

A Hard Look at “Hard Troweling” of Air-Entrained Concrete

Q. *I’m working on a project that requires hard troweling of air-entrained concrete. Will hard troweling of concrete with an air content below 3% or using combo blades on concrete with an air content exceeding 3% prevent blister formation and delaminations?*

A. There are more than 18 industry documents from ACI, National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA), Portland Cement Association (PCA), American Society of Concrete Contractors (ASCC), and other organizations that warn against “hard troweling” concrete with more than 3% total air content.¹⁻¹⁸ Although the aggregate in lightweight concrete may reduce the amount of bleed air relative to normalweight aggregate, providing a trowel finish on a lightweight concrete floor with more than 3% air is also risky and not recommended.¹⁹ As much as I agree with the warnings, however, the problem really goes beyond “hard troweling.”

First, I have dealt with finishers who have claimed that they NEVER got on the concrete with “trowels,” so they didn’t violate the warning. However, I’m sure that many of them used combination (combo) blades with the leading edge tilted up. Although the packaging for their combo blades might not have included the word “trowel,” they did indeed violate the warning. Here’s why: A float blade has turned up leading and trailing edges, a trowel blade has flat leading and flat trailing edges, and a combo blade has a turned up leading edge and a flat trailing edge (it’s an intermediate float/trowel blade). If the finisher tilts a combo blade (raises the leading edge), the trailing edge behaves exactly like the trailing edge on a trowel blade.

Second, I have heard about consultants who have suggested that finishers didn’t “hard trowel” the surface—they only “troweled” the concrete, so they couldn’t have caused delaminations. Unfortunately, the word “hard” does not represent the level of effort or energy put into the troweling

process. In fact, there is no definition for “hard trowel,” and there is also no way to determine if a surface was “hard troweled” versus “troweled.”

I am certain that the term “hard troweling” has its origins in early specifications for trowel blades. To ensure long wear, trowel blades are hardened by quenching—rapid cooling of hot steel to room temperature. Specifications probably evolved from “finish with hardened-steel trowel blades,” to “provide hardened-steel trowel finish,” to “provide hardened-trowel finish,” and finally to “provide hard-trowel finish.”

In my opinion, as an industry, we need to remove the word “hard” from “hard troweling.” Even better, change “troweling” to “power finishing.” But baby steps might be easier. When manipulating the surface with any type of modern power finishing equipment, whether using a pan float, float shoes, combo blades, or trowel blades, the tiny air voids tend to coalesce into larger voids that can become flattened and elongated under repetitive passes of the equipment. It’s typical to get between 1.8 and 2.2% entrapped air in non-air-entrained concrete, but 3% is the industry standard maximum “total air” recommended to be troweled. While 3% is not a magical number, the higher the total air content (both entrained and entrapped), the greater the risk of blisters or delaminations. In my experience, 2.9% was the lowest total air content attributed to delamination. And the risk jumps with each percent increase, such that at 6% air content is very risky, and at air contents above 8%, it’s nearly impossible to avoid creating blisters and/or delaminations. I’ve seen concrete with 12 and 13% air—the finishers didn’t have a chance to finish it safely.

Questions in this column were asked by users of ACI documents and have been answered by ACI staff or by a member or members of ACI technical committees. The answers do not represent the official position of an ACI committee. Comments should be sent to keith.tosolt@concrete.org.

Concrete Q&A

As I noted previously, the word “hard” is problematic. I and others are therefore working to have the term removed from ACI’s guides and standards. I think we can successfully change “hard troweled” to “troweled” in ACI 302.1R, for example,¹ but “power finishing” may be too much of a stretch.

And the issue extends beyond floors. I have seen many contractors using ride-on finishing equipment on air-entrained exterior concrete. These are probably floor contractors who have taken on pavement projects to keep their laser screeds employed. While this is a good business decision, the final finishing should be done using bull-floats and brooms—not ride-on finishing equipment. Tractor trailer trucks don’t require super flatness, and they don’t (or shouldn’t) travel at high speeds in parking lots. However, finishers accustomed to working on floors will be tempted to make quick work with a ride-on pan float. While they may have successful outcomes most of the time, they’re right on the edge of problems. And I know this because I am occasionally called upon to solve delamination issues caused by such finishing practices.

Lastly, note that the factors leading to delaminations are not limited to the finishing operation, the finishing tool, or the air content of the concrete. The degree of set is equally important. I’ve even seen blisters and delaminations caused by troweling of air-entrained concrete using nylon trowel blades, so avoiding hardened-steel trowel blades may not eliminate the risk of blisters and/or delaminations.

References

1. ACI Committee 302, “Guide to Concrete Floor and Slab Construction (ACI 302.1R-15),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2015, 76 pp.

2. ACI Committee E703, “Concrete Craftsman Series: Slab-on-Ground (CCS-1(10)),” third edition, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2010, 68 pp.

3. ACI Committee 212, “Report on Chemical Admixtures for Concrete (ACI 212.3R-16),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2016, 76 pp.

4. ACI Committee 306, “Guide to Cold Weather Concreting (ACI 306R-16),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2016, 24 pp.

5. ACI Committee 301, “Specifications for Concrete Construction (ACI 301-20),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 69 pp.

6. AIA MasterSpec, “Section 03300 – Cast-in-Place Concrete,” The American Institute of Architects, Washington, DC.

7. “CIP 20 - Delamination of Troweled Concrete Surfaces,” National Ready Mixed Concrete Association, Alexandria, VA, 2018, 2 pp.

8. Tarr, S.M., and Farny, J.A., “Concrete Floors on Ground,” *EB075*, fourth edition, Portland Cement Association, Skokie, IL, 2008, 252 pp.

9. Kosmatka, S.H., and Wilson, M.L., “Design and Control of Concrete Mixtures,” *EB001*, 15th edition, Portland Cement Association, Skokie, IL, 2011, 444 pp.

10. Collins, T.C.; Panarese, W.C.; and Bradley, B.J., “Concrete Finisher’s Guide,” *EB122*, Portland Cement Association, Skokie, IL, 2017.

11. ASCC Position Statement #1: “Hard Trowel Finish on Air-Entrained Concrete,” American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2011, 1 pp.

12. “The Constructor’s Guide to Quality Concrete Construction,” third edition, American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2014, 147 pp.

13. “Guide for Surface Finish if Concrete Slabs on Ground,” American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2006, 21 pp.

14. Suprenant, B.A., and Malisch, W.R., “Diagnosing Slab Delaminations,” *Concrete Construction*, three-part article, Jan., Feb., and Mar. 1998, 4 pp., 5 pp., and 5 pp., respectively.

15. Suprenant, B.A., and Malisch, W.R., “Beware of Troweling Air-Entrained Concrete Floors,” *Concrete Construction*, Feb. 1999, 2 pp.

16. Bimel, C., “Is Delamination Really a Mystery?” *Concrete International*, V. 20, No. 1, Jan. 1998, pp. 29-34.

17. Lankard, D.R., “Air Entrainment and Delaminations,” *Concrete International*, V. 26, No. 11, Nov. 2004, pp. 21-30.

18. Tarr, S.M.; Kozikowski, R.L.; and Sheehan, M.J., “Guide to the Design and Construction of Concrete Toppings for Buildings,” American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2022, 94 pp.

19. Kozikowski, R., “Concrete Q&A: Density of Lightweight Concrete,” *Concrete International*, V. 34, No. 8, Aug. 2012, pp. 74-76.

Thanks to Scott Tarr, North S.Tarr Concrete Consulting, P.C., Dover, NH, USA, for providing the answer to this question.

HUNDREDS OF
Concrete Standards,
Courses, and
Recommended
Practices Available



American Concrete Institute
Always advancing

Preguntas y Respuestas

Las preguntas de esta columna fueron formuladas por usuarios de los documentos de ACI y han sido respondidas por el personal de ACI o por un miembro o miembros de los comités técnicos de ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de un comité de ACI. Los comentarios deben enviarse a keith.tosolt@concrete.org.

Una Revisión Profunda al “Allanado Duro” del Concreto con Aire Incluido

P *Estoy trabajando en un proyecto que requiere allanado duro de concreto con aire incluido. ¿El allanado duro de concreto con contenido de aire inferior al 3% o el uso de espas combinadas en concreto con contenido de aire que supere 3% evitará la formación de burbujas y delaminación?*

R Hay más de 18 documentos de ACI, de la National Ready Mixed Concrete Association [Asociación Nacional de Concreto Premezclado] (NRMCA), de la Portland Cement Association [Asociación de Cemento Portland] (PCA), de la American Society of Concrete Contractors [Sociedad Americana de Contratistas de Concreto] (ASCC) y de otras organizaciones que advierten contra “allanar duro” el concreto con más de 3% de contenido total de aire¹⁻¹⁸. Aunque el agregado ligero en el concreto aligerado puede reducir la pérdida de aire en relación con el agregado de peso normal, proporcionar un acabado con llana en un piso de concreto ligero con más de 3% de aire también es arriesgado y no se recomienda¹⁹. No obstante, por más que esté de acuerdo con las advertencias, el problema realmente va más allá del “allanado duro”.

Primero, he tratado con los acabadores de pisos que afirman que NUNCA trabajaron el concreto con “llanas”, de manera tal que no contravinieron la advertencia. Sin embargo, estoy seguro de que muchos de ellos utilizaron las espas combinadas (combo) con el borde frontal inclinado

hacia arriba. Aunque es posible que el paquete de sus espas combinadas no haya incluido la palabra “llana”, de hecho sí contravinieron la advertencia. Explico por qué: Un aspa aplanadora tiene bordes frontal y posterior hacia arriba, un aspa de allanado tiene bordes frontal y posterior planos y un aspa combinada tiene bordes frontal y posterior planos hacia arriba (es un aspa intermedia aplanadora/allanadora). Si el acabador inclina un aspa combinada (eleva el borde frontal), el borde posterior se comporta exactamente como el borde posterior de un aspa de allanadora.

Segundo, he escuchado que algunos consultores han sugerido que los acabadores no “allanaron duro” la superficie – sólo “allanaron” el concreto, entonces no pudieron haber provocado delaminaciones. Desafortunadamente, la palabra “duro” no representa el nivel de esfuerzo o energía que se aplica al proceso de allanado. De hecho, no existe una definición para “allanado duro” y tampoco hay una forma para determinar si una superficie fue “allanada duro” versus “allanada”.

Estoy seguro de que el término “allanado duro” tiene sus orígenes en las primeras especificaciones de espas de allanado. Para garantizar la duración de las espas, éstas se endurecen templándolas – enfriado rápido del acero caliente a temperatura ambiente. Probablemente las especificaciones evolucionaron desde “acabado con espas de llana de acero endurecido” hasta “proporcionar acabado con llana de acero endurecido” hasta “proporcionar acabado con llana endurecida” y finalmente hasta “proporcionar acabado con llana dura”.

En mi opinión, como industria, necesitamos eliminar la palabra “duro” de “allanado duro”. Mejor aún, cambiar de “allanado” a “acabado mecánico”. Pero sería más fácil dar pequeños pasos. Al manipular la superficie con cualquier tipo de equipo moderno de acabado mecánico, ya sea utilizando una aplanadora de molde, zapatas de aplanadora, aspas combinadas o aspas de llana, los diminutos huecos de aire tienden a aglutinarse en huecos más grandes que pueden aplanarse y alargarse con pasadas repetitivas del equipo. Es común obtener entre 1.8 y 2.2% de aire atrapado en concreto sin aire incluido, pero el máximo estándar de la industria de “aire total” es de 3% y es lo que se recomienda allanar. Si bien 3% no es un número mágico, mientras más alto sea el contenido total de aire (tanto incluido como atrapado), mayor será el riesgo de que aparezcan burbujas o delaminaciones. En mi experiencia, 2.9% fue el contenido de aire total más bajo atribuido a la delaminación. Y el riesgo sube con cada punto porcentual de incremento, de manera que a 6% de contenido de aire es muy riesgoso y en contenidos de aire superiores a 8% es casi imposible evitar la formación de burbujas y/o delaminaciones. He visto concreto con 12 y 13% de aire – los acabadores ni siquiera tuvieron oportunidad de terminarlo tranquilamente.

Tal como lo señalé anteriormente, la palabra “duro” es problemática. Por lo tanto, otras personas y yo estamos trabajando para eliminar el término de las guías y normas de ACI. Creo que podemos cambiar exitosamente “allanado duro” por “allanado” en ACI 302.1R, por ejemplo¹, pero “acabado mecánico” puede ser demasiado exagerado.

Y la cuestión va más allá de los pisos. He visto a muchos contratistas utilizar equipo de acabado montable en concreto exterior con aire incluido. Probablemente son contratistas de pisos que han tomado proyectos sobre pavimento para seguir utilizando sus escantillones láser. Si bien esta es una buena decisión de negocios, el acabado final debe hacerse utilizando aplanadoras mecánicas y escobillas – no equipo de acabado montable. Los tractocamiones con remolque no requieren una

superficie súper plana y no se desplazan (o no deben desplazarse) a altas velocidades en los estacionamientos. No obstante, los acabadores acostumbrados a trabajar en pisos desearán hacer un trabajo rápido con una aplanadora de molde montable. Si bien la mayoría de las veces podrán tener resultados exitosos, se encuentran justo al borde de los problemas. Sé esto porque ocasionalmente me llaman para solucionar problemas de delaminación provocados por esas prácticas de acabado.

Finalmente, he observado que los factores que provocan las delaminaciones no se limitan a la operación o herramientas de acabado, ni al contenido de aire del concreto. Igualmente importante es el grado de fraguado. Incluso he visto burbujas y delaminación provocadas por allanar concreto con aire incluido, utilizando aspas de llana de nylon, así es que es posible que evitar las aspas de llana de acero endurecido no elimine el riesgo de formación de burbujas y/o delaminaciones.

Referencias

1. ACI Committee 302, "Guide to Concrete Floor and Slab Construction (ACI 302.1R-15)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2015, 76 pp.
2. ACI Committee E703, "Concrete Craftsman Series: Slab-on-Ground (CCS-1(10))," tercera edición, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2010, 68 pp.
3. ACI Committee 212, "Report on Chemical Admixtures for Concrete (ACI 212.3R.16)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2016, 76 pp.
4. ACI Committee 306, "Guide to Cold Weather Concreting (ACI 306R-16)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2016, 24 pp.
5. ACI Committee 301, "Specifications for Concrete Construction (ACI 301-20)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 69 pp.
6. AIA MasterSpec, "Section 03300 – Cast-in-Place Concrete," The American Institute of Architects, Washington, DC.
7. "CIP 20 – Delamination of Troweled Concrete Surfaces," National Ready Mixed Concrete Association, Alexandria, VA, 2018, 2 pp.
8. Tarr, S.M., and Farny, J.A., "Concrete Floors on Ground," EB075, cuarta edición, Portland Cement Association, Skokie, IL, 2008, 252 pp.
9. Kosmatka, S.H., and Wilson, M.L., "Design and Control of Concrete Mixtures," EB001, 15th edition, Portland Cement Association, Skokie, IL, 2011, 444 pp.
10. Collins, T.C.; Panarese, W.C.; and Bradley, B.J., "Concrete Finisher's Guide," EB122, Portland Cement Association, Skokie, IL, 2017.
11. Declaración de Postura #1 de ASCC: "Hard Trowel Finish on Air-Entrained Concrete," American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2011, 1 pp.
12. "The Constructor's Guide to Quality Concrete Construction," tercera edición, American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2014, 147 pp.
13. "Guide for Surface Finish of Concrete Slabs on Ground," American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2006, 21 pp.
14. Suprenant, B.A., and Malisch, W.R., "Diagnosing Slab Delaminations," Concrete Construction, artículo en tres partes, enero, febrero y marzo 1998, 4 pp., 5 pp., y 5 pp, respectivamente.
15. Suprenant, B.A., y Malisch, W.R., "Beware of Troweling Air-Entrained Concrete Floors," Concrete Construction, Feb. 1999, 2 pp.
16. Bimel, C., "Is Delamination Really a Mystery?" Concrete International, V. 20, No. 1, enero 1998, pp. 29-34.
17. Lankard, D.R., "Air Entrainment and Delaminations," Concrete International, V. 26, No. 11, Nov. 2004, pp. 21-30.
18. Tarr, S.M.; Kozikowski, R.L.; and Sheehan, M.J., "Guide to the Design and Construction of Concrete Toppings for Buildings," American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2022, 94 pp.
19. Kozikowski, R., "Concrete Q&A: Density of Lightweight Concrete," Concrete International, V. 34, No. 8, Agosto 2012, pp. 74-76.

Nuestro agradecimiento a Scott Tarr, North S. Tarr Concrete Consulting, P.C., Dover, NH, Estados Unidos de Norteamérica por proporcionar la respuesta a esta pregunta.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de México Centro y Sur.

*Título: Preguntas y Respuestas.
Una Revisión Profunda al "Allanado Duro"
del Concreto con Aire Incluido*



Traductora:
**Lic. Ana Patricia
García Medina**



Revisor Técnico:
**M.I. Sergio Valdes
Constantino**