



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**CARTILLA DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS
ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES**

Sergio Andrés Araque Urón

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería civil,
Escuela ambiental
Medellín, Colombia
2020



CARTILLA DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS ESTRUCTURALES EN
EDIFICACIONES

Sergio Andrés Araque Urón

Informe de práctica como requisito para optar al título de:
Ingeniero Civil

Asesor interno: Derly Estefanny Gómez García – Ingeniera Civil

Asesor externo: Jorge Willian Arenas Munera - Arquitecto

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil, Escuela Ambiental.
Medellín, Colombia
2020

CARTILLA GUÍA PARA PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Resumen

El trabajo realizado se basó en mostrar la ejecución de los procesos constructivos que presentan relación con el levantamiento de edificaciones. Para esto se construyó la cartilla guía para procesos constructivos en donde se logró ilustrar de una forma simplificada los diferentes pasos y recomendaciones que se deben tener en cuenta para construir las estructuras que corresponden a los cimientos de una edificación; lo anterior basado en el conocimiento y experiencia adquirido en la realización de las prácticas académicas.

Introducción

El progreso de la humanidad a lo largo de los años se ha visto evidenciado en la construcción de estructuras, todo esto es gracias a su espíritu innovador y coeficiente intelectual. A pesar del avance que se ha presentado en esta área, algunos aspectos no están controlados completamente; uno de estos es la posible discrepancia que se presentan entre los aspectos teóricos y prácticos relacionados a los procesos constructivos involucrados en la construcción de edificaciones, que han ido evolucionando a través del tiempo, generando una brecha que puede ocasionar errores en la construcción de las estructuras.

Por lo tanto, con el fin de disminuir el efecto del choque producido entre la práctica y la teoría, se han elaborado diferentes manuales de construcción. En el año 2012, la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá [1], elaboró un Manual donde se especifican las técnicas generales de construcción en obras, con el propósito de documentar el procedimiento relacionado a las prácticas constructivas, obteniendo así una guía permanente para la ejecución de los procesos constructivos y todos los aspectos relacionados a los mismos. De forma similar, Carrasco y Galindo en el año 2016 [2] realizaron una cartilla guía direccionada al control en la ejecución de obras de vivienda, donde se plantea información clara, relacionada a los controles y la ejecución de edificaciones, de forma que todo el desarrollo de la construcción se haga de forma correcta y efectiva.

En el presente proyecto se elaboró un manual que cumple el papel de instructivo en el desarrollo de los procesos constructivos involucrados en la construcción de edificaciones., el cual está dirigido principalmente a los pasantes de ingeniería civil o profesionales que recientemente ingresan al área laboral, proporcionando el conocimiento básico en los ámbitos práctico, teórico y normativo. La elaboración de la cartilla guía para procesos constructivos, se basó en el conocimiento adquirido a partir de la experiencia personal en la realización de las prácticas académicas, adicionalmente en la experiencia y conocimiento de las personas involucradas en la obra civil donde se llevó a cabo la práctica nombrada.

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar y describir los procesos constructivos involucrados en el levantamiento de edificaciones para ocasionar la correcta ejecución de los mismos.

Objetivos específicos

- Identificar los procesos constructivos más importantes que se llevan a cabo en el desarrollo estructural de una edificación.
- Aprender con el personal encargado en obra acerca de los procedimientos que se realizan en la construcción de edificaciones.
- Elaborar una “Cartilla” e informe final a partir de la información recolectada donde se especifiquen de forma estandarizada los procedimientos involucrados en los procesos constructivos.

Marco Teórico

A continuación, se presentarán las definiciones más relevantes que abarcan la elaboración de la cartilla:

Estructura

Es un conjunto de elementos conectados entre sí, que tiene como función soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales, garantizando así la función estática [3].

Estructura en concreto

Corresponde a las piezas construidas para soportar las cargas y esfuerzos en una edificación. Según el tamaño y el uso para el que se construyen, sus dimensiones y materiales pueden variar. Entre los materiales estructurales más utilizados se encuentra el concreto reforzado [2][4][7].

Concreto reforzado

El concreto reforzado se constituye de la unión entre concreto simple y armadura de acero, esta última se compone de barras o mallas, de acuerdo a los planos de construcción. Esta técnica constructiva se utiliza dado que, cuando el concreto es sometido a esfuerzos de tracción su resistencia es relativamente baja, por esto es necesario reforzarlo utilizando barras de acero, es así como recibe el nombre de concreto reforzado. Se utiliza principalmente en la construcción de estructuras sólidas y flexibles (columnas, vigas, losas, muros estructurales, fundaciones) y los llenos [4][7].

Cimentación

Es un conjunto de elementos estructurales que desarrollan la función de transmitir las cargas de la construcción al suelo, de forma distribuida. Generalmente el tamaño y forma de estas depende del tamaño de la edificación y de la condición del suelo donde esta será emplazada [1][4].

Columna

Corresponde a uno de los elementos estructurales más importantes para el soporte de una estructura, son verticales en concreto reforzado y cumplen la función de soportar fuerzas de flexión y compresión a nivel axial, acompañadas en algunos casos de momentos flectores, torsión o esfuerzos cortantes [4][3][6][7].

Columneta

Son elementos verticales de menor tamaño que las columnas, utilizadas normalmente para la confinar muros de mampostería; estas deben ser fundidas con suficiente anterioridad al vaciado de vigas y losas [4].

Viga

Consiste en un elemento estructural que normalmente se dispone de forma horizontal que puede sostener carga entre dos apoyos, su sollicitación principal es el momento flector, acompañado en algunos casos de cargas axiales, fuerzas cortantes y torsiones [2][4][5][7].

Vigueta o nervadura

Es un elemento estructural longitudinal y resistente, diseñado para soportar cargas producidas en pisos o cubiertas, esta forma parte de una losa nervada que trabaja principalmente a flexión [4].

Losa

Elemento estructural horizontal, diseñado para conformar pisos o techos en una edificación, esta trabaja en una o dos direcciones y de espesor pequeño en relación con sus otras dos dimensiones [1][4].

Muro estructural

Corresponde a un muro diseñado para resistir fuerzas horizontales o la combinación de fuerzas cortantes paralelas al plano del muro, causadas por sismos o viento [3].

Pila

Es un elemento estructural dispuesto de forma vertical, encargado de transmitir la carga proveniente de la superestructura (edificación, puente, etc.) a un estrato que sea capaz de soportarla, sin riesgo de que sufra un asentamiento excesivo [1][2].

Dado

Elemento estructural que se encuentra entre la cimentación y el cuerpo de la columna, se encuentra conformado por concreto reforzado y se encarga de disipar las cargas que provienen de la columna a la pila [2].

Madrinar

Trazar un eje de referencia que sirva como guía para ubicar un elemento y de esta forma permanezca alineado con los demás elementos del grupo [3].

Nivel de referencia

Se refiere al punto más alto de superficie de la calle aledaña al terreno en construcción, dicho nivel es proporcionado al inicio de la obra por parte del ingeniero calculista [1][2][3][4][5][6][7].

Aplomar

Acción que se realiza para verificar que alguno o más elementos se encuentren en posición perpendicular al terreno, para esto se utiliza una plomada [4][3][6][7].

Metodología

Inicialmente se realizó el reconocimiento de todos los procesos constructivos involucrados, de forma adicional se efectuó una filtración de estos con el objetivo de obtener únicamente los más imprescindibles e importantes, y de esta manera centrar el estudio únicamente en dichos procesos.

Posteriormente, se indagó con el personal encargado en obra acerca del proceso práctico que es ejecutado por los mismos, a su vez se documentó la información recolectada y se utilizó como fundamento principal en la elaboración de la cartilla.

Luego de reconocer los procesos constructivos y realizar la investigación pertinente, se procedió a la elaboración de la cartilla donde se presenta una descripción de los procedimientos necesarios para la elaboración de los procesos identificados con anterioridad; obteniendo como producto final un documento instructivo dirigido principalmente a los pasantes en ingeniería civil.

Resultados

El resultado obtenido consiste en la realización de la cartilla de procesos constructivos.

CARTILLA DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES

En este documento se describen los diferentes pasos que se deben seguir para llevar a cabo los procesos constructivos estructurales más importantes en el desarrollo de edificaciones, tales como *pilas*, *dados*, *vigas de fundación*, *columnas*, *muros de contención* y *losa*. La información en la que se basa la elaboración de este documento proviene de la experiencia práctica personal en la supervisión de los procesos constructivos estructurales en una edificación, además del conocimiento y apreciaciones del ingeniero residente y el maestro de obra de la construcción donde se realizó la práctica académica.

PILA

1. Adecuación de la zona

- Inicialmente debe realizarse un barrido y limpieza total de la zona en la cual está estimado el punto céntrico de la pila.

2. Ubicación del punto céntrico

- Posteriormente se procede a hacer la marcación del diámetro en donde se debe ubicar la pila, según los ejes que se encuentran especificados en el plano estructural.

3. Excavación

- Este procedimiento se realiza normalmente de forma manual por parte del pilero, que es la persona encargada y especializada en perforar el suelo como se observa en la imagen 1. Este proceso lo ejecuta con la ayuda de un molinete y en compañía de un auxiliar de obra, el cual se encarga de ayudar con el descenso al pilero y con el ascenso de las rocas que se encuentran a medida que se perfora el suelo, tal como se muestra en la imagen 2.



Imagen 2. Perforación del suelo



Imagen 1. Personal involucrado en el proceso de excavación

- El proceso inicia excavando manualmente el fuste metro a metro.
- De igual forma, metro a metro, el fuste debe ser reforzado con anillos de concreto y encofrado con tablas de madera común.
- Posteriormente, se debe vaciar el concreto en las paredes del fuste formando el anillo de concreto como se observa en la imagen 3. Este procedimiento se debe realizar metro a metro con el fin de brindarle estabilidad al terreno a medida que se lleve a cabo la excavación.
- Constantemente debe verificarse con la ayuda de una plomada la perpendicularidad de la estructura con el terreno.
- Una vez el fuste esté terminado, se procede a realizar la excavación de la campana basándose en las dimensiones descritas en el plano.
- **Recomendación:** Chequear constantemente la regularidad de las medidas del diámetro del fuste y la campana en su totalidad, las cuales son establecidas por el ingeniero calculista.



Imagen 3. Fuste reforzado con anillos de concreto

4. Refuerzo de acero

- Se debe armar e instalar la canasta de acero de forma manual como se muestra en las imágenes 4 y 5.
- **Recomendación:** Es necesario chequear que dicha estructura cumpla con los refuerzos de acero horizontal y vertical especificados en los planos estructurales.



Imagen 4. Proceso de armado de la canasta de acero



Imagen 5. Instalación canasta de acero

5. Proceso de vaciado

- El volumen de vaciado del concreto debe calcularse según las dimensiones descritas en el plano, y de esta forma obtener la correcta dosificación de la mezcla entre arena, triturado, cemento, agua y aditivo (dicha dosificación es informada por el ingeniero calculista).
- Se continúa vaciando el concreto con la ayuda de una mezcladora, hasta el nivel de la cota superior de la pila, el cual está especificado y verificado previamente en el plano como se ilustra en la imagen 6.



Imagen 6. Proceso de vaciado de concreto

6. Verificación de niveles

- Después de realizarse el vaciado de la pila, es muy importante verificar con la manguera de niveles, el nivel de vaciado de concreto con el nivel referente.

7. Limpieza de materiales

- Al finalizar los procesos anteriores, deben limpiarse los materiales empleados en el vaciado de concreto.

DADO

1. Adecuación de la zona

- De forma preliminar, es necesario realizar el barrido y limpieza total de la zona en la cual están estimadas las coordenadas de la estructura, teniendo en cuenta los ejes indicados en los planos estructurales.

2. Excavación

- Realizar la excavación teniendo en cuenta las dimensiones descritas y la demolición del concreto sobrante de la pila (lechada), hasta encontrar el concreto sano como se observa en la imagen 7.



Imagen 7. Excavación del dado

3. Refuerzo de acero

- Inicialmente, se arma la estructura de refuerzo de acero como se ilustra en la imagen 8, la cual está conformada por barras en "u", y de refuerzo verticales que sobresalen de la pila.



Imagen 8. Armado de refuerzo de acero

- Adicionalmente, se deben chequear los espaciamientos, diámetros y cantidades de barras de acero verticales y horizontales como se muestra en la imagen 9, las cuales están estipuladas en los planos.



Imagen 9. Estructura de acero del dado

- **Recomendación:** En este proceso se debe armar de forma simultánea el refuerzo de acero vertical de la columna y el refuerzo de acero horizontal (estribos), mínimo hasta la cota superior del vaciado del dado.

4. Encofrado

- Con la ayuda de teleras, canes y largueros, se realiza el encofrado del dado por la parte externa de la estructura de acero, respetando el recubrimiento de 5 cm en todas las direcciones con respecto al refuerzo de acero para el vaciado de concreto, tal como se muestra en la imagen 10.

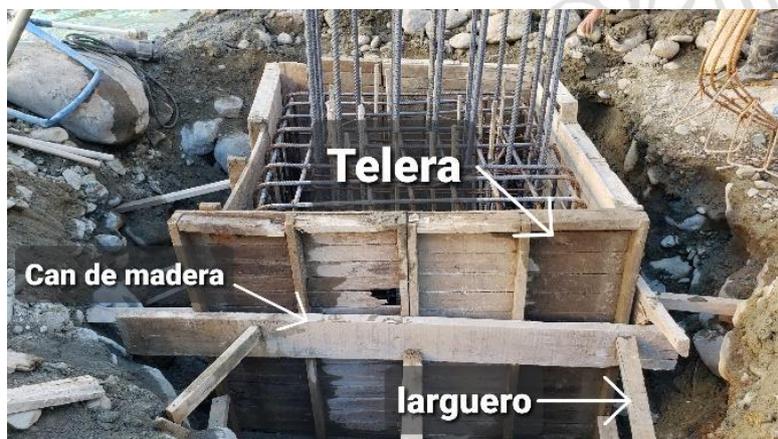


Imagen 10. Encofrado del dado

- **Recomendación:** Este proceso se puede omitir siempre y cuando se realice la excavación del terreno con la geometría adecuada que cumpla con las dimensiones del dado descritas en el plano.

5. Proceso de vaciado

- Debe calcularse el volumen de vaciado del concreto según las dimensiones descritas en el plano, para obtener una buena dosificación de la mezcla entre arena, triturado, cemento, agua y aditivo; dicha dosificación es informada por el ingeniero calculista.
- Posteriormente, se continúa con el vaciado del concreto como se aprecia en la imagen 11, esto con la ayuda de una mezcladora hasta el nivel de la cota superior del dado, el cual es especificado y verificado previamente en el plano.



Imagen 11. Proceso de vaciado de concreto del dado

- **Recomendación:** En este proceso se puede vaciar el dado de concreto hasta la cota inferior de las vigas de fundación como se ilustra en la imagen 12, para facilitar el empalme y armado de la estructura de acero de las vigas de fundación con el refuerzo de acero del dado y la columna, posteriormente cuando se realice el vaciado de las vigas de fundación se complementará el dado.



Imagen 12. Dado vaciado en concreto

- **Recomendación 2:** Si el concreto se encuentra espeso, se debe utilizar un vibrador como se muestra en la imagen 13, el cual permitirá asentar el concreto de forma homogénea, con el fin de que no queden burbujas de aire en la estructura.

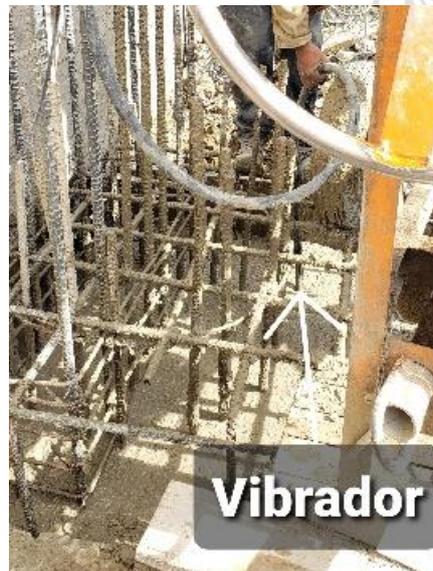


Imagen 13. Máquina vibradora

6. Verificación de niveles:

- Después de realizar el vaciado del dado, se debe verificar con la manguera de niveles, el cumplimiento del nivel de vaciado de concreto con el nivel referente.

7. Desencofrado y limpieza de materiales:

- El dado se debe desencofrar al día siguiente del vaciado como se observa en la imagen 14. Es importante realizar este paso con cautela y de esta forma conservar

las tricapas o teleras que se emplearon, las cuales se deben limpiar para ser reutilizadas posteriormente.



Imagen 14. Desencofrado del dado

VIGA FUNDACIÓN

1. Adecuación de la zona

- Es necesario realizar un barrido y limpieza total de la zona en la cual están estimadas las coordenadas de la estructura, teniendo en cuenta los ejes de los planos estructurales.
- **Recomendación:** Con la ayuda de un hilo, se marcan los ejes lineales en el terreno, con el fin de obtener una guía exacta de las medidas establecidas en el plano estructural.

2. Excavación

- Posteriormente se procede a excavar la brecha por donde se conducirá la viga como se muestra en la imagen15, según las dimensiones descritas en el plano, basándose en la referencia del hilo que fue trazado por los ejes del terreno anteriormente.



Imagen 15. Brecha de la viga

3. Refuerzo de acero

- Se arma la estructura de refuerzo de acero, conformado por barras ubicadas horizontalmente (acero lineal) y estribos (acero figurado) ubicados de manera vertical como se puede observar en la imagen 16.



Imagen 16. Refuerzo de acero de la viga

- En el caso de las vigas de fundación que se encuentran en el perímetro de la edificación, sobre las cuales se construirán muros de contención tipo cortina, debe adicionarse a su estructura de acero un cierto número de barras que pertenecen al muro tipo cortina como se ilustra en la imagen 17, de esta manera se instalen en dicho momento y evitar dificultades a la hora de realizar el empalme con el muro de contención.



Imagen 17. Refuerzo de acero muro de contención tipo cortina

- **Recomendación 1:** Chequear los espaciamientos, entrelazos, diámetros y cantidades de barras y estribos de acero estipuladas en los planos por el ingeniero calculista.
- **Recomendación 2:** Verificar que la estructura de acero haya quedado bien entrelazada con la estructura de acero del dado y la de la columna tal como se muestra en la imagen 18.



Imagen 18. Estructura de acero de la viga

4. Encofrado:

- Con la ayuda de teleras de 45 cm, largueros acuñaados al suelo y trozos de tablas de madera común entre teleras (para garantizar el ancho de la viga) se construye el encofrado de la estructura en cuestión como se muestra en la imagen 19.
- Se debe respetar el recubrimiento de 5 cm en todas las direcciones con respecto al refuerzo de acero para el vaciado de concreto.



Imagen 19. Encofrado de la viga

- **Recomendación:** Verificar que los largueros se encuentren bien sujetos al suelo ya que estos acuan las teleras y no permiten que se abran a la hora de vaciar el concreto.

5. Proceso de vaciado:

- Inicialmente se calcula el volumen de vaciado del concreto según las dimensiones descritas en el plano, esto para obtener una buena dosificación de la mezcla entre arena, triturado, cemento, agua y aditivo; dicha dosificación es informada por el ingeniero calculista.
- Se continúa con el vaciado del concreto manualmente hasta el nivel de la cota superior de la viga, el cual es especificado y verificado previamente en el plano.
- **Recomendación:** En este proceso se debe vaciar el concreto tanto en la viga de fundación como en el restante del dado como se ilustra en la imagen 20.

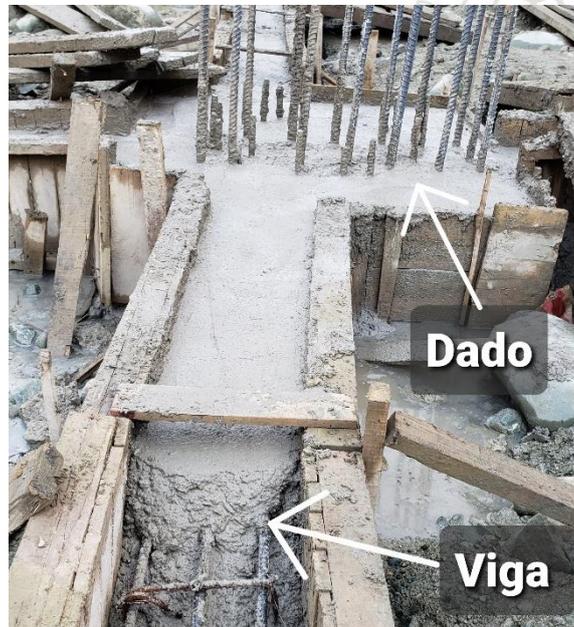


Imagen 20. Vaciado de concreto a la viga

6. Verificación de niveles:

- Luego de realizar el vaciado de la estructura, se debe tener en cuenta la verificación con la manguera de niveles para corroborar el cumplimiento del nivel de vaciado de concreto respecto al nivel referente.

7. Desencofrado y limpieza de materiales:

- Es posible desencofrar la estructura pasado un día del vaciado como se muestra en la imagen 21. Este procedimiento debe hacerse con mucho cuidado y así tratar de conservar las tricapas o teleras que se hayan utilizado, las cuales deben limpiarse para ser reutilizadas posteriormente.



Imagen 21. Viga desencofrada

COLUMNA

1. Adecuación de la zona

- Realizar un barrido y limpieza total de la zona en la cual están estimadas las coordenadas de la estructura, teniendo en cuenta los ejes de los planos estructurales.

2. Ejes estructurales

- Utilizando un hilo, el cual está sujeto de muro de contención a muro de contención, se marcan los ejes lineales en el terreno y de esta manera se obtiene una guía exacta de lo que se encuentra en el plano estructural.
- Luego de tener los ejes referenciados, se procede a bajar dichos puntos al suelo con la ayuda de la plomada.

3. Refuerzo de acero

- **Recomendación:** El armado de refuerzo de acero de la columna se debe realizar al mismo tiempo que el armado de refuerzo de acero del dado como se ilustra en la imagen 22.



Imagen 22. Estructura de acero de la columna

- Una vez fijados los puntos de referencia en el suelo, se debe instalar el estribo de referencia inferior.
- Posteriormente se adicionan las barras de acero, las cuales se fijan con un segundo estribo de referencia superior, ubicado a una altura considerable para que las barras de acero no oscilen debido a su longitud.
- Por último, se adicionan los estribos y ganchos para brindar estabilidad a la estructura como se observa en la imagen 23.



Imagen 23. Estructura de acero de la columna

- **Recomendación 1:** Verificar los espaciamientos, entrelazos, diámetros, cantidades de barras, estribos y ganchos de acero como se muestra en la imagen 24, estipuladas en los planos por el ingeniero calculista.

- **Recomendación 2:** Chequear que la estructura de acero esté correctamente entrelazada con la estructura de acero del dado y la de la viga.



Imagen 24. Estructura de acero de la columna

4. Encofrado:

- Para el encofrado de una columna se utiliza 1 juego que consta de: 8 tapas metálicas de 0,60 x 1,20m, 4 tapas metálicas de 0,50 x 1,20m, 8 ángulos de 1,20m, 8 alineadores, 24 garras, 1 juego de chapetas, 4 corbatas (2 por cada tapa metálica) y 6 tacos metálicos como se observa en la imagen 25.



Imagen 25. Encofrado de la columna

- Se debe respetar el recubrimiento de 5 cm en todas las direcciones con respecto al refuerzo de acero para el vaciado de concreto.
- **Recomendación 1:** Verificar que todo se encuentre bien ajustado y que los tacos metálicos estén sujetos correctamente al suelo, ya que estos evitan que las tapas metálicas se salgan de su posición en el momento que se vacíe el concreto.
- **Recomendación 2:** Verificar que el armado del encofrado se encuentre a plomo.

5. Proceso de vaciado

- Se debe calcular el volumen de vaciado del concreto según las dimensiones descritas en el plano, para obtener una buena dosificación de la mezcla entre arena, triturado, cemento, agua y aditivo; dicha dosificación es informada por el ingeniero calculista.
- Se continúa con el vaciado del concreto manualmente como se muestra en la imagen 26, hasta el nivel de la cota superior de la columna el cual es especificado y verificado previamente en el plano.



Imagen 26. Vaciado de concreto a la columna

- **Recomendación:** Si la mezcla se encuentra muy espesa, con la ayuda de un vibrador se garantiza que el concreto esté bien asentado, de esta manera se verifica que no queden espacios sin vaciar.
6. **Verificación de niveles**
- Después de realizar el vaciado de la columna, se debe verificar con la manguera de niveles que sí se esté cumpliendo el nivel de vaciado de concreto con el nivel referente.
7. **Desenfofrado y limpieza de materiales**
- Un día después del vaciado se debe desenfofrar la columna como se ilustra en la imagen 27 y limpiar todo el juego para reutilizarse en el encofrado de una nueva columna.



Imagen 28. Desencofrado de la columna

- La columna se debe cubrir en papel plástico para ayudar en el proceso de curado del concreto (aproximadamente 7 días) como se observa en la imagen 28, evitando que se filtre el agua y se caliente el concreto. Esto con el fin de que no se fracture debido a las altas temperaturas que alcanza. Durante los 7 días de curado se debe adicionar agua para mantener fresco el concreto como se observa en la imagen 29.



Imagen 29. Columna en proceso de curado del concreto



Imagen 30. Columna de concreto curada.

MURO DE CONTENCIÓN TIPO CORTINA

1. Adecuación de la zona

- Realizar un barrido y limpieza total de la viga de fundación sobre la cual irá apoyado el muro de contención tipo cortina.

2. Refuerzo de acero

- Las barras de acero deben ser instaladas perpendicularmente a la viga de fundación como se muestra en la imagen 30.
- Los bloques deben contener al menos una barra de acero y las columnetas 2 barras de acero con sus respectivos ganchos.
- Se debe tener en cuenta la separación entre barras para que encajen bien los bloques y las columnetas.

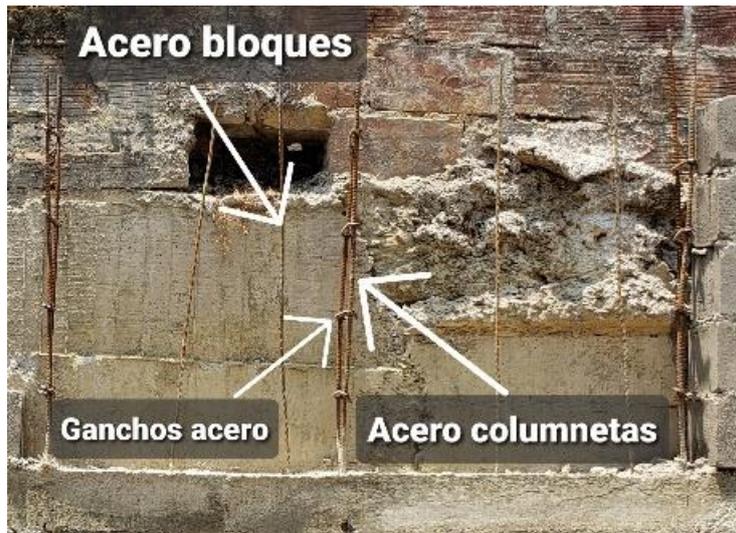


Imagen 31. Refuerzo de acero muro de contención tipo cortina

- **Recomendación:** La instalación del refuerzo de acero se debe realizar al mismo tiempo de la instalación de refuerzo de acero de la viga de fundación.

3. Marcación de niveles entre columnas

- Debido a que el muro de contención está ubicado entre columnas, estas deben ser la guía en el momento de marcar un nivel y tener la referencia en la ubicación de los primeros bloques.
- Inicialmente se instala un primer bloque en un extremo (columna) y un segundo bloque en el otro extremo (columna) para madrinar con un hilo y garantizar que la fila se encuentre alineada como se ilustra en la imagen 31.
- Posteriormente se procede a ubicar los demás bloques que deben ir en la hilera, respetando los espacios que se le asignaron a las columnetas por parte del ingeniero calculista, las cuales se encuentran debidamente especificadas en los planos.



Imagen 32. Alineamiento e instalación de bloques de concreto

4. Encofrado

- Este proceso se realiza utilizando tablas de madera común o tapas metálicas para encofrar las columnetas, las cuales se aseguran mediante largueros de madera fijados en el suelo como se muestra en la imagen 32.
- Se debe respetar el recubrimiento de 5 cm en todas las direcciones con respecto al refuerzo de acero para el vaciado de concreto.

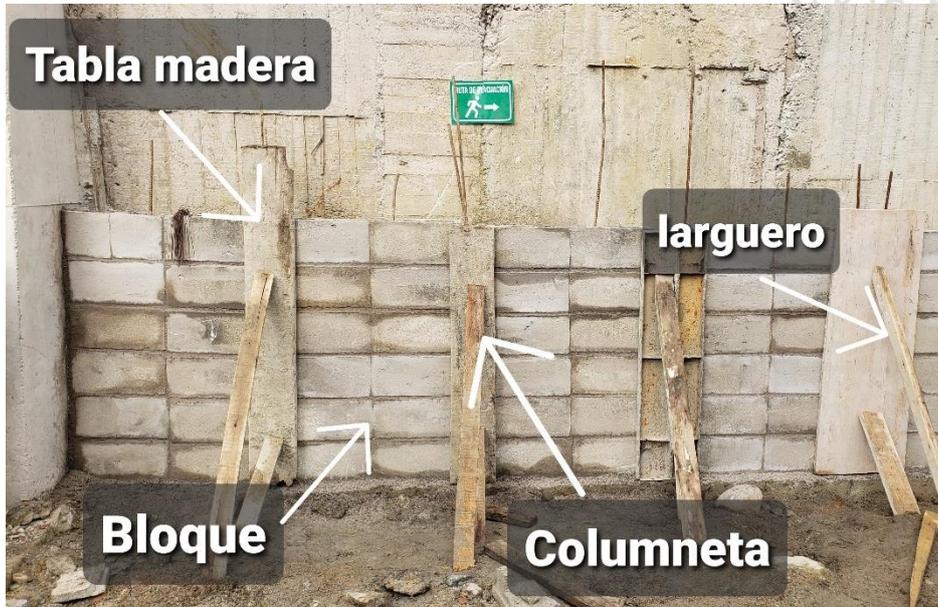


Imagen 33. Encofrado columnetas para muro de contención

- **Recomendación:** Verificar que los largueros de madera se encuentren bien sujetos al suelo ya que estos acuñan las tablas y evitan que pierdan su posición en el momento de vaciar el concreto en las columnetas.

5. Proceso de vaciado

- Se calcula el volumen de vaciado del concreto según las dimensiones de los bloques y las columnetas, para obtener una buena dosificación de la mezcla entre arena, triturado, cemento, agua y aditivo; dicha dosificación es informada por el ingeniero calculista.
- Se continúa con el vaciado del concreto manualmente como se observa en la imagen 33, hasta el nivel de la cota superior del tramo inferior del muro de contención, el cual es especificado y verificado previamente en el plano.
- **Recomendación:** En este proceso se debe vaciar el concreto dentro de los bloques y en las columnetas.



Imagen 35. Vaciado de concreto en el muro de contención

6. Verificación de niveles

- Después de realizar el vaciado de la estructura, es importante verificar con la manguera de niveles el cumplimiento del nivel de vaciado de concreto respecto al nivel referente.

7. Desencofrado y limpieza de materiales

- La estructura puede desencofrarse un día después del vaciado, haciendo posible la conservación de las tablas de madera o tapas metálicas que se hayan utilizado, las cuales se deben limpiar para ser reutilizadas posteriormente.

8. Armado y vaciado de vigueta:

- Se procede al armado del refuerzo de acero de la vigueta con dos barras de forma perpendicular a las barras de las columnetas como se ilustra en la imagen 34 y se ajustan con ganchos de acero para completar el sistema.



Imagen 36. Refuerzo de acero de la vigueta

- A continuación, se encofra la vigueta con la ayuda de can de madera y tabla de madera común como se muestra en la imagen 35.



Imagen 37. Encofrado de la vigueta

- Luego se procede al vaciado de concreto hasta el nivel de la cota superior de la vigueta el cual debe ser verificado al terminar el vaciado.
- Al día siguiente se debe desencofrar la vigueta como se muestra en la imagen 36, y limpiar las tablas de madera común para ser reutilizadas en una próxima ocasión.



Imagen 38. Desencofrado de la vigueta

9. Tramo superior del muro de contención:

- Finalmente se realiza la parte superior o segundo tramo del muro de contención como se muestra en la imagen 37, de la misma forma como se construyó el tramo inferior.



Imagen 39. Encofrado y vaciado de concreto del tramo superior del muro de contención

- Dado por terminado el muro de contención, se debe resanar las partes que se considere necesario como se ilustra en la imagen 38 y verificar que cumpla con las funciones específicas.



Imagen 40. Muro de contención tipo cortina

LOSA

1. Encofrado

- Se inicia por el cálculo del sistema de encofrado, con base a las cargas muertas y vivas del edificio, el peso del personal encargado que estará en el proceso al igual que la velocidad de vaciado. El encargado de dicho proceso es el ingeniero calculista.
- Se diseña la obra falsa, la cual se conforma por los tacos metálicos los cuales son los que soportan las sopandas, los capiteles y alineadores, estos 3 elementos son los que soportan las tricapas, que a su vez estas soportan los aligerantes y el acero. Todo este conjunto es el equipo que finalmente va a soportar el concreto premezclado, tal como se ilustra en la imagen 39.



Imagen 41. Equipo de encofrado de losa

- **Recomendación:** Previo a la revisión del encofrado es necesario estar atentos al proceso de armado del encofrado y a la colocación de los tacos metálicos, sopandas, capiteles y alineadores. Se debe verificar que todo el encofrado se encuentre nivelado y a su vez se debe humectar con ACPM para facilitar el desmontaje del equipo.
- **Recomendación:** Es muy importante verificar que la estructura que sostiene el encofrado (tacos metálicos, las sopandas, capiteles y alineadores) estén dispuestos de una forma segura, de modo que resista la carga correspondiente al propio peso del encofrado y a los movimientos que va a estar sometida durante el vaciado, los del personal, el vibrador, el concreto en su estado plástico y la presión ejercida por la bomba de inyección del concreto.
- Para colocar los cubos de icopor, es necesario hacerle limpieza a las tricapas como se observa en las imágenes 40 y 41, también se debe verificar el sembrado de los nervios y la colocación de la formaleta de apoyo de los nervios para dar un buen acabado.



Imagen 40. Limpieza del encofrado. Imagen tomada del video Armado de losa de entresiso.



Imagen 41. Instalación cubos de icopor. Imagen tomada del video Armado de losa de entresiso.

2. Refuerzo de acero

- Se debe instalar y verificar los aceros de refuerzo que se encuentran ubicados en las vigas, los cuales son suministrados por el ingeniero calculista como se ilustra en la imagen 42. Cada barra de refuerzo cuenta con separadores o panelitas de concreto en el fondo de la viga y son utilizados para darle el recubrimiento al acero de refuerzo aproximadamente de 3cm como se observa en la imagen 43.



Imagen 42. Verificación aceros de refuerzo. Imagen tomada del video Armado de losa de entresuelo.



Imagen 43. Separador de concreto. Imagen tomada del video Armado de losa de entresuelo.

- Se procede con la instalación de la malla electrosoldada la cual es suministrada por el ingeniero calculista según las especificaciones del plano.

3. Proceso de vaciado

- Se debe realizar el vaciado de concreto con cuidado para evitar que se caiga el encofrado.
- **Recomendación:** Al realizar el vaciado de concreto para la losa se debe verificar que todo el borde de losa este bien cuñado y cubierto por las tricapas.
- Se recomienda realizar el vaciado de concreto con una bomba de inyección como se observa en la imagen 44, esto con el fin de reducir el tiempo de llenado de la losa.



Imagen 44. Vaciado de concreto de la losa. Imagen tomada del video ¿Cómo se hace el vaciado de una losa de entresuelo?

- Se debe utilizar un vibrador tipo aguja para garantizar una buena compactación del concreto como se muestra en la imagen 45. La maquinaria debe penetrar el concreto por aproximadamente 3 segundos de forma vertical y sin tocar el refuerzo de acero.



Imagen 45. Vibrado del concreto. Imagen tomada del video ¿Cómo se hace el vaciado de una losa de entrepiso?

- Es necesario ir verificando el espesor del concreto durante el vaciado de la losa mediante el reglado para ir nivelando cada sector, esta acción es realizada con una boquillera o codal metálico, tal como se ilustra en las imágenes 46 y 47.



Imagen 46. Verificación del espesor de la losa. Imagen tomada del video ¿Cómo se hace el vaciado de una losa de entrepiso?



Imagen 47. Verificación del nivel de la losa. Imagen tomada del video ¿Cómo se hace el vaciado de una losa de entrepiso?

- Durante los próximos 7 días después del vaciado de concreto en la losa se debe realizar el curado. Este proceso consiste en regar con agua la viga manteniéndola húmeda, evitando que se formen grietas y fisuras y ayuda a que el concreto alcance la resistencia especificada.

4. Desencofrado y limpieza de materiales

- La estructura puede desencofrarse 15 días después del vaciado y el resultado final es observado claramente en la imagen 48, haciendo posible la conservación del equipo de armado para el encofrado de la losa, las cuales se deben limpiar para ser reutilizadas posteriormente.



Imagen 48. Losa de entrepiso curada y resanada. Imagen tomada del video Armado de losa de entrepiso

Conclusiones

- Entre los procesos constructivos más importantes en el desarrollo estructural de una edificación, se encuentran las pilas, dados, columnas, vigas de fundación, muros de contención y losas, debido a que estas estructuras constituyen los cimientos de una edificación y es a partir de los cuales, pueden realizarse los demás procesos necesarios para concluir una construcción.
- El conocimiento y experiencia del personal de obra, son aspectos significativos para la construcción de una edificación, a su vez en el proceso de aprendizaje de las personas que incursionan en temas constructivos o relacionados a ingeniería civil; Dado que, a partir de este conocimiento se pueden obtener fundamentos claves y confiables, como por ejemplo, la elaboración de manuales o cartillas.
- El manual elaborado, el cual cuenta con la descripción de los procesos constructivos más importantes, es una herramienta útil e ilustrativa para el público a quién va dirigido. Puesto que todos los procedimientos involucrados en los procesos nombrados se describen de una forma sencilla, práctica y detallada. Lo cual permite que las personas tengan una visión preliminar de la posible experiencia en el trabajo de campo.
- Se logró evidenciar, a partir de la experiencia personal en la realización de las practicas académicas, la importancia que tienen aspectos como la puntualidad, el orden, la limpieza y la documentación. Puesto que tienen una implicación directa en el

desarrollo de las actividades concernientes a la obra civil, evitando afectaciones en el cumplimiento de las tareas estipuladas.

Referencias bibliográficas

- [1] Pontificia Universidad Javeriana. (2012). *MANUAL DE NORMAS Y LINEAMIENTOS GENERALES*.
- [2] Andrés, D., & Ramírez, C. (2016). *Cartilla guía para el control en la ejecución de obras de vivienda nueva tipo vertical en Bogotá*. Universidad de la Salle.
- [3] COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente* (pp. 530–827).
- [4] García, G. A., & Mejía Rendón, A. (Sin fecha). *Procesos y procedimientos para la construcción de estructuras en concreto*. Bogotá.
- [5] S. C. Malatesta. (1997) «*Caracterización de la fractura del hormigón y de vigas de hormigon armado*» .
- [6] V. C. Rougier, (2003) «*Confinamiento de columnas de hormigón con materiales compuestos,*» Argentina.
- [7] A. H. N. George Winter, (1977), *Proyecto de estructuras de hormigon*, Reverté S.A.
- [8] Argos, (2011), *Armado de losa de entrepiso: proceso constructivo*, (video), recuperado el 30 de septiembre del 2020 de https://www.youtube.com/watch?v=dHfJw_egQzU
- [9] Argos, (2011), *¿Cómo se hace el vaciado de una losa de entrepiso?*, (video), recuperado el 30 de septiembre del 2020 de <https://www.youtube.com/watch?v=fTpIubnagII>