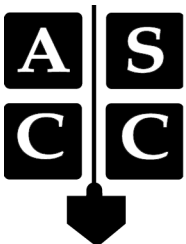
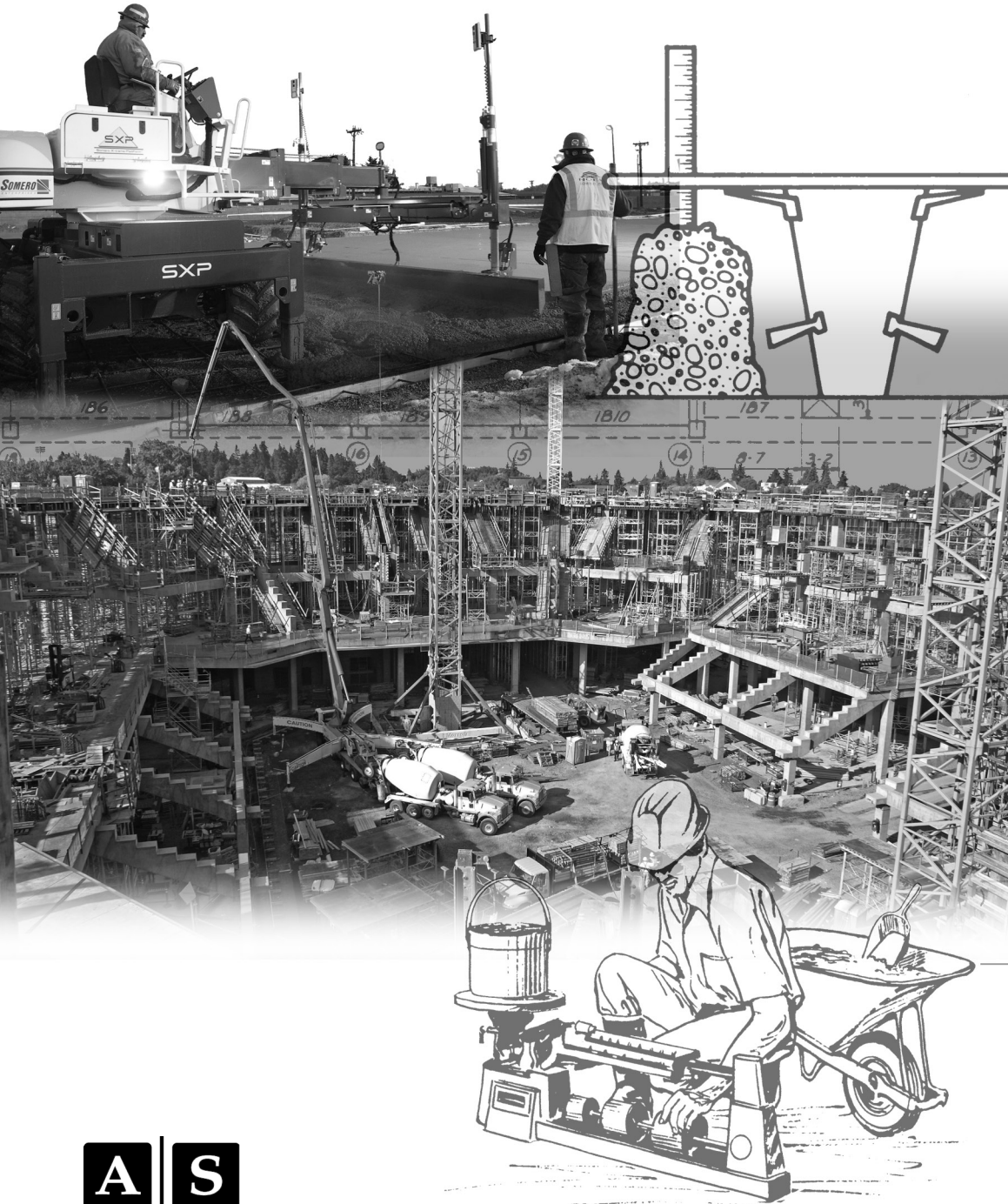


GUÍA DEL CONTRATISTA PARA LA CONSTRUCCIÓN EN CONCRETO DE CALIDAD

TERCERA
EDICIÓN



**AMERICAN SOCIETY OF
CONCRETE CONTRACTORS**

(SOCIEDAD AMERICANA DE CONTRATISTAS DEL CONCRETO – ASCC)



American Concrete Institute®
Advancing concrete knowledge

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
(INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO – ACI)

Publicada en conjunto por la American Society of Concrete Contractors — ASCC y el American Concrete Institute – ACI. La *Guía del contratista para la construcción en concreto de calidad* ha sido revisada de acuerdo con las políticas de revisión de documentos de Comité de Actividades Educativas del ACI y por la Junta Directiva de ASCC.

La American Society of Concrete Contractors (ASCC) y el American Concrete Institute (ACI) no son responsables por los conceptos u opiniones expresadas en sus publicaciones. Las publicaciones de ASCC y ACI no están en capacidad, ni tienen como objetivo, sustituir ni el entrenamiento individual ni el criterio del usuario o del suministrador de la información presentada.

Spanish Edition

Es Propiedad © 2011, American Concrete Institute

Todos los derechos reservados incluyendo los derechos de reproducción y uso en cualquier forma y medio, incluyendo copias por cualquier método de proceso fotográfico o por medio de cualquier procedimiento electrónico o mecánico, impreso, escrito u oral o grabación de sonido o reproducción visual o para el uso en cualquier sistema de adquisición y archivo de información, a menos que se obtenga un permiso por escrito de los propietarios de la propiedad intelectual.

English Edition

Copyright © 2005, American Concrete Institute.

All rights reserved including rights of reproduction and use in any form or by any means, including the making of copies by any photo process, or by any electronic or mechanical device, printed, written or oral, or recording for sound or visual reproduction or for use in any knowledge or retrieval system or device, unless permission in writing is obtained from the copyright proprietors.

Impreso en los Estados Unidos de America

NÚMERO DE CONTROL DE LA BIBLIOTECA DEL CONGRESO: 2004116973

Historia de impresión de la 3ª English EDICIÓN:

Primera impresión, Mayo 2005

Segunda impresión, Junio 2006

Tercera impresión, Febrero 2008

Cuarta impresión, Abril 2009

American Concrete Institute
P.O. Box 9094
Farmington Hills, MI 48333-9094
Phone: 248-848-3700
FAX: 248-848-3701
www.concrete.org
E-mail: bkstore@concrete.org

American Society of Concrete Contractors
2025 S. Brentwood Blvd., Suite 105
St. Louis, MO 63144
Phone: 314-962-0210
FAX: 314-968-4367
www.asconline.org
E-mail: ascc@asconline.org

ISBN N 0-87031-484-4
ISBN N-13: 978-0-87031-408-7

RECONOCIMIENTOS

Muchos han contribuido a las dos ediciones anteriores de la Guía del Contratista y no deben ser olvidados, incluyendo: los editores pertenecientes al cuerpo de empleados del ACI, Bob Pearson para la primera edición y Franklin Kurtz y Robert E. Wilde para la segunda edición. Para la tercera edición se contó con la colaboración de las siguientes personas del personal del ACI: destacadamente Ward Malisch y también Lindsay Kennedy, Rich Heitzmann y Becky Hartford.

Los siguientes individuos contribuyeron significativamente al desarrollo de esta tercera edición: Dan Dorfmueller quien muy competentemente dirigió el Comité ACI E703 durante las etapas finales de la revisión, Bill Palmer quien fue Director de E703 durante la fase final. Las siguientes personas contribuyeron como miembros del Comité ACI E703: William R. Phillips, Bill Nash, Scott Anderson, Kathy Martin, Frances Mc Neal-Page, James Ernzen, John Hukey y Brad Inman. Por parte de ASCC, se contó con la colaboración de: Al Engelman, Tommy Ruttura, Mike Schneider, Michael Warning, Paul Albanelli, Keith Ahal y Gary Burleson. Igualmente queremos dejar testimonio de nuestro agradecimiento por las contribuciones excepcionales de Ross Martin.

Adicionalmente, Bev Garnant, directora ejecutiva de ASCC, reescribió el prefacio sobre seguridad; Ted Neff, del Post-Tensioning Institute, aportó la información sobre postensado; Roy Reiterman, del Wire Reinforcement Institute, contribuyó con información acerca de refuerzo electrosoldado de alambre; Pete Tatnall, de Synthetic Industries, adicionó importante información acerca de concreto reforzado con fibras; y Dave Gustafson, del Concrete Reinforcing Steel Institute, revisó el Capítulo 6. Rolf Spahr, de MEVA Formwork, Jorge Calvo, de Ulma Forms y Dan Winters de Conesco Doka Formwork contribuyeron en el Capítulo 5.

Crédito de la fotografía: La fotografía en la parte inferior de la portada mostrando un sistema de encofrado es cortesía de Ceco Construction LLC. La fotografía en la parte superior de la portada mostrando una regla de laser es cortesía de Noel Company, Inc.

Editor: Lindsay K. Kennedy
Diseño de la cubierta: Gail L. Tatum

PREFACIO

Seguridad

A pesar que hay muchas cosas importantes en construcciones de concreto tales como la calidad del trabajo y obtener una utilidad, la seguridad debe ser siempre la prioridad número uno. Por esa razón, la seguridad está al inicio de éste libro para enfatizar su importancia como elemento fundamental para lograr un proyecto exitoso.

La construcción es una actividad que tiene riesgos. Sin embargo, con procedimientos y entrenamiento adecuados, inspección de los riesgos y cumplimiento de las normas de seguridad, los riesgos pueden reducirse o eliminarse. Es obligatorio implementar un programa de seguridad bien concebido para mantener en alerta a todos los trabajadores de los riesgos posibles en la obra. Las personas involucradas en trabajos de construcción tienden a creer “que ellos se pueden cuidar a sí mismos.” Aunque en líneas generales esto puede ser cierto, la construcción en concreto es un trabajo en equipo. Todo trabajador de construcción debe considerar la seguridad de los demás mientras trabaja. Sin una disciplina de seguridad la confianza de un trabajador de la construcción en sí mismo puede crear una actitud que lo lleve a pensar, erradamente, que las regulaciones y los equipos de protección son una molestia más que una necesidad. El “novato” es la persona más temida en la construcción. Los “novatos” están más expuestos a situaciones desconocidas que los trabajadores que están familiarizados con el proyecto. Un programa detallado y completo de entrenamiento de “novatos” sobre prevención y seguridad en la construcción conlleva a cuadrillas de trabajadores más eficientes y seguras.

El incumplimiento de las medidas de seguridad y la no utilización de los equipos adecuados de protección personal pueden llevar a lesiones personales. La pérdida de tiempo por lesiones personales tiende a ser grave y costosa tanto para la compañía como para el trabajador lesionado y pueden traer como consecuencia una incapacidad de largo plazo o permanente de la capacidad física del trabajador.

Adicionalmente a la preocupación por el trabajador lesionado, la compañía constructora pierde la disponibilidad de los conocimientos y habilidades de esta persona con un potencial descenso o disminución en la calidad del trabajo durante el tiempo que el trabajador

permanece incapacitado. Los accidentes interrumpen el ritmo del trabajo afectando adversamente la programación del proyecto.

La mayoría de los accidentes, NO SON accidentales

La mayoría de los accidentes se pueden prevenir. Los accidentes usualmente ocurren debido al descuido de no pensar cuidadosamente acerca de lo que se está haciendo. Se TIENE que planificar con la seguridad en mente.

¿Cuántas veces se utiliza una carretilla con sobrepeso o dañada, o cualquier otro equipo defectuoso, simplemente por el deseo de terminar rápidamente el trabajo? ¿Cuántas veces se transita sobre superficies resbalosas sin parar a colocar un poco de arena, o el trabajador levanta algo sin flexionar las rodillas aun estando muy cansado?

El tiempo invertido en entrenamiento de seguridad es un costo básico en el negocio de la construcción y se paga con creces con un incremento en la producción, tarifas de seguros menos costosas y menos pérdida de tiempo de los trabajadores experimentados. El costo total de los accidentes supera con holgura el costo de un buen programa de seguridad. La seguridad puede ser un centro de utilidad tanto en la parte humana como en la parte económica.

La necesidad de un programa de seguridad de la compañía

Este capítulo no es un manual de seguridad para la construcción. La American Society of Concrete Contractors publica el *ASCC Safety Manual* que toda persona que trabaje en construcción en concreto debe leer y releer periódicamente. El trabajador debe estar familiarizado con las regulaciones de las agencias gubernamentales pertinentes, especialmente aquellas de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

Todo proyecto de concreto es único. Colocar el concreto de una losa sobre el terreno es totalmente diferente a colocarlo en el piso 40 de un edificio de oficinas. Cada uno tiene peligros que pueden ser evitados si los trabajadores son conscientes de los mismos. Por esta razón, además del *ASCC Safety Manual* toda firma contratista debe desarrollar o tener por escrita una política de seguridad que establezca líneas claras de autoridad para el entrenamiento del nuevo personal y el re-entrenamiento del personal antiguo en procedimientos y regulaciones de seguridad relacionadas con su especialidad en construcción y sobre la mitigación de estos riesgos.

Toda compañía es responsable de disponer condiciones de trabajo seguras y toda persona es responsable de cumplir con las normas y regulaciones de seguridad de la compañía con el fin de incorporar la seguridad como una parte de su trabajo. Ayudar a que los nuevos trabajadores se informen y adapten a los peligros específicos del sitio de trabajo a través de entrenamiento y consejos son componentes esenciales de un programa de seguridad exitoso.

Construcción en concreto

La siguiente es una lista de ítems para tener en cuenta en una obra o sitio de trabajo de construcción en concreto la cual no pretende ser una lista completa. Sin embargo, sirve para alertar o advertir acerca de algunas de las medidas de seguridad más comunes e importantes en la construcción en concreto:

El concreto fresco puede causar lesiones en los ojos y quemaduras en la piel. Cuando se trabaje con concreto fresco debe usarse vestimenta de protección adecuada (camisa de mangas largas, botas de caucho y guantes de caucho) y también protección para los ojos para evitar que el concreto fresco tenga contacto con la piel o con los ojos. Si el concreto fresco entra en contacto con la piel, la zona afectada debe lavarse con agua limpia. Debe tenerse colirio disponible en la obra. Si cae concreto fresco en los ojos, deben lavarse inmediatamente con agua limpia y obtener pronta atención médica. El trabajador debe anticiparse al problema y tener siempre agua limpia y colirio en la obra cuando se programe colocación de concreto. Debe recordarse, además, que el agua del balde para limpieza de las herramientas no es agua limpia.

Los problemas de piel más frecuentes y comunes entre los trabajadores de la construcción en concreto son: piel reseca, dermatitis irritante de contacto, dermatitis alérgica de contacto y quemaduras con cemento. La mejor manera de mantener la piel saludable es utilizando guantes y tener buenas prácticas de higiene. Las manos deben lavarse 2 a 4 veces por día y cuando se quite los guantes. El lavado debe hacerse con un jabón de Ph neutro o ligeramente ácido. Los miembros de la cuadrilla de colocación de concreto deben utilizar

camisas de mangas largas, pantalones largos, anteojos o caretas de seguridad, cascos de seguridad, guantes de caucho resistentes a los químicos y botas protectoras. Los trabajadores que dan acabado deben usar pantalones largos, botas de trabajo, almohadillas para las rodillas (y utilizar tableros para las rodillas) y guantes. Si la ropa se satura con concreto húmedo debe cambiarse de inmediato.

Los dedos deben mantenerse alejados de las articulaciones o uniones metálicas de la canal del vertedero del camión mezclador de concreto. Son realmente pesadas. Si un dedo queda atrapado en la abertura de la unión del canal del vertedero del camión al caer de la posición plegada ésta lo puede cortar como una tijera corta una tela.

El simple uso del Equipo de Protección Personal (EPP) puede salvar trabajadores de los efectos a corto o largo plazo de las condiciones de en la obra (cascos de seguridad, guantes, botas, protección para los ojos, protección de caídas, respiradores etc.). Siempre debe tenerse el EPP a mano y usarlo.

- Deben utilizarse anteojos de seguridad siempre que exista la posibilidad de que algo pueda caer en los ojos.
- Cuando el nivel de ruido es tal que el trabajador tenga que levantar la voz para hablar con la persona que está al lado suyo deben utilizarse tapones o protectores de oídos contra el ruido. Una exposición corta al ruido puede ser suficiente para causar daño auditivo permanente.
- Cuando exista la posibilidad de inhalar suciedad, polvo, astillas o aserrín, cuando se está cortando, desbastando o demoliendo concreto endurecido, o cuando se mezcla mortero epóxico o mortero de inyección deben utilizarse tapabocas o respiradores. Se debe solicitar entrenamiento en la escogencia y uso del respirador adecuado. Otra solución para ésta situación es utilizar métodos húmedos o herramientas “sin polvo” con aspirador de vacío incorporado.
- Las escaleras y las escalerillas exteriores son una de las mayores fuentes de lesiones y fatalidades dentro de los trabajadores de la construcción. Los empleadores deben asegurarse de que sus empleados sean entrenados por una persona competente en la naturaleza y riesgos de caídas; en el procedimiento correcto de armar, mantener y desarmar los sistemas de protección contra caídas; su adecuada construcción, uso, colocación, cuidado en el manejo de escaleras y escalerillas exteriores y la capacidad máxima de carga de las mismas.
- ¿El trabajador sabe como instalar adecuadamente una escalera de extensión? La distancia horizontal desde donde se apoya la parte inferior de la escalera hasta el punto por debajo de su porción más alta debe ser del orden de un cuarto de la longitud de la



escalera. Si la inclinación es menor la escalera puede ser fácilmente sobrecargada. Si es mayor la escalera puede caerse. La escalera debe asegurarse tanto en la parte superior como en la inferior contra deslizamiento.

- Los andamios deben construirse sólidamente aún si se van a usar por corto tiempo. Los verticales o montantes deben estar separados uniformemente, plomados y asegurados a una base sólida. Se deben utilizar arriostramientos horizontales o diagonales para mayor estabilidad. El tablado debe sobresalir del soporte por lo menos 12 pulg. (300 mm). Los andamios deben estar amarrados a muros, al edificio u otros elementos estructurales. Una persona competente debe inspeccionar los andamios diariamente.
- El instante más peligroso cuando se trabaja en altura es cuando la persona se traslada de un sitio a otro. Por esta razón el trabajador debe amarrarse o asegurarse con un arnés a algo sólido, algo que pueda soportar un peso de 5000 lb. (2300 kg). En cualquier momento que el trabajador tenga que estar por fuera de una baranda de protección para realizar un trabajo debe estar amarrado con un arnés. Se debe utilizar protección contra caída cuando se esté trabajando a nivel del terreno alrededor de excavaciones de 6 pies (1.8 m) o más de profundidad. Deben colocarse barandas de protección alrededor de las aberturas o vacíos de las losas.
- Cuando se estén soldando o cortando elementos metálicos embebidos en el concreto debe utilizarse protección para la cara y ojos para prevenir ser golpeado por pedazos de concreto que puedan saltar. El concreto se puede descascarar, de forma explosiva, cuando se calienta con soplete.
- Los cilindros de gas deben manejarse con respeto y precaución. Se deben asegurar en posición vertical, amarrándolos entre sí, para impedir que se muevan o

utilizando cualquier otro procedimiento para evitar que se puedan desplazar libremente.

- Cuando se utilicen vibradores o cualquier otra herramienta eléctrica éstas deben estar conectadas a interruptores de detección de polo a tierra. El concreto fresco y el agua son excelentes conductores. Estos interruptores evitan que una persona pueda electrocutarse.
- Las herramientas eléctricas y los cables de las mismas deben ser inspeccionados diariamente y reparados o reemplazados si tienen daños. Los cables eléctricos se deben proteger colocándolos en áreas donde no puedan ser dañados o estar cubierto con material de protección.
- El sitio de trabajo debe mantenerse limpio, aun si no es responsabilidad directa de un trabajador en particular. Es mejor recoger que tropezar y caer. Un sitio de trabajo limpio marca la pauta de la eficiencia y calidad del equipo de trabajo.
- De acuerdo con la revista *Construction Equipment* de junio de 1985: “De todos los equipos pesados, las grúas son las que menos toleran el mal uso, el abuso y las negligencias”, Ningún trabajador puede estar debajo de los ganchos de izaje ni de cargas suspendidas. Debe pensarse que al área localizada debajo de donde gira la grúa es tierra de nadie y toda persona debe alejarse de allí.
- Debe tenerse certeza que las eslingas, cables de amarre, grilletes y cualquier otro dispositivo para izaje tenga el tamaño correcto y que sea inspeccionado cuidadosamente antes de usarlo. Si algo se rompe debajo de una carga suspendida se liberará una gran cantidad de energía. Un cable volando puede cortar un brazo o una pierna en un instante.
- Nunca se debe caminar debajo una carga cuando se está izando.

- Para evitar electrocutarse nunca se debe tocar un equipo que está trabajando cerca de las líneas eléctricas aéreas.
- No debe permitirse que bombas, montacargas, grúas o cualquier otro equipo alto trabaje a menos de 15 pies (5 m) de distancia de líneas eléctricas de 50,000 kv o aún menos voltaje. Las líneas de mayor voltaje requieren distancias mayores.
- Debe estar seguro de que la persona que de instrucciones al operador de una bomba, conozca y sepa utilizar las señales de mano desarrolladas por la *American Concrete Pumping Association*.
- El trabajador debe siempre mirar por donde camina para prevenir caídas. Todo trabajador, cuando vea una tabla con los clavos hacia arriba debe quitar los clavos o doblarlos para impedir que alguien los pise.
- Si el trabajador tiene que agacharse, debe hacerlo con sus rodillas y si tiene que levantar algo debe hacerlo doblando sus piernas y no con su espalda.
- El trabajador debe cargar solamente lo que puede cargar sin mucho esfuerzo. Debe pedir ayuda para las cosas más pesadas o voluminosas.
- Deben revisarse los equipos y herramientas antes de cada turno de trabajo y verificar que se encuentran en condiciones adecuadas para el trabajo.
- Las hojas de instrucciones de seguridad para productos químicos usados en el proyecto deben mantenerse al día y de fácil acceso. Los trabajadores deben revisar esta información antes de utilizar nuevos productos en la obra.

Debe recordarse que los accidentes no ocurren porque sí, siempre tienen una causa. Ocurren con más frecuencia cuando hay una planificación deficiente, falta de un entrenamiento adecuado o cuando no se estudian adecuadamente cada una de las actividades del trabajo. Por ejemplo, si un trabajador arroja una cadena sobre una viga que está suspendida en el aire, debe pensar hacia dónde se va a devolver el gancho del extremo libre y quitarse del camino.

Clasificación de modificación de experiencia y tasa de incidentes

El costo de los seguros de indemnización para trabajadores es directamente proporcional al historial de accidentalidad de la compañía constructora. Cuando un empleado se lesiona, los costos derivados de la lesión se agregan a la clasificación de modificación de experiencia de la compañía (EMR, por sus siglas en inglés). Los accidentes pueden incrementar el EMR de una compañía y por consiguiente se incrementan significativamente las primas de los seguros de indemnización de los trabajadores de esa compañía. El valor de las primas de seguros de una compañía se incrementará de manera significativa debido al costo de siniestros anteriores. Este costo puede ser controlado si se establece e implementa un buen programa de seguridad. Este programa ayuda a reducir los costos de las primas de seguros y hace que la compañía sea más competitiva y tenga mayores utilidades.

Otra forma de medir la seguridad es la tasa de incidentes. Este es un número reconocido nacionalmente que describe la cantidad de accidentes de empresas de todos los tamaños. La tasa de incidentes representa el número de días de trabajo perdidos por cada 100 empleados trabajando 40 horas semanales durante 50 semanas del año. La tasa de incidentes es calculada como el número de días de trabajo perdidos por cada compañía, tal como la debe reportar en el formulario *OSHA 300 – Log of Work-Related Injuries and Illnesses*, multiplicada por 200,000 y dividida por el número total de horas de trabajo en un año calendario y se expresa por medio de la siguiente ecuación

$$IR = (N \times 200000) \div WH$$

Donde:

IR = tasa de incidentes

N = número de casos de días de trabajo perdidos tanto por lesiones como por enfermedad. Corresponde al número total de cruces marcadas en

la columna H del formulario 300 de OSHA.

WH = El número total de horas de trabajo para la compañía en un año calendario incluyendo a todos los que están en la nómina ya sea por horas o no, e incluyendo las horas extras.

Por ejemplo, la tasa de incidentes de una compañía que tuvo 10 días de trabajo perdidos y 40,000 horas de trabajo es:

$$IR = (10 \times 200000) \div 40000 = 50$$

LECTURAS RECOMENDADAS

ACI Committee E703, "Formwork Safety," Topic 24, *Toolbox Meeting Flyers 2*, American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 1998.

ASCC Safety Bulletins, The American Society of Concrete Contractors, St. Louis, Mo.

ASCC Safety Committee, *ASCC Safety Manual*, Third Edition, American Society of Concrete Contractors, St. Louis, Mo, 1999.

Occupational Health and Safety Administration, www.osha.gov.

PCI Erectors Committee, *Erection Safety for Precast and Prestressed Concrete*, Precast/Prestressed Concrete Institute, Chicago, Ill., 1998.

Pump Safety, American Concrete Pumping Association.

"Safety Basics Posters," 18 x 24 in. posters on safe construction practices, Hanley Wood, Addison, Ill.

"Skin Safety with Cement and Concrete," Training Videos, Portland Cement Association, Skokie, Ill., 1998.

Contents

Prefacio	3	Tiempo de despacho para concreto premezclado	33
CAPÍTULO 1: Organizándose para lograr calidad ...	10	Temperatura del concreto—concreto para clima frío o cálido	33
Control de calidad	10	Determinación del criterio más estricto en la especificación del concreto	34
Manejo de archivos	11	Capítulo 4: Cimentaciones	35
Documentos contractuales	12	El subsuelo	35
Calidad y utilidad	12	Capacidad portante	35
El equipo humano	12	Exploración geotécnica	36
Lecturas recomendadas	13	Compactación	36
CAPÍTULO 2: La mezcla de concreto	14	Tipos de cimentación	38
Ensayos de control	14	Zapatas para muros	39
Muestreo (ASTM C 172)	14	Zapatas aisladas para columnas	39
Asentamiento (ASTM C 143)	14	Zapatas combinadas	39
Contenido de Aire (ASTM C 231 y C 173)	15	Zapatas en voladizo	39
Ensayos de resistencia a la compresión (ASTM C 31 y C 39)	17	Cimentaciones de pilotes y pilas	40
Densidad (peso unitario) y rendimiento volumétrico (ASTM C 138)	17	Losas de cimentación y cimentación flotantes	40
Cemento	18	Control del agua freática	40
Especificaciones del proyecto para el cement. ..	18	Encofrados para zapatas	42
Producción del cemento portland	18	Control de la humedad	43
Tipos básicos del cemento portland	18	Rellenos de respaldo	43
Otros materiales cementantes	19	CAPÍTULO 5: Encofrado y cimbra	45
Ceniza volante	19	Precauciones de seguridad	45
Microsílice (humo de sílice)	19	Las cimbras y encofrados afectan la calidad del concreto	46
Escoria granulada	19	Tipos de cimbra y encofrado	47
Agua para la mezcla	19	Cimbras y encofrados construidos en obra	47
Relación agua-material cementante	20	Cimbras y encofrados prefabricados	47
Agregados	20	Cimbras y encofrados industrializados	48
Aditivos	22	Sistemas especiales de cimbra y encofrado	51
Reductores de agua	22	Materiales y herrajes para cimbras y encofrados	53
Reductores de Agua de alto rango	22	Revestimientos del encofrado	56
Aditivos retardantes	22	Diseño de cimbras y encofrados	57
Aditivos acelerantes	22	Colocación del concreto en el encofrado	60
Reductores de agua retardantes	23	Mantenimiento de las cimbras y encofrados	62
Reductores de agua acelerantes	23	Agentes desmoldante	63
Agentes incorporadores de aire	23	Tolerancias	65
Otros aditivos	23	Costo de la cimbra y encofrado	66
Dosificación de la mezcla de concreto	23	Desencofrado y descimbrado	67
La mezcla correcta para la obra	24	Medición de la resistencia del concreto para desencofrar y descimbrar	67
Humedad libre en los agregados (Tabla 2.5)	25	El tiempo como medida de la resistencia para desencofrar y descimbrar	67
Reductor de agua (Tabla 2.4, Mezcla #2)	25	Apuntalamiento y reapuntalamiento	68
Ceniza volante (Tabla 2.4, Mezcla #3)	25	Encofrados para losas sobre el terreno	68
Ajustes al aire incorporado	26	Más información	69
Adición de agua en la obra	26	CAPÍTULO 6: El refuerzo en estructuras de concreto	70
Fraguado inicial	27	¿Porqué usar acero de refuerzo?	70
CAPÍTULO 3: Especificaciones del concreto	28	Planos estructurales y de colocación	71
Fuentes de las especificaciones del concreto	28	Tipos de refuerzo	73
Tipos de especificaciones	29	Identificación de las barras	75
Prescriptivas, por desempeño e híbridas	29	Refuerzo electrosoldado de alambre	75
Puntos para confirmar en las especificaciones	29	Otros tipos de concreto reforzado	76
Resistencia	29	Corte y doblado de las barras de refuerzo (Fabrication)	78
Requisitos para resistencia a edad temprana	31	Tolerancias de corte y doblado	79
Resistencia a la flexión	31		
Relación agua-material cementante (<i>a/mc</i>)	31		
Contenido mínimo de cement	31		
Asentamiento	32		
Aire incorporado	32		
Aditivos químicos	33		

Despacho y rotulado	79
Almacenamiento y manejo de las barras de refuerzo en la obra	80
Recubrimiento de concreto	80
Tolerancias en la colocación del acero de Refuerzo	81
Colocación del refuerzo	82
Soportes de barras y distanciadores	84
Empalme del acero de refuerzo.....	84
Coordinación.....	85
¿Quiere saber más?	85
CAPÍTULO 7: Juntas y embebidos en estructuras	86
Tipos de junta.....	87
Juntas de construcción para vigas y losas Aéreas	88
Juntas de contracción en muros	89
Juntas de dilatación en muros	90
Juntas de construcción en muros.....	90
Juntas de construcción horizontals.....	90
Juntas de construcción verticales.....	91
Sellos impermeables	92
Elementos embebidos— ductos eléctricos, tuberías y camisas	92
Elementos embebidos—pernos de anclaje, camisas, platinas metálicas y canales	93
Anclajes.....	94
Puntos para recordar	95
CAPÍTULO 8: Juntas y refuerzo para losas sobre el terreno	96
Cambios de volume.....	96
Juntas de contracción (juntas de control).....	97
Separación de las juntas de contracción.....	99
Lugares especiales donde deben colocarse juntas de contracción	100
Juntas de construcción	100
Juntas de dilatación (juntas de expansión).....	100
Juntas contra alabeo	101
Refuerzo en una losa de concreto	102
Refuerzo de alambre electrosoldado.....	102
Espigos.....	104
Amarres.....	104
Refuerzo con fibras	104
CAPÍTULO 9: Preparándose para la colocación del concreto.....	105
Cooperación entre el contratista y el productor de concreto premezclado.....	105
La mezcla de concreto	105
Jerarquía de las responsabilidades	106
Programa de ensayos.....	107
Adición de agua en la obra.....	107
Reunión previa al inicio de la construcción.....	107
Algunos ítems del orden del día para la reunión previa al inicio de la construcción	107
Preparación en la obra.....	109
Listado de verificación para proyectos Grandes	110
CAPÍTULO 10: Colocación del concreto y su acabado.....	133
Colocación del concreto desde el camión de premezclado	133
Carretillas para concreto	134
Bandas transportadoras	135

Colocación del concreto con baldes.....	135
Concreto bombeado	136
Bombeo de concreto liviano	136
Consolidación durante la colocación	137
Vibrado.....	137
Reglas vibratorias.....	137
Acabado de las losas sobre el terreno	138
Acabados de superficie	139
Control de la colocación	140
Colocación en clima cálido.....	141
Colocación del concreto en clima frío	141
Tolerancias para los acabados de la superficie del piso.....	142
Curando para mantener un contenido de humedad apropiado.....	144
Lecturas recomendadas	145

CAPÍTULO 11: Problemas comunes en la obra — Causas y prevención.....

146	
Concreto fresco	146
Exudación excesiva	146
Segregación y mala consolidación.....	146
Mezclas difíciles de terminar.....	147
Tiempo de fraguado inicial y ganancia de resistencia Inicial	147
Fisuras por retracción plástica de fraguado ...	148
Concreto endurecido	150
Fisuras por retracción de fraguado.....	150
Juntas de dilatación	151
Cuarreamiento (fisuración fina, revisión de la superficie).....	151
Superficies polvorosas	152
Burbujas	152
Losas rizadas	153
Escamado de la superficie.....	153
Hormigueros	153
Vetas de arena	154
Vacios en la superficie.....	155
Resistencias bajas de los cilindros	155
Evaluación de los resultados de los ensayos de cilindros.....	155
Referencias.....	156
Listado de verificación de problemas comunes en la obra: sus causas y su prevención.....	157

CAPÍTULO 1:

Organizándose para lograr calidad

La American Society of Concrete Contractors (ASCC) y el American Concrete Institute (ACI) están dedicados permanentemente a mejorar la calidad de la construcción en concreto por medio de compartir experiencias y a través de la educación.

Una construcción de concreto de calidad se obtiene cuando todos los estamentos administrativos insisten en la calidad y todos los empleados saben qué es lo que se espera de ellos. Hacer las cosas bien desde el principio siempre conduce a un menor costo.

¿Cómo sabe el empleado que la calidad es un requisito básico de la compañía? Lo aprende durante el entrenamiento inicial en el cual se le informa que se espera de él y cuando se da cuenta que los elementos ejecutados con mano de obra deficiente o con materiales no apropiados son removidos y remplazados voluntariamente por la compañía sin importar el costo.

Una calidad consistente en la construcción se logra solamente cuando cada persona sabe que la han entrenado adecuadamente y que con su aporte el producto final que se espera es una obra de calidad. La construcción de calidad se vuelve la norma y no la excepción.

Control de calidad

Aunque todos y cada uno de los trabajadores conoce sus responsabilidades con respecto a la calidad, de todas maneras debe existir un sistema de control de calidad que incluya inspecciones.

Las inspecciones no eximen ni disminuyen la responsabilidad del trabajador de la construcción. Proveen a los administradores con datos para determinar el nivel de calidad y mejorar el sistema.

Todo contratista, sin importa el tamaño de la compañía, debe sentirse personalmente responsable de la calidad e inculcar en cada empleado el sentimiento de “nosotros ejecutamos construcción de calidad y estamos

orgullosos de cada uno de nuestros proyectos.”

Un objetivo administrativo de primer orden en una compañía de cualquier tamaño es desarrollar un plan escrito de control de calidad, incluyendo las partes de cada fase de un proyecto que son críticas para la calidad del mismo y cuándo y por quiénes deben ser revisadas o inspeccionadas. Consecuentemente, el personal de control de calidad debe desarrollar un listado de verificación para las inspecciones o si es una compañía pequeña debe definir quién es la persona más conocedora que hará la inspección.

El número de personas dedicada al control de calidad dependerá del tamaño de la obra y de su complejidad. Debe existir personal apto que revise si el material que llega a la obra cumple los requisitos y especificaciones del proyecto.

Se debe disponer de suficiente personal calificado para terminar las inspecciones requeridas oportunamente y sin causar retraso de las cuadrillas de trabajadores.

Idealmente, toda obra debe contar al menos con un Técnico Grado I Certificado por el American Concrete Institute (ACI)* [American Concrete Institute (ACI) Grade I Certified Technician]. Los programas de certificación de ACI están diseñados para entrenar y certificar personal con experiencia, disminuir los problemas relacionados con procedimientos de trabajo inadecuados, mejorar la calidad de la construcción en concreto en general y preparar a la industria para futuros requisitos de certificación que posiblemente serán obligatorios. Existen diferentes programas disponibles para técnicos, inspectores y trabajadores especializados que son patrocinados por organizaciones locales, estatales

*Se puede pedir información al ACI al teléfono (248) 848-3700 o por e-mail a BKStore@concrete.org sobre cursos de certificación en su área geográfica.

y nacionales.

El contratista de concreto con una organización pequeña necesita solamente una o dos personas calificadas para manejar el control de calidad. A medida que la compañía crece, o cuando hay varios trabajos en ejecución, se pueden ir adicionando personas hasta el punto en que se requiere establecer formalmente un departamento de control de calidad.

Aun cuándo solo una sola persona está a cargo del control de calidad debe existir un claro sentido de organización. El personal de control de calidad debe informar a la administración general de la compañía y no al director de la obra. ¿La razón? La persona responsable por la programación del trabajo en la obra enfrenta con frecuencia un conflicto de intereses entre las metas de calidad de la construcción y el plazo que dispone para terminarla.

El control de calidad no debe depender de la programación y la programación no puede retrasarse por falta de personal de control de calidad. Sin embargo, el control de calidad opera mejor cuando se coordina con las exigencias de la programación de la construcción.

Para obtener esta coordinación, la administración debe participar en las reuniones del personal de control de calidad incluyendo los capataces y sus cuadrillas para revisar las omisiones o los descuidos. El objetivo de estas reuniones de control de calidad es determinar que equipos y que procedimientos fueron inadecuados y consecuentemente mejorar los conocimientos y la destreza del personal que hace ese trabajo.

La administración debe utilizar estas reuniones para reforzar el programa de control de calidad, lo cual se refleja en una mejoría de la calidad y no con el objeto de establecer culpabilidades de las omisiones o errores de una persona o de un departamento.

Una mejoría en la calidad implica más y mejores negocios para la compañía, menores costos (siempre es menos costoso construirlo bien la primera vez) y continuidad de empleo para los trabajadores de construcción y el personal de control de calidad.

Manejo de archivos

Un buen programa de control de calidad incluirá un archivo completo y confiable de las operaciones de construcción. Disponer de un registro diario de la construcción del proyecto es extremadamente valioso, especialmente cuando surgen problemas. Fotografías diarias adecuadamente fechadas pueden ser convenientes.

En general, las siguientes operaciones de la construcción deben ser incluidas en un sistema de control de calidad:

- Identificación, examen, aprobación y ensayo de los materiales y de los ensamblajes.

- Inspección antes de la colocación del concreto incluyendo una revisión de las dimensiones de los encofrados, tamaño y posición del acero de refuerzo y de preesfuerzo, de los materiales de las juntas, de los elementos embebidos, de la condición de las cimbras, limpieza del refuerzo, apuntalamientos y soporte de las cimbras y de la condición del suelo en las excavaciones.
- Preparación de muestras de concreto y su adecuado almacenamiento mientras se efectúan los ensayos. Realización de ensayos de asentamiento, resistencia a la compresión y a la flexión, contenido de aire y densidad (peso unitario).
- Un proyecto de buena calidad requiere de la coordinación y el cuidado de los materiales embebidos (platinas soldadas, tubería, tubos o camisas para ductos de instalaciones interiores, drenajes, camisas o sumideros de drenaje y aberturas), tanto para el concreto de elementos verticales como horizontales.
- La calidad de un proyecto de concreto se puede mejorar enormemente a través del uso de planos de coordinación de concreto (planos de montaje y planos de taller) para ayudar en la localización, rutas, soporte temporal, sellamientos, juntas de construcción, tornillos o pernos de anclaje, acero de refuerzo, platinas soldadas, tuberías, tubería para circuitos eléctricos, líneas a tierra, drenajes del piso, plomería, camisas o sumideros de drenaje, aberturas y tapas. Es de enorme importancia asegurarse que las tolerancias de las superficies de concreto arquitectónico y los pisos estén incluidas o representadas en los planos (Números F).
- Inspección del descimbrado de los encofrados y del acabado de las superficies construidas con encofrado o sin él. (El personal de control de calidad debe saber que es mejor descimbrar primero las partes interiores de los encofrados. Esto alivia la presión en las esquinas exteriores, reduciendo la posibilidad de agrietamientos o descascaramientos en las esquinas durante el retiro de las cimbras y encofrados).
- Inspección general de los equipos, condiciones de trabajo, el clima y otros detalles que puedan afectar la durabilidad del concreto a largo plazo. El curado y protección de los elementos debe tenerse en cuenta. Los registros de las temperaturas son también muy importantes.
- Deben conservarse los registros de ensayos de materiales; dosificación de las mezclas de concreto; colocación, acabado y curado del concreto; diámetro y recubrimiento del acero de refuerzo, detalles de la soldadura que puedan afectar la calidad; además de los detalles de preparación de la subbase de losas sobre el terreno y de la cimentación. El listado