

Manual para Técnicos y Supervisores de Construcción

de Vivienda Industrializada de muros y losas en concreto mediante el Sistema Manoportable



FICEM

FEDERACIÓN INTERAMERICANA
DEL CEMENTO



**Federación Iberoamericana
del Hormigón Premezclado**
Fihp

IBEROAMERICAN FEDERATION OF READY MIXED CONCRETE
FEDERAÇÃO IBEROAMERICANA DO BETÃO PRONTO

Redacción:

Oswaldo Hurtado Figueroa
Servicio Nacional de Aprendizaje-
SENA-C.I.E.S; Regional Norte de
Santander- Colombia
Universidad Francisco de Paula
Santander-UFPS- Cúcuta-
Colombia

Revisión:

Comité Vivienda y Urbanismo
FICEM-FIHP, Luis Álvarez (ICCG),
Augusto Holmberg (ICH), Karla
Benitez (ISCYC), Leonardo Gálvez
(ICH), Francisco Ochoa (Ochoa
Hurtado y Cía. S.A.S), Irene
Campos, Matías Polzinetti (ICPA),
Lina Rojas Henao (FICEM) y las
empresas PERI, FORSA y
UNISPAN.

**Diseño y
composición:**

Arte Comunicacional

Fotografías:

PERI, FORSA, UNISPAN, INTERVÉ,
Oswaldo Hurtado Figueroa,
Rubiela Contreras.

Imágenes:

Oswaldo Hurtado Figueroa
Carlos Adolfo Lizcano Galvis

© FICEM-FIHP, 2018

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

ÍNDICE

PRÓLOGO	5
CÁPSULAS VIVIENDA INDUSTRIALIZADA CON EL SISTEMA MANOPORTABLE	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1. LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA	8
CAPÍTULO 2. SISTEMA CONSTRUCTIVO MANOPORTABLE	10
2.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA	10
2.2 PRINCIPALES BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	12
CAPÍTULO 3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA MANOPORTABLE	13
3.1 VENTAJAS DE EJECUCIÓN	13
3.2 VENTAJAS ECONÓMICAS	14
3.3 VENTAJAS ARQUITECTÓNICAS Y ESTÉTICAS	15
3.4 VENTAJAS TÉCNICAS	15
3.5 VENTAJAS AMBIENTALES	16
3.6 DESVENTAJAS	16
CAPÍTULO 4. APORTES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO A LA SOSTENIBILIDAD	17
4.1 IMPACTO ECONÓMICO	17
4.2 IMPACTO SOCIAL	17
4.3 IMPACTO AMBIENTAL	18
CAPÍTULO 5. TIPOS DE CIMENTACIÓN	19
5.1 VIVIENDAS HORIZONTALES	19
5.2 VIVIENDAS VERTICALES	19
CAPÍTULO 6. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA MANOPORTABLE	21
6.1 DESCAPOTE, LIMPIEZA DEL TERRENO, NIVELACIÓN, LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	21
6.2 INSTALACIONES SANITARIAS PRINCIPALES	21
6.3 CONSTRUCCIÓN DE LAS CIMENTACIONES	23
6.3.1 Excavación viga perimetral	23
6.3.2 Colocación de aceros de refuerzo y vaciado de la viga perimetral	23
6.3.3 Armado de la losa de cimentación y colocación instalaciones	24
6.3.3.1 Armado de la parrilla inferior	24
6.3.3.2 Colocación de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas	24
6.3.3.3 Armado de la parrilla superior	25
6.3.4 Colocación de varillas de arranque	26
6.3.5 Colocación del encofrado perimetral para el vaciado de la losa de cimentación	26
6.3.6 Prueba de presión para instalaciones hidrosanitarias “prueba hidrostática”	27
6.3.7 Vertido del concreto de losa de cimentación	27
6.3.8 Curado y desencofrado de la losa de cimentación	29

6.4	COLOCACIÓN DEL REFUERZO DE LOS MUROS	30
6.5	INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS Y ELÉCTRICAS DE LOS MUROS	31
6.6	COLOCACIÓN DE CENTRADORES, SEPARADORES O ESPACIADORES DEL REFUERZO DE LOS MUROS	32
6.7	MONTAJE DEL ENCOFRADO	33
6.7.1	Montaje del encofrado para muros	33
6.7.1.1	Para ambos sistemas (monolítico e independiente)	33
6.7.2	Montaje de encofrado para losas	40
6.7.2.1	Para el sistema monolítico (muro-losa)	40
6.7.2.2	Para el sistema independiente	43
6.8	COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO E INSTALACIÓN DE REDES EN LA LOSA	45
6.9	VACIADO DEL CONCRETO	46
6.10	DESENCOFRADO DE MUROS Y LOSAS	47
6.11	CURADO DE MUROS Y LOSAS	49
6.12	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LOS ENCOFRADOS	49
6.13	COLOCACIÓN DE MÉNSULAS	50
6.14	CONSTRUCCIÓN Y VACIADO DE LA CUBIERTA (si aplica)	51
CAPÍTULO 7. EL CONCRETO EN EL SISTEMA MANOPORTABLE		52
7.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONCRETO	52
7.2	CONTROL DE CALIDAD EN OBRA	53
7.2.1	MUESTREO DE CONCRETO FRESCO	53
7.2.2	ENSAYOS EN OBRA	54
7.2.2.1	Determinación del grado de fluidez o asentamiento del concreto	54
7.2.2.2	Ensayo de calorimetría (recomendable)	56
7.2.2.3	Medición de la temperatura del concreto fresco (opcional)	56
7.2.2.4	Medición del contenido del aire del concreto fresco (opcional)	57
7.2.3	ENSAYOS EN LABORATORIO	57
7.2.3.1	Ensayo de resistencia a compresión	57
7.3	RECOMENDACIONES PARA LA RECEPCIÓN DEL CONCRETO	58
CAPÍTULO 8. EQUIPOS DE TRABAJO O CUADRILLAS EN UN SISTEMA CONSTRUCTIVO INDUSTRIALIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON ENCOFRADO MANOPORTABLE		59
8.1	CUADRILLAS O EQUIPOS DE TRABAJO A CONFORMAR	60
ANEXO 1.		
ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA MANOPORTABLE		61
ANEXO 2.		
VERIFICACIÓN DE LOS PROCESOS EN OBRA Y LISTAS DE CHEQUEO		69
ANEXO 3.		
TÉRMINOS TÉCNICOS EN IBEROAMÉRICA		91

PRÓLOGO



En América Latina y el Caribe el déficit habitacional sigue siendo una problemática socioeconómica arraigada. Las cifras de FICEM demuestran que el país con menos déficit en la región (Costa Rica), alcanza un 20% de familias sin condiciones adecuadas de vivienda, y otros países superan el 70%.

Esta realidad implica que en promedio 1 de cada 3 familias ocupe una vivienda sin condiciones mínimas de habitabilidad, construidas con materiales de baja calidad, sin instalaciones eléctricas, hidráulicas y con ambientes poco salubres.

Frente a ese desafío, desde hace ya décadas se ha demostrado a nivel mundial que la vivienda industrializada es la alternativa más viable para garantizar competitividad económica de los proyectos, rápida ejecución y, sobre todo, seguridad para las familias.

Esperamos que cada vez sean más los especialistas rigurosos y capacitados en este sistema, que nos permitan seguir demostrándole a gobiernos y comunidades de nuestra región, las ventajas de esta solución.

Alejandro Ramírez Cantú
Presidente
Federación Interamericana de Cemento
FICEM

La mayor inversión en la vida de casi todo latinoamericano es su vivienda y de ahí, que exista una responsabilidad social inherente de quienes participamos de alguna forma en su construcción, ya sea como diseñadores, constructores o proveedores de insumos, como en el caso de la industria que represento.

Varios países de la región tienen una problemática particular común a resolver y que es prioritaria para el bienestar social: altas tasas de informalidad en la construcción y la acumulación de déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda. En este escenario, gobiernos y particulares de la zona han apostado por los sistemas industrializados de construcción de vivienda como una solución eficiente para superar -de forma sustentable, con calidad seguridad estructural y economía- esta problemática. Brasil, Colombia, Guatemala o México por nombrar algunos países, tienen innumerables experiencias que lo demuestran.

Mediante este manual, la industria del cemento y el concreto hace un aporte al sector de la construcción recopilando el "estado del arte" de la tecnología, como una guía para que los profesionales comprendan de una forma mejor a los sistemas industrializados y complementen aquellos conocimientos que ya han adquirido con la experiencia para llevar a cabo el fin verdaderamente último que es del cumplir el sueño de una vivienda.

Juan Pablo Rivera Palau
Presidente
Federación Iberoamericana del Hormigón
Premezclado

CÁPSULAS VIVIENDA INDUSTRIALIZADA CON EL SISTEMA MANOPORTABLE

Instituto del Cemento Portland Argentino – ARGENTINA

El sistema manoportable constituye una de las principales oportunidades en el ámbito de la construcción industrializada, para atender el déficit habitacional de Latinoamérica mediante una solución constructiva eficiente, sostenible y resiliente.

La reducción de los plazos constructivos, el empleo de insumos y mano de obra locales, la disminución de la variabilidad en la obra gruesa, la oportunidad de empleo para personal con incluso baja instrucción previa, su aplicabilidad a zonas con riesgo sísmico, su alta productividad y mayores rendimientos de obra, son sólo algunos de los atributos que fundamentan su elección por parte de desarrolladores, empresas constructoras, y proyectistas.

Este Manual consolida los criterios técnicos necesarios para una correcta implementación, relevados con destacados especialistas de la región, conformando así una herramienta relevante para consulta técnica de todas las partes interesadas en el sistema.

Asociación Colombiana de Productores de Concreto – COLOMBIA

Los sistemas industrializados de construcción de vivienda son una oportunidad para que el sector público y privado de América Latina y el Caribe, siga generando soluciones para atender el déficit de vivienda de sus países con resiliencia, durabilidad, seguridad y economía.

Utilizando al concreto como material fundamental de su estructura, desde hace décadas existen innumerables experiencias en la gran mayoría de los países de la región donde se puede encontrar una amplia gama de proyectos.

Más que moldes o formaleatas, el éxito de estos sistemas radica en que además de comprender su tecnología, se entienda el papel fundamental de la planeación y las ventajas que los sistemas industrializados ofrecen en la eficiencia del control de materiales, tiempos y calidad de las obras. Este Manual recoge prácticas aprendidas a lo largo de los años y es un guía para continuar disseminando el conocimiento en pro de la competitividad de la construcción.

Instituto Salvadoreño del Cemento y Concreto – EL SALVADOR

El Salvador, no es ajeno a las bondades y beneficios que ofrece el sistema de encofrados para la construcción de vivienda, sobre todo en complejos habitacionales, donde se requiere la agilidad y rapidez que éste sistema constructivo ofrece durante la ejecución de las obras, y que al final se traduce, en soluciones habitacionales de calidad, seguridad y durabilidad para la población, muestra de ello fueron las residenciales construidas en los años noventa, en la zona oriental de área metropolitana de San Salvador.

Estimamos que FICEM y FIHP al publicar el “Manual para Técnicos y Supervisores de Construcción de Vivienda Industrializada de muros y losas en concreto mediante el Sistema Manoportable”, realiza una contribución importante en la difusión de este sistema constructivo, ya que, a través de la unificación de criterios técnicos de la región, se logra un documento referente para el fortalecimiento de la formación en esta técnica. Sin duda su difusión, fomentará el uso de este sistema constructivo industrializado, y las buenas prácticas en la ejecución del mismo.

Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala – GUATEMALA

El sistema de construcción de vivienda industrializada con formaleatas manoportables se desarrolló en Guatemala a partir de los años 1990 en que por primera vez se comenzaron a construir desarrollos de vivienda industrializada de muros y losas de concreto fundidas monolíticamente, que en su momento se llamó “vivienda en serie”, proyectos de más de 100 viviendas y enfocados en el estrato medio de la población con viviendas entre 40 m² y 70 m².

Se inició con formaleatas de acero y luego estas fueron reemplazadas por formaleatas de aluminio, que tenían dos características: mayor duración y menos peso, lo que facilitaba la instalación y el mantenimiento. Otro punto importante es la evolución que han sufrido los tipos de concreto que se utilizan, iniciando por concretos convencionales, pasando por concretos fluidos y en la actualidad con la transición a los concretos autocompactables.

Otro fenómeno que sucedió es que al ver los desarrolladores y constructores las bondades del sistema, se comenzaron a construir viviendas para los estratos altos de la población con construcciones de hasta 200 m² con valores arriba de los USD 200,000.00.

En la actualidad se sigue utilizando el sistema y no solo se desarrollan proyectos de vivienda unifamiliar sino también edificios de apartamentos y oficinas con lo cual se está ingresando a la tendencia de las construcciones verticales en altura.

INTRODUCCIÓN

Los métodos tradicionales en la construcción de edificaciones han establecido un paradigma con relación a los materiales, herramientas y equipos comúnmente utilizados; por lo general, se sigue un patrón cuadrulado sobre el método constructivo más utilizado en los casos donde hay ausencia de formación técnica, que toma fuerza mediante el conocimiento empírico adquirido por la experiencia de campo transmitido de maestros a obreros.

Estos métodos empleados han infundido cierto temor hacia la utilización de sistemas alternativos novedosos, posiblemente generado por la falta de formación técnica sobre su implementación y al desconocimiento de otras ventajas como propuesta alternativa.

Tal paradigma no sólo es infundido entre ejecutores de obras, sino también en la población en general, quienes sienten desconfianza en la adquisición de una vivienda que presenta ausencia de muros en mampostería, columnas y vigas. Comúnmente, se considera que el método tradicional de construcción es eficiente, por lo que no se generan desafíos que permitan mejorar el desempeño en calidad y productividad. La sociedad debe estar abierta a los cambios y a las nuevas tendencias en los sistemas de construcción, que ofrecen alternativas eficientes y accesibles para la disminución del déficit habitacional, para obtener viviendas seguras y sostenibles y para atender las necesidades de la construcción moderna.

El déficit de vivienda para los segmentos de menores recursos en América Latina y el Caribe, tanto en cantidad como en calidad, representa un reto importante a resolver. El sistema industrializado con la utilización de encofrado manoportable, es una solución efectiva en la construcción de viviendas a corto plazo, con un menor costo, mayor calidad, seguridad estructural y resiliencia para millones de familias que sufren carencias habitacionales en nuestra región.

La Federación Interamericana del Cemento (FICEM) y la Federación Iberoamericana del Concreto Premezclado (FIHP) se han unido para ofrecer al público en general, un manual de referencia con los instructivos para la construcción de vivienda industrializada de muros y losas en concreto con el sistema manoportable, con el fin de fortalecer las capacidades de los técnicos y supervisores de América Latina y El Caribe.

Vale la pena mencionar que existen dos tipos de sistemas constructivos, a partir de los equipos de encofrados: El sistema manoportable y el tipo túnel. Este manual se ocupará solamente del sistema manoportable, en el cual sus encofrados pueden ser manipulados por un solo operador. No se hará referencia al sistema tipo túnel cuyos encofrados están conformados por estructuras metálicas de mayores dimensiones y pesos, los cuales se deben instalar y remover con la ayuda de grúas.

Para finalizar, es importante considerar que este documento contiene lineamientos y recomendaciones basados en la descripción del proceso constructivo de muros y losas en concreto con el sistema manoportable y no supone un código o reglamento estructural. Las especificaciones para la cimentación, estructura y resistencia del concreto dependerán de cada proyecto en particular.

CAPÍTULO 1

LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA

Los sistemas tradicionales han marcado la pauta en la construcción de edificaciones para la industria, el comercio y la vivienda, entendiéndose como tradicional el manejo de estructuras aporricadas en concreto y muros interiores y exteriores en mampostería (ladrillos de arcilla cocida o bloque de concreto según el país) (Figura 1). Sin embargo, los requerimientos de la sociedad, orientados a la necesidad de construir un mayor número de viviendas a menores costos y tiempos de entrega, y a las mayores exigencias en la seguridad estructural y calidad de las edificaciones, han permitido paulatinamente la incursión de sistemas constructivos industrializados en concreto en algunos países latinoamericanos que si, bien en otros países del mundo son ampliamente utilizados (Figura 2). Dichos sistemas se basan en la utilización de encofrados modulados para la construcción en serie de unidades habitacionales.

Los métodos constructivos utilizados en viviendas van desde lo más tradicional a lo completamente industrializado, existiendo una amplia gama intermedia con diferentes grados de industrialización de sus componentes y procesos constructivos. La construcción de viviendas lleva implícitas un gran número de actividades que no son fáciles de integrar en una sola labor; por esta razón en la actualidad la tendencia es a industrializar el proceso de construcción y no el producto construido, realizando el mayor número de actividades simultáneas, controlando los tiempos consumidos en cada actividad y reducirlos hasta ajustar un ciclo acorde con las necesidades de mercado.

En la última década la activa participación del sector privado y la legítima búsqueda de mejorar en las tres variables básicas de una construcción (costo, tiempo y calidad), ha generado una nueva ola de aplicación de técnicas de manufactura de otros sectores, que permitan la industrialización de procesos desde el inicio, con una transferencia de tecnologías de industrias como la automotriz¹ (Figura 3).



Figura 1. Sistema tradicional aporricado



Figura 2. Sistema constructivo industrializado



Figura 3. Sistema industrializado en el sector automotriz

¹ Construcción de vivienda con sistemas industrializados de muros de concreto – ASOCRETO, 2011.

La transformación y cambios, por lo general, llevan a debates asociados al mejoramiento de los métodos tradicionales o la aplicación de técnicas y procedimientos utilizados por otras industrias en crecimiento enfocadas en la industrialización.

Un elemento de gran valor en el proceso de industrialización es la "innovación", gracias a ella, diversas empresas han logrado aumentar su producción; satisfaciendo así, las necesidades de sus clientes nacionales y extranjeros, abriendo nuevas plazas para la comercialización de sus productos, mejorando la economía de sus países de origen, mediante la apertura de nuevas plantas de producción que permiten generar nuevos empleos.

Los sistemas industrializados no son más que la innovación y aplicación de nuevas tecnologías a materiales, herramientas, equipos y procesos; que se enfocan en la mejora y eficiencia de la construcción, con el fin de aumentar la productividad con una disminución significativa de los tiempos necesarios para su ejecución, y una mayor rentabilidad.

Gracias a la industrialización de otros productos y procesos, los oficios en la construcción, incluido el subsector vivienda, han ido evolucionado desde un carácter artesanal hacia uno más industrializado. A pesar de que la construcción se ha caracterizado por ser uno de los sectores en el que las innovaciones se generan de forma más lenta, la industrialización de viviendas es un sistema que se aplica en la construcción hace más de 70 años y que busca aplicar criterios de estandarización a los proyectos, con el fin de obtener un mayor número de unidades en menor tiempo y a menor costo.²

En el caso específico de la vivienda de concreto, las alternativas de industrialización abarcan un amplio espectro, desde sistemas prefabricados en módulos tridimensionales en fábrica o in situ, sistemas de encofrados y otros métodos especiales. En este sentido, se está alcanzando una muy buena estandarización a partir de la industrialización del concreto premezclado.²

En Europa, en los años 40, se masificó un sistema de construcción que trabajaba con grandes estructuras prefabricadas que dieron como resultado productos de muy buena calidad a bajo costo, pero con una gran monotonía en los diseños; así nace la llamada industrialización de viviendas.²

La vivienda industrializada en Latinoamérica incursionó a finales de los años 60 y principios de los 70, siendo los países pioneros: México, Chile y Colombia, seguido de Brasil (finales de los años 70) y posteriormente en países centroamericanos, tales como, Guatemala (años 90).

La tendencia es que los sistemas de vivienda industrializada en concreto sean extendidos al resto de países de Latinoamérica, atendiendo a las necesidades de unidades habitacionales, asociadas a la calidad y economía.

² *Vivienda Industrializada en Hormigón. Una solución económica y de calidad al déficit de viviendas en Latinoamérica. Leonardo Gálvez. Publicación en EMB Construcción, 2009.*

CAPÍTULO 2

SISTEMA CONSTRUCTIVO MANOPORTABLE



2.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA

Todo proceso industrializado se debe entender como una línea de montaje, cuyo objetivo es dar continuidad a los diferentes procesos que lo componen realizando trabajos simultáneos.

El sistema constructivo industrializado para viviendas en concreto con la utilización de encofrados o paneles manoportables, es un proceso realizado in situ que permite la construcción de edificaciones en serie mediante la utilización de encofrados reutilizables elaborados en distintos materiales, tales como, aluminio, acero, plástico o madera tratada.

Estos elementos pueden ser manipulados por al menos una persona sin necesidad del uso de grúa para su transporte o colocación, que luego de su armado según diseños, permite el vertimiento del concreto en una sola etapa (sistema monolítico) o en dos etapas (sistema independiente), para la conformación de muros y losas portantes que llevan embebidas las diferentes instalaciones hidrosanitarias y eléctricas junto con sus aceros de refuerzo.

El conjunto de encofrados con su respectivo sistema de uniones conforma una estructura temporal autoportante, capaz de resistir las presiones ejercidas por el concreto durante el vaciado, característica que evita deformaciones considerables en los encofrados y problemas en el acabado final de los muros.

Debido a la versatilidad del encofrado y a los múltiples diseños existentes en el mercado, con este sistema constructivo pueden realizarse proyectos de viviendas unifamiliares y edificaciones habitacionales de diferentes alturas; con especificaciones técnicas arrojadas por los estudios y análisis del proyecto y su entorno. Este sistema permite reducir significativamente los tiempos de ejecución de las diferentes actividades, aumentado la producción y a su vez la rentabilidad de las empresas contratistas.



a) Vivienda unifamiliar



b) Vivienda de media altura



c) Viviendas en altura

Figura 4. Vivienda Industrializada en concreto con el sistema manoportable

Como aspectos generales del sistema, se puede mencionar que éste proporciona uniformidad en superficies a la vista y seguridad en concretos estructurales, además, el mecanismo de conexión de los encofrados se realiza rápidamente con accesorios complementarios que son de fácil manejo.

El concreto para los muros y las losas, cuenta con características específicas de consistencia o fluidez y resistencia, que permiten su correcto vaciado y posicionamiento en los elementos. Para garantizar la homogeneidad de la mezcla y calidad de los elementos se recomienda utilizar el "concreto premezclado" producido en fábricas y realizar un correcto vibrado de los elementos (los concretos autocompactantes no requieren de vibrado). Además, con la adición del acelerante de resistencia y fraguado a la mezcla de concreto, se busca la rotación diaria de los encofrados, permitiendo una velocidad de construcción eficiente con la que es posible fabricar una vivienda diaria por juego o kit de paneles.

Cabe destacar que, con la implementación de este sistema constructivo se generan nuevas opciones de contratación en el área de la construcción de edificaciones, dando otras alternativas laborales al sector, manteniendo una constante oferta para la inclusión de mano de obra, a su vez disminuyendo la intermitencia laboral generada por la falta de contratos, consecuencia de los altos costos de materiales y mano de obra a los que son expuestas las construcciones que se ejecutan con técnicas convencionales.

2.2 PRINCIPALES BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

La industrialización de la construcción de viviendas es una necesidad apremiante para la mayoría de países de la región latinoamericana y una solución eficiente para atender el déficit existente, disminuir los costos y proporcionar niveles adecuados de calidad y seguridad.

La transición de sistemas tradicionales de construcción de viviendas a sistemas industrializados, requiere de un cambio de paradigmas y de la convicción de hacer las cosas diferentes a las realizadas hasta ahora, con el fin de mejorar los estándares de productividad y calidad de las viviendas. Esta transición permitirá que los rendimientos aumenten, pudiendo cumplir de forma programada con la alta exigencia que cada vez es mayor en las obras, en relación a los plazos, costos y sobre todo calidad final de la edificación. Además, de lograr construcciones con enfoques sostenibles, tales como, ahorro de materiales, mano de obra, energía y tiempo; y reutilización y reciclaje del equipo.

A pesar de que muchos países latinoamericanos han adoptado este sistema, siguen existiendo algunas barreras en su implementación, a continuación, se describen algunas de ellas:

- Temor al uso de otros sistemas constructivos alternativos diferentes al tradicional.
- Falta de personal capacitado.
- Falta de programas de capacitación técnica sobre este sistema constructivo.
- Deficiencias en la normativa técnica.
- Número reducido de proveedores de encofrados de este sistema en algunos países. Sin embargo, permiten atender las necesidades de asistencia y provisión a los proyectos de la región.
- Desconocimiento de este tipo de sistema constructivo.
- No siempre los programas de vivienda de los gobiernos no incluyen a este sistema como una opción.
- Bajo arraigo de criterios de construcción industrializada en constructores y trabajadores de obra.
- Falta de desarrollo de insumos específicos para la aplicación optimizada del sistema (carpinterías, instalaciones eléctricas y sanitarias, etc.).
- Falta de orientación respecto a los criterios para la mejor gestión y organización del proceso constructivo.

Superar estas barreras dependerá de muchos factores, los cuales están encaminados a fortalecer los contenidos académicos de las universidades con relación a la inclusión de otros sistemas constructivos diferentes al tradicional, capacitar a profesionales y personal operativo de la construcción, crear alianzas entre el sector productivo y los gobiernos, considerar la vivienda industrializada como una opción dentro del estudio de viabilidad de los proyectos, entre otros.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA MANOPORTABLE



Como se ha mencionado, la vivienda industrializada en concreto se refiere a la construcción en serie de unidades habitacionales utilizando como material principal el concreto reforzado. Una de las variantes de la vivienda industrializada en concreto es el sistema manoportable, que se caracteriza por que el tamaño y peso de sus encofrados permite su manejo de forma manual sin ayuda de grúa, posibilitando ahorros en la inversión de equipos de producción.

Como toda actividad realizada procedente de un sistema implementado, el sistema constructivo industrializado manoportable posee una serie de ventajas y desventajas que se describirán a continuación:

3.1 VENTAJAS DE EJECUCIÓN

a) Reducción significativa de tiempos de construcción

Debido a la versatilidad del encofrado y a su veloz rotación, permite una aceleración significativa en los tiempos de ejecución de las actividades. El sistema permite construir monóticamente muros y losas logrando un rendimiento de una vivienda diaria. Además, a medida que se avanza en la estructura, es posible trabajar en la etapa de acabados en las viviendas vaciadas previamente, reduciendo los tiempos de construcción.

b) Sistema de fácil aprendizaje

Mediante una pequeña inducción, el personal operativo puede ser capacitado sobre los procesos necesarios para la ejecución de las actividades.

c) Optimización de mano de obra

Con una buena planificación y distribución de equipos de trabajo se garantiza el desarrollo de las actividades en los tiempos establecidos, evitando demoras o cuellos de botella que den lugar a retrasos en los plazos requeridos por el proyecto.

d) Precisión dimensional

Con la implementación de este sistema, los desperdicios de obra son mínimos o nulos, debido a que los volúmenes generados por los espaciamientos entre encofrados no varían según el diseño implementado, lo que facilita el cálculo acertado a la hora de hacer o solicitar las cantidades de concreto y acero.

e) Se evita al máximo la fuga del concreto

Con su perfecto acople y ajuste entre encofrados, ayudados de la gran variedad de accesorios destinados para tal función, se mantiene controlada la fuga de concreto, generando un óptimo acabado al producto final.

f) Instalación previa de redes hidrosanitarias y eléctricas

El sistema constructivo industrializado con encofrados manoportable ofrece una gran ventaja al momento de realizar las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas; las cuales se dejan instaladas previamente para dar lugar al posterior vaciado del concreto, evitando el uso del regateado³ para la colocación de las redes en mención.

g) Facilidad de manejo y transporte dentro de la obra

Con el uso de encofrados manoportables, cuyo peso reducido, facilita su movilidad y manejabilidad por parte de los obreros, se contribuye a la disminución de los tiempos de construcción.

h) Vertido monolítico de elementos

Al ser un sistema de encofrado mediante el uso de paneles manoportables, con diseños variados según cada proyecto, permite el vaciado monolítico de muros y losas en concreto; disminuyendo de manera considerable las actividades de obra en comparación con el sistema convencional, que utiliza muros en mampostería y viguetería para losas.

i) Reducción de actividades a ejecutar

Por ser un sistema constructivo industrializado con el uso de encofrados manoportables, son específicas las actividades a desarrollar. Lo cual garantiza su rápida ejecución y consecución de las obras, con programación de mínimas actividades a realizar.

j) Agilidad en la revisión por parte de la supervisión técnica

El proceso estandarizado del sistema permite actividades de revisión ágiles y puntuales en cada uno de los procesos inherentes a su ejecución, por parte de la supervisión o interventoría técnica.

3.2 VENTAJAS ECONÓMICAS**a) Sistema económico**

Se disminuyen gastos generales y costos financieros, debido a la reducción en tiempos de construcción y entrega de proyectos, cumpliendo a cabalidad el cronograma de actividades. Por otro lado, un factor de economía a largo plazo para los encofrados metálicos es el número de usos, el cuál es favorable para este material.

b) Construcción de vivienda diaria

Con la fácil rotación del encofrado se construye una vivienda diaria por juego o kit de paneles, acelerando el avance de la obra. Sin embargo, esto depende del estudio costo-beneficio del encofrado y el área de la vivienda.

c) Disminuyen los costos de los acabados

Debido a que las superficies presentan una excelente calidad, se disminuyen los costos de los resanes⁴ y de los acabados.

³ Abertura hecha en muros o pisos para la instalaciones de redes hidrosanitarias o eléctricas.

⁴ Actividad que comprende el mejoramiento del acabado del muro en las áreas que se evidencian espacios o poros producto de la falta de compactación o fallas en el vaciado.

3.3 VENTAJAS ARQUITECTÓNICAS Y ESTÉTICAS

a) Versatilidad

Este sistema permite mostrar la versatilidad del concreto para adaptarse a diferentes diseños, formas y texturas.

Con sus múltiples diseños existentes en el mercado, se garantiza un proyecto estéticamente agradable con una excelente distribución de los espacios.

b) Calidad de los acabados

Por las características de los concretos utilizados en el sistema constructivo industrializado, se obtiene como resultado final, muros y losas con acabados de calidad, lo que reduce la mano de obra y materiales en obra blanca. En algunos casos no es necesario realizar resanes ni perfeccionamiento de superficies.

c) Permite la construcción de cualquier tipo de vivienda

Este sistema permite la construcción tanto de proyectos de vivienda de interés social como otro tipo de proyectos a gran escala.

3.4 VENTAJAS TÉCNICAS

a) Mayor rigidez de la estructura

Se obtienen estructuras sismo-resistentes que minimizan los posibles daños en caso de movimientos telúricos.

b) Menor peso para la estructura

El sistema permite pesos menores de la estructura, debido a la reducción de espesores en muros y losas, minimizando las cargas transmitidas a los cimientos y al terreno portante.

c) Los elementos no estructurales están incluidos en el sistema

El sistema posibilita que los elementos no estructurales, tales como, dinteles, antepechos, áticos, cornisas y remates de cubiertas, queden integrados en la estructura.

d) Compatible con técnicas de aislamiento térmico

El sistema admite el uso de diferentes técnicas de aislamiento térmico al interior de muros y losas, tales como, placas de poliestireno expandido en el caso de muros. La inercia térmica del concreto junto al material aislante, contribuyen a la reducción del consumo energético de la vivienda para calefacción y refrigeración, especialmente en zonas con alto gradiente térmico día - noche.

e) Aislamiento acústico

Las viviendas de concreto armado permiten la inclusión de sistemas que mejoran los niveles de confort acústico, tanto al interior como al exterior de muros y losas.

f) Resistencia al fuego

En comparación con otros materiales de construcción habituales, el concreto es un material que tiene las propiedades adecuadas para proporcionar una protección contra el fuego, aumentando la seguridad de las personas y de los bienes materiales, evitando daños colaterales de gran relevancia social y ambiental.

3.5 VENTAJAS AMBIENTALES

a) Reutilización de encofrados de larga duración

Con la utilización de encofrados de larga duración, fabricados con materiales metálicos o plásticos, se garantiza el aumento del tiempo de uso de estos elementos.

b) Permite el reciclaje de sus elementos usados

Gracias a las características de los materiales utilizados en la fabricación de los encofrados, y sus respectivos accesorios (acero, aluminio o plástico), al momento de dar de baja alguno de estos elementos por desgaste, se pueden disponer para su reciclaje.

c) Evita la tala de árboles

En la implementación del sistema constructivo industrializado con encofrados manoportables metálicos o plásticos, el uso de madera es mínimo o nulo, evitando de manera considerable la tala de árboles destinados para tal fin.

d) Disminución de residuos de obra

Este sistema disminuye favorablemente los residuos de obra, debido al cálculo acertado en el uso del concreto y acero de refuerzo, al igual que elementos adicionales en el proceso constructivo, permitiendo trabajar en áreas limpias y libres de obstáculos visuales.

e) Resiliencia frente a los desastres naturales

Las viviendas en concreto construidas bajo este sistema permiten soportar los efectos de eventos climáticos severos y desastres naturales, tales como huracanes, terremotos, inundaciones, etc.

El sistema constructivo industrializado con encofrados manoportables, cuenta con pocas desventajas, las cuales se describirán a continuación:

3.6 DESVENTAJAS

a) Bajo rendimiento económico de las actividades de encofrado para proyectos de una sola vivienda

Debido a los costos de los alquileres o inversión en la compra del sistema manoportable, no es viable el uso de este sistema para la construcción de una sola vivienda. Se debe realizar un análisis de la relación costo - beneficio y rentabilidad.

b) Encofrados susceptibles a abolladuras

Si no se tiene el debido cuidado con el equipo, éste puede quedar abollado lo que podría tener consecuencias en el acabado de los muros.

c) No se pueden realizar modificaciones

En razón a que todos los muros son portantes, su comportamiento estructural involucra todas las áreas que lo componen. De esta manera, no se pueden realizar modificaciones posteriores a la construcción, tales como vanos o aberturas para puertas y ventanas o retiro y modificación de muros. En caso de permitir algún tipo de cambio, el ingeniero estructural los dejará contemplados en sus diseños.

d) Implementación del sistema en sitios alejados

El concreto premezclado es el más recomendable para el sistema manoportable, debido a su fácil obtención y rapidez de arribo a la obra. Si se establece que el sistema es factible en lugares poco accesibles y sin posibilidad de contar con concreto premezclado, no es recomendable el uso de concreto preparado en obra, debido a que es más complejo garantizar la homogeneidad de la mezcla, por lo que se requiere de controles de calidad más estrictos. Sin embargo, las constructoras o las empresas de concreto premezclado tienen la posibilidad de utilizar plantas dosificadoras móviles, camiones mezcladores y bombas estacionarias o bombas pluma para la producción, transporte y colocación del concreto.

CAPÍTULO 4

APORTES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO A LA SOSTENIBILIDAD



El sistema constructivo industrializado hace aportes significativos a la sostenibilidad. Veamos cómo impacta este sistema en cada uno de los componentes que hacen parte del equilibrio económico, social y ambiental:

4.1 IMPACTO ECONÓMICO

Debido a las ventajas presentadas anteriormente, el sistema constructivo industrializado permite construir viviendas de menor costo, debido a la reducción de los tiempos de construcción, a la utilización de menores recursos, con consecuentes ahorros en el proceso de construcción, en almacenaje de materiales y el control de inventarios, entre otros.

Asimismo, impacta de manera positiva en la economía, mediante la generación de empleo y el aumento de la rentabilidad para las empresas constructoras, que las hace económicamente más competitivas.

Teniendo en cuenta que el sector de la construcción es uno de los que más empleos directos e indirectos genera, con la implementación de este sistema constructivo en los diferentes países se podría controlar de manera acertada el aumento de los índices de desempleo que actualmente afecta la mayor parte de los países latinoamericanos. El sistema constructivo favorece al grupo de personas que hacen parte de la ejecución del proyecto, trabajadores y empresas contratistas, puesto que mejora significativamente sus ingresos; asimismo, el departamento, ciudad o municipio donde sea desarrollado el proyecto es un involucrado más que será afectado pasivamente, ya que del proyecto en desarrollo se generan pagos de impuestos por parte de los contratistas que van directamente a las arcas de la administración local, dineros que son destinados en inversión social.

4.2 IMPACTO SOCIAL

El impacto social generado con la implementación del sistema constructivo industrializado para viviendas, se evidencia de manera tangible, inicialmente con el desarrollo social que genera mediante el progreso significativo de las zonas intervenidas, con la construcción de complejos habitacionales, en el caso de las zonas más vulnerables, se ofrece a

familias de escasos recursos una vivienda digna y además estéticamente agradable donde sus integrantes puedan sentir confort de las nuevas condiciones de su entorno. Además, el sistema ofrece viviendas de bajo mantenimiento y poco deterioro, lo que representa una ventaja a largo plazo para las familias de bajos recursos.

Desde el punto de vista constructivo, el sistema permite emplear a personas sin experiencia previa en colocación de encofrados, luego de una corta inducción. Como se mencionaba en el impacto económico, la empleabilidad de mano de obra local para la ejecución de los proyectos mediante la implementación de este sistema es uno más de los beneficios sociales que trae consigo, puesto que mejora considerablemente la economía familiar mediante la generación de ingresos. Otro aspecto social por resaltar es la transformación que ofrece el sistema a los gobiernos locales, como alternativa del paso de vivienda informal a la vivienda formal.

4.3 IMPACTO AMBIENTAL

El cuidado del medio ambiente es una de las políticas presentes en la implementación del sistema constructivo industrializado para viviendas, el cual pretende generar el más bajo impacto ambiental mediante la reducción de los residuos de obra, la reutilización de los encofrados, sumado a la mínima o nula utilización de los recursos maderables. Haciendo hincapié en este punto, gracias a la utilización de encofrados manoportables de rápida rotación, junto con sus accesorios elaborados en metal o plástico, el sistema no necesita de madera para realizar encofrados, entibaciones, o apuntalamientos.

En el sistema, cabe resaltar, la durabilidad de los encofrados que están sujetos a un mínimo mantenimiento para su rotación y posterior reutilización, situación que conlleva al reducido empleo de productos o materiales imprescindibles para esta actividad. Asimismo, la durabilidad y resistencia del concreto ayudan a combatir y prevenir las consecuencias negativas del cambio climático gracias a sus características mecánicas que brindan protección a la edificación y sus moradores. Las viviendas con muros y losas en concreto son, por lo tanto, estructuras resilientes capaces de adaptarse a las condiciones meteorológicas adversas y a los efectos del cambio climático, garantizando la seguridad, tanto de generaciones actuales como futuras, debido a la longevidad de las edificaciones y características sismo-resistentes construidas con el material.

Además, los edificios y viviendas construidos en concreto con diseños adecuados, absorben calor cuando hay mayores ganancias y lo liberan varias horas después. De esta manera en estaciones cálidas se reduce la demanda de aire acondicionado y en estaciones frías se reduce la demanda de calefacción, contribuyendo a la eficiencia térmica de los edificios.

Vale la pena mencionar que, aunque el sector cementero es una industria intensiva en energía, la huella de CO² del proceso de producción del cemento se ve compensada a lo largo de la vida útil de los edificios e infraestructuras construidas en concreto, por su durabilidad, su inercia térmica y bajo mantenimiento. Las viviendas industrializadas de muros y losas en concreto presentan estas características, donde sus cualidades térmicas pueden emplearse para construir edificios más sostenibles y capaces de hacer frente a las oscilaciones del clima, reduciendo así las emisiones de CO².

En resumen, las cualidades del sistema industrializado tales como, la optimización de los desperdicios de concreto, la reducción de residuos en obra, la reutilización de los encofrados, el uso mínimo de la madera, favorecen el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales. Asimismo, el uso del concreto en la construcción favorece la durabilidad, seguridad y resiliencia de las edificaciones de las edificaciones y viviendas y a reducir la huella de carbono a través de todo su ciclo de vida.

TIPOS DE CIMENTACIÓN

En el sistema manoportable, al igual que en cualquier otro proyecto de construcción de vivienda con el sistema tradicional, es necesario, en la etapa de planificación, realizar los estudios de suelos correspondientes de acuerdo con la normativa aplicable y vigente en el país.

Una vez conocidas las características físicas y mecánicas del terreno y las cargas totales de la estructura, el ingeniero a cargo del estudio de suelos debe especificar el tipo y condiciones de la cimentación más apropiada, así como el nivel de asentamiento o deformación esperada del terreno y las recomendaciones que garanticen la estabilidad del proyecto.

A continuación, se describe de forma ilustrativa los tipos de cimentación para las viviendas industrializadas de muros y losas en concreto según la configuración de la vivienda a construir (horizontal o vertical).

5.1 VIVIENDAS HORIZONTALES:

Para viviendas de uno o dos pisos no es necesaria la implementación de cimentaciones especiales; en este sistema predomina la utilización de cimentaciones superficiales.

Por ejemplo, la losa flotante o losa de cimentación es un tipo de cimentación superficial construida en concreto armado que se apoya sobre el terreno, y se caracteriza por repartir las cargas tanto vivas como muertas sobre toda la superficie de apoyo. Su utilización es predominante, debido a la función sismo-resistente ejercida en terrenos poco homogéneos, sin embargo, existen otro tipo de cimentaciones superficiales aptas para el sistema, tales como, vigas de cimentación, vigas T invertidas, zapatas corridas, entre otras. Tal como se mencionó, el tipo de cimentación debe estar especificada por el ingeniero estructural.

En algunas ocasiones, y según los resultados del estudio de suelos, el ingeniero estructural ve necesario mejorar la estabilidad de la edificación a través de la construcción de una losa de cimentación apoyada en otras cimentaciones superficiales, como lo son, vigas corridas y zapatas. Sin embargo, el sistema de losa de cimentación sobre zapatas es poco utilizado.

5.2 VIVIENDAS VERTICALES:

El tipo de cimentación para este tipo de viviendas depende del número de pisos o altura del edificio, los resultados provenientes del estudio de suelos, la cantidad de cargas transmitidas al terreno y la sismicidad de la zona. Se pueden encontrar casos donde el terreno es estable y otros donde se presentan problemas de capacidad portante.

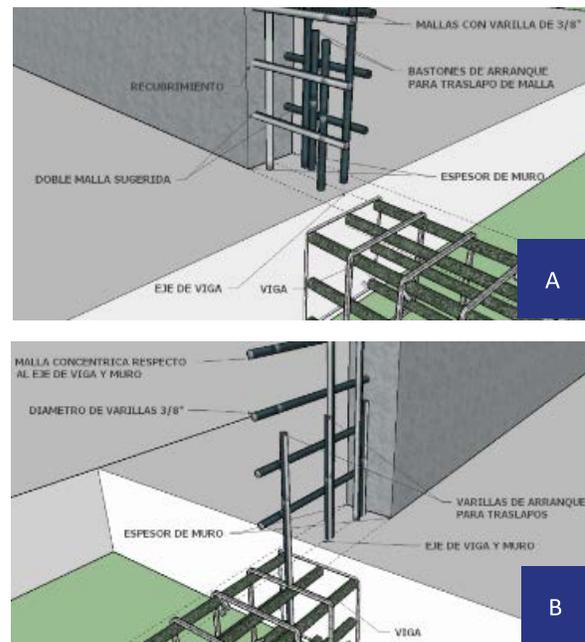


Figura 5. Arranque del muro a partir de las vigas corridas

El ingeniero estructural es el encargado de realizar los cálculos y estudios necesarios para definir el tipo de cimentación adecuada para el proyecto, de acuerdo a los códigos y normas de construcción para cada país. Algunos tipos de cimentación profunda para este sistema en viviendas verticales son: pilas, pilotes y cajones de cimentación.

Tanto para viviendas horizontales como verticales, se debe dejar previsto el arranque de los muros de concreto, a través de varillas de arranque embebidas en las cimentaciones (Ver Figura 6).

Junto a los cálculos realizados para determinar las cargas transmitidas, de los cuales surge el tipo de cimentación adecuada, se encuentra inherente el diseño de muros de los pisos inferiores que harán parte de la edificación, donde se contemplan sus espesores y diámetros de aceros que conforman su refuerzo.

Debido a que los primeros pisos de la edificación son los que reciben las cargas de los pisos superiores, por lo general, los espesores de sus muros son mayores y los diámetros de las barras de aceros de refuerzo son considerables. Sin embargo, esto es definido en los planos estructurales de cada proyecto.



Figura 6. Ejemplo de cimentación mediante pilas y vigas de amarre para un edificio en altura.

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA MANOPORTABLE

A continuación, se describe el proceso constructivo que se recomienda seguir, tanto para un proyecto de vivienda horizontal como vertical, con la utilización de encofrado manoportable.

61 DESCAPOTE, LIMPIEZA DEL TERRENO, NIVELACIÓN, LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

Las viviendas industrializadas con el sistema manoportable siguen las tradicionales etapas del inicio de obras, lo que permite preparar el terreno para contar con una base firme y homogénea para la cimentación.

En el descapote se retira el material vegetal del terreno a intervenir, el cual puede presentar espesores variables, generalmente de 0.10 m a 0.30 m. Posteriormente en el proceso de nivelación del terreno, se determinarán las zonas que necesitan ser excavadas para eliminar el material excedente y las zonas que necesitan rellenos necesarios para lograr los niveles proyectados del terreno en la ejecución de la obra, siguiendo las especificaciones del estudio de suelos.

Una vez nivelado el terreno, se procede a la localización y replanteo del proyecto; en esta actividad se ubica y marca la futura construcción, a través de las cotas o medidas descritas en el plano.

62 INSTALACIONES SANITARIAS PRINCIPALES

Dentro de las etapas iniciales de la obra se contempla la localización y replanteo de las instalaciones sanitarias principales que conducirán los vertimientos o aguas residuales de la edificación al sistema de alcantarillado más cercano, junto con sus respectivas conexiones o arribos a las cajas de inspección, verificando cuidadosamente la contrapendiente o desnivel necesario para su correcto funcionamiento.



a) Descapote



b) Mejoramiento de terreno



c) Demarcación para excavaciones

Figura 7. Etapas iniciales de la construcción de la edificación.

El descuido de realizar este tipo de instalaciones, acarrea retrasos y gastos significativos en obra por conceptos de demoliciones. Por ejemplo, si se vierte primero la viga perimetral sin haber instalado la tubería, para corregir el error, se procedería a la demolición de una sección de la viga para permitir el paso del tubo, ocasionando debilitamiento y una posible falla de la misma a futuro.

Se procede a la instalación de las redes sanitarias secundarias que llegan a las tuberías principales que conducen a la caja de inspección. En estas redes se encuentran los tubos bajantes que traen los vertimientos de los pisos superiores.



a) Instalación de tuberías sanitarias



b) Control de pendiente o desnivel

Figura 8. Control de la pendiente de las instalaciones sanitarias, a través de un hilo guía o de referencia y del nivel de mano



Figura 9. Instalaciones de redes sanitarias secundarias.

63 CONSTRUCCIÓN DE LAS CIMENTACIONES

El tipo de cimentaciones está sujeto a lo establecido en el estudio de suelos y las especificaciones dadas por los especialistas. Las actividades de excavación, armado y vaciado de las cimentaciones para el sistema industrializado con enconfrados manoportables, siguen los mismos procedimientos constructivos tradicionales.

A manera de ejemplo, se describe a continuación el proceso constructivo para la fundación de un proyecto de vivienda, donde los estudios y análisis de suelos del terreno sugieren la construcción de una losa de cimentación como único cimiento sobre una viga perimetral. Esto no supone que todos los proyectos habitacionales que utilicen el sistema industrializado descrito en este manual, incluyan la losa de cimentación como parte de sus fundaciones. Tal como se mencionó en el Capítulo 5, el tipo de fundación estará definido en los planos estructurales de cada proyecto.

6.3.1 Excavación viga perimetral

Una vez terminada la demarcación de los ejes, se continúa con el trazado y excavación de la zanja para la viga perimetral. En este momento se espera que la red sanitaria principal se encuentre instalada, para evitar correcciones posteriores que pueden afectar la viga.

Se recomienda que el fondo de la zanja quede nivelado y compactado; la compactación es determinada por el tipo de terreno extraído, en caso de ser reemplazado, junto al ancho y profundidad de la excavación. Dependiendo de las dimensiones de la excavación, pueden ser utilizadas placas compactadoras de impacto o amasado. El uso de pisones manuales es recomendado solo en casos de contar con un terreno estable y se desee perfilar el fondo de la excavación.

En algunos casos es recomendable vaciar un mortero o concreto de limpieza (en algunos países llamado: solado o sellado) en el fondo de la excavación con el objeto de evitar que los aceros y el concreto de la cimentación estén expuestos a contaminación por parte del material suelto del terreno.



Figura 10. Excavación viga perimetral para losa de cimentación.

6.3.2 Colocación de aceros de refuerzo y vaciado de la viga perimetral

La viga perimetral como soporte de la losa de cimentación debe llevar aceros de refuerzo que ayuden a soportar las cargas transmitidas de la estructura edificada al suelo. Se debe asegurar el cumplimiento de las especificaciones de los aceros de refuerzo indicados en los planos estructurales (diámetro, número de barras, distribución de estribos y cumplimiento de las medidas de los traslapes o empalmes entre otros). Por otro lado, es importante dejar los ganchos o bastones para traslapar o amarrar los aceros destinados a las parrillas de la losa de cimentación.

Una vez que el acero de refuerzo de la viga perimetral esté figurado⁵ y ubicado dentro de la excavación, se recomienda humedecer la zanja de la viga, antes de iniciar la actividad de vaciado del concreto. La realización de esta actividad varía dependiendo de la humedad del terreno y la temperatura ambiente. Una vez vaciado y vibrado el concreto de la viga, se deben verificar de manera cuidadosa los niveles para no restar espesor a la losa de cimentación.

⁵ Proceso de cortar y doblar las barras corrugadas para obtener las dimensiones, formas y ángulos requeridos por el diseño estructural.

6.3.3 Armado de la losa de cimentación y colocación de instalaciones

Finalizadas las actividades correspondientes a la colocación y posterior relleno manual de las excavaciones, donde fueron instaladas las redes sanitarias secundarias junto a la viga perimetral, se da inicio a las actividades correspondientes para la construcción de la losa de cimentación. Elemento en concreto que por lo general comprende un espesor de 0,20 m a 0,40 m, y sus aceros de refuerzo están constituidos por una o dos parrillas, según lo especificado en los planos estructurales. Estas parrillas pueden elaborarse en el sitio, con barras corrugadas individuales espaciadas a una distancia determinada o a través de mallas electrosoldadas.

6.3.3.1 Armado de la parrilla inferior

Se inicia con el armado de la parrilla inferior (contemplando un ejemplo en el que el diseño recomienda la utilización de dos parrillas o mallas), se deben colocar separadores⁶ de concreto o metálicos para aislar el acero de refuerzo de la superficie del terreno. Las dimensiones y formas de estos separadores son especificadas en los planos estructurales, donde, por lo general su altura está comprendida de 0,02 m a 0,05 m según sea el recubrimiento sugerido por el especialista. Es necesaria la supervisión de la correcta ejecución de todos y cada uno de los elementos en concreto contemplados en el proyecto, garantizando el correcto cumplimiento de las especificaciones técnicas plasmadas en los diferentes planos (distancias entre barras, empalmes o traslapos, espesores, recubrimientos, etc.).

6.3.3.2 Colocación de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas

Terminado el armado de la parrilla inferior (contemplando la elaboración de dos parrillas), se inicia con la colocación de las tuberías hidrosanitarias y eléctricas que van embebidas dentro de la losa, de acuerdo con los planos y especificaciones.



Figura 11. Construcción viga perimetral para losa de cimentación.



Figura 12. Armado parrilla inferior de la losa de cimentación.

⁶ Elemento que actúa como espaciador entre el terreno y los aceros de refuerzo, que garantizan la luz necesaria para el recubrimiento del concreto.



Figura 13. Colocación de tuberías hidrosanitarias y eléctricas.

6.3.3.3 Armado de la parrilla superior

Los planos estructurales pueden incluir o no, una segunda cama de refuerzo. En caso de estar especificada una parrilla superior, esta debe ser colocada una vez estén instaladas las tuberías hidrosanitarias y eléctricas que irán embebidas en la losa de cimentación. Para separar esta segunda parrilla de la primera se utilizan unas varillas con forma de U que tienen una saliente o "patas" llamadas caballetes, con ellos se garantiza que las dos parrillas no se unan dejando espacio suficiente para el ingreso del concreto.

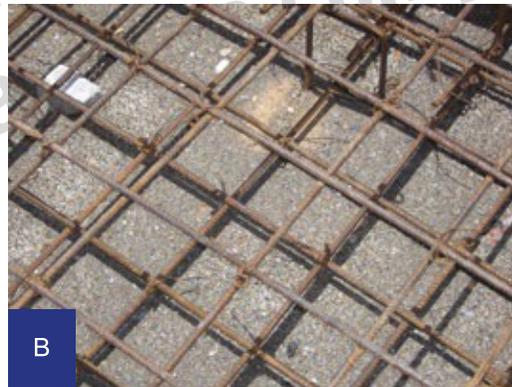


Figura 14. Armado parrilla superior de la losa de cimentación.

6.3.4 Colocación de varillas de arranque

Luego del armado de la parrilla o parrillas (según contemple el diseño), y dejando colocadas las tuberías de las diferentes instalaciones que van embebidas en la losa de cimentación, con la ayuda de hilos guía que facilitan la ubicación y referencia de los ejes, se colocan las varillas de arranque de muros o la armadura en espera, las cuales servirán para traslapar o empalmar el refuerzo de los muros de la primera planta o nivel, conformando la estructura principal de la edificación.



Figura 15. Colocación varillas de arranque de los muros del primer nivel.

El espaciamiento o luz que separa estas varillas o barras, por lo general, es comprendido entre 0,30 m y 0,50 m, sobresaliendo de la losa ya vaciada alrededor de 0,50 m y 0,70 m. Dimensiones que pueden variar según planos y especificaciones técnicas.

Se debe garantizar que las barras de arranque queden bien sujetas, para minimizar los movimientos bruscos presentados al momento del vaciado del concreto, evitando, de esta manera, desplazamientos que varíen su alineación.

Dado el caso que el proyecto de vivienda especifique en sus diseños la construcción de la losa de cimentación sobre unas vigas corridas, las varillas de arranque podrán quedar embebidas en ésta, respetando su alineación correspondiente con el eje del muro.

6.3.5 Colocación del encofrado perimetral para el vaciado de la losa de cimentación

Dando por terminadas las actividades respectivas que conllevaron al armado de las parrillas, junto con la instalación de las redes hidrosanitarias y eléctricas, se procede al encofrado perimetral para el vertido de la losa de cimentación. En esta actividad se deben verificar constantemente los niveles, plomos (verticalidad) y alineamientos de los encofrados para evitar malformaciones en la losa vaciada.



Figura 16. Colocación de encofrado perimetral para losa de cimentación.

6.3.6 Prueba de presión para instalaciones hidrosanitarias “prueba hidrostática”



Figura 17. Prueba de presión para instalaciones hidrosanitarias.

Antes de realizar el vertido de la losa de cimentación, es de suma importancia la verificación o prueba de las diferentes tuberías instaladas. Esta prueba consiste en presurizar “aplicar agua a presión” dentro de las instalaciones hidrosanitarias, antes de su funcionamiento, durante un determinado tiempo. Con la ayuda de un manómetro se verifica que no exista algún tipo de fuga. Se recomienda utilizar una presión de 110 PSI durante un periodo de 1 hora, si la presión se mantiene constante se puede continuar con la siguiente etapa, si por el contrario la presión baja se debe localizar la fuga y realizar nuevamente la prueba hasta que resulte satisfactoria.

6.3.7 Vertido del concreto de losa de cimentación

Antes de empezar la actividad relacionada con el vaciado de la losa de cimentación, se hace necesaria la inspección visual del área a intervenir con el fin de evitar la presencia de elementos no deseados, tales como, residuos de tubería, tierra, rocas, herramienta olvidada, entre otros.

Asimismo, asegurar el recubrimiento del refuerzo mediante separadores y humedecer la superficie del terreno antes del vertido, para evitar que el agua del concreto sea absorbida y se pierda la trabajabilidad del mismo.

Se recomienda verter la losa en una sola etapa, para ello es importante tener el cálculo completo del concreto necesario para ejecutar íntegramente el elemento, evitando la generación de algún tipo de juntas.

Dado el caso, que por algún motivo no se pueda fundir en su totalidad la losa de cimentación, se debe prever una junta de construcción, la cual debe ser planeada y diseñada previamente. Se recomienda que esta junta de construcción se realice donde los esfuerzos son menores que suele ser en los tercios medios de los vanos. Es importante asegurar la rugosidad de la junta para ganar más adherencia con el concreto nuevo, es por ello que se aconseja que pasados unos minutos algún trabajador de la obra se encargue de esta actividad con la ayuda de herramientas, como palustres o palas, mediante leves golpes. Al día siguiente y antes de verter el nuevo concreto sobre el ya colocado, la superficie del concreto dispuesta para la unión o junta debe limpiarse, barriéndose o si es posible retirar las partículas no deseadas con la ayuda de un compresor de aire. Minutos antes del vaciado se debe aplicar algún tipo de aditivo "adhesivo para concreto" que se encuentre en el mercado teniendo siempre presente las indicaciones de uso del fabricante. En ocasiones y según experiencias y resultados en su utilización, se aplica una pasta nutrida en cemento (1:1) sobre la superficie que recibirá el concreto nuevo.

En esta actividad se debe tener un correcto control de niveles para vaciar el concreto necesario garantizando el espesor deseado. No es admisible llenar superficies cóncavas luego del fraguado del concreto, o en caso contrario, retirar o nivelar superficies convexas.



Figura 18. Vaciado y vibrado losa de cimentación.

El vaciado de la losa de cimentación con concreto premezclado⁷, es más eficiente y sencillo, debido a su ubicación sobre el suelo, pudiendo el camión mezclador verter el concreto directamente.

⁷ Este tipo de concreto es preparado directamente en una planta industrial y transportado directamente a la obra en camiones premezcladores en estado fresco. Estos tipos de concretos siguen los procedimientos de calidad, resistencia y uniformidad especificados en las normas vigentes de los países.

Debido a los aceros de refuerzos comprendidos por dos parrillas (superior e inferior), junto a las diferentes instalaciones embebidas en la losa, sumado al espesor que la comprende, se hace necesaria la utilización de vibradores de inmersión para la correcta colocación y vibrado del concreto. Se debe asegurar que el vibrador llegue a todos los puntos para que la masa quede correctamente compactada y libre de bolsas de aire. Es importante vibrar correctamente las esquinas y demás lugares de difícil acceso que puedan formar las armaduras y tuberías, pues son zonas susceptibles de retener aire ocluido.

En caso de que el diseño estructural tenga especificado una losa de cimentación, la superficie debe presentar una correcta nivelación para el correcto apoyo de los paneles de encofrados.

En los casos que esté especificado otro tipo de cimentación (sea superficial o profunda) sin losa de cimentación, la superficie de apoyo de los paneles de encofrado de los muros será una losa de contrapiso que irá sobre el terreno, la cual igualmente debe estar correctamente nivelada.

La correcta nivelación de estas superficies de apoyo, evita inconvenientes o demoras en el aplomado del sistema de encofrados para muros.

6.3.8 Curado y desencofrado de la losa de cimentación

El concreto fresco debe estar protegido contra agentes que le son perjudiciales: cambios bruscos de temperatura, secado, viento, lluvia fuerte, agua torrencial, agentes químicos, choques y vibraciones de intensidad que puedan producir fisuración en la masa del concreto o afectar su adherencia a la armadura.

El curado, al igual que las demás actividades realizadas en obra, es de suma importancia para el correcto funcionamiento del elemento en concreto. Un mal curado puede disminuir la resistencia del concreto y facilitar la presencia de fisuras por retracción, además de aumentar la porosidad de la masa favoreciendo la entrada de agentes externos y disminuyendo por tanto la durabilidad del elemento.

Existen diferentes métodos de curado para evitar la pronta evaporación del agua contenida en la masa de concreto, entre ellos se cuenta con:

a) Curado con compuestos químicos (Membrana de curado):

La aplicación de compuestos químicos que forman membranas de curado se debe realizar al término del acabado superficial, tan pronto como sea posible, según las recomendaciones de su fabricante. En términos generales, los compuestos químicos de base acuosa se aplican luego de la desaparición del agua de exudación, mientras en el caso de los compuestos de base solvente la aplicación se realiza inmediatamente después del acabado del concreto. En caso de dar continuidad a la obra mediante la construcción sobre la losa de concreto curada con este tipo de sistema, se debe retirar la membrana mediante abrasión o agua a presión, en algunos casos y de ser necesario puede utilizarse un aditivo adhesivo sobre la losa para garantizar la correcta adherencia del concreto fresco con el ya fraguado.

Dado que el sistema industrializado presenta actividades de ágil ejecución para la optimización de tiempos y costos, el método de **curado recomendado** son los que utilizan compuestos químicos, en el apartado referente al curado de muros y losas en concreto se darán más detalles.

b) Curado húmedo:

- o Riego directo con agua manteniendo la superficie del concreto humedecida. Con el objeto de retener el agua del curado se utilizan capas de arena o aserrín que son regados con agua constantemente para garantizar su humedad. También se utilizan cubiertas plásticas donde la superficie del concreto es mojada previamente antes de cubrir.
- o Nebulizar o rociar agua permanentemente manteniendo una fina capa de agua sobre la superficie.

c) Curado con láminas:

Una vez regada la superficie con agua o nebulizada, se colocan láminas de polietileno, siendo recomendable utilizar preferiblemente polietileno de color blanco para climas cálidos y de color negro para climas fríos. Otra alternativa son los costales o arpilleras húmedas las cuales deben ser saturadas con agua al menos 24 horas antes de su uso, y posteriormente garantizar la aplicación o riego permanente una vez colocados sobre la superficie de concreto. Una opción más para el curado, son las mantas de geotextil que ayudan a retener la humedad producida por el curado húmedo.

En todo caso, es necesario garantizar un adecuado proceso de curado de la losa de cimentación (descrita como ejemplo particular en este manual) y los demás elementos en concreto, como los muros y losas, según las recomendaciones del diseñador estructural y proveedor del concreto. Esta actividad debe contar con un responsable directo para su ejecución con la respectiva vigilancia y supervisión del encargado de obra e interventor.

El inicio del desencofrado perimetral de la losa de cimentación dependerá del diseño de mezcla del concreto a utilizar y de los aditivos incorporados. Esta actividad debe hacerse con sumo cuidado evitando el apalancamiento del encofrado contra la losa, de esta manera se prevé el desprendimiento de trozos de concreto.



Figura 19. Desencofrado de la losa de cimentación.

6.4 COLOCACIÓN DEL REFUERZO DE LOS MUROS

Los trazos y demarcaciones sobre la superficie de apoyo de los encofrados de los muros (ya sea losa de cimentación o losa de contrapiso), deben estar bien definidos para asegurar su correcta alineación y escuadra.

Este mismo patrón debe ser seguido por las losas de entresijos o losas de soporte de las plantas siguientes (tanto para vivienda vertical como horizontal). Es importante que la losa de soporte de la planta esté perfectamente nivelada y aplomada con el fin de evitar diferencias entre los paneles en el nivel superior, lo que causaría una discontinuidad en la alineación de las paredes superiores.

Por otro lado, las varillas de arranque colocadas con anterioridad a lo largo del eje de los muros, son usadas para el traslapo del refuerzo del muro, permitiendo la continuidad de éste.

El refuerzo de los muros puede ser a través de mallas electrosoldadas o mediante la colocación de barras individuales atadas entre sí manualmente para conformar una malla, esto lo definirá el ingeniero estructural en sus planos.

De la misma manera pueden encontrarse casos combinados, donde se utiliza malla electrosoldada, pero algunas zonas más vulnerables, sísmicamente hablando, son reforzadas con una estructura de barras con sus respectivos estribos o flejes formando una especie de “canastilla”.



Figura 20. Colocación del refuerzo de los muros.

En cualquier caso, es importante verificar las distancias entre las barras, las medidas de los traslapos y la extensión de la malla o estructura de refuerzo a partir del nivel superior (en el caso de viviendas en altura), el cual servirá como varillas de arranque o traslapo de los muros del siguiente nivel.



Figura 21. Refuerzo de dinteles y vanos de puertas y ventanas.

Los planos estructurales deben mostrar los detalles del refuerzo de los dinteles y vanos de las puertas y ventanas. Por lo general, los dinteles se arman de manera independiente (con sus respectivos estribos) y luego se montan sobre la estructura inspeccionando su correcta colocación y ubicación.

6.5 INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS Y ELÉCTRICAS DE LOS MUROS

Terminada la actividad de colocación del refuerzo de los muros, se procede a la colocación de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias de cada vivienda, según los planos y especificaciones técnicas de diseño.

La ubicación de las instalaciones secundarias, el procedimiento para su colocación y los límites de los diámetros nominales de las tuberías que estarán embebidas en los muros y las losas, deben cumplir con las especificaciones descritas en las normas de seguridad estructural de cada país. Como referencia, algunas de las limitaciones contempladas en las normas es la prohibición de las instalaciones hidrosanitarias en los muros portantes, en este caso se recomienda que en los baños y cocinas se construyan contra-muros de acuerdo a la altura requerida. Otra de las limitaciones es la prohibición de las tuberías horizontales en los muros estructurales.

Las bajantes o instalaciones primarias se realizan a través de ductos o espacios previstos en la losa (según los planos del proyecto) las cuales posteriormente estarán aisladas mediante muros construidos generalmente en mampostería o materiales livianos como paneles o tableros en yeso en una segunda etapa.

En todo caso es importante realizar una correcta verificación y supervisión de aquellas instalaciones, que de acuerdo a las normas pueden ir embebidos en los elementos estructurales. Es necesario NO pasar por alto la colocación de algún tipo de punto o salida, para evitar retrasos significativos de la obra con el retiro de encofrados, o más grave aún, la demolición de muros para corregir la falla.

Aquellas tuberías que según los requerimientos de las normas nacionales pueden estar embebidas en los elementos estructurales, deben de ser colocadas entre las dos mallas de refuerzo de las losas y muros (si el diseño especifica doble malla). Para todos los casos es necesario verificar que dichas tuberías autorizadas no sean colocadas por ningún motivo en la zona de recubrimiento.

Finalmente, en el caso de las cajas eléctricas se recomienda colocar "poliestireno expandido" para impedir que el concreto ingrese y obstruya dichos elementos.

6.6 COLOCACIÓN DE CENTRADORES, SEPARADORES O ESPACIADORES DEL REFUERZO DE LOS MUROS

Una vez instaladas las tuberías y antes de dar inicio a la colocación de los encofrados o paneles de los muros, se deben colocar los centradores, separadores o espaciadores, los cuales ayudan a posicionar el refuerzo de los muros o el de la malla electrosoldada, junto con las tuberías y accesorios que están sujetos a ella, en el centro del muro, evitando así, la falta de recubrimiento del concreto en los elementos que deben ir embebidos.

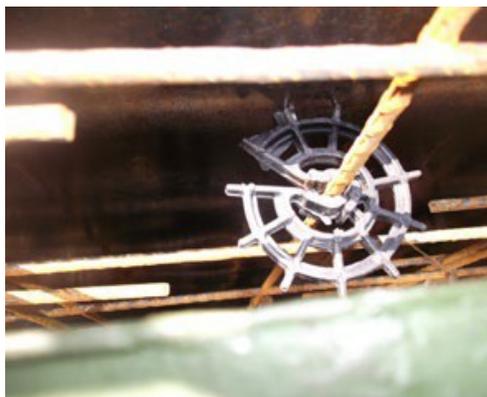


Figura 22. Ejemplo de centrador o espaciador de malla.

⁸ Material plástico espumado. En los países hispanohablantes se le conoce coloquialmente por varias denominaciones, algunas de ellas derivados del nombre de su fabricante.

6.7 MONTAJE DEL ENCOFRADO

Finalizadas correctamente las actividades anteriormente mencionadas, se puede dar inicio al montaje del encofrado.

Según las especificaciones del proyecto y el juego o kit de encofrado que se tenga disponible, el sistema de montaje y armado puede variar.

Por lo general se presentan dos tipos de sistemas de armado. El armado muro-losa en una sola etapa donde se conforma una sola estructura que dará forma al muro y la losa de entrepiso mediante un proceso de vertido del concreto monolítico (Sistema monolítico). El otro sistema está comprendido por dos fases, una el encofrado para el vaciado de muros, y la otra el encofrado para el vaciado de la losa de entrepiso, es decir, fases independientes (Sistema independiente).

6.7.1 Montaje del encofrado para muros

6.7.1.1 Para ambos sistemas (monolítico e independiente)

Las actividades para el encofrado de los muros son similares entre los dos sistemas, la diferencia radica principalmente en que el encofrado y vertido de la losa en el sistema independiente se realizan por separado.

Antes de iniciar con el montaje del encofrado de los muros, es necesario realizar un previo chequeo de los planos, junto con la revisión minuciosa de sus especificaciones técnicas en cuanto a cotas y ejes. Estas actividades son de suma importancia para el correcto replanteo y ubicación de los diferentes elementos que harán parte de la vivienda a construir.

A continuación, se describe el proceso para dicho montaje:

a) Cimbrado o marcaje de muros "Líneas guía"

Consiste en demarcar sobre la superficie de apoyo de la losa el espesor que deben de tener los muros. De esta manera se sabrá dónde debe ir posicionado el encofrado.



Figura 23. Cimbrado o marcaje de los muros.

b) Cimbrado o marcaje de la base para los encofrados o paneles "Líneas guía"

Se marca otra línea guía sobre la superficie de apoyo de la losa, pero esta vez, la que comprenderá el espesor o el ancho del encofrado. Esta demarcación servirá para la colocación de los respectivos topes que impedirán el movimiento de su parte inferior.

c) Colocación de topes internos (en caso de ser necesarios)

Teniendo demarcadas las líneas guía, descritas anteriormente, y con la ayuda de pequeños trozos de madera o barras de acero #3 (9,5mm) o #4 (12,7mm) de aproximadamente 0,08 m de longitud, que actuarán como tope o impedimento para el movimiento de la parte inferior del encofrado, se procede a la colocación de los mismos:

- o Los topes van colocados en la parte interna de la línea que demarca el espesor del muro y en la parte externa de la línea guía que demarcan el espesor del encofrado.
- o Los topes van espaciados a 0,15 m c/u aproximadamente.
- o Los topes tienen una longitud de 0,08 m.
- o Con la ayuda de un taladro manual se realizan orificios de aproximadamente 0,04 m de profundidad, utilizando una broca de un diámetro poco menor al de la varilla o barra utilizada para la elaboración de los topes.
- o Se realizan los orificios simultáneamente, los que corresponden a las líneas guía del espesor del muro y los de las líneas guía que corresponden a la parte externa del espesor del encofrado.
- o Los orificios deben hacerse en forma alternada para garantizar la correcta fijación de la parte inferior del encofrado.
- o Utilizando un martillo o porra se van introduciendo los topes en los orificios hechos en la parte interna de la cimbra (línea guía) que demarca el espesor del muro, hasta finalizar la sección que será encofrada.

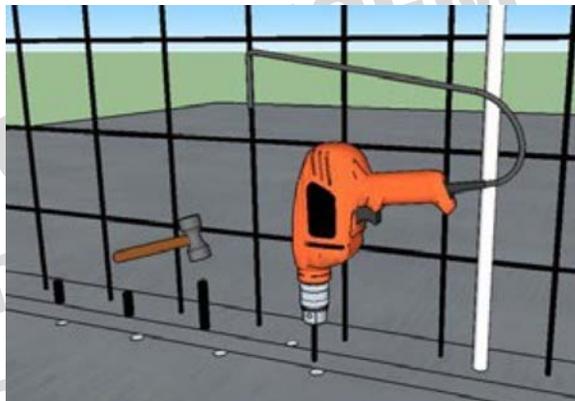


Figura 24. Colocación de topes internos.

Para esta función también pueden ser utilizados topes en forma de U los cuales pueden ser hechos en lámina de acero o plástico con un ancho similar al espesor del muro ayudando a conservar la separación entre encofrados. El tope en U va sujeto a la losa mediante clavos de acero, detalle que obliga a la perforación de la lámina, metálica o plástica, para permitir el paso del clavo.

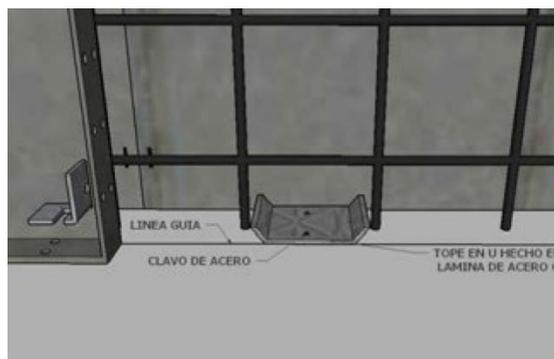


Figura 25. Colocación de topes en U.

d) Colocación del encofrado de muros

Finalizada la colocación de los topes internos (en caso de ser necesarios), se da inicio al montaje del encofrado, verificando previamente la correcta aplicación del desmoldante. En el mercado se pueden encontrar, dos tipos de encofrado para la construcción de viviendas horizontales o en altura implementando el sistema constructivo industrializado manoportable. El primer tipo de encofrado consiste en la utilización de dos secciones de paneles (semipaneles) para conformar la altura total del muro; estos encofrados son fabricados con materiales poco ligeros como por ejemplo el acero, sin embargo, cada sección mantiene un peso adecuado para su fácil montaje.

El segundo tipo de encofrado, consiste en la utilización de una sola sección que contempla la altura total del muro, en este caso debido al reducido peso del panel, el cual es elaborado con materiales ligeros tales como, aluminio o plástico, favorece su manipulación por un solo hombre, convirtiéndola en manoportable.

A pesar de que el tipo de encofrado más utilizado es el de una sola sección en aluminio, por su peso y menor mantenimiento, la selección del tipo de encofrado a utilizar sólo depende de la disponibilidad del proveedor o en ocasiones de las especificaciones técnicas del proyecto donde se sugiere la utilización de alguno de los dos tipos en especial. A continuación, se contempla, a modo de ejemplo, el encofrado de muros con semipaneles, dos secciones para alcanzar la altura total del muro, proceso similar al encofrado con paneles de una sección.

e) Posicionamiento de encofrados para la sección baja de los muros

El inicio del posicionamiento del encofrado tiene como punto de partida las esquinas, donde es necesaria la utilización de un accesorio tipo esquinero para sujetar los primeros paneles y garantizar el ángulo de 90° del muro a construir. Toda actividad que comprenda el montaje de encofrados debe ser ejecutada como mínimo por dos personas. Los paneles de encofrados son colocados y posicionados en las líneas guía que indica el espesor del muro (donde se encuentran los topes). Cada persona se ubica a lado y lado de la demarcación del muro sujetando los paneles, de manera que queden enfrentados y buscando alinearlos a través de ranuras u otros elementos como contratueras localizadas en los paneles, que hacen parte del sistema de fijación de estos encofrados.



Figura 26. Encofrado sección baja de muros.

f) Colocación de los elementos de fijación para espesores de muros

Existen diferentes tipos de elementos de fijación para los encofrados, según el proveedor que los suministre, entre ellos tenemos: Corbatas, tirantes y barras de atado cónico.

Corbatas

La corbata es un accesorio que ayuda a distanciar los paneles definiendo el espesor del muro. Antes de su colocación debe ser revestida con una funda o encamisado de polietileno o plástico que facilita el retiro de la corbata luego del vaciado del muro. La ausencia de la funda causa la pérdida de la corbata, debido a que no es posible retirarla del muro vaciado. NO es aconsejable golpearla, fuertemente, para intentar su retiro, acción que puede ocasionar debilitamiento de la estructura.



Figura 27. Alistamiento de corbatas.



Figura 28. Colocación de corbatas.

Por lo general, cada panel posee 6 ranuras para las corbatas, 2 inferiores, 2 centrales y 2 superiores. Se aconseja colocar inicialmente las corbatas de la parte inferior y superior para mantener el espaciamiento uniforme entre encofrados. Luego se procede a la colocación de las corbatas centrales. Es importante no dejar de instalar ninguna corbata, ya que se pueden generar sobreesfuerzos, acortando la vida útil del panel, al igual que problemas de continuidad, nivelación y plomos (verticalidad) de los elementos de la estructura.

Tirantes

Son elementos de fijación tipo tornillo o varilla roscada, de diferentes longitudes, generalmente de rosca plana, para facilitar su limpieza cuando presenta recubrimiento de concreto. Estos tirantes sirven para fijar las dos caras de los paneles entre sí, mediante tuercas adecuadas. El número de tirantes a colocar dependerá de la longitud del encofrado y la altura del muro. Para recuperar los tirantes deben ser aislados de la mezcla de concreto mediante la colocación de un tubo de PVC que hace la función de funda o encamisado. Estos tubos se pueden dejar embebidos en el muro o pueden ser recuperados según requerimientos técnicos.

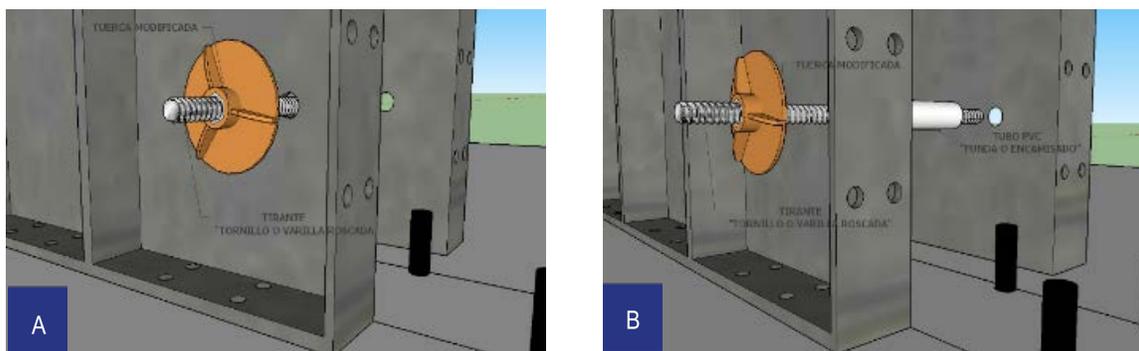


Figura 29. Colocación de Tirantes.

Barras de atado cónicas

Barra metálica con punta roscada en un extremo, cuadrante o cabeza en el otro y cuerpo liso, que ayuda al distanciamiento del muro, determinando su espesor. Su fijación se genera mediante el emparejamiento de su punta roscada con una contratuerca dispuesta en el panel anterior y una acción de torque con la ayuda de una llave. La colocación de la barra presenta ausencia total de encamisado o desmoldante, ya que su cuerpo liso permite con facilidad su retiro del concreto fraguado.

Generalmente los paneles que utilizan este accesorio poseen 2 anclajes a lo largo de su altura.

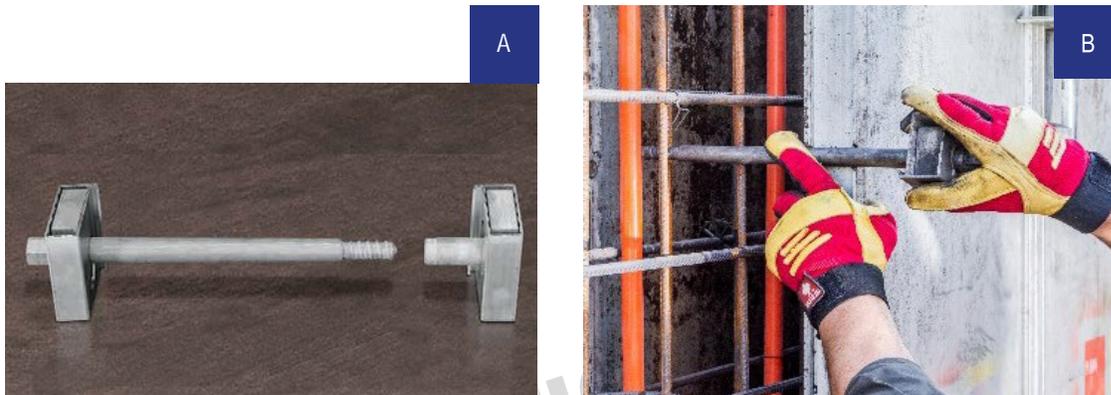


Figura 30. Barra atado cónica.

g) Sujeción lateral de paneles de encofrado

Luego de introducidas las corbatas, tirantes o barras de atado cónico (según proveedor), en sus respectivas ranuras, orificios o contratuercas, y puestos los paneles en su lugar de disposición final, se procede a su fijación lateral. Para esta actividad se hace necesaria la utilización de una serie de accesorios especiales, con características variadas en su diseño, (según el proveedor), que desempeñan la misma función de fijación, de manera temporal, entre paneles.

Para el proceso de fijación lateral de paneles se utilizan accesorios que ayudan a su unión temporal. Entre ellos, los "pines" que además permiten asegurar las corbatas, los "pines grapa" y otros como los "pines cuña" y "cerrojos", estos dos últimos necesitan de elementos adicionales llamados "cuñas" para realizar su función.

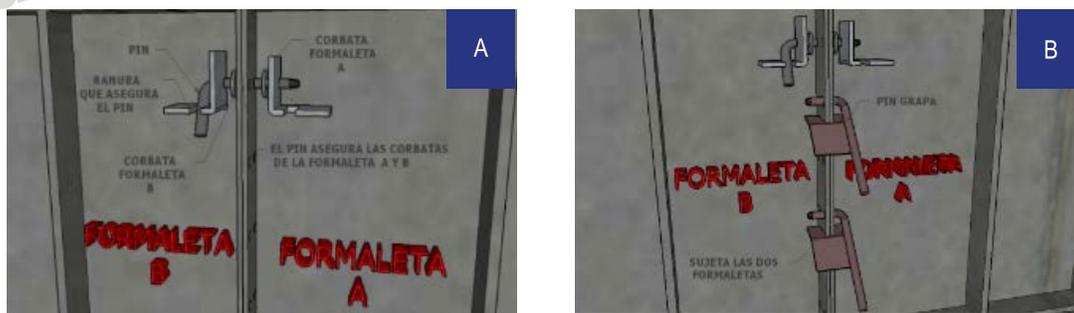


Figura 31. Fijación de paneles de encofrados a través de pines

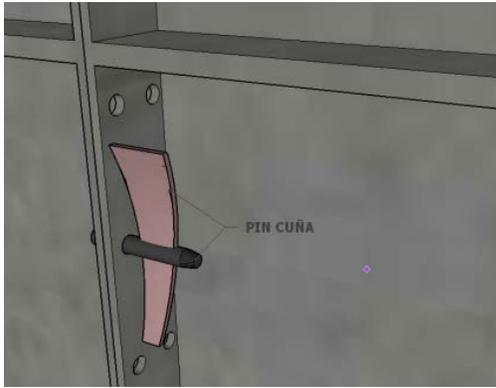


Figura 32. Fijación de paneles de encofrado: Pin Cuña.



Figura 33. Fijación de paneles de encofrado: Cerrojos.

Con la ayuda de la uña, herramienta que posee una punta en uno de sus extremos, hacemos casar o emparejar los orificios del encofrado, según proveedor, facilitando la introducción posterior de los pines o pasadores.



Figura 34. Utilización de la uña para alinear encofrados.

NOTA: según el país donde se implemente el sistema o la empresa proveedora del encofrado, pueden variar las formas de los accesorios y sus respectivos nombres, pero su finalidad siempre va a ser la misma.

h) Colocación de topes externos (en el caso de que el encofrado lo exija)

Finalizada la actividad de la fijación de los paneles de encofrado, en la sección baja de muros, procedemos a la colocación de los topes externos de los cuales los orificios ya se encuentran perforados. Esta actividad no aplica en todos los casos, depende del tipo de encofrado suministrado por el proveedor.

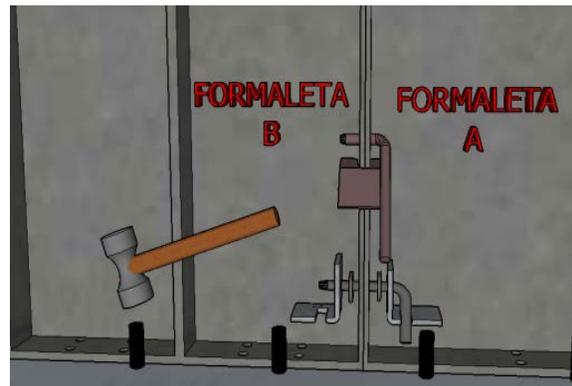


Figura 35. Colocación de topes extremos.

i) Encofrado de la sección alta de los muros (en el caso de que el encofrado lo exija)

Una vez colocadas y aseguradas de manera correcta el conjunto de encofrados que corresponden a la sección baja de muros, se procede a la colocación y respectivo armado de la sección alta. Al igual que en la sección baja, necesitamos de la herramienta "uña" y de los accesorios "pin grapa, corbata y pin", según proveedor. En este caso también se utiliza el pin grapa para asegurar la parte superior del panel de abajo con la parte inferior del panel de arriba.

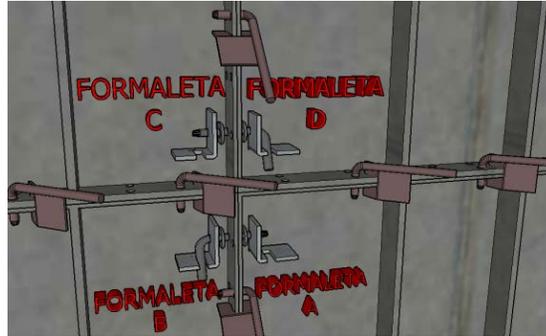


Figura 36. Encofrado sección alta de muros.

j) Alineación y aplome de muros (en el caso de que el encofrado lo exija)

Terminado el armado total del encofrado correspondientes a muros, con el fin de verificar su alineación y respectivos plomos (verticalidad), se ubican los alineadores horizontales. Esta actividad es realizada con la ayuda de un elemento recto que puede ser un tubo rectangular o circular, un ángulo o canal, además de tensores o mordazas que fijan el alineador a los paneles de encofrado, los cuales se colocan en los porta-alineadores previamente instalados para este fin. La cantidad de alineadores y su distanciamiento será definido por el proveedor del equipo de encofrado.



Figura 37. Alineadores horizontales.

k) Colocación de puntales o parales (en el caso que el encofrado lo requiera)

Para conservar la correcta alineación y los respectivos plomos (verticalidad) de los muros durante el vertido del concreto dentro del encofrado, se hace necesaria la colocación de parales, los cuales impedirán su movimiento debido a la presión al que será sometido durante el momento del vaciado. De igual manera, estos elementos evitan que el encofrado ascienda, debido a la presión ejercida por el concreto en la parte inferior del panel al momento del vaciado; para evitar esta acción,

los sistemas cuentan con paneles diseñados para esta función, los cuales deben ir anclados al piso y al panel.

l) Encofrado de vanos de puertas y ventanas

Con el objeto de garantizar que las puertas y ventanas mantengan las dimensiones requeridas se recomienda la colocación de un tensor o codal. En las ventanas, este tensor se debe colocar uno a 1/2 de su altura o dos a 1/3 de la misma según indicaciones. En las puertas, el tensor se ubica aproximadamente a 0,50 m o 0,70 m sobre el piso y a 0,50 m o 0,70 m bajo el dintel o losa.

La cantidad de tensores y su ubicación en vanos de puertas y ventanas, está sujeta a sugerencias del diseño.

Algunos proveedores de equipo ofrecen encofrados que no requieren de este tipo de tensores.

6.7.2 Montaje de encofrado para losas

6.7.2.1 Para el sistema monolítico (muro-loso)

Luego de la instalación de los paneles correspondientes a muros, se inicia la actividad que contempla el encofrado de la placa o losa de entrepiso. Algunos procedimientos de encofrado utilizan cerchas y parales, otros usan vigas para losa como piezas de encofrado especialmente diseñados para tal función, junto con puntales que cuentan con un acople de sujeción; otros procedimientos utilizan accesorios especiales como parte integral del encofrado.

a) Unión o transición muro-loso

Cuando la unión muro losa es sencilla, formando tan solo un ángulo de 90°, en ocasiones y según especificaciones del diseño o del encofrado utilizado, no es necesaria la utilización de algún tipo de accesorio especial para su fijación.

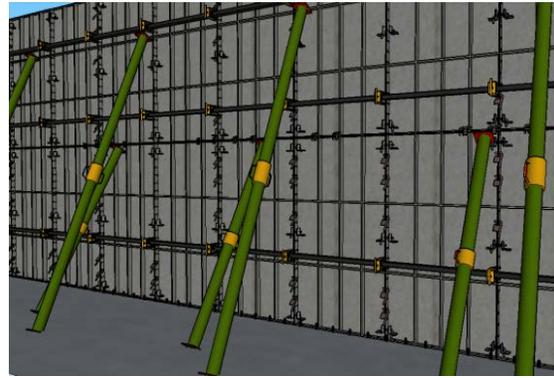


Figura 38. Postura de puntales o parales.

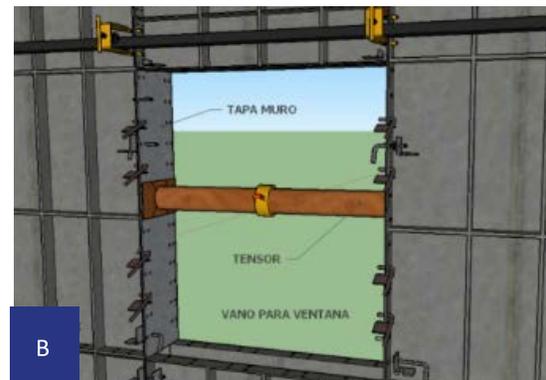
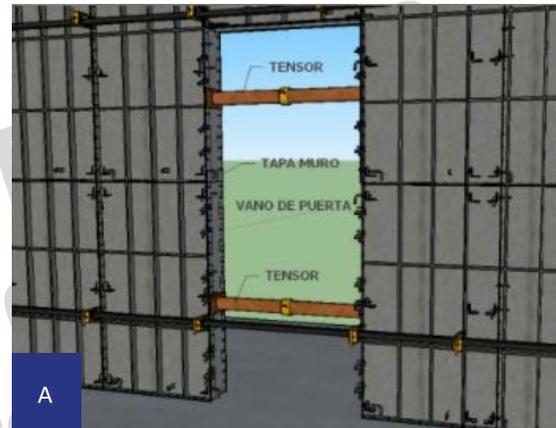


Figura 39. Tensores para vanos.

Por el contrario, si se desea un acabado estético como resultado final, el encofrado contempla un accesorio especial para la unión muro-losa tipo ángulo recto o un accesorio tipo cenefa con algún estilo o forma específica.



a) Unión muro-losa de 90° sin accesorio.



b) Unión muro-losa con accesorio.



c) Unión curva muro-losa (para acabado estético o decorativo).

Figura 40. Transición muro-losa.

b) Fijación o unión de los paneles de losa

Para la fijación entre paneles de encofrados para losas, también se usan accesorios de fijación similares a los muros. Estos accesorios dependerán del tipo encofrado ofrecido por cada proveedor (cerrojos, pines cuña, etc.).

c) Perímetro de la losa

Para el vaciado monolítico, muros-losa, es indispensable una altura adicional para cubrir el espesor de la losa. Esta altura puede ser aportada por los paneles exteriores del muro, o adicionada con la utilización de un encofrado perimetral en madera o mediante la colocación de un accesorio complementario al juego de encofrado.



Figura 41. Altura adicional perimetral para vertido muro-losa.

d) Posicionamiento y apuntalamiento de encofrado de losas

El equipo requerido para mantener la losa apuntalada durante y después del vaciado del concreto (parales o puntales y accesorios especiales como bases para gato, cabezales de caída, vigas o paneles de encofrado, entre otras) hace parte integral del sistema de encofrado. Este equipo es diseñado para facilitar el desmonte de los paneles de la losa, sin necesidad de su retiro al momento del desencofrado, evitando así deformaciones no deseadas.

La ubicación de los parales debe ser previamente diseñada por el proveedor del equipo y avalada por el diseñador estructural, ya que el sistema exige el desencofrado temprano de los elementos. Para la reutilización del equipo en otro punto de la obra, es necesario conservar elementos temporales de apuntalamiento para evitar que las losas presenten deformaciones por su carga temporal o peso propio; estos elementos se deben conservar el tiempo requerido para que el concreto alcance como mínimo el 70% de la resistencia final de diseño o el autorizado por el diseñador estructural.



Figura 42. Apuntalamiento del encofrado de las losas.



Figura 43. Viga especial de encofrado para armado de losa.

También se encuentran accesorios especiales que se utilizan para mantener nivelado el encofrado al momento del vaciado, estos son instalados en la intersección o juntas de paneles. Estos accesorios son removibles al momento de realizar el desencofrado.



Figura 44. Accesorio de sujeción de paneles apoyado por par.

e) Toma de nivel de referencia

Al mismo tiempo que se realiza el encofrado de la losa de entrepiso es importante que se controlen los niveles para evitar pandeos o deformaciones del elemento. Para garantizar el éxito de esta actividad debe designarse una persona para tal tarea. El control de los niveles debe hacerse antes, durante y después del vaciado de la losa. Con este tipo de sistema donde se vierten monolíticamente los muros-losas, el control de niveles puede ser más complejo en comparación al sistema muros y losas independientes, debido a que el encofrado dificulta el cimbrado perimetral, en este caso se deben hacer puntos de referencia a lo largo del perímetro que faciliten el control de alturas por parte de la persona delegada a la actividad.

6.7.2.2 Para el sistema independiente

Una vez vaciados los muros, al día siguiente, se inicia con el encofrado de la losa, la colocación de aceros de refuerzo, instalaciones de redes hidro-sanitarias y eléctricas con sus respectivos accesorios, actividades que dan paso al vertido de la placa o losa de entrepiso.

A continuación, se explica el proceso de montaje de encofrado de la losa luego del vaciado de los muros:

a) Colocación de gatos niveladores (soportes)

Vaciados los muros y retiradas la totalidad de las corbatas, tirantes o barras de atado cónico, se instalan los gatos niveladores (soportes), con los cuales se puede asegurar y nivelar el encofrado que dará forma a la losa.

Los gatos niveladores (soportes) van acoplados al muro mediante un tornillo, trozo de varilla, barra roscada de $\frac{1}{2}$ " o una corbata, que es introducida por la ranura u orificio dejado por las corbatas, tirantes o barras de atado cónico, asegurado con su respectivo pin, arandela y/o tuerca. Los gatos niveladores sostendrán un tubo metálico, de un espesor considerable, donde reposan los lados del encofrado próximos al muro, y mediante acción de torque nivelaran el encofrado en los puntos requeridos.

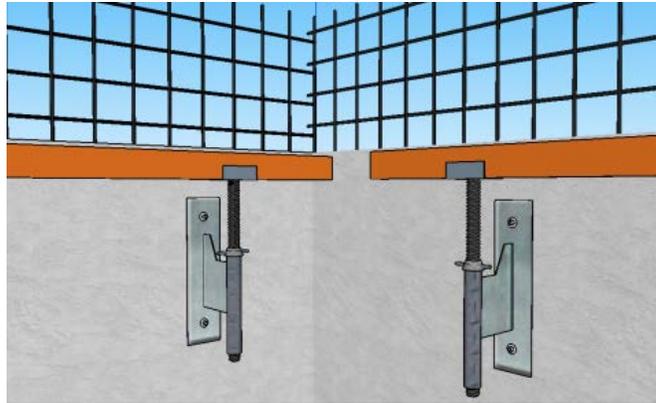


Figura 45. Colocación de gatos niveladores (soportes).

b) Posicionamiento y apuntalamiento de encofrado

Luego de fijados los gatos a los muros, se da inicio al posicionamiento del encofrado para losa. Cada fila o sección de encofrado va sujeta por un tubo nivelador, que a su vez es apuntalado por los parales diseñados para este fin, los cuales como se indicó, deben ser parte integral del sistema de encofrado.

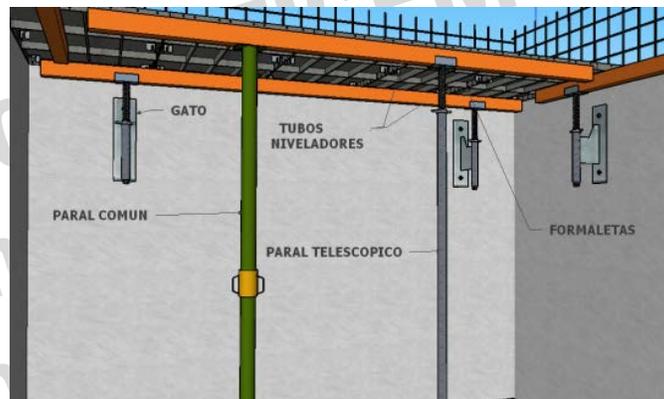


Figura 46. Posicionamiento de los encofrados

c) Toma de nivel de referencia

Luego de finalizada la colocación del encofrado se procede a su nivelación; esta acción debe hacerse antes, durante y después del vaciado de la placa o losa, al igual que en el sistema monolítico (muro-losa).

Para la correcta nivelación del encofrado, se demarca una cimbra o línea en el perímetro que comprenden los muros, esta actividad se facilita un poco más en este sistema en comparación que el sistema monolítico muro-losa, puesto que realizar la cimbra sobre los paneles de encofrado es más complejo, que realizarlo sobre un muro ya vaciado, a una altura, que servirá de referencia para la toma de niveles. Cabe resaltar que esta cimbra o línea guía debe marcarse con una manguera de nivel o en su defecto, con el instrumento o aparato existente en la obra.

Recordemos que es recomendable designar a una persona la verificación de niveles, siendo de suma importancia su control para evitar malformaciones del elemento vaciado, situación que donde se llegase a presentar, acarrearía retrasos significativos en obra o en el mayor de los casos, pérdidas económicas por motivos de demolición.



Figura 47. Toma de nivel de referencia.

d) Encofrado perimetral de la losa

Finalizada la colocación del encofrado que soportará la losa, se procede a posicionar el encofrado perimetral, siendo recomendable que su altura corresponda al espesor destinado a la losa, de esta manera se tendrá mayor control a la hora de realizar su vaciado.

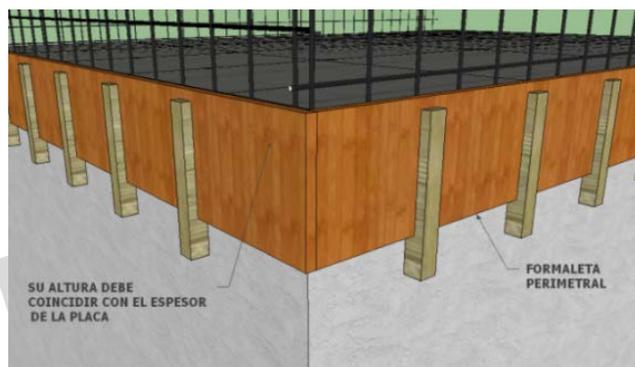


Figura 48. Encofrado perimetral de la losa.

6.8 COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO E INSTALACIÓN DE REDES EN LA LOSA

Finalizada la actividad del encofrado, se inician las labores que comprenden el armado de los aceros de refuerzo y la ubicación de las respectivas instalaciones hidro-sanitarias y eléctricas según los requerimientos de las normas locales (ver apartado 6.5). Las tuberías instaladas deben ser verificadas mediante la prueba hidrostática antes de verter el concreto.



Figura 49. Colocación de refuerzo e instalación de redes en la losa.

Además, se debe revisar la posición de los distanciadores (posicionadores entre el refuerzo y la cara del panel), así como los amarres y traslapes del acero de refuerzo.

6.9 VACIADO DEL CONCRETO

El presente apartado contempla una de las actividades más importantes del sistema, que dará como resultado final la construcción de varias unidades de vivienda.

El proveedor del encofrado debe garantizar la adecuada resistencia a la presión del concreto y la carga viva del personal que realizará el vaciado.

El descargue y transporte del concreto desde el camión mezclador hasta el sitio de vertido, puede realizarse mediante sistemas mecanizados, tales como, el uso de la bomba (estacionaria o pluma) y la torre-grúa con balde.



Figura 50. Preparación para el vertido del concreto.

Para el vertimiento del concreto dentro del encofrado es aconsejable llevar un orden de vertido que garantice la correcta colocación del concreto. Este orden debe dar inicio desde una de las esquinas o rincones de los muros, haciendo tres recorridos perimetrales garantizando la colocación del concreto mediante la misma cantidad de capas. Dependiendo del volumen del concreto necesario, se posicionan equipos de bombeo en puntos estratégicos que faciliten el recorrido perimetral, en caso de tener a disposición algún tipo de grúa para la elevación del concreto se simplifica considerablemente esta actividad.

Así mismo y según indicaciones del diseño, se utilizan vibradores de inmersión para el correcto acomodamiento del concreto, evitando potenciales hormigueros⁹ u oquedades.

Para ello se debe disponer de un vibrador de cabeza normal y/o vibrador de aguja.



Figura 51. Vertido del concreto (A. Bomba. B. Balde).

⁹ Exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie de concreto.

De igual manera, y de ser necesarios según las especificaciones dadas por el diseño de mezcla, pueden ser utilizados los vibradores de contacto, los cuales aseguran una correcta consolidación del concreto mediante su fijación y funcionamiento desde la parte externa del encofrado. Con este tipo de vibradores se garantiza, en gran porcentaje, un excelente acabado superficial de muros como resultado final. Recordemos que la actividad del vibrado del concreto está sujeta al diseño de mezcla utilizado en el proyecto, puesto que llegaría a estar ausente en el caso de ser especificado algún tipo de concreto autocompactante.

En algunos sistemas, se recomienda que, al momento del vertido del concreto, dos personas golpeen los paneles de muros, ubicados a lado y lado, con un martillo de goma, de manera que se asegure la acomodación de las partículas y correcta compactación junto con el vibrador de inmersión. Por otro lado, se recomienda que una tercera persona retire el concreto que se vierte por fuera de los paneles a través de un aspersor de agua, de esta manera se evita la adherencia del concreto en las caras externas del encofrado, actividad que agiliza su limpieza.

En el vaciado de las losas se aconseja colocar un codal o tubo nivelador a lado y lado de la zona perimetral, con el fin de controlar su espesor en las partes centrales.

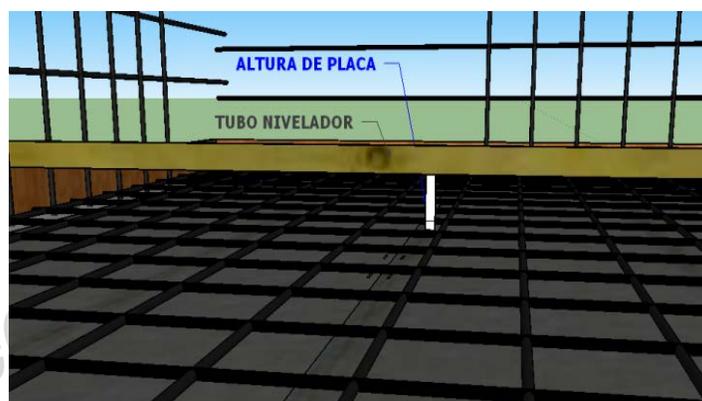


Figura 52. Verificación de espesor de la losa.

Al igual que en los muros, para el vaciado de la losa se recomienda buscar un punto de referencia para el inicio del vaciado, con el fin de evitar movimientos bruscos que puedan desplazar el encofrado.

Durante el vaciado del concreto, una persona debe estar encargada del control de niveles debajo de la losa, revisando alturas, posicionamiento de paneles y plomos (verticalidad) de parales, para que, al instante de llegar a suceder algún imprevisto, pueda ser corregido de inmediato. Por otro lado, es importante que el personal de obra de aviso de algún daño durante el vaciado (por ejemplo, alguna tubería rota) para realizar los correctivos pertinentes.

Una vez finalizado el vaciado, se deben revisar nuevamente los plomos de muros y losas junto a su alineación; y además realizar una nueva prueba de presión de las tuberías.

6.10 DESENCOFRADO DE MUROS Y LOSAS

Gracias a los aditivos especiales adicionados al concreto para mejorar sus características mecánicas o a la tecnología utilizada para la elaboración del mismo, se procede al retiro del encofrado (en ambos sistemas: monolítico e independiente).

La resistencia que debe tener el concreto en el momento de realizar el desencofrado puede variar de acuerdo al tipo de mezcla utilizada, la temperatura ambiente, la humedad, etc. Esta resistencia debe estar predeterminada por el diseñador estructural.

En ausencia de una especificación al respecto, se sugiere que el desencofrado o desmolde de acuerdo con lo especificado en la **Tabla 1**.

De igual manera, para los dos sistemas de encofrado, los paneles deben someterse a los mismos procesos de limpieza, mantenimiento y aplicación de desmoldante para su pronta reutilización. El producto utilizado como desmoldante debe cumplir con las condiciones finales o acabados de superficies estipulados en el proyecto. La incorrecta selección del producto puede generar dificultades a la hora de realizar los acabados finales de las superficies (estucos y pinturas).



Figura 53. Retiro de paneles de encofrado.

Al retirar el encofrado de muros ya vaciados, en ellos quedan incrustadas algunos elementos de fijación, las cuales pueden ser extraídas manualmente o con la ayuda de herramientas especiales para tal fin.

Si se utiliza el sistema de tirantes, una vez retirados los paneles se deben extraer de inmediato los tubos de PVC que se usaron como funda o encamisado, esto en el caso de ser reutilizados nuevamente. Los orificios, dejados luego de su retiro, deben ser rellenados posteriormente con una mezcla de mortero.

Con la utilización de las barras de atado cónico, estas son extraídas manualmente previo el retiro de los paneles y al igual que en los tirantes, los orificios dejados deben ser llenados con mortero.

En el caso del uso de corbatas, se utiliza el martillo extractor o saca corbatas, esta actividad no se dificulta, puesto que ella se encuentra encamisada por un trozo de polietileno o plástico que facilita su retiro, de no tenerlo se genera la pérdida del accesorio, debido al impedimento de su extracción.



Figura 54. Apuntalamiento de losa en concreto.

Para el retiro del encofrado que conformaron la losa de entrepiso se debe tener sumo cuidado para evitar algún tipo de accidente, para esto se recomienda usar las herramientas entregadas por el proveedor para tal fin, en algunos casos, antes del retiro de los parales se aconseja la colocación de un gancho atado a una cuerda para tirar de la sección encofrada, en caso que esta no desprenda por si sola.

Luego del retiro del encofrado, y en caso de estar desarrollando un proyecto de vivienda en altura, se debe dejar apuntaladas las losas, según especificación de diseño, con el fin de evitar deflexiones. Este apuntalamiento, por lo general, se realiza en los tres pisos por debajo de la losa vertida, con el fin de garantizar el mejor comportamiento mecánico de los elementos (*Figura 54*).

Una vez retirado el encofrado, y los accesorios de fijación y sujeción, se debe verificar la homogeneidad del concreto, las aristas y el aspecto general del muro y la losa e identificar si es necesario realizar algún tipo de resane.

6.11 CURADO DE MUROS Y LOSAS

Una vez desencofrados los muros y losas en concreto, y según las especificaciones dadas por el diseño de mezcla y los aditivos incorporados al concreto, puede ser sugerido algún tipo de curado especial que ayude alcanzar las resistencias deseadas en el tiempo previsto, acorde a la ubicación geográfica del proyecto.

La aceleración significativa en los tiempos de ejecución de las actividades de los sistemas industrializados, hacen necesario elegir un método de curado efectivo para el concreto de los muros y las losas. El método de curado recomendado, según lo descrito en el **apartado 6.3.8**, es la membrana de curado a través de compuestos químicos. Dadas las velocidades de la obra en estos sistemas industrializados, el curado húmedo y el realizado a través de láminas impermeables son más complejos de controlar y no tienen el nivel de productividad requerido en estos sistemas industrializados de vivienda. Por otro lado, el uso del polietileno, como lámina impermeable puede producir distintas tonalidades en el concreto, por lo tanto, no es recomendable utilizarlo en concretos a la vista o arquitectónicos.

Como se mencionó en el **apartado 6.3.8**, es importante garantizar la correcta ejecución del curado del concreto, con el fin de evitar su fisuración por el secado prematuro y para obtener la durabilidad y resistencia óptima. Resistencia que asegura el comportamiento estructural y mecánico de los elementos a los diferentes esfuerzos sometidos.

6.12 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LOS ENCOFRADOS

Como principio básico del mantenimiento y limpieza, los paneles de encofrado deben mantenerse limpios en todo momento, dado que, en los procesos consecutivos inherentes al sistema industrializado el tiempo es limitado para realizar la limpieza de los elementos. La forma como se realiza el vertido del concreto, tanto en muros como losas, es clave. Con el uso de bombas, en ocasiones se presentan derrames de concreto fuera del encofrado y se hace necesaria la presencia de una hidrolavadora o aspersores manuales para hacer la limpieza inmediata, evitando el endurecimiento de la mezcla. Con otros sistemas de vertido, como lo es el uso de grúas con recipientes o embudos, es más sencillo el control de los derrames. Recordar siempre que un encofrado sucio da como resultado acabados deficientes.

Una vez retirados los paneles, diariamente, pasan por un proceso rápido de limpieza, que consiste en el retiro de las partículas del concreto, que son adheridas al encofrado durante el proceso de vertido, mediante trabajo manual con viruta de acero, cepillos de cerdas metálicas o espátulas.

Luego de su limpieza e identificados los paneles que necesiten mantenimiento pasan a su respectiva revisión. Durante el mantenimiento se verifica si el panel presenta o no abolladuras o pandeos por causa de la presión o maltrato a la que son sometidas en los diferentes procesos. Para corregirlos se recomienda tener en obra un banco de reparación, bastante fuerte y plano que permita la nivelación del panel, mediante la acción de una herramienta de cara plana o martillo de bola.

Limpios y corregidos, de ser necesario, los paneles son recibidos por el grupo de obreros a los cuales se les asignó la aplicación del desmoldante, el cual es un líquido viscoso que evita la adherencia total del concreto al encofrado, ayudando a su retiro. Existen diferentes métodos de aplicación del desmoldante, entre ellos está el uso de rodillo de felpa o un rociador por aspersión (tipo mochila o autónomo). De igual manera, la aplicación del desmoldante puede realizarse sobre el panel armado o de manera individual en cada uno de los paneles que conformarán el encofrado, esto depende del criterio establecido por la empresa proveedora del encofrado.

En todo caso, es necesario cumplir con el mantenimiento preventivo diario sugerido por el área de servicio técnico del proveedor de los encofrados.

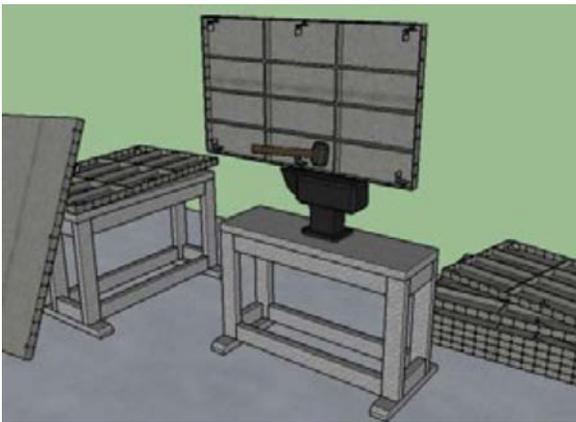


Figura 55. Mantenimiento de encofrados.



Figura 56. Aplicación de desmoldante.

6.13 COLOCACIÓN DE MÉNSULAS

Para dar continuidad al encofrado de los muros de la planta superior y poder instalar las superficies de trabajo que facilitarán el armado de los elementos de seguridad para el personal operativo, se hace necesaria la colocación de las ménsulas, las cuales servirán de soporte al personal encargado del montaje de los encofrados que comprenden la cara externa del muro. Las ménsulas van sujetas al muro haciendo uso de los orificios dejados por los elementos de sujeción descritos con anterioridad.

La cuadrilla de obreros que realizan esta actividad debe ser capacitada y certificada en trabajo seguro en alturas, al igual que todo el personal operativo presente en la obra, capacitación que les brindará los conocimientos necesarios para salvaguardar su integridad personal.



Figura 57. Colocación de ménsulas.

Terminada la colocación de las ménsulas, se repiten las actividades descritas anteriormente en el paso a paso, iniciando por la colocación del refuerzo de los muros, hasta dar por terminada la edificación.

Finalizadas las actividades correspondientes a la obra gris¹⁰, se inicia con el **proceso de los acabados** de los muros y las losas, el cual se facilita debido a la textura y terminación de estos elementos en concreto. Existen diferentes posibilidades de acabados para el sistema de muros y losas en concreto, entre ellas están: dejar el concreto a la vista; utilizar morteros y/o estucos con acabado liso o texturizado, morteros termoaislates, sistemas de aislamiento térmico exterior, entre otros. La definición de los acabados va sujeta a los diseños y requerimientos del proyecto

6.14 CONSTRUCCIÓN Y VACIADO DE LA CUBIERTA (si aplica)

Cuando el proyecto de vivienda contempla la construcción de casas de un solo piso, estos muros, en la mayoría de los casos, son vaciados con los respectivos muros cuchilla o culatas, cuyas formas comprenden las pendientes necesarias para el escurrimiento del agua lluvia. En un contexto general, la cubierta destinada a la vivienda o edificación, puede ser vaciada en concreto, o llevar una armadura (estructura que recibe la cubierta) tanto metálica como de madera, según lo especificado en el diseño.

Al igual que las demás actividades realizadas, la colocación de la cubierta, según sea la contemplada por el diseño, necesita de personal calificado para su correcta ejecución. En el caso que se determine la colocación de una armadura metálica, esta debe ser ejecutada por personal experto en trabajos de soldadura y afines. Si se pretende la colocación de una cubierta en madera, tipo machihembrado, de ser colocada por personal con experiencia demostrable en la colocación de este tipo de cubiertas.

¹⁰ Estado de la obra en el momento previo a la realización de sus acabados.

CAPÍTULO 7

EL CONCRETO EN EL SISTEMA MANOPORTABLE

Los concretos premezclados, se pueden definir como aquellos que son diseñados, producidos, comercializados y suministrados por una empresa productora de concreto con una garantía de calidad.

Estos concretos son el resultado de un proceso de dosificación y mezcla controlada, cuyos componentes (cemento, agregado grueso, agregado fino, agua y aditivos) y producto final (concreto) han sido sometidos a un riguroso control de calidad, garantizando así la uniformidad en sus propiedades.

Dadas las condiciones de repetibilidad y velocidad del sistema manoportable, el concreto más eficiente y adecuado para su ejecución es el premezclado, debido a sus ventajas en la producción anteriormente mencionadas, además de su fácil obtención y rapidez de arribo en obra. Es así, que solo se logra la calidad deseada en este sistema con los concretos premezclados.

La alternativa de concretos preparados en obra con procesos de mezclado poco controlados y no dosificados, no son recomendados por el sistema.

7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONCRETO

En general, el concreto usado en el sistema debe tener características específicas de resistencia a edades tempranas, ya que las especificaciones del diseño estructural deben considerar las cargas sobrepuestas a edades tempranas de su proceso de fraguado¹¹, además, para garantizar la rotación de los encofrados.

Para acortar los tiempos de fraguado y/o endurecimiento y una liberación correcta del encofrado a edad temprana, el concreto puede incorporar un aditivo acelerante que promueva el inicio de los procesos de hidratación, y el desarrollo de la resistencia. Este aditivo acelerante debe ser incorporado en la obra por parte del agente de servicio, antes de iniciar la descarga del concreto, con un tiempo de amasado suficiente para garantizar la homogeneidad de la mezcla.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que las especificaciones de la mezcla de los muros son diferentes a las de las losas. En el vertido de los muros se hace necesaria la utilización de un tipo de concreto con propiedades especiales de fluidez y tiempos de fraguado; que permita su colocación in situ y la correcta acomodación de las partículas en los espacios reducidos, dejados por los aceros de refuerzo, tuberías y accesorios. Además, el concreto usado en los muros estructurales industrializados ha evolucionado desde mezclas convencionales hasta concretos autocompactantes que no requieren vibración y que garantizan un adecuado llenado en todos los espacios al interior de los muros. En el caso de las losas la resistencia a edad temprana debe ser la adecuada para soportar los esfuerzos al momento del desencofrado, mientras en el caso de los muros prevalece el criterio de la resistencia mínima para garantizar que el retiro del encofrado no produzca el deterioro sobre la superficie del concreto.

A manera ilustrativa, en la **Tabla 1** se describen algunas características generales para el concreto de los muros y losas construidos con el sistema manoportable, no obstante, es importante aclarar que se deben cumplir las especificaciones y requerimientos del diseño estructural de cada proyecto, por lo cual es recomendable asesorarse del proveedor del concreto premezclado para la identificación del concreto adecuado:

¹¹ Jorge C. DÍAZ, Luisa BAUTISTA, Adrián SÁNCHEZ, Daniel RUÍZ, 2004. *Proceso de endurecimiento de las mezclas de concreto y mortero.*

Tabla 1. Características generales para el concreto utilizado en el sistema manportable

PARÁMETRO	MUROS	LOSAS
Resistencia inicial para el desencofrado	2,0 MPa o 15% – 20% de f_c (lo que sea mayor)	3,0 MPa o 15% – 20% de f_c (lo que sea mayor)
Tamaño máximo agregado (1)	9,5 – 19,1 mm	12,5 – 25,0 mm
Asentamiento o revenimiento para el concreto en obra (1)	15,0 – 20,0 cm	10,0 – 20,0 cm
Escurrecimiento o valor extendido para concretos autocompactantes	55,0 – 75,0 cm	50,0 – 75,0 cm

(1) Su correcta selección depende de separación de armadura, espesor de recubrimiento, y espesor del elemento estructural, la disponibilidad de fuentes de suministro de cada región y la utilización de sistemas de bombeo.

7.2 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA

Como se mencionó anteriormente, el concreto premezclado que se entrega en el lugar de la obra ha pasado por estrictos controles de calidad en la fábrica; sin embargo, es necesario continuar con un proceso adecuado de control de calidad del concreto en las fases constructivas in situ, desde la recepción, transporte interno, vertido, vibrado, fraguado y curado, con el fin de asegurar las propiedades y uniformidad para lo cual fue diseñado.

Los ensayos requeridos para la recepción o aceptación del concreto fresco en obra deben seguir los lineamientos de las normas ASTM o las normas vigentes en cada país. Asimismo, es importante que los ensayos, tanto en obra como en laboratorio, se realicen de acuerdo a estas normas con técnicos capacitados e idóneos que demuestren la competencia para la realización de los ensayos.

7.2.1 MUESTREO DE CONCRETO FRESCO

El concreto puede ser aceptado o rechazado con base a pruebas realizadas en pequeñas cantidades de la carga total, por ello es importante que las muestras obtenidas para los ensayos sean representativas del volumen total de la mezcla.

El procedimiento establecido en la norma ASTM C 172 da las directrices para cumplir con este requerimiento de representatividad de la mezcla que ha sido despachado de la fábrica al sitio de la obra. Como regla general, bajo ninguna circunstancia se deben tomar muestras de la primera y última porción del lote, debido a que no son representativas de la carga.

Las muestras de concreto, para la realización de los ensayos en la obra, deben ser tomadas posterior al arribo del camión mezclador a su sitio destinado, con ayuda de una carretilla. Para lograr una muestra compuesta, se deben obtener dos o más porciones a intervalos regularmente espaciados durante la primera descarga de la mitad del lote o volumen de concreto y posteriormente mezclarlas para asegurar la uniformidad. El tiempo para obtener la muestra compuesta no debe exceder de 15 minutos, entre la obtención de la primera y última porción de muestra.

La prueba de asentamiento, y en caso de ser requerido los ensayos de temperatura y contenido de aire, deben iniciarse dentro de los 5 minutos siguientes a la obtención de la última porción de la muestra compuesta. Por otro lado, el moldeo de cilindros debe iniciarse dentro de los 15 minutos siguientes a la fabricación de la muestra compuesta.

Como recomendación general, es necesario proteger las muestras del sol, viento u otros causantes de la rápida evaporación de su contenido de humedad y contaminación. Además, debe resguardarse en áreas no sujetas a vibraciones, trepidaciones, caídas, u otros similares.

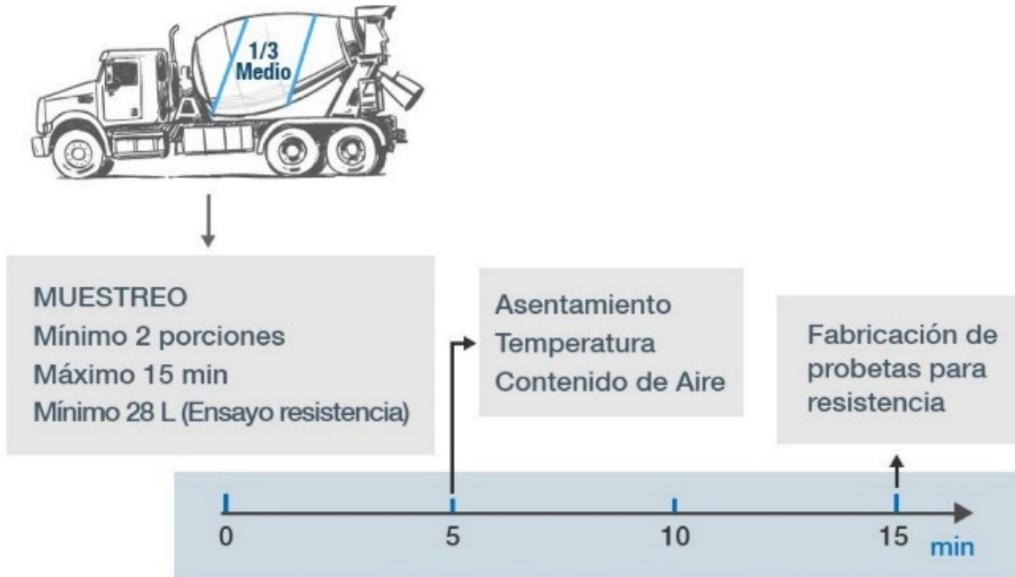


Figura 58. Toma de muestras de concreto fresco.

7.2.2 ENSAYOS EN OBRA

Los ensayos realizados en obra para la aceptación o rechazo del concreto fresco se realizan para verificar cuantitativamente, si la mezcla cumple con los requerimientos y especificaciones del proyecto. Estos ensayos deben ser realizados por técnicos certificados, o en su defecto, personal capacitado que demuestre su conocimiento y destreza en la realización de los ensayos de acuerdo a las normas pertinentes.

7.2.2.1 Determinación del grado de fluidez o asentamiento del concreto

Para determinar el grado de fluidez o consistencia del concreto, existen diferentes métodos que dependen del grado de consistencia especificado en el diseño de la mezcla o en los requerimientos del proyecto. Los más comunes son el ensayo de asentamiento o revenimiento y el ensayo de flujo libre, conocido también como ensayo de extendido o escurrimiento del concreto.

El ensayo de asentamiento o revenimiento a través del cono de Abrams, establecido en la norma ASTM C 143, es utilizado en concretos diseñados con un asentamiento máximo de 20 cm. En esta prueba el cono se llena con la muestra de concreto en tres capas, correspondiente cada una de ellas a un tercio del volumen de este recipiente, las cuales son compactadas con 25 golpes cada una, mediante la una varilla lisa de acero, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Una vez levantado el molde se mide el asentamiento tomando la distancia vertical entre la parte superior del cono y el centro original desplazado en la superficie de la muestra de concreto.

Como se mencionó anteriormente, los muros y losas en concreto del sistema industrializado presentan diferencias en sus diseños de mezclas, por lo cual los asentamientos requeridos también tienen variaciones. En la Tabla 1, se especifican de forma general los rangos de asentamientos para los elementos en concreto del sistema manoportable, sin embargo, cabe destacar que la especificación real es la definida por cada proyecto.

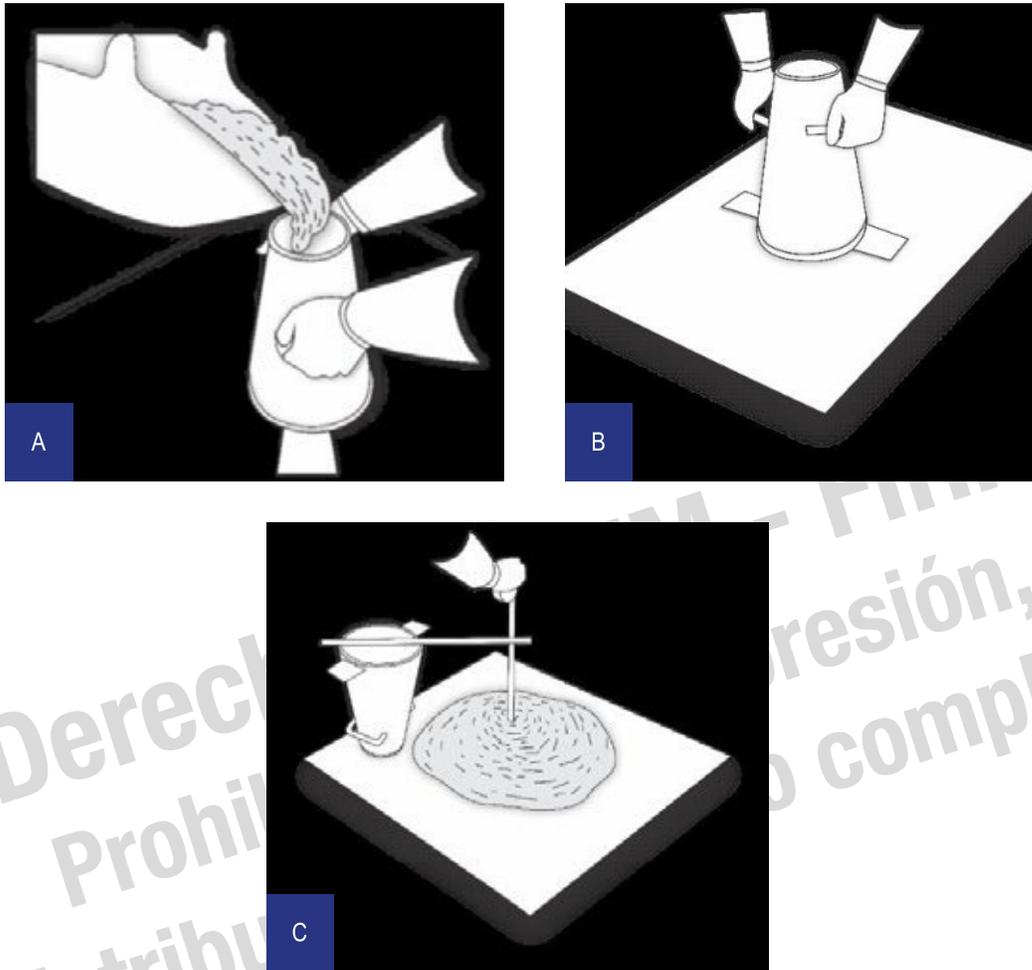


Figura 59. Ensayo de asentamiento a través de cono de Abrams.

Los concretos muy fluidos, como por ejemplo el concreto autocompactante¹², que superen los 20 cm de asentamiento, por lo general son evaluados mediante el ensayo de flujo Libre (extendido o escurrimiento del concreto), según lo establecido en la ASTM C1611. Este se puede realizar con el cono de Abrams, llenando todo el molde en una sola operación sin ningún tipo de consolidación, para luego levantarlo lentamente, en un tiempo corto y permitir que el concreto se desplace. Posteriormente, se realizan tres medidas del diámetro de la "torta", los cuales se promedian para obtener la medida de la manejabilidad. La extensión del flujo por lo general varía entre 55 cm y 75 cm, dependiendo de los requerimientos del proyecto.

¹² Concreto muy fluido pero estable, capaz de fluir en el interior de los encofrados, llenándola de forma natural, pasando entre las barras de refuerzo y consolidándose únicamente bajo la acción de su peso propio, sin ayuda de medios de compactación, y sin que se produzca segregación de sus componentes.



Figura 60. Ensayo de flujo libre para concretos autocompactante.

Estos métodos deben realizarse antes y después de la aplicación de los aditivos que se deben incorporar al concreto, según las especificaciones de diseño. A efectos de la recepción del concreto fresco en obra, se deben tener en cuenta los resultados del asentamiento después de la aplicación del aditivo, como parte de los criterios de aceptación o rechazo, estos ensayos, deben ser aplicados para cada uno de los volúmenes transportados por el camión mezclador según lo establecido en las normas ASTM o las normas homólogas vigentes en cada país.

Es importante mencionar que la primera medición del asentamiento está condicionada por diferentes factores controlados por la empresa que fabrica el concreto premezclado, entre ellas, la cantidad de agua adicionada, el tiempo para la entrega, el tiempo y velocidad de mezclado, el tiempo requerido para descargar, la temperatura y las características del cemento. En la segunda medición de asentamiento el factor principal a controlar es la cantidad de aditivos añadidos a la mezcla, los cuales deben ser medidos con precisión garantizando su distribución uniforme en la mezcla de concreto.

Sumado a los factores anteriores, otro factor determinante en la medición de la consistencia del concreto, son las condiciones climáticas en el sitio de la obra (radiación solar, temperatura, humedad relativa y viento), agentes externos que afectan la manejabilidad y consistencia de la mezcla de concreto.

722.2 Ensayo de calorimetría (recomendable)

A través de la calorimetría se pretende establecer el incremento de calor de una mezcla de concreto en el proceso de hidratación inicial. En el sistema industrializado es de gran importancia determinar la resistencia del concreto a edades tempranas, por lo que la calorimetría es un método útil y confiable.

El ensayo de calorimetría o método de la madurez permite comprobar la resistencia mínima para realizar la actividad de desencofrado, a través de unos sensores que miden los cambios de temperatura de concreto y que permiten establecer el momento en el cual ha adquirido la resistencia necesaria para el desencofrado.

El procedimiento establecido para este método está descrito en la norma ASTM C 1074 o la norma homóloga en cada país.

722.3 Medición de la temperatura del concreto fresco (opcional)

La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, ya que la influencia de cada material depende de su calor específico de su masa y de su temperatura, además del calor liberado por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y la temperatura ambiente.

Una vez tomada la muestra según la ASTM C 172, se inicia con el procedimiento de ensayo para la determinación de la temperatura según la ASTM C 1064. Esta prueba inicia colocando el termómetro de inmersión dentro del concreto fresco, de modo que el sensor de temperatura esté sumergido al menos 75 mm; a continuación, se presiona suavemente la superficie del concreto alrededor del dispositivo para cerrar los vacíos provocados por la inmersión y evitar que la temperatura ambiente afecte la medición.

Posteriormente, se mantiene el dispositivo de medición durante un tiempo mínimo de 2 minutos, pero no más de 5 minutos, esperando que la lectura se estabilice. Finalmente, se toma y registra la temperatura, con una aproximación de 0,5°C.

7.2.4 Medición del contenido del aire del concreto fresco (opcional)

El ensayo diseñado para medir el contenido de aire para los concretos con agregados de densidad "normal" y "pesados" es el Método de Presión descrito en la ASTM C 231. Esta prueba determina la cantidad de aire que puede contener el concreto recién mezclado, excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados. Por esta razón este ensayo es aplicable para concretos con agregados relativamente densos y que requieran la determinación del factor de corrección por agregado.

Si, por el contrario, el concreto especificado contiene agregados ligeros, escorias de alto horno enfriado por aire, o agregados de alta porosidad, el ensayo para determinar el contenido del aire es el Método volumétrico descrito en la norma ASTM C173.

7.2.3 ENSAYOS EN LABORATORIO

7.2.3.1 Ensayo de resistencia a compresión

La resistencia a la compresión es una de las propiedades de estudio más importantes del concreto. Se mide para asegurar que el concreto entregado cumpla con los requisitos de las especificaciones de la obra y para el control de calidad.

Para realizar el ensayo de la resistencia a compresión del concreto, previamente se fabrican especímenes cilíndricos de prueba o probetas de concreto de 15 x 30 cm o 10 x 20 cm, de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM C 31: *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de prueba de concreto en el campo o su norma homóloga en cada país*. Inmediatamente después de moldear y acabar las probetas, éstas deben recibir un curado inicial y ser almacenadas en la obra por un periodo de hasta 48 horas, según las directrices establecidas en la norma. Por lo general las probetas se retiran de los moldes entre las 18 y 24 horas después de su fabricación.

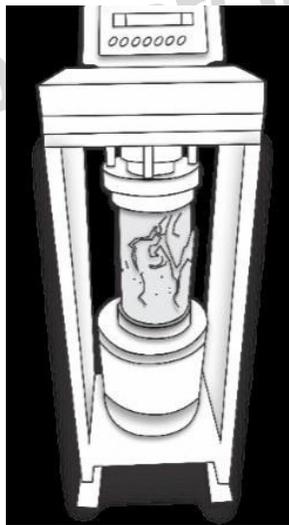


Figura 61. Ensayo de resistencia a compresión de cilindros de concreto.

Al completar el curado inicial y antes de que transcurran 30 minutos después de retirados los moldes, se debe continuar con el curado, según lo especificado en la norma vigente. Por lo general, las probetas son almacenadas en condiciones adecuadas de humedad, siempre cubiertas por agua a una temperatura entre 23 y 25°C. Una vez los especímenes son llevados al laboratorio, deben continuar su curado hasta llegar a la edad especificada para el ensayo.

Las mezclas utilizadas en la construcción del proyecto de vivienda industrializada deben seguir los lineamientos y cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM C 39 o en las normas técnicas de cada país relacionadas con el “Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto”. Este ensayo permite verificar mediante la rotura de un espécimen de concreto la resistencia a la compresión a una determinada edad de curado. La definición de las edades de los ensayos debe asegurar el correcto control de las resistencias a edades tempranas y la de diseño.

Es importante destacar que el procedimiento para la elaboración de los especímenes cilíndricos con concretos autocompactantes difiere de los concretos convencionales, solamente en la etapa de llenado y compactación. Los cilindros en concreto autocompactante se llenan en una sola operación sin necesidad de vibrado y los cilindros en concreto convencional se llenan en diferentes capas (2 o 3 capas según el tamaño de las probetas y el tipo de vibrado) y se vibran a través de una varilla de acero, vibración interna (vibrador aguja de inmersión) o vibración externa (mesa vibratoria).

7.3 RECOMENDACIONES PARA LA RECEPCIÓN DEL CONCRETO

- a) Antes de la llegada del concreto premezclado, el debe garantizar que la obra está preparada para la recepción del concreto premezclado. Es decir, la previsión de los recorridos de acceso de los camiones mezcladores, así como el lugar de descarga de los mismos; el espacio adecuado para la toma de muestras de los ensayos, las actividades de la obra terminadas al 100%, el sistema de descargue y transporte del concreto en obra al sitio de vertido (bomba estacionaria, bomba pluma o torre-grúa con balde), mano de obra disponible, entre otras.
- b) Al arribar el concreto premezclado a la obra, se debe revisar que éste corresponda al pedido, de esta manera, es necesario verificar los datos de la entrega, es decir, la hora de carga y de salida del camión mezclador desde la planta productora de concreto; tipo, resistencia y volumen de concreto solicitado, tipo de cemento, tamaño máximo del agregado, tipos de aditivos que contiene, hora de inicio y fin de la descarga, consistencia y otras condiciones especificadas en el pedido.
- c) En función del tipo de elemento y de los medios de puesta en obra (capacidad de los baldes o del bombeo de las bombas, según el caso; vertido y compactado), será conveniente definir la frecuencia de llegada de los camiones mezcladores a la obra.
- d) Es de suma importancia registrar la hora de salida y el límite de tiempo para el uso del concreto, cumpliendo con las condiciones de frecuencias mínimas de muestreo que establezcan los reglamentos u normas técnicas de cada país, ya que, debido a los aditivos presentes en la mezcla, se pueden alterar las propiedades del concreto, siendo un error el permitir su aplicación si el tiempo límite de uso ha finalizado, situación que comprometería significativamente la actividad de vertido del concreto junto con el comportamiento mecánico de los elementos vaciados.
- e) El concreto utilizado en la obra no debería ser alterado con agua y ningún otro tipo de material, de ser así, el encargado de la recepción o ingeniero residente debe registrar en el comprobante de entrega las cantidades y tipos de materiales que ordenó agregar al concreto bajo su responsabilidad. En cualquier caso, lo importante es mantener la relación agua/cemento o agua/materiales cementicios según el diseño de mezcla especificado.
- f) Se debe asegurar la adecuada incorporación de aditivo acelerante en el camión mezclador por parte del agente de servicio antes de ser utilizado. Para cumplimiento de la especificación, el aditivo acelerante debe ser incorporado máximo a los 15 minutos siguientes de la llegada de la mezcladora a la obra.
- g) Los concretos acelerados o especiales deben ser vaciados de forma inmediata, a no ser que presenten alguna característica particular que permita lo contrario. En todo caso, esto se define con la empresa de concreto premezclado.
- h) Las altas temperaturas, largas distancias de acarreo y demoras en el sitio de obra pueden resultar en una reducción de la manejabilidad. Todas estas variables deben ser revisadas con la empresa de concreto premezclado para la correcta dosificación de los aditivos.

CAPÍTULO 8

EQUIPOS DE TRABAJO O CUADRILLAS EN UN SISTEMA CONSTRUCTIVO INDUSTRIALIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON ENCOFRADO MANOPORTABLE

Con la descripción de las actividades necesarias para la puesta en marcha y correcto funcionamiento del sistema industrializado con encofrados manoportables, se puede evidenciar la importancia que tiene la conformación de cuadrillas de trabajo asignadas a tareas específicas y repetitivas, donde no se da cabida a retrasos, puesto que una mala planeación de obra puede llegar a generar un cuello de botella que ocasionaría retrasos en tiempos de ejecución.

La conformación de equipos de trabajo o cuadrillas, en un sistema constructivo industrializado, es una de las primeras tareas que debe realizar el residente de obra, puesto que él tiene contacto directo con el personal. Para la designación de las actividades es importante avalar los conocimientos previos del candidato, con el propósito de conformar adecuadamente las cuadrillas especializadas en cada actividad.

Es necesario contar con personal capacitado, preferiblemente con certificación, en las diferentes actividades para garantizar la correcta ejecución de las tareas.

Sin importar a qué cuadrilla o equipo de trabajo pertenezca o será asignado el trabajador, todos sin excepción, deben conocer el tipo de obra que se va realizar, el sistema que se utilizará, los tiempos de entrega, la programación, metas a cumplir diarias, semanales, mensuales, y las tareas a realizar en cada una de las cuadrillas o equipos conformados. Esta información, junto a la inducción, donde se realizarán prácticas con los encofrados, sus respectivos accesorios y herramientas, debe ser impartida en un plazo no superior a una semana, tiempo estimado en que el residente de obra debe identificar las destrezas de cada uno de los trabajadores, para conformar equipos de trabajo o cuadrillas eficientes.



Figura 62. Mano de obra encofrado muros y losa.

A lo largo del tiempo de ejecución de las actividades contempladas en obra, y en mejora de su rendimiento, el residente, puede realizar cambios de personal entre los equipos o cuadrillas conformados, decisión que debe tomar con base en criterios relacionados al desarrollo de las actividades asignadas o retrasos constantes de las mismas. Debido a estos cambios, que pueden ser realizados, toma importancia el conocimiento del personal trabajador, sobre las funciones indicadas a cada una de las cuadrillas o equipos que se conformen en obra. Durante el proceso constructivo es de suma importancia contar con un control y supervisión permanente del personal.

8.1 CUADRILLAS O EQUIPOS DE TRABAJO A CONFORMAR

Tanto los grupos de trabajo como la cantidad de sus integrantes dependerá de la magnitud del proyecto a ejecutar. Es posible que una misma persona pertenezca a diferentes cuadrillas, según el grado de su especialidad. De la misma manera, internamente, cada grupo, entre sus integrantes, pueden delegar funciones encaminadas a la realización de su tarea específica.

a) Mejoramiento del suelo:

o Se realiza con maquinaria pesada, debido a las cantidades en m³ de material a remover.

b) Fontaneros o plomeros:

o Colocación de las instalaciones hidro-sanitarias especificadas en los planos.

c) Electricistas o eléctricos:

o Colocación de las instalaciones eléctricas especificadas en los planos.

d) Preparadores de concreto:

o Preparación y limpieza del equipo y herramientas utilizado para el vertido del concreto.

o Instalación y limpieza de la bomba estacionaria para el vertido del concreto.

o Vertido, vibrado y curado de los elementos de concreto.

e) Armadores o figuradores del refuerzo:

o Figuración y armado de los elementos estructurales.

o Posicionamiento de las varillas de arranque.

o Traslape de la malla electrosoldada con las varillas de arranque.

o Colocación de centradores, separadores o espaciadores de la malla de los muros.

f) Topógrafos y ejeros:

o Interpretación de planos.

o Toma de referencias y cotas.

o Marcación de ejes para el arranque de los muros.

o Verificación de escuadras de los muros.

o Verificación de los niveles en cada uno de los pisos vaciados.

g) Encofradores:

o Montaje y armado de los encofrados para los muros y las losas.

o Colocación de los gatos niveladores y el apuntalamiento de los encofrados.

o Retirada de los encofrados de los muros y losas.

h) Mantenimiento:

o Limpieza, mantenimiento y aplicación del desmoldante.

i) Toma de muestras y ensayos:

o Preparación y limpieza de los equipos y herramientas para la toma de muestras y ensayos.

o Verificación de la zona de toma de muestra y lugar de los ensayos.

o Toma de muestras del concreto fresco desde el camión mezclador.

o Realización de ensayos al concreto fresco especificados en el proyecto.

o Control y mantenimiento del tanque de curado de la obra.

ANEXO 1

ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA MANOPORTABLE

A continuación, se describen los componentes que hacen parte integral del proceso:

a) ENCOFRADOS:

En el sistema manoportable se utilizan encofrados reutilizables que son, por lo general, paneles metálicos en aluminio o acero que unidos forman una estructura temporal autoportante, con la capacidad de resistir presiones sin deformarse y cuyo fin es moldear el concreto según el diseño arquitectónico.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	DETALLE
Panel plano	Panel modular para muros y losas con dimensiones variables según proveedor del equipo. Su estructura está formada por perfiles y refuerzos internos, con variaciones para muros y losas.	
Panel texturizado	Similar al panel plano, con la diferencia de que presenta una textura interna para lograr el acabado deseado (textura en madera, ladrillo, etc.)	
Rinconera recta 90°	Diseñada para conformar aristas interiores, es un complemento de los encofrados.	
Rinconera 135°	Conforma aristas interiores o exteriores, es un complemento del encofrado.	

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	DETALLE
----------	-------------	---------

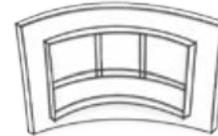
Panel curvo

Usado para conformar superficies curvas.



Rinconera radial

Suele usarse en combinación con el panel plano, esta permite la ausencia de esquinas.



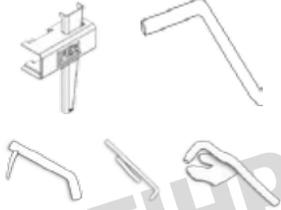
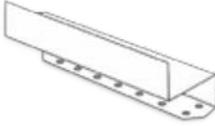
Encofrado para escaleras

Indispensable para construcciones en altura, ergonómica y desarmable para facilitar su transporte.

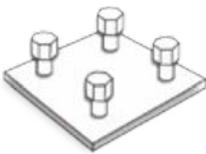
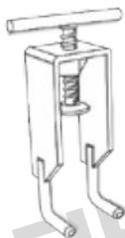
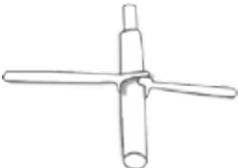


Derechos FIHP - FIHP
 Prohibida su reimpresión,
 distribución parcial o completa

b) ACCESORIOS

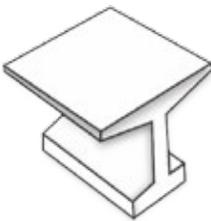
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	DETALLE
Elementos de fijación	Separan los paneles de encofrados, garantizan el espesor de los muros y soportan las fuerzas de vaciado del concreto (corbatas, tirantes, barras de atado cónicas, etc.)	
Elementos de sujeción de paneles	Aseguran la sujeción de los paneles de muros y losas entre sí (cerrojos, pin flecha, pin grapa, pasadores, cuñas, etc.)	
Paral o puntal común	Suele ser más convencional, asimismo es usado para acoplar el encofrado de pantallas y columnas además de soportar las cargas temporales.	
Paral telescópico	Usado para acoplar el encofrado de pantallas y columnas, además de soportar las cargas temporales.	
Alfajía	Indispensable para la conformación del encofrado de alfajías en concreto.	

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	DETALLE
Tapamuro	Conforma vanos de puertas y ventanas, o topes de muros o dinteles.	
Tablón metálico	Es una lámina antideslizante y plegable, se usa para conformar la base de andamios, es decir: el suelo del mismo.	
Rastrillo	Herramienta para desencofrar, es necesario añadir un elemento tubular como enganche o palanca.	
Miniángulo	Con perforaciones estándar para hacer en obra paneles especiales compatibles con el sistema, usando una tabla de 25 mm de grosor.	
Tubo alienador	Para asegurar el alineamiento de los muros.	

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	DETALLE
Platina unión tablón	Posee pernos que conectan los tablonés metálicos.	
Tensor	Fija los alineadores al sistema.	
Martillo extractor	Facilita la extracción de los distanciadores del encofrado.	
Tubo manual	Instala las chapetas, pines y mordazas.	
Llave para telescópico	Facilita el accionamiento del paral telescópico.	

Derechos FICEM - FIHP
 Prohibida su reimpresión,
 distribución parcial o completa

c) HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	DETALLE
Martillo de bola	Herramienta que puede ser usada para el mantenimiento de los encofrados, además de reparar las abolladuras.	
Espátula	Facilita la limpieza de los encofrados y accesorios.	
Cinzel	Facilita el retiro del concreto adherido al encofrado.	
Yunque	Facilita la reparación de abolladuras en los paneles.	
Ajustador de bandas	Usado para enderezar los paneles y rinconeras.	

Derechos FICEM - FIMP
 Prohibida su reproducción,
 distribución parcial o completa

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	DETALLE
Desmoldante	Facilita el desencofrado y da textura como acabado.	
Ductolón	Poliétileno que facilita el retiro de los distanciadores.	
Ménsula o postes de barandilla	Estructura para soportar la plataforma de trabajo.	
Plataforma de trabajo	Para encofrado de muros en altura, diseñada para el tránsito de los trabajadores. Posee una barrera de protección contra caídas.	
Andamio de carga con plataforma		

ELEMENTO

Cantilever

Estante para almacenar perfiles o listones de gran peso o longitud.

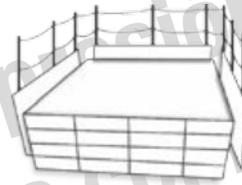


Escalera



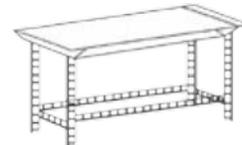
Baranda de seguridad

Indispensable para la protección de los trabajadores, generalmente posee un metro de altura.



Banco de mantenimiento

Necesario para realizar las restauraciones del encofrado y otros elementos.



ANEXO 2

VERIFICACIÓN DE LOS PROCESOS EN OBRA Y LISTAS DE CHEQUEO

La verificación de los procesos en obra, junto con sus respectivos materiales, herramientas y equipos, corresponde a una serie de tareas que deben estar contempladas en el cronograma destinado a la programación de las distintas actividades constructivas inherentes a su ejecución. Es de suma importancia la inspección de las actividades a ejecutar o ejecutadas junto con sus materiales, herramientas y equipos que serán utilizados, puesto que de ello depende el correcto desarrollo y posterior funcionamiento del sistema comprendido en el proyecto.

La verificación se realiza mediante el método de observación, utilizando como instrumento de evaluación una lista de chequeo. Esta lista permite dejar evidencia del trabajo realizado, guiar el control y detectar no conformidades (fallas en el proceso).

Las listas de chequeo contemplan un orden de preguntas denominadas variables o indicadores, con las que se verificará SI se cumple o NO con las especificaciones o requerimientos descritos en las actividades necesarias para el correcto cumplimiento y entrega a satisfacción de cada uno de los procesos ejecutados. Además, cuenta con una casilla de observaciones, en la cual, cuando una variable o indicador sea calificado con el (NO), siendo negativo en su cumplimiento, la persona encargada de realizar la verificación, dejara la reseña de la anomalía encontrada mediante una breve descripción detallada de la falla o defecto en la casilla destinada para tal fin.

La lista de chequeo también contempla una casilla denominada sugerencias, donde el verificador hace la explicación referente al cambio o modificación (reforma) a realizar en el proceso calificado como negativo. De esta manera, se efectuarán las respectivas modificaciones, para el correcto desarrollo y terminación de la actividad específica, conllevando al cambio de la calificación con el (SI), mediante una nueva verificación con la ayuda de la misma lista de chequeo, la empleada anteriormente, evidenciando el cumplimiento a la corrección sugerida.

Cada lista de chequeo debe llevar en su encabezado una pequeña tabla, donde se describe la información necesaria para la identificación del proyecto, actividad o proceso verificado, junto con la información de la persona responsable de la inspección, cuadrilla, grupo o empleado ejecutor del proceso y su líder designado, entre otra información pertinente a criterio del verificador (residente de obra o persona encargada). Con el fin de contextualizar al lector sobre su contenido.

Toda lista de chequeo puede variar, según la cantidad de procesos o actividades desarrolladas en obra. Se sugiere la confección de estas listas, por parte de los residentes de obra, siendo ellos, como su función lo indica, los encargados de todo lo relacionado a la correcta ejecución, desarrollo y cumplimiento de los tiempos estipulados en el proyecto.

La verificación de las actividades mediante la utilización de listas de chequeo, pueden ser realizadas antes y después de ejecutadas las tareas. De esta manera se evitarían retrasos de obra por ausencia, daños o deterioro de materiales, herramientas y equipos utilizados en su desarrollo, y a su vez corregir fallas presentadas. A continuación, se presentan, a modo de ejemplo, las posibles listas de chequeo que pueden ser elaboradas en un proyecto desarrollado mediante el sistema constructivo industrializado de muros y losas en concreto utilizando encofrados mano-portables:

Formato de Lista de Chequeo general

LISTA DE CHEQUEO																					
Fecha:		Ciudad:		Localidad:																	
Nombre del proyecto:																					
Empresa ejecutora:																					
Responsable de la verificación:																					
Cargo del verificador:																					
Teléfono:			Email:																		
Responsable del desarrollo de la actividad:																					
Líder del desarrollado de la actividad:			Teléfono:																		
Actividad verificada:																					
Estado de la actividad:		Por desarrollar		Desarrollada																	
Descripción de la actividad:																					
Hora de inicio de la verificación:			Hora final de la verificación:																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ítem</th> <th rowspan="2">Variable o Indicador</th> <th colspan="2">¿Cumple?</th> <th rowspan="2">Observaciones</th> </tr> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>¿...?</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>¿...?</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones	SI	NO	1.	¿...?				2.	¿...?			
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones																	
		SI	NO																		
1.	¿...?																				
2.	¿...?																				
Sugerencias:																					
Firma:																					
Nombre Verificador		Nombre Líder del desarrollo de la actividad																			

Nota: El formato para la lista de chequeo, anteriormente descrito, puede contemplar la información que la persona verificadora crea conveniente para la revisión pertinente de la actividad, información que será incluida tanto en su encabezado como en la totalidad de las variables o indicadores a constatar.

Ejemplos:

Lista de chequeo: Actividad por desarrollar "Descapote y limpieza del terreno"

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		Localidad: XXXX
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758			Email: oshurtado@hotmail.com	
Responsable del desarrollo de la actividad: No Aplica				
Líder del desarrollado de la actividad: No Aplica			Teléfono: No Aplica	
Actividad verificada: Descapote				
Estado de la actividad:		Por desarrollar	X	Desarrollada
Descripción de la actividad: Retiro de toda la capa vegetal localizada en el área a intervenir				
Hora de inicio de la verificación: 8 am			Hora final de la verificación: 12 am	
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿El área a intervenir cuenta con demarcación perimetral?	X		
2.	¿La cantidad de personal es la necesaria para la ejecución de la actividad?	X		
3.	¿El personal dispone con los elementos de protección individual EPI?	X		
4.	¿La cantidad de equipos pesados destinados para la remoción del material son los necesarios?	X		
5.	¿Los equipos pesados destinados para la remoción del material se encuentran en buen estado?	X		
6.	¿La cantidad de equipos pesados designados para el movimiento de tierra son los necesarios?	X		
7.	¿Los equipos pesados asignados para el movimiento de tierras se encuentran en buen estado?	X		
8.	¿Los equipos pesados cuentan con los respectivos documentos al día?		X	Una de las volquetas cuenta con el seguro contra accidentes vencido.
9.	¿Los conductores y operadores de los equipos pesados están certificados para tal función?		X	El conductor del cargador frontal no cuenta con el certificado
10.	¿La cantidad de combustible disponible para el funcionamiento de los equipos pesados es la indicada?	X		
11.	¿Se cuenta con equipo topográfico como apoyo de la actividad?		X	No se cuenta con apoyo topográfico

Sugerencias:

- Se debe actualizar el seguro contra accidentes de la volqueta con placas **KLO-239** de Bogotá, en un plazo no mayor a 3 días de lo contrario se debe realizar una nueva contratación.
- El conductor del cargador frontal debe certificarse en un plazo no mayor a 3 días, de no ser así se debe contratar una persona con certificación vigente.
- Es necesaria la contratación de un equipo topográfico acompañado de las personas con experiencia en su manejo que sirvan de apoyo a la actividad que será ejecutada, en un plazo no mayor a 2 días.

Firma:**OSWALDO HURTADO FIGUEROA**

Verificador

No Aplica

Líder del desarrollo de la actividad

Notas:

- o Luego de realizadas las correcciones contempladas en las sugerencias, se realiza de nuevo el chequeo.
- o Dado el caso que el desarrollo de algunas actividades no contemple un responsable y líder, en la casilla destinada para tal información debe ser diligenciada con N/A (No Aplica), siendo responsable directo el verificador.
- o Cuando la actividad verificada es ejecutada por una persona, grupo o cuadrilla en especial, en el apartado destinado para los datos del responsable del desarrollo de la actividad, se introducen los datos de la persona ejecutora o el nombre del grupo o cuadrilla.
- o Cuando la actividad verificada es ejecutada por un grupo o cuadrilla en especial, en el apartado destinado para los datos del líder del desarrollo de la actividad, se introducen los datos de la persona designada como representante del grupo o cuadrilla quien a su vez firma como responsable al final de la lista de chequeo.
- o Terminado el diligenciamiento de la lista de chequeo, debe ser firmada por el verificador y la persona responsable o delegado de grupo o cuadrilla encargado de la ejecución de la actividad, de esta manera, la persona delegada como responsable de la actividad acepta los criterios descritos en la lista y se compromete a la realización de las respectivas correcciones descritas en las sugerencias, (en caso de haber), para la entrega satisfactoria de la actividad.

Lista de chequeo: Actividad finalizada. "Descapote y limpieza del terreno"

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		
Localidad: XXXX				
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758		Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: N/A				
Líder del desarrollado de la actividad: N/A		Teléfono: N/A		
Actividad verificada: Descapote				
Estado de la actividad: Por desarrollar		Desarrollada		
		X		
Descripción de la actividad: Retiro de toda la capa vegetal localizada en el área a intervenir				
Hora de inicio verificación: 8 am		Hora final verificación: 12 am		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿El área ejecutada dispone con encerramiento perimetral?	X		
2.	¿El área intervenida cuenta con vía de acceso?	X		
3.	¿El área intervenida cuenta con vigilancia permanente?	X		
4.	¿Fue retirada la totalidad de la capa vegetal prevista?	X		
5.	¿Se evacuó completamente el material removido de la obra?		X	Se evidencia la presencia de material removido dentro de la obra
6.	¿La disposición final del material fue el adecuado?	X		
7.	¿Se contaron con los permisos medioambientales necesarios para la ejecución de la actividad?	X		
Sugerencias:				
<input type="checkbox"/> El material removido presente en la obra debe ser recogido, para ser llevado al lugar de su disposición final, en un tiempo no superior a 24 horas.				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		No Aplica Líder del desarrollo de la activada		

Lista de chequeo: Excavaciones

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		Localidad: XXXX
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758			Email: oshurtado@hotmail.com	
Responsable del desarrollo de la actividad: N/A				
Líder del desarrollado de la actividad: N/A			Teléfono: N/A	
Actividad verificada: Excavaciones				
Estado de la actividad:		Por desarrollar		Desarrollada
				X
Descripción de la actividad: Realización de diferentes excavaciones				
Hora de inicio verificación: 8 am			Hora final verificación: 10 am	
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿Las profundidades de las excavaciones son las determinadas según especificaciones técnicas?	X		
2.	¿Las excavaciones están perfiladas de manera correcta?	X		
3.	¿Las dimensiones de las excavaciones son las determinadas según especificaciones técnicas?	X		
4.	¿La cantidad de excavaciones concuerda con las determinadas según planos y especificaciones?	X		
5.	¿Las excavaciones se encuentran distanciadas, unas de otras, según planos y especificaciones técnicas?	X		
6.	¿Las excavaciones se encuentran demarcadas con cinta de seguridad?	X		
7.	¿Las excavaciones se encuentran libres de algún tipo de elemento no deseado?		X	En las excavaciones A2 y A3 correspondientes a las zapatas del eje A se evidencia la presencia de agua.
Sugerencias: <input type="checkbox"/> Debe ser retirada el agua de las excavaciones A2 y A3 mediante método manual o con el uso de motobomba.				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		No Aplica Líder del desarrollo de la actividad		

Lista de chequeo: Relleno y compactación

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		
Localidad: XXXX				
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758		Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: N/A				
Líder del desarrollado de la actividad: N/A		Teléfono: N/A		
Actividad verificada: Relleno y Compactación				
Estado de la actividad: Por desarrollar		Desarrollada		
		X		
Descripción de la actividad: Relleno y compactación de las diferentes excavaciones				
Hora de inicio verificación: 8 am		Hora final verificación: 10 am		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿Se realizaron los estudios de suelos al material extraído en las excavaciones?	X		
2.	¿Los resultados de los estudios realizados al material extraído, son los esperados para su utilización como relleno?	X		
3.	¿La técnica de compactación utilizada fue la sugerida según los estudios de suelo realizados?	X		
4.	¿La altura de las capas compactadas fue la sugerida según indicaciones técnicas?	X		
5.	¿La colocación de la geo-membrana se hizo bajo recomendaciones técnicas del proveedor?	X		
6.	¿Las cantidades de pasadas del vibro compactador son las sugeridos según los resultados de los estudios de suelo realizado?	X		
7.	¿Se humedeció el material compactado según sugerencias de los estudios de suelo realizados?	X		
8.	¿La superficie compactada se encuentra nivelada?		X	Se evidencian diferencias de niveles en la superficie compactada
Sugerencias:				
<input type="checkbox"/> La superficie del terreno compactado debe ser nivelada, en un tiempo no superior a 24 horas.				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		No Aplica Líder del desarrollo de la actividad		

Lista de chequeo: Instalaciones sanitarias principales

LISTA DE CHEQUEO					
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		Localidad: XXXX	
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable					
Empresa ejecutora: ABC					
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA					
Cargo del verificador: Residente de obra					
Teléfono: 314-3026758			Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: CUADRILLA FONTANEROS					
Líder del desarrollado de la actividad: Pedro Pérez			Teléfono: 315-6789045		
Actividad verificada: Instalaciones sanitarias principales					
Estado de la actividad:		Por desarrollar		Desarrollada	X
Descripción de la actividad: Verificación de la Instalación de redes Sanitarias principales, con sus respectivos accesorios, que van ubicadas bajo la losa de cimentación y que conectan la caja de inspección principal.					
Hora de inicio verificación: 7 am			Hora final verificación: 9 am		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones	
		SI	NO		
1.	¿Las tuberías cumplen con las especificaciones descritas en la norma o código de fontanería?	X			
2.	¿Los diámetros de las tuberías son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X			
3.	¿Los accesorios instalados son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X			
4.	¿La soldadura de pega utilizada, es la recomendada por el proveedor de la tubería?	X			
5.	¿Las pendientes aplicadas a las tuberías, son las indicadas según los diseños?	X			
6.	¿El arribo de las tuberías a las cajas de inspección son las indicadas según los diseños?	X			
7.	¿La red fue instalada según las cotas plasmadas en los planos?	X			
8.	¿Se realizó la prueba hidrostática a la red?	X			
9.	¿La prueba hidrostática fue exitosa?		X	El accesorio sanitario (codo de 6") que direcciona la tubería hacia la caja de inspección principal presenta fugas	
Sugerencias: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Debe ser verificado el codo sanitario de 6", accesorio sanitario que direcciona la tubería hacia la caja de inspección principal. En caso que se encuentre fijo debido a la soldadura, el accesorio debe ser removido y reemplazado. Luego de la reparación solicitada se debe realizar nuevamente la prueba hidrostática. 					
Firma: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>PEDRO PÉREZ Líder del desarrollo de la actividad</p> </div> </div>					

Lista de chequeo: Instalaciones hidráulicas principales

LISTA DE CHEQUEO					
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		Localidad: XXXX	
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable					
Empresa ejecutora: ABC					
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA					
Cargo del verificador: Residente de obra					
Teléfono: 314-3026758			Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: CUADRILLA FONTANERO					
Líder del desarrollado de la actividad: Pedro Pérez			Teléfono: 315-6789045		
Actividad verificada: Instalaciones hidráulicas principales					
Estado de la actividad:		Por desarrollar		Desarrollada	X
Descripción de la actividad: Verificación de la Instalación de redes hidráulicas principales, con sus respectivos accesorios.					
Hora de inicio verificación: 7 am			Hora final verificación: 9 am		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones	
		SI	NO		
1.	¿Las tuberías cumplen con las especificaciones descritas en la norma o código de fontanería?	X			
2.	¿Los diámetros de las tuberías son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X			
3.	¿Los accesorios instalados son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X			
4.	¿La soldadura de pega utilizada, es la recomendada por el proveedor de la tubería?	X			
5.	¿La red instalada llega, hasta el punto de conexión con el tubo madre para el suministro?	X			
6.	¿Se dejaron los accesorios necesarios para la instalación del macro medidor?	X			
7.	¿Se colocaron los respectivos tapones de seguridad que impiden el ingreso de cuerpos extraños dentro de la tubería?		X	El tubo que llega al punto de conexión con la red madre no cuenta con tapón de seguridad.	
8.	¿La red fue instalada según las cotas plasmadas en los planos?	X			
9.	¿Se realizó la prueba hidrostática a la red?	X			
10.	¿La prueba hidrostática fue positiva?	X			
Sugerencias:					
<input type="checkbox"/> Se debe colocar el respectivo tapón de seguridad en el tubo que llega al punto de conexión con la red madre para evitar ingresos de cuerpos extraños dentro de la tubería.					
Firma:					
OSWALDO HURTADO FIGUEROA		PEDRO PÉREZ			
Verificador		Líder del desarrollo de la actividad			

Lista de chequeo: Colocación general de los aceros de refuerzo

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		
Localidad: XXXX				
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758		Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: FIGURADORES O ARMADORES DE ACEROS				
Líder del desarrollado de la actividad: Camilo Rodríguez		Teléfono: 320-6789043		
Actividad verificada: Colocación general de los aceros de refuerzo				
Estado de la actividad: Por desarrollar		Desarrollada		
		X		
Descripción de la actividad: Verificación del acero de refuerzo según planos estructurales				
Hora de inicio verificación: 2 pm		Hora final verificación: 4 pm		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿Las especificaciones de los aceros utilizados cumplen con las normas técnicas?	X		
2.	¿Los aceros utilizados se encuentran libres de oxidación y sin ningún material contaminante?	X		
3.	¿Los diámetros de los aceros utilizados son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X		
4.	¿Las varillas de arranque de los muros cumplen con la longitud de anclaje en la cimentación según los planos?	X		
5.	¿El espaciamiento de los aceros de refuerzo, son los indicados según planos?	X		
6.	¿La cantidad de aceros de refuerzo ubicados, en cada parrilla de la losa, son los descritos en los planos?	X		
7.	¿La figuración de aceros se hizo bajo indicaciones descritas en los planos?	X		
8.	¿El amarre de los aceros se realizado de manera adecuada?	X		
9.	¿Las longitudes de los traslapes son las indicadas según diseños?	X		
10.	¿El amarre de los traslapes se efectuó de manera correcta?	X		
11.	¿Se cumplen los recubrimientos de los planos?	X		
12.	¿Se utilizaron distanciadores para la separación entre parrillas?	X		
13.	¿La separación entre parrillas es la indicada según diseños?	X		
Sugerencias:				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		CAMILO RODRÍGUEZ Líder del desarrollo de la actividad		

Nota: La lista de chequeo para aceros de refuerzo debe hacerse para cada una de las actividades que contemple esta actividad.

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		
Localidad: XXXX				
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758		Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: CUADRILLA FONTANERO				
Líder del desarrollado de la actividad: Pedro Pérez		teléfono: 315-6789045		
Actividad verificada: Instalación de red Hidráulica en muros				
Estado de la actividad: Por desarrollar		Desarrollada		
		X		
Descripción de la actividad: Verificación de la instalación de la red hidráulica embebida en muros.				
Hora de inicio de la verificación: 7 am		Hora final de la verificación: 8 am		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿La tubería cumple con las especificaciones descritas en la norma o código de fontanería?	X		
2.	¿Los diámetros de las tuberías son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X		
3.	¿Los accesorios instalados son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X		
4.	¿La soldadura utilizada es la recomendada por el proveedor de la tubería?	X		
5.	¿La tubería está ubicada en el eje del muro?	X		
6.	¿La altura de los puntos hidráulicos, es la indicada según especificaciones técnicas?	X		
7.	¿La cantidad de puntos hidráulicos son los descritos según planos y especificaciones técnicas?	X		
8.	¿Los puntos hidráulicos se encuentran sujetos de manera correcta en la malla electro-soldada?	X		
9.	¿Se colocaron los respectivos tapones de seguridad que impiden el ingreso de cuerpos extraños dentro de la tubería?	X		
10.	¿La red fue instalada según las cotas indicadas en los planos?	X		
11.	¿Se realizó la prueba hidrostática a la red?	X		
12.	¿La prueba hidrostática fue exitosa?	X		
Sugerencias:				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		PEDRO PÉREZ Líder del desarrollo de la actividad		

Lista de chequeo: Instalación de la red sanitaria embebida en muros.

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		Localidad: XXXX
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758			Email: oshurtado@hotmail.com	
Responsable del desarrollo de la actividad: CUADRILLA FONTANERO				
Líder del desarrollado de la actividad: Pedro Pérez			teléfono: 315-6789045	
Actividad verificada: Instalación de red Sanitaria en muros				
Estado de la actividad:		Por desarrollar		Desarrollada
				X
Descripción de la actividad: Verificación de la instalación de la red sanitaria embebida en muros.				
Hora de inicio verificación: 7 am			Hora final verificación: 8 am	
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿La tubería cumple con las especificaciones descritas en la norma o código de fontanería?	X		
2.	¿Los diámetros de las tuberías son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X		
3.	¿Los accesorios instalados son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X		
4.	¿La soldadura de pega utilizada es la recomendada por el proveedor de la tubería?	X		
5.	¿La tubería está ubicada en el eje del muro?	X		
6.	¿La altura de los puntos sanitarios, es la indicada según especificaciones técnicas?	X		
7.	¿La cantidad de puntos sanitarios son los descritos según planos y especificaciones técnicas?	X		
8.	¿Los puntos sanitarios se encuentran sujetos de manera correcta en la malla electro-soldada?	X		
9.	¿Se colocaron los respectivos tapones de seguridad que impiden el ingreso de cuerpos extraños dentro de la tubería?	X		
10.	¿La red fue instalada según las cotas indicadas en los planos?	X		
11.	¿Se realizó la prueba hidrostática a la red?	X		
12.	¿La prueba hidrostática fue exitosa?	X		
Sugerencias:				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		PEDRO PÉREZ Líder del desarrollo de la actividad		

Lista de chequeo: Instalación de la red eléctrica embebida en muros.

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX	Localidad: XXXX	
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758		Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: CUADRILLA ELECTRICOS				
Líder del desarrollado de la actividad: Gonzálo González		Teléfono: 310-7622875		
Actividad verificada: Instalación de red eléctrica en muros				
Estado de la actividad: Por desarrollar		Desarrollada	X	
Descripción de la actividad: Verificación de la instalación de la red eléctrica embebida en muros.				
Hora de inicio verificación: 7 am		Hora final verificación: 8 am		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿La tubería cumple con las especificaciones descritas en la norma o código de electricidad?	X		
2.	¿Los diámetros de las tuberías son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X		
3.	¿Los accesorios instalados son los indicados según planos y especificaciones técnicas?	X		
4.	¿La soldadura de pega utilizada es la recomendada por el proveedor de la tubería?	X		
5.	¿La tubería está ubicada en el eje del muro?	X		
6.	¿La altura de los puntos eléctricos, es la indicada según especificaciones técnicas?	X		
7.	¿Las cajas de los puntos eléctricos están conectadas de manera correcta a las tuberías?	X		
8.	¿La cantidad de puntos eléctricos son los descritos según planos y especificaciones técnicas?	X		
9.	¿Los puntos eléctricos se encuentran sujetos de manera correcta en la malla electro-soldada?	X		
10.	¿Se colocaron los respectivos tapones de seguridad que impiden el ingreso de cuerpos extraños dentro de la tubería?	X		
11.	¿La red fue instalada según las cotas indicadas en los planos?	X		
Sugerencias:				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		GONZÁLO GONZÁLEZ Líder del desarrollo de la actividad		

Lista de chequeo: Colocación de malla electro-soldada en muros (si aplica)

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		
Localidad: XXXX				
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758		Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: FIGURADORES O ARMADORES DE ACEROS				
Líder del desarrollado de la actividad: Camilo Rodríguez		Teléfono: 320-6789043		
Actividad verificada: Colocación de malla electro-soldada en muros				
Estado de la actividad: Por desarrollar		Desarrollada		
		X		
Descripción de la actividad: Verificación de la colocación de la malla electro-soldada y refuerzo en vanos de puertas y ventanas				
Hora de inicio de la verificación: 6 am		Hora final de la Verificación: 7 am		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿La malla electro-soldada, está ubicada a lo largo del eje del muro?	X		
2.	¿La malla electro-soldada, está correctamente traslapada con las varillas de arranque dejadas en la losa?	X		
3.	¿El diámetro de la malla electro-soldada es la sugerida por las especificaciones técnicas?	X		
4.	¿La textura del grafil de la malla electro-soldada, es la sugerida según las especificaciones técnicas?	X		
5.	¿La forma ortogonal de la malla electro-soldada, cuenta con las dimensiones sugeridas según especificaciones técnicas?	X		
6.	¿La malla electro-soldada se encuentra libre de desprendimientos en sus puntos soldados?	X		
7.	¿La malla electro-soldada presenta ausencia de oxidación?	X		
8.	¿Los traslapos de malla con malla electro-soldada, cuentan con amarres seguros?		X	Se evidencia falta de amarre en el muro que comparte la sala con el baño principal
9.	¿La altura de la malla electro-soldada, es la suficiente, para ser traslapada, dando continuidad con el muro del siguiente piso?	X		
10.	¿Los vanos de puertas están reforzados?	X		
11.	¿Los vanos de ventanas están reforzados?	X		
Sugerencias:				
<input type="checkbox"/> Se deben corregir los amarres de los traslapos de malla con malla electro-soldada, ubicados en el muro que comparten la sala y el baño principal. La corrección debe hacerse en un plazo no mayor a 2 horas.				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		CAMILO RODRÍGUEZ Líder del desarrollo de la actividad		

Lista de chequeo: Paneles, accesorios y herramientas de encofrado

LISTA DE CHEQUEO					
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		Localidad: XXXX	
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable					
Empresa ejecutora: ABC					
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA					
Cargo del verificador: Residente de obra					
Teléfono: 314-3026758			Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: CUADRILLA ENCOFRADORES					
Líder del desarrollado de la actividad: Gerson Cordero			Teléfono: 314-1234567		
Actividad verificada: Encofrados, accesorios y herramientas a utilizar					
Estado de la actividad:		Por desarrollar		Desarrollada	
				X	
Descripción de la actividad: Verificación del estado de los paneles, accesorios y herramientas de encofrado a utilizar.					
Hora de inicio de la verificación: 8 am			Hora final de la verificación: 12 pm		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones	
		SI	NO		
1.	¿El encofrado se encuentra libre de abolladuras o pandeos?	X			
2.	¿Los puntos de soldadura se encuentran correctamente sujetos, evidenciando la ausencia de desprendimientos?	X			
3.	¿El encofrado se encuentra libre de agujeros en su lámina frontal?	X			
4.	¿Los orificios en los ángulos de los encofrados se encuentran totalmente demarcados, evidenciando la ausencia de daños?	X			
5.	¿La superficie del encofrado se encuentra libre de oxidación?	X			
6.	¿Los elementos distanciadores de los paneles se encuentran en buen estado?	X			
7.	¿Se evidencia la ausencia de algún tipo de malformación en los pines?	X			
8.	¿Se evidencia la ausencia de algún tipo de malformación en los pines grapa?	X			
9.	¿Los tubos niveladores conservan su línea?	X			
10.	¿Los tensores se encuentran en buen estado?	X			
11.	¿Los gatos niveladores funcionan correctamente?	X			
12.	¿Se encuentra ausente algún tipo de curvatura en los parales?	X			
13.	¿La uña cumple perfectamente su función?	X			
14.	¿La ménsula se encuentra en buen estado?	X			
15.	¿Los tabloncillos metálicos se encuentran en buen estado para realizar la plataforma del andamio?	X			
16.	¿Los tapamuros se encuentran libres de abolladuras?	X			
17.	¿El rastrillo conserva sus puntas?	X			

18.	¿La rinconera de muro interno se encuentra en buen estado y conserva sus esquinas definidas?	X		
19.	¿El miniángulo posee sus perforaciones en buen estado y conserva su rectitud original?	X		
20.	¿La platina de unir los tablones conserva sus cuatro pernos?	X		
21.	¿La llave del paral conserva sus propiedades originales para llevar a cabo el accionamiento?	X		
22.	¿El martillo de bola conserva sus partes y presenta la consistencia para eliminar abolladuras?	X		
23.	¿La espátula puede realizar la función de limpieza del encofrado y los accesorios?	X		
24.	¿El cincel se encuentra libre de algún tipo de malformación en su cuerpo o punta?	X		
25.	¿El yunque se encuentra libre de algún tipo de desprendimiento o abolladura en su cuerpo?	X		
26.	¿El ajustador de bandas posee sus características originales para poder enderezar los paneles y las rinconeras?	X		
27.	¿El andamio posee la totalidad de sus partes y se encuentra apto para soportar el peso requerido?	X		
28.	¿El banco de mantenimiento se encuentra apto para realizar los respectivos trabajos o reparaciones?	X		
Sugerencias:				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		GERSON CORDERO Líder del desarrollo de la actividad		

Derechos FICEM - FIHP
Prohibida su reproducción,
distribución parcial o completa

Lista de chequeo: Armado de encofrado para muros

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		
Localidad: XXXX				
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758		Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: CUADRILLA ENCOFRADORES				
Líder del desarrollado de la actividad: Gerson Cordero		teléfono: 314-1234567		
Actividad verificada: Armado de encofrado o paneles para muros				
Estado de la actividad: Por desarrollar		Desarrollada		
		X		
Descripción de la actividad: Verificación del armado de los encofrados junto con sus respectivos accesorios para muros.				
Hora de inicio verificación: 8 am		Hora final verificación: 9 am		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿Se demarcaron las líneas guía que indican el espesor de muros?	X		
2.	¿Se demarcaron las líneas guía que indican el espesor de los paneles?	X		
3.	¿Se colocaron los topes internos?	X		
4.	¿Se colocaron los topes externos?	X		
5.	¿Se aplicó desmoldante a los encofrados?	X		
6.	¿Las corbatas están encamisadas con Ductolon?	X		
7.	¿Los elementos distanciadores de los paneles (corbata, tirante o barras de atado cónicas) se encuentran bien aseguradas?	X		
8.	¿Los elementos distanciadores, mantienen el distanciamiento uniforme entre paneles?	X		
9.	¿Se colocaron los centradores de malla?	X		
10.	¿Los pines que sujetan las corbatas, se encuentran dentro de la ranura que los asegura?	X		
11.	¿La unión lateral entre encofrados, está aseguradas por los pines grapa?	X		
12.	¿Los pines grapa están colocados de manera correcta?	X		
13.	¿La unión superior e inferior entre paneles, está aseguradas por los pines grapa?	X		
14.	¿Las intersecciones entre paneles, cuentan con la cantidad de pines necesarios para su sujeción?	X		
15.	¿Los tensores sujetan de manera correcta los tubos alineadores?	X		
16.	¿Los tubos alineadores cumplen con su función?			
17.	¿La cantidad de tubos alineadores es la indicada?	X		

18.	¿Los parales se encuentran bien asegurados?	X		
19.	¿La cantidad de parales es la indicada para sostener los encofrados?	X		
20.	¿Los encofrados se encuentran aplomados?	X		
Sugerencias:				
Firma:				
<u>OSWALDO HURTADO FIGUEROA</u> Verificador		<u>GERSON CORDERO</u> Líder del desarrollo de la actividad		

Derechos FICEM - FIHP
Prohibida su reimpresión,
distribución parcial o completa

Lista de chequeo: Armado de encofrado para losas

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		Localidad: XXXX
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758			Email: oshurtado@hotmail.com	
Responsable del desarrollo de la actividad: CUADRILLA ENCOFRADORES				
Líder del desarrollado de la actividad: Gerson Cordero			Teléfono: 314-1234567	
Actividad verificada: Encofrado de la losa				
Estado de la actividad:		Por desarrollar		Desarrollada
				X
Descripción de la actividad: Verificación del encofrado de la losa				
Hora de inicio verificación: 8 am			Hora final verificación: 9 am	
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿La ubicación de los gatos niveladores es la indicada?	X		
2.	¿La cantidad de gatos niveladores es la adecuada?	X		
3.	¿Los gatos niveladores funcionan correctamente?	X		
4..	¿Correcta aplicación del desmoldante en los encofrados?	X		
5.	¿La unión lateral entre encofrados, está aseguradas por los pines grapa?	X		
6.	¿Los pines grapa están colocados de manera correcta?	X		
7.	¿Los gatos niveladores aseguran de manera correcta los tubos niveladores?	X		
8.	¿Los paraleles se encuentran correctamente fijados?	X		
9.	¿Los paraleles se encuentran en buen estado?	X		
10.	¿Los paraleles cumplen con su función?	X		
11.	¿Los paraleles están correctamente aplomados?	X		
12.	¿Los paraleles se encuentran asegurados correctamente?	X		
13.	¿La cantidad de paraleles es la indicada para sostener los encofrados?	X		
14.	¿Se tomó el nivel de referencia?	X		
15.	¿Se realizó la demarcación del nivel perimetral?	X		
16.	¿Se verificaron los niveles, con la ayuda de la línea guía perimetral?	X		
17.	¿Se realizó el encofrado perimetral de la losa?	X		
18.	¿La altura del encofrado perimetral con cuerda con la altura de la losa?	X		
19.	¿Se verificó el espesor en la zona central de la losa, con la ayuda de un tubo nivelador apoyado sobre el encofrado perimetral?	X		
Sugerencias:				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA		GERSON CORDERO		
Verificador		Líder del desarrollo de la actividad		

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX	Localidad: XXXX	
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758		Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: PEPE SUÁREZ				
Líder del desarrollado de la actividad: Pedro Suárez- Conductor del camión		Teléfono: 321-5678902		
Actividad verificada: Recepción del concreto en obra				
Estado de la actividad: Por desarrollar		Desarrollada	X	
Descripción de la actividad: Recepción de la mezcla de concreto premezclado				
Hora de inicio verificación: 8 am		Hora final verificación: 9 pm		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿El tipo de concreto, resistencia, características de los materiales (tamaño máximo del agregado, tipo cemento, aditivos) es el requerido según especificaciones técnicas?	X		
2.	¿La fluidez del concreto es la indicada según el diseño de mezcla sugerido?	X		
3.	¿Se realizó una correcta toma de muestras para el ensayo de resistencia a compresión según norma técnica?	X		
4.	¿La hora de salida del camión mezclador, de la empresa productora de concreto, viene indicada en el registro?	X		
5.	¿La hora de descargue del concreto viene estipulada en el registro?	X		
6.	¿La hora límite de uso del concreto viene descrita en el registro?	X		
7.	¿La hora de llegada del camión mezclador, a la obra, está dentro de los parámetros de su utilización?	X		
8.	¿La cantidad en m ³ de concreto, solicitado, es la necesaria para la realización de la actividad?	X		
Sugerencias:				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		PEDRO SUÁREZ Líder del desarrollo de la actividad		

Lista de chequeo: Vertido del concreto de muros y losas

LISTA DE CHEQUEO				
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		Localidad: XXXX
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable				
Empresa ejecutora: ABC				
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA				
Cargo del verificador: Residente de obra				
Teléfono: 314-3026758			Email: oshurtado@hotmail.com	
Responsable del desarrollo de la actividad: PREPARADORES DE CONCRETO				
Líder del desarrollado de la actividad: Ricardo Duque			Teléfono: 313-0975642	
Actividad verificada: Vertido del concreto de muros y losas				
Estado de la actividad:		Por desarrollar	X	Desarrollada
Descripción de la actividad: Verificación de la correcta colocación del concreto de los muros y las losas				
Hora de inicio verificación: 8 am			Hora final verificación: 12 pm	
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones
		SI	NO	
1.	¿Antes de iniciar el vertido se encuentran terminadas y verificadas las actividades de armado de refuerzo, encofrado, apuntalamiento, limpieza de las superficies que estarán en contacto con el concreto, juntas de vaciado (si aplica), equipo de vibrado en buen estado, sistema de bombeo (si aplica), herramientas, personal, entre otros?	X		
2.	¿El vibrado se realiza de una forma ordenada y con una secuencia programada?	X		
3.	¿Se verifican los niveles de vaciado y espesor de la losa?	X		
4.	¿En caso de lluvia durante el vertido, se tomaron los correctivos necesarios para impedir la entrada de agua en la masa de concreto fresco?	X		
5.	¿Se inicia el curado de manera inmediata y oportuna?	X		
Sugerencias:				
Firma:				
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		RICARDO DUQUE Líder del desarrollo de la actividad		

Lista de chequeo: Desencofrado y acabado de los muros y losas

LISTA DE CHEQUEO					
Fecha: XXXX		Ciudad: XXXX		Localidad: XXXX	
Nombre del proyecto: Construcción de vivienda industrializada con el sistema de encofrados manoportable					
Empresa ejecutora: ABC					
Responsable de la verificación: OSWALDO HURTADO FIGUEROA					
Cargo del verificador: Residente de obra					
Teléfono: 314-3026758			Email: oshurtado@hotmail.com		
Responsable del desarrollo de la actividad: Desencofrado de muros y losas					
Líder del desarrollado de la actividad: Ricardo Jaimes			Teléfono: 313-0975642		
Actividad verificada: Losa base hormigonada					
Estado de la actividad:		Por desarrollar		Desarrollada	X
Descripción de la actividad: Verificación del correcto desencofrado de los elementos de concreto					
Hora de inicio: 6 am			Hora final: 7 am		
Ítem	Variable o Indicador	¿Cumple?		Observaciones	
		SI	NO		
1.	¿Antes del desencofrado, se verificó que el concreto cumpliera la resistencia definida por el ing. Estructural para esta actividad?	X			
2.	¿El desencofrado se realizó de manera correcta sin presentar desprendimientos de material?	X			
3.	¿Se retiraron todos los elementos de fijación y accesorios del encofrado?	X			
4.	¿Los orificios, dejados por los elementos de fijación fueron rellenados correctamente?		X	Actividad pendiente de realizar. Revisar en los próximos 3 días	
5.	¿Se realiza un correcto apuntalamiento de las losas luego del retiro del encofrado?	X			
6.	¿No se presenta segregación ni fisuración en los elementos de concreto?	X			
7.	¿Los aceros de refuerzo se encuentran debidamente embebidos en los muros y las losas?	X			
8.	¿Los elementos vertidos se encuentran libres de superficies cóncavas y convexas?	X			
9.	¿Las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas se encuentran perfectamente dentro de los elementos de concreto?	X			
10.	¿Las varillas de arranque para los muros del piso superior están correctamente posicionadas?	X			
Sugerencias:					
Firma:					
OSWALDO HURTADO FIGUEROA Verificador		RICARDO JAIMES Líder del desarrollo de la actividad			

ANEXO 3 TÉRMINOS TÉCNICOS EN IBEROAMÉRICA

Arandela (Colombia), Golilla (Chile). Accesorio delgado utilizado para sentar tuercas.

Armadura de acero: Enfierradura (Chile).

Bombas pluma: Autobombas (México).

Bloques de concreto: Mampostería de concreto (Costa Rica).

Camión mezclador: Mixer (diferentes países latinoamericanos), concretera (Colombia). Hormigonera: España.

Concreto: Hormigón (Argentina, Bolivia, Chile, España).

Concreto premezclado: Hormigón elaborado (Argentina).

Concreto de limpieza: Solado (Colombia), Sellado (Costa Rica).

Costal (Colombia), Arpillera (Argentina, España).

Descapote: Desmonte (Argentina).

Desencofrado: Desmolde (Argentina), Descimbrado (Chile).

Distanciadores: Posicionadores entre el refuerzo y la cara de los paneles o encofrados. Silleta (México).

Ejero (Colombia), topógrafo (Guatemala).

Encofrado: formaleta (Colombia), moldaje (Chile), cimbra (México), moldes.

Encofradores: Fomaleteros (Colombia).

Estructuras aporticadas en concreto: Marcos de concreto (Costa Rica).

Hormigueros (Colombia), ratoneras (Guatemala).

Junta: Unión de concreto vaciado con concreto nuevo.

Figuradores (Colombia), armadores (Argentina y Guatemala).

Fundir: Hormigonar (Argentina, Chile), Vaciar (Colombia), colar (México).

Lote de concreto: Barcada de concreto (Colombia).

Malla electrosoldada: Electromalla (Guatemala).

Marcaje (Guatemala), cimbrado (Colombia), replanteo o marcado (Argentina).

Paral: Puntal (Argentina, Colombia), taco (Colombia).

Plomero: Fontanero.

Polietileno: Ductolon (Colombia). Material utilizado para la protección de las corbatas y facilitar su extracción en el proceso de desencofrado.

Refuerzo figurado: Refuerzo armado (Argentina).

Solado (Perú y Colombia): capa de concreto simple de mínimo espesor y rebajado de cemento. **Traslapos** (Colombia), traslapes o empalmes (Guatemala, Costa Rica, México, Perú, Argentina), solapos (España).

Vaciado: Vertido, hormigonado (Argentina), colado (México), chorrea (Costa Rica).

Varillas de arranque: Dovelas (Colombia:), armadura para vinculación de muros o armadura en espera (Argentina).

Vigas de amarre o riostras: Viga de encadenado (Argentina).



www.ficem.org



www.hormigonfihp.org

