

— Universidad para todos —

Con tus propias manos.

Cómo construir y mantener tu vivienda

— Segunda Parte —



Precio: 1.00 peso



9 789592 701960

“Universidad para todos”

“CON TUS PROPIAS MANOS. Cómo construir y mantener tu vivienda”

— SEGUNDA PARTE —

ÍNDICE

Ejecución de la infraestructura de la edificación. Procedimientos constructivos

- 2 Cimentación. Función
- 2 Tipos de cimientos

Ejecución de la superestructura de la edificación. Procedimientos constructivos

- 4 Construcción de muros
- 5 Terminación de muros

Construcción de pisos, entresijos y cubiertas en el lugar

- 6 Pisos (pavimento)
- 6 Entresijos y cubiertas de hormigón en el lugar (placa de hormigón)

8 Cubiertas ligeras

Impermeabilización de cubiertas ejecutadas en el lugar y prefabricadas

- 9 Cubiertas
- 9 Sistemas de impermeabilización
- 10 Sistema de impermeabilización D-10
- 11 Proceso de ejecución. Mezclado del impermeabilizante

Redes de abastecimiento de agua potable (hidráulicas) y de evacuación de residuales líquidos (sanitarias). Trazado y ejecución en el interior de la vivienda, teniendo en cuenta su conservación

- 12 Sistema de abastecimiento de agua potable a la edificación

Redes sanitarias y eléctricas. Trazado, ejecución y explotación en el interior de la vivienda teniendo en cuenta la conservación

- 14 Montaje de muebles sanitarios
- 15 Trazado de la red eléctrica. Método de alambraje

16 Bibliografía

CRÉDITOS

Coordinadora general

Ing. Hidys Esther Duménigo Baralt

Colectivo de autores y profesores

Arq. Salvador Gomila González
Arq. Roberto Moro Pérez.
Arq. Keila González Millán
Dr. Arq. Dania González Couret
Dr. Ing. Carlos Llanes Burón
Lic. Alfredo Almenares Valdivieso
MSc. Lic. Dolores Irais Veranes Barroso
Ing. Nelson Navarro Campos
MScArq. Raúl Salgado Domenech
Dr. Arq. José Flores Mola
Ing. Lissette Rodríguez Rosales
MSc. Ing. José Meissimilly Perdomo
Dr. Ing. José A. Macías Mesa
Dr. Ing. María Luisa Rivada
Dr. Ing. Camilo Valdivia Cruz
MSc. Arq. Rubén Antonio Zamora Riera
Dr. Arq. Carlos Figueroa Vidal

Colaboradores

MSc. Ing. Raquel Rodríguez Gato
GB Roberto Valdez Martínez
Dr. Arq. Josefina Rebellón Alonso
Miguel Ángel Varcárcel
Arq. Odalys Cynthia Blanco de Armas
Dianelis Borrego Zaldívar
Alicia de la Nuez Marsella
Ricardo Miranda Costa
Rafael Rodríguez Borrás
Alberto Larias Arencibia
Jorge Perdomo Cabrera
Rogelio Catalá Aguilar

Consultas y opiniones:

universidadparatodos@micons.cu

Ilustración de cubierta:

D.I. Leriam Jiménez Echevarría

EJECUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA EDIFICACIÓN. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Luego de retirada la capa vegetal y construida la valla de replanteo, se procede a realizar las excavaciones para las cimentaciones, las cuales se harán siguiendo las líneas de limitación marcadas (con cal, ceniza, arena, recebo, etc.), previamente en el terreno y se podrán realizar manualmente (con pico, pala, barreta, etc.) o con ayuda de equipos (martillos neumáticos, excavadoras, etc.), según la envergadura y la complejidad del trabajo.

La forma, ancho y profundidad de las excavaciones dependerá del tipo de suelo y la solución de cimentación especificada en el proyecto elaborado por el Arquitecto de la Comunidad u otra persona autorizada.

Si se trata de un suelo suelto, la excavación deberá ser más ancha por dos razones:

1. Para que el suelo de los laterales no caiga dentro del área de trabajo.
2. Para mayor comodidad en el trabajo del operario dentro de la excavación.

Cuando se va ejecutar una ampliación horizontal en una obra existente o muy próxima a esta, se debe tener precaución para no excavar a profundidades por debajo de los cimientos de la ya ejecutada, porque debilitaría el apoyo y la zona de influencia de estos, poniendo en peligro la estabilidad y su comportamiento estructural. Por tanto, se debe alejar lo más posible la excavación de la obra o que la profundidad no alcance la parte inferior de los cimientos.

Independientemente de lo anterior, siempre que se desee realizar una ampliación, ya sea horizontal o vertical, es indispensable consultar con el proyectista, quien lo orientará y decidirá si puede o no ejecutarse, atendiendo a la resistencia del suelo, condiciones y características de la cimentación, estructura general de la edificación y las regulaciones urbanísticas, entre otros aspectos.

Cimentación. Función

La cimentación constituye el eslabón intermedio en la trilogía suelo-cimiento-superestructura, por lo

que es determinante en la estabilidad de la edificación, y se pueden definir como los elementos estructurales que tienen la función de recibir y soportar las cargas procedentes de la superestructura y transmitir las al suelo, distribuyéndolas lo más uniformemente posible, para que no se produzcan asentamientos excesivos.

Como las cargas que se transmiten al terreno provienen, generalmente, de los muros y las columnas, es necesario ampliar las superficies transmisoras de esas cargas para que los esfuerzos que se produzcan en el terreno se distribuyan de forma uniforme y evitar hundimientos apreciables.

Tipos de cimientos

1. Cimentación corrida.
2. Cimentación aislada.
3. Combinadas.
4. Cimentación en balsa.
5. Por pilotes.

De estas cimentaciones, las más utilizadas por la población en la construcción de viviendas son la corrida y la aislada, por lo que se profundizará en estas.

Cimentación corrida. Se emplea cuando las cargas de la estructura se encuentran distribuidas a lo largo de los elementos transmisores (por ejemplo, muros de cargas) y el estrato resistente está a poca profundidad. Esta cimentación consta de dos elementos: el cimiento que se apoya directamente sobre el estrato resistente (por lo general se construye de hormigón ciclópeo) y la zapata que se apoya sobre el cimiento, y constituye un elemento de distribución y transmisión de las cargas provenientes de los muros de carga (Fig. 21).

En la construcción del cimiento, generalmente se emplea hormigón ciclópeo, porque resulta más económico. El hormigón puede ser elaborado en obra de forma manual o en hormigonera.

¿Qué es un hormigón? Es la mezcla de materiales inertes de distintos tamaños, unidos entre sí con una pasta de cemento y agua.

Como materiales inertes se emplea la arena (árido fino) y la piedra, que puede ser de diferentes tamaños (árido grueso).

Cuando se utiliza cemento, arena, grava y agua, es un hormigón simple; si se le adiciona acero de refuerzo, es un hormigón armado y si se le adiciona rajón, es un hormigón ciclópeo.

ISBN: 978-959-270-201-1

Edición:

Lic. María Luisa Acosta

Diseño interior:

D.I. Glenn Gómez Montano

Editorial Academia

Empresa de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, GECYT.

Calle 20 No. 4110, entre 41 y 47, Playa, La Habana, Cuba.

Tel.: (537) 202 7920 ext. 129

Correo electrónico: geditora@cenai.inf.cu



La preparación del hormigón (dosificación) y las técnicas empleadas para su uso, requieren de un gran control para lograr resultados satisfactorios. Pueden alcanzar diferentes resistencias, en dependencia de las cantidades de cemento, árido fino, árido grueso y agua. A continuación se muestran algunas dosificaciones:

Resistencia	Dosificación
100 kg/cm ²	1:3:5 (1 cemento, 3 arena, 5 piedra)
150 kg/cm ²	1:2 1/4:4 (1 cemento, 2 1/4 arena, 4 piedra)
175 kg/cm ²	1:2 1/4:3 1/4 (1 cemento, 2 1/4 arena, 3 1/4 piedra)

Nota: La proporción recomendada para el hormigón ciclópeo es la primera, añadiéndole 30 % de rajón.

Las condiciones iniciales para la construcción de cimientos son:

1. Las dimensiones de las excavaciones en los niveles para cimentación coincidirán, exactamente, con las planteadas en el proyecto.
2. El fondo de las excavaciones debe estar perfectamente plano, horizontal y perfilado. En terrenos con desniveles prolongados, el desnivel se puede tomar con escalones. Las paredes de las excavaciones también deben estar planas y perfiladas.
3. El material producto de las excavaciones debe estar situado de forma tal, que no pueda ocasionar daño a las excavaciones, como derrumbes, etc., y colocadas de manera tal que no interrumpan el proceso de construcción de las cimentaciones.
4. El área del terreno alrededor de las excavaciones debe tener previsto un drenaje conveniente, de modo que posibles lluvias u otras causas no inunden esas excavaciones.
5. Si las excavaciones tienen más de 1 m de profundidad y se trata de suelos blandos, se deben proteger y con las entibas necesarias para evitar derrumbes.

Control de los materiales de construcción antes de su uso

Áridos (arena, grava y rajón). Se debe determinar si han sufrido algún tipo de contaminación con arcilla, tierra vegetal, materiales orgánicos u otros, ya sea a causa de una inundación, por el viento o actividades propias de la construcción.

Agua. Se determina su posible contaminación con arcilla o grasa.

Acero de refuerzo. Se controla que no existan oxidaciones que impidan su empleo.

Madera para encofrado. Debe estar seca, sana y limpia. No debe tener clavos ni otros elementos insertados.

Proceso constructivo de la cimentación corrida

1. Se abre una zanja con un ancho mayor que el muro y la profundidad que requiera, según la calidad del suelo (depende de la profundidad del estrato resistente). El ancho depende de la resistencia del terreno y viene especificada en los planos; de no existir, nunca será menor de 0.40 m, con el fin de que haya capacidad suficiente para realizar las excavaciones. Mientras más profunda sea la excavación, mayor ancho precisará la zanja.
2. Se reparte el rajón, uniformemente, a lo largo de las excavaciones, de manera que no obstruya el vagoneo y sea fácil cogerlo para echarlo dentro del hormigón en la zanja.
3. Se mojan las excavaciones, si están secas, y el rajón (no debe contener tierra pegada).
4. Se echa una primera capa de hormigón en el fondo de la excavación, de altura aproximadamente igual a la mitad del tamaño del rajón; después se coloca el rajón repartiéndolo uniformemente, dejando una pequeña separación en los costados de manera que al echar las siguientes capas de hormigón, quede envuelto dentro de esta masa. La idea es formar una masa compacta del hormigón con el rajón, o sea, que este quede embebido en esa masa. Para lograrlo se van echando capas sucesivas de uno y otro material. Se usarán vibradores para la compactación o fija (pedazo de cabilla de 1 m de longitud).
5. Cuando se llegue a la altura deseada, se enrasa con una regla para emparejar la superficie, y se frota de modo que quede plano y horizontal, lo que permitirá que el encofrado de la zapata se asiente bien.
6. Cuando las dimensiones de la excavación sean excesivas, de manera que no se pueda utilizar los costados de esta, como cofres para el vertido del hormigón ciclópeo, se colocarán encofrados en esos costados. Cuando se haya endure-

cido el hormigón, se encofra la zapata.

7. Se colocan los refuerzos de acero (jaula), se calza, se humedece el cofre y se hormigona.
8. Se debe tener presente, en estos trabajos, dejar cajuelas para pasar las instalaciones hidráulicas y sanitarias, y luego no tener que perforar el hormigón ya endurecido.
9. Hormigonado de cimientos. Algunas recomendaciones:
 - a. Los moldes deben ser mojados, previamente.
 - b. Se vierte el hormigón dejándolo caer de una altura no mayor de 50 cm, para evitar la segregación de los componentes de este.
 - c. El hormigón debe compactarse de acuerdo con los medios disponibles, (por ejemplo, con una cabilla lisa), inmediatamente después de la colocación.
 - d. Se debe cuidar, durante toda la operación, la permanencia en su lugar exacto de las cajuelas para el pase de instalaciones, barras de anclajes, etcétera.
 - e. El vertido debe ser ininterrumpido, para evitar que se produzca el endurecimiento de las superficies no terminadas.
 - f. La superficie de enrase superior de la zapata debe quedar horizontal y plana, enrasada con regla y floteada para que los elementos del muro (bloques o ladrillos) tengan un buen asentamiento.
 - g. Los elementos de la cimentación como cimientos, zapatas, pedestales y vigas de cimentación deben ser curados (mantener la superficie del hormigón húmeda regándole agua o cubriéndola con sacos de yute, algodón, aserrín, arena, etc.), comenzando antes de las 12 h después de colocado el hormigón y debe durar por lo menos 72 h.

Encofrado en zapatas

1. **Replanteo:** se colocan los cordeles en los puntos ya establecidos sobre la valla de replanteo, los cuales definirán las alturas, alineaciones, dimensiones y ángulos que tendrán los encofrados.
2. Se colocan, verticalmente, dos listones, afirmados en el terreno y en la valla de replanteo, coincidentes con cada cara del encofrado, sobre los cuales se colocan los puntos que permiten situar los cordeles

(uno superior y otro inferior), que a su vez determinan las alineaciones y plomo necesario para la colocación de los tableros (Fig. 22).

Nota: Se recomienda comenzar, en todos los casos, por las caras que corresponden al perímetro exterior de las zapatas.

3. Con el cordel o nailon tendido entre los puntos correspondientes en la valla de replanteo para que indique alineación y altura del tablero, y otro cordel o nailon debajo del anterior y a cierta distancia de este, indicando también la alineación del tablero. Se procede a situar los barrotes o parales extremos del tablero a una distancia del cordel equivalente al grueso de la tabla o material del forro. Estos parales deben ser aplomados y fijados por medio de tranques, tornapuntas y tranques de pie a dos estacas atrás y laterales, previamente clavados en el suelo, a una distancia aproximada igual al alto del tablero que vaya a construir. La inclinación de estas estacas debe ser de modo tal que el extremo enterrado quede hacia la cara del cofre.
4. Una de las tablas más largas y rectas se coloca, horizontalmente, a la altura del cordel superior de paral a paral extremo. Si la tabla no alcanzara esta longitud, se empata montándola a media madera y se le colocará una galleta para asegurarla.
5. Ya presentada la hilada superior de tablas, se procede a espaciar y colocar los parales restantes, partiendo de un paral extremo. El espacio entre parales puede ser entre 0,55 m y 0,75 m, según el alto del encofrado, las dimensiones de los elementos del encofrado y los espacios entre los parales ya colocados.
6. Se procede a la terminación del entablado, evitando el desperdicio de madera.
7. Se alinea y asegura el tablero.
8. Los tableros interiores correspondientes a cada tablero exterior se construyen en el lugar, teniendo cuidado de situar los parales del nuevo tablero de modo que queden frente al paral correspondiente del tablero construido. De esta manera se podrán amarrar o trancar, en su oportunidad (con barrotes y charranchas), por la parte superior el encofrado.
9. Con una vitola cuyo largo sea igual al ancho de la zapata que se proyecta construir y con la nueva sección de tablero presentada frente a su

compañera a nivel de esta, se procede con la vitola a dar separación entre tableros. La parte inferior se fija con el tranque de pie a la estaca correspondiente (Fig. 23) y la superior, posteriormente (Fig. 24), amarrándose con barrotes transversales, charranchas o listones de paral a paral.

10. Las cabezas o extremos de los tableros se cortarían, fijarían y reforzarán de acuerdo con la forma de la intersección con los demás tableros (Fig. 25).

Nota: Los tableros para encofrado se pueden preensamblar (Fig. 26). En este caso solo resta colocarlo, nivelarlo y fijarlo.

Refuerzo de acero. Características

El acero que se utiliza en la construcción debe:

1. Ser de barras corrugadas para facilitar la adherencia, evitando posibles deslizamientos dentro de la masa de hormigón.
2. Tener el diámetro especificado por el proyectista; en caso de cambio, el proyectista debe autorizarlo por escrito.
3. Si presentan oxidación, se deben limpiar con cepillo de alambre, arena a presión o equipos mecánicos.
4. No pintarlas con ningún tipo de pintura antes de ser usadas.
5. En la construcción de zapatas y vigas de cimentación se emplean en general armaduras tipo “jaula”. Entiéndase en este sentido, a las formadas por estribos y cabillas rectas, según lo indicado en el plano.
6. La armadura para zapata se puede ensamblar directamente sobre el cofre, colocando varias charranchas espaciadas a una distancia prudencial sobre el entablado o prefabricadas, y cuentan con dos elementos fundamentales: cercos y barras.
7. Debe quedar colocadas dentro del cofre de acuerdo con los planos, no solo en cuanto a dimensiones de la armadura en sí, sino también en cuanto a recubrimientos mínimos. Ninguna cabilla debe estar en contacto con el cofre.
8. La colocación en el cofre se realizará con cuidado y se colocarán tacos de mortero o pedazos de losas de piso en los laterales y el fondo, para garantizar la separación de la jaula.
9. Deben quedar fijadas de modo que no sufran ningún desplazamiento

durante el proceso de hormigonado. No debe presentar manchas de grasa, pintura, lodo, etc.

Cimentación aislada y cimentación corrida

La cimentación aislada se emplea cuando las cargas de los elementos soportantes de las estructuras están concentradas en varios puntos (columnas), además de estar el estrato resistente a cierta profundidad, donde sería antieconómico construir una cimentación corrida, la cual está compuesta por la base o plato y el pedestal (Fig. 27).

La base es el elemento que está en contacto con el suelo. Generalmente tiene forma rectangular o cuadrada, aunque puede tener otra forma. En su interior lleva un refuerzo de acero llamado “parrilla” (Fig. 28). Esta armadura de acero va colocada dentro de la base o plato.

El pedestal es el elemento vertical que transmite las cargas a la base, y también tiene una armadura de acero llamado “fuste”, que descansa sobre la parrilla.

La función del refuerzo de acero es reforzar el cimiento y ayudarlo a soportar el peso de la edificación.

Los cimientos aislados se unen con vigas de cimentación (Fig. 29), las cuales cumplen una función similar a la zapata, pero transmiten las cargas a los apoyos aislados y estos al terreno.

El hormigón armado es el empleado en este tipo de cimentación, con una calidad de 175 kg/cm², en proporción 1:2 1/4:3 1/4 (1 cemento, 2 1/4 arena, 3 1/4 piedra).

Proceso constructivo de cimiento aislado

1. Se realiza la excavación en forma de foso. Si las dimensiones de la excavación exceden el tamaño de la base del cimiento, se encofra esta, previamente.
2. Se hormigona un sello. Con este sello se nivela el fondo de la excavación y se separa la parrilla del suelo.
3. Se coloca la armadura (antes se fija el fuste a la parrilla).
4. Se hormigona la base o plato.
5. Cuando haya endurecido la base, se encofra el pedestal y se fija en la posición adecuada.
6. Se hormigona el pedestal.
7. Se desencofra (el tiempo mínimo necesario para iniciar el desencofrado lo fijará el proyectista).

Como norma general, no se debe comenzar hasta pasada las 12 h de haberse terminado de hormigonar.

Concluido el proceso anterior, se procede a rellenar con material de la propia excavación o de préstamo, por los lados del cimiento hasta alcanzar el nivel del terreno. Esta actividad se denomina rehincho.

Rehincho: actividad de situar material producto de la propia excavación o de préstamo, seleccionado o no, dentro de un área constreñida; este se puede compactar o no, atendiendo a las características del trabajo terminado.

El material que se escoja para el uso de rehincho no puede contener basura, tierra vegetal, materias orgánicas, piedras, cantos o pedazos de hormigón de dimensiones mayores de 50 mm, o cualquier otro material o sustancias que sea perjudicial a la obra.

EJECUCIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA DE LA EDIFICACIÓN. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Es conveniente reiterar, para el correcto aprovechamiento y la interpretación de esta clase, que no se pretende que la población aprenda a construir viviendas. La intención es dotar al constructor por esfuerzo propio, que no es sinónimo de autoconstructor, de los conocimientos técnicos básicos que debe dominar para la ejecución de obras con la calidad requerida, sino propiciar, en cierto grado, el desarrollo de habilidades.

En toda edificación se pueden distinguir dos partes generales:

1. *Subestructura.* A esta pertenecen, principalmente, los cimientos y los muros de contención en el cierre exterior, cuando se requiera.
2. *Superestructura.* Constituida, principalmente, por los elementos verticales (muros, paredes y columnas), y los horizontales (entrepisos y cubiertas).

En las viviendas predominan las soluciones constructivas mediante muros con respecto a las de columnas y pueden tener diferentes funciones, entre estas las principales son:

1. Función de cierres: muros de fachadas, laterales y fondo.

2. Función divisoria, para la conformación de los locales: tabiques del baño, cocina, habitaciones y otros.
3. Función estructural: elementos resistentes a las acciones o cargas que actúan sobre la edificación. Por lo general no son exclusivas y se realizan, simultáneamente, con las funciones de cierres o divisorias.

Como conocimiento básico de importancia hay que tener presente las principales acciones o cargas que actúan sobre las edificaciones:

1. Gravitarias. Actúan en dirección vertical: peso propio de las partes de la construcción y las cargas del uso de esa edificación.
2. Ecológicas. Actúan en dirección predominante horizontal: viento y sismo.

La determinación de cada una de estas, entre otras, es tarea del diseño estructural de la construcción. Su importancia radica en que los elementos estructurales deben ser suficientemente RESISTENTES Y RÍGIDOS ante esas acciones.

En las viviendas, en particular las de solo un nivel o piso de altura y dimensiones usuales de las distancias entre muros, del orden de 3 m a unos 4,50 m, como valores de referencia, no es rigurosamente indispensable un mayor análisis para el diseño estructural, siempre que se apliquen las experiencias de las BUENAS PRÁCTICAS y se ejecuten con rigor técnico y calidad por operarios con el requerido conocimiento y las habilidades necesarias en cada actividad del proceso constructivo.

Construcción de muros

Los muros se construyen sobre las cimentaciones correspondientes, por lo que estas deben estar correctamente ubicadas y sus superficies niveladas, como se explicó en clases anteriores. Se procede al replanteo sobre estas de los muros que se deben construir, de acuerdo con el proyecto. Todas las distancias que se replanteen, deben tener tal rigor, que las desviaciones con respecto al valor establecido en el proyecto no sean superiores a 5 mm (1/2 cm).

En las viviendas correspondientes a este curso predominan las soluciones constructivas mediante muros de albañilería con respecto a las de columnas. En estas construcciones se distinguen dos componentes princi-

pales: los elementos de la albañilería y las juntas entre estos. Los elementos pueden ser:

1. De arcilla cocida: ladrillos macizos, ladrillos huecos y bloques (Fig. 30).
2. De hormigón: bloques (Fig. 31).
3. De suelos estabilizados: ladrillos macizos y bloques.

Como referencia general, la dosificación para el mortero de las juntas en los muros de bloques de hormigón es la siguiente:

1. Para bloques de 0,20 m y de 0,15 m de ancho: $c = 1$, $a = 4$, $r = 2$.
2. Para bloques de 0,10 m de ancho: $c = 1$, $a = 3$, $r = 10\%$.

No se deben desconocer las posibilidades técnicas de los elementos de bloques de suelos estabilizados, entre estas el suelo-cemento prensado, ya sean como ladrillos macizos, como bloques y, preferiblemente, como bloques machihembrados de junta seca. De todos se realizaron aplicaciones en los años de la década de los 90 del siglo pasado, que se debieron mejorar, poco a poco, pero se han dejado de aplicar.

En la tabla 1 se muestran las diferentes dosificaciones de morteros.

Como las dosificaciones se dan en relaciones volumétricas, la tabla 2 refiere las equivalencias más comunes para ese fin.

Durante el levante de muros es importante el riguroso control de la alineación, el nivel y la verticalidad de cada hilada sucesiva que sea colocada. Para ello se aplicarán los puntos guías en las esquinas del muro y en puntos intermedios, cuando la longitud sea superior a los 6 m. Se usarán correctamente las reglas, niveles, cordeles y plomada. Se tendrá en cuenta, también, el debido amarre de las hiladas en las esquinas y en los encuentros de los muros.

Carpintería

Los elementos de la carpintería que se deben colocar durante el levante de los muros son los marcos de puertas y ventanas. Deben estar correctamente arriostrados para garantizar los ángulos rectos interiores, ser montados según la ubicación dada en el proyecto, garantizando la correcta nivelación, aplomado y anclaje al muro.

Si no se dispone de estos elementos a tiempo, se tendrán que colocar después de construido el muro, con el inconveniente de la rotura de estos en

los puntos de anclajes, por lo que se debe evitar este proceder.

Dinteles

Al llegar las hiladas de ladrillos o de bloques al nivel superior de los marcos de puertas y ventanas, hay que salvar esa distancia con un elemento resistente que se llama dintel, el cual se construye de hormigón armado y se debe extender hasta unos 0,20 m a ambos lados del marco, como condición de apoyo sobre el muro.

Cerramientos

La buena práctica constructiva impone la necesidad de unir todos los muros para un mejor funcionamiento estructural, que es soportar correctamente y transmitir hacia las cimentaciones las cargas que cada uno recibe. Para eso se construye sobre la última hilada de ladrillos o de bloques un elemento continuo, al ancho del muro, con una altura mínima de 0,20 m, de hormigón reforzado con al menos 4 barras de acero corrugado del No.12, que significa 12 mm de diámetro (aproximadamente $1/2''$). Este elemento constructivo se llama *cerramiento*.

En viviendas, los marcos de puertas tienen una altura normal de 2,10 m y del piso al nivel inferior del techo de 2,40 a 2,50 m. Los 0,30 a 0,40 m disponibles imponen la necesidad de construir como un mismo elemento el dintel y el cerramiento que corresponde sobre él. Se puede interpretar que en estos tramos “se baja” el cerramiento hasta el marco de puerta o de la ventana. Si fuese un pase o vano, se puede aumentar su altura hasta el fondo del cerramiento, que cumplirá la función de viga, por esto, según sea su luz (o ancho del pase), habría que considerar si es necesario aumentar su peralte y refuerzo, según se determine en cada proyecto. Los cerramientos serán continuos, en el hormigón y el refuerzo, con la losa, si esto fuese la solución constructiva.

No se puede incurrir en la mala práctica, lamentablemente muy extendida, la colocación del encofrado de la losa separando esta de la viga de cerramiento, por medio de dos hiladas de ladrillos para dejar pases de apoyo al encofrado. Esto es totalmente inadmisibles en zonas sísmicas y muy perjudiciales en cualquier otra.

Aunque se ha planteado que en las soluciones constructivas mediante la albañilería es común usarla en las vivien-

das, no se debe dejar de citar posibles soluciones mediante la prefabricación ligera, cuyos elementos son de pequeñas dimensiones y, por tanto, poco peso, como para no requerir equipos de izaje. Es decir, pueden ser manipulados en todas las etapas del proceso de producción y construcción, ya sea en el caso de los sistemas Sandino Simplex y Bloque Panel, de tradición constructiva en Cuba, principalmente el primero, que en determinados momentos, cuando existió la disponibilidad de estos, se vendieron a los constructores por esfuerzo propio, por lo que son técnicamente factibles de aplicar por ellos.

Terminación de muros

Se ha explicado cómo levantar muros, hasta nivel de cerramientos, corresponde ahora tratar las soluciones de revestimientos y terminaciones de las superficies de esos elementos exteriores, interiores de partes húmedas como los baños y zonas de la cocina, para lograr protección, aislamiento, durabilidad (muy importante) con el efecto estético deseado.

Los diferentes tipos de revestimientos de los muros según materiales, aplicación y formas son:

1. *Revestimiento con mortero*. Material: morteros de cemento, arena y cal o recebo, correctamente dosificados, según el uso. Terminación: resano, repello rústico, grueso o fino, betunes, estucos...
2. *Enchapes*. Material: piedras naturales o artificiales, azulejos, cerámicas...

En todos los casos es importante lograr la superficie en un plano perfecto, para lo cual se construirán los puntos guía y las maestras. En cada caso se aplicará la técnica correspondiente de ejecución del trabajo.

En ningún caso, los repellos ni los enchapes se usarán para disimular desplomes significativos de los muros, con lo cual alcanzarían espesores y, por tanto, consumo de material, no admisibles.

CONSTRUCCIÓN DE PISOS, ENTREPISOS Y CUBIERTAS EN EL LUGAR

Pisos (pavimento)

El piso es uno de los elementos más importantes en la terminación de una obra, no por gusto muchos le llaman el “espejo de la vivienda”. Entre sus funciones tiene que soportar, sin alteración, el peso de muebles y equipos, así como el tránsito de personas, además del importante papel que desempeñan en la higiene, la salud de las personas y, por supuesto, en la belleza y la calidad de cualquier edificación.

Existen varios tipos de pisos que se han usado durante muchos años, desde el piso de cemento pulido muy empleado, sobre todo en las zonas rurales de Cuba; los de mosaicos o losetas hidráulicas de 20 x 20 cm y 25 x 25 cm, que son los de mayor empleo histórico; los de baldosas, muy empleados en décadas pasadas; los de granito, de excelente calidad y; por último, los de gres cerámico, muy empleados en la actualidad, tanto en obras particulares como estatales.

Al acometer la construcción de un piso de losetas hidráulicas, que es uno de los más empleados, se deben realizar determinados procedimientos para lograr el mejor resultado, tanto en estética como en durabilidad, en el orden siguiente:

1. Correr los niveles.
2. Realizar el relleno, la compactación y el atesado.
3. Construir las maestras.
4. Llenar los paños o asentado de mosaicos.
5. Colocación de rodapiés.
6. Vertido del derretido y limpieza.

El piso es uno de los trabajos finales que se realiza en la vivienda, previamente deben estar hechas las instalaciones, los revestimientos y colocadas las carpinterías o al menos todos los marcos de puertas.

Correr niveles

Según la altura especificada del Nivel de Piso Terminado (NPT), una vez que se ha determinado este, se marca a la altura de 1,00 m en el larguero del marco de puerta, se llevan los puntos de nivel intermedio a las paredes de cada local, incluidos sus ángulos, para eso se emplea el nivel de manguera transparente, escuadra, regla, lápiz, metro y cordel.

Los niveles se deben correr para cualquier tipo de piso que se construya. (Fig. 32).

Relleno, compactación y atesado

El relleno se debe realizar compactando capas de poco espesor con pisón, a la vez que se va humedeciendo el material. Los desniveles y grietas que pueden aparecer con el tiempo, en muchos pisos, dependen en gran medida de una mala compactación.

El atesado es la etapa final del relleno y emplea el material calizo tamizado, extendido con rastrillo, humedecido y compactado a pisón hasta aproximadamente 5 cm por debajo del NPT. Una vez que se compruebe la nivelación se podrá comenzar la ejecución de las maestras.

Los pisos de cemento pulido y los de granito no llevarán atesado, sino un hormigón de gravilla de unos 4 cm de espesor.

En los pisos de gres cerámico se recomienda construir un prepiso de mortero pobre hasta aproximadamente 2 a 3 cm por debajo del NPT (Fig. 33).

Maestras

Según las características de la vivienda (forma, escuadras, etc.) se replantea en seco, repartiendo las losas para luego hacer los ajustes necesarios. Se comienza desde la entrada hacia el interior, asentando con mortero la maestra principal o central que se alinea a partir de las paredes laterales y desde aquí se realizan las maestras secundarias, utilizando cordel, escuadra y nivel. Las maestras se espacian a unos 2 m.

Es muy importante prestar atención a las escuadras de las maestras, para que mantengan el ángulo recto, así como a las juntas, que en los pisos de mosaicos o losetas hidráulicas serán de 1 a 2 mm; y en los de baldosas y gres cerámico de 2 a 3 mm.

Una vez concluidas las maestras podrá comenzar el próximo paso (Fig. 34).

Llenado de paños

Las losas se deben sumergir en agua, durante 10 a 15 min, antes de colocarlas y el atesado se debe humedecer antes de asentar la losa. Se empleará mortero de cemento, arena y recebo dosificado: 1 cemento, 5 arena y 3 recebo; o un mortero de 1 parte de cemento por 10 de tercio (tercio es: 1 parte de cal y 3 de arena). El mortero

debe tener un espesor entre 25 y 30 mm. La junta entre losetas será de 1 a 2 mm. Las losas son asentadas y niveladas con ligeros golpes de maceta.

En los pisos de gres cerámico, se debe tratar que el mortero cubra el total de la losa, alisando este con la plana de forma tal que no queden ventosas de aire atrapadas. Se recomienda el uso de cemento cola (Fig. 35).

Colocación de rodapiés

Es una operación sencilla, se colocan dos rodapiés a ambos extremos del muro, bien aplomados y nivelados, luego un cordel entre ellos y se asienta el resto de los rodapiés, que también se deben mojar de 10 a 15 min antes de colocarlos. El espesor de mortero debe ser inferior a los 15 mm. Para asentar los rodapiés se debe emplear un mortero con la composición y dosificación siguientes: 1 parte de cemento, 3 partes de arena cernida y 3 partes de recebo cernido (Fig. 36).

Verter el derretido

Se realiza, como mínimo, al día siguiente de haber llenado los paños, para lo cual se lavará primero con abundante agua, limpiando bien la superficie de cualquier resto de material.

Se prepara una mezcla de cemento y agua hasta obtener una consistencia entre pastosa y fluida, se vierte sobre el piso y se riega con escoba o haragán, cubriendo toda el área, comprobando que todas las juntas queden completamente cubiertas; el derretido en los rodapiés se realiza con brocha, pasados unos minutos se riega aserrín de madera blanca húmedo, se frota sobre la superficie hasta que absorba el sobrante de derretido, una hora después se realiza la limpieza total con aserrín seco.

Aunque es común el empleo de cemento gris en los derretidos, se recomienda siempre que sea posible, el empleo de cemento blanco en todos los casos (Fig. 37).

Pendientes mínimas indispensables

El piso en portales, patios, terrazas o balcones deben llevar una pendiente al exterior de 1 %. En baños, patios y terrazas interiores es indispensable pendientes de 1 % hacia los tragantes o desagües, para evitar encharcamientos.

Se recomienda seleccionar las losas de mayor calidad para colocar en

los locales de la vivienda de uso social (portal, sala de estar y comedor), las de regular estado en las zonas privadas (habitaciones), seleccionado todas las que presenten problemas para realizar los cortes necesarios o colocar en clósets, zonas de servicio, en fin donde sean menos visibles.

Entrepisos y cubiertas de hormigón en el lugar (placa de hormigón)

En otras clases se abordarán otras soluciones de cubiertas y entrepisos, prefabricados, semiprefabricados, usando poliestireno expandido o poliespuma, pero en este caso se explicará una de amplio empleo, aceptación y preferencia por los cubanos, se hace referencia a la losa de hormigón armado fundida en el lugar y que comúnmente la población conoce como placa de hormigón.

Las diferencias entre una placa para entrepisos y cubiertas son pocas y se relacionan, básicamente, con las especificaciones en el acero de refuerzo y el espesor de la losa, pendientes e impermeabilización, etc. Es común que muchas cubiertas se transformen en entrepisos al crecer o ampliarse la vivienda, por lo que siempre esta posibilidad se debe prever a la hora de proyectar cualquier vivienda.

Los procesos, para construir una losa de hormigón armado o placa son tres:

1. Construcción del encofrado.
2. Colocación de las barras de acero o cabillas más la instalación eléctrica.
3. Elaboración y colocación del hormigón.

Construcción del encofrado

Esta estructura está hecha, generalmente, de madera y debe ser capaz de resistir un peso considerable que no pocas veces al subestimarla ha ocasionado deformaciones en el hormigón y en ocasiones fallas puntuales. Para tener una idea 1 m³ de hormigón pesa cerca de 2 1/2 ton, que debe ser soportado sin deformación, además del peso de las personas y los accesorios que participan en el proceso de fundición de una placa.

Es recomendado el empleo tablas de 1,3 a 2,5 cm de espesor sobre cargaderas convenientemente espaciadas, por lo general de 5 x 8 cm o 5 x 10 cm. Esta estructura debe estar soportada por puntales que pueden ser de ma-

dera rolliza o piezas de 4" x 4" arriostadas entre sí en las dos direcciones. También se pueden emplear puntales metálicos.

Al encofrado se le exigen tres cosas fundamentales: que sea preciso en sus dimensiones, que sea rígido y resistente, y que sea lo más estanco posible.

En las cubiertas se debe prever, en todo el perímetro del encofrado que corresponde al alero, un listón de madera que pueda conformar un depredado de unos 2 cm de ancho por 1 cm de profundidad, conocido como *gote-ro* para facilitar el drenaje pluvial por caída libre, evitando que el agua corra hacia el interior del alero.

Antes de colocar el hormigón, el encofrado debe ser mojado con abundante agua, primero para que la madera no absorba parte del agua del hormigón y segundo para sellar las juntas entre tablas al expandirse la madera. Cualquier abertura que quede se debe sellar con papel húmedo.

Colocación de barras de acero

El refuerzo de acero de las losas de hormigón armado se compone de una malla con barras de acero (cabillas), colocadas en dos direcciones perpendiculares y amarradas con alambres. Se debe elaborar siguiendo las indicaciones del proyecto, colocando primero las barras principales y luego las barras superiores, también llamadas “de temperatura”, y que pueden llevar una separación mayor a las primeras.

Las barras principales se deben separar con tacos del encofrado de madera, a una distancia de unos 4 cm, garantizando lo que se llama “recubrimiento, de gran importancia estructural y durabilidad”.

En esta etapa se realizan, además, las instalaciones eléctricas que quedarán dentro del hormigón, así como los reservados para el paso de instalaciones hidráulicas y sanitarias, si procede.

Elaboración y colocación del hormigón

Elaborar un hormigón parece algo sencillo y lo es en esencia, pero en esta sencillez se cometen con frecuencia múltiples errores; son, paradójicamente, pocos los desastres de importancia a corto plazo, por lo que muchos afirman que hoy el mejor amigo del hombre ya no es el perro, sino el hormigón.

Se obtiene hormigón cuando se mezclan materiales inertes como arena y piedra con cemento y agua en determinadas proporciones, y se obtiene

una “piedra artificial” de determinada resistencia y durabilidad.

Cuando se habla de dosificación se hace referencia a las proporciones en que se mezclan los diferentes materiales y que responden a una resistencia específica. Por ejemplo, si el Proyecto dice que su placa debe tener una resistencia de 200 kg/cm², se debe dosificar según los materiales específicos que se tienen en cada localidad; cada provincia debe disponer de tablas dosificadoras, elaboradas por el Ministerio de la Construcción (MICONS). Es muy común que se dosifique 1:2:3 (cemento-arena-piedra), para cualquier material, lo cual no proporciona exactamente, en todos los casos, la resistencia adecuada: en la práctica la dosificación se realiza mediante volúmenes que constituyen las partes.

Siempre el punto de partida en una dosificación es el cemento que constituye una unidad o parte y esta parte puede ser un cubo, un vagón, etc. De manera que cuando se dice 1:2:3, por ejemplo, es 1 vagón de cemento, 2 vagones de arena y 3 vagones de piedra.

Si se quiere calcular, aproximadamente, cuánto material necesitaría una placa, en el caso de que se quiera construir y saber cuál es el costo, se deben tener en cuenta los índices siguientes:

1. Que 1 m³ de hormigón requiere, aproximadamente:
8 sacos de cemento de 42,5 kg.
0,50 m³ de arena (1/2 m).
0,80 m³ de piedra o gravilla.
70 m lineales de cabilla o 69 kg.
2. También se debe conocer (para verificar las cantidades de materiales) que 1 m³ son, aproximadamente, 18 vagones.
3. Luego, por una elemental regla aritmética de tres, se sabrá más o menos el material total que se requiere. Ejemplo: se mide el largo y el ancho que llevará la placa incluyendo los aleros, que se considerarán de 40 a 50 cm; después se multiplican estas medidas y se obtienen los metros cuadrados de la placa, luego se multiplica por 10 cm (el espesor promedio de toda placa que se respete) y se tienen los metros cúbicos. Por ejemplo, si la cuenta dio 2 m³, entonces, según los índices que se dieron se necesitará aproximadamente 16 bolsas de cemento, 1 m³ de arena, 1,6 m³ de piedra o gravilla y 140 m de cabilla de media pulgada. Con eso se podrá preparar un presupuesto de

gastos agregando luego el encofrado, la fundición y las instalaciones.

Preparación y colocación del hormigón

Antes de la mezcla se debe verificar que la arena y la piedra estén limpias, o sea, libres de piedras grandes, materia orgánica, tierra, fango, etc. El cemento debe estar fresco sin grumos o pelotas y el agua limpia, la considerada como potable.

El mezclado de los materiales se puede realizar a mano o empleando una hormigonera. Cuando se realiza a mano se debe garantizar el correcto mezclado de estos materiales y *ojo con el agua*, es común aflojar la mezcla con agua hasta hacerla muy fluida, lo cual es extremadamente dañino para la resistencia, impermeabilidad y durabilidad de estas estructuras.

Es muy común escuchar que se necesita mucha agua para el fraguado del cemento, lo cual es un tremendo error, porque las cantidades de agua para el fraguado del cemento son mínimas, por ejemplo, un hormigón que se prepare con un cubo de cemento solo requiere para el fraguado 1/4 cubo de agua; evidentemente para facilitar la colocación y la compactación se le agrega algo más, pero nunca en exceso porque es significativa la disminución de la resistencia, la permeabilidad y la durabilidad en sentido general.

Antes de verter el material se debe humedecer todo el encofrado, verificando que no existan aberturas por donde escape el material. Se debe comenzar el vertido del hormigón por el punto más alejado, garantizando un adecuado vibrado o compactación con la cuchara y una barra de acero (fija).

La colocación del hormigón se realizará, siempre que sea posible, de manera continua y de existir alguna interrupción se debe garantizar la unión apropiada entre el hormigón colocado y el fresco que se incorpora.

Cada placa tiene sus especificidades en cuanto a colocación del hormigón, que se realiza con traslados horizontal y vertical del material por regla general. Esto es importante para saber cuántas personas deben participar para garantizar una fundición continua y efectiva.

Dos puntos son claves en una fundición y deben estar supervisados de forma permanente: la preparación de la mezcla, la colocación y la terminación.

La superficie se debe frotar y, preferiblemente, terminarla espolvorean-

do arena cernida y cemento (polvo de sapo) dosificado: 1 parte de cemento por 3 de arena cernida para impermeabilizar, sobre todo en el caso de cubiertas.

Por último, el curado es de vital importancia en estos elementos para hidratar el cemento y obtener la máxima resistencia posible.

Muchas personas desconocen que el hormigón no debe secar inmediatamente, porque se afecta su resistencia y durabilidad, por lo que requiere de toda la humedad posible durante 28 días, de los cuales al menos los primeros 7 días son decisivos, porque el cemento encargado de *pegar* el resto de los componentes del hormigón, por decirlo de un modo entendible para cualquiera, necesita tiempo y humedad para hacerlo; si no se toman las medidas y el hormigón seca rápido es como quitarle parte del cemento; entre otros fenómenos perjudiciales que aparecen está la *retracción*, por citar un ejemplo, que provoca grietas en el material.

La forma más sencilla de curar el hormigón es rociar con agua al menos cada 3 o 4 h, de forma continua durante los primeros 7 días, con lo cual se debe garantizar más de 80 % de la resistencia del hormigón vertido.

El desencofre es, finalmente, una operación de suma importancia. Es lógico que se quiera desencofrar lo antes posible para poder tener la mayor utilidad posible de la madera, pero nunca debe ser antes de que el hormigón alcance la suficiente resistencia que asegure su estabilidad estructural. El orden de desencofre es fundamental, para evitar sobreesfuerzos en determinados lugares; se inicia con la separación parcial de los apoyos o puntales y, en etapas sucesivas, se retiran los demás componentes; el tiempo de inicio del desencofre, si la placa se ha construido de forma correcta, es de 8 a 10 días como mínimo, si tiene duda o algunos pasos se le fueron de la mano y se cometieron errores es mejor esperar los 21 días; la placa se desencofra retirando los puntales y cargaderas del centro hacia los apoyos.

Los voladizos de las placas que los tengan, no se desencofrarán hasta pasado los 21 días como mínimo, para evitar su deformación por un fenómeno del hormigón que puede ocurrir llamado *fluencia*. En los voladizos el desencofre se realiza a partir del lado libre hacia los apoyos.

CUBIERTAS LIGERAS

Las cubiertas ligeras son las decanicas de los techos cubanos, ya eran empleadas por los aborígenes cuando llegaron los conquistadores españoles y luego, por algo más de 400 años, fueron la cubierta casi absoluta de las construcciones de Cuba. Aún en la actualidad, su presencia es significativa no solo en las construcciones existentes, sino también en los planes de construcción y rehabilitación de viviendas.

Estas cubiertas siempre son inclinadas y la inclinación o pendiente guarda una estrecha relación con sus funciones esenciales en el trópico húmedo, entre las cuales se destacan: la impermeabilidad, la resistencia a la acción del viento y un comportamiento adecuado ante la carga térmica.

La mayoría de las cubiertas ligeras emplean la impermeabilización por geometría, para resolver la impermeabilidad, con la cual, aprovechando la inclinación o pendiente, las piezas inferiores reciben el agua proveniente de las piezas superiores, evacuando el agua desde el punto superior o caballete hasta el inferior o alero. La inclinación influye, además, en la monta o solape de las piezas, pues a medida que la pendiente sea menor se debe garantizar un mayor solape, para evitar la penetración del agua combinada con el viento.

De manera paradójica, muchas cubiertas ligeras resuelven la impermeabilidad con materiales relativamente permeables, tal es el caso del guano o las tejas de barro, donde la inclinación acentuada es la que garantiza la evacuación del agua de la cubierta antes de que pueda ser absorbida por los materiales de recubrimiento (tejas, etc.).

También la inclinación incide en el comportamiento de estas cubiertas ante la acción del viento, pues en pendientes de 5 a 20° actúan fuerzas de succión, mientras que de 30 a 45° los esfuerzos predominantes son de presión. Esto es vital para asegurar la durabilidad y resistencia de las cubiertas ligeras. La inclinación o pendiente se expresa en grados o tanto por ciento, el primero se emplea más cuando se describen estas cubiertas y el segundo se asocia más con los procesos constructivos.

Cuando se dice 100 % de pendiente es equivalente a 45°. Desde el punto de vista práctico, si el espacio que se va a techar tuviera 3 m y llevara una pendiente de 10 %, entonces tendría que

levantar 30 cm para garantizar la inclinación.

El comportamiento ante la abundante carga térmica del trópico se ha resuelto, históricamente, a partir de diversos recursos técnicos y de diseño, entre los que se pueden enunciar el empleo de mayor altura o puntal en las edificaciones, de falso techo o cielo raso que pueden ser ventilados o no, pendientes acentuadas, etcétera.

Las cubiertas ligeras pueden ser de muchas formas, atendiendo a las características específicas de la edificación, consideraciones técnicas, económicas, de diseño, del contexto específico en que se ubica la edificación, etc., en función de lo cual podrían ser piramidal, de una a cuatro aguas, a dos aguas discontinuas, diente de sierra o cubiertas compuestas de mayor complejidad, donde aparecen intercepciones de planos diferentes.

Por regla general, estas cubiertas presentan dos componentes básicos: la estructura soporte y el recubrimiento o cobertura.

Las estructuras soporte se fijarán firmemente a los cerramientos o en su defecto a los elementos que realicen esta función. Estas pueden ser de madera, metal u hormigón armado, desde estructuras muy simples solo de correas o vigas hasta estructuras más complejas de cerchas, con solera o durmiente, vigas, viguetas y correas, estas últimas también llamadas alfardas y alfajías. Muchos techos de madera presentan un entablado en lugar de las correas.

En las estructuras de madera se pueden emplear desde madera aserrada hasta palos rollizos o madera rústica, pero siempre asegurando que esté completamente seca, así como que tenga las dimensiones apropiadas por componente y según el tamaño del local que se techará. Se recomienda para vigas de 4 a 8 m de longitud, secciones sobre los 12 cm. de ancho por 16 cm. de alto; para viguetas o alfardas con longitudes hasta de 5 m se recomienda unos 8 cm de ancho por 12 a 15 cm. de altura; y para las correas o alfajías unos 6 cm. de ancho por 8 cm. de altura (Estos son valores indicativos). Se deben unir, adecuadamente, cada uno de los elementos componentes, garantizando la mayor rigidez posible.

Cuando son metálicas, se usan desde cerchas de cabillas, hasta perfiles metálicos de diversa forma; los llamados purlins son muy empleados en la actualidad.

El hormigón armado es el menos empleado, pueden construirse estructuras muy sólidas y niveladas a partir de viguetas o de vigas y correas, elementos que se construyen empleando moldes sencillos de madera o metal y un refuerzo mínimo de acero (cabillas).

El recubrimiento o cobertura de estas cubiertas abarca desde guano, tejas de barro (criolla y francesa), planchas de zinc, láminas acanaladas y canales de asbesto cemento, tejas de microhormigón (TEVI y TECOSAL) hasta soluciones muy temporales, como las tejas de fibroasfalto o teja infinita, como también se les conoce, empleadas en la actualidad, en construcciones que por lo general no admiten otras soluciones por diversas razones.

Es importante para cada solución respetar las pendientes recomendadas o especificada, según diseño, así como los elementos y las formas de fijación a la estructura para garantizar su resistencia y durabilidad; también se observará, rigurosamente, el diseño y la construcción de los aleros longitudinales y transversales, el caballete o cumbrera, entre otros que mal concebidos o inadecuadamente contruidos hacen vulnerable toda la cubierta.

Para forrar o cobijar una cubierta de guano se puede utilizar las hojas de la palma cana como de la palma real. El guano o pencas son amarrados o clavados a las correas, alfajías o cujes, como se conoce usualmente de la estructura soporte; se conforma una cobija tupida y de espesor uniforme y se remata en el caballete o cumbrera con piezas metálicas, preferiblemente, aunque también se emplea la propia yagua de la palma. Su peso será de 10 kg/m². Se recomienda el uso de pendiente entre 70 y 100 %, con equivalencia de 35 a 45°.

Las tejas criollas o árabes se fijan con mortero y se colocan, preferentemente, sobre entablados, su monta o solape será de 8 a 10 cm; se recomiendan inclinaciones entre 46 y 100 %, con equivalencia de 25 a 45°. Cada metro cuadrado se cubre con unas 22 a 30 tejas. El peso por metro cuadrado es 40 a 60 kg.

Las tejas francesas se pueden fijar a la estructura soporte, para lo cual se deberá prever un orificio para este fin y colocarlas sobre entablados o sobre correas (salto de rata); su colocación sin fijación con pendientes de menos de 30° las hace vulnerables a la acción de fuertes vientos. Su montaje es forzado, atendiendo a la forma de encaje que

fija además su monta o solape. Las pendientes recomendadas son las mismas que las de la teja criolla. Cada metro cuadrado se cubre con unas 15 piezas. Su peso por metro cuadrado es de 50 kg.

Los canalones de asbesto cemento son piezas autosoportantes con dos longitudes básicas 7 y 3.50 m con un ancho único de 0.99 m. Los aleros o voladizos permitidos son: 25 cm mínimo y 1,50 m como máximo. Estas piezas se apoyan, directamente, sobre los cerramientos; estos se preparan para que el apoyo sea sobre una superficie plana y no sobre un canto vivo. La fijación de estas piezas incluye tres elementos: ganchos de fijación, fijadores de alas y tirantes. En los canalones de 7 m se colocan grapas dobles en cada una de las dos ondas inferiores y llevarán 4 fijadores de alas con 4 tirantes en las alas superiores extremas; los de 3.5 m llevan grapas simples en cada una de las dos ondas inferiores, 3 fijadores de alas con 3 tirantes en las alas superiores extremas. Cada grapa se complementa para la fijación con arandela de goma, arandela metálica abombada y tuerca.

Existen dos tipos de láminas acanaladas de asbesto cemento, una de 1,83 m de largo por 1,013 m de ancho y otra de 1,75 m de largo por 1,13 m de ancho. El peso por metro cuadrado es de 15 kg. El solape o monta en estas cubiertas son de 20 cm para pendientes de 20 % y 15 cm, para inclinaciones mayores o iguales a 30 %.

El montaje recomendado, es por el método de matajuntas y la fijación se realiza mediante grapas, y los complementos antes descritos de arandelas y tuerca, las cuales siempre se colocarán sobre las crestas de las tejas, se perfora empleando taladro, nunca con clavos o similar, barrenando de abajo hacia arriba.

Se emplean tres puntos de anclaje por cada teja y dos en las medias tejas. No se recomiendan aleros mayores de 35 cm en estas cubiertas. Se debe prestar atención a una correcta y efectiva fijación del caballete. Las láminas acanaladas de asbesto cemento son consideradas por muchos las cubiertas más vulnerables ante la presencia de tornados y huracanes, también se ha podido comprobar que muchos de los desastres observados en estas cubiertas en los últimos eventos climatológicos se han debido en un porcentaje alto a malos diseños y, sobre todo, a un deficiente montaje y fijación, entre otras causas.

Las cubiertas metálicas, tanto onduladas como grecadas han tenido un in-

cremento en su uso en los últimos años, y se han perfeccionado como sistema de cubierta. Las de producción nacional presentan una longitud mínima de 2 m y un largo estándar de 3, 80 m, así como un ancho útil de 1,026 m. Se montan sobre piezas metálicas conocidas por *purlins*, con una longitud estándar de 9,20 m. Para la fijación presenta dos tipos de tornillos autotaladrantes, uno para fijar las tejas al *purlin* y otro de menor tamaño para la fijación teja-teja y teja-caballete. Dispone, además, de caballete metálico de 2,375 m de longitud. La pendiente mínima será de 10 % y los aleros no excederán los 30 cm. El solape será de 1,5 ondas.

Las tejas de microhormigón constituyen la solución más coherente con el Desarrollo Local y específicamente con la producción local de materiales de la construcción. Tanto la teja TEVI como TECOSAL se pueden producir en pequeños talleres, empleando solo cemento, árido y agua, con una tecnología sencilla, pero garantizando una alta disciplina tecnológica y un elevado rigor en las producciones, si se quieren obtener las producciones de excelencia que demandan estas soluciones. Lamentablemente, lo anterior es la excepción y no la regla general en la práctica productiva en la década de los 90, donde esta solución alcanzó un amplio desarrollo y aplicación. En la actualidad se retoma esta solución de importancia estratégica para los municipios cubanos.

La teja TEVI tiene un largo de 50 cm, 25 cm de ancho, y 8 y 10 mm de espesor; su monta o solape es de unos 6 cm; las piezas pesan entre 2,5 a 3 kg (unos 31 a 38 kg/m²) y se fijan a la estructura soporte a partir de un gancho de alambre empotrado en la parte posterior de la teja. También incluye una teja caballete.

La teja TECOSAL tiene un largo de 55 cm y un ancho variable entre 28 y 35 cm, y 15 mm de espesor; su monta o solape es de unos 6 cm, las piezas pesan unos 6 kg, equivalente a 39 kg/m². Se fija a la estructura soporte mediante ganchos de alambres empotrados en la teja. Este sistema tiene, además, una teja de borde y teja caballete.

Ambas tejas se pueden emplear con inclinaciones entre 25 a 45° (46 a 100 %).

IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS EJECUTADAS EN EL LUGAR Y PREFABRICADAS

La cubierta o quinta fachada como también se le ha llamado, aparece normalmente dentro de los elementos de la vivienda que con mayores lesiones se presenta durante su vida útil; la más destructiva, la filtración de agua al interior del inmueble (Fig. 38), la cual se achaca, en ocasiones, a un incorrecto diseño, otras a la mala calidad de los materiales, mala ejecución, incorrecta explotación, falta de mantenimiento o término de su vida útil, y quizás en todo exista un poco de razón, pero lo cierto es que estas filtraciones sirven de catalizadores o aceleradores del resto de los procesos patológicos que se desencadenan en la edificación como manchas, reblandecimiento de materiales, corrosión del acero, que puede llegar hasta la falla del elemento estructural, afectaciones a la salud y molestias a los usuarios.

Por esta razón los objetivos fundamentales de estas clases son los de centrar la atención en cómo poder impermeabilizar la cubierta de la vivienda, teniendo en cuenta los procedimientos adecuados, y cómo conservarla con una adecuada explotación que permita prolongar su vida útil y el confort de los usuarios dentro de los espacios que estas cubren.

Cubiertas

Es el elemento o conjunto de elementos que constituyen el plano superior de una edificación, y que está destinada a proteger y aislar el espacio interno del exterior (intemperismo), o sea, de la lluvia, de los rayos solares, del viento y de cualquier otro agente físico externo.

La cubierta puede tener diferentes formas de acuerdo con las funciones para las que se diseña, por lo que debe ser provista de un sistema de drenaje e impermeabilización adecuado.

Existen varias formas de evacuar el agua en las cubiertas, la más sencilla y económica es en la que se evacua el agua mediante caída libre por medio de aleros, porque no hay posibilidades de obstrucciones y, por tanto, de que se acumule el agua sobre estas, además de contar con la menor cantidad de elementos al no requerir de muros perimetrales ni tuberías para el desagüe.

El sistema de impermeabilización es aquel que se aplica o coloca a determinada superficie o elemento de una edificación, para prevenir el paso del agua o humedad o para lograr la estanqueidad del agua y el vapor.

Sistemas de impermeabilización

Dentro de los sistemas se encuentran los *integrales*, que son aquellos en los que el efecto de impermeabilización se logra con el propio material del techo, como ocurre con las losas de hormigón con aditivos para estos fines, aunque es válido reconocer que si en las cubiertas de hormigón armado se tiene en cuenta un estricto control de calidad, o sea, que se diseñe y ejecute teniendo en cuenta una dosificación por resistencia y durabilidad con pendientes mayores a 3 %, cumplimentando la tecnología del hormigonado, es decir, correcta colocación, compactación, fratasado y curado, el hormigón por sí solo ha resultado en muchos casos una buena solución.

Un sistema probado en las condiciones de Cuba es el *enrajonado y soldadura*, de gran tradición y uso. Otros sistemas se pueden observar en el gráfico 3, además de las muy conocidas pencas de guano utilizadas en las viviendas rurales.

Para las viviendas ejecutadas por medios propios, los materiales con mayores posibilidades de uso se encuentran dentro de los sistemas colocados, el *enrajonado*, la *soldadura* y las *mantas asfálticas*, y dentro de los aplicados cuyas membranas se confeccionan en el lugar, el sistema impermeable cementoso *D-10*, y los *impermeabilizantes líquidos*, los que se tratarán, tanto para su nueva construcción, como en el mantenimiento o las reparaciones.

Todos estos productos impermeables para conformar un sistema de impermeabilización, es necesario complementarlos con accesorios y otros materiales, entre los que se encuentran: gorros protectores o rejillas para desagües, abrazaderas, vierteaguas, así como materiales selladores para juntas en los puntos singulares como:

1. Imprimantes: base resina o asfálticos como el Impremul e Impresol.
2. Masillas selladoras: base resina o asfálticas como el Asfaltile y Juntimper.
3. Morteros de albañilería, base resina o cementosos.

Ejecución de la impermeabilización

Para cualquier sistema que se vaya a utilizar en cubierta nueva, reparación o como reimpermeabilización, es necesario tener en cuenta procedimientos generales en cuanto a protección e higiene del trabajo, que brinden seguridad al operario, así como la preparación y limpieza del elemento que recibirá el revestimiento o terminación y que serán indicadas en el proyecto.

La preparación es muy importante para garantizar la adherencia, tanto mecánica como química, la cual es la que definitivamente permite, entre otros, el adecuado funcionamiento del revestimiento y su durabilidad. El sustrato sobre el cual se coloca el impermeable, debe ser uniforme, sin oquedades ni protuberancias, no puede ser degradable ni deformable y debe estar limpio, o sea, libre de polvo, musgo, aceites, pinturas degradadas, desencofrantes, eflorescencias, materiales sueltos o cualquier producto de incrustación que dificulte la adherencia del impermeabilizante.

Si las losas de cubierta son prefabricadas todas las juntas deben estar selladas de acuerdo con el sistema impermeable que se va a utilizar, en dependencia de si es un producto asfáltico o no, además, toda construcción sobre el elemento estructural debe estar concluida y los puntos singulares preparados de acuerdo con lo enunciado en el proyecto.

Los puntos singulares son las partes constituyentes de la cubierta, que requieren especial atención durante el diseño, la ejecución y la explotación para la adecuada conservación de la cubierta, por su manifiesta vulnerabilidad al defecto o deterioro y a la penetración de agua. Entre estos se encuentran: los puntos de desagües como, aleros, gárgolas, canales y bajantes pluviales; las juntas entre los diferentes elementos, como pretil-pretil, losa-pretil, muros partidores-losa, juntas de expansión estructural o de la soldadura en el sistema, enrajonado y soldadura en particular, bases para equipos, tanques de agua o instalaciones, muros salientes de la cubierta o vigas, tuberías pasantes sanitarias o hidráulicas, entre otros.

Si el sustrato presenta grietas, se deben reparar teniendo en cuenta el sistema con el que se va a impermeabilizar.

Si el sustrato es muy liso y se van a colocar impermeabilizantes aplicados líquidos, se recomienda realizar un tratamiento mecánico mediante pica-

do o cepillado, para obtener una mejor adherencia mecánica, así como colocar un imprimante del producto diluido para lograr la adherencia mecánica y química además de la compatibilidad con el sustrato del nuevo producto.

Tampoco se deben presentar cantos vivos en el sustrato, en caso de tenerlos, se deben dejar romos o crear ochavas antes de ser impermeabilizados, sobre todo cuando van a recibir una manta asfáltica.

En cubiertas que tengan irregularidades en su superficie, se aplicará un mortero de nivelación 1:8 cemento y tercio (1 parte de hidrato de cal y 3 de arena) de 20 mm de espesor.

Se deben verificar las pendientes como mínimo de 3 % para obras nuevas, y en reparaciones donde el soporte estructural lo permita.

Enrajonado y soldadura

Se define como enrajonado y soldadura, al sistema de impermeabilización de cubiertas a partir de losas de cerámica roja encargadas de la resistencia superficial y terminación de la cubierta, asentadas con mortero sobre un conformador de pendiente llamado enrajonado.

Este sistema tiene una larga tradición de uso en las azoteas planas horizontales cubanas y ha demostrado por más de siglo y medio de utilización, que cuando este trabajo se realiza con las especificaciones de calidad en materiales y mano de obra de acuerdo con un buen diseño, el resultado obtenido es altamente satisfactorio, y se garantiza que dura más de 25 años con trabajos mínimos de mantenimiento (Fig. 39).

Partes componentes y funcionamiento

Enrajonado. Conformador de pendiente que, además, cumple otras funciones como aislante térmico, acústico e hidroacumulador. Se encuentra formado por: cemento, hidrato de cal y material calizo, en una proporción volumétrica por partes de 1: 1: 25 (C: hidrato de cal: material calizo), Este se coloca, una vez mezclados y homogeneizados sus componentes en estado seco, entre las maestras mediante la técnica de atesar, o sea, nivelar, humedecer, compactar y curar. El material calizo se debe encontrar libre de materia orgánica, con menos de 10 % de arcilla y no más de 30 % de partículas entre 50 y 70 mm.

Losas de cerámica roja. Revestimiento formado por las losas conocidas

como losas de azotea o rasillas, asentadas con mortero a baño flotante; el mortero estará formado por cemento y tercio con una dosificación 1:10. El tercio a su vez estará formado por hidrato de cal y arena en proporción 1:3. Las losas se deben colocar con una disposición geométrica a diente de perro, logrando interceptar las juntas en ambas direcciones, las juntas entre estas son de 10 mm de ancho.

Juntas del sistema

La soldadura expuesta a los rayos del sol sufre aumentos de volumen por efecto del calor, y también los efectos de la retracción durante la noche y en los días fríos o de lluvia; ambos movimientos tienden a producir fisuras y agrietamientos en las juntas entre las losas y aun en las propias losas, abofamientos en la soldadura o provocar movimientos del pretil.

Para evitar estos resultados negativos, es necesario diseñar la soldadura con suficientes condiciones de elasticidad que le permitan tomar estas deformaciones sin sufrir ni provocar daños. Para eso se diseñan las juntas, adecuadamente, entre las losas cerámicas, se realizan juntas de expansión de la soldadura, juntas con muros partidores y juntas contra los pretiles como las principales que debe tener una vivienda.

Lesiones más frecuentes del sistema

Estas son: erosión de las losas cerámicas, rajaduras y grietas, pérdida del mortero de la junta, desprendimiento de las losas del enrajonado, crecimiento vegetal, abofamientos en la soldadura, deterioro del enrajonado, obstrucción de tragantes, suciedad en la cubierta, y manchas.

Cada una de estas lesiones se elimina de la misma forma que se realiza la nueva construcción, pero de no contar con materiales para sustituirlas o haber fallado el sistema por el deterioro generalizado del enrajonado o de la soldadura, se puede acudir a la reimpermeabilización de la cubierta, es decir, colocar otro sistema impermeable sobre este. En este caso es necesario respetar el nuevo sistema que va a colocar, de modo que sea compatible con el anterior. Por ejemplo, al colocar una manta asfáltica, esta rompe la forma de trabajo del sistema anterior por ser totalmente impermeable, es decir, antitranspirable, por lo que el enrajonado y la soldadura se deben

encontrar totalmente secos, ya que el vapor de agua además de impedir la adherencia al nuevo material, va formando bolsones que van despegando la manta y terminan debido a las presiones que ejercen, por deteriorar el sistema prematuramente.

La reimpermeabilización, si se realiza con materiales pesados, debe ser aprobada por un especialista con el fin de determinar si los elementos de la estructura son capaces de soportar esta carga adicional.

Cada sistema tiene sus requerimientos particulares para poder cumplir adecuadamente su función, en el caso del enrajonado y soldadura es compatibilizar la rigidez del sistema (sistema pétreo) con la flexibilidad o movimientos de la edificación y los propios componentes del sistema, por medio de las juntas. En el caso de los sistemas aplicados como los cementosos, en este caso el D-10 y los impermeabilizantes líquidos, tienen exigencias muy fuertes que cumplimentar en cuanto a la preparación de la superficie, ya que esta tiene dos funciones muy importantes: crear condiciones para recibir el impermeable (totalmente limpia) y favorecer la adherencia del material que se debe aplicar con la superficie del sustrato.

Sistema de impermeabilización D-10

Es un revestimiento impermeable hidráulico bicomponente, formado por D-10, un producto en polvo base cemento y Látex plus, una resina. Cuando se mezclan ambos componentes y se aplica sobre una superficie, sella los poros formando un recubrimiento impermeable.

Impermeabilizante cementoso D-10

Es un impermeabilizante superficial compuesto de cemento Portland, agregados seleccionados y aditivos.

Resina (Látex plus)

Es un aditivo químico compuesto por acrílicos y modificadores químicos que, mezclado con el impermeabilizante D-10, le aporta al producto final mayor laborabilidad, adherencia y resistencia a la abrasión, reduce la permeabilidad al agua y mejora el curado, disminuyendo la fisuración por retracción.

Para colocar el D-10 se debe encontrar preparado el sustrato, lo que equivale a decir que estará totalmente

limpio, con los puntos singulares preparados, plana la superficie y húmeda.

Tratamiento de los puntos singulares

Para sellar, adecuadamente, los puntos singulares se utilizan las masillas asfálticas, las que necesitan de la aplicación de un imprimante antes de su colocación. En los encuentros entre paramentos verticales y elementos horizontales, se aplica el imprimante aproximadamente a 40 mm, tanto en la horizontal como en la vertical, cuando seque al tacto se aplica masilla asfáltica (Asfaltile o Juntimper), presionándola contra el ángulo y se revisita con un mortero de cemento: arena en relación 1:3, en forma de ochava o cuarto de circunferencia, que se aplica hasta una altura de 50 mm y sobre este se coloca una membrana de refuerzo del mortero D-10.

En losas prefabricadas se limpia toda la junta por medios mecánicos, hasta una profundidad que permita su tratamiento, se aplica un cordón de mortero 1:3 y se deja endurecer durante 24 h; más tarde se aplica una imprimación de Impremul o Imprisol a ambos lados, sobre las caras interiores de la losa, se coloca un cordón de masilla asfáltica (≥ 25 mm) y, posteriormente, otra capa de mortero hasta la altura de las losas.

En cubiertas con caída libre por medio de aleros, se coloca en todo el borde perimetral una rasilla cerámica, en el resto de la cubierta un mortero de terminación que empareje ese desnivel, y a continuación se aplica el impermeabilizante cementoso D-10. Si en la cubierta existe alguna tubería pasante, se realiza una ochava entre el tubo y la losa, a continuación se revisita con el impermeable D-10, y sobre este y bordeando la tubería se coloca una camiseta metálica que se rellena con masilla asfáltica, la cual debe ser protegida de la radiación solar, mediante arena, grava, mortero u otro similar.

Proceso de ejecución.

Mezclado del impermeabilizante

En un recipiente se mezcla la resina Látex plus con agua, en proporción de 1:4 o 1:5 hasta su homogenización. A continuación se vierte sobre la mezcla líquida anterior el impermeabilizante cementoso D-10 en polvo, en relación aproximada de 3 veces el volumen de la mezcla líquida y se bate con una

mezcladora eléctrica de bajas revoluciones o manualmente, hasta obtener una consistencia plástica deseada (si no gotea cuando se introduce y saca de su interior una escoba o brocha).

La laborabilidad del producto es de 45 min, aproximadamente, en dependencia de las condiciones ambientales.

Aplicación y curado

Antes de iniciarse la aplicación, es necesario saturar de agua la superficie sin que quede agua libre o empozada.

Como se muestra en la figura 40, el impermeabilizante se aplica uniformemente con brocha o escoba, en dos capas transversales una con respecto a la otra, con lo que se logra un espesor total de unos 3 mm y un rendimiento promedio de 2 kg/m². Antes de aplicar la segunda capa siempre se debe humedecer la superficie. Una vez aplicada la primera capa, se debe curar, comenzando 2 h después de terminada. Es importante evitar la acumulación de producto, ya que esto puede provocar el agrietamiento del este. El curado final debe ser al menos de 72 h.

Si se detiene el trabajo sin haber concluido la cubierta, es necesario solapar al menos en 10 cm el material de la nueva aplicación con el anteriormente aplicado.

Lesiones más comunes

Fisuración de la superficie del impermeable, debido al espesor del material por encima del especificado. Efectos mecánicos como movimientos estructurales, caída de pesos sobre el impermeable que provocan su agrietamiento o rotura. Humedad por rotura de tuberías u obstrucciones de tragantes, provocan el reblandecimiento del material; la humedad combinada con sombra y suciedad provoca el crecimiento vegetal, moho, hongos y manchas, entre otros. El tránsito sobre el material, provoca su erosión.

Impermeabilizantes poliméricos líquidos (mal llamados pinturas impermeables)

Estos sistemas están constituidos por láminas aplicadas en el lugar y constan, fundamentalmente, de los elementos siguientes:

1. *Membrana.* Es la encargada de garantizar la estanqueidad de la cubierta mediante un sistema de capas aplicadas en el lugar, cuya

base impermeabilizante es de resinas sintéticas en emulsión acuosa o solvente, que una vez secas forman una película flexible impermeable y adherida al soporte, en sistema bicapa o multicapa de acuerdo con las características del caso.

2. *Armadura.* Evita las fisuras de la capa impermeable, la cual puede ser una malla de fibra de vidrio de poliéster o la combinación de ambas, de al menos 50 g/m² de peso.
3. *Capa de protección.* Protege la membrana de los efectos mecánicos debido a la función de la cubierta o de la radiación solar si es necesario. La capa de protección puede ser ligera o pesada, la primera es a base de pintura y arena sílice, y la pesada mediante losas o mortero.
4. *Puntos singulares.* La unión entre el soporte con cualquier elemento vertical se sella con una masilla impermeable compatible con el sistema, de la misma manera que el sistema anterior. El bajante pluvial se remata por un plato o cazoleta que se ajusta a la forma del desagüe. El plato se asienta sobre el impermeabilizante fresco y una vez asentado se coloca la membrana de refuerzo correspondiente al sistema empleado, para después aplicar otra capa del impermeabilizante. Cuando la cubierta esté conformada con losas prefabricadas, las juntas entre ellas y sus apoyos son tratados con masillas impermeables al igual que las tuberías pasantes, semejantes a los otros sistemas.

Aplicación del impermeabilizante

Se realiza de forma manual o mecánica de acuerdo con las proporciones o dosificaciones indicadas por el fabricante (Fig. 41). Se hace una limpieza a fondo de la superficie y se reparan las grietas, si existen, abriéndolas en forma de V para restaurarlas con masilla de naturaleza similar al impermeable líquido, el cual se puede mezclar con arena en proporción 1:1 o utilizar mortero 1:3, cemento-arena; una vez seco se aplica el imprimante.

Imprimante

Por lo general, es el mismo producto diluido en el porcentaje indicado por el fabricante. Tiene la función de compatibilizar las superficies que se van a unir, participando de la adherencia mecánica y química, sobre

todo en sustratos pulidos, además de contribuir como fijador de algunas partículas superficiales degradadas.

El producto se coloca, uniformemente, sobre la superficie que se va a impermeabilizar y antes de su secado se pone la membrana de refuerzo correspondiente al sistema en los puntos singulares, en las grietas o en toda el área, según los requerimientos del proyecto y el fabricante. Cuando haya secado la primera capa de acuerdo con el tiempo de curado especificado por el fabricante, se procede a aplicar la segunda capa en forma transversal a la primera y se recomienda utilizar un color diferente a la anterior, para asegurar que la impermeabilización se ha ejecutado correctamente. Se puede aplicar una tercera capa, según indicaciones de algunos fabricantes, que puede incluir o no membrana de refuerzo. Otra razón pudiera ser falta de micraje (espesor) mínimo, recomendado por el fabricante en algunas de las capas anteriores.

En caso de rehabilitación o reparación de cubiertas se tendrá en cuenta la compatibilidad del sistema existente con el nuevo que se a aplicar y se cumplen las recomendaciones y especificaciones que ofrezca el fabricante para los distintos tipos de sistemas de impermeabilización.

Lesiones más comunes

Se pueden presentar burbujas y ampollamiento, debido a colocación de capas gruesas, temperatura muy alta en el momento del secado, presencia de agua en la capa anterior al no respetar los tiempos de secado entre capas y entre estas y el sustrato, incompatibilidad química entre materiales o agresividad del medio. Arrugamiento de la armadura debido a la incorrecta colocación o estiramiento y pegado. Entizado, por la poca resistencia al medio del impermeable. Erosión o desgaste de la película, a causa del entizado excesivo y acción abrasiva de partículas. Descascaramiento, exfoliación o escamamiento, precedidos, generalmente, de agrietamiento por pérdida de adherencia debido a la incorrecta preparación del sustrato y la agresividad del medioambiente Otra fuente de deterioro son los trabajos que se realizan sobre los impermeables sin la protección de estos. Una preparación correcta de la superficie es el requerimiento más importante para obtener la máxima economía y durabilidad en estos sistemas.

Sistema impermeable a base de mantas asfálticas

La membrana impermeabilizante se forma solapando entre sí, transversal y longitudinalmente, los rollos extendidos de láminas asfálticas prefabricadas, cubriendo la superficie de la cubierta. Esta membrana puede estar constituida por una sola lámina, o por dos o más láminas. Estas se colocan sobre la cubierta de diferentes formas, la adherida es mediante calor o llama la más común.

Elementos componentes

Membrana impermeabilizante. Tiene como función principal garantizar la estanquidad de la cubierta, está constituida por un producto prefabricado laminar, cuya base impermeabilizante es del tipo asfáltico modificado o no, en sistema monocapa o bicapa, de acuerdo con las características del caso.

Capa auxiliar o separadora. Se intercala entre elementos del sistema de impermeabilización y puede cumplir diferentes funciones: antiadherente, antipunzonante, drenante, filtrante, ignífuga o separadora, según se necesite por incompatibilidades entre materiales en contacto.

Capa de protección. Puede ser parte integrante de la membrana o no, y tiene como funciones principales proteger la membrana impermeabilizante de los rayos ultravioletas del sol y de la acción mecánica por el uso de la cubierta.

Puntos singulares. Coinciden, en todos los sistemas, con pequeñas particularidades propias de cada material, los más importante son la preparación de la cubierta para recibir y rematar el impermeable. En el caso de las mantas asfálticas, es fundamental la preparación de pretilos y bases de tanques conformados con la regala o deprimido que sirve para rematar las mantas, al igual que la conformación de ochavas y bordes romos, para evitar el giro de 90° que provoca la rotura de estas. Muchas veces esto se pasa por alto y el remate es inadecuado, por lo que falla la impermeabilización con frecuencia en estas zonas. Otro punto importante son los desagües como el bajante pluvial, donde se debe colocar el plato (de plomo, plástico o confeccionado con la propia manta) para rematar la junta entre este y el sistema impermeable. El borde de los aleros es otro punto de importante control y que, por la falta de vierteaguas se acude a soluciones poco efectivas en las que se le-

vanta por la acción del viento la manta en esta zona, requiriendo una inspección y mantenimiento periódico.

Una vez realizada la limpieza y reparados los puntos singulares, la cubierta se encuentra lista para recibir el impermeabilizante, por lo que se comienza con la imprimación cuando la cubierta esté completamente seca. La capa de imprimación debe estar constituida por materiales compatibles con el sistema impermeable y puede aplicarse con brocha, cepillo, rodillo u otros, en todas las zonas en que la membrana vaya adherida y en las zonas de remate o puntos singulares. En este caso se utilizan imprimantes base asfálticos.

No se debe aplicar la imprimación cuando esté lloviendo ni cuando se prevea que tal fenómeno vaya a producirse antes de su total secado. Si se produce, cuando el sustrato no esté totalmente seco, se hace una nueva imprimación. Si después de 7 días de aplicada la imprimación no se ha producido la colocación del resto del sistema de impermeabilización, es necesario volver a imprimir la superficie, para lograr la adherencia deseada.

Colocación de manta

Se extiende la primera lámina sobre la superficie, partiendo del punto más bajo de la pendiente, o sea, desagüe pluvial, gárgola o alero, según la solución de drenaje prevista; la colocación de las láminas se debe hacer de modo que ningún solape transversal entre láminas de cada hilera resulte alineado con ninguna de las dos hileras contiguas, además, las juntas no deben coincidir tanto en el sentido longitudinal como en el transversal de la capa (Fig. 42). La colocación normal es perpendicular a la máxima pendiente de la cubierta, cuando sea mayor de 10 % se puede colocar en dirección paralela a esta.

Lesiones más frecuentes

Formación de ampollas o bolsones por exceso de calor en la aplicación o colocación de la manta con el sustrato húmedo. Ausencia de ochavas o aristas vivas, provocan la rotura de la manta, por su doblez a 90°. Adherencia insuficiente, cuando la aplicación de calor carece de uniformidad o incluso no llega a derretirse el polietileno antiadherente. Pérdida de gránulos minerales por el tránsito sobre el material o fuertes vientos. Oxidación del

asfalto por la pérdida de la capa de protección. Rotura de la membrana por impactos mecánicos, punzonamiento de gravas sin capas separadoras, o perforar ampollas por el tránsito o anclaje de equipos. Degradación de la manta al realizar trabajos sobre esta.

REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (HIDRÁULICAS) Y DE EVACUACIÓN DE RESIDUALES LÍQUIDOS (SANITARIAS). TRAZADO Y EJECUCIÓN EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA, TENIENDO EN CUENTA SU CONSERVACIÓN

Las redes forman parte de los sistemas que comunican a la vivienda con los sistemas a nivel de ciudad, de los cuales se provee información, energía, agua potable y hacia dónde se evacuan los residuales líquidos, entre otros, proporcionando a los usuarios el confort necesario para las actividades que en estas se realizan. De esta forma y siguiendo el recorrido del agua, se comenzará por la red hidráulica o sistema de abastecimiento.

Sistema de abastecimiento de agua potable a la edificación

La red de abastecimiento de agua es aquella que se encarga de llevar a la vivienda el agua necesaria para utilizarla en las actividades domésticas, teniendo en cuenta tres requisitos fundamentales: calidad (potabilidad), caudal (cantidad que se debe utilizar en cada grifo), y presión requerida de acuerdo con la actividad que se va a realizar. Esta puede estar formada por un sistema directo que es cuando la energía del acueducto es suficiente para llevar el agua hasta los diferentes grifos de la vivienda, o por un sistema indirecto.

El sistema indirecto es el más utilizado en el país porque el acueducto no consigue bombear con la energía necesaria para abastecer a los grifos ubicados en pisos altos o porque el bombeo no se realiza de forma continua y es necesaria la reserva para esos intervalos.

Sistema indirecto.

Elementos que lo componen

El punto de conexión entre el sistema del acueducto y la vivienda se conoce como acometida, esta línea pasa a un registro donde se encuentran de forma protegida, la válvula de paso, la unión universal y el metro contador, si es una vivienda unifamiliar, continúa hacia la cisterna donde termina en la válvula de flotador que controla la entrada de agua. Desde la cisterna, el agua es bombeada mediante una electrobomba centrífuga hacia un tanque colocado, generalmente, sobre la cubierta, desde donde por gravedad se abastecen por la red de distribución todos los muebles sanitarios mediante una columna descendente. El depósito se debe encontrar entre 1 y 1.5 m de altura sobre la ducha del último nivel, para garantizar el uso simultáneo de esta con otro mueble sanitario (Fig. 43).

Materiales

La red hidráulica puede ser confeccionada con materiales como acero galvanizado y policloruro de vinilo (PVC), este tiene mayores posibilidades de uso por su mayor presencia en el mercado, aunque en las viviendas, a los efectos de una reparación se pueden encontrar otros materiales. En el caso de los materiales plásticos entre los que se encuentra el PVC, no se deben colocar expuestos a la radiación solar, de hacerlo, deben ser protegidos mediante pinturas u otros medios. Al atravesar las tuberías de un piso a otro, deben hacerlo encamisados para facilitar su mantenimiento debido a corrosión u obstrucciones provocadas por la dureza del agua o suciedades.

La red está formada por un sistema entre los que se encuentran las tuberías, accesorios (te, codos, reducidos, uniones, adaptadores, transiciones y válvulas, entre otros), selladores para las uniones (cintas para juntas rosca y cemento solvente para juntas soldadas), soportería y herramientas para la instalación.

Se deben comprar sistemas de tuberías y no componentes aislados, de modo que todos hayan sido elaborados con la misma norma de fabricación, lo que se traduce en que para el mismo material y un diámetro nominal sea el mismo diámetro interior y exterior; todas las conexiones utilizan el mismo tipo de unión, y están diseñadas para la misma presión de trabajo, es el herramental adecuado que

se debe utilizar para toda la red. Esto permite lograr uniones efectivas, evitando los defectos que se provocan, al no ser compatibles dimensionalmente materiales del mismo tipo producidos con diferentes normas de fabricación.

Ejecución de la red

Replanteo de la red hidráulica

Se deben encontrar, totalmente, levantadas las paredes húmedas (por donde viajan redes que conducen agua), si son de ladrillos; en caso de que sean bloques, el replanteo de las tuberías se realiza en el momento que se vaya a colocar la primera hilada de las paredes, para hacer coincidir, en la vertical, algún hueco de los bloques en el lugar donde deba ascender o descender una tubería.

Para iniciar el replanteo, se corre el nivel del piso terminado sobre las paredes donde quiera que se ubique un mueble sanitario, a partir de este se mide la altura de las ranuras que se van a abrir sobre el ladrillo, si este es el caso y se marcan con un creyón utilizando la regla. Este procedimiento se sigue cuando el abasto se realiza directamente desde la acometida y la línea principal de la red se coloca, horizontalmente, sobre la losa en entrepiso o sobre el material de relleno en planta baja.

Si la red proviene del tanque elevado (sistema indirecto), la columna puede descender hasta el nivel del relleno igual que en el caso anterior, donde se coloca la línea principal y esta deriva hacia los lugares donde se encuentran los muebles sanitarios y ascender por las paredes; otra variante puede ser la

de descender la columna hasta un nivel en la pared, derivando en sentido horizontal la línea principal y desde aquí bajar o subir al nivel de las salidas para los muebles sanitarios, según los valores recomendados en la tabla 3. Según la NC-176- 2002, esta variante es la más económica en el caso del sistema indirecto. Después se procede al repicado de las ranuras, una vez se haya verificado que el replanteo coincide con lo fijado en el proyecto.

Elaboración de la red

La red se replantea en seco por cualquier diferencia que haya ocurrido con el proyecto, durante la ejecución de la vivienda, presentando las te en el centro de la toma de agua de cada servicio. Se mide de centro a centro de cada te y se preparan los tramos de tuberías, se cortan al tamaño necesario con el cortatubo o segueta de acuerdo con el material. Al tramo de tubería cortado se le hace rosca por ambos extremos (niple), utilizando para eso la terraja apropiada para metal o plástico, si la unión es de este tipo.

Se coloca la te a cada tramo de tubería correspondiente en uno de los extremos, después se mide la altura de los tubos que van en la pared en sentido vertical, se les realizan, igualmente, las roscas por ambos extremos y se colocan los codos correspondientes, se aprietan los tubos en las te con la llave picoloro, se ubican dentro de las ranuras y se fijan para inmovilizarlos.

Es importante controlar la cantidad de hilos de la rosca (no menos de 7) y la profundidad de estas de acuerdo con el material, porque la rosca con terraja metálica tiene los hilos más profun-

Tabla 3.

Mueble sanitario	Altura desde el NPT	Desplazamiento	
		Izquierda	Derecha
Lavado	550 mm	55 mm	55 mm
Inodoro de tanque bajo	220 mm	130 mm	-
Inodoro de válvula (Flush)	550 mm	-	120 mm
Ducha toma de regadera	1 950 mm	-	-
Ducha llave o mezcladora	1 100 mm	75 mm	75 mm
Bañadera toma de regadera	1 950 mm	-	-
Bañadera toma de mezcladora	660 mm	75 mm	75 mm
Bidé	220 mm	75 mm	75 mm
Fregadero domestico con llave o mezcladora, salida de pared	1 200 mm	75 mm	75 mm
Lavadero	1 200 mm	-	-
Vertedero	700 mm	-	-

dos y si esta herramienta se utiliza en materiales poliméricos con cédula o Schedule 40, la tubería queda debilitada, por lo cual no se recomienda.

El tamaño de la rosca se debe corresponder con el accesorio que se va a colocar, de forma que esta quede completamente cubierta; para el sellado correcto se debe utilizar el albayalde, teflón, hilo grafitado o cualquier material similar. Si la rosca supera la longitud adecuada en tuberías de acero galvanizado, se debe proteger con una pintura anticorrosiva, porque el tubo queda vulnerable al perder el galvanizado que lo protegía frente a la corrosión. En el caso del Polivinilo de Cloruro (PVC) rígido sanitario, se debe utilizar solamente teflón o un similar, estos materiales se colocan en el mismo sentido que se enrosca el accesorio.

Si el material es PVC y las uniones son mediante cemento solvente, entonces se realiza el trabajo, verificando la fecha de vencimiento y el estado del producto. Se realiza el corte a escuadra con una cortadora para plásticos, se eliminan las rebabas con una lima u otra herramienta y se realiza, además, un biselado entre 10° y 15°, se procede a la limpieza y secado de la tubería y la conexión (se puede raspar con una lija fina para eliminar el pulido), se coloca el primero y el cemento solvente cuando el primero aún se encuentra húmedo, se ensamblan rápidamente las partes que se van a unir haciendo un leve giro, y no se realizan las pruebas hidráulicas hasta que no termine el curado, el cual es de 15 min aproximadamente, en tuberías de pequeño diámetro hasta 1 1/4”, después de confeccionada la unión.

Una vez confeccionada la red y curadas las juntas en el caso de los sistemas unidos por cemento solvente o pegamento, se procede a realizar la prueba hidráulica con el fin de detectar y reparar posibles salideros. Después se procede al tapado de la tubería con un mortero de cemento: arena en proporción 1:3, tanto en las ranuras como en la línea principal sobre la losa o relleno, una vez humedecida el área, para proteger la tubería del ambiente de la construcción.

Red de evacuación

Formada por el conjunto de tuberías y accesorios encargados de canalizar las aguas servidas y pluviales de la vivienda hacia los sistemas exteriores, incluye los elementos necesarios para

proteger al inmueble de malos olores e insectos y proporcionar la ventilación sanitaria, para mantener la presión atmosférica dentro de la red, evitando la pérdida del sello hidráulico y facilitando la evacuación. Esta red parte del principio de utilizar la gravedad para la conducción de esas aguas, por lo que debe mantener una pendiente adecuada al lugar de ubicación (entre 1 y 1,5 % en plantas altas y hasta 2 % en planta baja), además de utilizar el sistema separativo, es decir, independencia entre la red fecal y la pluvial, a los efectos de no contaminar estas últimas innecesariamente (Fig. 44).

Elementos componentes de la red

Tuberías de evacuación fecal (tramos de tubería recta y accesorios). Encargadas de evacuar las aguas residuales del edificio, están compuestas por las *derivaciones*, que son las líneas que unen a los muebles sanitarios con el colector o ramal en planta; el *colector o ramal en planta*, que tiene la función de unir las derivaciones con el bajante fecal o conectar con el registro exterior si es un solo nivel; *columna descendente o bajante*, encargada de conducir los residuales líquidos a lo alto de la edificación en posición vertical, desde el ramal en cada nivel hasta el colector general en planta baja; *colector general en planta baja*, que forma parte de la red exterior a la vivienda y une la columna descendente o bajante con el registro exterior; *trampas hidráulicas* (sifones), forman el cierre hidráulico que evita que los gases e insectos salgan hacia el inmueble.

La red de ventilación, encargada de mantener la presión atmosférica dentro de la red impide la pérdida del sello hidráulico de los sifones. Se puede ventilar cada sifa individualmente por medio de un ramal de ventilación hacia una columna de ventilación (caballo de reventilación), o por el propio ramal fecal que evacua al bajante fecal. Este se puede prolongar o no sobre la cubierta, quedando abierto a la presión atmosférica y formando de esta manera la ventilación húmeda o primaria. Estas dos variantes son las más utilizadas en las viviendas.

A partir del registro exterior a la vivienda comienza el recorrido de los residuales hacia la deposición final y segura, de acuerdo con el órgano receptor. Este puede variar de acuerdo con el lugar de ubicación territorial de la vivienda, siendo las más comunes:

fosa moura como clarificador o tratamiento primario y de esta al alcantarillado, fosa moura como tratamiento primario y pozo absorbente como secundario, o directamente y como sistema más eficiente al alcantarillado, que es la red maestra o conductora de los residuales a nivel de ciudad; tuberías de evacuación pluvial, encargadas de evacuar las aguas de lluvia, cuando el sistema de impermeabilización de la cubierta es mediante bajantes pluviales.

Materiales de la red sanitaria

Los materiales más utilizados en los sistemas sanitarios pueden ser: *cerámica*

Tabla 4.

Mueble sanitario	Avance horizontal	Avance vertical	Diametro del desagüe	Nivel del mueble
Inodoro (DV)	300 mm	-	100 mm	285-290 mm
Inodoro (DH)	-	140-180 mm	100 mm	350 mm
Lavado	-	480-500 mm	32 mm	790 mm
Fregadero	-	-	38 mm	870-900 mm
Lavadero	-	-	50 mm	900 mm
Ducha	-	-	50 mm	Área mínima 0,40 mm
Vertedero	200-230 mm	-	75 mm	-
Tragante de piso	-	-	75 mm	-

ca roja vitrificada o vidriada para planta baja, hierro fundido y PVC rígido sanitario; las uniones son para diámetros pequeños como los utilizados en la vivienda, mediante espiga y bocina, utilizando un sellante de acuerdo con el material en contacto; *cerámica roja-cerámica roja*: las 2/3 partes de la junta se sellan con estopa embreada, encargada de la estanquidad y el 1/3 restante con mortero de cemento y arena con dosificación 1:3, encargado de mantener prensada la estopa; *hierro fundido-hierro fundido*: 2/3 con estopa embreada y el 1/3 superior con plomo derretido, cuidando que en el momento de la colocación la junta se encuentre perfectamente seca; *PVC-PVC*: el sellado completo es mediante pegamento o cemento solvente, siendo este último el recomendado.

Construcción de la red

Replanteo de las salidas horizontales y verticales

Para ejecutar la red se parte de los planos, y basándose en estos, se realiza

el replanteo sobre el terreno o la losa de entrepiso, si la construcción es en planta baja o alta. Es posible que una parte del replanteo de las redes transcurra durante la etapa de cimentación, debido a que algunas de estas líneas pueden atravesar zapatas o vigas de cimentación, para lo cual se dejará un pase en el elemento mediante una tubería de mayor diámetro o un saco de arena.

Antes de proceder al levantamiento de las paredes húmedas, se replantean las redes en los núcleos sanitarios para dejar los espacios por donde estas deben ascender, hasta los niveles donde se ubican las salidas sanitarias, según la tabla 4, avance vertical, si estas van empotradas en paredes.

Una vez levantadas las paredes y aun sin colocar el material de relleno, se corre el nivel de piso terminado sobre las paredes húmedas. Se determinan todos los ejes de los desagües con la escuadra de acuerdo con los valores que se recomiendan en la tabla 4, en el avance horizontal, estos se marcan encajando estacas o cabillas en el terreno, o marcas sobre la losa de entrepiso.

Se determina el centro o eje por donde se colocan los tubos, trazando sobre el terreno los contornos de las zanjas para su excavación o sobre la losa el recorrido de la tubería. La altura de la zanja y del relleno se determinan teniendo en cuenta la pendiente, el diámetro del tubo y la distancia de esta en la parte más alta al nivel de piso terminado, se recomienda entre 20 y 30 cm, aproximadamente. Se tira cordel o nailon desde la tubería en la cimentación, desde un punto del ramal o desde el nivel de la unión con el bajante en planta alta, hasta el nivel marcado en los desagües del piso, verificando la pendiente. Se colocan los tubos y piezas necesarias, calzándolas con tacos de mortero, ladrillos u otro hasta fijarlas definitivamente con

mortero. Se realizan las uniones según materiales, previendo su limpieza con un hisopo para evitar obstrucciones. Las estacas que se encuentran marcando los desagües serán sustituidas por el accesorio correspondiente, generalmente un codo de 90° de 100 mm (4”) de diámetro en el inodoro, y sifas en ducha, vertedero y tragantes de piso, después se ajustan al nivel necesario mediante las mochetas.

Para los casos de lavadero, fregadero y lavamanos, la tubería se prolonga hasta la pared donde se dejó el espacio, insertando un codo de 90° y elevando la red hasta el nivel marcado, anteriormente, para la ubicación de los muebles y sus puntos de desagüe hacia la pared. Es posible que esta no sea la solución, depende de cómo sea el trazado, porque el lavadero puede evacuar a través del vertedero o hacerlo directamente al piso, lo mismo que el fregadero o el lavabo, si se coloca un mueble con pedestal.

Después se procede a tapar todos los desagües de forma que no caigan materiales de la construcción u otros, se tapa el tubo de salida con un tapón y cuando las uniones tengan la resistencia necesaria se echa agua por todos los desagües para probar la red, garantizado esto, se tapa la tubería para que no sea dañada durante la colocación del material de relleno y los trabajos de albañilería, de esta forma queda listo el sistema para la colocación del relleno y el revestimiento de pisos y paredes del núcleo sanitario.

Una vez colocada también la red de ventilación, se realizan los trabajos en el exterior para evacuar los residuales, es decir, el colector general en planta baja, construcción de la fosa moura, registros, pozos absorbentes o la unión con el alcantarillado, según sea el caso, esta última es la más eficiente, ya comentada antes.

REDES SANITARIAS Y ELÉCTRICAS. TRAZADO, EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA TENIENDO EN CUENTA LA CONSERVACIÓN

Una vez concluidos los trabajos de albañilería en el núcleo sanitario, formado por el baño, la cocina y el patio de servicio, se pueden colocar los muebles sanitarios, estos son los elementos que sirven de unión entre el sistema de suministro de agua y el sistema de eva-

cuación, porque el primero termina en el grifo del mueble, y la red de evacuación comienza en la válvula de descarga de este.

Montaje de muebles sanitarios

Se comprueba que los ejes de las salidas hidráulicas y desagües sanitarios se han replanteado de acuerdo con lo especificado en la documentación del proyecto, que los muebles y sus herrajes se encuentran en buenas condiciones y, por supuesto, que las pruebas hidráulicas y sanitarias hayan resultado satisfactorias. El inodoro dentro de la vivienda es el servicio sanitario más importante, por lo que se debe poner especial cuidado en su montaje y colocación, para evitar un funcionamiento incorrecto o rotura de este. En Cuba se fabrican y comercializan de dos tipos: de descarga vertical y de descarga horizontal, con tanque acoplado o colgado.

Montaje de inodoro de descarga vertical unido mediante anillo de cera

Se preparan los materiales, útiles y herramientas. Se destapa el desagüe del inodoro y se vierten uno o dos cubos de agua, para eliminar cualquier obstrucción y sobre todo comprobar el estado de la red. Después se presenta el inodoro en el punto en que va colocado, marcando su posición exacta y los puntos de fijación para realizar las perforaciones. Después de taladrar, retirar el polvo, introducir los tacos y colocar los tornillos tirafondo, se coloca la taza en posición invertida y se le coloca el anillo de cera nuevo alrededor de la boca de descarga, presionándolo firmemente hacia abajo hasta ajustarlo, si este posee una cubierta de papel debe ser retirada. Es necesario asegurarse de que la base del inodoro esté limpia y que los tornillos del piso estén derechos. Después se procede a colocar, cuidadosamente, el inodoro encajando las perforaciones de la base de este, con los tornillos del piso. Se debe presionar hacia abajo la taza para comprimir el anillo de cera, de manera que selle herméticamente, a continuación se colocan las arandelas y las tuercas a los tornillos del piso, apretándolos con una llave ajustable. No se deben apretar demasiado, porque la base se puede rajar. Se debe preparar masilla reparadora a base de cemento blanco y masilla de cal, y aplicar un cordón uniforme sobre la silueta del inodoro, que servirá para que quede

bien asentado y sellado.

A continuación se coloca el tanque. En algunos tanques primero se tiene que instalar la palanca o perilla de descarga, la válvula de entrada y la válvula de descarga. El tanque se pone en posición invertida para colocarle la junta de acople de goma sobre la salida en la parte inferior, se voltea el tanque y se coloca sobre la taza del inodoro, centrando la junta en la abertura de entrada del agua a la taza. Es necesario alinear las perforaciones en el fondo del tanque con las perforaciones de la parte alta de la taza. Se debe mover el tanque suavemente hasta que se logre el objetivo, después se coloca una junta de goma en cada tornillo de acople del tanque y se introducen los tornillos en las perforaciones correspondientes con las cabezas de los tornillos hacia la parte interior del tanque. Desde la parte de abajo de la taza se sujetan las juntas y las tuercas a estos tornillos, los cuales se pueden apretar con una llave ajustable o española.

Después se coloca el tramo de tubo de suministro de agua a la llave de ángulo del tanque del inodoro: primero se instala el tubo a la llave de paso y después a la válvula de entrada de la taza; se aprietan las tuercas de conexión de las uniones con llaves ajustables, puede ser más fácil si se sostiene la válvula de entrada mientras se aprieta la tuerca de conexión. La última tarea es instalar el asiento del inodoro, colocando los tornillos del asiento en las perforaciones del inodoro, atornillando las tuercas en los tornillos del asiento y apretándolos con la mano.

Montaje de inodoro de descarga horizontal

Este modelo de inodoro es ventajoso cuando se requiere, en planta alta, que el nivel del piso en la vivienda se encuentre colocado todo al mismo nivel.

La única diferencia con el caso anterior es que antes de fijarlo en su posición definitiva es necesario colocar el conector de plástico en la salida de la taza, ponerlo de nuevo en su posición, encajar el conector dentro del codo y presionar. Después, poner las arandelas de fijación y los tornillos, apretándolos hasta que la taza quede firme.

Lavamanos colgado

Tomando como referencia los ejes del desagüe, se deben replantear los ejes de las grapas de acuerdo con el tipo de mueble que se va a montar y presen-

tar el lavamanos. Utilizando, simultáneamente, un nivel se marca con lápiz cada uno de los orificios donde van los tornillos (tirafondos) de fijación de las grapas, y se fijan las grapas al nivel y altura ya determinados; se instalan las llaves y el desagüe; se cuelga el lavamanos de las grapas, de modo que quede nivelado y rígido; después se realiza el sellado.

Un resumen de las lesiones hidrosanitarias más comunes que se pueden encontrar en la vivienda se presentan en el gráfico 4, estas pueden encontrarse detalladas con los motivos o causas que las pudieron provocar y las formas de actuación, en el *Manual para diagnóstico, mantenimiento y reparación de sistemas hidráulicos y sanitarios en edificaciones de viviendas*.

Redes eléctricas

Un sistema eléctrico en su concepción más sencilla se puede definir con tres elementos fundamentales: una fuente generadora de electricidad; los elementos que intervienen en la transportación, transformación, distribución y control de la energía eléctrica; y los dispositivos o equipos que consumen la energía eléctrica para realizar funciones específicas.

Las fuentes generadoras de electricidad más comunes en Cuba son las plantas donde el petróleo se utiliza como fuente de energía en las termoeléctricas y en las hidroeléctricas donde la energía potencial del agua se transforma en energía eléctrica. Estas plantas poseen un generador del tipo alternador, ya que la corriente que producen es alterna, la cual es la que normalmente se obtiene en las plantas debido a que su producción es más eficiente y barata que la continua, así como su transporte, transformación y distribución. En los lugares donde se requiere la corriente directa se obtendrá a partir de la alterna, mediante rectificadores u otros dispositivos.

Dentro de los elementos que intervienen en la transportación, transformación, distribución y control de la energía eléctrica se encuentran las subestaciones de transmisión, donde los transformadores elevan el voltaje, las líneas de alta tensión por donde circula la corriente hasta subestaciones de subtransmisión y los transformadores reducen la tensión a voltajes medios y subestaciones de distribución, donde ocurre la transformación a bajo voltaje; las líneas de baja tensión o alimentadores secundarios son las que unen

los transformadores de distribución con los diversos consumidores mediante la acometida eléctrica.

La acometida eléctrica, a su vez, la forman las líneas de enlace que unen la red de distribución de las empresas suministradoras a nivel de ciudad con la red interior del usuario, como ya se ha mencionado. Existen dos tipos: la aérea y la soterrada en dependencia de cómo viajen las líneas desde los transformadores de distribución hasta la caja del metro contador en el exterior de la vivienda; esta caja debe ser de construcción adecuada para el servicio a la intemperie, recibe el nombre de *panel eléctrico* y es hasta donde llega el servicio local y a partir de donde comienza la responsabilidad del usuario, en él se encuentran el desconectivo principal, que cumple la función de mando y protección de la red interior y el metro contador instalado por la empresa eléctrica y encargado de medir la energía consumida para su facturación; es monopolar o bipolar, en dependencia de las tensiones de servicio que se contraten de 110 V o 220 V.

El sistema de distribución más utilizado para la vivienda es el monofásico trifilar compuesto por tres hilos, dos conductores de fase y un conductor neutro aterrado que permite tensiones de 120/240 V, al que además se le adiciona la línea de tierra.

Elementos de la red eléctrica interior

Dentro de la vivienda se puede encontrar otro panel donde se instalan los dispositivos de protección tipo fusibles o *breakers* de los circuitos ramales que tenga la vivienda y que interrumpan la corriente de forma automática, se seleccionan de acuerdo con las dos funciones que realizan para la protección contra sobrecargas de operación y cortocircuitos *conductores*, pueden ser alambres y cables los que dejarán pasar la cantidad de corriente de acuerdo con su sección transversal, con recubrimiento o aislante más común utilizado en la vivienda del tipo TW, o sea, termoplástico resistente a la humedad y a temperaturas de hasta 60 °C, los calibres más utilizados en la vivienda son de 6, 4 y 2,5 mm² de sección transversal, equivalentes aproximadamente a los calibres 10, 12, 14, según la galga americana (AWG). Los tomas de corriente, pueden ser de 110 V o 220 V, simples o dobles. Los *interruptores* son dispositivos que se utilizan para interrumpir o cambiar conexiones de un circuito, en-

cender o apagar un aparato eléctrico, una luminaria etc.; existen muchos tipos para gobernar luminarias (simples, dobles, triples, de tres vías y de cuatro vías, entre otros), incluso pueden venir en el mismo dispositivo combinados con tomacorrientes. Las *canalizaciones* son, generalmente tuberías de PVC, y acero galvanizado rígido y flexible. Las *cajas eléctricas*, pueden ser cuadradas, hexagonales o circulares para salidas de techo de 100 mm de lado, así como rectangulares de 100 mm x 50 mm, para tomacorrientes e interruptores entre otros dispositivos; pueden ser, generalmente, de PVC o acero galvanizado, y cumplen diferentes funciones como para registro o inspección, caja de empalme y caja de salida. Las *Luminarias*, formadas por portalámparas y *lámparas* que pueden ser de diferentes tipos como incandescentes, fluorescentes, del tipo compactas o ahorradoras, entre otras. Los conductores, desconectivos y equipos se clasifican de acuerdo con el valor nominal del voltaje que se les puede aplicar y la corriente que pueden conducir con seguridad.

Trazado de la red eléctrica. Método de alambraje

El trazado de la red depende del sistema constructivo utilizado, si es prefabricado u hormigonado en el lugar, con el fin de decidir el tipo de canalización que se debe emplear, el tipo de conductor, la ubicación de salidas para luminarias y tomas de corriente, garantizando la máxima seguridad a los usuarios (Fig. 45).

Los conductores pueden viajar mediante tuberías colocadas por el interior de las losas de hormigón, empotrados en paredes, en cerramientos o vigas, también se pueden colocar mediante columnas soterradas por el material de relleno del piso y, aunque son menos frecuentes en viviendas nuevas, son comunes en reparaciones, ubicadas de forma expuesta, adosadas a paredes y techos mediante canales o ductos. Es buena práctica que las tuberías viajen a través de las cajas eléctricas del techo en forma de anillo, permitiendo que a cada caja se pueda acceder por dos vías.

Construcción de la red eléctrica

A partir de los planos eléctricos de la vivienda y durante las diferentes etapas constructivas se realiza el replanteo de la red eléctrica.

Al levantar los muros, si estos son de bloques, se debe replantear por dónde viajará, verticalmente, una tubería eléctrica, para hacer coincidir uno de los huecos de los bloques en altura, y dejar un pase o codo en el encofrado de la viga de cerramiento para pasar la tubería, así como el pase en el bloque donde se ubicará la caja eléctrica.

Una vez colocado el encofrado de vigas y losa se coloca el acero de refuerzo, y las tuberías, cuidando situarlas al centro de la placa entre los aceros de la malla superior e inferior; las cajas eléctricas se sitúan con su cara abierta contra el encofrado, rellenándolas previamente con papel humedecido para evitar que se llenen de hormigón, y de acuerdo con el trazado previsto en el plano, se sujetarán a este para impedir su desplazamiento.

Una vez levantados los muros, la hormigonada, la losa, el hecho y el replanteo de la tubería se repican las ranuras donde sea necesario, cuidando que sean holgadas y que se ubiquen las cajas exactamente al nivel establecido con respecto al nivel de piso terminado o meseta en el caso de la cocina. A continuación se prepara la tubería plástica realizando los cortes y confección de codos y boquillas, para proceder a su colocación junto con las cajas eléctricas. Especial cuidado se debe tener en la confección de los codos, cuidando no aplastar la tubería durante el doblado; es posible utilizar mangueras de 1/2" o 3/4" para esta operación.

Después de realizado el montaje de la carpintería, colocados los pisos y revestidos los muros se procede al alambrado y empalme. El alambrado, de acuerdo con los diagramas, es fácil, porque en todos los tramos se indica la cantidad de alambres, el tipo de línea (fase, neutro, retorno y tierra) y el calibre de estas. El empalme es la parte más difícil para una persona no adiestrada en la actividad, y de esto depende el funcionamiento correcto de la instalación. Para eso se retiran los papeles y tapas protectoras de las cajas eléctricas y tuberías, ante la duda de la entrada de material, se procede a la limpieza del tramo. Las líneas principales se deben trazar por todas las cajas eléctricas del techo y de estas derivar hacia los diferentes dispositivos. La próxima actividad consiste en realizar los empalmes, los cuales se deben realizar con herramientas adecuadas (alicates), de modo que queden apretados, no ocurran falsos contactos; igual que en el alambrado se comienza desde la acometida hacia el fondo de la vivienda.

Después se conectan los accesorios a los alambres, tomacorrientes, e interruptores. Es necesario verificar que en todas las cajas los alambres empalmados se encuentran separados y que la parte desnuda de estos no toquen la pared ni la caja.

La colocación de los accesorios tiene que ver con las conexiones de las líneas en interruptores y tomacorrientes. Antes de colocar el desconectivo principal del circuito, es necesario identificar con un destornillador del tipo Neón o una lámpara de prueba el conductor correspondiente a la fase y al neutro, para eso es ideal trabajar con un código de colores, dejando el más claro para el neutro y el más oscuro para la fase, de no contar con conductores de diferentes colores se procederá a marcarlos para evitar confusiones. La fase o línea viva es la que pasa por el dispositivo de protección, fusible o *breaker*, el neutro no se corta sigue directo hacia la vivienda.

Una vez instalados los accesorios, se colocan los interruptores en *off* (apagado), se coloca el fusible en el ruptor general y los específicos si existen, de fundirse el fusible o dispararse el *breaker*, indica un error en los empalmes o que puede haber un alambre de fase tocando tierra; para la revisión se desconecta el *breaker* o se quita el fusible. Y se revisan todos los puntos, incluso se prueban todos los tomacorrientes, con una lámpara. Probada la instalación, se desconecta el ruptor principal y se procede a enteipar todos los empalmes y colocarlos dentro de la caja, dejando solamente los alambres para la conexión de la luminaria (neutro y retorno).

Antes de proceder a colocar las luminarias es imprescindible comprobar toda la instalación, porque cualquier error, será muy difícil de detectar una vez colocadas. Ya colocadas las luminarias y probadas se da por terminada la instalación. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Cabrera, Jorge Luis: “Conferencia sobre sistema impermeabilizante base cementosa D- 10”, junio 2010.
- Aplicación al municipio Playa”, Tesis de Maestría, CUJAE, La Habana, Cuba.
- Arozarena, Luis E.: ¿Cómo construir mi vivienda? MICONS, 2003.
- Carrazana, Roberto: Técnicas Básicas de Construcción, Infraestructura, Ed. Pueblo y Educación, 1983.
- Carrazana Gómez, Roberto y Manuel A. Rubio Casanova: Técnicas Básicas de la Construcción, Infraestructura, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1987.
- Castellanos Forte, Alberto: “La protección de la edificación mediante impermeables líquidos”, Conferencia, junio 2010.
- Colectivo de autores: Ferrallista. Tecnología y práctica, MICONS [s. a.].
- Comité Técnico de Normalización (CTN): “Exigencias para el diseño y montaje de las instalaciones hidráulicas y sanitarias en las edificaciones”, No. 26, Reglamento Técnico de la Construcción (RTC) No. 3, 2004.
- Conferencia del taller de impermeabilización del Grupo Central para las Construcciones (GCC), junio 2010.
- Conferencia SIMKA, Taller de impermeabilización, junio 2010.
- Dirección Provincial: Movimiento de Microbrigadas, Manual de Capacitación No. 1, Ciudad de La Habana [s. a.].
- DITEC 302 Sistema impermeabilizante base cementosa D-10, 2009.
- Domínguez, Gustavo y Orge Hernández Lorenzo: Tecnología y Práctica de la Albañilería, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1988.
- Escariz Arias, Manuel: Impacto social del fenómeno de las redes técnicas en la construcción. Una visión holística C.T.S. Noviembre, 2001.
- Hidalgo Galbán, Rodolfo: Metodología para la enseñanza práctica de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, Ed. Pueblo y Educación, 1982.
- Lavell, A.: Viviendo en Riesgo. Comunidades Vulnerables y prevención de desastres en América Latina, Editores Tercer Mundo, Santa Fe de Bogotá, Colombia, 1994.
- Llanes, C.: “Gestión del Riesgo: una nueva visión de los desastres”, Curso de Prevención y Mitigación de Desastres, PREMIDES/CECAT/CUJAE, La Habana, Cuba, 1999.
- _____: “Los desastres son riesgos no manejados”, Curso de Prevención y Mitigación de Desastres, PREMIDES/CECAT/CUJAE. La Habana, Cuba, 1999.
- Llanes, C. y E. Suárez: “Estudio de Riesgos Hidrometeorológicos”, 2003.
- Llanes, C.: ¿Sabemos construir viviendas sismorresistentes? V Jornada Internacional de la Vivienda, FECONS, Ciudad de La Habana, Cuba, 2010.
- Llanes, C.: “Los desastres nunca serán naturales”, Boletín del Instituto de la Vivienda (INVI) No. 47, Vol. 18, pp. 39 - 51, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, 2003.
- Manual de Lotum.
- Maskrey, A.: Los desastres no son naturales, Editores Tercer Mundo,
- Mazari Hiriart, Marisa: ¿Dónde está el agua? Artículo de Internet (UNAM).
- Miari, Alfonso: Cómo conservar su vivienda, Ed. Oriente, Santiago de Cuba, 1987.
- MICONS, GECONS, CTDMC, GRUPO PERDURIT y CTN: “Sistema impermeabilizante base cementosa”, Conferencia impartida, No. 7, Impermeabilización, junio 2010.
- MICONS: Manual de autoconstrucción, Ed. Científico-Técnica, Ciudad de La Habana. 1983.
- Ministerio de la Construcción NC/CTN: Manual práctico del plomero, Instalaciones hidráulicas y sanitarias 26, Dirección de Normalización, 2008.
- Ministerio de la Construcción: Manual de autoconstrucción, Ed. Científico-Técnica, 1984.
- NC 140 2002 Código de buenas prácticas enrajonado y soldadura.
- NC 141 2002 Enrajonado y soldadura.
- NC 142 2010 Código de buenas prácticas para la ejecución de sistemas de impermeabilización de cubiertas mediante láminas asfálticas.
- NC 176 2002 Sistema de abasto de agua en edificaciones sociales, Requisitos de proyecto.
- Notas de clase de la asignatura “Terminaciones en Edificaciones”, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil, CUJAE.
- PNUD: “Visión general sobre manejo de desastres”, Programa de Entrenamiento para el Manejo de Desastres, 2da. ed. Wisconsin, Estados Unidos, 1992.
- RC 3010 Rehincho en zanjas para conductos y cimentaciones, MICONS, 1981.
- RC: 9009:2007 Impermeabilización de cubiertas, terrazas y áreas de circulación expuestas empleando sistemas de impermeabilizantes líquidos, Reglamento Técnico de la Construcción, RTC No. 2, 2005.
- RC-3031. Cimentaciones, Cimientos corridos, MICONS, 1981.
- RC-3032. Cimentaciones, Cimientos aislados, MICONS, 1981.
- Rivada Vázquez, María L.: Manual para diagnóstico, mantenimiento y reparación de sistemas hidráulicos y sanitarios en edificaciones de viviendas, 2004.
- Rodríguez Matienzo, José María: “Comportamiento de cubiertas planas horizontales impermeabilizadas mediante membranas asfálticas prefabricadas en el municipio especial”, Tesis de Maestría. Dic. 2010, Plan de clases de la asignatura Instalaciones de Edificios, Departamento de Ingeniería Civil. CUJAE.
- Rojas, Ernesto: Electricidad práctica para el hogar, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1979.
- Santana Morales, Roberto: “La ingeniería termoplástica en tuberías y la eficiencia energética”, Ciclo de conferencias. Febrero, 2010.
- Sowers, George B. y George F. Sowers: Introducción a la Mecánica de los Suelos y Cimentaciones, Primera Parte, Ediciones Revolucionarias, 1974.
- Sowers, George B. y George F. Sowers: Introducción a la Mecánica de los Suelos y Cimentaciones, Segunda Parte, Ediciones Revolucionarias, 1974.
- Teja, Fermín: Iluminación e instalaciones eléctricas, Ed. Félix Varela, La Habana, 1993.

