los vanos en sus bordes con vigas y columnas de amarre.
- No se deben dejar espacios prolongados en la parte superior del muro cerca de las columnas de confinamiento. Esto puede crear un "efecto de columna corta" el cual, puede hacer fallar al muro estructural, causando su colapso.

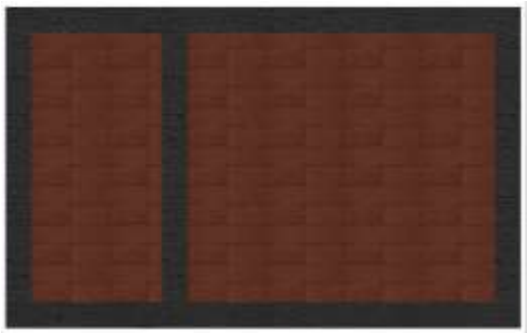
Imagen 28 Representación a la izquierda de un muro con efecto de columna corta, comparado con un muro a la derecha bien construido de mampostería confinada



Fuente: lo autores

- Los muros deben estar apoyados sobre las vigas de cimentación, y a su vez deben estar “amarrados” en sus bordes con vigas y columnas. (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, 2001)

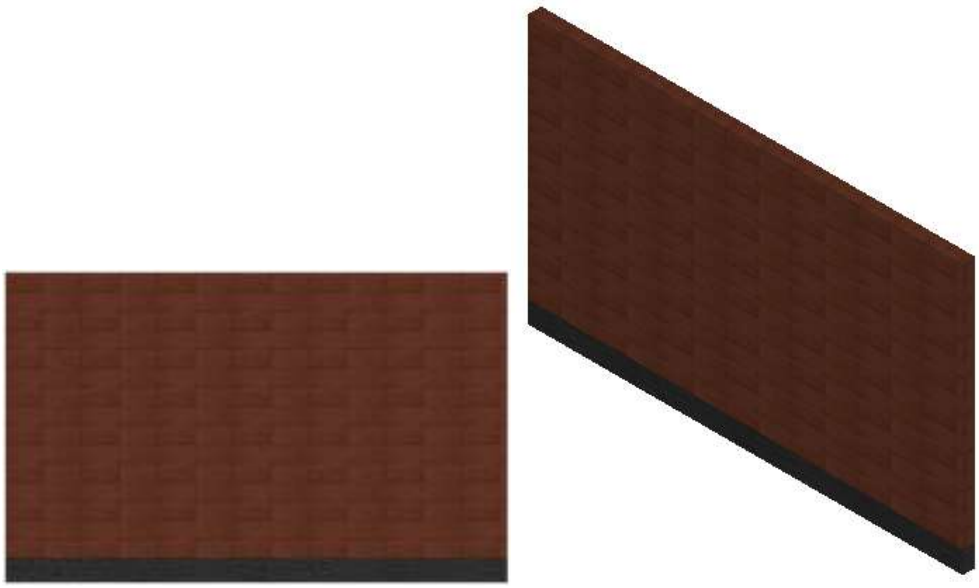
Imagen 29 Representación de muro en mampostería confinada



Fuente: los autores

- Los muros divisorios no estructurales, también deben apoyarse sobre cimentaciones, con la excepción que pueden tener las dimensiones especificadas para edificaciones de un piso, independientemente del número de pisos de la construcción.

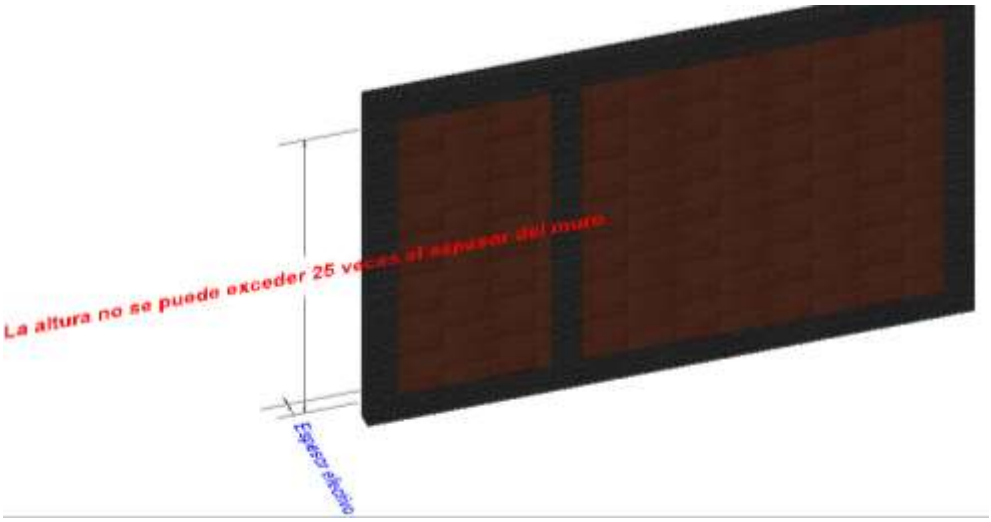
Imagen 30 Representación de muro en mampostería confinada apoyado en una vida de cimentación en vita isométrica y frontal



Fuente: los autores

- Para los muros estructurales la distancia libre vertical no puede exceder 25 veces el espesor efectivo del muro. altura libre: h <= 25 veces el espesor del muro.

Imagen 31 Representación de muro en mampostería confinada y su relación de espesor con respecto a su altura



Fuente: los autores

- Para los muros estructurales la distancia libre horizontal no puede exceder 35 veces el espesor efectivo del muro. la longitud libre horizontal: L<=35 veces espesor del muro.

Imagen 32 Representación de muro en mampostería confinada y su relación de espesor con respecto a su ancho



Fuente: los autores

- En ningún caso, el espesor nominal de los muros estructurales de carga puede ser inferior al establecido en la siguiente tabla:

Tabla 11 Espesor mínimo nominal de muros estructurales para casas de uno y dos pisos

Zona de amenaza sísmica	**Numero de niveles de construcción**		
	Un piso	**Dos pisos**	
		1º nivel	**2º nivel**
Alta	**11**	**11**	**10**
Intermedia	**10**	**11**	**9.5**
Baja	**9.5**	**11**	**9.5**

Fuente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Para identificar de donde viene la clasificación intermedia se debe verificar la ubicación del proyecto con respecto al siguiente mapa de amenaza del título A de la NSR-10.

Figura 4 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av

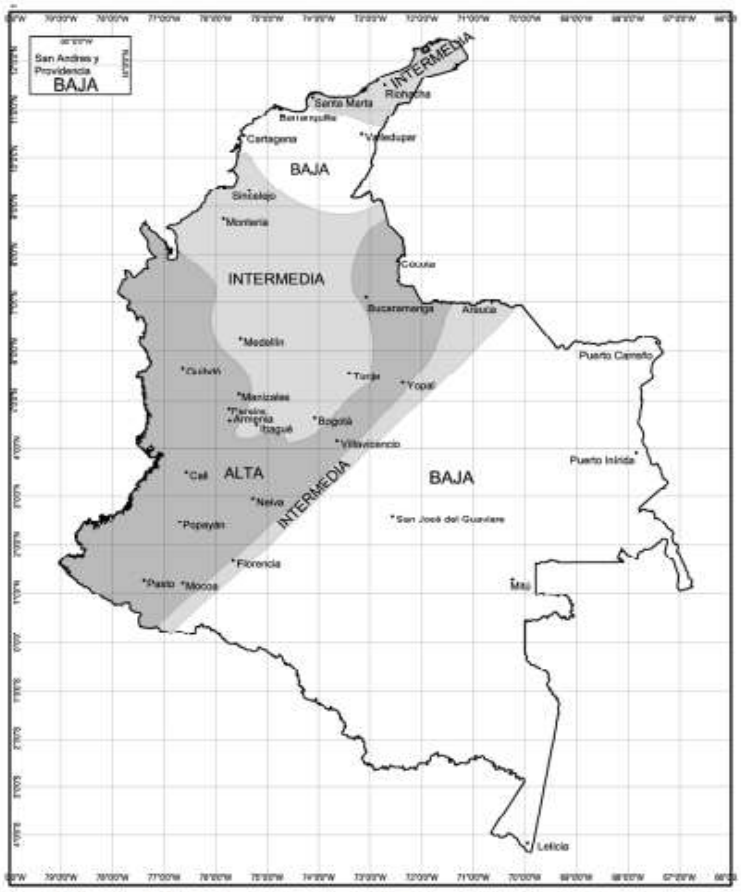


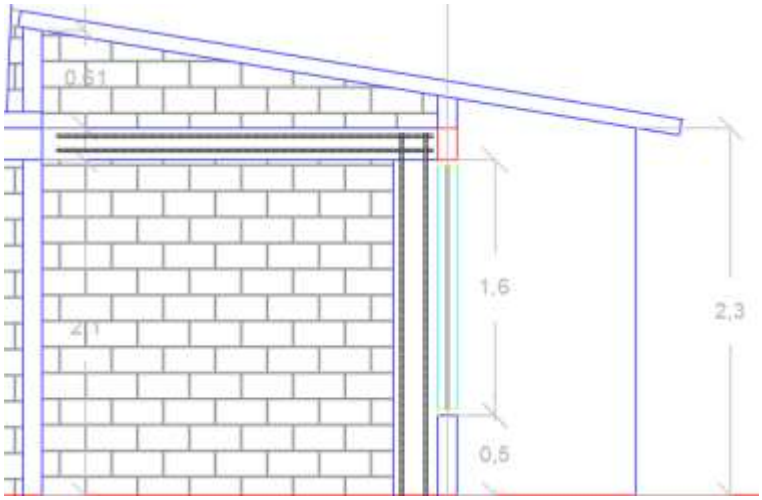
Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_a y A_v

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

- Que el concreto debe tener una resistencia a la compresión a los 28 días, f'_c, igual o superior a 17.5 Mpa que es igual a 178.4 $\frac{Kg}{Cm^2}$,la cual debe compararse con los ensayos de laboratorio.
- El acero de refuerzo puede ser liso o corrugado, sin embargo, se recomienda el uso de acero corrugado para mayor adherencia. Se debe recordar que los lotes de varillas deben ser revisados y comprobar su calidad según su nomenclatura. El límite de fluencia, f_y nunca podrá ser inferior a 240 Mpa que es igual a 2447 $\frac{Kg}{Cm^2}$.
- El interventor debe comprobar la sección mínima de las columnas de confinamiento debe ser de 200 cm^2. su ancho mínimo debe ser igual al ancho del muro.
- Se debe verificar que la viga de amarre debe ser de al menos, del mismo espesor del muro y de 15 cm de altura como mínimo.
- Se deben construir columnas de confinamiento en los extremos de los muros, en la intersección de muros estructurales y en puntos intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor del muro, o 1.5 veces la distancia entre amarres verticales, o máximo 4 m.

- la canasta de la columna debe anclarse en los aceros de la viga o en la cinta de amarre en esta intersección se realizan muchas uniones, por lo que es importante tener en cuenta que el concreto debe tener una separación, con el fin de que el concreto fluya por toda la armadura y así no se presenten vacíos que afecten el rendimiento de la estructura.

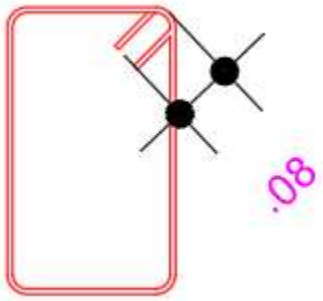
Imagen 33 Representación de muro en mampostería confinada y tejado con las medidas de diseño



Fuente: los autores

- No se deben doblar las varillas que se encuentren embebidas en el concreto recién fraguado o endurecido. Esto puede crear micro fisuras en el concreto y un desgaste temprano en el acero.
- El refuerzo longitudinal de acero para las columnas no debe ser menor a 4 barras N° 3 (3/8”) o 10m (10mm) o 3 barras N° 4 (1/2”) o 12m (12mm).
- El refuerzo transversal de acero para las columnas consiste en estribos cerrados mínimo de diámetro N° 2 (1/4”) o 6m (6mm), espaciados a 200mm. Los primeros seis estribos se deben espaciar a 100mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre tales como la viga de cimentación o la viga de amarre. Esto quiere decir que los estribos se deben unir más a medida de que estos se encuentren más cercanos a la intercesión entre vigas y columnas.
- El doblez de los estribos debe ser mínimo de 8cm en ambos extremos y el amarre mediante alambre debe ser en forma de 8 o pata gallina, cabe destacar que este amarre debe estar apuntando al interior del estribo y estos deben formar ángulos de 45°. Debe usarse alambre No 18.

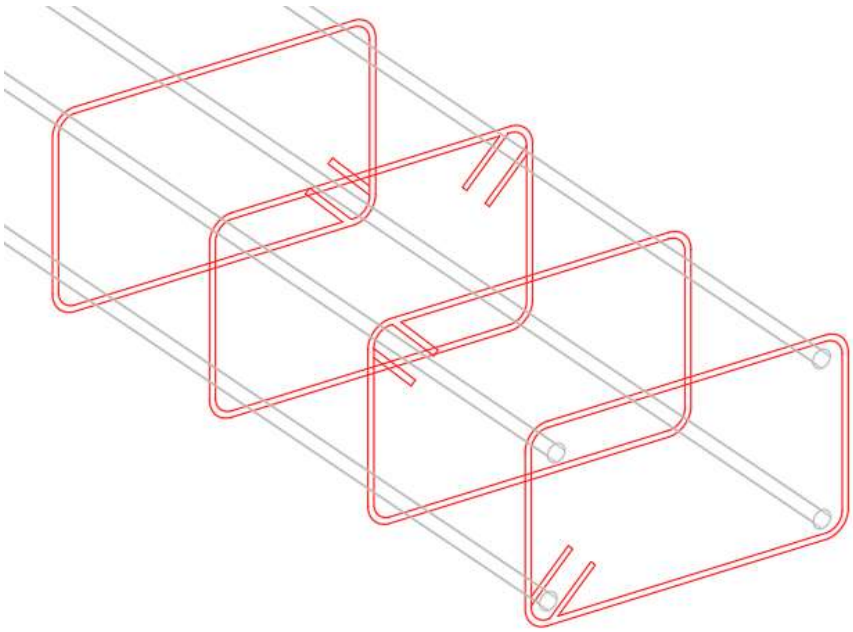
Imagen 34 Representación de flejes o ganchos en plano



Fuente: los autores

- El doblez de los estribos debe posicionarse de manera consecutiva en diferentes esquinas a medida que se coloque estribos en la canasta, de manera organizada. De manera tal, que todas las esquinas tengan dobleces, esto se hace con el fin de que no tenga problemas al momento de actuar ante un sismo. La distancia máxima entre estribos de una viga es de 20 cms. Por último, esta recomendación aplica para los estribos tanto de columnas como de vigas.

Imagen 35 Representación de la ubicación correcta de cada fleje en una armadura (nótese la posición de cada doblez)



Fuente: los autores

- En los cruces de los muros las varillas deben formar ángulos rectos y sus traslapos deben tener una longitud mínima de 40 veces el diámetro de la varilla que se traslapa o 50cm.

Imagen 36 Representación de la distancia de reglamentaria del traslapo de una varilla con respecto a otra

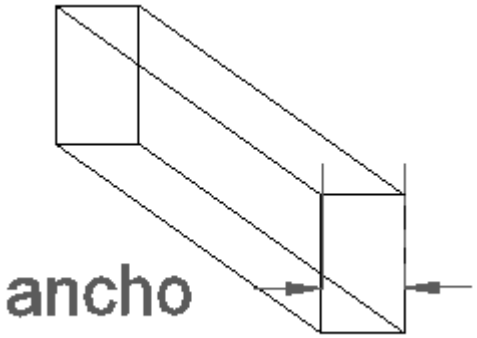


Fuente: los autores

- Las formaletas se retiran después de 24 horas de vaciado del concreto, se debe revisar en las columnas las pequeñas deflexiones que pueden tener por la deformación. Se debe tener en cuenta el uso de removedor de formaletas y evitar a toda costa el uso de ACPM para el desprendimiento de estas, pues la composición del ACPM puede afectar en la compasión química de la mezcla de concreto.
- Se recuerda la necesidad de la compactación del concreto con un vibrado, con un golpeado de formaleta suavemente con un martillo de goma, chuzando el concreto con una varilla limpia de suciedades y/o con una aguja vibradora. Durante la actividad de vertido del concreto se debe vigilar que la formaleta no se salga de sus medidas, tampoco, se puede dañar. Es importante que el concreto se vierta gradualmente, ya que, las columnas tienen un grado más de complejidad al momento de vibrar el concreto se recomienda verter capas de 30cms y vibrarlo gradualmente, esto evitara problemas como el hormigueo. El interventor tendrá que vigilar el recipiente y vigilar que el concreto se vierta gradualmente para evitar daños. Por último, el interventor tendrá que tomar muestras del concreto, diferentes a las que tomara el contratista.
- El concreto de las columnas debe mantenerse húmedo y protegido del sol y el viento al menos durante los primeros 7 días del vaciado, el interventor debe vigilar durante este tiempo que la estructura este húmeda a cada instante. se debe asegurar de que la estructura está protegida de la intemperie con un plástico.
- El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de $20\,000\,mm^2$ $(200\,cm^2)$. En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 75 mm, siempre y

cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea inferior a $20\,000\ mm^2$ ($200\ cm^2$).

Imagen 37 Representación básica de una viga desde un punto de vista isométrico



Fuente: los autores

- El refuerzo longitudinal de las vigas de amarre se debe disponer de manera simétrica respecto a los ejes de la sección, mínimo en dos filas. El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 4 barras N° 3 (3/8") o 10m (10 mm), dispuestos en rectángulo para anchos de viga superior o igual a 110 mm.
- Para el refuerzo transversal considerando como luz el espacio comprendido entre columnas de amarre ubicadas en el eje de la viga o entre muros estructurales transversales al eje de la viga, se deben utilizar estribos de barra N° 2 (1/4") o 6m (6 mm), espaciados a 100mm en los primeros 500 mm de cada extremo de la luz y espaciados a 200 mm en el resto de la luz.
- Para las vigas aéreas se debe comprobar su posición con respecto a la del muro pues la viga debe estar sobre los mampuestos, se debe revisar el plomo de las vigas, los traslapos y calidad del acero previo al fundido de las vigas.
- Se debe asegurar que la formaleta este en buen estado como grietas, deformaciones o demás cosas que puedan afectar a la actividad de la fundida.
- Se debe asegurar que la formaleta se humedezca y lo mismo con la superficie donde reposara las vigas aéreas.
- Posteriormente, se debe esperar 24 horas para retirar la formaleta, ya que al retirarla antes puede comprometer la forma de la estructura.
- También, se explicará de manera breve como calcular la longitud máxima de los muros confinados con la siguiente formula.

$$Lmin = \frac{Mo * Ap}{t}$$

Lmin: longitud mínima de muros estructurales en cada dirección (m)

Mo: Coeficiente que se lee en la tala E.3.6-1

t: espesor efectivo de muros estructurales en el nivel considerado (mm)

Ap: se considera en m2, de acuerdo con lo siguiente.

(a) Igual al área de la cubierta en construcciones de un piso con cubierta en losas de concreto.

(b) Igual al área de cubierta para muros del segundo nivel en construcciones de dos pisos, cuando la cubierta es una losa de concreto.

(c) Igual al área de cubierta más el área de entrepiso para muros de primer nivel en construcciones de dos pisos con cubierta consistente en una losa de concreto.

(d) Cuando se emplee una cubierta liviana, los valores del área determinados para cubiertas de losa de concreto según (a), (b), o (c), pueden multiplicarse por 2/3.

Luego de explicar cada variable de la fórmula de la longitud mínima de muros estructurales, que son los mismos muros confinados, se explicará de donde viene cada valor.

El primer valor es el M_o el cual proviene del análisis del Mapa de zonas de amenaza y movimientos sísmicos de diseño NSR-10 Titulo A, para el caso de Ambalema este se encuentra en zona intermedia, como se puede observar.

Figura 5 Mapa de valores de Aa de la NSR-10

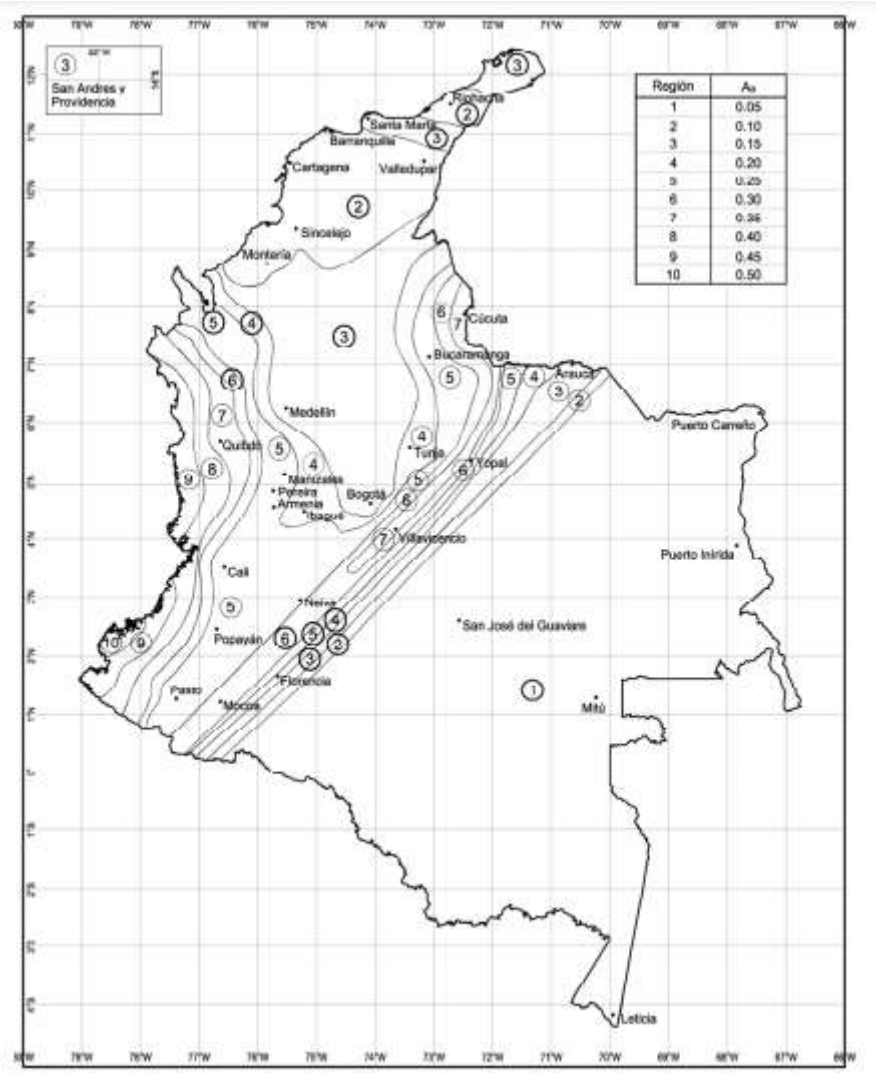


Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de A_a

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Una vez verificada la zona en la que se encuentra Ambalema, que es intermedia y de que se encuentra en la región cuatro con un valor $A_a = 0.20$ se procede a comparar el

Valor en la siguiente tabla para saber el coeficiente M_o en este caso el valor es 17.0.

Tabla 12 Coeficiente Mo para longitud mínima de muros estructurales confinados

Zona de amenaza sísmica	Valores A_a	Valores M_o

Alta	0.40	33.0
	0.35	30.0
	0.30	25.0
	0.25	21.0
Intermedia	0.20	17.0
	0.15	13.0
Baja	0.10	8.0
	0.05	4.0

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Luego se revisa **t** que como se había dicho es el espesor efectivo de muros estructurales en el nivel considerado (mm). Luego este valor es el espesor seleccionado con anterioridad y el valor que se usó para este proyecto es de 12.5 cm que sería el mismo valor **t,** sin embargo para la aplicación de la formula este valor se tiene que pasar a mm que sería un valor de 125mm. Recordemos que en la tabla anterior el espesor nominal mínimo para un muro en zona de amenaza intermedia es de 10 cm por lo tanto cumple.

El ultimo valor para completar la ecuación es el valor **Ap**, y para saber el valor es se debe mirar los requisitos, para este caso la obra se ejecutar en cubierta liviana y en c asas de un piso, lo cual encaja en el requisito (d) que es el área de la cubierta multiplicada por 2/3. El proyecto en Ambalema consta de un largo = 12.76m y un ancho de 7.38m por lo tanto el área de la cubierta es $A_c = 12.76 * 7.38 = 94.168\, m^2$

Luego, $94.168\, m^2 * \frac{2}{3} = 62.81\, m^2$ y por lo tanto **Ap** = $62.81\, m^2$.

Por lo tanto, reemplazando los valores hallados de la longitud mínima la formula quedaría así:

$$Lmin = \frac{17.0 * 62.81}{125} = 8.54\, m$$

Entonces 8.54 m es la longitud máxima que puede tener un muro, y verificando los diseños para la obra en Ambalema el muro más largo es de 6.3 m por lo tanto, los diseños se encuentran cumpliendo con la longitud de muros.

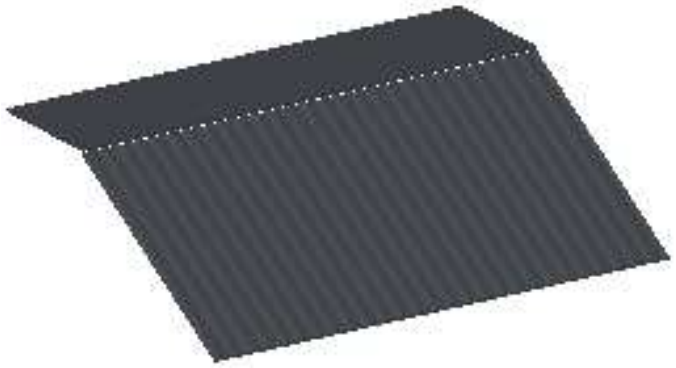
6.4. TEJADO

La cubierta como se mencionó anteriormente se rige sobre unas normas establecidas, para su correcta instalación, para que esta tenga mayor durabilidad y no tenga una ruptura repentina. Acá trataremos temas relacionados con elementos como culatas, cintas de amarre y correas.

6.4.1. Constructor para el proceso de tejado

- En este punto ya se construyeron las vigas de amarre de la parte superior de los muros confinados, y se debe empezar por hacer la culata del techo, al igual que cualquier muro los mampuestos de la culata deben estar a plomadas y las hileras niveladas, respetando el espesor del pegue de los ladrillos. La diferencia es que cuando se hace el muro se debe hacer el corte de la culata según la pendiente de los diseños, sin embargo existe una tabla de la AIS que aconseja las pendientes del tejado dependiendo de su material para este proyecto se usó teja metálica y por lo tanto se debe usar una pendiente aproximada de 15%. También, existe un pequeño tramo en placa de concreto, el cual debe tener una pequeña pendiente que permita la circulación del agua y evite el estancamiento provocando humedades. Para que el agua no afecte a la estructura esta debe salir por un desagua instalado en la parte más baja de la placa asegurando la mayor captación de agua de la placa.

Imagen 38 Representación en 3d del tejado de vivienda



Fuente: los autores

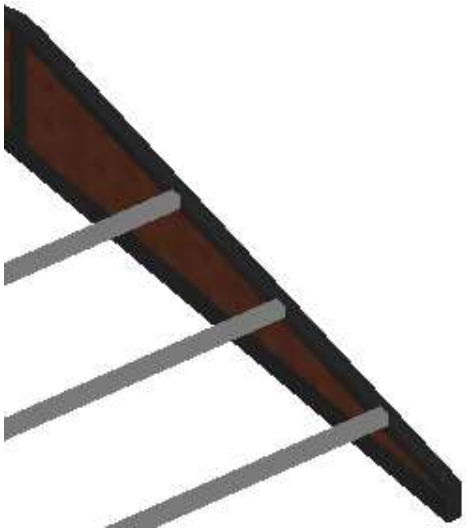
Imagen 39 Representación en 3d las correas que sostendrán el tejado de una vivienda



Fuente: los autores

- Una vez terminada la culata que está elaborada en mampuestos, se debe hacer la formaleta para la cinta viga que será la que amarre la culata, se debe tener en cuenta que esta cinta dará más altura al tejado, por lo que es importante tener en cuenta este factor. Las cintas son elementos estructurales un poco más angostos que las vigas de cimentación o de amarre. Pero estas tienden a tener un mismo diseño de mezcla y a usar los mismos diámetros de las vigas ya mencionadas. (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, 2001)

Imagen 40 Representación en 3d de las culatas y correas de una vivienda



Fuente: los autores

- Al momento de fundir las cintas de la culata se deben embeber las correas para que estas queden unidas con las cintas y posteriormente, las tejas se puedan amarrar con las correas empotradas. Cabe destacar, que las tejas se deben amarrar con alambre de acero inoxidable los cuales deben encajar en los huecos de las tejas.

Nota: *para la construcción de culatas se debe usar el mismo mortero usado en los muros, además estos deben tener un ángulo definido en los diseños, también se deben aplomar y nivelar. Las cintas de amarre se usan para los bordes de los vanos de ventanas y puertas, pero también se usan para cubrir a las culatas con el fin de ofrecer mayor rigidez.*

6.4.2. Interventoría para el proceso de cimentación

- Se debe construir cintas de amarre para la cubierta, y una culata en mampuestos. Estos elementos tienen que estar sobre las vigas de confinamiento.

Imagen 41. Representación en 3d de una culata desde un punto isométrico



Fuente: los autores

- Se consideran las cintas de amarre como elementos suplementarios a las vigas de amarre, utilizables en antepechos de ventanas, en remates de culatas, en remates de parapetos, etc.

Imagen 42 Representación en 3d de una vivienda sin tejado



Fuente: los autores

- Se puede utilizar sin excepción como cinta de amarre cualquiera de los siguientes elementos: (a) Un elemento de concreto reforzado de altura superior o igual a 100 mm, con ancho igual al espesor del elemento que remata y reforzada mínimo con dos barras longitudinales N° 3 (3/8”) o 10M (10 mm). El refuerzo transversal debe ser el necesario para mantener en la posición deseada las barras longitudinales. (b) Un elemento construido con piezas de mampostería tipo U,

reforzado longitudinalmente con mínimo dos barras N° 3 (3/8”) o 10M (10 mm) o una barra N° 4 (1/2”) o 12M (12 mm), o con mortero de inyección de resistencia a la compresión no inferior a 7.5 MPa.

- Las cintas de amarre deben construirse de tal manera que se garantice el trabajo monolítico con el elemento que remata. El refuerzo longitudinal de las cintas de amarre, se deben anclar en los extremos terminales de las culatas.

Imagen 43 Representación en 3d de toda una vivienda sin tejado



Fuente: los autores

- El interventor debe verificar que la viga cinta debe tener pernos o hierros de 1/4 de pulgada para el amarre de correas.
- Se debe tener en cuenta, que la pendiente del techo (inclinación) varía de acuerdo con el material que se utiliza. Se debe verificar con la normativa vigente (NSR-10) o demás documentos relacionados al tema, para ver las inclinaciones mínimas según los materiales.
- Por último, se debe tener en cuenta que se debe amarrar las tejas con los alambres que estas tienen, ya que poseen tapa plástica o metálica, las cuales impiden que el agua ingrese directamente de la teja. Este error ha sido muy común en la obra de estudio, pues estos amarres por lo general no son tenidos en cuenta. Cabe mencionar, que estas tapas deben estar fijadas en la parte de afuera de la teja y no interna para que estas impermeabilicen de la manera adecuada.

Tabla 13 Pendientes recomendadas dependiendo del tipo de cubierta

Tipo de cubierta	Pendiente máxima

Teja de barro	42%
Asbesto – cemento	27%
Plástica	20%
Metálica	15%
Losa de concreto	2%

Fuente: (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, 2001)

Imagen 44 Representación en 3d del tejado metálico con inclinación de una vivienda de interés social



Fuente: los autores

6.5. SERVICIOS

Los servicios hacen parte fundamental de toda vivienda, pues ayudan a los propietarios en sus labores más básicas y para ello se deben realizar una serie de instalaciones de los diferentes sistemas de servicios. En este documento solo se hará mención de dos

servicios como son el de agua y el de energía. Y se dará algunas pautas únicamente para la interventoría en la instalación de estos sistemas.

Nota*: Es importante evitar las regatas en los muros, sobre todo en estructurales. Las tuberías de aguas negras se deben depositar en una caja que está en la calle que a su vez conecta con el resto del sistema de alcantarillado. Para la conexión del sistema eléctrico de casa a poste se hará por medio del personal de la empresa distribuidora de energía en la región o con un permiso previo de la empresa.*

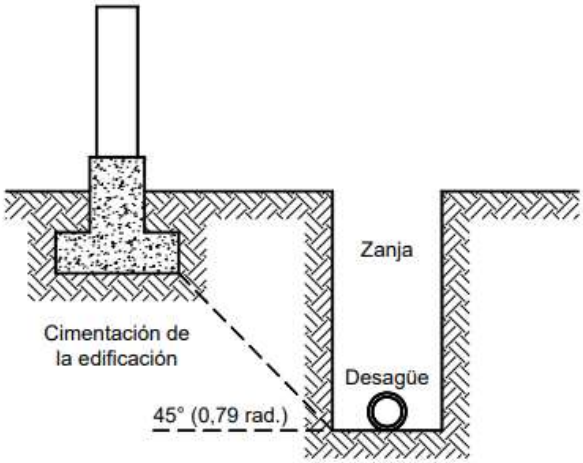
6.5.1. Para el sistema eléctrico

- Se debe asegurar de que las habitaciones requieren mínimo de un tomacorriente y un interruptor.
- Las cocinas y baños deben tener enchufes GFCI para la protección de un riesgo eléctrico, ya que en la cocina y baños están en más contacto de la humedad. Para los baños debe estar ubicado adyacente al lavamanos. Para la cocina se debe instalar tomas a menos de 1.8 metros del borde exterior de lavaplatos.
- Se debe colocar una toma de 20 A (amperios) para la lavadora a no más de 1,8 metros de donde este la lavadora.
- los cables eléctricos se pueden distribuir por toda la vivienda en tubos PVC o tubería EMT de diámetro pequeño.
- En caso de requerirse regatas en los muros el diámetro de la tubería no debe exceder 1/3 del espesor del muro, ya que, el exceder este espesor hará que se considere la división del muro.
- en todo momento se debe asegurar que sus cables mantengan su aislamiento para evitar cortos circuitos y aislamientos.
- No deben realizarse regatas que crucen la totalidad del muro estructural de lado a lado o de arriba abajo. Las tuberías deben conducirse en piso o en la placa.
- Las tuberías de cualquier sistema siempre deben estar fuera de las columnas o cualquier tipo de elemento estructural, pues la ruptura de cualquiera de estos elementos puede reducir la capacidad de carga.
- Este proyecto cuenta con tableros monofásicos con una protección de 20A (veinte amperios), los cuales se deben ubicar en una parte con poco acceso preferiblemente un cuarto, a una altura promedio de 160 Cm, permitiendo la manipulación por parte de los propietarios y evitando un accidente con los niños.

6.5.2. Para las instalaciones hidrosanitarias

- En ningún caso las tuberías deben atravesar las vigas de cimentación, de no ponerse por encima que es lo ideal, se hará por debajo de las vigas mínimo a 10 cm de estas.
- Es importante el uso de teflón y del pegamento PVC en cantidades generosas en las conexiones, pues de estos elementos depende la vida del sistema de tubería, ya que una fuga puede provocar el daño de todo el sistema.
- En caso de requerirse regatas en los muros el diámetro de la tubería no debe exceder 1/3 del espesor del muro, ya que, el exceder este espesor hará que se considere la división del muro.
- El ancho mínimo de las excavaciones para la colocación de las tuberías de desagüe. debe ser de por lo menos de 30cms, porque de otra manera la instalación resulta dispendiosa y puede quedar con problemas.
- La pendiente de esta tubería debe ser igual o un poco mayor al 2%.
- Las tuberías siempre deben estar fuera de las columnas de amarre y de los refuerzos.
- La tubería de aguas negras por lo general debe ser de color amarillo en PVC y el rango de diámetros en viviendas varia de 2” a 4”. Y la tubería de agua potable es en PVC verde y por lo general es de 1/2".
- Se debe verificar si la Zanja de la acometida supera la profundidad de la cimentación, en caso de que supere dicha profundidad la acometida debe formar un Angulo de 45º con respecto a la cimentación esto con el fin de evitar una afectación en la cimentación o tubería.

Figura 6 Ubicación de la zanja cuando esta supera la profundidad de la cimentación



Fuente: (INCONTEC, 2004)

- Se debe revisar en la ficha técnica que los inodoros no consuman más de 6 litros por descarga.

7. BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. (2001). *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA .* Bogotá: FONDO PARA LA RECONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO SOCIAL DEL EJE CAFETERO - FOREC.

INCONTEC. (12 de diciembre de 2007). NORMATECNICA COLOMBIANA NTC 2289. *BARRAS CORRUGADAS Y LISAS DE ACERO DE BAJA ALEACIÓN, PARA REFUERZO DE CONCRETO*. Bogotá, Colombia.

INCONTEC. (17 de febrero de 2010). NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 673. *CONCRETOS. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO*. Bogotá, Colombia: INCONTEC.

INCONTEC international. (25 de Octubre de 2000). NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 296. *INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA DIMENSIONES MODULARES DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA COCIDA LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS*. Bogotá, Colombia: INCONTEC.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. *Título D Mamposteria Estructural*. Bogotá, Colombia.

SENA. (febrero de 1991). Construcción Autogestionada MUROS A. Bogotá, Colombia: FIC.