



RECOMENDACIONES EN PISOS INDUSTRIALES ARGOS

Versión 2-2010



Argos en busca de garantizar el mejor desempeño de sus productos, su correcta aplicación, acompañamiento y asesoría a sus clientes, entrega algunas recomendaciones a tener presentes desde el momento de concepción de sus proyectos con pisos industriales.

Este documento contiene información del desarrollo actual en la tecnología de pisos industriales y va en busca de garantizar una correcta inversión en su obra.

(Comuníquese con nuestro departamento técnico con el fin de conocer más a fondo tecnologías, posibilidades, material de consulta y acompañamiento completo en su proyecto.)

DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES

Son varios los modelos y alternativas para diseñar pisos industriales en nuestro medio sin existir una alternativa única, cada proyecto dadas sus particularidades y necesidades definirá las variables de diseño más relevantes y adecuadas para el mismo y podrá optar o no por medidas de construcción o materiales acorde a los requerimientos.

El ACI (American concrete Institute), realiza la siguiente clasificación de pisos en función de su uso, exponiendo consideraciones especiales y acabados sobre el mismo.

CURADO

Las condiciones de curado de una losa de piso, deben satisfacer iguales condiciones que cualquier concreto o elemento con cemento Pórtland para el correcto desarrollo de resistencias y comportamiento de la mezcla. Se recomienda revisar el ACI 308 (Guide for Curing Concrete).

1. Pensando en las condiciones de compactación y comportamiento mecánico de la base y sub-base, así como el posible aumento de alabeos dadas las diferencias de temperatura y humedad que pueden causar a la losa de concreto; es muy importante realizar con especial cuidado en zonas de juntas o donde se permita el paso del agua de la losa hacia abajo; la operación de empozamiento de agua para evitar el paso constante de esta hacia el fondo de la estructura. Por tal motivo aunque esta sería la condición ideal de curado para un concreto, debe ser evaluada antes de su uso. Pudiendo ser más recomendable el uso de compuestos químicos generadores de membranas aunque no sean tan efectivos.
2. El agua de curado deberá estar dentro de los mas o menos 7 °C de la temperatura del concreto para evitar fisuramientos por choque térmico en el concreto y evitando zonas secas aisladas.
3. La aplicación de compuestos curadores deberá ser usada bajo las recomendaciones del fabricante y deberán ser colocadas de manera que garanticen la homogeneidad y cobertura pareja de la superficie.
4. Es indispensable garantizar el curado de las juntas para evitar el aumento de alabeo del concreto y perdida de resistencia del concreto en las orillas de las juntas.
5. Las actividades de curado sea cual sea el método se deben iniciar tan pronto como se terminan las operaciones de acabado del concreto y su tiempo mínimo de permanencia aunque varia en función de las condiciones de temperatura, tipo de cemento y humedades relativas no debe ser menor de 7 días para cementos colombianos, recomendándose mantenerlo por el mayor tiempo posible hasta los 28 días, usualmente 14 días.

RELLENO DE JUNTAS

1. Las juntas de contracción en pisos buscarán ser del mínimo espesor posible, en presencia de trafico de ruedas pequeñas duras, normalmente deberán ser llenadas con rellenos semirígidos según la especificación del diseñador, con el fin de evitar la perdida de soporte en el borde de la losa.
2. Dichos rellenos preferiblemente deberán colocarse cuando la mayor parte de la contracción del concreto haya pasado, hacia los 60 ó 90 días de colocado, aunque la contracción del concreto permanecerá por años; y las condiciones de limpieza y colocación deben garantizar la adherencia del sello a las paredes de la junta.
3. Es posible la colocación del sello antes del tiempo especificado cuando el tiempo lo exija, pero es importante tener presente que necesitará de una nueva colocación de este material más adelante cuando se observe abertura de la junta, sea con el mismo material o con rellenos epoxicos de baja viscosidad, según las recomendaciones del fabricante.
4. La colocación de sellos semirígidos se deberá hacer sobre la profundidad total de la junta cortada, así como su terminación a nivel del concreto para proteger las orillas de las juntas.

RELLENO DE JUNTAS

Los pisos requieren de mantenimiento continuo preventivo y programado, su deterioro es geométrico y se debe hacer tan pronto se identifica la necesidad. Se recomienda la realización de un plan de mantenimiento asociado a la vida útil y uso del mismo.

Nota aclaratoria de responsabilidad: Las observaciones contenidas en este documento son de carácter informativo y deben ser aplicadas y/o evaluadas por el constructor o usuario solamente en caso de considerarlas pertinentes. Por lo tanto, estas observaciones no comprometen a Argos, a sus filiales o a sus subordinados.

Clase	Tipo anticipado de tránsito	Uso	Consideraciones especiales	Acabado final
1. Una capa sencilla	Superficie expuesta tránsito peatonal.	Oficinas, iglesias, comercial, institucional, residencial de multiunidades. Decorativo.	Acabado uniforme, agregado antideslizante en áreas específicas, curado. Agregado mineral con color, agregado con pigmento de color o expuesto, patrones estampados o taraceados, disposición artística de juntas, curado.	Acabado normal alisado con llanas de acero, acabado no deslizando cuando se requiera. Como se requiera
2. Una capa sencilla	Superficie expuesta tránsito peatonal.	Oficinas, iglesias, comercial, institucional con cubiertas de piso, residencial de multifamiliares.	Losas planas y a nivel adecuadas para cubiertas adaptadas, curado. Juntas coordinadas con cubiertas adaptadas.	Acabado normal alisado con llanas de acero, acabado no deslizando cuando se requiera. Como se requiera
3. Dos capas	Superficie expuesta o cubierta tránsito peatonal.	Capa superior desligada o ligada sobre losa base de edificaciones no industriales o comerciales donde rige tipo de construcción de programa.	Losa base. Buena tolerancia de superficie uniforme, a nivel, curado. capa superior desligada: capa separadora sobre losa base, espesor mínimo de 75 mm., refuerzo, curado.	Losa base. acabado alisado debajo de la capa superior desligada, superficie con textura, limpia debajo de la capa superior ligada. Capa superior: para superficie expuesta, acabado normal alisado con llana de acero. Para superficie cubierta, acabado ligero y alisado con llana de acero.
4. Una capa sencilla	Superficie expuesta o cubierta tránsito peatonal y vehicular ligero.	Institucional y comercial.	Losa a nivel y plana, adecuada para cubiertas adaptadas, agregado no deslizando para áreas específicas, curado. Juntas coordinadas con cubiertas adaptadas.	Acabado ligero alisado con llana de acero.
5. Una capa sencilla	Superficie expuesta tránsito industrial vehicular, es decir, ruedas neumaticas y ruedas sólidas moderadamente suaves.	Pisos industriales para fabricación, procesamiento y bodegas	Subrasante buena y uniforme, disposición de juntas, resistencia a la abrasión, curado.	Acabado ligero alisado con llana de acero.
6. Una capa sencilla	Superficie expuesta tránsito industrial vehicular de servicio pesado, es decir, ruedas duras y grandes cargas por ruedas.	Pisos industriales sujetos a tránsito pesado; pueden estar sujetos a cargas de impacto.	Subrasante buena y uniforme, disposición de juntas, transferencia de carga a resistencia a la abrasión, curado.	Endurecedor de superficie especial de agregado metálico o mineral; alisado intenso con llana de acero repetido.
7. Dos capas	Superficie expuesta tránsito industrial vehicular de servicio pesado, es decir, ruedas duras y grandes cargas por ruedas.	Pisos ligados de dos capas sujetos a fuerte tránsito e impacto.	Losa base: subrasante buena y uniforme, refuerzo, disposición de juntas, superficie a nivel, curado. Capa superior: compuesta de agregado todo mineral o todo metálico de buena granulometría espesor mínimo 19 mm. Endurecedor superficial de agregado metálico o mineral aplicado a capa superior simple de alta resistencia para endurecerla, curado	Superficie de base de losa limpia con textura adecuada para la capa superior ligada. las llanas mecánicas especiales para capa superior ligada. Las llanas mecánicas especiales para capa superior son opcionales, acabado alisado con llana de acero
8. Dos capas	Como en clases 4,5 ó 6	Capa superior desligada sobre pisos nuevos o antiguos o donde rige secuencia de construcción o programa.	Capa separadora sobre losa base, espesor mínimo 100 mm., resistencia a la abrasión, curado.	Como en clases 4,5 ó 6
9. Capa sencilla o capa superior	Superficie expuesta requeridas las tolerancias de superficie superplana o críticas. vehículos especiales para manejo de materiales o robotizados que requieren tolerancias específicas.	Bodega de naves altas, de pasillos angostos; estudios de televisión, pistas de hielo, o gimnasios. vease el ACI 360R para guía sobre diseño.	Requerimientos variables de calidad de concreto. Se recomiendan procedimientos de aplicaciones especiales y atención estricta a los detalles cuando se usan endurecedores que se aplican esparciéndolos. $F_f 50$ a $F_f 125$ (piso superplano) curado especial.	Siganse estrictamente las técnicas que se indican en la sección 8.9.

15. Como recomendación, ninguna operación de acabado, posterior al rectificado o flotado y allanado inicial, deberá hacerse hasta que el concreto soporte el pie de una persona y genere una huella menor a 6 mm de profundidad.
16. Los cortes de concreto convencionales para juntas de contracción se realizan normalmente entre las 4 y 12 horas posteriores al acabado de la misma y dependerá de las condiciones climáticas.
17. El corte deberá ser de $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa. En el caso de uso de endurecedores superficiales de tipo metálico se recomienda una profundidad de corte de $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa.
18. Bajo condiciones de baja humedad relativa, viento y calor, el agrietamiento inicial del piso puede ocurrir incluso antes del allanado final, esto puede darse incluso horas o días después del corte de las juntas. Esto se puede minimizar aplicando reductores de evaporación superficial, una película monomolecular y pensar en colocación del concreto en horas de la noche para minimizar el impacto de temperatura, viento y exposición a la luz y uso de micro-refuerzo.
19. El contenido total de aire en el concreto para pisos con endurecedores superficiales, no debe exceder 3% para evitar problemas de adherencia, descascaramiento y ampollamiento o del porcentaje recomendado en función del tamaño máximo del agregado.
20. Si se realizan superficies con color, estas no se deberán pulir, pues se tendría un acabado con color disparejo y con oscurecimiento.
21. En el caso de requerir valores de planicidad y nivelación en el piso, es indispensable determinar el método, el tiempo de medición y las condiciones para estas antes de iniciar el proyecto, pues como ejemplo es muy claro que uno será el valor de planicidad de un piso suspendido aun con su formaleta y otro una vez sea retirada y presente sus deflexiones.



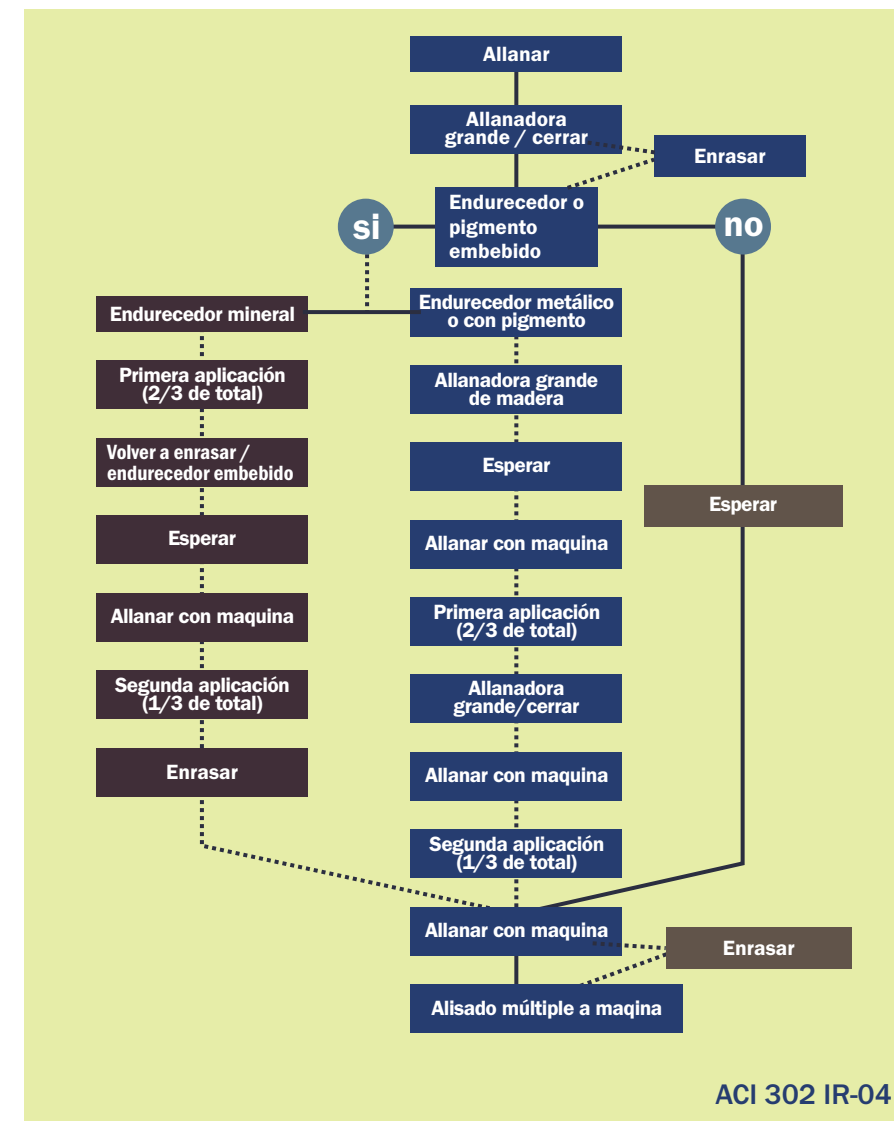
Como metodología o principios de diseño se propone el uso de las recomendaciones ACI 360R-06 "Design of slabs-on-ground", haciendo o garantizando cumplimiento de las exigencias NSR-10 e incluso el ACI 318S-05 (Requisitos de reglamento para concreto Estructural) y ACI 421.1R (Shear Reinforcement for slabs) teniendo presente que en el caso de pisos en altura o losas suspendidas, estas estarán regidas normalmente por su comportamiento estructural. Igualmente en el ACI 302 IR-04 (Construcción de losas y pisos de concreto) encontrara recomendaciones de diseño y recomendaciones generales de construcción de losas y pisos de concreto.

En el caso de pisos en concretos de contracción compensada la recomendación de diseño y construcción estarán dadas por el ACI 223 (Use of shrinkage-compensating concrete).

Recomendaciones de diseño

1. Procure al máximo conocer el uso y tipo de cargas que estarán presentes en sus pisos en un futuro inmediato o la aplicación mas cercana que se pueda dar; es muy habitual encontrar cambios de uso del piso en zonas de bodegas, que conllevan cambio de equipos o cargas estáticas que podrán generar diferentes tipos de desempeño o daño a la inversión.
2. Pida a su diseñador como requisitos mínimos a entregarle los siguientes elementos:
 - a. Tipo de materiales para la base y sub-base (de especificarse) y características de los mismos y requisitos de colocación.
 - b. Espesor y resistencia del concreto a la flexión o compresión según el tipo de diseño. (El comité del ACI 302 reconoce que no existe una correlación directa entre las resistencias a compresión y las relaciones de a/mc - agua/material cementante por lo que sugiere que no se combinen ambas en una especificación).
 - c. Requerimientos de la mezcla de concreto de existir una revisión específica de su parte o alguna solicitud de desempeño por durabilidad y acciones de agentes externos especiales (Ej. cuartos de congelamiento). Las recomendaciones de mezcla dadas por el ACI 302 y ACI 360 son involucrados por Cementos Argos en sus diseños para pisos industriales con el fin de disminuir al máximo las contracciones de sus concretos y garantizar el desempeño en la colocación de los mismos. (Contenido de material cementante, especificación de retracción bajo ASTM C-157, relaciones A/C, tamaño máximo del agregado, tipo de cemento, asentamiento, contenido de aire, etc.).
 - d. Diseño de juntas. (Incluye localización y detalle de las mismas, material de relleno y sello de juntas; en el caso de zonas de elementos fijos se debe solicitar igualmente el detalle de construcción).
 - e. Si se va a utilizar refuerzo, de que tipo, tamaño, y su localización.
 - f. Si se va a usar tratamiento superficial especial, que tipo de tratamiento y especificación de producto y colocación. O que tipo de acabado superficial se requiere.
 - g. Tolerancias en materiales.
 - h. Tipo de curado de existir requerimiento especial.
3. Determine la posible presencia de congelación y deshielo de su losa de piso, en muchos casos el estar en zonas de trópico hace olvidar los efectos de este fenómeno en el concreto.
4. Como premisa de todo piso industrial es importante tener presente que: "Aun con los mejores diseños de pisos y una apropiada construcción, es iluso esperar resultados libres de agrietamiento y ondulación. En consecuencia tanto el diseñador como el contratista deberán advertir al propietario que es completamente normal esperar cierta clase de agrietamiento y ondulación en cada proyecto, ya que tal ocurrencia no necesariamente desacredita la competencia del diseño o la calidad de la construcción". (ACI 302 IR-04).
5. El ACI 360R-06 señala que aunque en su versión anterior (1.992) se recomendaba que las juntas fueran colocadas cada 24 a 36 veces el espesor de la losa según su tipo de refuerzo, hoy propone que el espaciamiento de juntas no debe exceder los 4.5 m. ya que se considera que hay poca información disponible sobre pruebas para la mayoría de los materiales de concreto locales, de modo que las mezclas deben considerarse como "mezclas de concreto de alta contracción" y el espaciamiento de juntas no debe exceder este valor. (Cabe anotar que el ACI 302 IR-04 expresa que ejercicios con un máximo hasta de 5.5 m de espaciamiento han presentado buenos comportamientos con presencia entre 0 y 3% del área de losas fisuradas.)

6. Revise muy bien el uso o no de barreras de vapor con y sin material absorbente sobre él, ya que conocidos los beneficios o necesidad de estos en algunas condiciones, debe ser evaluado entre Dueño, Diseñador y Constructor los siguientes inconvenientes que pueden presentarse:
 - a. Mayores alabeos en las losas.
 - b. Aumento del tiempo en su proceso de endurecimiento siendo más lento que en concretos colocados directamente sobre materiales granulares.
 - c. Mayores asentamientos de la mezcla que redundaran en mayor asentamiento plástico y posible fisuración en las zonas de refuerzo.
 - d. Aumento en la exudación de la mezcla que puede causar ampollamientos, encostramientos o pérdida de planicidad del piso.
7. Los cambios de rigidez de la base o del suelo son puntos seguros que se reflejaran en la superficie, evítelos o téngalos en cuenta al momento del diseño.
8. No espere que el topping corrija problemas de estructura, el comportamiento del piso hace parte de su funcionamiento como un todo y la capa superficial reflejará lo que esté debajo de ella.
9. Defina muy bien el tipo de refuerzo si se va a utilizar y su función en la losa (Acero por contracción y temperatura, acero de refuerzo, cables de sistema postensado o uso de fibras metálicas, sintéticas o combinadas). Recuerde que el uso de fibras tanto metálicas como micro y macro sintéticas, responde a diferentes necesidades en el comportamiento o desempeño de la losa y debe ser tenido en cuenta desde el diseño de la misma.
10. El uso de fibras es cada vez más frecuente, una alternativa para mejorar las condiciones y comportamientos del concreto frente a fenómenos como la contracción plástica o de secado así como a su comportamiento en el tiempo de servicio. (Actualmente existen principalmente fibras micro-sintéticas, macro-sintéticas y metálicas para cada aplicación y necesidad desde el diseño.)
11. Tome las medidas necesarias desde el diseño ya que en muchos casos la fisuración del concreto asociada a la contracción por secado, se da normalmente por restricciones al movimiento como:
 - a. Estructuras fijas
 - b. Rasante no homogénea u ondulada.
 - c. Fricción entre material de base y losa.
 - d. Refuerzos fijos.
 - e. Cualquier elemento que no dejen moverse libremente la losa.
12. Pida a su diseñador especificar que juntas serán de aislamiento, de contracción o de construcción para que el constructor entienda su función y necesidad antes de la colocación de los concretos.
13. Recuerde que el espaciamiento entre juntas de contracción estará en función de:
 - a. Método de diseño y espesor de la losa
 - b. Tipo, cantidad y colocación de refuerzo
 - c. Contracción del concreto
 - d. Restricciones de la losa y fricción con la base
 - e. Elementos fijos o discontinuidades de la estructura
 - f. Entorno del piso (Humedad, viento, temperatura, etc.)
 - g. Curado del concreto.
14. El tipo de pasajuntas a utilizar (Redondo, cuadrado, rectangular o en diamante), su diámetro, dimensiones y espaciamiento entre ellas, debe ser una variable más entregada por el diseñador según el tipo de junta en consideración y el trafico y espesor de la losa.
15. La colocación del pasajuntas dentro de la masa debe ser horizontal (paralela a la losa) y debe quedar completamente perpendicular a la cara lateral de la misma para permitir el movimiento sin restricción.



5. Los equipos y herramientas de acabado son indispensables para lograr el correcto acabado del piso, sus definiciones pueden encontrarse en el ACI 116R y el ACI 302 IR-04 y debe tenerse muy presente que las dimensiones, materiales y características técnicas son indispensables para cumplir las funciones adecuadas en el acabado y colocación del piso. (Ej. Tipo de materiales de las enrasadoras si hay o no endurecedores superficiales, frecuencias bajas o altas de equipos de compactación, tipos de aspas de las allanadoras, etc.) Básicamente estos equipos se pueden agrupar en:
 - a. Herramientas de extendido.
 - b. Herramientas de compactación.
 - c. Herramientas de enrasado y de aplanado.
 - d. Herramientas para orillas.
 - e. Herramientas de pulido.
 - f. Herramientas para corte o juntas.
6. El extendido del concreto se deberá realizar con una pala de punta cuadrada y de mango corto preferiblemente. No se recomienda usar rastrillos, palas de punta redonda o de mango largo.

7. En losas estructurales o reforzadas es necesario generar vibración interna especialmente en las zonas donde está el refuerzo, se debe tener especial cuidado en no usar la vibración para extender el concreto y en lo posible el vibrador se deberá insertar verticalmente en la losa, evitando que este haga contacto con la sub-base para no contaminar el concreto.
8. Si el enrasado se realiza de manera manual, el concreto deberá tener un asentamiento máximo de 125 mm.
9. El método y equipos de enrasado así como el sistema de cimbras, serán las principales variables para lograr la rasante y van de la mano con las tolerancias en planicidad del proyecto.
10. Si se buscan estrictos niveles de planicidad, es importante limitar el ancho de las franjas para lograr altos estándares de nivelación.
11. El proceso de aplanado se deberá terminar antes de que algún exceso de humedad o exudación aparezca sobre la superficie.
12. Cualquier operación de acabado realizada durante la presencia de exceso de agua o de exudación causará delaminación o pulverización en la superficie.
13. El uso de una llana grande (2.4 a 3m) es indispensable para lograr pisos con números f mayores que 20, el uso de llanas de menor tamaño (1.2 a 1.5 m) no permitirá al operador realizar buenas correcciones de irregularidades en la superficie. El solo cambio de esta herramienta puede permitir un aumento hasta de un 50% en la planicidad del piso.
14. Para el uso de endurecedores superficiales embebidos se recomienda el uso de una llana grande de madera o plato que permite extender uniformemente la mezcla de mortero y endurecedor dejando la superficie abierta y promoviendo el sangrado uniforme.

- c. Los tratamientos de superficie con líquidos, NO son materiales que cumplan normalmente los requerimientos de compuestos “ ACI C 309 “líquidos que forman una película”, por lo tanto revise muy bien con el fabricante su uso como curador definitivo.
- d. Recuerde que estos tratamientos líquidos en su mayoría reaccionan con el hidróxido de calcio que en el caso de concretos adicionados o uso de adiciones activas en el concreto, es más bajo que en un concreto normal y puede disminuir su eficiencia.

1. Refuerzo:

- a. El acero de refuerzo, las mallas electrosoldadas, el cable o acero de tensionamiento en pisos postensados y el acero liso usado como pasajuntas debe cumplir con los requerimientos técnicos y de calidad de cualquier refuerzo estructural de norma según NSR -98.
- b. Para el caso de uso de micro-fibras, estas actualmente no se deben usar para remplazar refuerzo por temperatura o contracción ya que tienen poco efecto en el concreto luego de endurecido. Estas fibras son de gran ayuda para el control de agrietamiento y asentamiento plástico.
- c. En el caso de las micro-fibras de acero o sintéticas estas son usadas con el fin de disminuir el agrietamiento a la vista, mejorar su resistencia a cortante y a la fatiga por flexión; así como acrecienta la tenacidad del piso a flexión y su resistencia al impacto. Según las consideraciones de diseño estas fibras pueden permitir una reducción en la cantidad de juntas de contracción o una posible disminución del espesor de la losa. No se deben usar cloruros en las mezclas de concreto que vayan a tener estas fibras.

- 2. Los pasadores de juntas pueden ser redondos, cuadrados, rectangulares o en forma de diamante, pero en todos los casos el diámetro, área de la sección transversal, longitud, su forma y localización debe ser especificado por el diseñador.

- 3. Los materiales para sellar juntas deben cumplir las exigencias de rigidez dadas por el diseñador según el tipo de ruedas que vayan a transitar por el piso, es indispensable conocer su aprobación o no para evitar grandes desportillamientos y deterioro de las juntas por este tema.

COLOCACIÓN, COMPACTACIÓN Y ACABADO.

Es indispensable conocer el comportamiento y los tiempos de fraguado del concreto en las condiciones climáticas donde se vaya a realizar el piso, pues deberán realizarse varios procedimientos de acabado consecutivamente que no permitirán que se realicen ni “Demasiado tarde” ni “demasiado temprano” durante el periodo de fraguado del concreto.

Recomendaciones:

- 1. No se recomienda la colocación de concreto en forma de tablero de ajedrez, dado que la experiencia ha demostrado que la contracción no ocurre tan rápidamente como para que el método sea efectivo y puede generar problemas de acceso y de planicidad en las juntas entre otros.
- 2. Una de las maneras más eficientes y recomendadas para el vaciado de concretos en áreas grandes es el uso de franjas largas alternas que tendrán juntas de contracción transversales según lo definido en el diseño.
- 3. El concreto no deberá colocarse sobre la base más rápido de lo que se pueda extender, aplanar y emparejar, evitando juntas frías sobre el concreto y teniendo claras y con cimbras las juntas de construcción del concreto.
- 4. En la siguiente figura el ACI ilustra un procedimiento de acabado típico de un piso que podrá ajustarse a las condiciones propias del proyecto.

Ver gráfica siguiente página

- 16. Recuerde que en sistemas suspendidos con plataformas metálicas es muy normal la presencia de fisuras, que con el tiempo aumentan y que están relacionadas con la flexibilidad del sistema y las restricciones que se aplican a las contracciones propias del concreto.

- 17. **NO OLVIDE:** Realizar una reunión inicial entre diseñador, constructor y dueño, es la clave para buscar que todos los criterios de diseño se cumplan, garantizando la armonía de la obra. Es muy importante que esta no sea la única reunión, es indispensable realizar una de verificación una vez hecho el primer vaciado, ya que en este momento aun son muchas las correcciones que se pueden tomar en bien del proyecto. El ACI 302 IR-04 ofrece en su sección 1.1.2 una lista de verificación para esta reunión.

SUPERFICIES DE APOYO

Toda metodología de diseño de pisos en concreto supone un sistema uniforme y homogéneo para soporte de las cargas y del propio piso de concreto.

Por tal motivo el terreno de apoyo no debe ser una capa que genere restricciones a los movimientos de la losa y debe garantizar la capacidad de soportarla y recibir las cargas analizadas de diseño que de ella se deriven para transmitir las a la subrasante.

Recomendaciones para el Terreno de apoyo:

- 1. El espesor, tipo de material y condiciones de comportamiento mecánico y químico de la base, sub-base y/o sub-rasante son consideraciones entregadas por el diseñador soportado en los estudios de suelos y consideraciones de carga de la obra.
- 2. Mantenga presente la uniformidad de la base, no permita que se generen pliegues, ondulaciones o picos que puedan generar una restricción al movimiento de la losa de concreto.
- 3. Garantice que la superficie de la base esté en capacidad de soportar el tráfico de obra incluidos los camiones de concreto sin comprometer su uniformidad y capacidad estructural.
- 4. Humedezca la base antes de los vaciados, no permita empozamientos ni agua libre sobre esta.
- 5. Una prueba de revisión del soporte chequeada por el diseñador, podrá hacerse haciendo pasar varias veces un camión de concreto cargado con un patrón preestablecido sobre el material compactado. Se recomienda reparar irregularidades y revisar compactaciones si se presentan penetraciones de llanta mayores a 13 mm.
- 6. No permita una diferencia de temperatura entre el concreto y la base de colocación mayor a 17 °C, idealmente máxima de 11 °C. La temperatura mínima que se debe tener idealmente dentro de la edificación no debe ser menor de 10 °C durante colocación, acabado y curado del concreto.



MATERIALES

Concreto:

Los concretos utilizados para la construcción de pisos industriales en principio buscan cumplir 2 necesidades:

- a. Cumplir con las mejores características de trabajabilidad para su colocación con la mínima presencia de fisuras por contracción plástica cuando se encuentra en estado plástico.
- b. Y buscan el cumplimiento de sus propiedades de resistencia a la flexión, a la abrasión, al impacto y durabilidad; optimizando las características y diseño de mezcla, de forma que disminuya al máximo la contracción por secado y se reduzcan las probabilidades de agrietamiento por alabeo y restricción al acortamiento; Cuando se encuentra en estado endurecido.

En general son muchas las variables que se deben tener en cuenta a la hora de especificar un concreto para pisos y diseñarlo, y aunque la tendencia actual nos ha hecho concentrarnos en la revisión de los valores de contracción, es importante resaltar que no existen modelos o metodologías de diseño que nos digan que en las condiciones específicas de colocación de un piso, por cumplir con un valor o no de contracción especificada, se puede dar un agrietamiento del mismo; aunque si podemos estar tranquilos que entre menor sea su valor, menor será la probabilidad de que se presente este fenómeno propio de la naturaleza de cualquier producto que utilice cemento Pórtland en su producción.

Es importante revisar todas las variables que pueden generar aumento de las contracciones de un concreto y posibles fisuramientos y alabeos no deseados en las losas de concreto de un piso industrial.

Un ejemplo de ello es la investigación publicada en el ACI en 1999 de Wayne W. Walker y Jerry A. Holland. Que muestra el siguiente cuadro que se concluye por si solo.

Prácticas inadecuadas que pueden causar incremento en la retracción del concreto.	Incremento equivalente en la retracción (%).	Efecto acumulado
Temperatura del concreto en el momento de la descarga, al pasar de 16°C a 27°C.	8	1.00 x 1.08= 1.08
Usar concreto con asentamiento de 150 mm cuando se puede usar uno con 75 mm.	10	1.00 x 1.10= 1.19
Excesiva permanencia del concreto en los carros mezcladores.	10	1.19 x 1.10= 1.31
Uso de agregado con tamaño máximo de 19 mm cuando pudiera usarse otro de 38 mm.	25	1.31 x 1.25= 1.64
Uso de cemento con altas características de retracción relativas.	25	1.64 x 1.25= 2.05
Uso de agregado sucio por falta de lavado o contaminado durante su manejo.	25	2.05 x 1.25= 2.56
Uso de agregado con pobres características relacionadas con la retracción.	50	2.56 x 1.50= 3.84
Uso de aditivos que producen alta retracción.	30	3.84 x 1.30= 5.00
Incremento total (%).	Suma= 183	Acumulado= 400

Sin embargo vale la pena recalcar que en mediciones realizadas de manera comparativa entre la contracción de un concreto en Colombia bajo norma ASTM C-157 y mediciones reales de la contracción presentada con instrumentación en losas de campo, se ha encontrado que las contracciones reales medidas presentan contracciones hasta 3 veces menores que las encontradas por norma. (Es muy importante conocer las condiciones climáticas de donde se va a aplicar el concreto, esta medición aplica para condiciones de humedad y climáticas hechas en la ciudad de Bogotá).

Sin embargo vale la pena recalcar que en mediciones realizadas de manera comparativa entre la contracción de un concreto en Colombia bajo norma ASTM C-157 y mediciones reales de la contracción presentada con instrumentación en losas de campo, se ha encontrado que las contracciones reales medidas presentan contracciones hasta 3 veces menores que las encontradas por norma. (Es muy importante conocer las condiciones climáticas de donde se va a aplicar el concreto, esta medición aplica para condiciones de humedad y climáticas hechas en la ciudad de Bogotá).

Recomendaciones de materiales Argos:

1. Indique siempre a la hora de solicitar y negociar los concretos que su necesidad es para pisos industriales con el fin de garantizar la entrega de los diseños y recomendaciones especiales en los concretos para este uso.
2. Los concretos para pisos poseen condiciones y especificaciones propias de:
 - a. Tipo de cemento y características del mismo a utilizar
 - b. Tipo, tamaño, granulometrías y factores de trabajabilidad y grosor de los agregados.
 - c. Calidad de los agregados.
 - d. Aditivos para concreto. (Usos o no de cloruros).
 - e. Uso de fibras en la matriz del concreto.
 - f. Contenidos de aire
 - g. Requisitos generales de comportamiento a contracción, exudación, tiempos de fraguado y demás.

Por tal motivo le recomendamos dejar en manos de nuestros diseños estas características que especificadas por su diseñador cumplen con las recomendaciones y normativas asociadas a ellos.

Otros materiales:

Recomendaciones:

1. Materiales para curado:
 - a. Recuerde que un curado efectivo sólo se logra manteniendo las condiciones de humedad necesarias para el proceso de hidratación de las partículas de cemento en sus etapas iniciales y evitando la carbonatación temprana del concreto en la superficie, por lo tanto cualquiera de los métodos escogidos deben garantizar: evitar al máximo la perdida de humedad mientras se presenta hidratación de las partículas, la entrega constante de agua al concreto para mantener las condiciones de humedad o la creación de una membrana con compuestos líquidos sobre el concreto.
 - b. El uso de materiales como costal de Yute, arena o materiales que conserven humedad son aceptados pero se debe garantizar que no generen cambios en la textura o color de las losas, de ser importantes estas características para el piso y sobre todo se debe garantizar que se mantenga húmedo todo el tiempo. En el caso de uso de plásticos u hojas de polietileno asegúrese de realizar los traslapos y mantener condiciones de humedad bajo él, no se recomiendan plásticos que permitan una perdida de humedad mayor de 0.055 g/cm2 en 72 horas según ASTM C 171. Estos no son muy recomendados en el uso de concretos coloreados.
 - c. Los compuestos químicos que generan membranas son ampliamente utilizados, se deben usar bajo las recomendaciones estrictas del fabricante y deben cumplir la ASTM C 309.
 - d. Cuando se hace el uso de endurecedores superficiales se recomienda el uso de compuestos de alta retención de agua y se debe consultar con el fabricante del endurecedor la compatibilidad entre ambos productos.
2. Endurecedores superficiales:
 - a. Estos materiales pueden encontrarse como endurecedores secos para aplicar en la superficie en el proceso de colocación del piso o como tratamientos superficiales líquidos. En ambos casos deben ser acompañados de las recomendaciones de uso del fabricante y su compatibilidad con el uso del piso.
 - b. En el caso de endurecedores secos, pueden encontrarse de 2 tipos, minerales o metálicos y cada uno tiene su aplicación y limitante que debe ser revisados con su productor y el diseñador del piso. Normalmente estos materiales pueden ser evaluados bajo ASTM 1994.