

El Concreto en la Práctica

¿Qué, Por qué y cómo?



CIP - 36 Concreto Estructural de Peso Liviano

¿QUÉ es el concreto estructural liviano?

El concreto (*hormigón*) estructural de peso liviano posee una densidad in situ (*peso unitario*) en el orden de 90 a 115 lb/pie³ (1440 a 1840 kg/m³) en comparación con el concreto de peso normal que presenta una densidad en el rango de 140 a 150 lb/pie³ (2240 a 2400 kg/m³). Para aplicaciones estructurales, la resistencia del concreto deberá ser superior a 2500 psi (17.0 MPa). La mezcla de concreto se elabora con un agregado grueso de peso liviano. En algunos casos, una porción o la totalidad del agregado fino puede ser un producto de peso liviano. Los agregados livianos que se utilizan en el concreto estructural liviano son típicamente materiales expandidos de esquisto, arcilla o pizarra que se han expuesto al fuego en un horno rotativo de calcinado para que desarrollen una estructura porosa. También se utilizan otros productos como escoria preparada en horno de fundición (*alto horno*). Existen otras clases de concretos no estructurales de peso liviano con menor densidad producidos con otros materiales de agregados y con mayores vacíos de aire en la matriz de pasta de cemento, tales como el concreto celular, los cuales se utilizan típicamente por sus propiedades de aislamiento. El presente CIP se enfoca en el concreto estructural de peso liviano.

¿POR QUÉ utilizar el concreto estructural liviano?

El uso fundamental del concreto estructural de peso liviano busca reducir la carga muerta de una estructura de concreto, lo que permite a su vez que el diseñador estructural reduzca el tamaño de columnas, zapatas y otros elementos de soporte de cargas (*cimentación*). Las mezclas del concreto de peso liviano se pueden diseñar para lograr resistencias similares a las que ofrece el concreto de peso normal y proporcionan un coeficiente de resistencia-peso más eficiente en elementos estructurales. Esto mismo es válido para otros requerimientos de desempeño mecánico y de durabilidad. En la mayoría de los casos, el mayor costo marginal del concreto de peso liviano se ve compensado por la reducción en el tamaño de los elementos estructurales, la menor cantidad de acero de refuerzo y el menor volumen de concreto, todo lo cual reduce el costo global.

En edificios, el concreto estructural liviano proporciona una estructura de concreto con mayor calificación de resistencia al fuego. El concreto estructural liviano también se ve beneficiado en los aspectos de conservación de energía ya que presenta va-



Aspersión (*humedecimiento*) de los agregados en su sitio de almacenamiento

lores más altos 'R' de los elementos de muros, lo que significa mejores propiedades de aislamiento. La porosidad del agregado liviano proporciona una fuente de agua para el curado interno del concreto que permite el aumento continuo de la resistencia del concreto y de su durabilidad, sin por ello excluir la necesidad de curado externo.

El concreto estructural liviano se ha utilizado para cubierta de puentes, pilares y vigas, losas y elementos de muros en edificios de acero y de estructuras de acero, estructuras para parqueo, muros de inclinación hacia arriba, losas de cubierta y losas compuestas en cubiertas metálicas.

¿CÓMO se utiliza el concreto estructural liviano?

El concreto liviano se puede producir mediante la combinación de agregado liviano grueso y fino o combinando agregado grueso de peso liviano con agregado fino de peso normal. La sustitución total de agregado fino de peso normal por agregado de peso liviano reduce la densidad del concreto en aproximadamente 10lb/pie³ (160 kg/m³).

Los diseñadores reconocen que, en general, el concreto estructural liviano no sirve en un ambiente de secado al horno; por lo tanto, generalmente, el diseño estructural se basa en la densidad *de equilibrio* (a la que se denomina en ocasiones densidad *de secado al aire*). La condición en la que existe cierto grado de humedad en el concreto liviano. La densidad de equilibrio es un valor estandarizado que tiene la finalidad de representar la densidad aproximada del concreto in-situ una vez se haya en servicio. Las especificaciones del proyecto deben indicar la densidad de equilibrio requerida del concreto liviano. La densidad de equilibrio se define en la norma ASTM C 567, y

se puede calcular a partir de las proporciones de la mezcla de concreto. La aceptación de campo se basa en la densidad medida del concreto fresco de acuerdo con la norma ASTM C 138. La densidad de equilibrio será de aproximadamente 3 a 8 lb/pie³ (50 a 130 kg/m³) menor a la densidad del concreto fresco y, por lo tanto, se deberá establecer una correlación con anterioridad al suministro del concreto. La tolerancia para la aceptación de la densidad en fresco es típicamente de $\pm 3\text{lb/pie}^3$ ($\pm 50\text{ kg/m}^3$) con respecto al valor que se desea.

Los agregados livianos tienen que cumplir los requerimientos de la Especificación ASTM C330. Debido a la naturaleza celular de las partículas del agregado liviano, la absorción típicamente se haya en el rango de 5% a 20% por peso de agregado seco. Generalmente, los agregados livianos requieren ser humedecidos antes de usarse a fin de lograr un alto grado de saturación. No todos los productores de concreto tienen la capacidad de pre-humedecer los agregados livianos en clima frío si no disponen de almacenamiento a temperatura controlada. Algunos proveedores de agregados livianos proveen de agregado saturado al vacío.

A excepción de los puentes y estructuras marinas, típicamente, las especificaciones para concreto estructural liviano no tienen un requerimiento con respecto al coeficiente máximo agua/materiales cementantes (a/c). El coeficiente a/c [agua/cementante] del concreto estructural liviano no se puede determinar con precisión debido a la dificultad de determinar la absorción de agregado liviano.

El contenido de aire del concreto estructural liviano necesariamente tiene que ser vigilado estrechamente a fin de garantizar que los requerimientos de densidad se estén cumpliendo. La prueba de contenido de aire se deberá realizar siguiendo el método volumétrico, según la norma ASTM C 173, o calculado mediante la aplicación del método gravimétrico que se describe en ASTM C 138. Prácticamente todos los concretos livianos tienen aire atrapado.

El acabado del concreto liviano exige adecuada atención al detalle. Excesivas cantidades de agua o excesivo asentamiento hacen que el agregado liviano se segregue del mortero. Generalmente, un buen acabado se logra mediante la aplicación de allanadora (*alisadora*). Si la superficie de un piso interior debe recibir un acabado duro con palustre, proceda con las debidas

precauciones a fin de minimizar la formación de ampollas o deslaminaciones. Véase los CIP 13 y 20 sobre las discusiones sobre ampollas y delaminaciones, respectivamente.

Debido al mayor contenido de humedad total del concreto liviano, típicamente, se requiere más tiempo para secarse a niveles considerados normales para la aplicación de materiales de recubrimiento de pisos, en comparación con el concreto de peso normal.

Dentro de los criterios de diseño estructural, se utiliza la resistencia a la tracción para el resquebrajamiento del concreto liviano. El ingeniero de diseño puede solicitar información a una fuente particular de agregado liviano antes de realizar su diseño. La resistencia a la tracción para el resquebrajamiento correspondiente a la resistencia a la compresión especificada se determina en las evaluaciones de laboratorio. La prueba de la resistencia a la tracción hasta el resquebrajamiento no se utiliza como base para la aceptación de campo del concreto.

Asegúrese de que los requerimientos del diseñador relacionados con la resistencia al fuego o a las propiedades de aislamiento de los elementos constitutivos de la construcción cumplen con las normas aplicables de la industria. Para un proyecto fructífero, el proveedor debe poner a disposición la información sobre el agregado liviano, lo mismo que debe hacer el productor del concreto mezclado listo para utilizar. Mediante la planeación adecuada, el concreto estructural liviano puede ser una solución económica a muchas de las aplicaciones de ingeniería.

Referencias

1. *Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete*, ACI 213R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, www.concrete.org.
2. *Guide for Determining the Fire Endurance of Concrete Elements*, ACI 216R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI
3. ASTM C 94, C 138, C 173, C 330 and C 567, *Annual Book of ASTM Standards*, Volume 04.02, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org.
4. *Lightweight Concrete and Aggregates*, Tom Holm, ASTM 169C, Chapter 48, ASTM International, West Conshohocken, PA
5. *Pumping Structural Lightweight Concrete*, Info Sheet #4770.1, Expanded Shale Clay and Slate Institute, Salt Lake City, Utah, www.escsi.org

Directrices para bombeo

Para colocar el concreto liviano se emplean a menudo equipos de bombeo, lo cual se puede realizar exitosamente si se tienen en cuenta varias precauciones antes de la colocación real.

1. El agregado debe pre-humedecerse adecuadamente ya que la presión durante el bombeo llevará el agua hacia el interior del agregado y provocará la pérdida de asentamiento (*revenimiento*), lo cual puede generar el atascamiento de la línea de la bomba además de dificultades en la colocación y acabado (*terminado*) del concreto.
2. Las líneas del equipo de bombeo deberán ser del mayor tamaño posible, preferiblemente de 5 pulgadas (125 mm) de diámetro, con un mínimo de codos, reductores o secciones de manguera de caucho.
3. Se debe aplicar la mínima presión práctica.
4. La ubicación de la bomba deberá ser tal que se minimice la caída vertical del concreto.
5. Puede requerirse ajustes a las características de la mezcla, como el asentamiento (*revenimiento*), el contenido de agregado y el contenido de aire a fin de garantizar la bombeabilidad adecuada para las condiciones específicas del trabajo.
6. Tome una decisión respecto sobre en qué lugar se tomarán las muestras para las pruebas de aceptación y cuáles deben ser las implicaciones que tal decisión tendrá sobre las proporciones de la mezcla del concreto y sobre sus propiedades al ser entregado en el emplazamiento de la obra.



Información Técnica preparada por la National Ready Mixed Concrete Association, 900 Spring St., Silver Spring, MD 20910. www.nrmca.org. Si existen dudas sobre la terminología utilizada en el presente documento, está disponible un glosario de términos en nuestra página web www.nrmca.org para su consulta. © National Ready Mixed Concrete Association. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de cualquier forma, incluyendo el fotocopiado u otro medio electrónico, sin el permiso por escrito de la National Ready Mixed Concrete Association.

Traducción en convenio con la



Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado