

Buenas prácticas de diseño, producción e instalación

Pisos articulados de concreto

Ing. Luis Alfonso Ortiz M., Gerente Técnico, Kreato S.A.S.

Fotos: Cortesía de Kreato S.A.S.

La vejez y el buen estado en el tiempo de los pisos articulados de concreto¹ dependen directamente de varios factores, entre ellos los materiales con que se producen (agregados, cementantes, pigmentos), la tecnología disponible para su producción (de punta, máquinas vibro-compactadoras, tecnología bicapa), el cumplimiento de normas nacionales e internacionales, y la mano de obra calificada para su correcto manejo e instalación. Existen también otros aspectos de tipo sociocultural y de uso que, aunque en ocasiones pasan a un segundo plano, son muy relevantes para el correcto desempeño y estabilidad de las piezas como parte de un sistema de pisos articulados.

Materias primas

La selección de la materia prima es el punto donde inicia el proceso para fabricar un producto confiable y de calidad en el tiempo. Los agregados que van a utilizarse deben cumplir con todos los lineamientos normativos, desde el tamaño y las granulometrías hasta la composición mineralógica (NTC 174 *Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto*, entre otras). Esto permite mezclar materiales hasta lograr el ensamble óptimo de la mezcla que se adapte al proceso productivo y la tecnología de cada fabricante.

La composición de los agregados es fundamental para la durabilidad del concreto de las piezas; los agregados reactivos provocan afectaciones a la masa cementante por las presiones internas que generan, degradando los elementos en el tiempo y causándoles daño prematuro, lo que a su vez produce en las caras visibles o de uso, fisuras, exposición de los agregados y en algunos casos el desprendimiento de los mismos. Tampoco se recomienda el uso de agregados con altos grados de absorción, que tienden a permanecer saturados ocasionando humedades y presencia de hongos en los prefabricados. Adicionalmente, por lo general estos



↑ Adoquín colonial Toscana.

agregados, gracias a su alto contenido de vacíos, no brindan una resistencia adecuada a la rotura, y en algunos casos pueden afectar la resistencia de las piezas.

El cemento es la más importante materia prima en la durabilidad y resistencia de los prefabricados para pisos articulados, por lo cual su selección y control permanente deben ser muy meticulosos. Aun cuando en la actualidad la normatividad promueve que los cementos sean evaluados por desempeño y sus resistencias sean muy constantes, hay aspectos a tener en cuenta que no resultan tan sencillos de observar y pueden ser causa de contratiempos durante la producción y la vida útil del prefabricado.

La homogeneidad en el color del cemento es fundamental para la apariencia de las piezas. Un cambio de tono se refleja inmediatamente en los elementos prefabricados. El tiempo de fraguado es otro factor clave, dado que permite controlar que la rotación de productos sea más rápida y que las plantas productoras sean más eficientes y rentables. Otro aspecto para evaluar y controlar es la presencia de cal libre en el cemento, que tiende a ser liberada por los ciclos de humedecimiento y secado de las piezas durante su fraguado o durante su funcionamiento, de tal manera que se cristaliza en la superficie generando eflorescencias sobre las caras vistas.

¹: Pavimento en el cual la capa de rodadura está constituida por bloques de concreto: adoquines, losetas.

En la actualidad se ha generalizado el uso de color en el concreto, lo que brinda una alternativa innovadora para diseñadores y arquitectos; en el mercado hay gran variedad de productos y alternativas que no siempre funcionan eficientemente. Por esto es muy importante ser cuidadoso al momento de elegir el pigmento a utilizar. Debe buscarse un productor especializado y de marca reconocida por su trayectoria en la fabricación y comercialización de pigmentos para concretos. Los pigmentos que no son especializados para utilizar con cemento pueden generar decoloraciones o pérdida del color en un lapso muy breve, cambios de tonalidades en un mismo lote e incluso pueden llegar a cambiar el color. Aunque el concreto pigmentado tiende a una degradación leve, cuando se utilizan pigmentos especializados ella se reduce al mínimo, es homogénea y nunca se pierde el color.

→ Piso Éxito de Tunja.

La producción de prefabricados con mezcla seca tiene otras ventajas como la exactitud dimensional; la mezcla seca no presenta asentamientos y esto hace que las piezas puedan ser desmoldadas de inmediato y sus dimensiones se mantengan constantes. En el caso de elementos grandes como sardineles o bordillos, las dimensiones son exactas, no existen embombamientos en el centro de la pieza y la verticalidad de las caras se mantiene a plomo, pues se fabrican acostadas sobre la cara más grande, que es la posterior.



← Patio de materias primas.



LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

Un aspecto que juega un papel predominante en la calidad de un producto prefabricado de concreto es el método de producción y la tecnología que se aplique. Las exigencias constructivas y la demanda de pisos articulados son cada día mayores y requieren mayor precisión en todos los aspectos. En la actualidad la industria de la prefabricación liviana en Colombia cuenta con equipos de última tecnología que permite, por sus grandes rendimientos, abastecer los requerimientos del mercado y proveer productos de altísima calidad.



→ Cámaras de curado.

La tecnología considerada como la más eficiente para producir adoquines y losetas de concreto es la vibro-compactación de frecuencia controlada. Este método permite utilizar mezclas con muy bajo contenido de agua (mezclas secas), llegando a relaciones de agua-cemento de hasta 0,20, lo que implica mayor eficiencia en el uso del cemento, logrando a la vez grandes resistencias a edades muy tempranas, con lo que se aumentan la eficacia y productividad.

El fraguado inicial de las piezas se realiza en cámaras de curado donde las piezas reposan por 1 o 2 días sometidas a una temperatura promedio de 23°C y humedad controlada del 98% constante, agilizando el fraguado y permitiendo que puedan ser manejadas a edades tempranas.

En el caso de los adoquines y losetas, esta tecnología permite eliminar por completo los alabeos, dado que la retracción al fraguado se controla en las cámaras de curado y los pallets de apoyo son estructuras de policarbonato de alta rigidez con espesores de 10 cm.

La tecnología bicapa es otro aporte fundamental a la eficiencia, estética y reducción de costos en el caso de las piezas para pisos. Esta tecnología permite manejar el color solo en la capa superficial de espesor mínimo de 8 mm, logrando los siguientes beneficios:

- Manejar granulometrías más finas en la bicapa, de manera que se logre un aspecto más denso de la mezcla de concreto.
- Manejar cementos blancos solo en la bicapa, logrando colores más intensos. El incremento del costo por la utilización de cemento blanco no es considerable.
- Cuando la pieza entra en uso se optimiza el desgaste de la cara vista debido a la utilización de agregados especiales solo en la bicapa.

↓ Perfil Bicapa.



Normatividad

La aplicación de las normas técnicas juega un papel preponderante en todo el proceso productivo de los adoquines, losetas, bordillos y sardineles, al igual que el cumplimiento de las guías de instalación para un correcto funcionamiento del sistema articulado en el tiempo.

La norma que aplica a los adoquines de concreto es la NTC2017¹, donde se pueden encontrar no solo los parámetros de resistencia, absorción y desgaste, sino también las tolerancias dimensionales, tipos de adoquines y temas específicos como tratamiento de eflorescencias. Así mismo, existe la GT-236, guía técnica para la especificación, instalación, mantenimiento y reparación de pavimentos segmentados con prefabricados de concreto.

La norma que aplica a las losetas de concreto para pisos es la NTC4992 y para sardineles y bordillos la NTC 4109. En ellas los fabricantes encuentran los parámetros básicos de cumplimiento para que las piezas cumplan los requerimientos de uso y estabilidad.

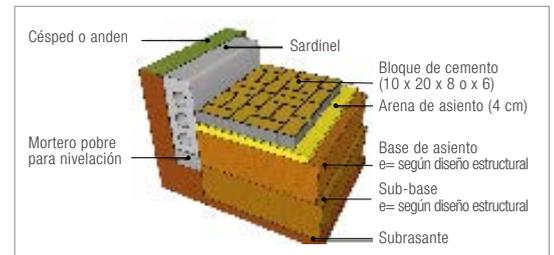
Mano de obra

Una correcta práctica de instalación de los prefabricados (adoquines, losetas, sardineles) es fundamental para el funcionamiento ideal del sistema de pisos articulados. Sin embargo, esto solo se logra con personal calificado que cuente con la experiencia para este tipo de instalaciones. Pensando que el procedimiento de instalación es sencillo, es usual que se contrate personal que no tiene la experiencia ni el conocimiento para este tipo de tareas y las ejecute sin tener en cuenta el orden o secuencia constructiva, improvisando con los procedimientos o implementando soluciones poco ortodoxas que conducen a fallas del sistema, hundimientos, movimientos de las piezas, filtraciones de agua, etc. Al final, todo esto se traduce en costos por reparaciones que habrían podido evitarse si la instalación se hubiera efectuado por mano de obra calificada.

Proceso constructivo

Para la instalación de los prefabricados es fundamental seguir los procedimientos y la secuencia constructiva, ya que un cambio en ella puede llegar a generar fallas durante el servicio y la vida útil de las piezas. Un ejemplo sencillo de mala práctica es la instalación de adoquines sin tener listos los confinamientos, pues esto genera movimiento de las piezas, infiltración de agua, lavado de finos de la base y al final hundimiento de las piezas.

→ Esquema estructura.



→ Sardineles prefabricados en concreto.



LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y EL primer paso es instalar los confinamientos, ya

sean bordillos, cunetas, sardineles o cualquier otra estructura que retenga las piezas. Los confinamientos deben tener las siguientes cualidades:

1. Generar retención para las piezas como losetas o adoquines
2. Tener las dimensiones y masa mínima para generar anclajes en las estructuras de la vía o zonas peatonales. Esto evita que los confinamientos se desplacen y los adoquines o losetas se muevan.
3. En los casos en que sea imposible instalar los anclajes mínimos requeridos, debe apuntarse el confinamiento por la cara posterior haciendo un contrafuerte con materiales granulares o concreto pobre.

En resumen, el confinamiento no puede sufrir hundimientos, cabeceos ni desplazamientos. Si esto sucede, lo más factible es que los pisos articulados se muevan.

El segundo paso es el alistamiento de la cama de arena. La cama de arena debe tener espesor de $4 \text{ cm} \pm 1$, pues grosores superiores pueden desestabilizar las piezas y espesores menores pueden provocar la rotura de ellas. Así mismo, la arena no debe tener materia orgánica y su contenido de finos debe ser inferior a 3%. Para su colocación, la arena debe extenderse, enrazándola y dándole los niveles en la parte superior con una regla metálica, mientras se verifica que quede unos milímetros por encima de la cota requerida. No se debe compactar la arena antes de instalar los adoquines. A continuación, se sigue el siguiente procedimiento:

- Instalar los adoquines o losetas verificando que no queden espacios libres entre ellos. Las piezas deben tener distanciadores que hagan que las juntas tengan una apertura homogénea.

1: NTC - Norma Técnica Colombiana



↑ Volvo Vitrina Calle 94.

- Golpear las piezas con un martillo de caucho de manera que se asienten sobre la arena y tengan un anclaje inicial.
- Efectuar el sello de las juntas (emboquillado) con la arena adecuada (seca, granulometría fina, contenido de arcilla medio), barriendo repetidamente hasta garantizar el llenado de las juntas.
- Pasar un plato vibrocompactador (rana) sobre un manto de protección (proteger las piezas de ralladuras) para homogenizar la nivelación y permitir que la arena termine de acomodarse en las juntas.
- Dar limpieza final y sello superficial a las piezas.

Antes de realizar la instalación hay que efectuar un análisis detallado de la estructura sobre la cual se colocarán las piezas para definir si se trata de una estructura rígida como placas de concreto, o de una estructura compuesta de material granular. Esto porque, dependiendo de la estructura, existe la posibilidad de utilizar arena o mortero como base de encamado.

En ambos casos hay que analizar detalladamente cómo va a comportarse el agua sobre las piezas, de manera que se diseñen muy bien los sentidos de las pendientes (mínimo 2%) y se determinen las obras necesarias ante posibles filtraciones de agua (lloraderos).

Otros factores

Existen otros factores determinantes para el buen funcionamiento en el tiempo de los pisos articulados, que deben ser tenidos en cuenta durante el diseño e implementación del proyecto. Estos son sociales, geográficos, de uso, de vejez y de mantenimiento.

Factor social. Corresponde al entorno cultural de los habitantes de la zona donde se ejecutará el proyec-

to. Es importante evaluar el grado sociocultural del entorno en el cual se va a especificar el producto, analizar si es una zona de alta concentración comercial, el tipo de comercio existente o proyectado y cómo es el manejo de las basuras.

Se debe evaluar si se trata de una zona residencial, comercial, de alto o bajo tráfico peatonal o vehicular, nivel del entorno y factores como la frecuencia del mantenimiento que se hará, o si no habrá. Este análisis detallado permite determinar qué colores se deben utilizar para que el proyecto luzca como se espera en el tiempo. Los colores oscuros esconden de mejor manera la suciedad y la ausencia de mantenimiento, mientras que los claros pueden ser aplicados en zonas de descanso y esparcimiento como plazoletas, senderos peatonales, patios y lugares donde la concentración de personas no sea densa ni exista comercio permanente.

Factor geográfico o localización. El clima, la humedad de la zona, la contaminación, la polución, las lluvias y la probabilidad de congelamiento son circunstancias que también pueden determinar el comportamiento de las piezas en el tiempo. Estos factores deben ser tenidos en cuenta para anticipar las medidas a implementar de manera que no afecten considerablemente a las piezas.

Factor de uso. Es importante determinar si el piso va a estar sometido a tráfico peatonal o vehicular, si el sector va a ser de eventos, parques o plazoletas de esparcimiento continuo, si van a ser zonas privadas de recreación o zonas para almacenamiento, parqueaderos etc. El análisis de este aspecto permite también determinar el tipo de adoquín o loseta a usar, su espesor, color y formato.

El factor de uso también nos permite plantearnos y anticipar lo que puede ocurrir con los pisos articulados. Las manchas por huellas vehiculares, las zonas de basuras donde los lixiviados ataquen el concreto de las piezas, las manchas por ventas ambulantes de comida (aceites, ácidos de cítricos, salsas, grasas, etc.) son casos en que el diseño debe especificar protecciones especiales, utilización de colores oscuros u otras.

En conclusión, la utilización de pisos articulados de concreto para el acabado de vías, parqueaderos, andenes, senderos, plazoletas o cualquier otro tipo de espacio público es una de las mejores alternativas a implementar. Con ellas se pueden producir pisos articulados de diseño agradable mediante la utilización de color y variedad de formatos. Las piezas pueden ser retiradas y reutilizadas para efectuar mantenimientos reduciendo costos, y son materiales no contaminantes. En la actualidad la industria productora de prefabricados para espacio público existente en Colombia tiene la capacidad y calidad que exigen los grandes proyectos de infraestructura urbana a nivel mundial.