



Documentación Técnica



COMISION DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONTRATOS

ET 004-06

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:

TOLERANCIAS DIMENSIONALES EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO

2006

INSTITUTO DEL CEMENTO Y DEL HORMIGÓN DE CHILE

Josue Smith Solar 360, Providencia • Fono: (56-2) 2726 0300 • Santiago Chile • E-mail: ichmail@ich.cl
www.ich.cl

COMITÉ DE TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y MOLDAJES

OBJETIVO DEL COMITÉ

Grupo conformado por profesionales de la construcción que aportan su experiencia y conocimiento para preparar Especificaciones Técnicas relativas a la utilización de moldajes para el hormigón, y su influencia en tiempos de desmolde de elementos, optimización de usos y tolerancias dimensionales de terminación asociadas a su uso.

Representantes Empresas Integrantes Comisión de Especificaciones Técnicas para Contratos que Validó esta Especificación Técnica;

Empresa	Representante	Empresa	Representante
AICE	Sr. Fernando Yañez	Icafal	Sr. Raul Salas
AOA	Sr. Luis Izquierdo	ICH	Sr. Cristian Masana
ARA	Sr. Mario Muñoz	ICH	Sr. Juan Pablo Covarrubias
Asociado	Sr- Bernhard Paul	Metro S.A.	Sr Carlos Mercado
Besalco	Sr. Manuel Macaya	Minmetal	Sr. Fernando Durán
Brotec	Sr. Leonardo Vildósola	Minvu	Sr. Camilo Sánchez
Constructora BI	Sr. Luis H. Bravo	MOP	Sr. Rogelio Navarrete
Cade Idepe	Sr. Eric Woolvett	PUC	Sr. Carlos Videla
Codelco Chile	Sr. Felipe Urrutia	Salfacorp	Sr. Carlos Fernandez
Cruz y Dávila	Sr. Jorge Bravo	Sigdo Koppers	Sr. Oscar Guarda
DLP	Sr. Javier Darraidou	Tecsa	Sr. Alejandro Albertz
DRS	Sra. Ana María Butrón	Vial y Vives	Sr. Manuel José Navarro

Integrantes Comité de Tolerancias Dimensionales y Moldajes que Preparó esta Especificación Técnica::

Renato Vargas	ICH	Secretario Técnico (rvargas@ich.cl)	
Jorge Montegu	Asesor Comité		
NOMBRE	INSTITUCION	NOMBRE	INSTITUCION
Luis Izquierdo	AOA	Juan Horstman	Moldajes Peri
Arturo Holmgren	Cementos Polpaico	Jorge Ignacio Prieto	Moldajes Peri
Yuri Tomicic	Cementos Polpaico	Rodrigo Nuñez	Moldajes RMD
Javier Darraidou	DLP	René Guerra	Resmat - Dictuc
Cristian Masana	ICH	Oscar Guarda	Sigdo Koppers
Federico Delfin	Idiem. U. de Chile	Hugo Barrera	Usach
Oscar Flores	Inarco	Rodrigo Mujica	VMB Ingenieros Estructurales
Gabriel Muñoz	Moldajes Peri		

INSTITUTO DEL CEMENTO Y DEL HORMIGÓN DE CHILE

Josue Smith Solar 360, Providencia • Fono: (56-2) 2726 0300 • Santiago Chile • E-mail: ichmail@ich.cl
www.ich.cl

LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR COMPORTAMIENTO

“Las Especificaciones Técnicas por Comportamiento especifican el criterio por el cual el comportamiento será juzgado, los resultados requeridos y el método por el cual este comportamiento puede ser verificado. El contratista es libre de elegir materiales y métodos pero los resultados deben cumplir con el criterio de comportamiento especificado”. (Traducido de Manual of Practice, Construction Specifications Institute “CSI”, 1996)

Las Especificaciones Técnicas por Comportamiento que se proponen en este trabajo han sido preparadas por profesionales relacionados al área de la construcción y aprobadas para uso público por un grupo representado por mandantes, diseñadores, inspectores técnicos, y contratistas.

Estos documentos contienen una especificación técnica que propone el cumplimiento de un estándar de calidad en la ejecución de estructuras de hormigón, que se verifica por medio de resultados objetivos que se miden sobre un elemento terminado. Los estándares de calidad definidos en cada una de las Especificaciones Técnicas han sido consensuados por el grupo de trabajo que generó la Especificación, como el(o los) requisito(s) más importante(s) a considerar en una evaluación de comportamiento aceptable del elemento. Los requisitos especificados en estos documentos han sido definidos como los de ocurrencia normal en obras actuales, diseñadas de acuerdo al sistema y conocimiento de uso común, y bien construidas, según las prácticas usuales y utilizando materiales y equipos disponibles en la industria local.

A diferencia de las Especificaciones Técnicas típicas, en estos documentos no se especifica un procedimiento de ejecución, sino que se proponen valores mínimos aceptables de resultado para un comportamiento adecuado del elemento durante su vida útil.

Además del requisito de resultado, se indica en la Especificación Técnica los criterios de medición, de aceptación y rechazo, y de reparación o actuación en caso de no-conformidad, y se dan los criterios para dar la posibilidad de utilizar procedimientos propios a empresas constructoras que, basadas en su tecnología y/o experiencia, puedan asegurar el resultado especificado. Para el caso contrario, se dan recomendaciones generales para cumplir con el resultado de acuerdo a la utilización de los procedimientos básicos comúnmente utilizados en construcción.

INSTITUTO DEL CEMENTO Y DEL HORMIGÓN DE CHILE

ET004-06: TOLERANCIAS DIMENSIONALES PARA ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO

<u>CONTENIDO</u>	<u>COMENTARIOS</u>
<p>I. GENERALIDADES</p> <p>I.1. Objetivo El presente documento tiene como objetivo establecer valores de tolerancias dimensionales a elementos de hormigón armado, para ser incorporadas en las especificaciones técnicas que integran el contrato de construcción.</p> <p>I.2. Definiciones En esta Especificación Técnica se utilizan los siguientes términos:</p> <p>I.2.1. Grados de terminación: clasificación de diferentes tipos de terminaciones superficiales de hormigón, a los que se les ha asignado tolerancias dimensionales máximas admisibles.</p> <p>I.2.2 Hormigón a la vista arquitectónico, Grado 1: elementos de hormigón, cuya terminación superficial quedará expuesta en el elemento en servicio, sin tratamiento posterior que altere su forma.</p> <p>I.2.3. Hormigón para empaste y pintura, Grado 2: elementos de hormigón cuya superficie recibirá empaste y pintura como terminación.</p> <p>I.2.4. Hormigón a la vista para obras civiles, Grado 3: elementos de hormigón, cuya terminación superficial no se altera en su forma y cuyas exigencias de terminación geométrica son menores a las del Grado 1. (para el hormigón a la vista)</p> <p>I.2.5. Hormigón de obra gruesa, Grado 4: elementos de hormigón cuyas superficies recibirán estuco u otro tipo</p>	<p>C.I.1.a). Se acepta que es necesario admitir desviaciones en la obra ejecutada, respecto de valores y líneas indicados en planos, pero estableciendo límites a tales desviaciones.</p> <p>C.I.1.b) Si procede, el contratista deberá informar oportunamente (antes de suscribir el contrato de construcción) al mandante la imposibilidad práctica de obtener valores de tolerancias que, a su juicio, sean de difícil cumplimiento.</p> <p>C.I.2.1 Corresponden a las calidades comúnmente exigidas en las obras actuales</p>

<p>de recubrimiento, distintos de los considerados para el Grado 2.</p> <p>I.2.6. Hormigón de superficies en pisos, Grado 5: corresponde a la superficie superior de una losa o radier de hormigón, destinada a ser cubierta con alfombras, madera, cerámica, otro material o dejada a la vista afinada.</p> <p>I.2.7 Hormigón de superficies en pisos, Grado 6: corresponde a la terminación de la superficie superior de una losa o radier de hormigón, sin recubrimiento y sin afinado.</p> <p>I.2.8. Desviación admisible: es aquel valor que se designa por exceso, con un signo + (más), y por defecto con un signo - (menos). Para efectos de este documento las desviaciones se entenderán como simétricas. Excepcionalmente, podrán ser asimétricas en condiciones especiales.</p> <p>I.2.9. Tolerancia: es la suma absoluta de los valores indicados como desviaciones admisibles.</p> <p>I.2.10. Planeidad: es la diferencia de distancias entre un plano teórico de referencia (vertical, horizontal o inclinado) y la superficie del elemento en cuestión. Verticalidad: Planeidad de un elemento vertical. Horizontalidad: Planeidad de un elemento horizontal.</p> <p>I.2.11. Resaltes: irregularidades producidas en la superficie del elemento, que se formaron en la unión de placas o de módulos de moldajes o entre paneles de muros, o durante el proceso de terminación superficial de una losa o radier, y que en ambos casos se miden en dirección perpendicular desde una superficie teórica paralela a la superficie correspondiente.</p> <p>I.3 Alcance</p> <p>I.3.1 Los Valores de Tolerancia Dimensional incluidos en esta Especificación Técnica fueron establecidos considerando límites máximos admisibles.</p>	<p>C.I.2.6.a. Puede corresponder a superficies horizontales o inclinadas (rampas).</p> <p>C.I.2.6.b. El afinado puede ser ejecutado en forma manual o mecánica y deberá ser especificado por el proyectista.</p> <p>C.I.2.8. La determinación de la desviación admisible dependerá del Grado, elegido previamente por el mandante.</p> <p>C.I.3.1 Los Grados de Terminación se han establecido para procedimientos constructivos que dan terminaciones factibles de cumplir en un elemento de</p>
--	---

<p>I.3.2 Los valores máximos admisibles se refieren a las tolerancias dimensionales del elemento de hormigón desmoldado y sin revestimiento en su etapa de construcción, sólo debido a deformaciones del sistema de moldajes, sin considerar deformaciones estructurales.</p>	<p>hormigón con las técnicas actuales.</p>
<p>II. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p> <p>II.1. REQUISITOS MÍNIMOS PARA TOLERANCIAS DIMENSIONALES</p> <p>II.1.1 Las desviaciones máximas admisibles las establecerá el proyectista, de acuerdo al Grado elegido para el proyecto y deberán indicarse claramente en los documentos del mismo.</p> <p>II.1.2. Las desviaciones de elementos verticales se medirán después de 24 horas de retirado todo tipo de sustentación empleada para moldear el hormigón.</p> <p>II.1.3. Para elementos horizontales o inclinados, las desviaciones de construcción serán las medidas realizadas antes de retirar alzaprimas. Cualquier medición posterior al retiro de las alzaprimas deberá considerar la deformación elástica informada por el Ingeniero Estructural.</p> <p>II.1.4 Las tolerancias dimensionales máximas admisibles para los distintos grados de terminación</p>	<p>C.II.1.1.a) Se presentan 6 grados, que incluyen las tolerancias dimensionales máximas, de acuerdo al tipo o parte del proyecto.</p> <p>C.II.1.1.b) El mandante podrá elegir un grado diferente, aun cuando no corresponda a alguna de las denominaciones indicadas en las definiciones de esta Especificación Técnica. Ej.: Hormigón para OOC podría ser especificado como Grado 1.</p> <p>C.II.1.1.c) El Grado exigido podrá ser distinto para los diferentes elementos de una misma obra, si aquel se indica para cada caso.</p> <p>C.II.1.3. Esta indicación no libera al contratista de respetar las condiciones de desmolde especificadas.</p> <p>C.II.1.4. Las tablas se desarrollaron de acuerdo a lo indicado en el documento DTE</p>

de elementos de hormigón armado, se presentan en las siguientes tablas:

II.1.5. VALORES MÁXIMOS DE DEFORMACIÓN EN TERMINACIÓN SUPERFICIAL DE ELEMENTOS

a) PLANEIDAD DE LA SUPERFICIE VERTICAL				
Altura	L ≤ 1,5 m	L ≤ 3 m	L ≤ 6 m	L > 6 m
Grado	Máximo mm	Máximo mm	Máximo mm	Máximo mm
G1	± 4	± 6	± 10	± 25
G2	± 5	± 7	± 12	± 30
G3	± 7	± 12	± 18	± 30
G4	± 8	± 15	± 20	± 30

b) PLANEIDAD DE LA SUPERFICIE HORIZONTAL (en cielos) DE MOLDAJES DESPUÉS DE HORMIGONADO				
Longitud	L ≤ 1,5 m	L ≤ 3 m	L ≤ 6 m	L > 6 m
Grado	Máximo mm	Máximo mm	Máximo mm	Máximo mm
G1	± 4	± 6	± 10	± 15
G2	± 5	± 8	± 12	± 18
G3	± 6	± 10	± 15	± 20
G4	± 8	± 14	± 20	± 25

c) PLANEIDAD DE LA SUPERFICIE HORIZONTAL (en cielos) DESPUÉS DE DESMOLDADO Y DESALZAPRIMADO				
Longitud	L ≤ 1,5 m	L ≤ 3 m	L ≤ 6 m	L > 6 m
Grado	Máximo mm	Máximo mm	Máximo mm	Máximo mm
G1	± 6	± 10	± 15	± 20
G2	± 7	± 12	± 18	± 22
G3	± 8	± 14	± 20	± 25
G4	± 9	± 17	± 25	± 30

d) OTRAS VARIACIONES			
	Variaciones respecto a ejes de proyecto	De vanos de puertas y ventanas	Resaltes en la cara del elemento
Grado	Máximo mm	Máximo mm	Máximo mm
G1	± 5 ⁽¹⁾	± 5 ⁽²⁾	± 3
G2	± 6	± 5	± 5
G3	± 10	± 5	± 5
G4	± 15	± 10	± 8

e) Hormigón de superficies en pisos				
	L ≤ 1,5 m	L ≤ 3 m	L ≤ 6 m	L > 6 m
	Resaltes en un mismo plano			

004-06.

C.II.1.5.i. Los requisitos de tolerancias dimensionales presentados son para casos típicos pudiendo presentarse otros casos especiales con requisitos distintos, que deberán ser especificados por el mandante. Estos requisitos deberán ser claramente indicados en los planos y/o especificaciones técnicas del proyecto.

C.II.1.5.ii. Las nomenclaturas usadas para definir los grados se refieren a:

G1= Grado 1: Hormigón a la Vista Arquitectónico.

G2 = Grado 2: Hormigón para empaste y pintura.

G3 = Grado 3: Hormigón a la Vista para Obras Civiles.

G4 = Grado 4: Hormigón de Obra Gruesa.

G5 = Grado 5: Hormigón de superficies en pisos para recubrir o a la vista afinado.

G6 = Grado 6: Hormigón de superficies en pisos sin recubrimiento y sin afinado.

C.II.1.5.iii. L es la longitud total o parcial de referencia de medición elegida arbitrariamente en cualquier tramo y dirección del plano. Se sugiere elegir longitudes cortas para deformaciones locales y longitudes largas para deformaciones de onda larga.

C.II.1.5.c) La Tabla II.1.5.c se refiere a la deformación en la etapa de construcción incluyendo la deformación del elemento de hormigón, sin sobrecarga, medida dentro de la etapa de obra gruesa y no más allá de 30 días después de retiradas las alzaprimas.

C.II.1.5.d).i. Pueden haber casos predeterminados con restricciones específicas. Ej.: pasillos según OGC.

Grado	Máximo mm ±	Máximo mm ±	Máximo mm ±	Máximo mm ±	Máximo mm ±
Para recubrir o a la vista afinado					
G5	3	5	7	10	2
Sin recubrimiento y sin afinado.					
G6	4	7	10	15	3

C.II.1.5.d).ii. Considerar la opción de “acuerdo de medida”. Esta variación máxima será con respecto a lo especificado en los planos del proyecto. En caso de uso de elementos de ajuste o sistemas constructivos distintos, puede especificarse otras tolerancias.

C.II.1.5.e) El Grado 5 (G5) y el Grado 6 (G6), pueden corresponder a superficies horizontales o inclinadas (rampas). Estos grados no son aplicables a pisos industriales especificados como Pisos Planos. Ver DTE 004-06.

II.2. VERIFICACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TOLERANCIAS

II.2.1. El mandante o el contratista podrá hacer las mediciones donde lo estime necesario y preferentemente, por inspección visual, en zonas en que se observen problemas dimensionales.

II.2.2. Las mediciones se podrán realizar con cualquier herramienta o equipo que permita obtenerlas con una precisión de ± 1 mm.

II.2.3. Las mediciones se aproximarán al milímetro más cercano.

II.2.4. Las mediciones deberán hacerse con respecto a un plano auxiliar paralelo al eje de trazado del elemento.

II.2.5. Las tolerancias máximas admisibles deberán cumplirse en el tramo total y en cualquier tramo parcial.

C.II.2.1. En el contrato o en un protocolo establecido entre las partes, deberá quedar claro quién hará las mediciones, en qué zonas o partes de la obra, su número y oportunidad.

C.II.2.2. Las herramientas y equipos recomendados para realizar las mediciones están mencionadas en el documento DTE 004-06.

C.II.2.4. Las tolerancias del trazado quedan fuera del alcance de esta Especificación Técnica. Se recomienda que estas tolerancias de trazado se especifiquen en un capítulo aparte en las especificaciones de la obra correspondiente.

II.3. NO CUMPLIMIENTO

II.3.1. Las medidas y acciones correctivas y punitivas para el caso que el contratista no cumpla las desviaciones máximas admisibles para el Grado especificado, deberán indicarse en los documentos que integran el contrato.

II.3.2. El incumplimiento de las desviaciones máximas admisibles, tanto de partidas intermedias como finales, o su corrección o reparación, si procede, serán de exclusiva responsabilidad del contratista.

II.4. REPARACIÓN DE TERMINACIÓN SUPERFICIAL

II.4.1. El mandante deberá incluir en el contrato si acepta o no reparaciones superficiales, para cumplir con las tolerancias admisibles, y sancionar el resultado de la eventual reparación con aceptación o rechazo.

II.4.2. El mandante o su representante, podrá aceptar o no un procedimiento de reparación propuesto por el contratista.

II.4.3. Los procedimientos de reparación que se empleen deberán ser compatibles con los requerimientos estructurales y estéticos del elemento.

II.4.4. Criterios generales para los distintos Grados de terminación:

II.4.4.1 Casos de terminación superficial de hormigón a la vista.

En general no se aceptarán reparaciones. Sin embargo, si las desviaciones son superiores a las tolerancias especificadas para Grados que consideren terminaciones superficiales de hormigón a la vista, se podrá proceder según:

II.4.4.1.a) En el Grado 1, sólo se consideran admisibles desbastes de resaltes de juntas de moldajes, sin que se marque la superficie de hormigón, salvo que el

C.II.3.1. Las acciones a aplicar dependerán del tipo de elemento y de su ubicación dentro de la estructura.

C.II.3.2. El incumplimiento de las tolerancias dimensionales, no libera al contratista de su responsabilidad en los efectos que pueda causar en la estabilidad o en la durabilidad de la estructura, si le corresponde corregir o reparar.

<p>mandante especifique algo distinto.</p> <p>II.4.4.1.b) Cuando se comprueben desviaciones mayores a las especificadas y daños superficiales en elementos especificados Grado 1, el mandante podrá ordenar la demolición del elemento.</p> <p>II.4.4.1.c) Las desviaciones medidas que resulten superiores a las especificadas y daños detectados en la superficie de elementos especificados Grado 3 y Grado 5, podrán aceptar reparaciones menores, compatibles con los requerimientos estructurales y estéticos del elemento.</p> <p>II.4.4.2. Caso de terminación superficial de hormigón con recubrimiento.</p> <p>Si las desviaciones medidas son superiores a las tolerancias especificadas para Grados que no consideren hormigón a la vista como solución estética, tales como el Grado 2, el Grado 4 el Grado 5 y el Grado 6, se podrán desbastar o rellenar los defectos superficiales, de modo de cumplir con la tolerancia especificada, pero sin disminuir el recubrimiento mínimo especificado.</p>	<p>C.II.4.4.1.c) Requerimientos estéticos especiales para obras cuyo grado de terminación sea G3 o G5, deberán ser incluidas en las especificaciones del contrato.</p> <p>C.II.4.4.2 El caso del hormigón especificado Grado 4 y Grado 6, no se consideran hormigón a la vista.</p>
<p>III. ACTUACIÓN CON PROCEDIMIENTO</p> <p>NO APLICA A ESTA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	
<p>IV. ACTUACIÓN SIN PROCEDIMIENTO</p> <p>NO APLICA A ESTA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	



COMISION DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONTRATOS

PAGINA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



COMITÉ DE TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y MOLDAJES DEL HORMIGÓN
Documento Técnico de Especificación

DTE 004-06: Desmolde de Elementos Verticales de Hormigón Armado
Fecha aprobación: Marzo, 2006

DOCUMENTO TÉCNICO DE ESPECIFICACIÓN

DTE 004-06: TOLERANCIAS DIMENSIONALES PARA ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO

Documento Preparado por:

Comité de Tolerancias Dimensionales y Moldajes

ICH

Santiago, Marzo de 2006



INDICE

1. ALCANCE
2. INTRODUCCIÓN
3. OBJETIVOS
4. TERMINOLOGÍA EMPLEADA
5. GÉNESIS DE LAS TABLAS DE TOLERANCIAS DIMENSIONALES
6. MEDICIONES
7. CLASIFICACIÓN POR GRADOS DE TIPOS DE SUPERFICIES
8. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ALGUNAS RECOMENDACIONES GENERALES

1. ALCANCE

Este Documento Técnico de Especificaciones (DTE) no forma parte de las Especificaciones Técnicas (ET), sino que constituye un respaldo y aporte a la Especificación Técnica indicada.

Por lo tanto, el presente **Documento Técnico de Especificaciones DTE 004-06**, esta relacionado con la **Especificación Técnica ET 004-06**, denominada **“Tolerancias Dimensionales para Elementos de Hormigón Armado”**

Este DTE: Tolerancias Dimensionales para Elementos de Hormigón Armado, contiene:

- a) El origen de la clasificación propuesta de 6 Grados de Tolerancias Admisibles de elementos terminados de hormigón armado.
- b) Aspectos relacionados con el origen de las tablas con valores máximos de desviación y las tolerancias para los elementos indicados.
- c) Aclaración con respecto a los pisos industriales con referencia sobre sus respectivas Especificaciones Técnicas.
- d) Bibliografía consultada.

2. INTRODUCCIÓN

El Comité de Tolerancias Dimensionales y Moldajes, constituido en el contexto de las acciones de la Comisión de Especificaciones Técnicas para Contratos, ha preparado este documento en uno de los temas que genera conflictos en obra y que se refiere a la inexistencia de especificaciones consensuales sobre las tolerancias dimensionales aceptables en los elementos de hormigón de distintos tipos de obras.

Los integrantes de este Comité han aportado información en las áreas de Edificación y de Obras Civiles con y sin hormigón a la vista, para manejar ordenes de magnitud, tanto desde el punto de vista de lo que se podría permitir, como de lo que se ha medido en obras ejecutadas.

3. OBJETIVOS

- a) Elaborar un documento de Especificaciones de Tolerancias Dimensionales que establezca valores límites, conjugando los requerimientos del mandante con los estándares en los que se debería ubicar una determinada obra para su ejecución.
- b) Identificar los diferentes estándares de exigencia con sus respectivas tolerancias aceptables.
- c) Definir la Terminología para referirse a una determinada especificación y posterior medición.
- d) Propender a elaborar planillas con las instrucciones básicas, para realizar la medición y para el registro de las mismas.
- e) Incentivar a efectuar más mediciones de obras en construcción y ya ejecutadas.

4. TERMINOLOGÍA EMPLEADA

Del análisis de los conceptos, la forma y el momento de hacer las mediciones, el Comité ha acordado los siguientes términos y su significado:

- a) Planeidad: Es la diferencia de distancias entre un plano teórico de referencia y la superficie del elemento en cuestión
- b) Verticalidad: Planeidad de un elemento vertical
- c) Horizontalidad: Planeidad de un elemento horizontal.
- d) Resaltes: irregularidades producidas en la superficie del paramento, que se formaron en la unión de placas o de módulos de moldajes o entre paneles o durante el proceso de terminación superficial de una losa o radier, y que se miden en dirección perpendicular desde un plano teórico paralelo a la superficie del paramento.
- e) Propone: es la columna que reúne los valores máximos admisibles a los que llegó el Comité.

5. GÉNESIS DE LAS TABLAS DE TOLERANCIAS DIMENSIONALES

En la construcción actual se puede identificar un variado tipo de terminaciones superficiales, tanto aquellas logradas como resultados de cuidadosas especificaciones técnicas por procedimientos, como aquellas obtenidas después de desmoldar un elemento que no tuvo especificaciones técnicas relacionadas concretamente con la superficie terminada.

De entre los tipos de superficies necesarias para diferentes terminaciones de hormigón moldeado, el Comité las reunió y clasificó en Grados para diferenciar las exigencias en las tolerancias dimensionales admisibles.

Para determinar el orden de magnitud de las obras que se construyen actualmente, la Asociación de Oficinas de Arquitectos, AOA, respondió una encuesta en atención a conocer cuales son las tolerancias dimensionales que se desearía obtener. Se hicieron mediciones en obras reales tanto durante su construcción como ya terminadas para determinar los resultados obtenidos a la fecha, consultándose también la bibliografía existente.

El Comité de Tolerancias Dimensionales y Moldajes sugiere los grados indicados para cada tipo de terminación superficial descrita o combinación de ellas:

GRADO	TIPO DE TERMINACIÓN SUPERFICIAL
1	Hormigón a la vista en servicio
2	Hormigón a la vista para empaste o pintura
3	Hormigón a la vista para OCCC
4	Hormigón de obra gruesa para recibir recubrimiento (enlucir)
5	Hormigón de superficies en Pisos, para recubrir o a la vista afinado.
6	Hormigón de superficies en Pisos, sin recubrimiento y sin afinado

En el Grado 5 se puede considerar recubrimiento con alfombras, madera, cerámica o si se deja a la vista se deberá afinar la superficie.

El Grado 6 se emplea en pisos de áreas industriales destinadas a salas de máquinas, bodegas, etc.

6. MEDICIONES

Para verificar el cumplimiento de los requisitos exigidos, se puede medir en forma manual o con equipos topográficos:

Medición	Manual	Topográfico
Planeidad de la superficie vertical	Plomada, nivel.	Taquímetro, nivel óptico, nivel láser, equipo láser generador de planos
Planeidad de una superficie horizontal	Lienza, regla, nivel.	Taquímetro, nivel óptico, nivel láser, equipo láser generador de planos

7. CLASIFICACIÓN POR GRADOS DE TIPOS DE SUPERFICIES

GRADO 1. HORMIGÓN A LA VISTA ARQUITECTÓNICO (en servicio)

Variación respecto de aplome vertical: VERTICALIDAD	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de altura		4
En hasta 3 m de altura	8	6
En hasta 6 m de altura	13.5	10
En más de 6 m de altura	17	25

Variación respecto de nivel horizontal: HORIZONTALIDAD (en cielos) No se considera para pavimentos	Límite máximo mm EN CONSTRUCCIÓN	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de longitud		4
En hasta 3 m de longitud	6.5	6
En hasta 6 m de longitud	10	10
En más de 6 m de longitud	12	15

Variación respecto de nivel horizontal: HORIZONTALIDAD (en cielos) No se considera para pavimentos	Límite máximo mm FINAL	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de longitud		6
En hasta 3 m de longitud	6.5	10
En hasta 6 m de longitud	10	15
En más de 6 m de longitud	12	22

OTRAS VARIACIONES	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone ±
Respecto de ejes de elementos en planta.	6	5⁽¹⁾
De vanos de puertas y ventanas.	4	5⁽²⁾
Resaltes máximos en un mismo plano.	4	3

Se considera que el Grado 1, (G1) es el más exigente, pues tiene un carácter decorativo y es una obra terminada en plena etapa de construcción de obra gruesa, de modo que debe lograr su

cometido al menos dentro de las tolerancias dimensionales normales que detecta el ser humano a ojo desnudo.

(1) Pueden haber casos predeterminados con restricciones específicas. Ej.: pasillos según OGC. Para efectos de medición se debe considerar un plano teórico o auxiliar que sea paralelo al eje de trazado.

(2) Considerar la opción de “acuerdo de medida”. Esta variación máxima será con respecto a lo especificado en los planos del proyecto. En caso de uso de elementos de ajuste o sistemas constructivos distintos, puede especificarse otras tolerancias.

GRADO 2. HORMIGÓN PARA EMPASTE Y PINTURA

Variación respecto de aplome vertical: VERTICALIDAD	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de altura		5
En hasta 3 m de altura	7	7
En hasta 6 m de altura	12	12
En más de 6 m de altura	14	30

Variación respecto de nivel horizontal: HORIZONTALIDAD (en cielos) No se considera para pavimentos	Límite máximo mm EN CONSTRUCCIÓN	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de largo		5
En hasta 3 m de largo	4.5	8
En hasta 6 m de largo	7.5	12
En más de 6 m de largo	9.5	18

Variación respecto de nivel horizontal: HORIZONTALIDAD (en cielos) No se considera para pavimentos	Límite máximo mm FINAL	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de largo		7
En hasta 3 m de largo	4.5	12
En hasta 6 m de largo	7.5	18
En más de 6 m de largo	9.5	22

OTRAS VARIACIONES	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone



COMITÉ DE TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y MOLDAJES DEL HORMIGÓN
Documento Técnico de Especificación

DTE 004-06: Desmolde de Elementos Verticales de Hormigón Armado
Fecha aprobación: Marzo, 2006

		±
Respecto de ejes de elementos en planta	5.5	6
De vanos de puertas y ventanas	4	5
Resaltes máximos en un mismo plano		5

El estándar de la superficie de terminación del Grado 2, se debe entender como una superficie suficientemente buena como para aplicar solamente pasta de muros para ofrecer un sustrato adecuado a la pintura.

GRADO 3. HORMIGÓN A LA VISTA PARA OBRAS CIVILES

Variación respecto de aplome vertical: VERTICALIDAD	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de altura		7
En hasta 3 m de altura		12
En hasta 6 m de altura		18
En más de 6 m de altura		30

Variación respecto de nivel horizontal: HORIZONTALIDAD (en cielos) No se considera para pavimentos	Límite máximo mm EN CONSTRUCCIÓN	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de largo		6
En hasta 3 m de largo		10
En hasta 6 m de largo		15
En más de 6 m de largo		20

Variación respecto de nivel horizontal: HORIZONTALIDAD (en cielos) No se considera para pavimentos	Límite máximo mm FINAL	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de largo		8
En hasta 3 m de largo		14
En hasta 6 m de largo		20
En más de 6 m de largo		25

OTRAS VARIACIONES	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone ±
Respecto de ejes de elementos en planta		10
De vanos de puertas y ventanas		5
Resaltes máximos en un mismo plano		5

El estándar del Grado 3, debe contemplar superficies homogéneas en su tonalidad de manera que cumpla con el objetivo decorativo.

GRADO 4. HORMIGÓN DE OBRA GRUESA (para recibir recubrimiento)

Variación respecto de aplome vertical: VERTICALIDAD	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de altura		8
En hasta 3 m de altura	15	15
En hasta 6 m de altura	22	20
En más de 6 m de altura	26	30

Variación respecto de nivel horizontal: HORIZONTALIDAD (en cielos) No se considera para pavimentos	Límite máximo mm EN CONSTRUCCIÓN	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de largo		8
En hasta 3 m de largo	14	14
En hasta 6 m de largo	20	20
En más de 6 m de largo	23	25

Variación respecto de nivel horizontal: HORIZONTALIDAD (en cielos) No se considera para pavimentos	Límite máximo mm FINAL	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de largo		9
En hasta 3 m de largo	14	17
En hasta 6 m de largo	20	25
En más de 6 m de largo	23	30

OTRAS VARIACIONES	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone ±
Respecto de ejes de elementos en planta	13	15
De vanos de puertas y ventanas	13	10
Resaltes máximos en un mismo plano	4.5	8

El Grado 4 tiene un estándar menos exigente en lo que se refiere a la superficie de terminación, ya que podrá corregir fallas con una reparación aceptada por el mandante y recubrirse posteriormente.

GRADO 5. HORMIGÓN DE SUPERFICIES EN PISOS, PARA RECUBRIR O A LA VISTA AFINADO

Variación respecto de un plano horizontal: PLANEIDAD	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de largo		3
En hasta 3 m de largo	4	5
En hasta 6 m de largo	5.5	7
En más de 6 m de largo	6.5	10
Resaltes máximos en un mismo plano	4.5	2

Este Grado 5, no considera los pavimentos planos destinados a pisos industriales. Las Especificaciones Técnicas para pisos planos se pueden obtener de la publicación ACI 302 y de la norma ASTM E 1155.

Las eventuales deficiencias de la terminación superficial se podrán corregir con mayor rigurosidad para los casos en que reciba alfombra.

GRADO 6. HORMIGÓN DE SUPERFICIES EN PISOS, SIN RECUBRIR Y SIN AFINADO

Variación respecto de un plano horizontal: PLANEIDAD	Límite máximo mm	
	Encuesta	Propone ±
En hasta 1,5 m de largo		4
En hasta 3 m de largo	4	7
En hasta 6 m de largo	5.5	10
En más de 6 m de largo	6.5	15
Resaltes máximos en un mismo plano	4.5	3

El Grado 6 se creó para diferenciarlo del Grado 5 destinado principalmente a edificación y del caso de Pisos Industriales Planos, que se rigen por lo indicado en ACI 302 y ASTM E 1155.

Este Grado 6 es requerido en la industria y en general no se exige más que un acabado con platacho de madera, sin interesar la lisura pero manteniendo una planeidad razonable como se indica en la respectiva tabla.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 8.1 ACI 117. Standard Specifications for Tolerances for Concrete Construction and Materials.
- 8.2 ACI 347 Guide to Formwork for Concrete.
- 8.3 Tolerances in building, extract from DIN 18202- Structural Engineering Tolerances. May 1986 edition.
- 8.4 Concrete Society, extract from BS 5606 Guide to Accuracy in Building.
- 8.5 Necesidad de los Sistemas de Tolerancias. Cuadernos Intemac N° 18 – 2 Trimestre '95.
- 8.6 Building and erecting the Formwork. Formwork for Concrete. M.K.Hurd 6th edition.

ANEXO

ALGUNAS RECOMENDACIONES GENERALES

Las siguientes recomendaciones no tienen que ver con el cumplimiento de las tolerancias admisibles que proporcionan dimensiones adecuadas a los elementos de hormigón, sino que con el aspecto superficial, que es un buen complemento al dimensionamiento y que le proporciona el valor agregado a los elementos.

- a) Tanto para el G1 como para el G3, el proyectista debería indicar claramente las áreas donde no se permitirá fallas superficiales por escurrimiento de lechada, rayas de arena, segregación, poros producidos por aire atrapado, manchas por variación de humedad o por efecto del vibrado o evitar cualquier variación estética.
 - a. Usar una misma partida de hormigón para una capa completa, para evitar variaciones de coloración entre coladas.
 - b. Se recomienda no usar cementos capaces de producir variaciones de coloración. Debe preferirse cementos de bajo contenido de álcalis para evitar eflorescencias y que sean de bajo calor de hidratación para obtener menor retracción.
 - c. También debe evitarse el uso de áridos con contenido de fierro, para eliminar el riesgo de que al oxidarse generen manchas.
 - d. Se debe tener en cuenta la naturaleza del árido, su coloración, su carácter rodado o chancado y que estén limpios y libres de sales solubles y álcalis.
 - e. Es recomendable emplear hormigones con razón A/C de 0,4 a 0,5.
 - f. Se deberá eliminar las variaciones del agua óptima ya que modifican la porosidad del hormigón y . Mientras más elevadas es la humedad del ambiente, más visibles serán estas variaciones de color en las superficies.
 - g. Se recomienda no usar los siguientes aditivos: Superplastificante, por el aumento en el grado de burbujas que deteriora la calidad superficial. Incorporador de aire, ya que también generan un deterioro superficial. Para mejorar la plasticidad se recomienda usar aditivos plastificantes.
 - h. La pérdida de lechada entre paneles no están permitidas. Se recomienda extremar las precauciones, con el uso de cintas de esponja densa de poros no conectados o goma para colocar en los cantos de los paneles, o entre bastidores, obteniendo juntas estancas.
- b) Para ayudar en la disminución de los poros superficiales, se recomienda emplear desmoldantes tipo químicamente activos, neutralizado, en espesores del orden de 0,01 mm.

- c) Es recomendable sellar con pintura de caucho los cantos del contrachapado ya que es el soporte de la lámina fenólica, para evitar la absorción de agua por las fibras de madera.
- d) Muchas fallas superficiales o de aspecto no agradable a la vista se pueden evitar teniendo especial cuidado en lograr moldajes estancos.
- e) Cuando se especifica una arista achaflanada, se debe cuidar que la pieza empleada quede muy bien ajustada a las caras internas de las placas de contacto del moldaje, para evitar que se introduzca lechada en las zonas abiertas.
- f) Se debe llegar a acuerdos previos a la construcción entre todas las partes involucradas en la obra, en aspectos tales como modulación, perforaciones para distanciadores, ubicación de canterías, conos de hormigón, tolerancias, etc.
- g) Durante la colocación del hormigón se debe procurar continuidad, para lo cual se requiere de una producción de hormigón que permita el vertido en capas uniformes en toda la superficie a ejecutar, de manera que no se produzcan pausas superiores a media (0,5) horas. La rapidez de colocación debe ser lo suficientemente lenta como para permitir la vibración adecuada pero a la vez lo suficientemente rápida para evitar juntas frías.
 - a. Las juntas frías sólo se deben permitir una vez alcanzadas las juntas de trabajo previstas o en juntas de hormigonado programadas, que a la vez se puedan disimular con molduras o canterías.
- h) La correcta ejecución de la compactación del hormigón con vibrador de inmersión, es fundamental para lograr superficies regulares. El vibrador no debe tocar la superficie del moldaje para evitar manchas. La inmersión rápida hasta el fondo del elemento y el retiro lento a una velocidad máxima de 5 cm/s, así como cuidar que se traslapen los radios de acción, permitirá obtener una superficie bien compactada (densa) con menos poros y sin manchas superficiales.
- i) La especificación para desmolde de elementos verticales debe estar referida a la resistencia del hormigón, es decir, para elementos de desmolde simples se debe especificar un valor mayor a 60 kg/cm², en tanto que para aristas vivas o de menor ángulo puede requerirse 120 a 200 kg/cm². En todo caso el valor exacto se puede determinar en la etapa de pruebas en la maqueta de preconstrucción.

- j) Para aplicar un método de curado que no dañe ni manche la superficie, se pueden usar cualquiera de los siguientes siempre y cuando mantenga la humedad uniforme y permanentemente hasta el fin de curado a) neblinas de vapor, b) lloviznas tenues de agua o riego directo, c) tela o tejido que retenga la humedad sin dañar la superficie del hormigón, d) es factible usar una membrana de curado que no genere cambios de color o textura.

- k) Por último para tener éxito en el logro de un buen hormigón a la vista, es esencial contar con mano de obra especializada, ojalá Certificadas sus Competencias, ya que cuando se menciona “experiencia” no siempre es “buena experiencia, con buenos resultados”