



## CIP 19 - Alabeo de losas de concreto

### ¿QUÉ es el alabeo?

El alabeo es la distorsión que sufre una losa tomando una forma curvada hacia arriba o hacia abajo encorvando sus bordes. Esta distorsión puede levantar los bordes de la losa respecto a la base, dando lugar a un borde o esquina sin apoyo que puede agrietarse cuando se aplican cargas pesadas. Algunas veces el alabeo es evidente a edad temprana. En otros casos, las losas pueden alabearse durante un período de tiempo mayor.

### ¿POR QUÉ se alabean las losas de concreto?

Típicamente, el alabeo hacia arriba de los bordes de la losa es provocado por el encogimiento debido al secado o contracción relativa de la parte superior respecto a la base de la misma. Cuando una superficie de la losa cambia en magnitud más que la otra, la losa se arquea por sus bordes en la dirección del acortamiento relativo. Este alabeo es más perceptible en los lados y las esquinas.

Los cambios en las dimensiones de la losa que conducen al alabeo son más frecuentemente relacionados con los gradientes de humedad y temperatura en la losa. Una característica primaria del concreto que afecta el alabeo es la retracción por secado. El caso más común de alabeo es cuando la parte superior de la losa se seca y se retrae con respecto a la base de la misma. Los bordes de la losa se alabean hacia arriba (Figura 1A). El alabeo inmediato de una losa es más frecuentemente relacionado con un pobre curado y un secado rápido de la superficie; y cualquier factor que incremente la retracción por secado, tal como un aditivo, tenderá a incrementar el alabeo.

En las losas, una exudación (*sangrado*) y un curado pobres tienden a producir un concreto en la superficie con mayor riesgo de contracción por secado que el concreto en la parte inferior de la misma. La exudación se acentúa en losas sobre polietileno o mezclas colocadas encima de losas existentes de concreto; y las diferencias de contracción de la parte superior con respecto a la parte inferior en estos casos son mayores que para las losas sobre sub-bases absorbentes.

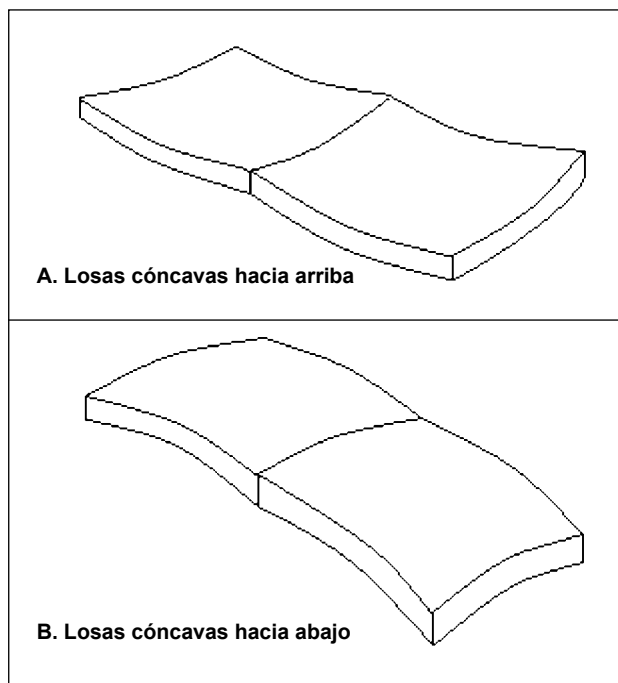


Figura 1. Alabeo de Losas de Concreto (del registro de investigación de la Transportación 1207)

Las losas delgadas y los espaciamientos muy largos de las juntas tienden a incrementar el alabeo. Por esta razón, las losas de remate no adheridas -a losas existentes- necesitan tener un espaciamiento de juntas bastante menor.

En pisos industriales, las juntas espaciadas muy cerradamente pueden no ser muy aconsejables ya que un número elevado de juntas presentará también mayores problemas de mantenimiento. No obstante, esto debe balancearse contra la probabilidad de grietas aleatorias intermedias e incremento de alabeo en las juntas.

El otro factor que puede causar alabeo son las diferencias de temperatura entre las partes superior e inferior de la losa. La parte superior de la losa expuesta al sol se expandirá en relación con la porción inferior menos caliente provocando un alabeo hacia abajo de los bordes (Figura 1B). Alternativamente, bajo temperaturas frías durante la noche cuando la

parte superior se contrae con respecto a la parte subyacente cálida, el alabeo debido a este diferencial de temperatura se añadirá al alabeo hacia arriba provocado por los diferenciales de humedad.

## ¿CÓMO minimizar el alabeo de las losas?

Los factores primarios que controlan los cambios dimensionales del concreto y que conducen a su vez al alabeo, son la contracción por secado, las prácticas de construcción, las sub-bases mojadas o húmedas y los ciclos de temperatura en el día y la noche. Las siguientes prácticas ayudarán a minimizar el alabeo potencial:

1. Utilice el asentamiento (*revenimiento*) más bajo posible en la mezcla y evite añadir agua de reemplado, particularmente en clima caliente.
2. Utilice el mayor tamaño máximo de agregado y/o el más alto contenido de agregado (*árido*) grueso posible, para minimizar la contracción por secado.
3. Tome precauciones para evitar una exudación excesiva. Utilice una sub-base humedecida, pero con baja absorción, de manera que el agua de exudación no esté forzada a subir a la superficie de la losa.
4. Evite utilizar barreras de vapor de polietileno a menos que las haya cubierto como mínimo con dos pulgadas de espesor de arena húmeda.
5. Evite un contenido de cemento más alto que el necesario si la sub-base estará en servicio bajo condiciones húmedas. Un concreto denso e impermeable producirá diferenciales de temperatura más grandes entre la superficie y la base y se alabeará más. En vez de un muy alto contenido de cemento es preferible utilizar mezclas con ceniza volante y en este caso deben tomarse consideraciones adecuadas para especificar la resistencia a 56 ó 90 días.
6. Cure el concreto cuidadosamente, incluyendo las juntas y los bordes. Si se emplean materiales de curado que formen película o membrana, aplíquelos duplicando la cantidad recomendada en dos aplicaciones en ángulo recto respecto a la otra.

7. Para áreas de pisos donde el alabeo tiende a ser un problema, cure el concreto con un compuesto de sellado de cera pesada para pisos, del mismo tipo que se utiliza sobre terrazo. (Nota: los adhesivos utilizados para colocar pisos de mosaico o loseta no se adhieren a estos materiales de curado).
8. Utilice un espaciamiento de junta medido en pies igual a dos veces el espesor de la losa en pulgadas (recomendación de la Asociación de Cemento Portland, PCA, para un tamaño máximo de agregado menor que  $\frac{3}{4}$  de pulgada).
9. Para recubrimientos de poco espesor, limpie la losa base para asegurar su adherencia y considere la utilización de barras y cables pasantes alrededor de los bordes y particularmente en las esquinas de la losa.
10. Utilice un mayor espesor de losa.
11. La utilización de un refuerzo adecuadamente diseñado y colocado para la losa puede ayudar a reducir el alabeo.

---

### Referencias

1. Cement and Concrete Terminology, ACI SP-19, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
  2. Guide for Concrete Floor and Slab Construction, ACI 302.1R American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
  3. "Shrinkage and Curling of Slabs on Grade, Part II-Warping and Curling," R. F. Ytterberg, ACI Concrete International May 1987, pp. 54-61.
  4. "Drying Shrinkage of Concrete," R. C. Meininger, NRMCA Engineering Report No. RD3 (A Summary of Joint Research Laboratory Series), June 1966, 22 pp.
  5. NRMCA "Concrete in Practice" (CIP) Series.
  6. "Slabs on Grade," ACI Concrete Craftsman Series, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
  7. Transportation Research Record 1207, Pavement Design, National Research Council, Washington, D.C., 1988, p. 44.
  8. "Design and Control of Concrete Mixtures," Portland Cement Association, Skokie, IL.
- 

