

Capítulo 6 – Construcción y Puesta en Obra

6.1. Recepción, almacenaje y elevación de las chapas

Las chapas se embalan y empaquetan en bultos cuyo peso se halla en torno a las 4,5 toneladas. Los paquetes o bultos se ajustarán a las necesidades de la obra, siendo habitual paquetes de 20 chapas y longitud máxima de 14 m.

Cada bulto debe llevar una etiqueta de identificación que facilite:

- El número de pedido y la zona de destino.
- Nombre del cliente y de la obra.
- Nombre del fabricante o proveedor.
- Descripción del producto, espesor y límite elástico del acero.
- Número de chapas y longitud del paquete.
- Peso del bulto.
- Número de bulto.

En el caso en que los paquetes deban ser descargados temporalmente en el suelo, se evitará su contacto directo con la tierra.

La elevación se realizará mediante eslingas o balancines en función del largo de los paquetes y se depositarán sobre las vigas principales de la estructura, orientándolos en el sentido de su montaje, sin generar riesgos de sobrecarga excesiva. Para evitar el tener que girar las chapas, los bultos se situarán de forma que el solape de las chapas quede siempre del mismo lado en todos los bultos. Nunca deberán utilizarse los flejes como elementos de izado.

Con el fin de evitar la acción del viento, la humedad, la condensación, la lluvia, etc. se recomienda almacenar el material de acero galvanizado en una zona cubierta y en una atmósfera lo más seca posible. En caso de tener que almacenar el material a la intemperie, los paquetes se deberán separar del suelo mediante tacos de diferente altura: la pendiente creada favorecerá la evacuación del agua.

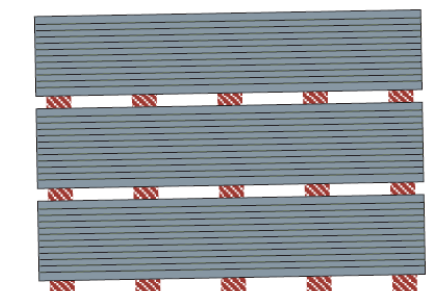


Figura 6.1. Disposición óptima de almacenaje a la intemperie.

6.2. Colocación de las chapas

Antes de iniciar el montaje de las chapas, los responsables de la colocación y supervisión de la fijación de la chapa verificarán que obra en su poder la última edición de planos de ejecución.

Cuando sea preciso realizar soldadura de pernos conectores a través de la chapa, es totalmente imprescindible que la cara superior de las correas esté perfectamente limpia y sin pintar.

Antes de proceder a la elevación de los paquetes de chapa, se comprobará que la estructura metálica esté finalizada y en condiciones para poder soportar la sobrecarga consecuente.

Se verificará que los paquetes de chapa han sido izados a la zona prevista y que el espesor, longitud y límite elástico son correctos y la información de la etiqueta coincide con la información contenida en el plano.

Una vez abiertos los paquetes se iniciará el montaje de las chapas, normalmente a partir de una esquina del edificio, respetando el orden del montaje indicado en los planos. Los montadores crean, al principio, su propia plataforma de trabajo con las primeras chapas perfectamente fijadas por lo que nunca deben caminar directamente sobre las vigas.

Dado que la protección horizontal es obligatoria a partir de 2 m de altura, es obligatorio el uso de redes horizontales en cada forjado y se evitará trabajar simultáneamente en zonas coincidentes de niveles de forjado consecutivos.

Las chapas, una vez llevadas a su posición definitiva, deberán ser fijadas antes de continuar con la siguiente. Si por razones de replanteo previo es necesario el extendido en una zona completa, se realizará un número mínimo de fijaciones, procediéndose rápidamente, una vez replanteadas de forma correcta, la fijación definitiva y total de las chapas.

Los nervios laterales suelen estar diseñados de forma que una vez realizando el solape de las chapas, las pérdidas de lechada son mínimas. Son normales y admisibles aberturas de hasta unos 5 mm entre los frentes de las chapas. Los encuentros con pilares o columnas pueden solucionarse con remates y juntas o sellados.

Por razones de seguridad, deberá evitarse el dejar chapas sueltas o paquetes empezados y, por tanto, sin flejes. Caso de quedar algún paquete a medias se realizará un atado con alambre u otro medio disponible.

Las chapas se fijarán a las vigas soporte sobre las que apoyarán un mínimo de 50 mm. Las fijaciones más comúnmente utilizadas son los clavos o disparos, tornillos autorroscantes y autotaladrantes.

Las chapas se fijan en cada nervio en los límites del forjado y cada dos nervios, en el resto de vigas intermedias. Estas fijaciones cumplen únicamente una función de sujeción frente a levantamientos por el viento, no pudiendo ser consideradas una conexión viga-losa.

El cosido del solape lateral es recomendable: la separación será de 1000 mm en un forjado de más de un tramo y de 500 mm en forjados de un solo tramo.

Las herramientas de disparo a base de cartuchos son las más habitualmente utilizadas para la fijación de las chapas y de los remates. Estas fijaciones reciben a menudo el calificativo de "fijaciones calientes". Existen diferentes potencias de cartucho dependiendo del espesor y del límite elástico del acero de la estructura.

Las fijaciones se realizan atravesando la chapa y los remates perimetrales. La distancia mínima a respetar entre la fijación y el final de la chapa es de 20 mm. Deberán utilizarse medios de protección personal (gafas de seguridad y tapones auditivos).



Figura 6.2. Utilización de herramientas en realizaciones de fijaciones.

Se evitará depositar cargas pesadas sobre las chapas y muy especialmente en los espacios entre las vigas.

6.3. Remate perimetral

Los remates perimetrales se colocan en los bordes del forjado y huecos interiores, y actúan como molde de contención del hormigón.

Es muy importante que los remates estén correctamente posicionados y fijados de forma que no se deformen o venzan durante el hormigonado ya que determinadas fachadas y muros cortina no prevén grandes tolerancias (± 25 mm) y utilizan a menudo el canto de los forjados para ubicar las placas de anclaje.

Los remates perimetrales se suministran a obra con la altura requerida, igual al espesor total de la losa. Deben de estar fijados directamente a la estructura. Para espesores de losa importantes o voladizos del forjado que impidan que el remate pueda descansar y ser fijado a la estructura, puede recurrirse a pequeños tirantes separados de 0,5 a 1 m, que servirán para dar rigidez a su parte superior. El espesor de la chapa del remate debe venir especificado en proyecto, aunque se recomienda un mínimo de 1 mm. Los remates se fijan por el mismo sistema que la chapa.

Cuando la chapa se extiende a lo largo de la última viga y vuela una pequeña distancia, la chapa es suficientemente rígida y el remate puede fijarse como se indica en la figura 6.3.

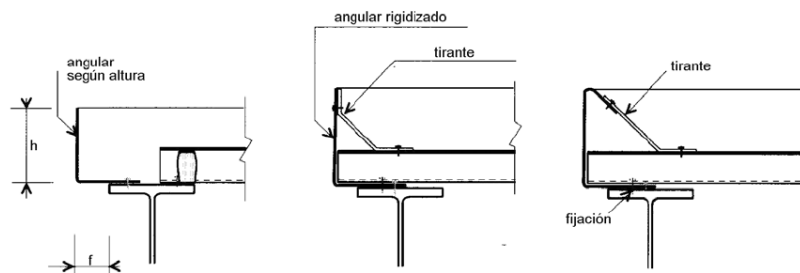


Figura 6.3. Modo de fijación del remate perimetral

6.4. Voladizos

Los voladizos requieren ser verificados tanto en la fase de construcción como en la mixta.

En fase de construcción, la chapa, en la dirección de los nervios, es capaz de soportar un determinado vuelo sin necesidad de apuntalar. En la dirección transversal a los nervios se requiere siempre apuntalamiento. Cada fabricante conoce la capacidad de su perfil y marcará los límites sin apuntalar, si bien se recomienda no superar en ningún caso los 600 mm y se cuidará muy especialmente la fase de vertido evitando que los obreros se desplacen por esas zonas.

El caso más engorroso se presenta cuando las chapas están dispuestas paralelamente a la viga perimetral y está previsto que la losa tenga un pequeño vuelo. En este caso el remate perimetral de chapa no está soportado. El remate deberá estar fijado a las prolongaciones de las vigas soldadas a la viga perimetral. Si no han sido provistas dichas prolongaciones, será necesaria la colocación de soportes temporales en forma de soportes puntales.

En la fase mixta, la chapa no participa de la absorción de esfuerzos por lo que deberá verificarse si la armadura de negativos de la zona corriente es suficiente para el voladizo en cuestión.

6.5. Utilización de puntales

Las chapas se diseñan para ser utilizadas en fase de encofrado sin necesidad de sopabandas, en vanos de hasta 3-4 m. Para vanos superiores o cantos grandes, puede ser necesario un apuntalamiento provisional, de acuerdo a la información del producto facilitada por el fabricante o proveedor, para reducir temporalmente la distancia entre apoyos durante las fases de vertido y curado del hormigón. Se deberá prestar especial atención a aquellos casos en los que sólo se requiera apuntalar zonas concretas aún cuando la mayor parte del forjado no lo precise.

Por razones de seguridad y protección de la misma chapa, puede ser recomendable apuntalar zonas de almacenamiento de material o paso de personas, próximas a los puntos de acceso al forjado. Las áreas más críticas suelen ser las zonas que rodean a las grúas o puntos de izado, por lo que no está de más prever en estos lugares unos vanos más reducidos. En caso de vanos superiores a 4 m se recomienda apuntalar incluso antes de extender la chapa.

Es muy importante indicar claramente en los planos y verificar posteriormente si es necesaria la utilización de puntales.

Los puntales se deben colocar alineados, coincidiendo con la dirección que define el centro del vano. En el caso de necesitar dos puntales (tramo de luz libre importante) los puntales se colocarán a $1/3$ y $2/3$ de la luz libre del tramo. En determinados casos, dependiendo del diseño de la estructura, es posible apuntalar recurriendo a las alas inferiores de las vigas principales como soporte.

Los puntales no deben ser nunca aplicados directamente sobre la chapa del forjado inferior salvo que éste esté a su vez apuntalado contra una losa acabada. Los puntales deberán permanecer colocados hasta que el hormigón haya alcanzado como mínimo el 75% de la resistencia prevista en proyecto.

Los puntales podrán ser aplicados contra la losa inferior fraguada, siempre que la capacidad de carga admisible de este forjado supere las cargas aplicadas por la chapa superior. El forjado que soporta los puntales habrá alcanzado en esta fase la resistencia adecuada. En caso contrario, se

precisarán puntales contra el forjado inferior, es decir, existirán puntales en dos niveles de forjado. Estas situaciones deberán ser comunicadas al personal de obra y al calculista.

Los puntales no deberán ser retirado hasta que el hormigón haya alcanzado, como mínimo, el 75% de su resistencia. El plazo de retirada de los puntales depende de la evolución del endurecimiento del hormigón y por consiguiente, del tipo de cemento, de la temperatura ambiente, etc. Este tiempo oscila normalmente entre los 7-13 días.

6.6. Aplicación de los pernos conectores y fijaciones

Pernos conectores

Cuando los pernos conectores son soldados, éstos pueden ser soldados a través de la chapa en obra mediante grupos de soldadura adecuados con protecciones cerámicas para concentrar la potencia del arco. Éste es el método más común de unión que se utiliza y con el que se obtienen buenos resultados siempre que la cara superior de las vigas esté sin pintar y libre de virutas, polvillo metálico de desbarbadora o herrumbre, siendo, además, necesario que la chapa esté limpia. Si la chapa llevara algún film de protección, deberá ser retirado antes de la colocación de la chapa. Para conseguir una soldadura correcta el espesor de la chapa deberá ser inferior a 1,5 mm y el recubrimiento de galvanizado no superará los 0,03 mm por cara.

Opcionalmente, los pernos pueden ser soldados sobre las vigas en el taller. Esta solución puede ser conveniente cuando se trate de pernos de gran diámetro y, las más adecuada, cuando deba suministrarse la estructura a obra ya pintada. Tiene el inconveniente, obvio, de que la chapa deberá ser montada a tramo simple o bien, si se desea colocar a tramo continuo, deberán realizarse los taladros oportunos que permitan su fácil colocación. El montaje de las vigas se complica también de forma considerable, por lo que deberá tenerse en cuenta que la solución a base de pernos soldados en taller suele suponer importantes disminuciones de ritmo en la construcción.

Debe evitarse realizar soldaduras de pernos a través de dos espesores de chapa.

Fijaciones

Una vez colocada la chapa se procederá a su fijación, mediante tornillos para roscar o bien mediante clavos por medio de disparos.

Una vez colocada la chapa se procederá a su fijación. La correcta instalación prevé que los perfiles se fijen a la estructura según se vayan colocando. Al terminar la jornada es conveniente comprobar que no queden chapas sueltas o fijadas parcialmente y asegurar las chapas todavía sin colocar, ante una posible caída.

Las fijaciones de forjados sobre estructura no metálica se realiza mediante placas metálicas o pletinas embebidas en el soporte; las chapas de forjado colaborante se fijan a estos apoyos mediante disparo o soldadura, especialmente cuando las fuerzas de arranque previstas son considerables. En el caso de no utilizar dichas placas, debe de garantizarse una distancia entre el punto de fijación de la chapa y el borde del soporte suficiente para asegurarse que no se produzca desprendimiento o rotura del mismo. En estas consideraciones se tendrán en cuenta las características de fragilidad del material soporte.

6.7. Armaduras

Las armaduras de los forjados colaborantes están compuestas normalmente por mallazos relativamente ligeros. Los redondos están normalmente a la misma separación en ambas direcciones, sin embargo es posible encontrar mallazos especiales con redondos mayores o situados a distancias menores en una dirección.

Las armaduras en losas de poco espesor se colocarán en la parte superior, a una distancia de unos 20 mm y se soportarán sobre la superficie de la chapa. En la práctica, teniendo en cuenta los solapes, ello significa que el mallazo estará directamente situado en una zona entre 20 y 45 mm de la cara superior de la losa. El solape mínimo será de 300 mm para el mallazo A142 y de 400 mm para mallazos mas pesados.

Pueden precisarse armaduras adicionales por los siguientes motivos:

- Por resistencia al fuego, normalmente bajo la forma de una capa adicional de mallazo o barras situadas en el fondo de las ondas de la chapa. Estas barras se hallarán protegidas por los laterales y el fondo de la onda.
- Armaduras transversales en las zonas de pernos conectores. Este refuerzo es únicamente necesario cuando los pernos han sido soldados en taller, de forma que la chapa trabaja siempre a tramo simple.
- Refuerzos (barras adicionales) en huecos grandes (ver sección dedicada a la formación de huecos).

Todos los refuerzos deberán ser emplazados de forma correcta y cuidadosa de forma que no se produzcan desplazamientos o hundimientos durante el hormigonado. Se recomienda la utilización de tacos de plástico, bucles o de mallazos preformados para conseguir la posición adecuada. No deberán utilizarse elementos de apoyo corridos que supondrían un riesgo de aparición de grietas en ese punto. Durante el hormigonado pueden producirse pequeños movimientos o hundimientos que de no superar los 15 mm no suponen riesgo alguno para las prestaciones de la losa.

6.8. Formación de huecos

Es totalmente recomendable y conveniente que los huecos necesarios en la losa sean conocidos y previstos antes del hormigonado, ya que la demolición del hormigón supone siempre un posible riesgo de pérdida de conexión chapa-hormigón en las proximidades. En cualquier caso, nunca deberá demolerse el hormigón con un útil de percusión, ya que originaría fuertes vibraciones que dañarían la colaboración entre chapa y hormigón.

Los agujeros pequeños son posibles mediante herramientas de corte, realizando un trabajo limpio, y los grandes deber ser previstos y preparados adecuadamente. El sistema más aconsejable para la formación de huecos consiste en la colocación de encofrados interiores, a base de madera o bloques de espuma de poliestireno con la forma de la chapa nervada. La chapa no se cortará hasta que la losa haya adquirido una resistencia suficiente. Este sistema tiene la ventaja de que la chapa soporta las cargas durante el hormigonado sin necesidad de puntales. Los cortes de la chapa deberán repasarse y protegerse con pintura de zinc.

Los huecos grandes o pequeños, pero próximos, precisan normalmente refuerzos adicionales en la losa.

Las pequeñas aberturas cuadradas o circulares, de hasta 200 mm no precisan normalmente ningún refuerzo. Algunas losas con unos buenos valores de colaboración, distantes de su estado límite, pueden admitir huecos de hasta 300 mm de lado sin necesidad de refuerzos. Huecos mayores precisan de refuerzos adicionales en la losa desde el momento en que los esfuerzos a absorber por la zona interrumpida son transmitidos lateralmente a los nervios adyacentes. Este es también el caso cuando existen huecos no demasiado grandes pero muy próximos entre sí. Deberá notificarse al cliente o proyectista de la ausencia en planos de tales refuerzos.

Estos refuerzos adicionales suelen tomar la forma de barras situadas en los valles de la chapa adyacentes al hueco, de sección equivalente a la de la chapa interrumpida, colocadas en la cota correspondiente a la fibra neutra de la chapa, y en barras transversales centradas en la capa de compresión (figura 6.4).

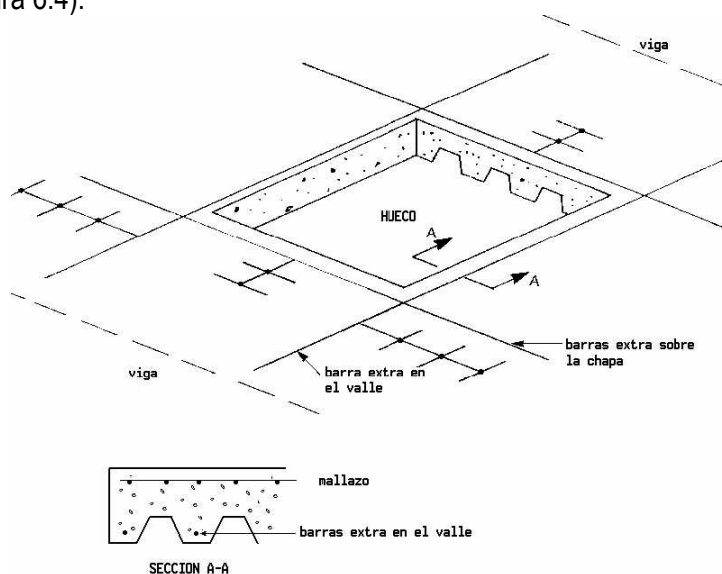


Figura 6.4. Refuerzos adicionales en huecos.

6.9. Operación de hormigonado. Preparación y restricciones

Antes de hormigonar es preciso limpiar cualquier depósito de barro, la superficie de la chapa estará razonablemente limpia de suciedad, aceite, etc., y verificar que la plancha está correctamente fijada, cosida y apuntalada, si es el caso. La ligera capa de grasa superficial típica de la chapa galvanizada es aceptable y no supone detrimento a la colaboración entre el hormigón y el perfil colaborante. Las uniones de chapa deberán realizarse a tope o sellarse. Los finales de chapa expuestos deberán rellenarse o taparse para evitar las pérdidas de lechada.

No existen limitaciones en la superficie a hormigonar (al contrario que en las losas tradicionales de hormigón armado) ya que la chapa actúa de forma efectiva como una armadura continua que ayuda a distribuir uniformemente las retracciones o tensiones tempranas de tipo térmico. Por tanto no suelen aparecer fisuras de retracción y la superficie hormigonada puede alcanzar hasta 1000 m²/día.

Deberá tenerse en consideración, sin embargo, que en este tipo de forjados el secado del hormigón sólo es posible en sentido ascendente, por lo que si reciben radiación solar directa es imprescindible proteger o humedecer la superficie ya que la diferente velocidad de secado de la cara superior, expuesta, a la inferior, no expuesta y revestida por la chapa, provocará fisuras de retracción generalizadas.

Los topes de límite y los regles deberán situarse sobre los soportes (a lo largo de las vigas), de esta forma la flecha en estos puntos durante el hormigonado no será excesiva. Colocando los topes sobre las uniones de chapa se evitarán las cargas desiguales en los vanos adyacentes.

El espesor de la losa está determinado por la altura de los regles que estarán perfecta y rígidamente calzados. Aún así la superficie terminada del forjado reproducirá las deformaciones de las viguetas de apoyo. En aquellos casos en que se precise un nivel de terminación más exigente, los regles deberán ajustarse previendo las flechas que se pueden esperar de la estructura. Ello puede suponer cargas adicionales debido al exceso de hormigón necesario.

El efecto de las fisuras que pueden aparecer en líneas adyacentes a los conectores no es importante en cuanto al comportamiento de la viga mixta. Los topes utilizados habitualmente suelen ser en forma de tacos de madera o plástico insertados en la chapa, que son retirados un día después del hormigonado. Los restos de lechada que aparecen al retirar los topes y regles deberán eliminarse preferentemente con cepillos rígidos, cuando está tierno, o con un ligero repujado.

El hormigonado se realiza correctamente cuando la temperatura ambiente supera los 5° C. Sin embargo, particularmente durante la noche, pueden producirse pérdidas significativas de calor por radiación de la cara inferior de la chapa. Puede ser necesario utilizar calefactores para trabajar a temperaturas inferiores. Durante el fraguado del hormigón suele generarse una cierta cantidad de calor que puede provocar un aumento de temperatura que oscila entre 3 y 5° C en el hormigón .

Los hormigones actuales alcanzan resistencias importantes rápidamente y son capaces de resistir la influencia de bajas temperaturas por debajo de 5° C a partir del tercer día del hormigonado. Igualmente, en tiempo caluroso o con viento reinante puede ser necesario prevenir pérdidas excesivas de humedad utilizando arpilleras o geotextiles mojados sobre la superficie de la losa.

El vertido es, sin lugar a dudas, la fase más delicada y la que requiere un mayor nivel de control por parte de los operarios, posiblemente, poco habituados.

Para evitar problemas de flechas o deformaciones no deseadas es preciso respetar las siguientes recomendaciones:

1. Un número máximo de 4 operarios es más que suficiente para realizar y controlar el vertido, reparto y regleado de hormigón.
2. Verter el hormigón desde la mínima altura posible (30 a 40 cm).
3. Evitar acumulaciones de hormigón innecesarias.
4. Distribuir el hormigón longitudinalmente a los nervios del perfil colaborante o desde las vigas hacia los vanos.
5. Controlar el espesor vertido en relación al definitivo.
6. Cualquier carga temporal de ejecución importante se situará sobre las zonas soportadas por las vigas reposando sobre paneles o tableros de reparto.
7. Evitar estropear las chapas del forjado con cargas rodantes.
8. No es necesario vibrar el hormigón.

6.10. Operación de hormigonado por bombeo

Tanto el hormigón normal como el ligero pueden bombearse, siendo en tal caso necesario utilizar aditivos que faciliten la aplicación por bombeo. No es admisible una carga excesiva de agua ya que ésta reduce la resistencia del hormigón. Estos factores que influyen en la resistencia de la mezcla no son tan importantes en forjados con destino a edificios calefactados. Las cubiertas u otros forjado expuestos precisan un tratamiento especial.

La operación de hormigonado por bombeo es el método más utilizado actualmente en la construcción. Pueden alcanzarse vertidos del orden de 0,5 a 1 m³/s con equipos que funcionen de forma eficiente. Lógicamente la longitud de tuberías y la altura a que debe bombearse el hormigón, condicionan la lentitud de la operación. Las bombas se utilizan normalmente hasta alturas de 30 m. Para alturas superiores puede ser necesario utilizar bombas secundarias en niveles intermedios.

Las tuberías son normalmente de 6" (150 mm) de diámetro y están conectadas en segmentos. Las tuberías se soportarán sobre tacos cada dos o tres metros. Las fuertes pérdidas de carga en los codos pueden llegar a ser importantes debiendo, en tales casos, utilizarse un bombeo directo. A medida que el hormigonado avanza suelen requerirse nuevos emplazamientos de la bomba. La primera parte de lechada es a menudo inaceptable y debe desecharse.

Se evitarán las acumulaciones de hormigón y el vertido desde alturas superiores a la rodilla. La descarga de la bomba o cubilote se realizará de forma controlada.

La tubería de salida deberá moverse frecuente y cuidadosamente de forma que se minimicen los problemas de acumulación de hormigón. Normalmente se precisan dos operarios para el reparto y extendido del hormigón. Dependiendo del fluidez de la mezcla puede ser importante un buen vibrado, principalmente en las zonas de pernos conectores. La tubería de salida estará siempre preparada y no se elevará por encima de la rodilla en el momento de verter el hormigón sobre la chapa.

6.11. Operación de hormigonado con cubilote

El vertido de hormigón con cubilote desde una grúa es dificultoso debido a la obstrucción provocada por la chapa de los niveles superiores. Es, sin embargo, necesario a veces utilizar cubilotes y carretillas para el hormigonado de pequeñas zonas. Se emplea un tiempo excesivo y el rendimiento raramente supera los 5 m³/h.

Se deberá evitar el impacto de las cargas sobre la chapa. Las carretillas se desplazarán por encima de tabloncillos gruesos.

Deberá colocarse el caudal de salida del hormigón desde los cubilotes y no se verterá desde una altura superior a 0,5 m desde la chapa o carretilla. La descarga hacia una carretilla se realizará en una plataforma de tabloncillos de 2x2 m sobre la losa terminada, de cara a limitar los fuertes impactos sobre la chapa. Las carretillas se harán rodar sobre tabloncillos de más de 30 mm de grueso, situados sobre el mallazo, el cual será convenientemente soportado para evitar hundimientos.

6.12. Acabado de las superficies de hormigón

A veces es difícil conseguir un nivelado preciso del forjado hormigonado debido a que los regles están normalmente posicionados a lo largo de las vigas soporte, las cuales sufren una deformación bajo el peso propio del hormigón. Sin embargo la superficie de la losa está suficientemente nivelada entre vigas. Para conseguir un nivelado mas preciso, es necesario calcular la deformación central de las vigas y calzar los regles a lo largo de cada una de ellas para anular la flecha esperada. Este sistema puede también inducir a errores en la práctica ya que las vigas no suelen deformarse tanto como indican los cálculos debido a la rigidez que ofrecen las conexiones entre vigas y pilares.

En forjados apuntalados se originan flechas adicionales en el momento de la retirada de los puntales ya que la carga debida al peso propio se aplica en este momento al forjado colaborante. Las flechas son mayores cuanto mas pronto se retiran los puntales debido a que el hormigón no está suficientemente endurecido.

Las superficies de hormigón son aceptables cuando existe un pavimento superior o se extiende una capa de mortero adicional. Se consigue una mejor calidad de acabado mediante la utilización del "helicóptero" o niveladora de hélices sobre el hormigón recién endurecido. Este trabajo se realiza a las dos o tres horas del vertido, por lo cual no es factible si la operación de hormigonado se ha prolongado excesivamente durante la jornada.

Para conseguir una superficie mejor nivelada puede efectuarse, también, un pulido a los dos o tres días del hormigonado. Esta es una operación lenta y que produce gran cantidad de polvo y suciedad. Dicho pulido puede realizarse añadiendo determinados agregados al hormigón.

6.13. Fijación de instalaciones y soportes

Muchas chapas colaborantes presentan zonas indentadas en la que es posible mediante piezas de cuelgue adecuadas poder suspender cables o instalaciones. Cualquier otro tipo de anclaje deberá hacerse directamente a la losa mediante tacos de expansión. Deberá consultarse al fabricante para conocer las cargas admisibles de extracción.

Cuando la tolerancia de montaje de las chapas (desviaciones de +/- 25 mm) sean superiores a las admisibles para los soportes encajados en las colas de milano, deberá optarse por sistemas de fijación por taladro y taco.

6.14. Sobrecargas en el proceso constructivo

Pueden producirse deformaciones o colapsos importantes cuando la chapa o losa recién terminada se ven sometidas a sobrecargas temporales para las que no han sido previstas ni calculadas. El sistema constructivo con perfiles de chapa colaborantes es suficientemente robusto y puede soportar, a veces, cargas superiores a las previstas en proyecto. Ello no puede, sin embargo, ser utilizado como argumento o excusa para cometer excesos o adquirir malos hábitos ya que en determinados casos puede llegarse a situaciones verdaderamente peligrosas y, por tanto, indeseables.

Los siguientes apartados describen nuevamente las fases constructivas vistas en apartados anteriores y exponen los aspectos más importantes referentes a las sobrecargas antes, durante, y después del hormigonado.

A. Sobrecargas sobre la chapa antes del hormigonado

Es a veces inevitable, en obras con problemas de espacio, utilizar la chapa como plataforma para almacenar materiales o realizar trabajos. Esto es admisible siempre y cuando no se sobrepasen los valores de sobrecarga para los cuales estas chapas han sido previstas y que suelen ser de unos 300 Kg/m² de carga repartida. Es por ello preferible en caso de duda depositar las cargas sobre las vigas. Son ejemplo de sobrecarga típicos los paquetes de mallazo, bidones, cajas de conectores, herramientas, grupos de soldadura, etc.

Las sobrecargas más importantes provienen de fajos de redondos, chapa, contenedores de deshechos, compresores, etc. Veamos a continuación de que valores estamos hablando:

- **Mallazos** Un mallazo A142 apilado a 1 m de altura supone una sobrecarga de 220 Kg/m² y un volumen equivalente de mallazo A193 pesa 300 Kg/m².
- **Conectores** Un recipiente normal lleno de conectores pesa unos 500 Kg.
- **Contenedores** Un contenedor de 2, 5, 5*4,5 m. lleno de restos de chapa, madera, etc. puede alcanzar los 800 Kg/m².
- **Barras** Un paquete de 100 barras de 12 mm de diámetro supone una sobrecarga de 100 Kg/ml.

Lógicamente cargas como las anteriores depositadas directamente sobre la chapa pueden provocar daños irreversibles. Deben utilizarse, sin excusa, elementos de reparto de las cargas. Las cargas móviles, como los compresores, merecen unas especiales atenciones.

Es necesario indicar que si bien la mayor parte de la superficie de los forjados está realizada a base de chapas largas trabajando a tramo continuo, es muchas veces inevitable el tener que montar algunas a tramo simple que si bien ofrecen resistencia suficiente en fase colaborante con el hormigón, son mucho más débiles en la fase previa al hormigonado y propensas a sufrir deformaciones por sobrecargas inadecuadas. Deberá vigilarse la distribución de chapas evitando colocarlas a tramo simple en las zonas de acceso, paso, o próximas a las aberturas. No deben cortarse chapas previstas a tramo continuo para trabajar a tramo simple sin previa consulta con el fabricante o proyectista.

B. Sobrecargas sobre las chapas durante el hormigonado

Las cargas en fase de hormigonado provienen del propio peso de las cuadrillas de operarios, de los vertidos excesivos de hormigón, tuberías de bombeo, impactos, etc. Estas cargas se aplican directamente a la chapa y pueden superar las previsiones de cálculo que se estiman en una sobrecarga temporal uniforme de 150 Kg/m² añadida al peso propio del espesor previsto de hormigón, normalmente entre 200 y 300 Kg/m². No es conveniente, ni necesario, que estén más de tres operarios en la zona de vertido durante la fase de hormigonado.

Las cuadrillas de hormigonado suelen estar compuestas por 5 ó 6 hombres que en un determinado momento pueden hallarse situados en una superficie reducida, lo cual, unido a espesores excesivos de hormigón, puede originar sobrecargas superiores a las comentadas y provocar hundimientos en la chapa. Debe también tenerse en cuenta que en la fase de bombeo 1 ml de tubería supone una sobrecarga de 40 Kg/ml. No obstante, dada la naturaleza del proceso de hormigonado, estos problemas de sobrecargas suelen verse limitados a zonas concretas, existiendo zonas adyacentes, no sobrecargadas, capaces de soportar pesos adicionales. Quiere ello decir que tomando unas precauciones mínimas y lógicas las sobrecargas temporales podrán ser soportadas perfectamente por la chapa.

Se insiste, sin embargo, en el peligro que supone pesos excesivos de hormigón o impactos bruscos por vertidos desde alturas inadecuadas. Es también importante el controlar rigurosamente el espesor real de la losa ya que cada cm extra de hormigón supone una carga adicional de 25 Kg/m^2 y no siempre un mayor espesor de losa implica una mayor sobrecarga de explotación.

C. Sobrecargas en las losas recién terminadas

A menudo se aplican cargas a las losas prácticamente recién terminadas. Ejemplos corrientes de sobrecargas son las bolsas de materiales de ignifugado, contenedores de desperdicios, palets de bloques y otros materiales. Si dichas sobrecargas no superan los 150 Kg/m^2 no suelen suponer mayores problemas. Se evitará cargar la losa excesivamente hasta que haya alcanzado la resistencia adecuada.

Para aplicar cargas superiores, debe esperarse a que el hormigón alcance como mínimo el 75% de su resistencia final, lo cual se verificará mediante las probetas previamente preparadas. Como ejemplo podemos citar que un palet de bloques, de 1 m de altura, pesa unos 1000 Kg/m^2 , pero si son ladrillos alcanza los 1500 Kg/m^2 . Todos los materiales de este tipo deberán ser obligatoriamente depositados sobre las vigas soporte. Una bolsa de material ignifugante puede pesar unos 250 Kg y un palet de sacos de cemento unos 1000 Kg/m^2 . Las máximas sobrecargas suelen producirse a causa de máquinas móviles tales como generadores (5 Tn), carretillas elevadoras (10 Tn) y, excepcionalmente, contrapesos de grúas. Deberá cuidarse la elección del lugar y el manejo adecuado de tales elementos.

El proveedor deberá ser consultado siempre que sea necesario ubicar cargas excepcionales, no previstas, sobre el forjado.