

[Revisión de ASME Y14.5-1994 (R2004)]

Prácticas de Dibujo de Ingeniería y Documentación Relacionada



AVISO DE ADOPCIÓN

ASME Y14.5, Dimensiones y Tolerancias, fue adoptada para su uso el 9 de febrero de 2009 por el Departamento de Defensa (DoD). Los cambios propuestos por las actividades del DoD deben enviarse a DoD Adopting Activity Commander, U.S. Army Research, Development and Engineering Center (ARDEC), ATTN: AMSRD-AAR-QES-E, Picatinny Arsenal, NJ 07806-5000. Las copias de este documento pueden adquirirse en The American Society of Mechanical Engineers (ASME), 150 Clove Road, 6th Floor, Little Falls, NJ 07424-2139; <http://www.asme.org>.

Conservadores:

Army — AR (Ejército)
Navy — SA (Armada)
Air Force — 16 (Fuerza Aérea)

Actividad que adopta:

Army — AR (Ejército)
(Proyecto DRPR-2009-003)

Actividades de revisión:

Army — CR, IE, MI, PT, TM2
Navy — AS, CG, CH, EC, MC, NP, TD
Air Force — 13, 99
DLA — DH
OSD — SE
NSA — NS
Otra — CM, MP, DC2

NOTA: las actividades mencionadas anteriormente mostraron su interés en este documento a partir de la fecha de este. Debido a que las organizaciones y responsabilidades pueden cambiar, debería verificar la vigencia de la información arriba mencionada usando la base de datos en línea ASSIST en <http://assist.daps.dla.mil>.

AMSC N/A

ÁREA DRPR

DECLARACIÓN DE DISTRIBUCIÓN A. Aprobado para divulgación pública. La distribución es ilimitada.

ASME Y14.5-2009

[Revisión de ASME Y14.5M-1994 (R2004)]

Dimensiones y Tolerancias

**Prácticas de Dibujo de Ingeniería
y Documentación Relacionada**

ASMENORMDOC.COM : Click to view the full PDF of ASME Y14.5 (SPANISH) 2009

UNA NORMA INTERNACIONAL



**The American Society of
Mechanical Engineers**



Fecha de emisión: Marzo 27, 2009

Esta norma será revisada cuando la Sociedad apruebe la próxima edición. No se publicarán anexos o interpretaciones por escrito de los requisitos de esta norma publicada en esta edición.

Periódicamente, ciertas acciones del Comité ASME Y14 pueden publicarse como Casos de Código. Los Casos de Código y las interpretaciones se publican en el sitio web de ASME en la sección Páginas del Comité en <http://cstools.asme.org/> a medida que se emiten.

ASME es marca registrada de The American Society of Mechanical Engineers.

Este código o norma se desarrolló según procedimientos que acreditan el cumplimiento de los criterios para las Normas Nacionales Estadounidenses. El Comité de Normas que aprobó el código o norma fue equilibrado para garantizar que los individuos competentes e interesados hayan tenido la oportunidad de participar. El código propuesto se puso a disposición del público para que fuese revisado y comentado, lo que ofrece la oportunidad de recibir el aporte público adicional de la industria, las academias, las agencias reguladoras y el público en general.

ASME no "aprueba", "califica" ni "avala" ningún artículo, construcción, dispositivo de marca registrada o actividad.

ASME no toma ninguna posición con respecto a la validez de cualquier derecho de patente en relación con cualquiera de los artículos mencionados en este documento y no asegurará a nadie que utilice una norma que vaya en detrimento de la responsabilidad por violación de cualquier patente aplicable, ni asumirá ninguna de dichas responsabilidades. Los usuarios de un código o norma están expresamente advertidos de que la determinación de la validez de cualquiera de dichos derechos de patentes y el riesgo de violación de tales derechos es de su exclusiva responsabilidad.

La participación de representantes de la agencia federal o personas asociadas a la industria no se debería interpretar como la aprobación de este código o norma por parte del gobierno o de la industria.

ASME solo acepta responsabilidad por aquellas interpretaciones de este documento, emitido de acuerdo con las políticas y procedimientos establecidos por ASME, lo que excluye la emisión de interpretaciones por parte de individuos.

Ninguna parte de este documento puede ser reproducida de ninguna forma, sistema de recuperación electrónico o de otro tipo, sin previo permiso escrito de la editorial.

The American Society of Mechanical Engineers
Two Park Avenue, New York, NY 10016-5990

Copyright © 2009 por
THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
Todos los derechos reservados
Impreso en los EE. UU.

CONTENIDO

Prólogo	vi
Lista del Comité	viii
Correspondencia con el Comité Y14	x
Sección 1 Alcance, Definiciones, y Dimensionado General.....	1
1.1 Alcance	1
1.2 Referencias	1
1.3 Definiciones.....	8
1.4 Reglas Fundamentales.....	8
1.5 Unidades de Medidas.....	9
1.6 Tipos de Dimensionado	9
1.7 Aplicación de Dimensiones.....	10
1.8 Dimensionado de los Elementos.....	14
1.9 Localización de Elementos	21
Sección 2 Tolerancias Generales y Principios Relacionados	25
2.1 General.....	25
2.2 Métodos de Tolerancia Directa.....	25
2.3 Expresión de Tolerancia	26
2.4 Interpretación de Límites.....	27
2.5 Límites Individuales	27
2.6 Acumulación de Tolerancias	27
2.7 Límites de Tamaño.....	28
2.8 Aplicabilidad de Modificadores en Valores de Tolerancias Geométricas y Referencias de Elementos Datum.....	30
2.9 Rosca de Tornillos	32
2.10 Engranajes y Estriados	32
2.11 Condiciones de Límites	32
2.12 Superficies Angulares.....	32
2.13 Inclinaciones Cónicas	36
2.14 Planos Inclinados	37
2.15 Radio	37
2.16 Plano Tangente	38
2.17 Tolerancia Estadística	38
Sección 3 Simbología.....	39
3.1 General.....	39
3.2 Uso de Notas para Complementar Símbolos.....	39
3.3 Construcción de Símbolos	39
3.4 Símbolos de Marco de Control de Elemento.....	46
3.5 Colocación del Marco de Control de Elemento.....	47
3.6 Definición de la Zona de Tolerancia.....	47
3.7 Tolerancias Tabuladas.....	47
Sección 4 Marco de Referencia Datum	49
4.1 General.....	49
4.2 Grados de Libertad	49
4.3 Grados de Libertad Restringidos por Elementos Datum Primarios Independientemente del Límite de Material.....	49
4.4 Restringir Grados de Libertad de una Pieza.....	49
4.5 Simulador de Elemento Datum	54
4.6 Aplicación Teórica y Física de los Simuladores de Elementos Datum.....	54
4.7 Marco de Referencia Datum	58
4.8 Elementos Datum.....	59
4.9 Controles de los Elementos Datum	59
4.10 Especificación de Elementos Datum en un Orden de Precedencia	59

4.11	Establecer Datums	60
4.12	Elementos Datum Múltiples.....	68
4.13	Superficie Definida Matemáticamente.....	68
4.14	Marcos de Referencia Datum Múltiples	69
4.15	Elementos Datum Funcionales	69
4.16	Restricción Rotacional Respecto de un Eje o Punto Datum.....	71
4.17	Aplicación de MMB, LMB y RMB a Elementos Irregulares de Tamaño	74
4.18	Aplicación Práctica de la Selección del Elemento Datum.....	76
4.19	Requerimientos Simultáneos.....	77
4.20	Condición Restringida.....	78
4.21	Identificación de los Marcos de Referencia Datum.....	78
4.22	Construcción del Marco de Referencia Datum	81
4.23	Aplicación de un Marco de Referencia Datum Personalizado.....	81
4.24	Datum Objetivo	83
Sección 5	Tolerancias de Forma.....	93
5.1	General.....	93
5.2	Control de Forma	93
5.3	Especificación de Tolerancias de Forma	93
5.4	Tolerancias de Forma.....	93
5.5	Aplicación del Símbolo de Estado Libre.....	99
Sección 6	Tolerancias de Orientación	101
6.1	General.....	101
6.2	Control de Orientación.....	101
6.3	Símbolos de Orientación.....	101
6.4	Especificación de las Tolerancias de Orientación	101
6.5	Plano Tangente	106
6.6	Práctica Alternativa	106
Sección 7	Tolerancias de Localización	110
7.1	General.....	110
7.2	Tolerancia de Posición.....	110
7.3	Fundamentos de Tolerancias de Posición: I	110
7.4	Fundamentos de Tolerancias de Posición: II.....	121
7.5	Localización de Patrones.....	129
7.6	Controles de Elementos Coaxiales.....	149
7.7	Tolerancias para Relaciones Simétricas.....	156
Sección 8	Tolerancias de Perfil.....	161
8.1	General.....	161
8.2	Perfil.....	161
8.3	Límites de Zona de Tolerancia	161
8.4	Aplicaciones de Perfil.....	168
8.5	Modificadores de Condición de Material y de Condición de Límites con Relación a Controles de Perfil.....	170
8.6	Perfil Compuesto.....	170
8.7	Tolerancia de Perfil de Múltiples Segmentos Individuales.....	179
8.8	Controles Combinados.....	179
Sección 9	Tolerancia de Oscilación.....	183
9.1	General.....	183
9.2	Oscilación	183
9.3	Tolerancia de Oscilación.....	183
9.4	Tipos de Tolerancia de Oscilación	183
9.5	Aplicación	185
9.6	Especificación	185

Apéndices No Obligatorios	188
A Principales Cambios y Mejoras.....	188
B Fórmulas para Tolerancias de Posición.....	194
C Forma, Proporción y Comparación de Símbolos.....	197
D Prácticas Anteriores	202
E Diagramas de Flujo (Árbol) para el Control Geométrico.....	203
Índice	211

ASMENORMDOC.COM : Click to view the full PDF of ASME Y14.5 (SPANISH) 2009

PRÓLOGO

Esta edición es una revisión de ASME Y14.5M-1994, Dimensiones y Tolerancias. El objetivo principal de esta revisión ha sido reorganizar el material para dirigir mejor el proceso de pensamiento del usuario cuando aplica Dimensiones y Tolerancias Geométricas. Los temas abordados en las Secciones 1 a 4 siguen siendo los mismos que en la revisión anterior. Las Secciones 5 y 6 anteriormente se denominaban “Tolerancias de localización” y “Tolerancias de forma, perfil, orientación y oscilación”. El orden nuevo, después de la Sección 4 “Datum”, es el siguiente: Sección 5 “Tolerancias de forma”, Sección 6 “Tolerancias de orientación”, Sección 7 “Tolerancias de localización”, Sección 8 “Tolerancias de perfil”, y Sección 9 “Tolerancias de oscilación”. Cuando se aplican dimensiones y tolerancias geométricas, la primera consideración es establecer un marco de referencia datum, sobre la base de la función de la pieza en el ensamblaje con sus piezas de acoplamiento. Después de establecer el marco de referencia datum, se controla la forma del elemento datum primario, seguido de la orientación y/o localización de los elementos datum secundario y terciario. Luego de que los elementos datum están relacionados entre sí, se controla la orientación y localización de los elementos restantes en relación con el marco de referencia datum. Dentro de cada sección, se realizó una reorganización adicional para que primero se presenten los conceptos básicos para luego incorporar el material más complejo. El subcomité considera que esto le ayudará al usuario de la Norma a comprender mejor el tema de Dimensiones y Tolerancias.

Se introducen tres términos nuevos que solo se utilizan con los datums. Estos términos son los siguientes: “límite de material máximo (MMB)”, “límite de material mínimo (LMB)”, e “independientemente del límite de material (RMB)”. Estos términos describen mejor la existencia de un límite definido cuando se aplican datums. MMB y LMB pueden ser un límite de material máximo o mínimo, respectivamente, o la condición virtual aplicable. El MMB sería un límite de material máximo real si la tolerancia (localización u orientación) para ese elemento datum fuera cero a MMC. El LMB sería un límite de material mínimo real si la tolerancia (localización u orientación) para ese elemento datum fuera cero a LMC. En el caso de un elemento de tamaño como elemento datum primario, el MMB o LMB serían el límite de material máximo o mínimo si la forma del elemento de tamaño estuviera controlada por la regla #1, o se aplicara cero a MMC o LMC en la rectitud del eje o planicidad del plano central. RMB indica que los elementos datum aplican a cualquier límite sobre la base de tamaño real del elemento y a cualquier tolerancia geométrica aplicada que juntos generen un límite único.

Debido a que muchas de las principales industrias son cada vez más globales, lo que produce la descentralización del diseño y la fabricación, es esencial que el diseño establezca los requerimientos funcionales de manera más precisa. Para lograr esto, resulta cada vez más importante que el uso de dimensiones y tolerancias geométricas reemplace el dimensionado anterior de límites para la forma, la orientación, la localización y el perfil de los elementos de la pieza. Esta revisión contiene párrafos que brindan una advertencia más fuertes que en el pasado sobre el hecho de que el dibujo totalmente definido debería dimensionarse usando dimensiones y tolerancias geométricas, dejando el dimensionado de límites reservado, principalmente, para las dimensiones de tamaño de los elementos de tamaño. Además, se introdujo simbología adicional para algunas de las prácticas de tolerancias más comunes debido a que se reconoce la necesidad de automatizar el diseño, el análisis y los procesos de medición, y de reducir el número de “tolerancias dependientes de vistas”.

El trabajo de esta edición comenzó en enero de 1994 en Sarasota, Florida. En reuniones semestrales subsiguientes, se evaluaron una gran cantidad de comentarios propuestos de la revisión pública de la modificación anterior, y propuestas de revisión y mejoras del subcomité y partes interesadas de la comunidad usuaria. El subcomité se dividió en grupos de trabajo para diversas reuniones y luego se volvió a reunir como un solo subcomité para revisar y garantizar la continuidad de la revisión.

Internacionalmente, se formó un nuevo grupo de armonización conjunta en enero de 1993, llamado ISO/TC 3-10-57 JHG. El objetivo fue armonizar el trabajo y los principios entre ISO/TC3 Textura de Superficie, ISO/TC 10 SC 5 Dimensiones y Tolerancias, e ISO/TC 57 Medición. La tarea de este grupo fue identificar y sugerir resoluciones de problemas entre las tres disciplinas. Muchos representantes del subcomité ASME Y14.5 participaron en las reuniones de este grupo, desde septiembre de 1993 hasta junio de 1996. En París, en junio de 1996, ISO/TC 3-10-57 JHG cambió a ISO/TC 213, y las responsabilidades de los otros tres comités ISO se transfirieron a ISO/TC 213. Los representantes de los Estados Unidos participaron en todas las reuniones de ISO/TC 213, desde junio de 1996 hasta enero de 1999. Debido a dificultades, los Estados Unidos no tuvo representación hasta enero de 2006, la cual continúa hasta la fecha.

En los Estados Unidos, se formó un comité similar al ISO/TC 213 como sede del U.S. TAG (Grupo Asesor Técnico) del ISO/TC 213, y para funcionar como comité asesor de los tres comités y subcomités estadounidenses que son paralelos a los grupos ISO (Textura de Superficie B46, Dimensiones y Tolerancias Y14.5, y Medición B89). Este nuevo comité, llamado H213, se formó en una reunión llevada a cabo en 1997 por representantes de los tres comités y subcomités de los Estados Unidos. El H213 no es responsable de las tres áreas como lo es el comité ISO, pero funciona

como un intermediario para identificar y facilitar una solución a los problemas que pudieran existir entre las tres áreas y como sede del U.S. TAG.

Se aceptan sugerencias para la mejora de esta Norma. Deben enviarse a The American Society of Mechanical Engineers; Attn: Secretary, Y14 Standards Committee; Two Park Avenue, New York, NY 10016. Esta revisión fue aprobada como una Norma Nacional Estadounidense el 6 de febrero de 2009.

NOTA: se le advierte al usuario sobre la posibilidad de que el cumplimiento con esta Norma pueda requerir el uso de una invención cubierta por derechos de patente.

Con la publicación de esta Norma, no se toma ninguna posición sobre la validez de dichas reclamaciones o de algún derecho de patente en relación al respecto. Si un propietario de patente ha presentado una declaración de voluntad de otorgar una licencia conforme a estos derechos, en términos y condiciones razonables y no discriminatorias, a los solicitantes que deseen obtener dicha licencia, los detalles pueden obtenerse del desarrollador de las normas.

Reconocimientos

P. J. McCuiston, de Ohio University, creó las ilustraciones de esta Norma.

ASMENORMDOC.COM : Click to view the full PDF of ASME Y14.5 (SPANISH) 2009

Comité de Códigos y Normas ASME en español

(A continuación, se brinda la lista de los integrantes del Comité al momento de la aprobación de este documento)

Orlando M. Ayala, *Presidente*
Oliver Martínez, *Secretario de Personal*

PERSONAL DEL COMITÉ

O. M. Ayala, Universidad de Oriente, UDO
J. Castro, Consultor
G. E. Flores, OneCIS Insurance Co.
E. Fusco, *Miembro Contribuyente*, Repsol YPF S.A.
L. H. Gil, ICONTEC
M. González, Universidad Simón Bolívar
H. Jiménez, Techcorr USA, LLC
O. Martínez, ASME

H. E. Pereira, *Miembro Contribuyente*, CITGO Petroleum Corporation
J. T. Reyes, Recope
F. N. Castro, Traductor Técnico
M. A. Rotolo, PDVSA
C. A. Poveda, Petrobras Bolivia S.A.
P. M. Torres-Jimenez, Westinghouse Electric Company

SUBCOMITÉ DE NORMAS Y14 EN ESPAÑOL

M. Munoz, *Presidente*, AQA México, S.C.
A. L. Guzman, *Secretario de Personal*, ASME
J. F. Lopez Lopez, Automotive Lighting
J. Molina, Universidad Autonoma de Ciudad Juarez
R. Rivera, Boeing Space & Intelligence Systems
H. H. Segura Jurado, Faurecia
D. A. Strozzi Trevizo, *Miembro Contribuyente*, Hella KGAA Hueck & Co
J. Villares, GE Appliances
R. E. Alvarez, *Miembro Contribuyente*, Consultor
L. F. Alonzo, *Miembro Contribuyente*, Ford Motor Company
J. A. Arredondo Mosqueda, GE Infrastructure
M. Avila-Lemus, GE Infrastructure
A. Nieto, GE Aviation

ASME Comité Y14

DIBUJO DE INGENIERÍA Y PRÁCTICAS DE DOCUMENTACIÓN AFINES

(A continuación, se brinda la lista de los integrantes del Comité al momento de la aprobación de este documento)

DIRECTIVOS

William Kaba, *Presidente*
John I. Miles, *Vice Presidente*
Fredrick Constantino, *Secretario de Personal*

PERSONAL DEL COMITÉ

A. Anderson , Dimensional Dynamics, LLC	E. McCarthy , JT3 LLC
F. Bakos , Consultor	P. J. McCuiston , Multimac
J. V. Burleigh , Consultor	J. D. Meadows , James D. Meadows & Associates, Inc.
R. Courson , Ford Motor Company	M. E. Meloro , Northrop Grumman Corp.
F. Constantino , American Society of Mechanical Engineers	J. I. Miles Sr. , SBC Global
K. Dobert , Siemens PLM Software	M. A. Murphy , General Motors Company
J. B. Hoskins , Boeing	H. W. Oakes , USAF (SAIC)
R. C. Jensen , Hexagon Manufacturing Intelligence	M. J. Stahl , Caterpillar Inc.
W. Kaba , Spirit AeroSystems Incs.	B. A. Wilson , Consultor
A. Krulikowski , Effective Training Inc.	K. E. Weigandt , <i>Miembro Contribuyente</i> , Consultor

SUBCOMITÉ TÉCNICO Y14.5 DE DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

B. A. Wilson , <i>Presidente</i> , Consultor	E. McCarthy , Alternado, JT3 LLC
A. Neuman , <i>Vice Presidente</i> , Tech Consultants Inc.	R. C. Hughes , El Camino College
F. Constantino , <i>Secretary</i> , The American Society of Mechanical Engineers	R. C. Jensen , Hexagon Manufacturing Intelligence
M. E. Meloro , <i>Secretary</i> , Northrop Grumman Corp.	J. D. Keith , Consultor
A. Anderson , Dimensional Dynamics, LLC	A. Krulikowski , Effective Training Inc.
G. Arnold , Caterpillar Inc.	P. Mares , Boeing Co.
A. Anderson , Dimensional Dynamics, LLC	P. J. McCuiston , Multimac
R. Courson , Ford Motor Company	M. A. Murphy , General Motors Company
N. W. Cutler , Dimensional Management Inc.	D. W. Shepherd , PHD, Shepherd Industries
K. Dobert , Siemens PLM Software	P. C. Tillet , Naval Surface Warfare Center
P. J. Drake Jr. , MechSigma Consulting, Inc.	D. Watts , D3W Engineering, LLC
B. R. Fischer , Advanced Dimensional Management LLC	M. P. Wright , Lockheed Martin Aeronautics Company
A. R. Gellings , Deere & Co.	E. F. Zwettler , Rolls-Royce Corp
C. Houk , Raytheon Missile Systems	J. Yu , <i>Delegado</i> , Omnex China

COMUNICACIÓN CON EL COMITÉ Y14

General. Las Normas ASME se desarrollan y mantienen con la intención de representar el consenso de los intereses involucrados. Por lo tanto, los usuarios de esta Norma pueden interactuar con el Comité, solicitando interpretaciones, proponiendo revisiones y asistiendo a las reuniones del Comité. La correspondencia debería enviarse a:

Secretary, Y14 Standards Committee
The American Society of Mechanical Engineers
Two Park Avenue
New York, NY 10016-5990

Revisiones propuestas. La Norma se revisa periódicamente para incorporar los cambios que se consideren necesarios o convenientes, como lo demuestra la experiencia adquirida en la aplicación de la Norma. Las revisiones aprobadas serán publicadas periódicamente.

El Comité acepta favorablemente las propuestas de revisión de la presente Norma. Estas propuestas deben ser lo más específicas posible, citando el número del párrafo, la redacción propuesta y una descripción detallada de las razones de la propuesta, incluida la documentación pertinente.

Propuesta de un caso. Los casos pueden publicarse para brindar reglas alternativas cuando esté justificado, para permitir la aplicación anticipada de una revisión aprobada cuando la situación lo amerite o para establecer reglas que no estén cubiertas por las disposiciones vigentes. Los casos entran en vigencia inmediatamente después de la aprobación de ASME y se publicarán en la página web del Comité de ASME.

Las solicitudes de Casos deberían presentar una Declaración de Necesidad y Antecedentes. La solicitud debería identificar la norma, el número del párrafo, de la figura o tabla, y debería redactarse como una Pregunta y Respuesta en el mismo formato que los Casos existentes. Las solicitudes de Casos también deberían indicar la edición correspondiente de la norma a la que se aplica el Caso propuesto.

Asistencia a las reuniones del Comité. El Comité de Normas Y14 celebra periódicamente reuniones, que están abiertas al público. Las personas que deseen asistir a cualquier reunión deberían contactarse con la Secretaría del Comité de Normas Y14 o visitar el sitio web en <http://cstools.asme.org/csconnect/>.

DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

Sección 1

Alcance, Definiciones, y Dimensionado General

1.1 ALCANCE

Esta Norma establece prácticas uniformes para definir e interpretar el dimensionado, las tolerancias y los requisitos, para su uso en dibujos de ingeniería y documentos relacionados. Para una explicación matemática de varios de los principios utilizados en esta Norma, consulte ASME Y14.5.1. El contenido de esta obra no incluye aquellas prácticas utilizadas en arquitectura e ingeniería civil, ni tampoco la simbología utilizada en soldadura.

1.1.1 General

La Sección 1 establece definiciones, reglas fundamentales y prácticas generales para el dimensionado. Para información práctica en el uso de las tolerancias, consulte las secciones 2 a la 9. También los Apéndices No Obligatorios desde A hasta E contienen información adicional acerca de las tolerancias.

1.1.2 Unidades

En esta Norma, se utiliza el Sistema Internacional de Unidades (SI), debido a que se espera que en los Estados Unidos (EEUU) este sistema reemplace el Sistema de Unidades Estadounidenses en las especificaciones de los dibujos de ingeniería. Igualmente se podrían haber utilizado Unidades Estadounidenses, sin que tenga ningún efecto negativo sobre los principios aquí establecidos.

1.1.3 Referencia a esta Norma

Cuando los dibujos estén basados en esta Norma, esta relación se debería indicar en los dibujos o en cualquier documento indicado en los dibujos. Las referencias a esta Norma deberían indicar ASME Y14.5-2009.

1.1.4 Figuras

Las figuras mostradas en esta Norma solo tienen la intención de ejemplificar y ayudar al usuario a comprender los principios y métodos del dimensionado y el uso de las tolerancias descritas en el texto. La ausencia de una ilustración que ejemplifique alguna aplicación particular no es una razón para concluir que

no pueda ser utilizada ni tampoco una base válida para rechazar el dibujo. En algunos casos, las ilustraciones contienen más detalles con el propósito de enfatizar algún punto. En otros casos, se decidió mostrar las figuras incompletas. Los valores numéricos de las dimensiones y tolerancias solo tienen un fin ilustrativo. Los dibujos de vistas múltiples incluidos en las figuras corresponden a proyecciones de tercer ángulo.

NOTA: Con el fin de facilitar el uso de esta Norma, aparece un recuadro en la esquina inferior derecha de cada figura con un listado de los párrafos que se están ejemplificando. Este listado no siempre es totalmente inclusivo. El hecho de que no se haya incluido alguno de estos listados, no es una razón para concluir su inaplicabilidad. Algunas ilustraciones pueden diferir de las prácticas expresadas en Y14 y se incluyen solo con el fin de clarificar el significado de los principios expuestos.

1.1.5 Notas

Las notas en mayúsculas tienen como fin ser incluidas en los dibujos terminados. Las notas en minúsculas tienen solo un propósito explicativo y no se pretende que sean incluidas en los dibujos.

1.1.6 Referencias de Medición (Gaging)

Este documento no tiene la intención de definir normas de medición (gaging). Cualquier referencia a mediciones tiene la finalidad de ilustrar mejor cada caso. Para definir los principios de medición (gaging) consulte la Norma ASME Y14.43 "Principios de Dimensionado y Tolerancias para Medidores y Herramientas" (ASME Y14.43 Dimensioning and Tolerancing Principles for Gages and Fixtures).

1.1.7 Símbolos

La adopción de símbolos que indican los requerimientos dimensionales, como se muestra en la Figura C-2 del Apéndice No Obligatorio C, no impide que otros términos equivalentes o abreviaciones puedan utilizarse, cuando el uso del símbolo se considere inadecuado.

1.2 REFERENCIAS

Las siguientes revisiones de las Normas Nacionales Estadounidenses conforman parte de esta Norma hasta

el alcance aquí definido. Se podrá utilizar una revisión más reciente, siempre y cuando no haya conflicto con el texto de esta Norma. En caso de conflicto entre el texto de esta Norma y las referencias citadas aquí, el texto de esta Norma tendrá prioridad.

1.2.1 Normas Citadas

ANSI/ASME B29.6.2-1973 (R2003), Temperatura y Humedad Ambiental para Mediciones Dimensionales.
 ANSI/ASME B94.6-1984 (R2003), Moletado.
 ANSI B4.2-1978 (R2004), Límites y Ajustes Métricos Preferidos.
 ANSI B89.3.1-1972 (R2003), Medición de la Condición Fuera de Redondez.
 ANSI B92.1-1996, 1 Estriados de Involución e Inspección, Versión en Pulgadas.
 ANSI B92.2M-1980, 1 Módulo Métrico, Estriados de Involución
 ANSI Y14.6-2001 (R2007), Representación de las Roscas de Tornillos.
 ANSI Y14.6aM-1981 (R1998), Representación de las Roscas de Tornillos (Suplemento Métrico)
 Editorial: American National Standards Institute. (ANSI), 25 West 43rd Street, New York, NY 10036
 ASME B5.10-1994, Conos para herramientas – Serie de conos de gran abertura y de autosujeción
 ASME B46.1-2002, Textura de la Superficie, Rugosidad de la Superficie, Ondulaciones y Orientación
 ASME B94.11M-1993, Brocas
 ASME Y14.1-2005, Tamaños de las Hojas de Dibujo y Formato.
 ASME Y14.1M-2005, Tamaño de las Hojas para Dibujos Métricos y Formato.
 ASME Y14.2-2008, Convenciones de Líneas y Letras.
 ASME Y14.5.1M-1994 (R2004), Definición Matemática y Principios de Dimensionado y Tolerancias.
 ASME Y14.8-2009, Fundiciones y Forjado
 ASME Y14.36M-1996 (R2008), Símbolos para Textura de la Superficie
 ASME Y14.41-2003 (R2008), Prácticas de Datos Digitales para la Definición de Productos.
 ASME Y14.43-2003 (R2008), Principios de Dimensionado y Tolerancias de Medidores (Gages) y Herramientas.
 Editorial: The American Society of Mechanical Engineers (ASME), Two Park Avenue, New York, NY 10016

IEEE/ASTM SI 10-2002 ERRATA 2005, Norma para el Uso del Sistema Internacional de Unidades (SI) – El Sistema Métrico Moderno.

Editorial: Institute of Electrical and Electronics Engineers-IEEE). 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854.

1.2.2 Fuentes Adicionales (No Citadas)

ANSI/ASME B1.2-1983 (R2007), Medidores y Mediciones para Roscas de Tornillos Unificados en Pulgadas.

ANSI B4.4M-1981, Inspección de Piezas Trabajadas.

Editorial: American National Standards Institute – ANSI, 25 West 43rd Street, New York, NY 10036

ASME Y14.3M-2003 (R2008), Dibujos Multivista y Vista de Secciones.

ASME Y14.38M-2007, Abreviaturas.

ASME Y14.100-2004, Prácticas de Dibujos de Ingeniería.

Editorial: The American Society of Mechanical Engineers (ASME), Two Park Avenue, New York, NY 10016

1.3 DEFINICIONES

Los siguientes términos son definidos para su aplicación en esta Norma. Adicionalmente, las definiciones mostradas en letra cursiva a través de la Norma se encuentran en las secciones en que se describe su aplicación. Su ubicación puede ser identificada por medio del índice.

1.3.1 Angularidad

angularidad: Consulte el párrafo 6.3.1

1.3.2 Límite Interno

límite interno: El límite extremo generado por el elemento más pequeño (MMC para elementos internos y LMC para elementos externos) menos la tolerancia geométrica especificada y cualquier tolerancia geométrica adicional (en caso de ser aplicable) resultante de la desviación del elemento desde su condición de material especificada. Consulte las Figuras 2-12 hasta la 2-17.

1.3.3 Límite de Material Mínimo (LMB, por sus siglas en inglés)

límite de material mínimo (LMB): El límite definido por una tolerancia o combinación de tolerancias que existe en el material o dentro del material de un elemento.

1.3.4 Límite de Material Máximo (MMB, por sus siglas en inglés)

límite de material máximo (MMB): El límite definido por una tolerancia o combinación de tolerancias que existe en el material o en el exterior del material de un elemento.

1.3.5 Límite Exterior

límite exterior: El límite extremo generado por el elemento más grande (LMC para elementos internos

y MMC para externos) más la tolerancia geométrica especificada y cualquier tolerancia geométrica adicional (en caso de ser aplicable) resultante de la desviación desde su condición de material especificada. Consulte las Figuras desde la 2-12 hasta la 2-17.

1.3.6 Circularidad (Redondez)

circularidad (redondez): consulte el párrafo 5.4.3

1.3.7 Coaxialidad

coaxialidad: Consulte el párrafo 7.6

1.3.8 Elemento Complejo

elemento complejo: Una superficie única de curvatura compuesta o un grupo de otros elementos que restringe hasta seis grados de libertad.

1.3.9 Concentricidad

concentricidad: Consulte el párrafo 7.6.4

1.3.10 Coplanaridad

coplanaridad: Consulte el párrafo 8.4.11

1.3.11 Restricción

restricción: Un límite de uno o más grados de libertad.

1.3.12 Cilindricidad

cilindricidad: Consulte el párrafo 5.4.4

1.3.13 Datum

datum: un punto, eje, línea, plano o una combinación de ellos, teóricamente exactos que se derivan de un simulador de un elemento datum teórico.

1.3.14 Eje Datum

eje datum: El eje de un simulador de un elemento datum establecida a partir del elemento datum.

1.3.15 Plano de Centros Datum

plano de centros datum: El plano central de un simulador del elemento datum establecido desde el elemento datum.

1.3.16 Elemento Datum

elemento datum: Un elemento que se identifica ya sea por medio de un símbolo de elemento datum o un símbolo de datum objetivo.

1.3.17 Simulador del Elemento Datum

simulador del elemento datum: Integra dos tipos: teórico y físico. Consulte los párrafos 1.3.17.1 y 1.3.17.2.

1.3.17.1 Simulador del Elemento Datum (Teórico).

simulador del elemento datum (teórico): El límite teóricamente perfecto utilizado para establecer un datum a partir de un elemento datum especificada.

NOTA: cada vez que en esta Norma se utiliza el término “simulador de elemento datum”, hace referencia al teórico, a menos que se indique lo contrario.

1.3.17.2 Simulador del Elemento Datum (Físico).

simulador del elemento datum (físico): El límite físico utilizado para establecer un datum simulado a partir de un elemento datum especificada.

NOTA: Por ejemplo, un medidor, un elemento de una herramienta o datos digitales (tales como las mesas de las máquinas, mesas de superficie, mandriles o una simulación matemática) – aunque no sean planos verdaderos – que cuentan con la suficiente precisión para que los planos derivados de ellos puedan ser utilizados para establecer datums simulados. Los simuladores del elemento datum físicos son utilizados como el medio físico de los simuladores del elemento datum teóricos durante un proceso de fabricación e inspección. Consulte ASME Y14.43.

1.3.18 Marco de Referencia Datum

marco de referencia datum: Consulte el párrafo 4.1

1.3.19 Datum Simulado

datum simulado: Un punto, eje, línea o plano (o una combinación de ellos) coincidente o derivado del equipo utilizado en el proceso o en la inspección, tal como los siguientes simuladores: una mesa de superficie, una superficie de medición, un mandril, o una simulación matemática. Consulte el párrafo 4.6.

1.3.20 Datum Objetivo

datum objetivo: Consulte el párrafo 4.24.

1.3.21 Diámetro Promedio

diámetro promedio: Consulte el párrafo 5.5.3

1.3.22 Dimensión

dimensión: Valor(es) numérico(s) o expresión matemática en las unidades adecuadas de medición, utilizados para definir la forma, el tamaño, la orientación o localización de una pieza o elemento.

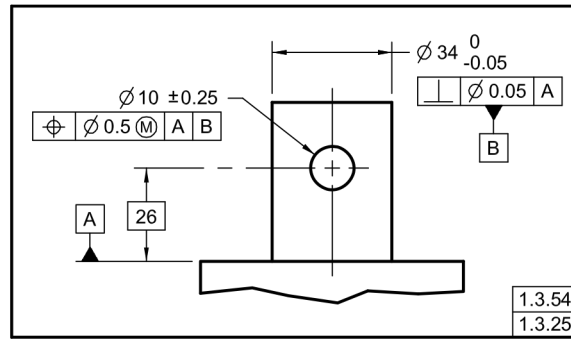
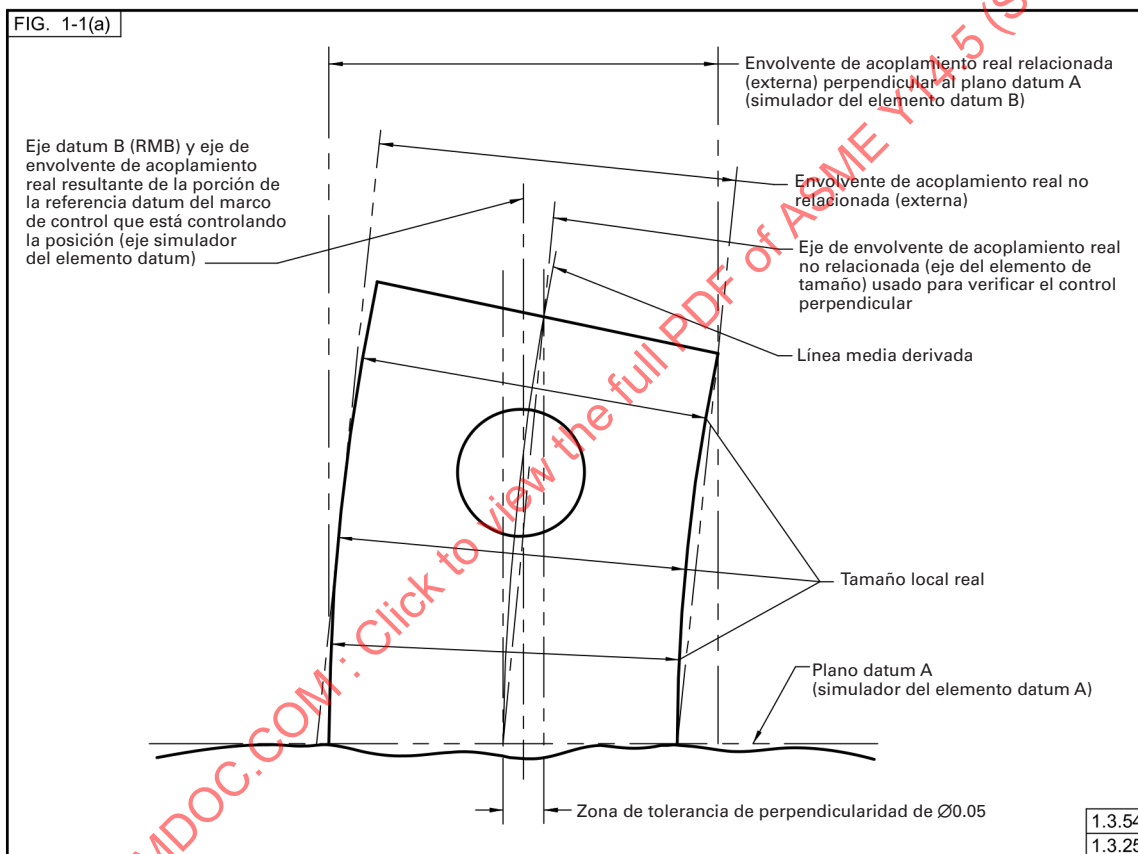
1.3.23 Dimensión Básica

dimensión básica: Una dimensión teóricamente exacta.

NOTA: Una dimensión básica es indicada mediante uno de los métodos mostrados en las Figuras 3-10 y 7-1.

1.3.24 Dimensión de Referencia

dimensión de referencia: Una dimensión, generalmente sin tolerancia, que es utilizada únicamente con fines informativos.

Fig. 1-1 Envolvere de Acoplamiento Real Relacionada y No Relacionada**Fig. 1-1 Envolvere de Acoplamiento Real Relacionada y No Relacionada (Continuación)**

NOTA: Una dimensión de referencia es una repetición de una dimensión existente o bien se deriva de otros valores mostrados en el dibujo o en dibujos relacionados. Es considerada como información auxiliar y no gobierna las operaciones de producción o inspección. Consulte las Figuras 1-19 y 1-20. Cuando una dimensión básica se encuentra repetida en un dibujo, no es necesario que se identifique como de referencia. Para mayor información sobre cómo especificar una dimensión de referencia, consulte el párrafo 1.7.6.

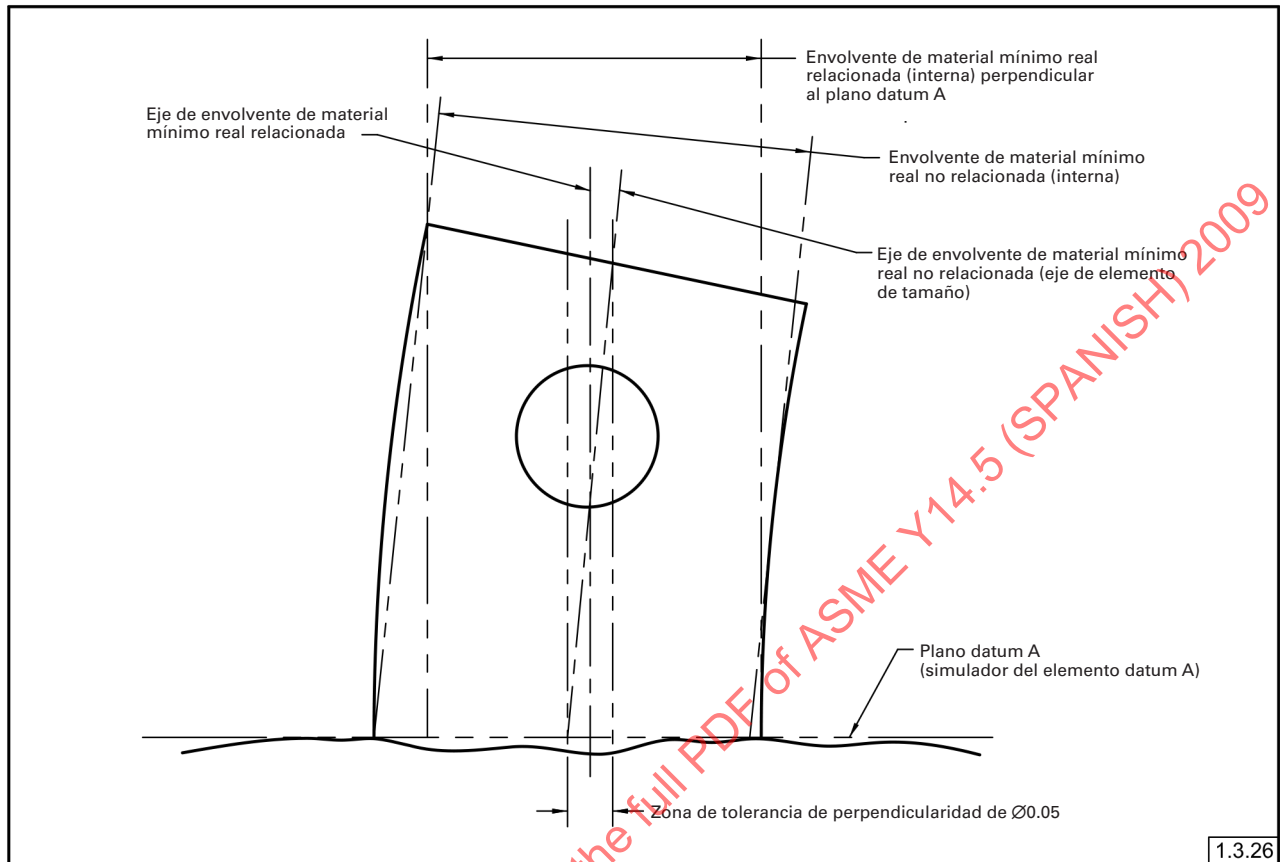
1.3.25 Envolvere de Acoplamiento Real

envolvere de acoplamiento real: Esta envolvere se encuentra fuera del material. Un elemento perfecto

que es una contraparte contraída al mínimo tamaño y similar al elemento externo que envuelve o que es una contraparte expandida al máximo tamaño y similar al elemento interno que la envuelve, de tal manera que coincide con la superficie en sus puntos más altos. Existen dos tipos de envolvere de acoplamiento real -no relacionada y relacionada- que se describen en los párrafos 1.3.25.1 y 1.3.25.2.

1.3.25.1 Envolvere de Acoplamiento Real No Relacionada. *envolvere de acoplamiento real no relacionada:* Una contraparte de un elemento perfecto, similar y expandido dentro un elemento interno o

Fig. 1-2 Envolvere Mínima Real



contraído alrededor de un elemento externo y sin que está restringida por ningún datum. Consulte la Figura 1-1.

1.3.25.2 Envolvere de Acoplamiento Real Relacionada. *envolvere de acoplamiento real relacionada:* Una contraparte de un elemento perfecto, similar y expandido dentro de un elemento interno o contraído alrededor de un elemento externo, mientras es restringida ya sea en orientación o localización o en ambos aspectos con respecto al (a los) datum(s) aplicable(s). Consulte la Figura 1-1.

1.3.26 Envolvere de Material Mínimo Real

envolvere de material mínimo real: Esta envolvere se encuentra dentro del material. Una contraparte de un elemento perfecto y similar del máximo tamaño que puede ser expandido dentro de un elemento externo o del mínimo tamaño que puede ser contraído alrededor de un elemento interno de tal manera que coincida con los puntos más bajos de la superficie. Hay dos tipos de envolveres de material mínimo real – no relacionada y relacionada – y se encuentran descritas en los párrafos 1.3.26.1 y 1.3.26.2.

1.3.26.1 Envolvere de Material Mínimo Real No Relacionada. *envolvere de material mínimo real no relacionada:* Una contraparte de un elemento perfecto, similar y contraído alrededor de un elemento interno o expandida dentro de un elemento externo, sin que está restringida por ningún marco de referencia datum. Consulte la Figura 1-2.

1.3.26.2 Envolvere de Material Mínimo Real Relacionada. *envolvere de material mínimo real relacionada:* Una contraparte de un elemento perfecto, similar y contraído alrededor de un elemento interno o expandida dentro de un elemento externo, mientras es restringida ya sea en orientación o localización o en ambos aspectos respecto al (a los) datum(s) aplicable(s). Consulte la Figura 1-2.

1.3.27 Elemento

elemento: Componente físico de una pieza tal como una superficie, perno, orificio o ranura o su representación en dibujos, modelos o archivos digitales.

1.3.28 Eje de un Elemento

eje de un elemento: El eje de la envolvere no relacionada del acoplamiento real de un elemento.

NOTA: En esta Norma, a menos que se especifique lo contrario, cuando sea utilizado el término "eje de un elemento" se referirá al eje de la envolvente del acoplamiento real no relacionada.

1.3.29 Plano Central de un Elemento

plano central de un elemento: El plano central de la envolvente del acoplamiento real no relacionada de un elemento.

NOTA: En esta Norma, a menos que se especifique lo contrario, cuando sea utilizado el término "plano central de un elemento", se referirá al plano central de la envolvente del acoplamiento real no relacionada.

1.3.30 Plano Mediano Derivado

plano mediano derivado: Un plano imperfecto (abstracto) formado por los puntos centrales de todos los segmentos delimitados por el elemento. Estos segmentos son normales (perpendiculares) al plano central de la envolvente del acoplamiento real no relacionada.

1.3.31 Línea Mediana Derivada

línea mediana derivada: Una línea imperfecta (abstracta) formada por los puntos centrales de todas las secciones transversales del elemento. Estas secciones transversales son normales (perpendiculares) al eje de la envolvente del acoplamiento real no relacionada.

1.3.32 Elemento de Tamaño

elemento de tamaño: Incluye dos tipos: regular e irregular. Consulte los párrafos 1.3.32.1 y 1.3.32.2

1.3.32.1 Elemento Regular de Tamaño.
elemento regular de tamaño: Una superficie cilíndrica o esférica, un elemento circular, un grupo de dos elementos paralelos opuestos o superficies paralelas opuestas, cada uno de los cuales se encuentra directamente asociado con una dimensión con tolerancia. Consulte el párrafo 2.2.

1.3.32.2 Elemento Irregular de Tamaño. *elemento irregular de tamaño:* Los dos tipos de elementos irregulares de tamaño son los siguientes:

(a) Un elemento o un grupo de elementos directamente asociados con una tolerancia, que pueden contener o estar contenidas por una envolvente de acoplamiento real que sea una esfera, un cilindro o un par de planos paralelos.

(b) Un elemento o un grupo de elementos directamente asociados con una tolerancia que pueden contener o estar contenidas por una envolvente de acoplamiento real, que no sean una esfera, un cilindro o un par de planos paralelos.

1.3.33 Marco de Control del Elemento

marco de control del elemento: Consulte el párrafo 3.4.1.

1.3.34 Marco de la Zona de Tolerancia de los Elementos Relacionados (FRTZF, por sus siglas en inglés).

marco de la zona de tolerancia de los elementos relacionados (FRTZF): El o los marcos de las zonas de tolerancia que controlan las relaciones básicas entre los elementos de un patrón. Este marco está restringido en grados rotacionales de libertad respecto a cualquier elemento datum referido.

1.3.35 Estado Libre

estado libre: La condición de una pieza libre de la aplicación de fuerzas.

1.3.36 Variación del Estado Libre

variación del estado libre: Consulte el párrafo 5.5.

1.3.37 Planicidad

planicidad: Consulte el párrafo 5.4.2.

1.3.38 Condición de Material Mínimo (LMC, por sus siglas en inglés).

condición de material mínimo – LMC: Condición en la cual un elemento de tamaño contiene la mínima cantidad de material dentro de sus límites de tamaño especificados (por ejemplo, el diámetro máximo de un orificio o el diámetro mínimo de una flecha).

1.3.39 Condición de Material Máximo (MMC, por sus siglas en inglés)

condición de material máximo (MMC): Condición en la cual un elemento de tamaño contiene la máxima cantidad de material dentro de los límites de tamaño especificados (por ejemplo, diámetro mínimo de un orificio o el diámetro máximo de una flecha).

1.3.40 Zona de Tolerancia No Uniforme.

zona de tolerancia no uniforme: consulte el párrafo 8.3.2

1.3.41 Paralelismo

paralelismo: consulte el párrafo 6.3.2

1.3.42 Patrón

patrón: Dos o más elementos o elementos de tamaño a los cuales se aplican tolerancias geométricas de localización y se agrupan de acuerdo con alguno de los métodos siguientes: nX, n ORIFICIOS COAXIALES, SOBRE TODO, A↔B, n SUPERFICIES, requerimientos simultáneos, o INDICADO.

1.3.43 Marco de la Zona de Tolerancia de Localización del Patrón (PLTZF, por sus siglas en inglés).

marco de la zona de tolerancia de localización del patrón (PLTZF): El marco de la zona de tolerancia que controla

la relación básica entre los elementos de un patrón con el marco restringido en grados de libertad de rotación y traslación respecto de los elementos datum referidos.

1.3.44 Perpendicularidad

perpendicularidad: Consulte el párrafo 6.3.3.

1.3.45 Plano Tangente

plano tangente: Un plano que toca los puntos más elevados de la superficie de un elemento especificado.

1.3.46 Posición

posición: Consulte el párrafo 7.2.

1.3.47 Perfil

perfil: Consulte el párrafo 8.2.

1.3.48 Independiente del Tamaño del Elemento (RFS, por sus siglas en inglés).

independiente del tamaño del elemento (RFS): Indica la aplicación de una tolerancia geométrica a cualquier incremento de tamaño de la envolvente de acoplamiento real del elemento de tamaño.

1.3.49 Independiente del límite del material (RMB, por sus siglas en inglés).

independiente del límite del material (RMB): Indica que un simulador del elemento datum progresa desde una condición MMB hacia una LMB hasta que logra el máximo contacto con los puntos extremos del (de los) elemento(s).

1.3.50 Fijación

fijación: La aplicación de una o varias fuerzas a una pieza para simular su ensamble o una condición funcional y cuyo resultado podría ser la distorsión de la pieza desde su condición en estado libre. Consulte el párrafo 4.20.

1.3.51 Condición Resultante

condición resultante: El límite extremo único generado por los efectos colectivos de un elemento de tamaño especificado a MMC o LMC, la tolerancia geométrica para dicha condición de material, la tolerancia de tamaño, y la tolerancia geométrica adicional derivada de la desviación del elemento desde su condición de material especificada. Consulte las Figuras 2-12, 2-13, 2-15 y 2-16.

1.3.52 Oscilación

oscilación: Consulte el párrafo 9.2.

1.3.53 Requerimiento Simultáneo

requerimiento simultáneo: Consulte el párrafo 4.19.

1.3.54 Tamaño Local Real

tamaño local real: El valor medido de cualquier distancia individual en cualquier sección transversal de un elemento de tamaño. Consulte la Figura 1-1.

1.3.55 Tamaño, Límites de

tamaño, límites de: Los tamaños máximos y mínimos especificados. Consulte el párrafo 2.7.

1.3.56 Tamaño Nominal

tamaño nominal: Designación utilizada para propósitos generales de identificación.

1.3.57 Rectitud

rectitud: Consulte el párrafo 5.4.1.

1.3.58 Tolerancias Estadísticas

tolerancias estadísticas: Consulte el párrafo 2.17.

1.3.59 Simetría

simetría: Consulte el párrafo 7.7.2.

1.3.60 Tolerancia

tolerancia: El valor total que le es permitido variar a una dimensión determinada. La tolerancia es la diferencia entre el límite máximo y el mínimo.

1.3.61 Tolerancia Bilateral

tolerancia bilateral: Una tolerancia cuya variación está permitida en ambas direcciones a partir de la dimensión especificada.

1.3.62 Tolerancia Geométrica

tolerancia geométrica: Término general aplicado a la categoría de tolerancias utilizadas para el control de tamaño, forma, perfil, orientación, posición y oscilación.

1.3.63 Tolerancia Unilateral

tolerancia unilateral: Una tolerancia en la cual la variación está permitida en una dirección a partir de la dimensión especificada.

1.3.64 Posición Verdadera

posición verdadera: La localización teóricamente exacta de un elemento de tamaño, conforme a lo establecido por las dimensiones básicas.

1.3.65 Perfil Verdadero

perfil verdadero: Consulte el párrafo 8.2.

1.3.66 Zona de Tolerancia Uniforme

zona de tolerancia uniforme: Consulte el párrafo 8.3.1.

1.3.67 Condición Virtual

condición virtual: un límite constante generado por los efectos colectivos de un elemento de tamaño especificado a MMC o LMC y la tolerancia geométrica para dicha condición de material. Consulte las Figuras 2-12, 2-13, 2-15 y 2-16.

1.4 REGLAS FUNDAMENTALES

El dimensionado y las tolerancias deberían definir claramente la intención de ingeniería y deberían cumplir con lo siguiente:

(a) Cada dimensión debería contar con una tolerancia, excepto para aquellas dimensiones identificadas específicamente como referencia, máximo, mínimo o tamaño comercial estándar. La tolerancia puede ser aplicada directamente a la dimensión (o indirectamente en el caso de dimensiones básicas), indicada por medio de una nota general, o colocada en un marco suplementario en el formato del dibujo. Consulte ASME Y14.1 y ASME Y14.1M.

(b) El dimensionado y las tolerancias deberían estar completas de tal manera que se comprendan todas las características de cada elemento. Los valores podrán ser expresados en un dibujo de ingeniería o en un conjunto de datos de definición de producto en CAD. Consulte ASME Y14.41. No se permite la medición directa del dibujo (es decir, medir directamente desde el dibujo de ingeniería) ni tampoco se puede considerar un valor basado en la presunción de una dimensión o tamaño, excepto en los siguientes casos: dibujos no dimensionados, como en el caso de dibujos de líneas de contorno, circuitos impresos, plantillas, distribución maestra, preparados en material estable, siempre y cuando se hayan especificado las dimensiones de control necesarias.

(c) Deberían ser mostradas todas las dimensiones que conforman un producto final. No se deberían mostrar otras dimensiones que aquellas estrictamente necesarias para una completa definición del producto. Se debería minimizar la utilización de dimensiones de referencia.

(d) Las dimensiones deberían ser seleccionadas y acomodadas para cumplir con su función y la relación de acoplamiento con su contraparte y no deberían estar sujetas a más de una interpretación.

(e) El dibujo debería definir una pieza sin especificar los métodos para su fabricación. De esta manera, solo se define el diámetro de un orificio sin indicar si va a ser taladrado, limado o escariado, formado a presión o por cualquier otro método. Sin embargo, en aquellos casos en los cuales la fabricación, el proceso, el aseguramiento de la calidad o la información ambiental es esencial para definir los requisitos de ingeniería, entonces lo anterior debería quedar especificado en el dibujo o bien en un documento al que se haga referencia en el dibujo.

(f) Las dimensiones de proceso no obligatorias deberían ser identificadas por medio de una nota, por ejemplo, "NO OBLIGATORIO (DATOS DE FABRICACIÓN)".

Algunos ejemplos de datos no obligatorios son las dimensiones del proceso, que proporcionan información de permisibilidad en el acabado, permisibilidad para el encogimiento y otros requerimientos, siempre y cuando las dimensiones finales se brinden en el dibujo.

(g) Las dimensiones deberían estar acomodadas de tal manera que proporcionen la información requerida para optimizar su lectura. Las dimensiones deberían visualizarse en las vistas del perfil real y estar referidas a líneas visibles de contorno.

(h) Alambres, cables, láminas, barras y cualquier otro material fabricado con medidas estándares o bajo códigos numéricos especiales deberían ser especificados por medio de dimensiones lineales e indicando el diámetro o espesor. Los valores estándares o basados en códigos numéricos pueden ser mostrados en paréntesis después de la dimensión.

(i) Un ángulo de 90° aplica cuando las líneas de centro o líneas que definen elementos se muestren en dibujos ortográficos en 2D en ángulos rectos y cuando no esté especificado ningún ángulo, corresponde un ángulo de 90°. Consulte el párrafo 2.1.1.3.

(j) Un ángulo básico de 90° se aplica cuando las líneas de centro de los elementos de un patrón o superficies se muestren con ángulos rectos en un dibujo ortográfico en localizadas o definidas por dimensiones básicas y no se encuentre especificado ningún ángulo. Consulte el párrafo 2.1.1.4.

(k) Se aplica una dimensión básica de cero cuando los ejes, los planos centrales o las superficies se muestren coincidentes en un dibujo y las tolerancias geométricas establezcan la relación entre los elementos. Consulte el párrafo 2.1.1.4.

(l) A menos que se especifique lo contrario, todas las dimensiones y tolerancias se aplican a una temperatura de 20 °C (68 °F) de acuerdo con ANSI/ASME B89.6.2. Se podrán hacer las compensaciones necesarias para cualquier medición llevada a cabo a otras temperaturas.

(m) A menos que se especifique lo contrario, todas las dimensiones y tolerancias se aplican en su condición de estado libre. Para información acerca de las excepciones aplicables a esta regla, consulte los párrafos 4.20 y 5.5.

(n) A menos que se especifique lo contrario, todas las tolerancias se aplican a la profundidad, longitud o grosor total del elemento.

(o) Las dimensiones y tolerancias se aplican únicamente en el nivel del dibujo en el que están especificadas. Una dimensión especificada para un elemento determinado en un nivel del dibujo (por ejemplo, un dibujo detallado) no es considerada como obligatoria para ese mismo elemento en otro nivel del dibujo (por ejemplo, en el dibujo de ensamble).

(p) A menos que se especifique lo contrario, cuando se muestre un sistema de coordenadas en un dibujo, este debería seguir la regla de la mano derecha. Cada eje debería estar etiquetado y se debería mostrar la dirección positiva.

NOTA: Cuando un modelo basado en sistema de coordenadas se muestra en un dibujo, debería cumplir con ASME Y14.41.

1.5 UNIDADES DE MEDIDA

Por cuestiones de uniformidad, todas las dimensiones mostradas en esta Norma se encuentran especificadas en unidades del SI. Sin embargo, la unidad de medida seleccionada debería estar en cumplimiento con las políticas propias del usuario.

1.5.1 Unidades Lineales del SI (Métrico)

La unidad lineal del SI comúnmente utilizada en dibujos de ingeniería es el milímetro.

1.5.2 Unidades lineales en el Sistema Estadounidense

La unidad lineal de las Unidades Estadounidenses comúnmente utilizada en dibujos de ingeniería es la pulgada decimal.

1.5.3 Identificación de Unidades Lineales

En los dibujos en los que todas las dimensiones estén en milímetros o en pulgadas, no es necesario que estas sean identificadas individualmente. Sin embargo, el dibujo debería contener una nota en la que se indique lo siguiente: "A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS (o PULGADAS, según corresponda)".

1.5.4 Combinación de Unidades Lineales del SI (Métrico) y del Sistema Estadounidense

Cuando se muestren algunas dimensiones en pulgadas en un dibujo dimensionado en milímetros, se debería utilizar la abreviación IN después del valor en pulgadas. Cuando se muestren algunas dimensiones en milímetros para dibujos dimensionados en pulgadas, el símbolo mm debería mostrarse después de la dimensión en milímetros.

1.5.5 Unidades Angulares

Las unidades angulares se expresan tanto en grados como en decimales de un grado o en grados, minutos y segundos. Estas últimas dimensiones se expresan por medio de los siguientes símbolos:

- (a) grados: °
- (b) minutos: '
- (c) segundos: "

Cuando solo se expresen grados, el valor numérico debería ser colocado antes del símbolo. Cuando solo se expresen minutos o segundos, estos deberían ser precedidos por 0° o 0'0' según corresponda. Cuando se utilicen grados decimales para expresar valores menores a uno, el cero debería preceder al valor decimal. Consulte la Figura 1-3.

Fig. 1-3 Unidades Angulares

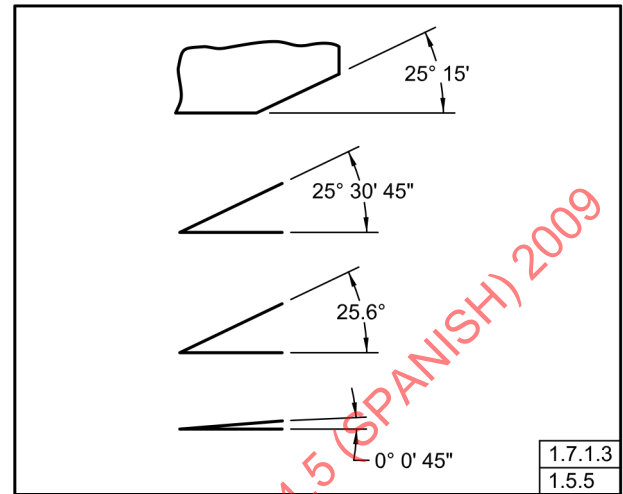
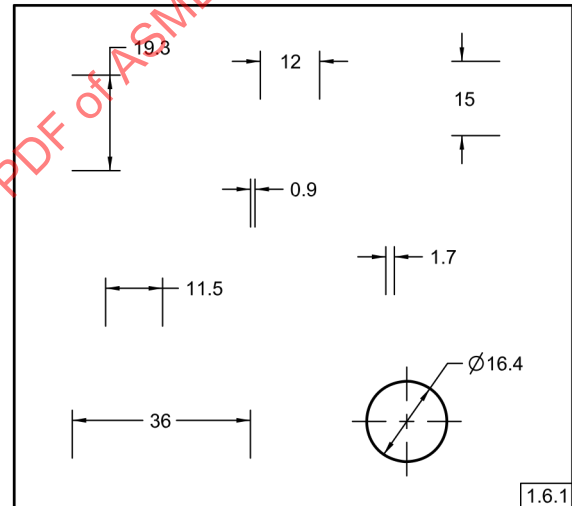


Fig. 1-4 Dimensiones en Milímetros



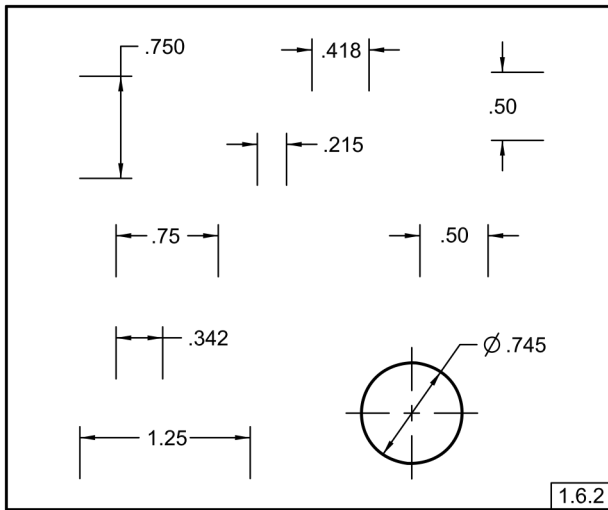
1.6 TIPOS DE DIMENSIONADO

El dimensionado decimal se debería utilizar en los dibujos, excepto cuando ciertos productos comerciales se identifiquen con designaciones nominales estandarizadas, tal como en el caso de las tuberías o en los tamaños de la madera.

1.6.1 Dimensionado en Milímetros

Cuando las especificaciones de los dibujos se encuentren en milímetros, se deberían observar las siguientes prácticas:

- (a) Cuando la dimensión sea menor a un milímetro, el cero precede al punto decimal. Consulte la Figura 1-4.
- (b) Cuando la dimensión sea un número entero, no se muestra ni el punto decimal ni un cero. Consulte la Figura 1-4.
- (c) Cuando la dimensión exceda el valor de un número entero en una fracción decimal de milímetro,

Fig. 1-5 Dimensiones en Pulgadas Decimales

el último dígito a la derecha del punto decimal no va seguido por un cero. Consulte la Figura 1-4.

NOTA: Esta práctica difiere para las tolerancias que hayan sido expresadas bilateralmente o por límites. Consulte los párrafos 2.3.1 (b) y (c).

(d) Cuando se especifiquen dimensiones milimétricas en los dibujos, no se deberían usar comas ni espacios para separar los dígitos en grupos.

1.6.2 Dimensionado en Pulgadas Decimales

Cuando se especifiquen dimensiones en pulgadas decimales, se debería observar lo siguiente en los dibujos:

(a) Cuando se especifiquen valores menores a una pulgada, el cero no debería ser utilizado antes del punto decimal.

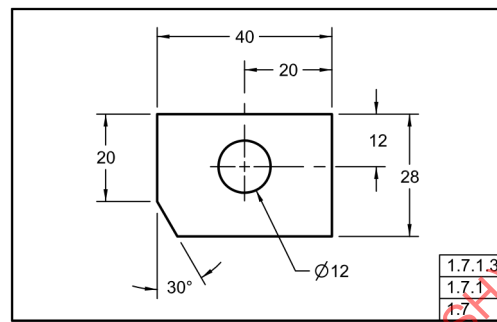
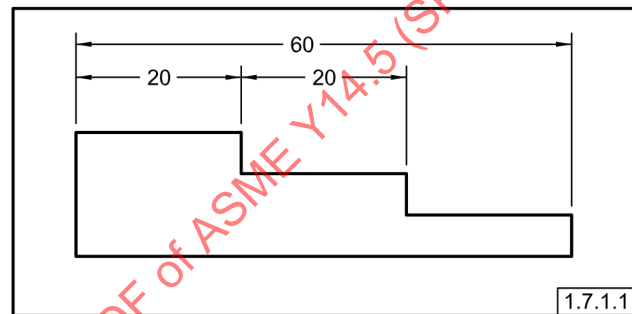
(b) Una dimensión es expresada con el mismo número de dígitos que su tolerancia. Según sea necesario, se deberían agregar ceros suficientes a la derecha del punto decimal. Consulte la Figura 1-5 y el párrafo 2.3.2.

1.6.3 Puntos Decimales

Los puntos decimales deberían ser uniformes, densos y del tamaño adecuado para ser claramente visibles, y deberían cumplir con los requisitos establecidos en ASME Y14.2M para su reproducción. Los puntos decimales se colocan alineados con la parte de abajo de los dígitos asociados.

1.6.4 Conversión y Redondeo de las Unidades Lineales

Para información concerniente a la conversión y redondeo de unidades lineales en el Sistema Estadounidense, consulte IEEE/ASTM SI 10.

Fig. 1-6 Aplicación de Dimensiones**Fig. 1-7 Agrupamiento de Dimensiones**

1.7 APLICACIÓN DE DIMENSIONES

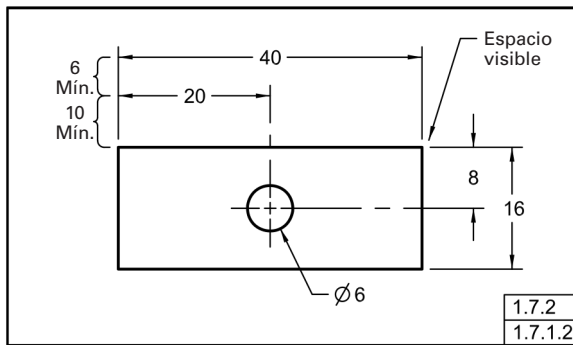
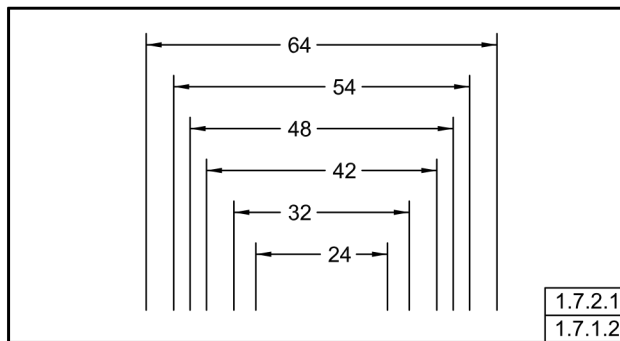
Las dimensiones se aplican por medio de líneas de dimensión, líneas de extensión, cadenas o una flecha desde la dimensión, nota o especificación dirigida al elemento apropiado. Las notas generales son utilizadas para proporcionar información adicional, consulte la Figura 1-6. Para mayor información relacionada con líneas de dimensión, líneas de extensión, cadenas o flechas, consulte ASME Y14.2.

1.7.1 Líneas de Dimensión

Una línea de dimensión muestra, con la punta de la flecha, la dirección y magnitud de una dimensión. Los valores numéricos indican el número de unidades de una medición determinada. Preferentemente, las líneas de dimensión deberían estar interrumpidas para permitir la inserción de los valores numéricos como se muestra en la Figura 1-6. Cuando las líneas horizontales no se encuentren interrumpidas, los números deberían ser colocados arriba, paralelos a las líneas de dimensión.

NOTA: Los siguientes casos no deberían ser utilizados como una línea de dimensión: Una línea de centros, una línea de extensión, una línea fantasma, una línea que es parte del contorno que define la geometría del objeto o la continuación de cualquiera de estas líneas. Una línea de dimensión no se utiliza como línea de extensión excepto en el caso donde, para definir contornos curvos, se utilice el método simplificado de dimensionado con coordenadas. Consulte la Figura 1-35.

1.7.1.1 Alineación. Las líneas de dimensión deberían estar alineadas y, en caso de ser práctico,

Fig. 1-8 Espaciamiento de Líneas de Dimensión**Fig. 1-9** Dimensiones Escalonadas

agrupadas para una apariencia uniforme. Consulte la Figura 1-7.

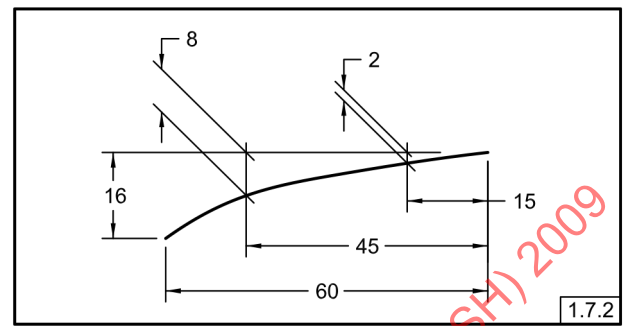
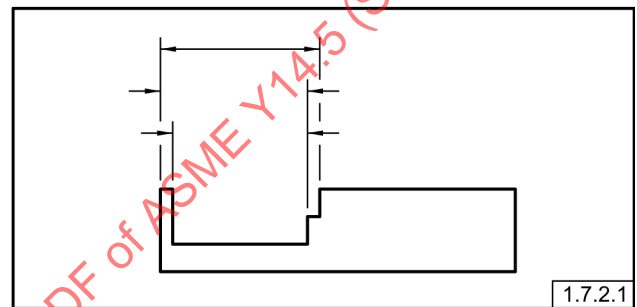
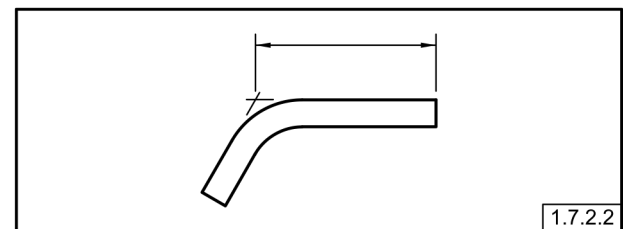
1.7.1.2 Espaciamiento. Las líneas de dimensión se dibujan paralelas a la dirección de la medición. El espacio entre la línea de la primera dimensión y la geometría de la pieza no debería ser menor a 10 mm; el espacio con cualquier línea de dimensión paralela subsiguiente no debería ser menor a 6 mm. Consulte la Figura 1-8.

NOTA: Estos espacios solo tienen el propósito de servir de guías. Si el dibujo cumple con los requisitos para su reproducción conforme a las especificaciones propias de la industria o las especificaciones militares según sea el caso, el incumplimiento de este requisito no es un fundamento para rechazar el dibujo.

Cuando haya varias líneas de dimensión paralelas, los numerales deberían estar escalonados para ofrecer una mejor facilidad en su lectura. Consulte la Figura 1-9.

1.7.1.3 Dimensiones Angulares. La línea de dimensión de un ángulo es un arco dibujado con su centro en el vértice del ángulo. Las flechas deberían terminar en las extensiones de ambos lados. Consulte las Figuras 1-3 y 1-6.

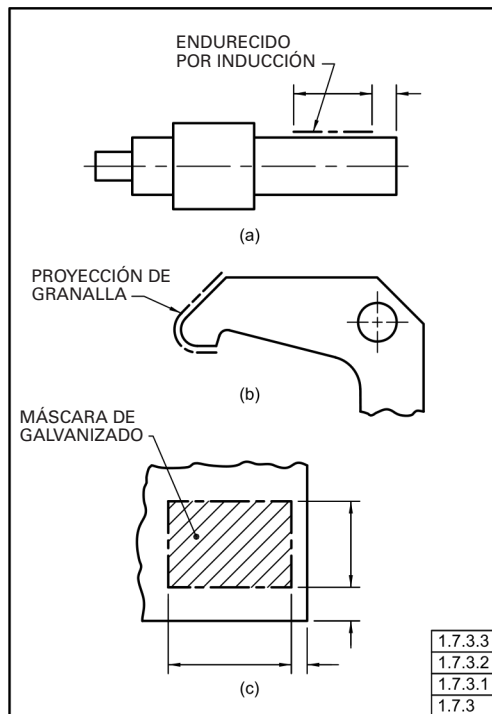
1.7.1.4 Cruce de Líneas de Dimensión. El cruce de las líneas de dimensión debería evitarse. Cuando sea inevitable, las líneas de dimensión no deberían aparecer interrumpidas.

Fig. 1-10 Líneas de Extensión Oblicuas**Fig. 1-11** Líneas de Extensión Interrumpidas**Fig. 1-12** Localización de Puntos

1.7.2 Líneas de Extensión (Proyección)

Las líneas de extensión son utilizadas para indicar la extensión de una superficie o punto respecto de una localización, preferentemente, en el exterior del contorno de la pieza. Consulte el párrafo 1.7.8. En dibujos ortográficos en 2D, las líneas de extensión inician con un espacio corto y visible desde el contorno de la pieza y se extiende más allá de la línea de dimensión. Consulte la Figura 1-8. Las líneas de extensión son dibujadas perpendicularmente a las líneas de dimensión. Cuando el espacio sea limitado, las líneas de extensión podrán ser dibujadas utilizando un ángulo oblicuo que ilustre claramente su aplicación. Cuando las líneas oblicuas sean utilizadas, las líneas de dimensión se mostrarán en la dirección en la cual son aplicadas. Consulte la Figura 1-10.

1.7.2.1 Cruce de Líneas de Extensión. Siempre que sea práctico, debería evitarse el cruce entre las

Fig. 1-13 Indicación de Longitud o Área Limitada

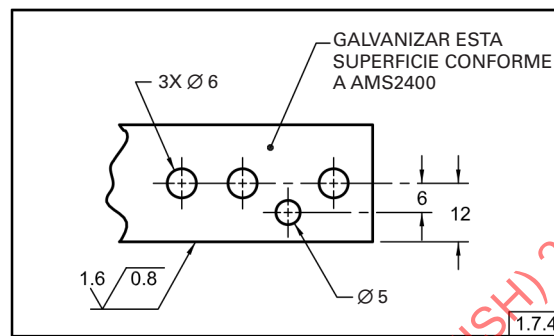
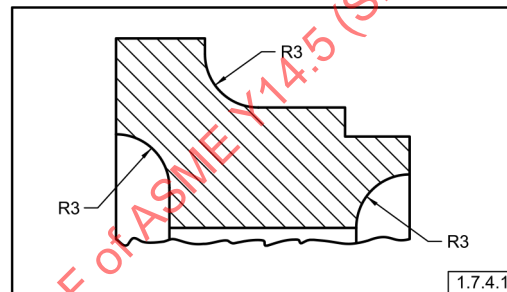
líneas de extensión y otras líneas de extensión o líneas de dimensión. Para minimizar dichos cruces, la línea de dimensión más corta se muestra lo más próximo a la línea que define el contorno del objeto. Consulte la Figura 1-9. Cuando las líneas de extensión deban cruzar otras líneas de extensión, líneas de dimensión o líneas que definen a los elementos, estas no deben ser interrumpidas. Cuando las líneas de extensión crucen las puntas de las flechas o líneas de dimensión cercanas a las puntas de las flechas, se permite una interrupción en la línea de extensión. Consulte la Figura 1-11.

1.7.2.2. Localización de Puntos o Intersecciones. Cuando un punto haya sido localizado utilizando únicamente líneas de extensión, las líneas de extensión de las superficies deberían pasar a través del punto o la intersección. Consulte la Figura 1-12.

1.7.3 Indicación de Longitud o Área Limitada

Cuando sea conveniente indicar que una longitud o área limitada de una superficie requieren tratamiento adicional o una consideración especial dentro de los límites especificados en el dibujo, el alcance de estos límites podrá ser indicado por medio de una cadena. Consulte la Figura 1-13.

1.7.3.1 Cadenas. En una vista o sección apropiada, una cadena se dibuja paralela al perfil de la superficie y cercana a ella. Se agregan las dimensiones necesarias para definir su longitud y ubicación. Si fuera aplicada a una superficie de revolución, la indicación puede

Fig. 1-14 Flechas**Fig. 1-15 Dimensiones Dirigidas por Flechas**

mostrarse únicamente en un lado. Consulte la Figura 1-13, ilustración (a).

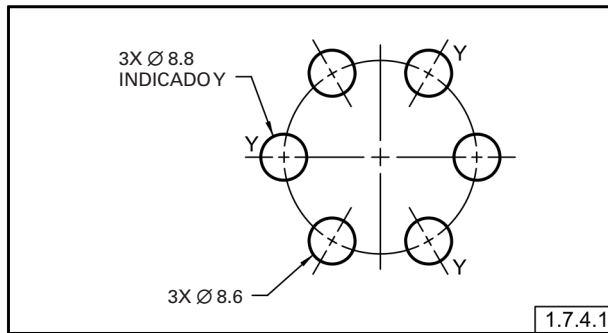
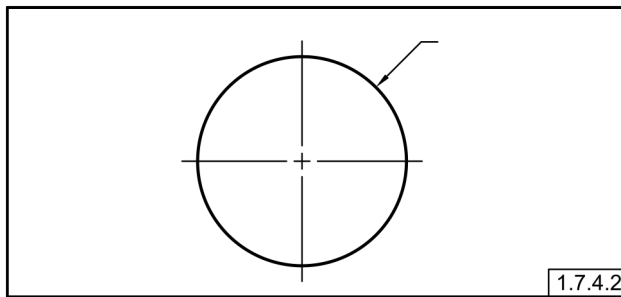
1.7.3.2 Omitir Dimensiones de la Cadena. Si la cadena indicara claramente la ubicación y alcance del área de la superficie, entonces no es necesario que aparezcan las dimensiones. Consulte la Figura 1-13, ilustración (b).

1.7.3.3 Identificación de la Indicación del Área. Cuando el área deseada esté mostrada en una vista directa de la superficie, el área se muestra con líneas de sección dentro de los límites de la cadena y es dimensionada apropiadamente. Consulte la Figura 1-13, ilustración (c).

1.7.4. Flechas (Flechas de Líneas)

Las flechas se utilizan para dirigir una dimensión, nota o símbolo al lugar requerido en el dibujo. Normalmente, una extensión termina en punta de flecha; sin embargo, cuando el uso de la extensión tenga la intención de referirse a una superficie terminando dentro del contorno que define la superficie, la flecha debería terminar en un punto. Una flecha de este tipo debería ser una línea recta inclinada, excepto por la pequeña línea horizontal que se extiende hasta la altura media de la primera o última letra o dígito de la nota o dimensión. Dos o más flechas en áreas adyacentes del dibujo deberían ser dibujadas paralelas una a otra. Consulte la Figura 1-14.

1.7.4.1. Dimensiones Dirigidas por Flechas. Las dimensiones dirigidas por flechas se especifican individualmente con el fin de evitar que estas se vuelvan

Fig. 1-16 Minimizar el Uso de Flechas**Fig. 1-17 Flecha de Dirección**

demasiado complejas. Consulte la Figura 1-15. Cuando haya demasiadas líneas de extensión que pudieran obstaculizar la legibilidad del dibujo, se deberían utilizar letras o símbolos para identificar los elementos. Consulte la Figura 1-16.

1.7.4.2 Círculo y Arco. Cuando una extensión sea dirigida a un círculo o un arco, su dirección debería ser radial. Consulte la Figura 1-17.

1.7.5. Dirección de la Lectura

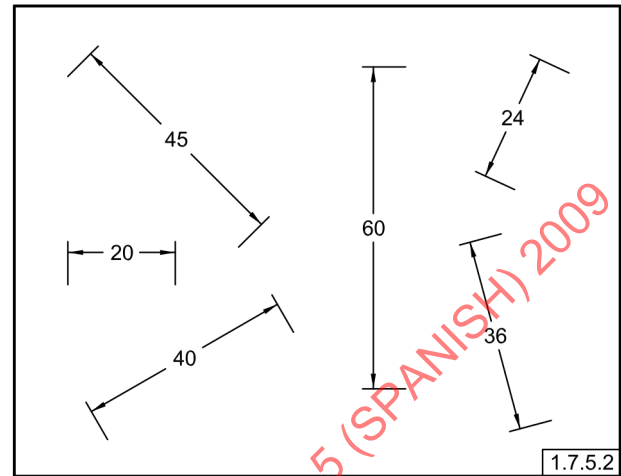
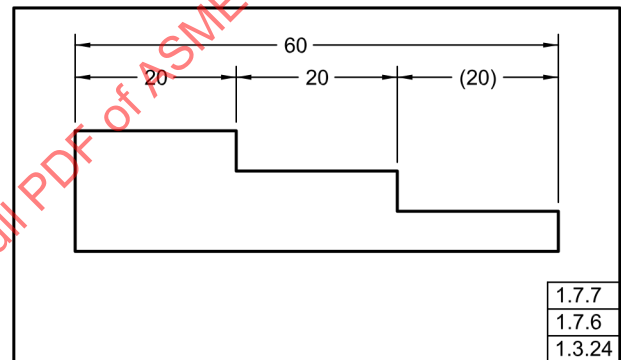
La dirección de la lectura aplica como se muestra a continuación para las siguientes especificaciones:

1.7.5.1 Notas. Las notas deberían colocarse, para su lectura desde la parte inferior del dibujo respecto a la orientación del formato del dibujo.

1.7.5.2 Dimensiones. Las dimensiones mostradas con líneas de dimensión y flechas deberían colocarse para su lectura desde la parte inferior del dibujo. Consulte la Figura 1-18.

1.7.5.3 Dimensionado con Línea Base. El dimensionado con línea base debería estar alineado a las líneas de extensión para su lectura desde la parte inferior o el lado derecho del dibujo. Consulte la Figura 1-50.

1.7.5.4 Marcos de Control del Elemento. Los marcos de control del elemento deberían colocarse para su lectura desde la parte inferior del dibujo.

Fig. 1-18 Dirección de Lectura**Fig. 1-19 Dimensión de Referencia Intermedia**

1.7.5.5 Símbolos de Elementos Datum. Los símbolos de elementos datum deberían colocarse para su lectura desde la parte inferior del dibujo.

1.7.6 Dimensiones de Referencia

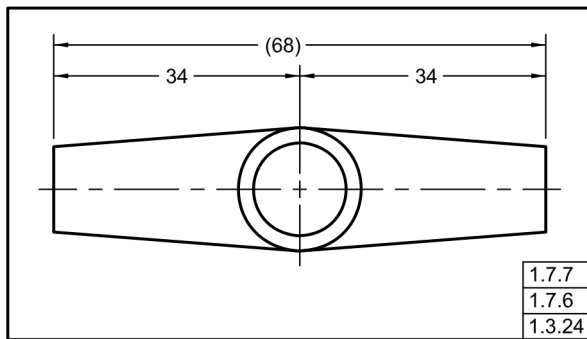
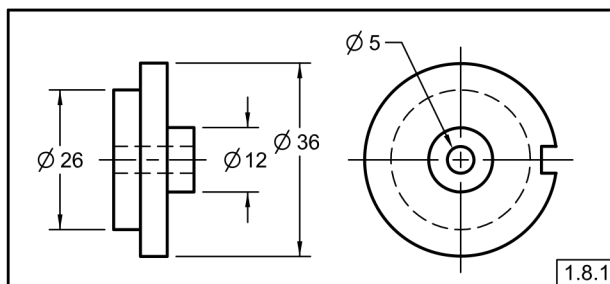
El método para identificar una dimensión de referencia (o datos de referencia) en los dibujos es colocar la dimensión (o dato) entre paréntesis. Consulte las Figuras 1-19 y 1-20.

1.7.7 Dimensiones Totales

Cuando una dimensión total sea especificada, se debería omitir una dimensión intermedia o se debería identificar como referencia. Consulte la Figura 1-19. Cuando la dimensión intermedia sea más importante que la dimensión total, esta última, si es utilizada, será identificada como dimensión de referencia. Consulte la Figura 1-20.

1.7.8 Dimensionado en una Vista Dentro del Contorno de una Vista

Normalmente, las dimensiones se colocan en el exterior del contorno de una vista. Cuando fuera necesaria su

Fig. 1-20 Dimensión de Referencia Total**Fig. 1-21 Diámetros**

aplicación o cuando las líneas de extensión o flechas pudieran ser excesivamente largas, las dimensiones pueden colocarse dentro del contorno de una vista.

1.7.9 Dimensiones No a Escala

Debería existir un acuerdo entre la representación pictórica de un elemento y la dimensión que lo define. Cuando se realiza un cambio en un elemento, conforme sea necesario, se debería observar lo siguiente:

(a) Cuando la única autoridad para la definición del producto es un dibujo original en papel, ya sea dibujado manualmente o por medio de un programa informático interactivo de gráficos, y no sea posible actualizar la vista pictórica del elemento, la dimensión que la define debería ser subrayada con una línea recta y gruesa. Cuando se utilice el símbolo de dimensión básica, la línea se coloca debajo del símbolo.

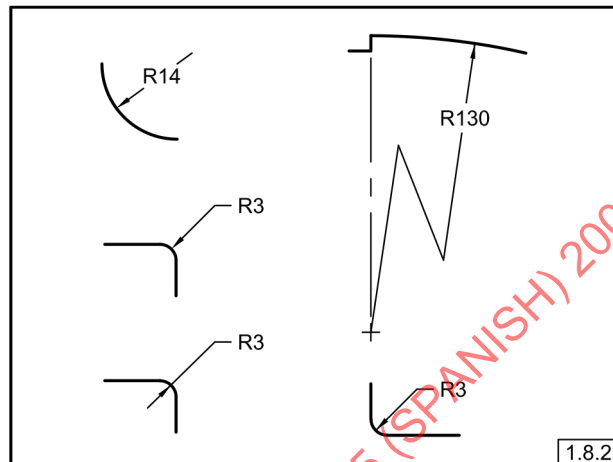
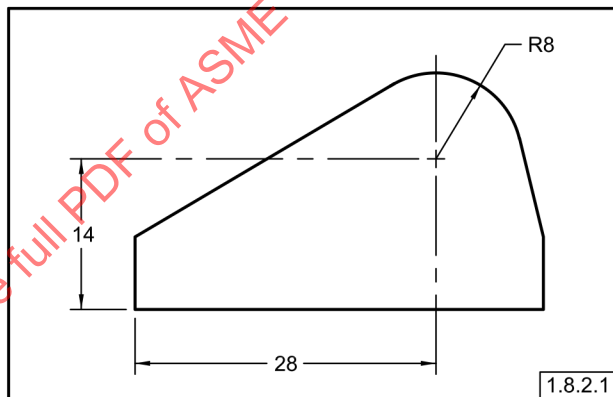
(b) Cuando la única autoridad para la definición del producto sea un modelo (digital), consulte ASME Y14.41.

1.8 DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS

Varias características y elementos requieren métodos únicos de dimensionado.

1.8.1 Diámetros

El símbolo de diámetro precede a todos los valores diametrales. Consulte la Figura 1-21 y el párrafo 3.3.7. Cuando se especifique el diámetro de un elemento esférico, el valor diametral está precedido por el símbolo de diámetro esférico. Consulte la Figura 3-11 y el párrafo 3.3.7. Cuando se especifiquen los diámetros

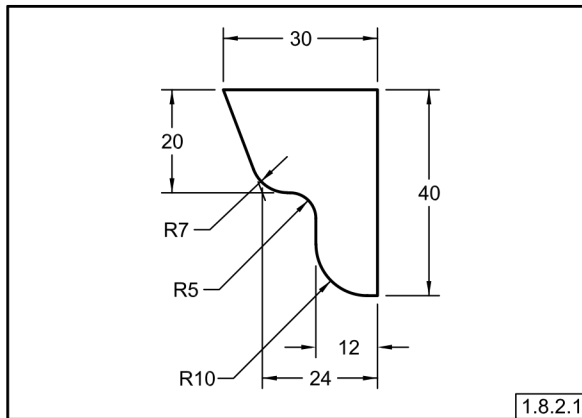
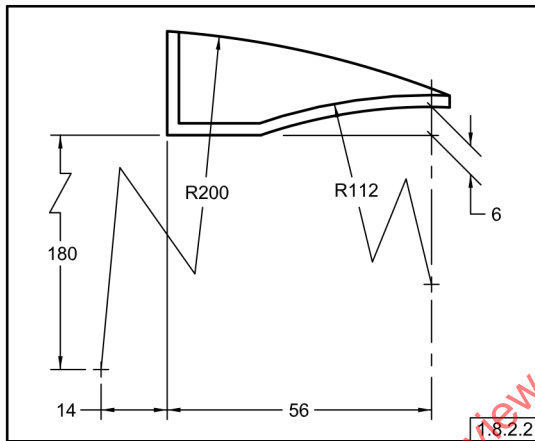
Fig. 1-22 Radios**Fig. 1-23 Radio con Centro Localizado**

de una determinada cantidad de elementos cilíndricos concéntricos, dichos diámetros deben ser dimensionados en una vista longitudinal si esto fuera práctico.

1.8.2 Radios

Cada valor del radio está precedido por el símbolo apropiado de radio. Consulte las Figuras 1-22 y 3-11, y el párrafo 3.3.7. La línea de dimensión del radio es utilizada con una flecha en el extremo del arco. La flecha nunca se utiliza en el centro del radio. Cuando la ubicación del centro sea importante y el espacio lo permita, la línea de dimensión se extiende desde el centro del radio con la punta de la flecha tocando el arco y la dimensión se coloca entre la punta de la flecha y el centro. En el caso de que el espacio sea limitado, la línea de dimensión se extiende a través del centro del radio. Cuando no sea conveniente colocar la punta de la flecha entre el centro del radio y el arco, puede colocarse fuera del arco utilizando una flecha. Cuando el centro del radio no esté localizado dimensionalmente, el centro no debería ser indicado. Consulte la Figura 1-22.

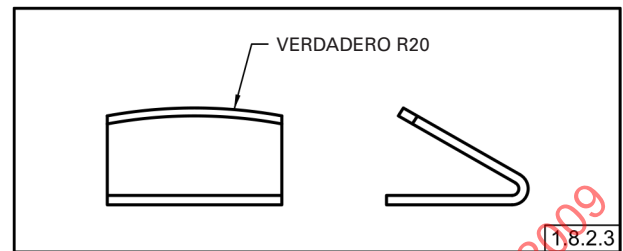
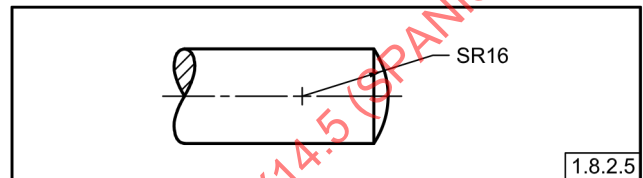
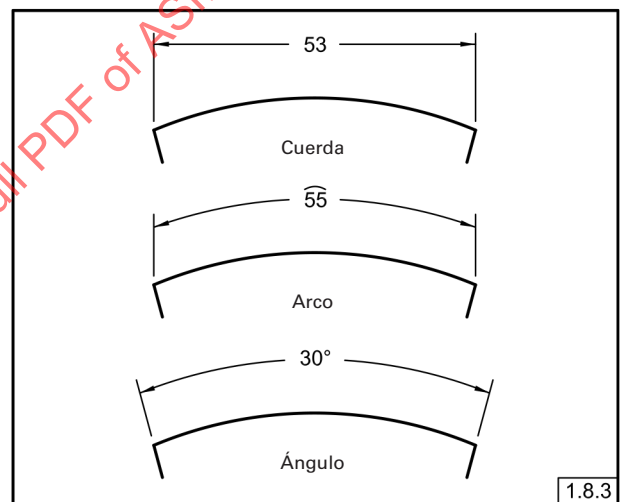
1.8.2.1 Centro del Radio. Cuando una dimensión se brinda al centro del radio, se dibuja una pequeña

Fig. 1-24 Radios con Centros No Localizados**Fig. 1-25 Radios Recortados**

cruz en el centro. Las líneas de extensión y las líneas de dimensión se utilizan para localizar el centro. Consulte la Figura 1-23. Cuando la ubicación del centro no sea importante, el dibujo debería mostrar claramente que la ubicación del arco está controlada por otros elementos dimensionados, como las superficies tangenciales. Consulte la Figura 1-24.

1.8.2.2. Radios Recortados. Cuando el centro de un radio se encuentre fuera del dibujo o interfiera con otra vista, la línea de dimensión del radio podrá ser recortada. Consulte la Figura 1-25. La porción de la línea de dimensión que se extiende desde la punta de la flecha es radial en relación al arco. Cuando la línea de dimensión del radio esté recortada y el centro esté localizado por medio de coordenadas, la línea de dimensión que localiza el centro también debería ser recortada.

1.8.2.3 Radio Verdadero. En un dibujo ortográfico en 2D, cuando un radio esté dimensionado en una vista que no muestre la forma verdadera del radio, se debería agregar la palabra VERDADERO antes de la dimensión del radio. Consulte la Figura 1-26. Esta práctica es

Fig. 1-26 Radio Verdadero**Fig. 1-27 Radio Esférico****Fig. 1-28 Dimensionado de Cuerdas, Arcos y Ángulos**

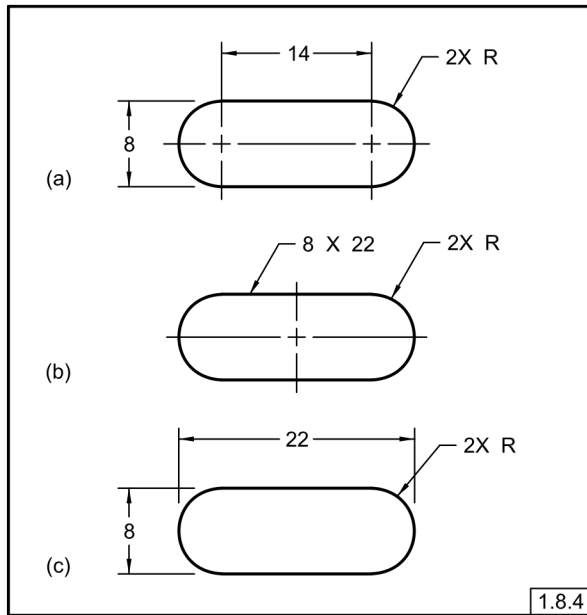
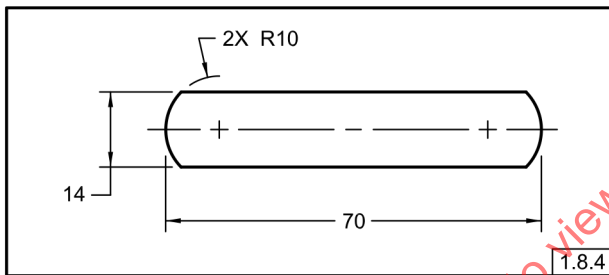
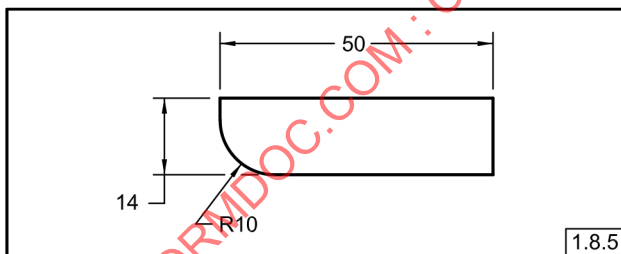
aplicable a otros elementos recortados al igual que para los radios. Consulte la Figura 4-28.

1.8.2.4. Radios Múltiples. Cuando una pieza tenga varios radios de la misma dimensión, se podrá utilizar una nota en lugar de dimensionar cada radio por separado.

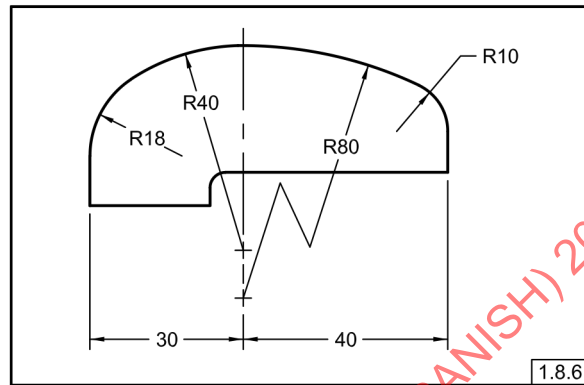
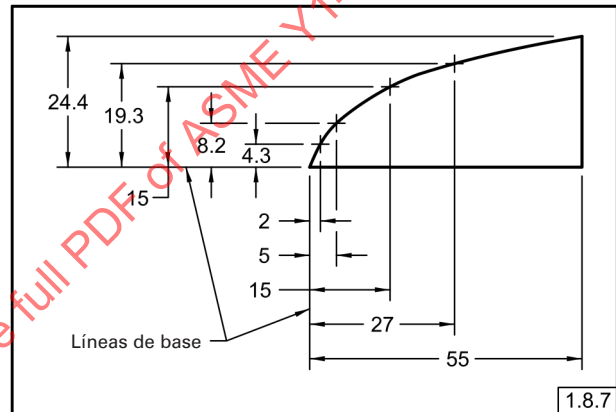
1.8.2.5 Radios Esféricos. Cuando una superficie esférica esté dimensionada por un radio, la dimensión del radio está precedida por el símbolo SR. Consulte la Figura 1-27.

1.8.3 Cuerdas, Arcos y Ángulos

Las dimensiones de cuerdas, arcos y ángulos deberían indicarse como se muestra en la Figura 1-28.

Fig. 1-29 Orificios Alargados**Fig. 1-30 Extremos Parcialmente Redondeados****Fig. 1-31 Esquinas Redondeadas****1.8.4 Extremos Redondeados y Orificios Alargados**

Aquellos elementos que contengan extremos redondeados, incluidos orificios alargados, son dimensionados utilizando alguno de los métodos mostrados en la Figura 1-29. Para los extremos completamente redondeados, los radios deberían estar indicados pero no dimensionados. Para los elementos con extremos parcialmente redondeados, los radios están dimensionados. Consulte la Figura 1-30.

Fig. 1-32 Contorno de Arco Circular**Fig. 1-33 Contorno de Coordenadas o Fuera de Línea (offset)****1.8.5 Esquinas Redondeadas**

Para el caso de las esquinas redondeadas, las dimensiones definen los bordes, y los arcos son tangentes. Consulte la Figura 1-31.

1.8.6 Contornos Definidos por Arcos

Un contorno curvo compuesto de dos o más arcos se dimensiona por medio de los radios de todos los arcos y localizando los centros necesarios a través de coordenadas. Otros radios se localizan sobre la base de sus puntos de tangencia. Consulte la Figura 1-32.

1.8.7 Contornos Irregulares

Los contornos irregulares pueden ser dimensionados como se muestra en las Figuras 1-33 y 1-34. Los contornos circulares y no circulares pueden ser dimensionados por medio de coordenadas rectangulares o por el método fuera de línea (offset). Consulte la Figura 1-33. Las coordenadas se dimensionan desde las líneas de base. Cuando se requieran varias coordenadas para definir un contorno, las dimensiones coordenadas verticales y horizontales pueden ser tabuladas. Consulte la Figura 1-34.

Fig. 1-34 Contorno Tabulado

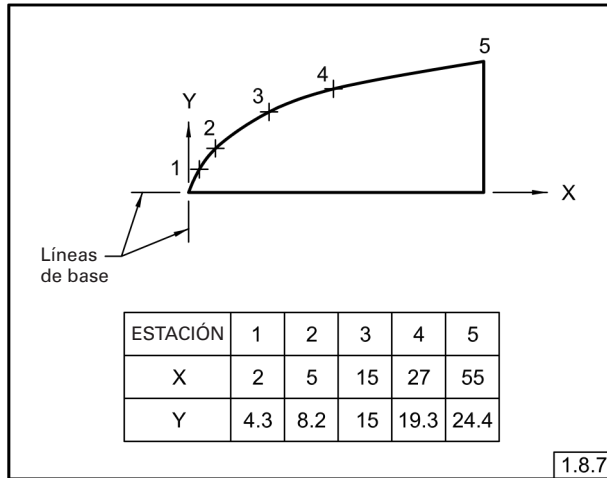


Fig. 1-35 Contornos Simétricos

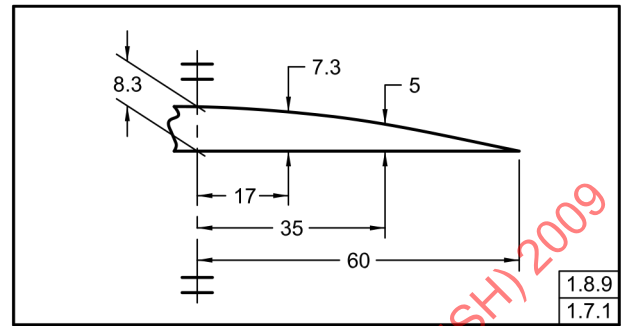
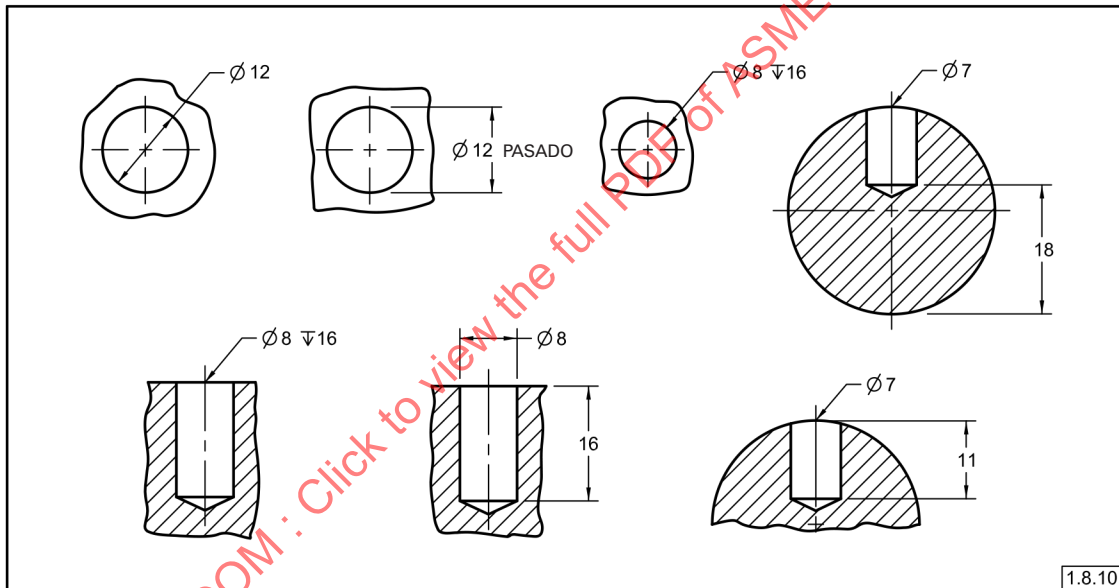


Fig. 1-36 Orificios Redondos



1.8.8 Sistema de Cuadrícula

Las piezas curvas que representan patrones pueden ser definidas por medio de un sistema de cuadrícula con líneas numeradas.

1.8.9 Contornos Simétricos

Los contornos simétricos pueden ser dimensionados en un lado de la línea de centro de la simetría. Tal es el caso en el cual, debido al tamaño de la pieza o a las limitaciones de espacio, solo se pudiera mostrar adecuadamente una parte del contorno. Consulte la Figura 1-35. Solo se muestra la mitad del contorno de la figura simétrica y la simetría se indica por medio de los símbolos de simetría en la línea de centro. Consulte ASME Y14.2.

1.8.10 Orificios Redondos

Los orificios redondos se dimensionan como se muestra en la Figura 1-36. Cuando no esté claro si el orificio traspasa la pieza, se debería colocar la anotación PASADO después de la dimensión. Cuando estén involucrados elementos múltiples, puede requerirse una clarificación adicional. La dimensión de profundidad de un orificio que no traspasa la pieza (orificio ciego) es la profundidad del diámetro completo desde la superficie externa de la pieza. Cuando la dimensión de la profundidad no sea clara, como en el caso de una superficie curva, la profundidad debería ser dimensionada gráficamente. Para obtener información sobre los métodos para especificar orificios que no traspasan la pieza, consulte la Figura 1-36.

Fig. 1-37 Orificios Escariados

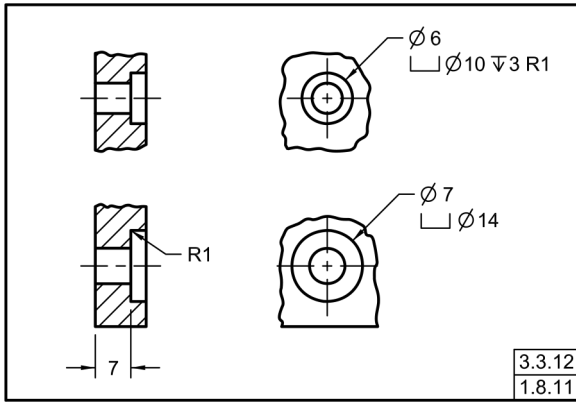


Fig. 1-38 Orificios Escariados

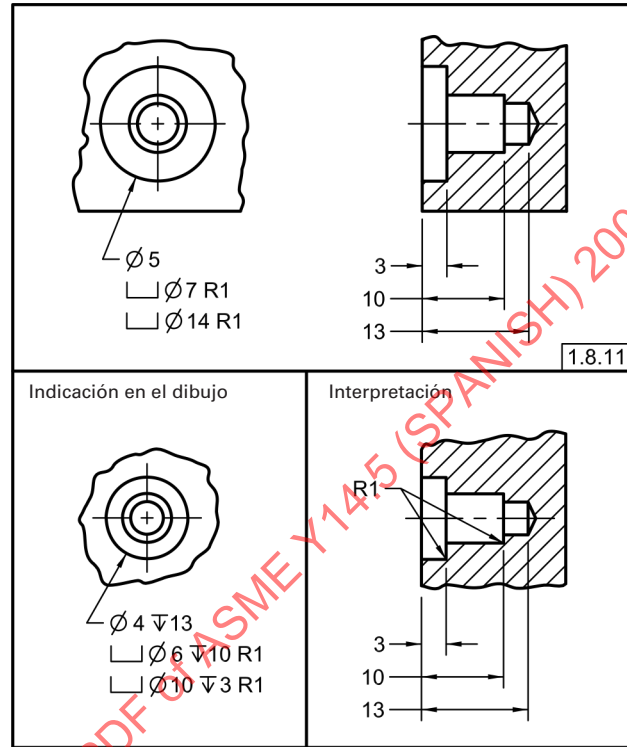


Fig. 1-39 Orificios Avellanados y Contraperforados

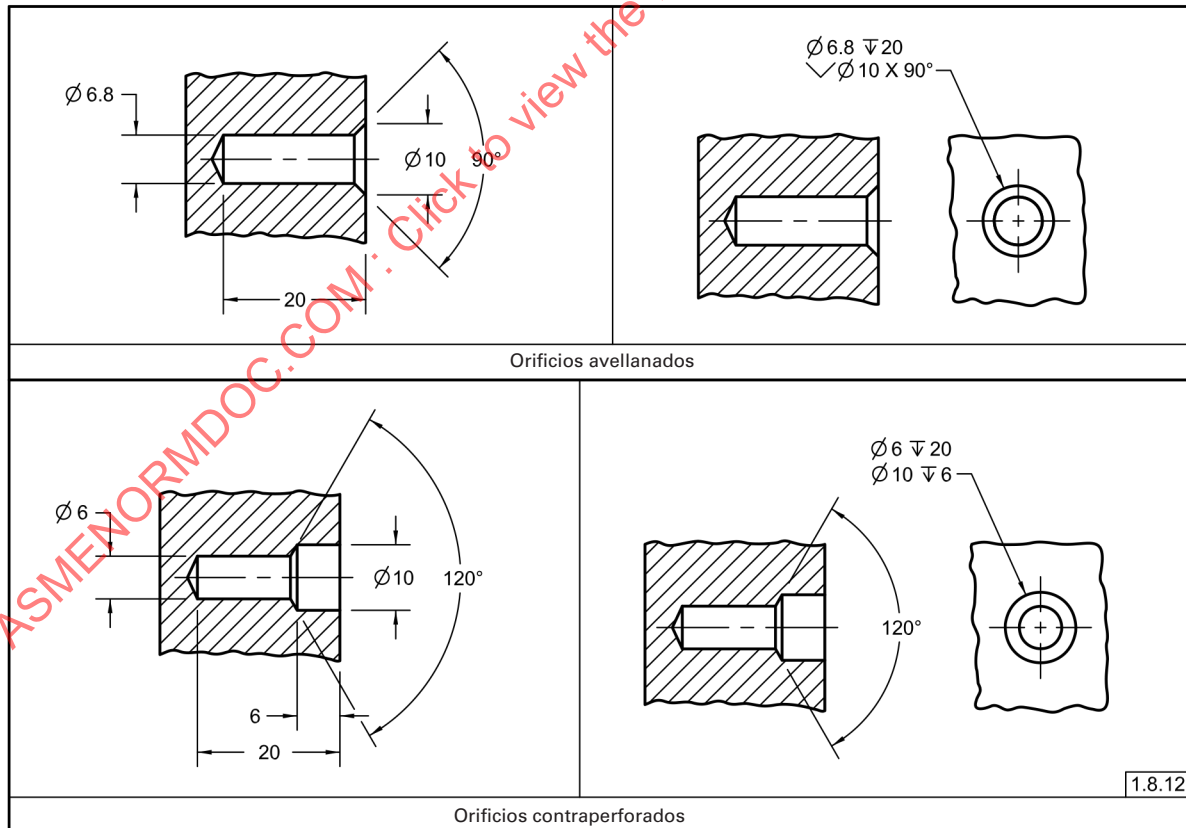
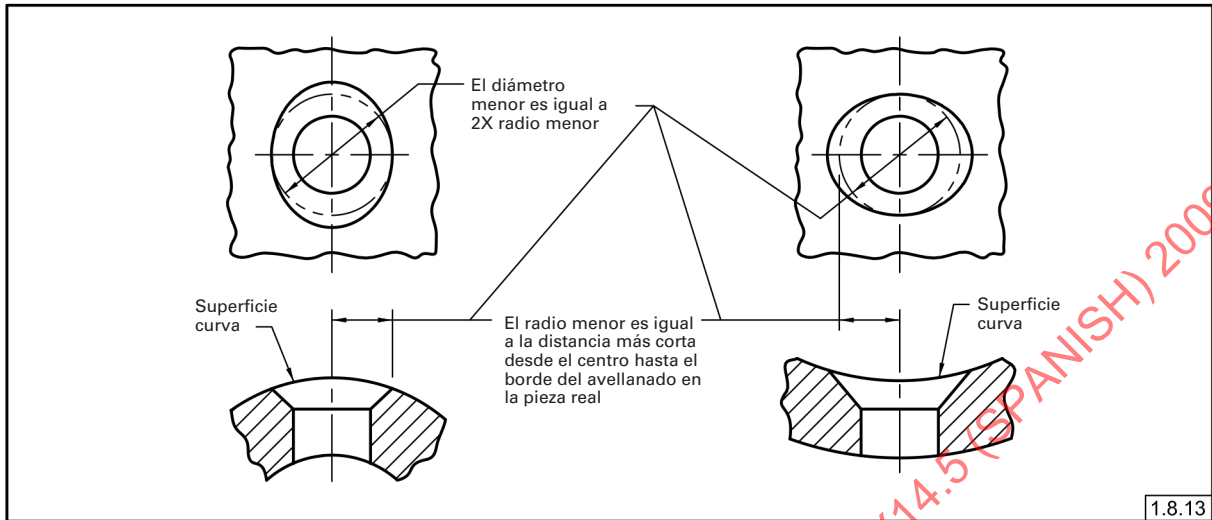
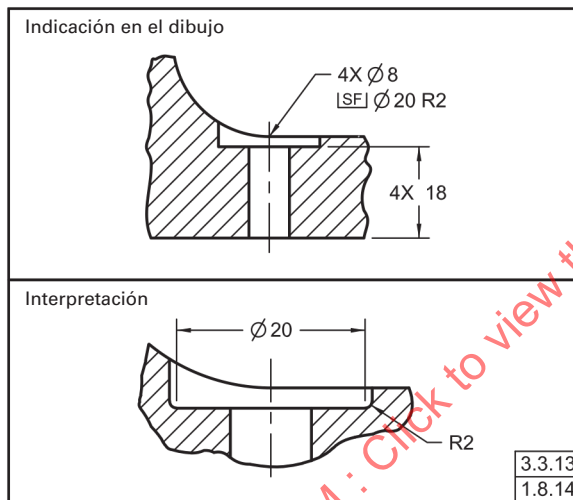
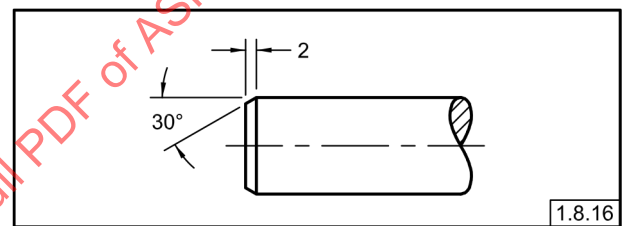
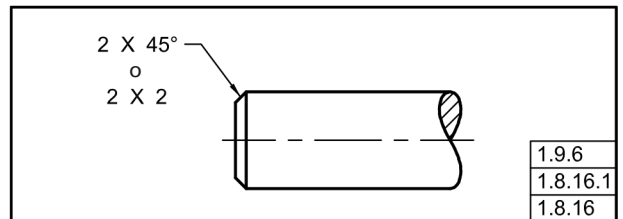


Fig. 1-40 Avellanado en una superficie curva**Fig. 1-41 Orificios refrentados****Fig. 1-42 Chaflanes****Fig. 1-43 Chaflán de 45°****1.8.11 Orificios Escariados**

Los orificios escariados pueden ser especificados como se muestra en la Figura 1-37. En el caso en el que el grosor del material restante sea importante, este grosor se dimensiona (en lugar de la profundidad). Se debería especificar la relación entre el escariado y el orificio. Consulte las Figuras 7-24 y 7-25. Para orificios que cuenten con más de un escariado, consulte la Figura 1-38. En caso de ser necesario, se puede especificar el radio del filete.

1.8.12 Orificios Avellanados y Orificios Contraperforados

En el caso de los orificios avellanados, el diámetro y el ángulo incluido del avellanado se especifican. Para los orificios contraperforados, se especifican tanto el diámetro como la profundidad. El ángulo del remate

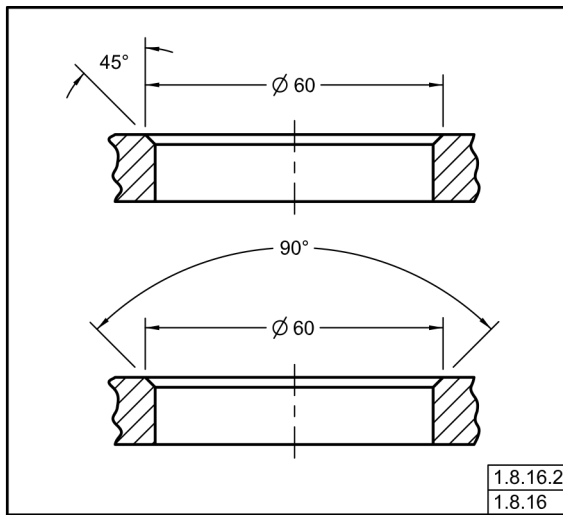
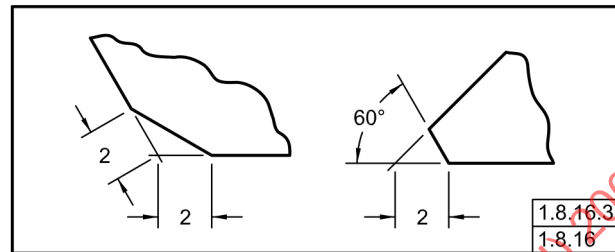
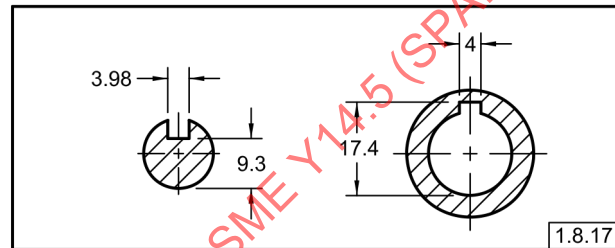
del orificio con caja avellanada es opcional. Consulte la Figura 1-39. La dimensión de la profundidad es la profundidad del diámetro completo del orificio contraperforado desde la superficie externa de la pieza.

1.8.13 Orificios Achaflanados y Avellanados en Superficies Curvas

Cuando un orificio está avellanado o achaflanado en una superficie curva, el diámetro especificado en el dibujo se aplica al diámetro menor del achaflanado o avellanado. Consulte la Figura 1-40.

1.8.14 Refrentados

Cuando se especifique el diámetro de una superficie refrentada, se puede especificar ya sea la profundidad o el grosor del material restante. Si no se especifica la profundidad o el grosor del material restante, el

Fig. 1-44 Chaflanes Internos**Fig. 1-45 Chaflanes entre Superficies Diferentes a 90°****Fig. 1-46 Cuñeros**

refrentado es la profundidad mínima necesaria para rectificar la superficie al valor del diámetro especificado. Cuando sea necesario, se puede indicar el radio del filete del refrentado. En algunos casos, por ejemplo cuando el orificio va de lado a lado, puede ser necesario indicar la superficie a refrentar. Consulte la Figura 1-41. Un refrentado puede ser especificado solo por medio de una nota sin necesitar una representación gráfica.

1.8.15 Centro de Maquinado

Cuando los centros de maquinado deben permanecer en la pieza terminada, estas se indican por medio de una nota o bien por una dimensión en el dibujo. Consulte ASME B94.11M.

1.8.16 Chaflanes

Los chaflanes son dimensionados por medio de una dimensión lineal y un ángulo, o bien, por medio de dos dimensiones lineales. Consulte las Figuras 1-42 a 1-45. Cuando se especifique un ángulo y una dimensión lineal, la dimensión lineal es la distancia desde la superficie indicada de la pieza hasta el inicio del chaflán. Consulte la Figura 1-42.

1.8.16.1 Chaflanes Especificados por una Nota.

Para superficies perpendiculares, es posible utilizar una nota para especificar los chaflanes a 45°. Consulte la Figura 1-43. Este método es utilizado únicamente para los chaflanes a 45°, debido a que el valor lineal aplica en cualquier dirección.

1.8.16.2 Orificios Redondos. Cuando el borde de un orificio redondo esté achaflanado, se sigue la práctica identificada en el párrafo 1.8.16.1, excepto en el caso en el

que el diámetro del chaflán requiera control dimensional. Consulte la Figura 1-44. Este tipo de control también puede ser aplicado al diámetro del chaflán en una flecha (shaft).

1.8.16.3 Intersección de Superficies No Perpendiculares. En la Figura 1-45 se muestran dos métodos aceptables para dimensionar chaflanes de superficies que se intersectan en ángulos diferentes al ángulo recto.

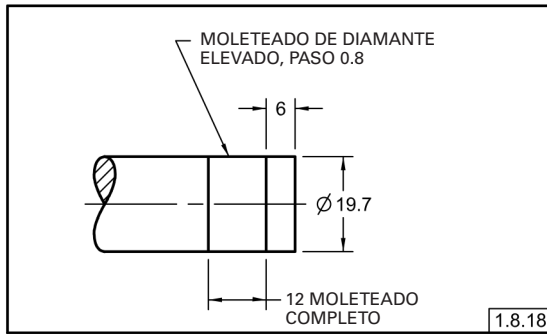
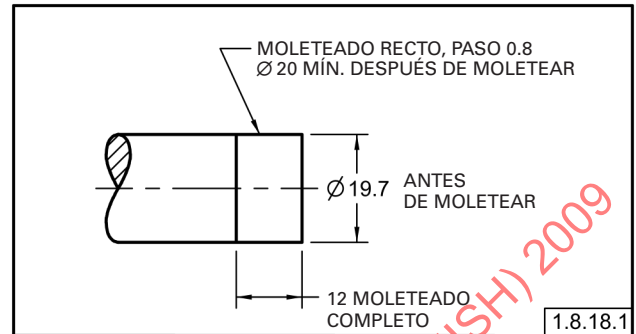
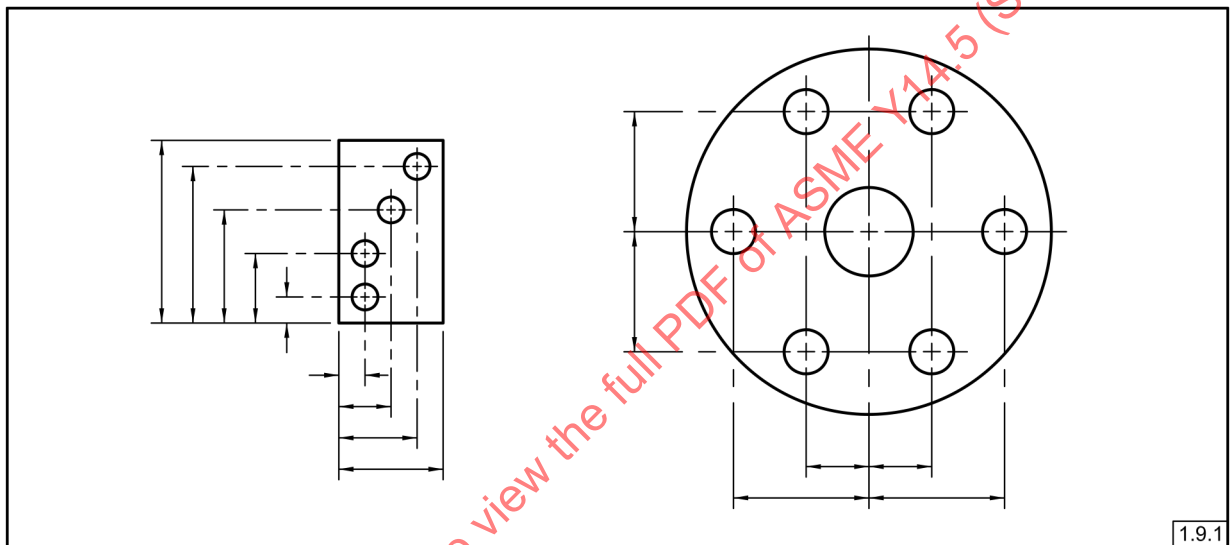
1.8.17 Cuñeros

Los cuñeros se dimensionan según el ancho, la profundidad, la localización y, en caso necesario, la longitud. La profundidad puede ser dimensionada desde el lado opuesto de la flecha (shaft) u orificio. Consulte la Figura 1-46.

1.8.18 Moleteado

El moleteado se especifica según el tipo, paso y el diámetro antes y después del moleteado. Cuando no se requieran los controles, se puede omitir el diámetro del moleteado. Cuando solo una parte del elemento requiera moleteado, se deberían especificar la localización y la longitud del moleteado. Consulte la Figura 1-47.

1.8.18.1 Moleteado para Ajustes a Presión. Cuando sea necesario proporcionar un ajuste a presión entre las piezas, el moleteado se especifica por medio de una nota en la que se incluye el tipo de moleteado requerido, el paso, el diámetro y la tolerancia permitidos del elemento antes del moleteado, y el diámetro mínimo aceptable después del moleteado. Consulte la Figura 1-48.

Fig. 1-47 Moleteados**Fig. 1-48 Moleteados para ajustes a presión****Fig. 1-49 Dimensionado con Coordenadas Rectangulares**

1.8.18.2 Norma para el Moleteado. Para obtener información sobre la especificación del moleteado en pulgadas, consulte ANSI/ASME B94.6.

1.8.19 Detalles de Barras y Tubos

Las barras y los tubos pueden ser dimensionados por medio de coordenadas tridireccionales y aplicarles su tolerancia usando tolerancias geométricas o especificando sus longitudes rectas, los radios de los dobleces, los ángulos de los dobleces y los ángulos de giro para todas las porciones de cada elemento. Esto se puede realizar por medio de vistas auxiliares, tabulación o datos complementarios.

1.8.20 Roscas de Tornillos

Los métodos para especificar y dimensionar las roscas de los tornillos se encuentran definidos en ASME Y14.6.

1.8.21 Textura de la Superficie

Los métodos para especificar los requisitos de texturas en las superficies se encuentran definidos en ASME Y14.36M. Para mayor información, consulte la norma ASME B46.1.

1.8.22 Estriados evolventes

Los métodos para especificar los requerimientos de estriados de involuta se encuentran identificados en la serie de Normas ANSI B92.

1.8.23 Fundición, Forjado y Moldeado de Piezas

Los métodos para especificar los requerimientos de fundición, forjado y moldeado de piezas se encuentran definidos en ASME Y14.8.

1.9 LOCALIZACIÓN DE ELEMENTOS

Las dimensiones con coordenadas rectangulares o coordenadas polares localizan los elementos entre ellos,

Fig. 1-50 Dimensionado por Coordenadas Rectangulares sin Líneas de Dimensión

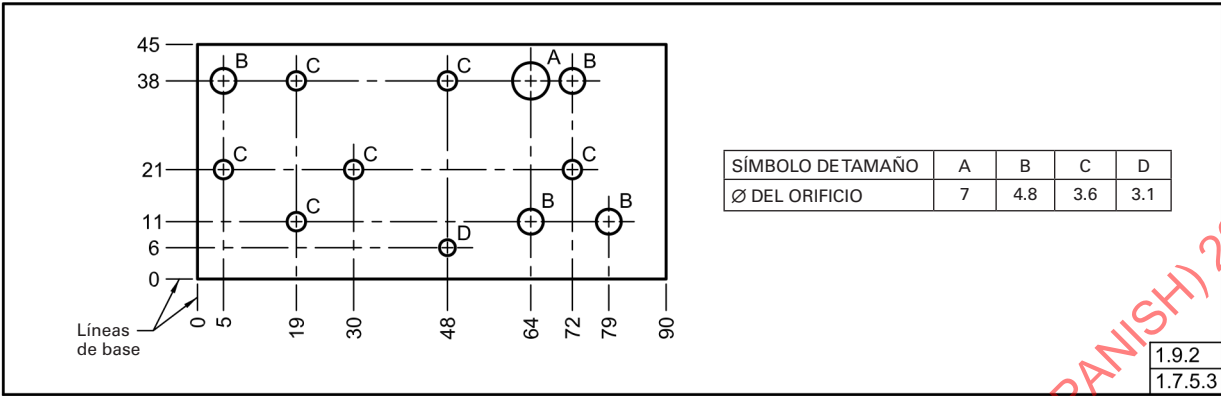
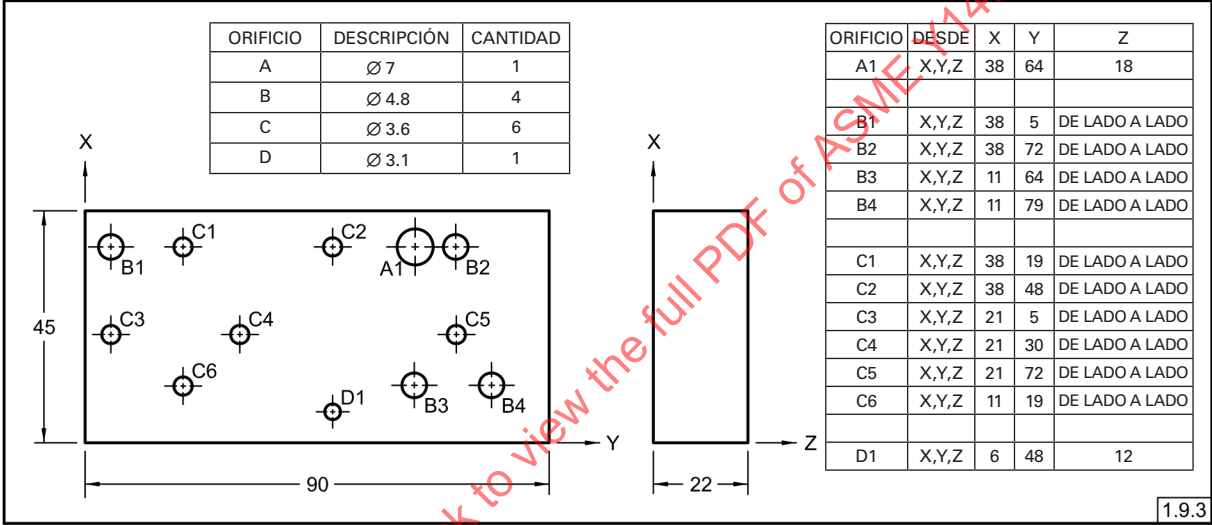


Fig. 1-51 Dimensionado por Coordenadas Rectangulares en Forma Tabular



y como grupo o individualmente, desde un datum o un origen. Los elementos que establecen este datum u origen deben estar identificadas. Consulte el párrafo 7.2.1.3. Los orificios redondos u otros elementos con contornos simétricos son localizados por medio de distancias o distancias y direcciones con respecto al centro de los elementos.

1.9.1 Dimensionado con Coordenadas Rectangulares

Cuando se utilice el dimensionado con coordenadas rectangulares para localizar elementos, las dimensiones lineales especifican distancias en las direcciones de las coordenadas a partir de dos o tres planos perpendiculares entre sí. Consulte la Figura 1-49. Las dimensiones con coordenadas deberían indicar claramente qué elementos de la pieza establecen dichos planos. Para conocer los métodos para lograr esto, consulte las Figuras 4-2 y 4-8.

1.9.2 Dimensionado con Coordenadas Rectangulares sin Líneas de Dimensión

Las dimensiones pueden ser mostradas en líneas de extensión sin necesidad de utilizar líneas de dimensión o puntas de flecha. Las líneas de base son indicadas como coordenadas cero. Consulte la Figura 1-50.

1.9.3 Dimensiones Tabuladas

El dimensionado tabular es un tipo de dimensionado con coordenadas rectangulares, en el cual las dimensiones desde planos perpendiculares entre sí se indican por medio de una tabla en el dibujo, en lugar de una representación gráfica. Consulte la Figura 1-51. Las tablas se preparan de manera apropiada para poder localizar adecuadamente los elementos.

1.9.4 Dimensionado con Coordenadas Polares

Cuando se utilizan coordenadas polares para localizar elementos, una dimensión lineal y una angular especifican una distancia desde un punto fijo a una

Fig. 1-52 Dimensionado con Coordenadas Polares

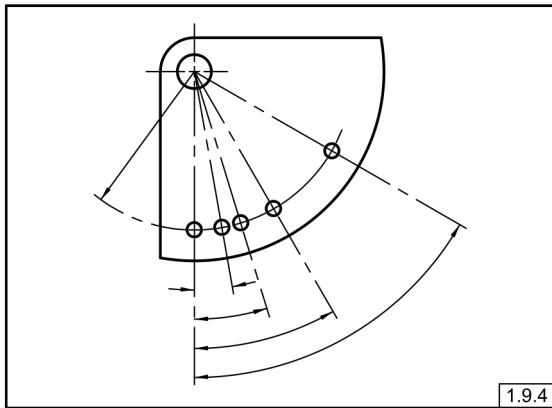


Fig. 1-53 Elementos Repetitivos

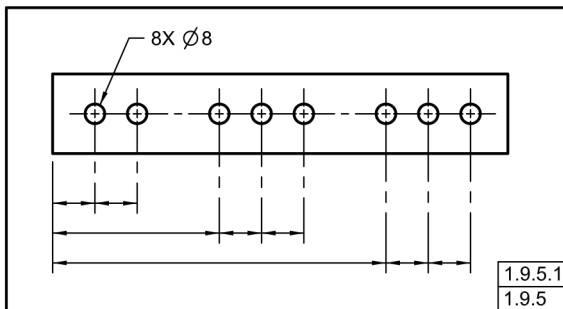


Fig. 1-54 Elementos Repetitivos

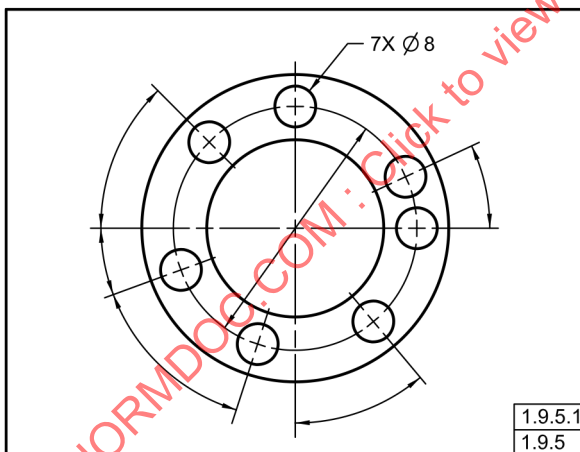


Fig. 1-55 Elementos y Dimensiones Repetitivos

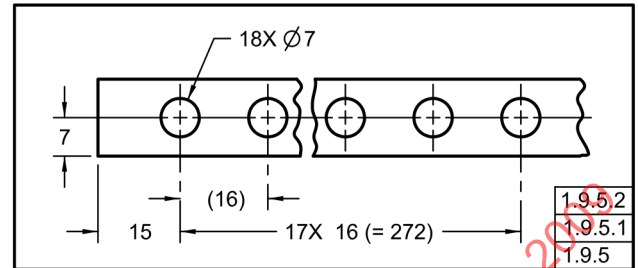


Fig. 1-56 Elementos y Dimensiones Repetitivos

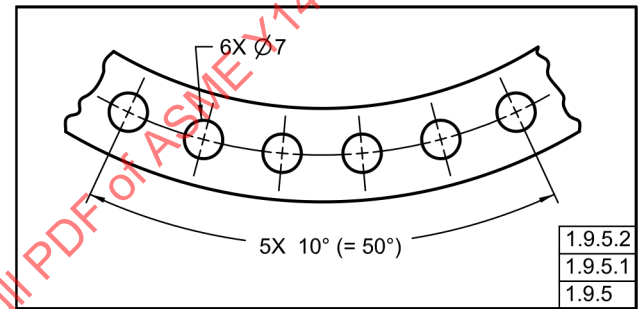
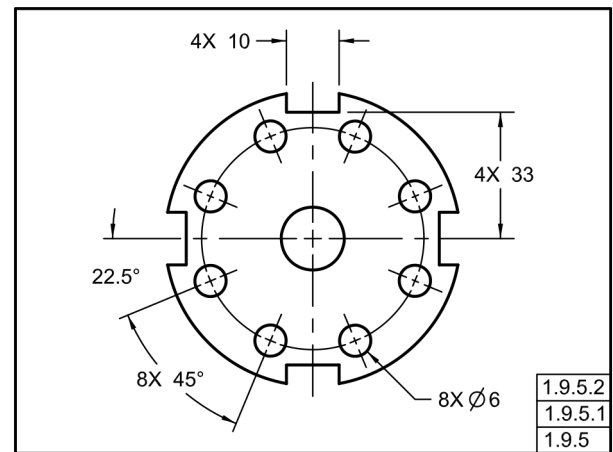


Fig. 1-57 Elementos y Dimensiones Repetitivos



dirección angular de dos o tres planos perpendiculares entre sí. El punto fijo es la intersección de estos planos. Consulte la Figura 1-52.

1.9.5 Elementos o Dimensiones Repetitivos

Los elementos o dimensiones repetitivos pueden especificarse utilizando una X junto con un número para indicar el “número de lugares” requeridos. Consulte las Figuras 1-53 a 1-57. Cuando se utilice una dimensión básica, la X puede colocarse dentro o fuera del marco

de la dimensión básica. Se deja un espacio entre la X y la dimensión. Consulte las Figuras 4-39 y la 7-16.

1.9.5.1 Series y Patrones. Los elementos, como orificios y ranuras, que se repiten en una serie o patrón, pueden especificarse por medio de un número requerido de elementos y una X seguida de la dimensión del tamaño del elemento. Se deja un espacio entre la X y la dimensión. Consulte las Figuras 1-53 a 1-57.

1.9.5.2 Espaciados. Los espaciados iguales de elementos en una serie o patrón pueden especificarse indicando el número requerido de espacios y una X, seguida de la dimensión. Se deja un espacio entre la X y la dimensión. Consulte las Figuras 1-55 a 1-57. Cuando sea difícil distinguir entre una dimensión y el número de espacios, como se muestra en la Figura 1-55, se puede dimensionar un espacio e identificarlo como referencia.

1.9.6 Uso de una X para Indicar “POR”

Una X puede ser utilizada para indicar “por” entre dimensiones con coordenadas, como se muestra en la Figura 1-43. En tales casos, la X debería estar precedida y seguida de un espacio.

NOTA: Cuando las prácticas descritas en los párrafos 1.9.5 y 1.9.6 se utilicen en un mismo dibujo, se debería tener cuidado para garantizar que el uso quede claro en cada caso.

ASMENORMDOC.COM : Click to view the full PDF of ASME Y14.5 (SPANISH) 2009

Sección 2

Tolerancias Generales y Principios Relacionados

2.1 GENERAL

Esta Sección establece las prácticas para expresar tolerancias en dimensiones lineales y angulares, la aplicación de modificadores de condición de material en valores de tolerancias geométricas, y las interpretaciones que gobiernan límites y tolerancias.

NOTA: si un modelo (digital) es usado para definir las tolerancias de la pieza, consulte ASME Y14.41 para requerimientos adicionales.

2.1.1 Aplicación

Las tolerancias pueden expresarse de la siguiente manera:

(a) Como límites directos o como valores de tolerancia aplicados directamente a una dimensión. Consulte el párrafo 2.2.

(b) Como una tolerancia geométrica, como se describe en las secciones 5 a 9.

(c) En una nota o tabla que se refiera a dimensiones específicas.

(d) Como se especifica en otros documentos mencionados en el dibujo para elementos o procesos específicos.

(e) En un bloque de tolerancias generales que se refiera a todas las dimensiones en un dibujo para las cuales no se hayan especificado tolerancias de otra manera.

2.1.1.1 Método de la tolerancia de posición.

Preferentemente, las tolerancias en dimensiones que localizan elementos de tamaño se especifican por el método de tolerancia de posición descrito en la Sección 7. En ciertos casos, como la localización de elementos de forma irregular, se puede usar el método de tolerancia de perfil descrito en la Sección 8.

2.1.1.2 Dimensiones básicas. Las dimensiones básicas pueden ser indicadas en el dibujo de las siguientes maneras:

(a) Aplicando el símbolo de dimensión básica a cada una de las dimensiones básicas. Consulte la Figura 7-1, ilustraciones (a) y (b).

(b) Especificando en el dibujo (o en un documento mencionado en el dibujo) una nota general como: LAS DIMENSIONES SIN TOLERANCIA SON BÁSICAS. Consulte la Figura 7-1, ilustración (c).

NOTA: Cuando se utilice este método, no está permitida una tolerancia general más/menos.

(c) Para especificar y consultar dimensiones básicas en modelos o en dibujos digitales con modelos, consulte ASME Y 14.41.

2.1.1.3 Ángulo implícito de 90°. Convencionalmente, los ángulos de 90° no se especifican cuando se intersectan líneas de centro y superficies de elementos en ángulos rectos en los dibujos de ingeniería ortográficos en 2D. Se entiende que aplica un ángulo implícito de 90°. La tolerancia en estos ángulos implícitos de 90° es la misma que para todos los elementos angulares en el dibujo regido por las notas de tolerancias angulares generales o por los valores especificados en el bloque de tolerancias generales. Consulte el párrafo 1.4 (i).

2.1.1.4 Ángulo básico implícito de 90° o 0°. En los dibujos de ingeniería ortográficos en 2D, en los cuales las líneas de centro y las superficies se intersectan en ángulos rectos o son paralelas entre sí, y se especifican las dimensiones básicas o tolerancias geométricas, se entiende que aplican los ángulos básicos implícitos de 90° o 0°. En un elemento asociado con estos ángulos básicos implícitos de 90° o 0°, la tolerancia se brinda por medio de cuadros de control que rigen la localización, la orientación, el perfil u oscilación de los elementos. Consulte los párrafos 1.4 (j) y (k).

2.2 MÉTODOS DE TOLERANCIA DIRECTA

Los límites y los valores de tolerancia directamente aplicados se especifican de la siguiente manera:

(a) *Dimensionado por Límites.* El límite superior (valor máximo) se coloca sobre el límite inferior (valor mínimo). Cuando se expresa en una línea simple, el límite inferior precede al límite superior y una raya separa ambos valores. Consulte la Figura 2-1.

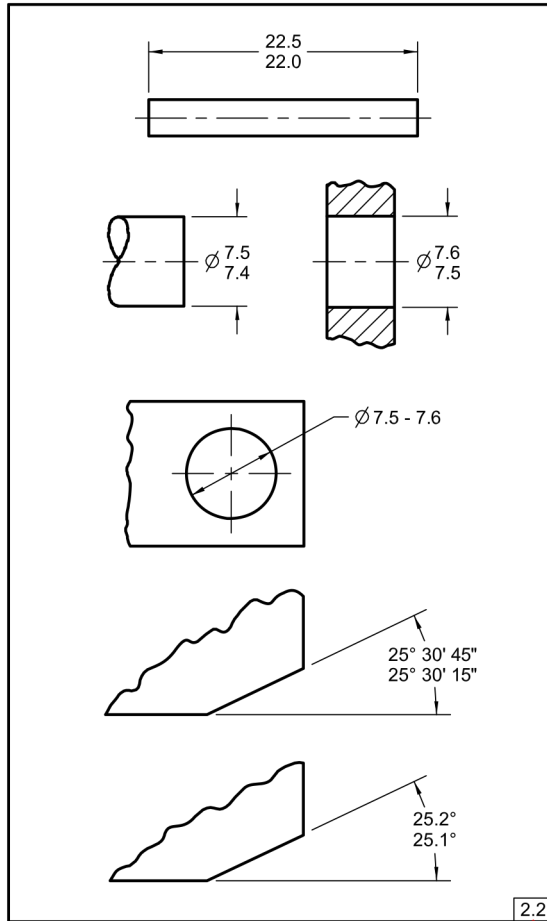
(b) *Tolerancias Más y Menos.* La dimensión se brinda primero seguida de una expresión de tolerancia más y menos. Consulte la Figura 2-2.

(c) *Tolerancias Geométricas Aplicadas Directamente a los Elementos.* Consulte las Secciones 5 a 9.

2.2.1 Límites y Ajustes Métricos

Para la aplicación métrica de límites y ajustes, la tolerancia puede indicarse por medio de un símbolo

Fig. 2-1 Dimensionado por Límites



de tamaño básico y tolerancia como en la Figura 2-3. Para obtener información completa sobre este sistema, consulte ANSI B4.2.

2.2.1.1 Límites y Símbolos de Tolerancias. El método mostrado en la Figura 2-3, ilustración (a) está recomendado cuando el sistema es adoptado por una organización. En este caso, se especifican los límites de las dimensiones, y los símbolos de tamaño básico y tolerancia se identifican como referencias.

2.2.1.2 Símbolo de Tolerancia y Límites. Conforme se adquiere experiencia, se puede utilizar el método mostrado en la Figura 2-3, ilustración (b). Cuando el sistema esté establecido y se encuentren disponibles las herramientas estándares, los medidores y el material comercial con el símbolo de identificación y tamaño, se puede utilizar el método mostrado en la Figura 2-3, ilustración (c).

2.3 EXPRESIÓN DE TOLERANCIAS

Las convenciones mostradas en los siguientes párrafos deben ser observadas en lo que concierne al número de lugares decimales de las tolerancias.

Fig. 2-2 Tolerancia más y menos

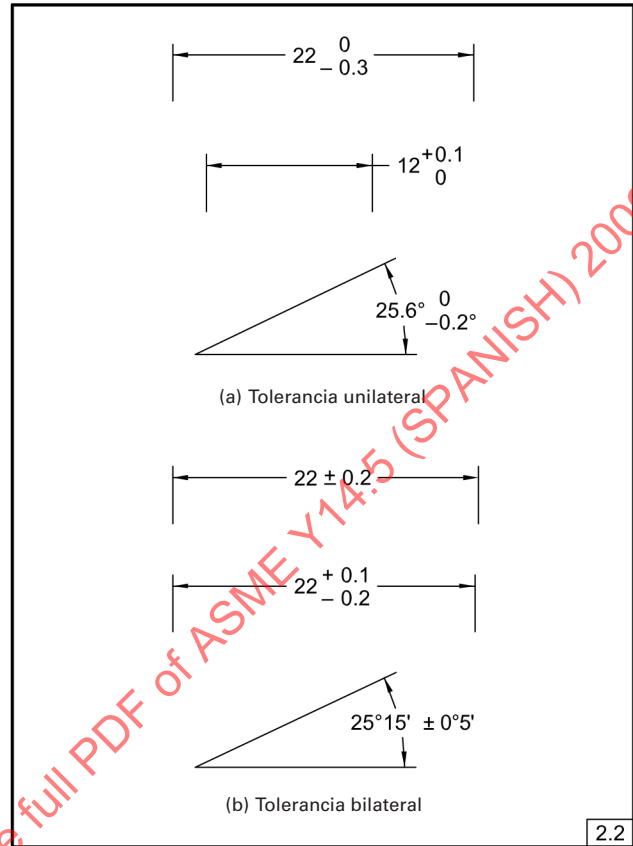


Fig. 2-3 Símbolos que Indican Límites y Ajustes Métricos

(a)	29.980 29.959 (30f7)	
(b)	30f7 (29.980 29.959)	3.3.8 2.2.1.2 2.2.1.1 2.2.1
(c)	30f7	

2.3.1 Tolerancias en Milímetros

Cuando se utilicen dimensiones milimétricas en los dibujos, aplica lo siguiente.

(a) Cuando se utilice una tolerancia unilateral, y uno de los valores más o menos sea cero, se muestra un cero sin el signo más o menos. En este ejemplo, el valor 32 es el tamaño nominal

EJEMPLO:

2	0 -0.02	no	32	+0.02 0
---	------------	----	----	------------

(b) Cuando se utilice una tolerancia bilateral, los valores más y menos tienen el mismo número de lugares decimales, usando ceros donde sea necesario. En este ejemplo, el valor 32 es el tamaño nominal.

EJEMPLO:

32	+0.25 -0.10	no	32	+0.25 -0
----	----------------	----	----	-------------

(c) Cuando el dimensionado sea por límites, y ya sea que el valor máximo o mínimo tenga dígitos después del punto decimal, al otro valor se le añadirán ceros para mantener la uniformidad.

EJEMPLO:

25.45		25.4
25.00	no	25

(d) Cuando se utilicen dimensiones básicas, las tolerancias asociadas contienen el número de lugares decimales necesarios para el control. El valor de dimensión básica sigue las prácticas del párrafo 1.6.1.

EJEMPLO:

2.3.2 Tolerancias en Pulgadas

En los dibujos en los que se utilicen dimensiones en pulgadas, aplica lo siguiente.

(a) Cuando se utilice tolerancia unilateral, y uno de los valores, ya sea el más o el menos, sea cero, su dimensión se debería expresar con el mismo número de lugares decimales y el signo apropiado más o menos.

EJEMPLO:

.500	+ .005	no	.500	+ .005
	- .000			0

(b) Cuando se utilice tolerancia bilateral, ambos valores más y menos y la dimensión tienen el mismo número de lugares decimales.

EJEMPLO:

.500 ± .005	no	.50 ± .005
-------------	----	------------

(c) Cuando se utilice el dimensionado por , límites, y ya sea que el valor máximo o mínimo tenga dígitos después del punto decimal, al otro valor se le añadirán ceros para mantener la uniformidad.

EJEMPLO:

.750		.75
.748	no	.748

(d) Cuando se utilicen dimensiones básicas, las tolerancias asociadas contienen el número de lugares decimales necesarios para el control. No es un requerimiento que los valores de dimensión básica estén

expresados con el mismo número de lugares decimales que la tolerancia.

EJEMPLO:

The diagram shows a 5-bit register with inputs $\oplus$, $\emptyset$, $\cdot 0.005$, $\textcircled{M}$, A, B, and C. Above the register, a box contains the value 1.000, and the label "con" is below it. To the left of the register, a "0" is shown.

2.3.3 Tolerancias Angulares

Quando se utilizan dimensiones angulares, los valores más y menos y el ángulo tienen el mismo número de lugares decimales.

EJEMPLO:

25.0° ± 0.2°	no	25° ± .2
25.0° ± 0°30'	no	25° ± 30'

2.4 INTERPRETACIÓN DE LÍMITES

Todos los límites son absolutos. Los límites dimensionales, independientemente del número de lugares decimales, se utilizan como si continuaran con ceros.

EJEMPLOS:

12.2	significa	12.20...0
12.0	significa	12.00...0
12.01	significa	12.010...0

2.4.1 Piezas Galvanizadas o Recubiertas

Quando una pieza va a ser galvanizada o recubierta, el dibujo o el documento mencionado deben especificar si las dimensiones se aplican antes o después del galvanizado. Los siguientes son ejemplos típicos de notas:

(a) “DESPUÉS DEL GALVANIZADO APLICAN LÍMITES DIMENSIONALES”

(B) "ANTES DEL GALVANIZADO APLICAN LÍMITES DIMENSIONALES"

(Para procesos diferentes al galvanizado, sustituya con el término apropiado)

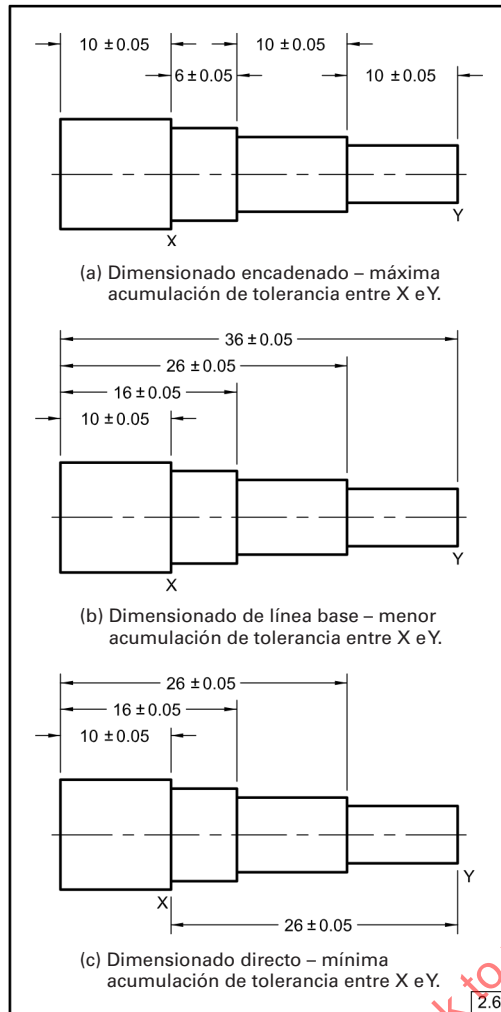
2.5 LÍMITES INDIVIDUALES

Las abreviaciones MÍN. o MÁX. se colocan después de una dimensión donde otros elementos del diseño determinan definitivamente el otro límite sin especificar. Los elementos, como profundidades de los orificios, longitudes de roscados, radios de esquinas, chaflanes, etcétera, pueden ser limitados de esta manera. Los límites individuales se utilizan donde la intención es clara, y el límite sin especificar puede ser cero o aproximarse a infinito y no resultará en detrimento del diseño.

2.6 ACUMULACIÓN DE TOLERANCIAS

La Figura 2-4 compara los valores de tolerancia resultantes de los siguientes tres métodos de dimensionado.

Fig. 2-4 Acumulación de tolerancias



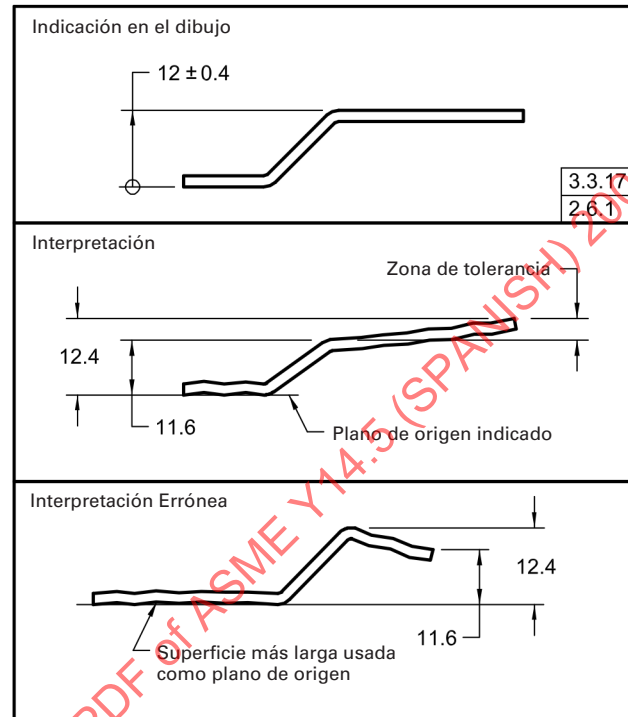
(a) *Dimensionado encadenado.* La máxima variación entre dos elementos es igual a la suma de las tolerancias en las distancias intermedias; esto da como resultado la mayor acumulación de tolerancias. En la Figura 2-4, ilustración (a), la acumulación de tolerancias entre las superficies X e Y es ± 0.15 .

(b) *Dimensionado de línea de base.* La máxima variación entre dos elementos es igual a la suma de las tolerancias en las dos dimensiones desde su origen hasta los elementos; esto resulta en la reducción de la acumulación de la tolerancia. En la Figura 2-4, ilustración (b), la acumulación de tolerancias entre las superficies X e Y es ± 0.1 .

(c) *Dimensionado directo.* La máxima variación entre dos elementos está controlada por la tolerancia en la dimensión entre los elementos; esto da como resultado la menor tolerancia. En la Figura 2-4, ilustración (c), la tolerancia entre las superficies X e Y es ± 0.05 .

NOTA: Cuando se utilizan dimensiones básicas, no hay acumulación de tolerancias. Para crear una zona de tolerancia, se requiere una tolerancia geométrica. En este caso, el estilo de dimensionado (cadena, línea de base, directo) se deja a la discreción

Fig. 2-5 Relación Dimensional de Límites respecto a un Origen



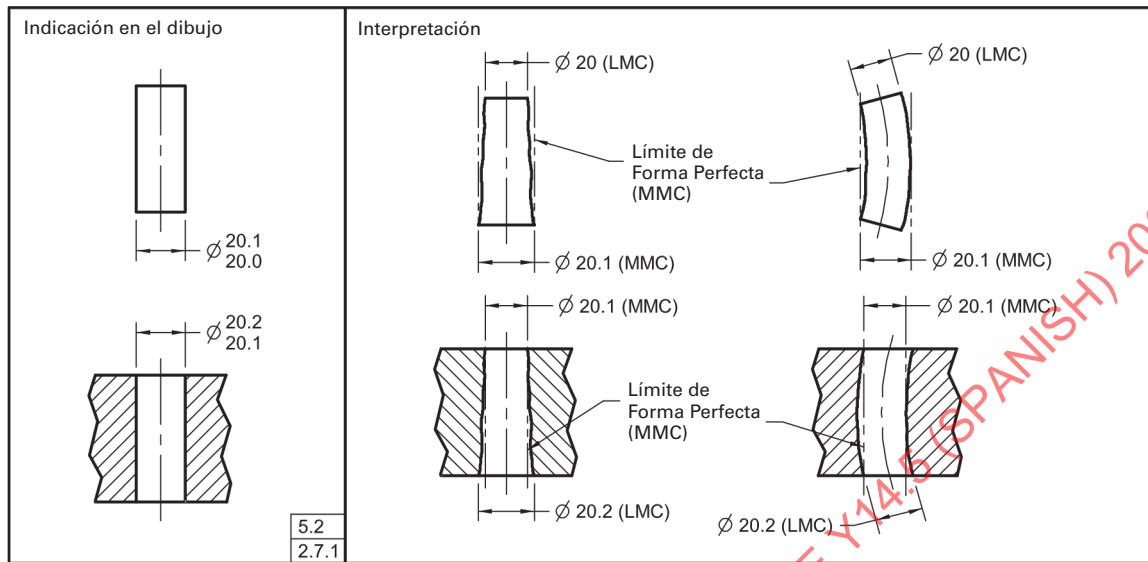
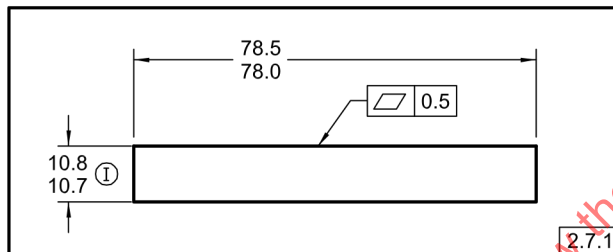
del usuario. No se recomienda utilizar el dimensionado directo para localizar elementos.

2.6.1 Límites Dimensionales Relacionados a un Origen

En ciertos casos, es necesario indicar que una dimensión entre dos elementos debería originarse desde uno de esos elementos y no del otro. Los puntos altos de una superficie indicada como el origen definen un plano para medición. Las dimensiones relacionadas al origen se toman desde el plano o eje y definen una zona dentro de la cual deben estar situados los otros elementos. Este concepto no establece un marco de referencia datum, como se describe en la Sección 4. Tal caso se ilustra en la Figura 2-5, donde una pieza que tiene dos superficies paralelas de diferente longitud va a ser montada en la superficie más corta. En este ejemplo, el símbolo de origen de la dimensión descrito en el párrafo 3.3.1.7 significa que la dimensión se origina desde el plano establecido por la superficie más corta y los límites dimensionales aplican a la otra superficie. Sin tal indicación, la superficie más larga podría haber sido seleccionada como el origen y, de esta manera, permitir una mayor variación angular entre las superficies.

2.7 LÍMITES DE TAMAÑO

A menos que se especifique lo contrario, los límites de tamaño de un elemento prescriben la extensión dentro de la cual se permiten las variaciones de forma geométrica, así como la de tamaño. Este control aplica solamente a elementos regulares individuales de tamaño tal como se

Fig. 2-6 Variaciones Extremas de Forma Permitidas por una Tolerancia de Tamaño**Fig. 2-7 Aplicación de Independencia y Planicidad**

define en el párrafo 1.3.32.1. El tamaño local real de un elemento individual en cada sección transversal debería estar dentro de la tolerancia del tamaño especificada.

2.7.1 Variaciones de Forma (Regla #1: Principio de Envolvente)

La forma de un elemento individual regular de tamaño está controlada por sus límites de tamaño en la extensión prescrita en los siguientes párrafos e ilustrada en la Figura 2-6.

(a) La superficie o las superficies de un elemento regular de tamaño no deben extenderse más allá de un límite (envolvente) de forma perfecta en MMC. Este límite es la forma geométrica verdadera representada por el dibujo. No se permite variación en forma si el elemento regular de tamaño es producida a su límite de tamaño MMC, a menos que se asocie una tolerancia de rectitud o planicidad con la dimensión de tamaño o se aplique el símbolo de Independencia según el párrafo 2.7.3. Consulte la Figura 2-7.

(b) Cuando el tamaño local real de un elemento regular de tamaño se separe de MMC hacia LMC, se permite una variación local de forma igual al valor de dicha separación.

(c) Cuando el límite de forma perfecta en LMC no sea un requerimiento preestablecido. Un elemento regular de tamaño producida a su límite de tamaño LMC puede variar desde la forma verdadera hasta la máxima variación permitida por el límite de forma perfecta en MMC.

(d) En los casos donde una tolerancia geométrica esté especificada para aplicar en LMC, se requiere la forma perfecta en LMC. Consulte párrafo 7.3.5

2.7.2 El Control de Forma no Aplica (Excepciones a la Regla#1)

El control de forma geométrica prescrito por los límites de tamaño no aplica en los siguientes casos:

(a) Materiales de tamaño estándar comercial, como barras, láminas, tubos, formas estructurales, y otros artículos producidos por estándares industriales o gubernamentales que prescriben límites de rectitud, planicidad y otras características geométricas. A menos que se especifiquen tolerancias geométricas en el dibujo de una pieza hecha de estos artículos, las normas de estos artículos rigen las superficies que permanecen en la condición final de la pieza terminada.

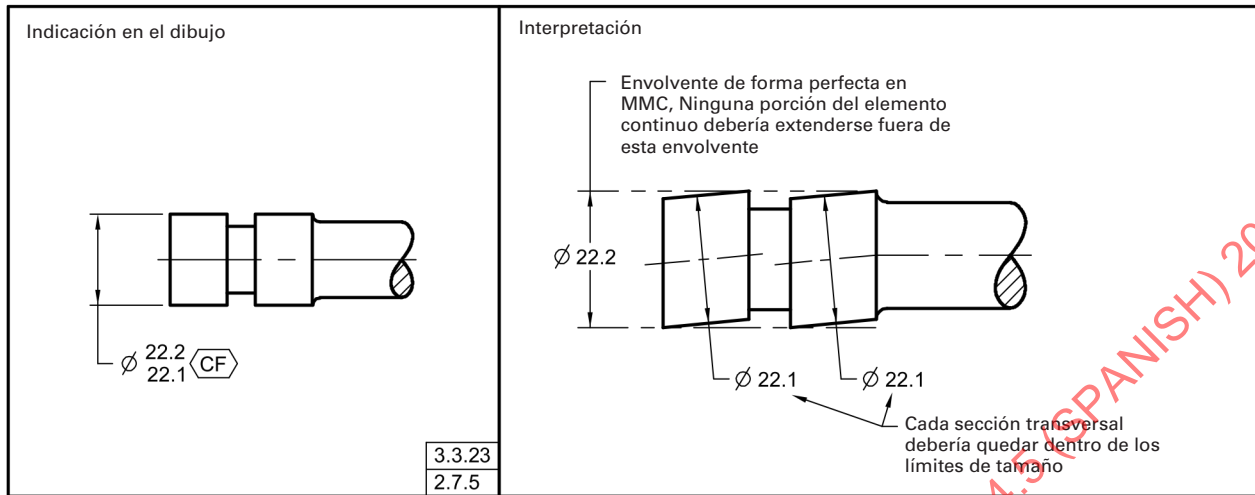
(b) Las piezas sujetas a variación de estado libre en la condición no restringida. Consulte el párrafo 5.5.

2.7.3 No se requiere forma perfecta en MMC

Cuando no sea requerida la forma perfecta en MMC, el símbolo de Independencia puede ser colocado después de la dimensión o notación apropiada. Consulte la Figura 3-11 y el párrafo 3.3.24.

PRECAUCIÓN: Sin un control de forma complementario, la forma del elemento carece completamente de control. Consulte Figura 2-7.

Fig. 2-8 Elemento Continuo, Cilíndrico Externo



2.7.4 Relación Entre Elementos Individuales

Los límites de tamaño no controlan la relación de orientación o localización entre elementos individuales. Con el fin de evitar requerimientos incompletos en el dibujo, los elementos que se muestren perpendiculares, coaxiales o simétricos entre sí, deberían tener una tolerancia para localización u orientación. Estas tolerancias se pueden especificar por medio de uno de los métodos dados desde la sección 6 hasta la 9. Si es necesario establecer un límite de forma perfecta en MMC para controlar la relación entre elementos, se puede utilizar uno de los siguientes métodos:

(a) Especificar un valor cero de tolerancia de orientación en MMC, incluido un datum (en MMB si aplica), para controlar la angularidad, la perpendicularidad o el paralelismo del elemento. Consulte el párrafo 6.4.4.

(b) Especificar un valor cero de tolerancia de posición en MMC, incluido cualquier datum especificado (a MMB si aplica), para controlar elementos coaxiales o simétricos. Consulte los párrafos 7.6.2.2 y 7.7.1.1.

(c) Indicar este control para los elementos involucrados por medio de una nota que diga "ORIENTACIÓN PERFECTA (O COAXIALIDAD O LOCALIZACIÓN DE ELEMENTOS SIMÉTRICOS) A MMC REQUERIDA PARA LOS ELEMENTOS RELACIONADOS".

2.7.5 Límites de Tamaño y Elementos de Tamaño Continuos

La nota "ELEMENTO CONTINUO" o el símbolo de elemento continuo se utiliza para identificar un grupo de dos o más elementos de tamaño cuando se requiere que estos sean tratados geoméricamente como un solo elemento de tamaño. Cuando se utiliza el símbolo de elemento continuo, las líneas de extensión entre los elementos pueden ser mostradas u omitidas; sin embargo, las líneas de extensión por sí mismas no indican un elemento continuo. Consulte las Figuras 2-8 a 2-10.

2.8 APLICABILIDAD DE MODIFICADORES EN VALORES DE TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS Y REFERENCIAS DE ELEMENTOS DATUM

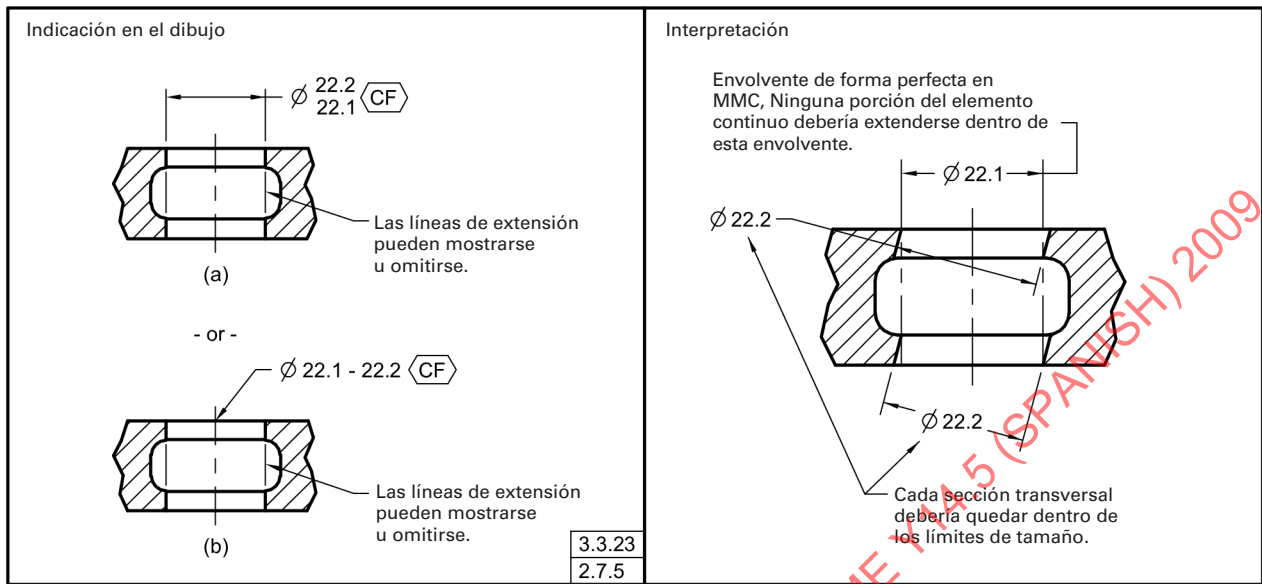
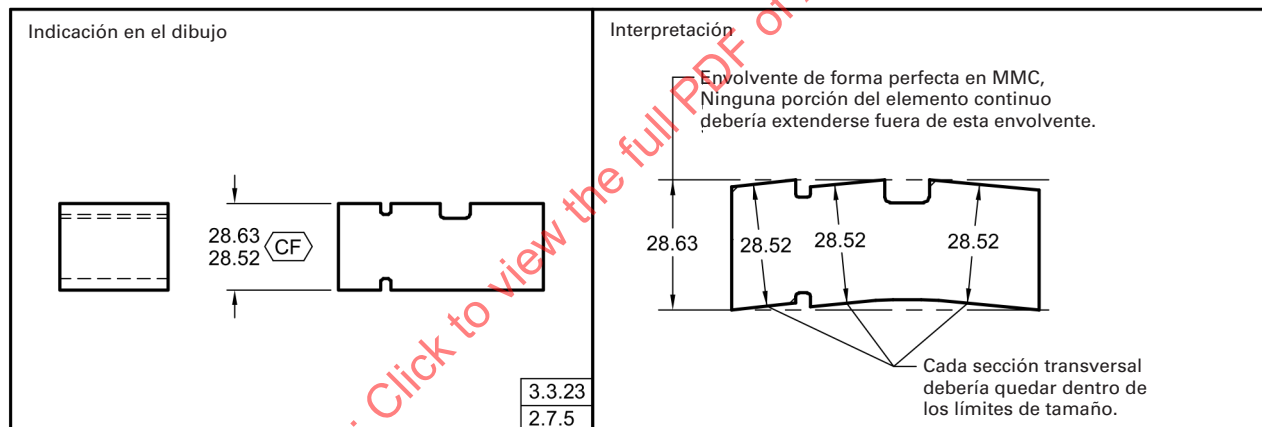
RFS, MMC y LMC pueden ser aplicados a los valores de las tolerancias geométricas en elementos de tamaño. Consulte las Figuras 7-34 y 8-24. RMB, MMB, y LMB pueden ser aplicados a referencias de elementos datum. Cuando no se especifica un símbolo modificador, la Regla # 2 aplica RFS, con respecto a la tolerancia individual, y RMB aplica, con respecto a la referencia de elemento datum individual. MMC, LMC, MMB, y LMB deben estar especificados donde sean requeridos en el dibujo.

NOTAS:

- (1) Los siguientes párrafos describen los principios basados en una interpretación axial para RFS, MMC, y LMC. En ciertos casos de la desviación de la superficie del elemento, la tolerancia en términos del eje o del plano central del elemento puede no ser exactamente equivalente a la tolerancia en términos de la superficie acotada por un límite. En estos casos, la interpretación de la superficie debería prevalecer. Consulte el párrafo 7.3.3.1 (a) y la Figura 7-6.
- (2) Las tolerancias de oscilación circular, oscilación total, concentricidad, perfil de una línea, perfil de una superficie, circularidad, cilindricidad, y simetría son aplicables únicamente en una base RFS y no pueden ser modificadas por MMC o LMC.

2.8.1 Efecto de RFS

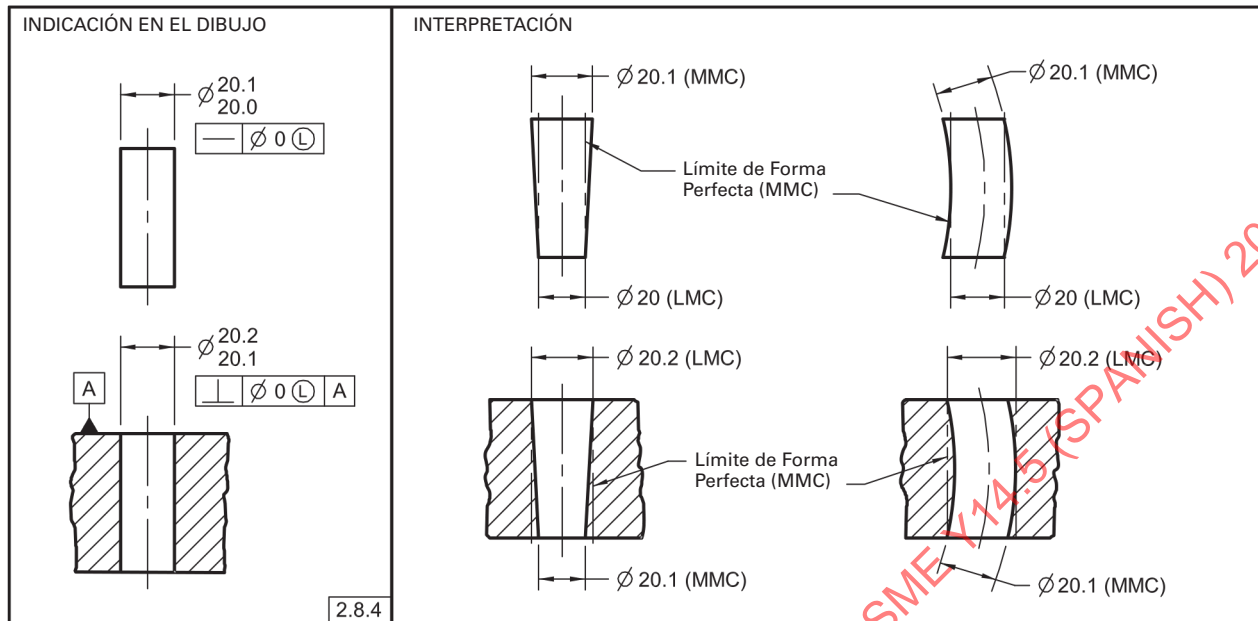
Cuando una tolerancia geométrica es aplicada en RFS, la tolerancia especificada es independiente del tamaño del elemento de tamaño considerado. La tolerancia está limitada al valor especificado independientemente del tamaño de la envolvente no relacionada del acoplamiento real.

Fig. 2-9 Elemento Continuo, Cilíndrico Interno**Fig. 2-10 Elemento Continuo, Ancho Externo****2.8.2 Efecto de MMC**

Cuando una tolerancia geométrica es aplicada en MMC, la tolerancia permitida depende del tamaño de la envolvente no relacionada del acoplamiento real del elemento considerada cuando se tienen en cuenta los efectos basados en la interpretación axial. La tolerancia está limitada al valor especificado si el elemento es producida a su límite de tamaño MMC. Cuando el tamaño de la envolvente no relacionada del acoplamiento real del elemento se ha alejado de MMC, se permite un incremento en la tolerancia igual al valor de dicho alejamiento. La variación total permitida en la característica geométrica especificada es máxima cuando el elemento está en LMC, a menos que se especifique un máximo.

2.8.3 Efecto de Tolerancia Cero en MMC

Cuando se aplica la tolerancia de posición u orientación con valor cero en MMC, la tolerancia depende totalmente del tamaño de la envolvente no relacionada del acoplamiento real del elemento considerado. No se permiten tolerancias de posición u orientación si el elemento es producido a su límite de tamaño MMC y, en este caso, debería estar localizada en su posición verdadera o en orientación perfecta, según aplique. Cuando el tamaño de la envolvente no relacionada del acoplamiento real del elemento considerado se ha alejado de MMC, se permite una tolerancia igual al valor de tal alejamiento. La variación total permisible en posición u orientación es máxima cuando el elemento está en LMC, a menos que se especifique un máximo. Consulte las Figuras 6-14 y 6-15.

Fig. 2-11 Variaciones Extremas de Forma Permitidas por una Tolerancia Geométrica – Forma Perfecta en LMC

2.8.4 Efecto de LMC

Cuando se aplica una tolerancia geométrica en LMC, se requiere la forma perfecta en LMC. La forma perfecta en MMC no se requiere. Esto recíproco al concepto MMC. Consulte la Figura 2-11. Cuando se aplica una tolerancia geométrica en LMC, la tolerancia permitida depende de la envolvente no relacionada del material mínimo real del elemento considerado. La tolerancia está limitada por el valor especificado si el elemento es producido a su límite de tamaño LMC. Cuando la envolvente no relacionada del material mínimo real se ha alejado de LMC, se permite un incremento en la tolerancia igual al valor de tal alejamiento. La variación total permisible en posición es máxima cuando el elemento está en MMC, a menos que se especifique un máximo. Consulte las Figuras 7-14 y 7-15.

2.8.5 Efecto de Tolerancia Cero en LMC

Cuando se aplica una tolerancia de posición u orientación con valor cero en LMC, la tolerancia es depende totalmente del tamaño de la envolvente no relacionada del material mínimo real del elemento considerado. No se permite tolerancia de posición u orientación si el elemento es producido a su límite de tamaño LMC y, en este caso, debería estar localizada en su posición verdadera o estar en orientación perfecta, según aplique. Cuando la envolvente no relacionada del material mínimo real del elemento considerado se haya alejado de LMC, se permite un incremento en la tolerancia igual al valor de tal alejamiento. La variación total permisible en posición es máxima cuando el elemento está en MMC, a menos que se especifique un máximo. Consulte las Figuras 6-15 y 7-14.

2.9 ROSCAS DE TORNILLOS

Cada tolerancia de orientación o posición y referencia datum especificados para una rosca de tornillo se aplica al eje de la rosca que deriva del cilindro primitivo. Cuando sea necesaria una excepción a esta práctica, el elemento especificado de la rosca (tal como “DIÁMETRO MAYOR” o “DIÁMETRO MENOR”) se debería indicar debajo del marco de control del elemento, o debajo o adyacente al símbolo del elemento datum, según aplique. Consulte la Figura 7-35.

2.10 ENGRANAJES Y ESTRIADOS

Cada tolerancia de orientación o posición y referencia datum especificada para elementos diferentes a las roscas, como los engranes y estriados, debería designar el elemento específico del engranaje o estriado al cual aplica (como “DIÁMETRO MAYOR”, “DIÁMETRO DEL PASO” o “DIÁMETRO MENOR”). Esta información se indica debajo del marco de control del elemento o debajo del símbolo del elemento datum, según aplique.

2.11 CONDICIONES DE LÍMITES

Dependiendo de su función, un elemento de tamaño está controlado por su tamaño y por cualquier tolerancia geométrica aplicable. También puede ser aplicable una condición de material (RFS, MMC o LMC). Los efectos colectivos de MMC y las tolerancias aplicables deben ser tomados en consideración para determinar el espacio de separación entre piezas (fórmulas de sujetador fijo o flotante) y para establecer los tamaños de elementos de medición. Se debería prestar atención a los efectos colectivos de LMC y a las tolerancias aplicables en la determinación del área de contacto

Fig. 2-12 Límites de Condición Virtual y Resultante Usando el Concepto MMC – Elemento Interno

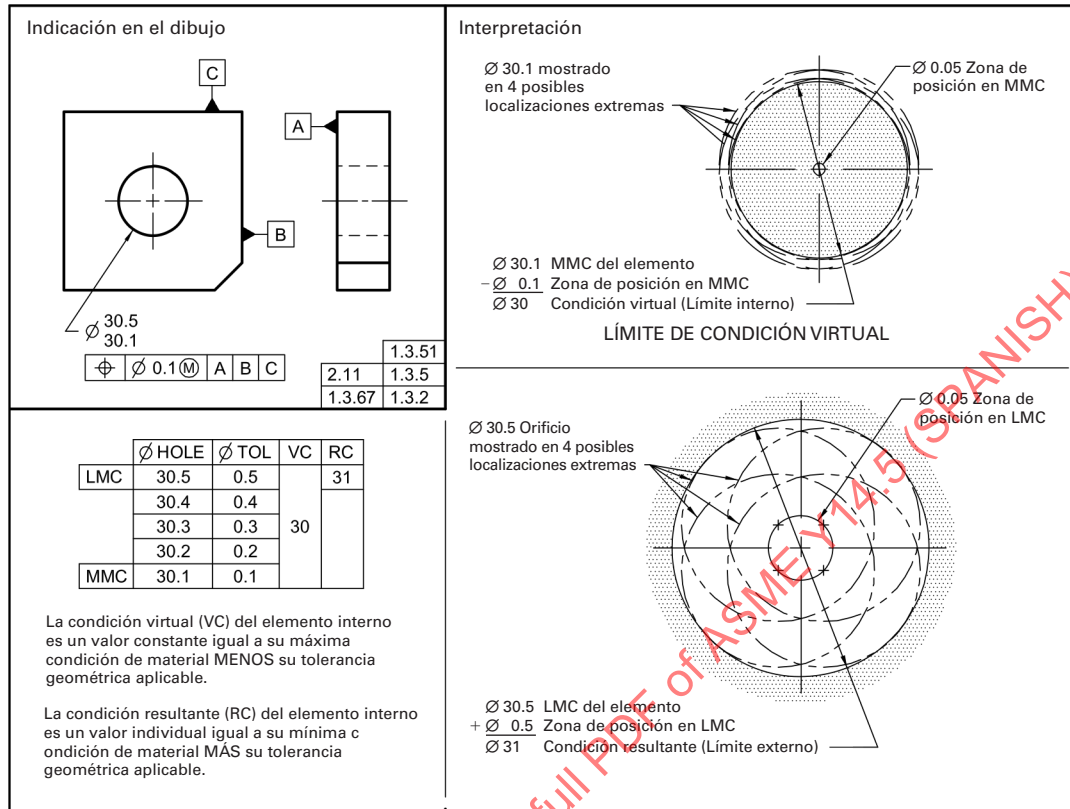


Fig. 2-13 Límites de Condición Virtual y Resultante Usando el Concepto LMC – Elemento Interno

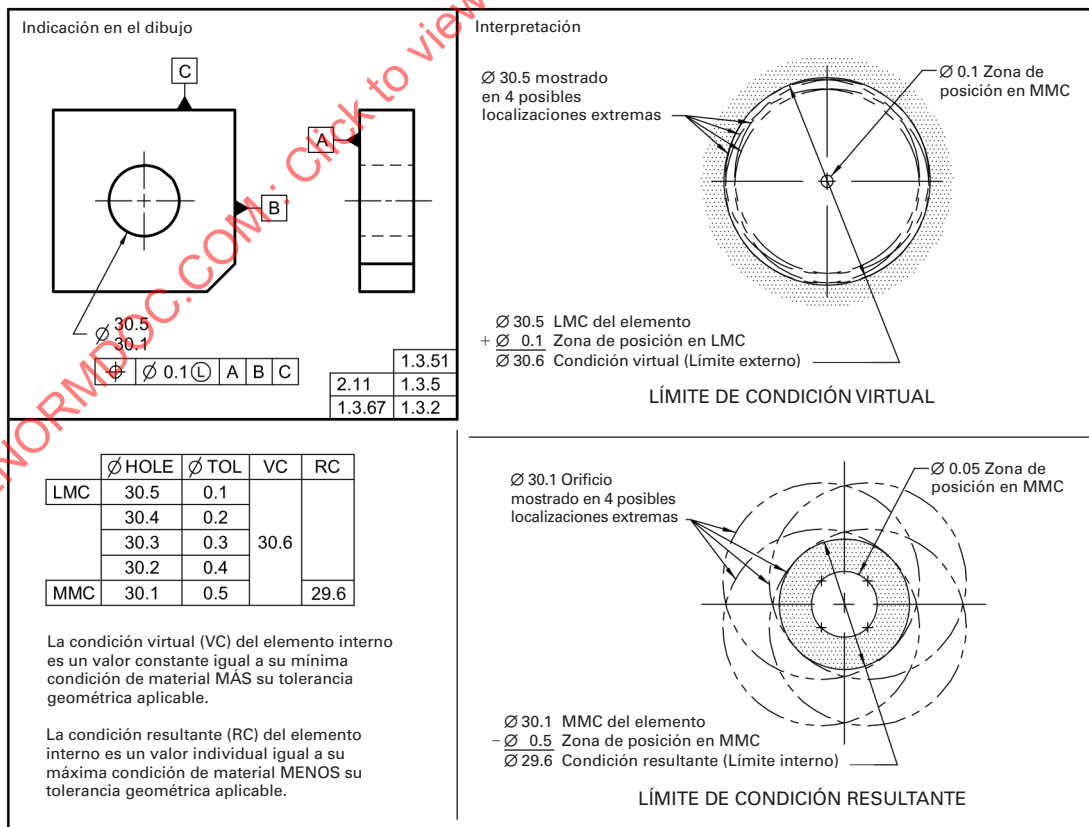


Fig. 2-14 Límites Internos y Externos Usando el Concepto RFS – Elemento Interno

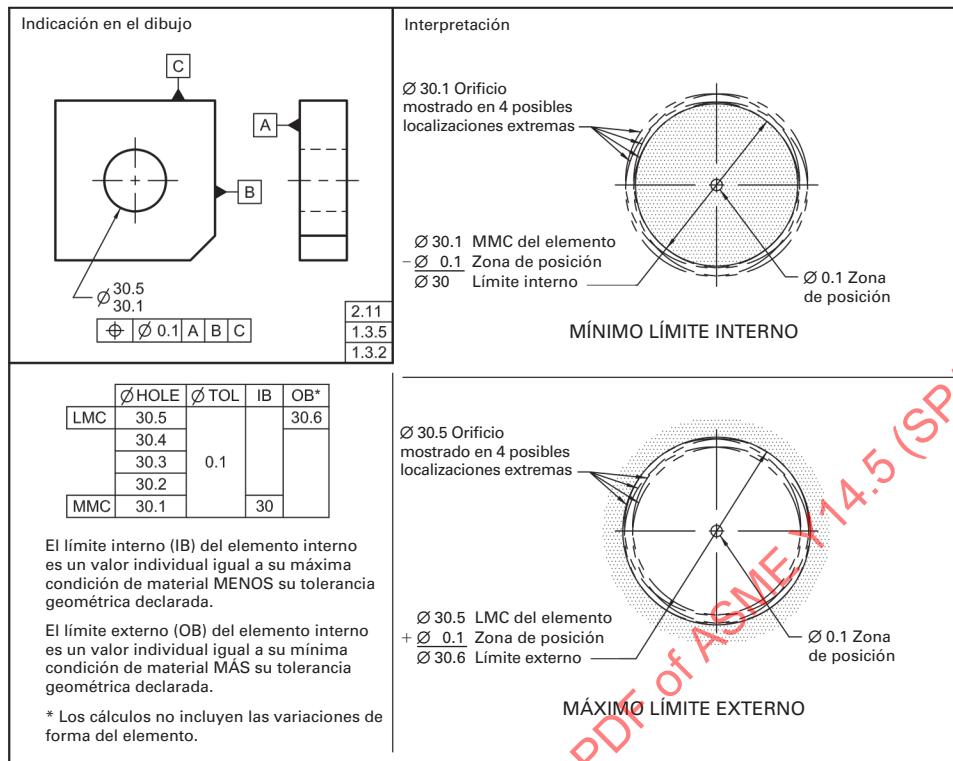


Fig. 2-15 Límites de Condición Virtual y Resultante Usando el Concepto MMC – Elemento Externo

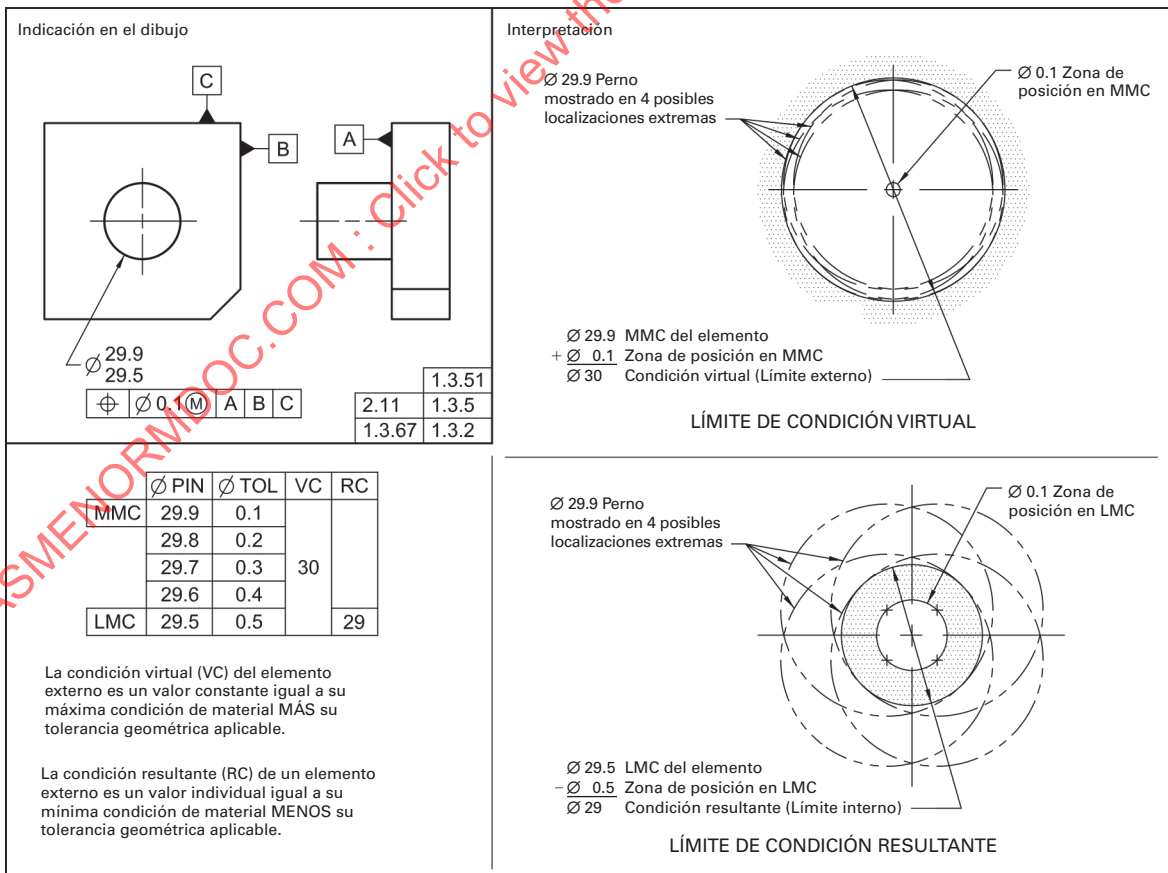


Fig. 2-16 Límites de Condición Virtual y Resultante Usando el Concepto LMC – Elemento Externo

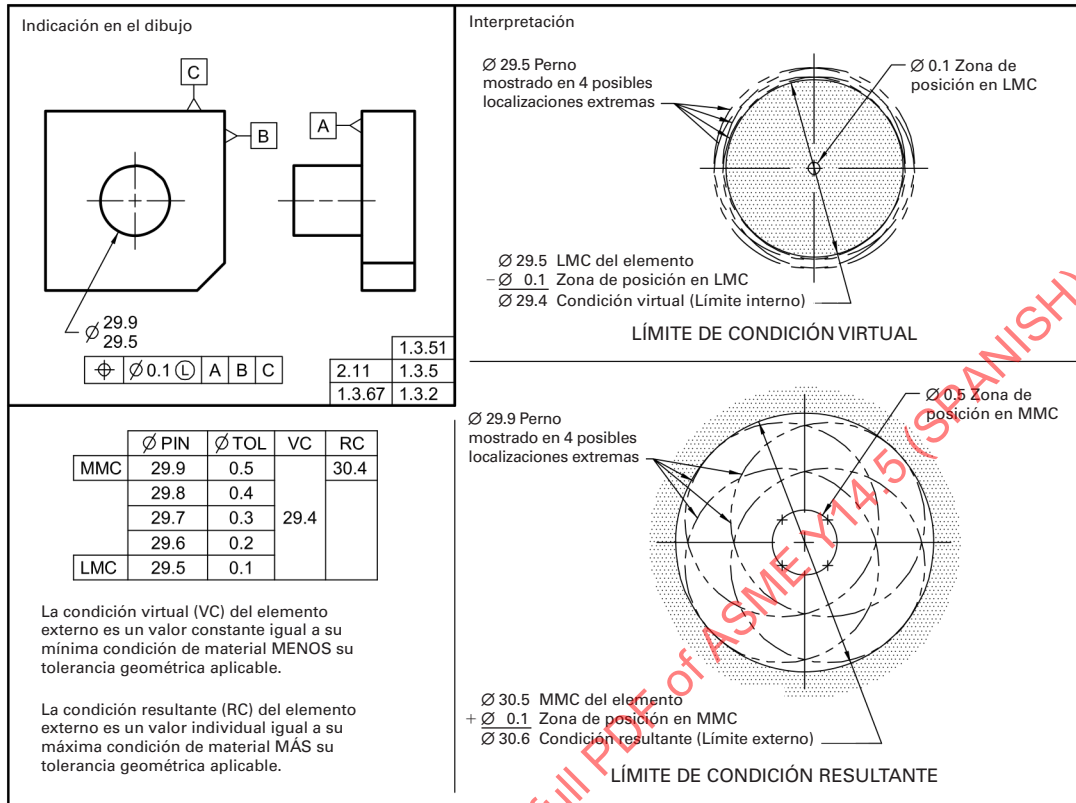


Fig. 2-17 Límites de Condición Internos y Externos Usando el Concepto RFS – Elemento Externo

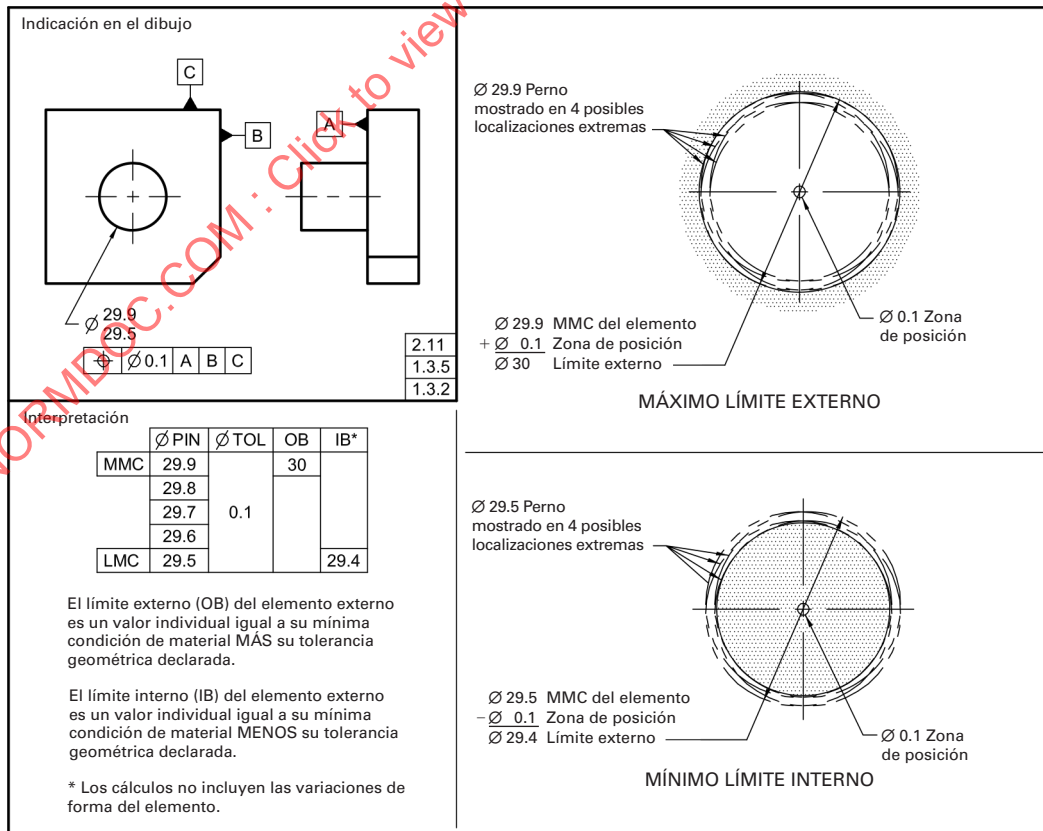
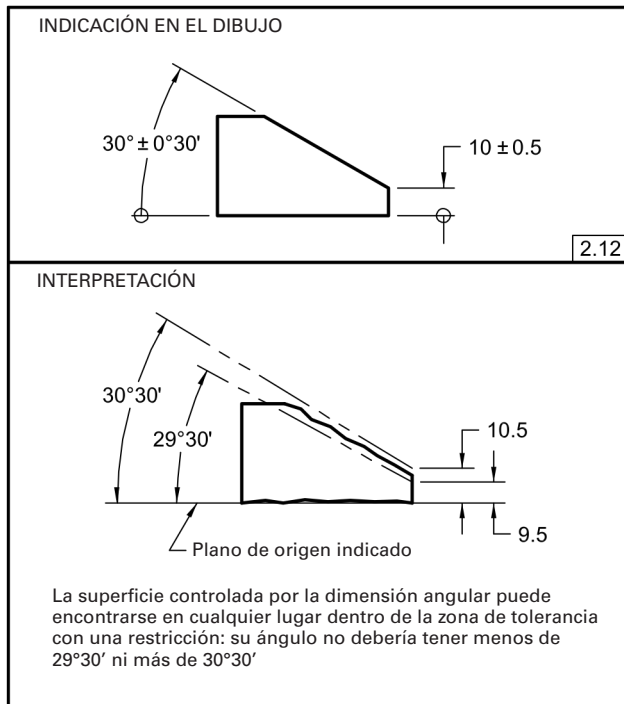


Fig. 2-18 Tolerancia de una Superficie Angular Usando una Combinación de Dimensiones Lineales y Angulares



garantizado, la conservación de la pared delgada y la alineación del orificio cuando se establecen los tamaños de los elementos de medición. Los efectos colectivos de RFS y las tolerancias aplicables deben ser tomados en consideración para determinar el control garantizado de un punto central, un elemento axial o un elemento de plano central. Consulte las Figuras 2-12 a 2-17.

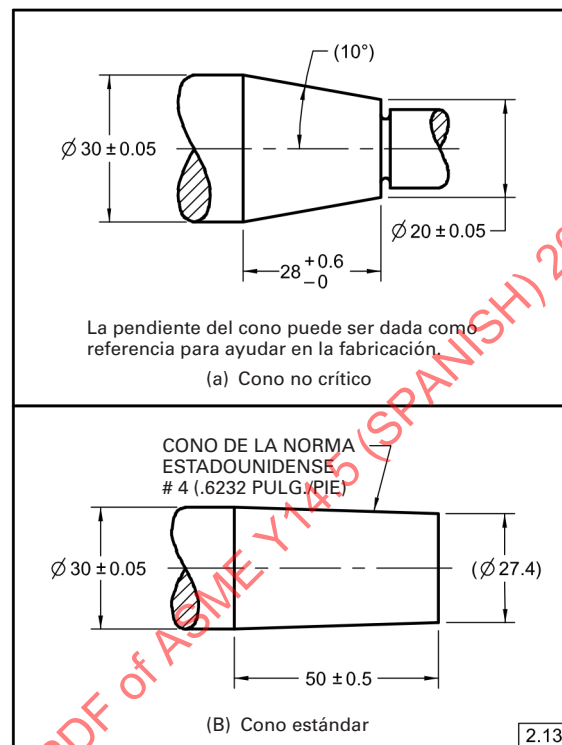
2.12 SUPERFICIES ANGULARES

Cuando una superficie angular está definida por una combinación de una línea con tolerancia directa y una dimensión angular, la superficie debería quedar dentro de una zona de tolerancia representada por dos planos no paralelos. Consulte la Figura 2-18. La zona de tolerancia se ampliará conforme se incremente la distancia desde el eje del ángulo. Cuando se desee una zona de tolerancia con límites paralelos, se puede utilizar la tolerancia de angularidad o la de perfil. Consulte la Figura 6-1 y las Secciones 6 y 8.

2.13 INCLINACIONES CÓNICAS

Los planos inclinados incluyen la categoría de conos para herramientas estándares que se usan en toda la industria herramental, clasificados como la serie de conos de gran abertura y de autosujeción de la norma estadounidense. Consulte ASME B5.10. Los conos para herramientas de la norma estadounidense, generalmente, se dimensionan especificando el nombre

Fig. 2-19 Especificación de conos



y el número de cono. Consulte la Figura 2-19, ilustración (b). El diámetro de la línea del medidor (gaje) y la longitud también pueden ser especificadas. El cono en pulgadas por pie y el diámetro del extremo pequeño pueden mostrarse como referencia. Una inclinación cónica también puede especificarse por medio de uno de los siguientes métodos:

(a) Un cono básico y un diámetro básico (consulte la Figura 2-21).

(b) Una tolerancia de tamaño combinada con una tolerancia de perfil de superficie aplicada al cono (consulte el párrafo 8.4.2).

(c) Un diámetro con tolerancia en ambos extremos de un cono y una tolerancia de longitud. Consulte la Figura 2-19, ilustración (a).

NOTA: El método descrito en el subpárrafo (c) es aplicable para los conos no críticos, como la transición entre diámetros de una flecha.

(d) Una tolerancia de perfil compuesta.

La inclinación cónica es la relación de la diferencia en los diámetros de dos secciones (perpendiculares al eje) de un cono respecto de la distancia entre estas secciones.

Así, cono = $(D - d)/L$.

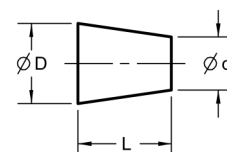
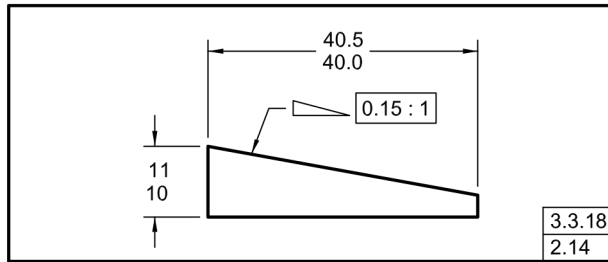
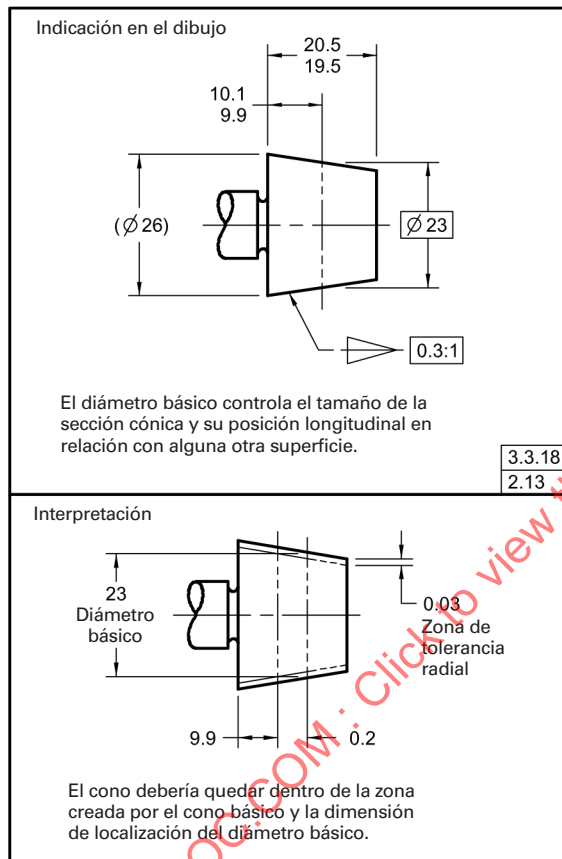
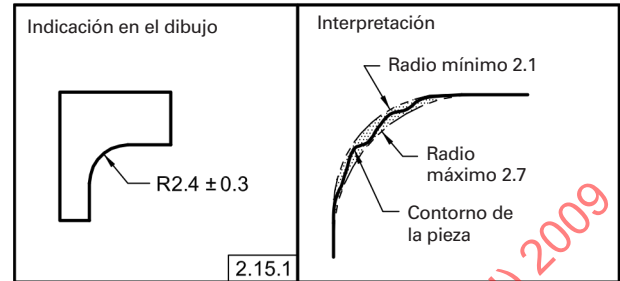
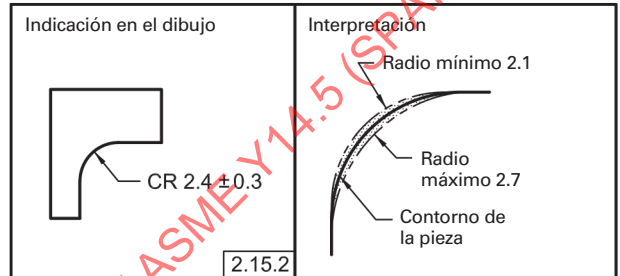


Fig. 2-20 Especificación de un Plano Inclinado**Fig. 2-21 Especificación de un Cono Básico y un Diámetro Básico**

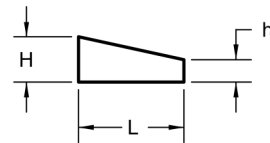
El símbolo para una inclinación cónica se muestra en la Figura 2-21.

2.14 PLANOS INCLINADOS

Un plano inclinado puede especificarse por una pendiente con tolerancia y una altura con tolerancia en uno de los extremos. Consulte la Figura 2-20. La pendiente puede ser especificada como la inclinación de una superficie expresada como la relación de la diferencia entre las alturas de cada extremo (arriba y en los ángulos rectos a una línea base) respecto de la distancia entre esas alturas.

Fig. 2-22 Especificación de un Radio**Fig. 2-23 Especificación de un Radio Controlado**

Así, pendiente = $(H - h) / L$.



El símbolo para la pendiente se muestra en la Figura 2-20.

2.15 RADIO

Un radio es cualquier línea recta que se extiende desde el centro hasta la periferia de un círculo o esfera.

2.15.1 Tolerancia de Radio

Un símbolo de radio, R, crea una zona definida por dos arcos (los radios mínimo y máximo). La superficie de la pieza debería quedar dentro de esta zona. Consulte la Figura la 2-22.

2.15.2 Tolerancia de Radio Controlado

Un símbolo de radio controlado, CR, crea una zona de tolerancia definida por dos arcos (radio mínimo y máximo) que son tangentes a las superficies adyacentes. Donde se especifica un radio controlado, el contorno de la pieza dentro de la zona de tolerancia de forma creciente debería ser una curva uniforme sin retrocesos. Es recomendable que el CR sea definido adicionalmente con una especificación de control de ingeniería. Además, los radios tomados en todos los puntos del contorno de la pieza no deben ser menores que el límite

Fig. 2-24 Tolerancia Estadística

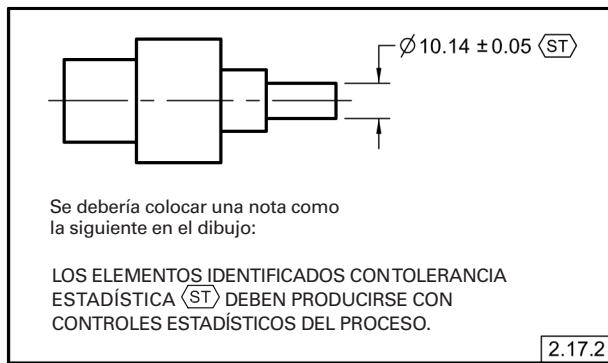
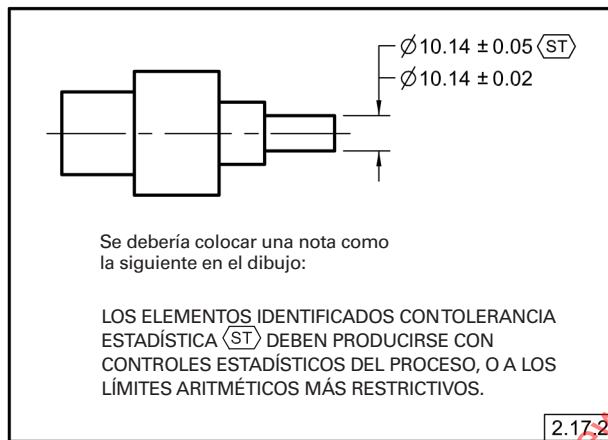


Fig. 2-25 Tolerancia Estadística con Límites Aritméticos



mínimo especificado ni mayores que el límite máximo. Consulte la Figura 2-23. Cuando sea necesario aplicar más restricciones al radio de la pieza, estas deberían ser especificadas en el dibujo o en el documento de referencia del dibujo.

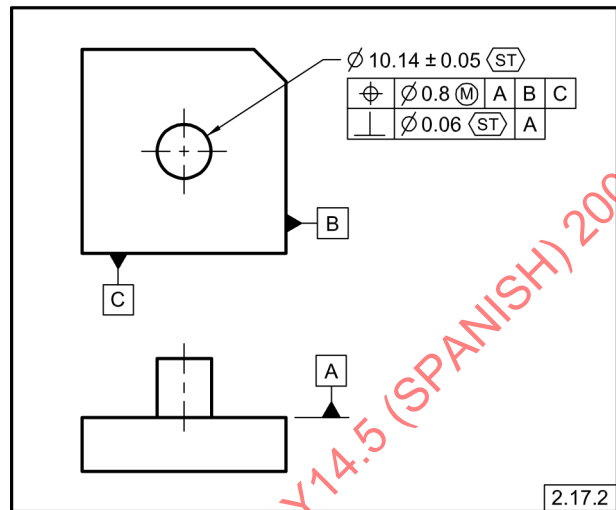
2.16 PLANO TANGENTE

Cuando se desee controlar un plano tangente establecido por los puntos de contacto de una superficie, se debería añadir el símbolo de plano tangente al marco de control del elemento después de la tolerancia declarada. Consulte la Figura 6-18. Si el plano tangente es inestable puede ser optimizado. Consulte el párrafo 4.11.2 y ASME Y14.5.1M.

2.17 TOLERANCIA ESTADÍSTICA

La tolerancia estadística es la asignación de tolerancias a los componentes relacionados de un ensamble sobre la base de estadísticas sólidas (tal como la tolerancia de ensamble es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las tolerancias individuales).

Fig. 2-26 Tolerancia Estadística con Controles Geométricos



2.17.1 Aplicación en Ensamblajes

Las tolerancias asignadas a los componentes de un ensamble se determinan dividiendo aritméticamente las tolerancias del ensamble entre los componentes individuales del ensamble. Cuando las tolerancias asignadas por apilamiento aritmético son restrictivas, se pueden utilizar tolerancias estadísticas para incrementar las tolerancias individuales de los elementos. La tolerancia incrementada puede reducir los costos de fabricación, pero solamente debería ser empleada donde se esté utilizando un control estadístico del proceso apropiado. Para esta aplicación, consulte las estadísticas apropiadas o los manuales de ingeniería de diseño.

2.17.2 Identificación

Las tolerancias estadísticas en dimensiones son designadas como se ilustra en las Figuras 2-24 a 2-26.

(a) Una nota como la siguiente se debería incluir en el dibujo: “LOS ELEMENTOS IDENTIFICADOS COMO TOLERANCIAS ESTADÍSTICAS $\langle ST \rangle$ DEBEN PRODUCIRSE CON CONTROLES ESTADÍSTICOS DEL PROCESO”. Consulte la Figura 2-24.

(b) Puede ser necesario designar los límites estadísticos y los límites aritméticos de apilamiento donde la dimensión tenga la posibilidad de ser producida sin control estadístico del proceso (SPC, por sus siglas en inglés). Una nota como la siguiente se debería incluir en el dibujo: “LOS ELEMENTOS IDENTIFICADOS CON TOLERANCIAS ESTADÍSTICAS $\langle ST \rangle$ DEBEN PRODUCIRSE CON CONTROLES ESTADÍSTICOS DEL PROCESO, O A LOS LÍMITES ARITMÉTICOS MÁS RESTRICTIVOS”. Consulte la Figura 2-25.

PRECAUCIÓN: Cuando se utilice el símbolo de tolerancia estadística, se deben especificar los índices estadísticos necesarios.

Sección 3 Simbología

3.1 GENERAL

Esta sección establece los símbolos que se utilizarán para especificar características geométricas y otros requisitos dimensionales en dibujos de ingeniería. Los símbolos deben ser de calidad suficiente para cumplir con los requisitos de legibilidad y reproducibilidad de ASME Y14.2M. Los símbolos se deben utilizar únicamente como se describe aquí.

3.2 USO DE NOTAS PARA COMPLEMENTAR SÍMBOLOS

Pueden surgir situaciones en las cuales los requisitos geométricos deseados no pueden ser transmitidos en su totalidad por medio de la simbología. En estos casos, se pueden utilizar una nota para describir los requisitos, puede hacerse por separado o para complementar un símbolo geométrico. Consulte las Figuras 6-16, 6-17 y 7-54.

3.3 CONSTRUCCIÓN DE SÍMBOLOS

La información pertinente a la construcción, forma y proporción de cada símbolo que se describe aquí se encuentra en el Apéndice No Obligatorio C.

3.3.1 Símbolos de Características Geométricas

Los medios simbólicos para indicar características geométricas se muestran en la Figura 3-1.

3.3.2 Símbolo del Elemento Datum

El símbolo para indicar un elemento datum consiste de una letra mayúscula dentro de un marco cuadrado o rectangular y una flecha que se extiende desde el marco hasta el elemento, terminando en un triángulo. El triángulo puede estar relleno o no. Consulte la Figura 3-2. Se deberían utilizar las letras del alfabeto (excepto las letras I, O y Q) para identificar los datums. Cada elemento datum de una pieza que requiera identificación debería tener asignado una letra diferente. Cuando los elementos datum que requieren identificación en un dibujo son tan numerosos como para acabar el alfabeto, se debería utilizar el alfabeto doble (AA hasta AZ, BA hasta BZ, etc.) dentro de un marco rectangular. Cuando se repite el mismo símbolo de elemento datum para identificar el mismo elemento en otras localizaciones del dibujo, no es necesario identificarlo como referencia. El

símbolo del elemento datum se aplica al contorno de la superficie del elemento, a una línea de extensión, línea de dimensión o a un marco de control del elemento de la siguiente manera:

(a) Cuando el elemento datum es la superficie misma o está en una flecha dirigida al elemento, el símbolo se coloca en el contorno de la superficie del elemento o en una línea de extensión del contorno, separado claramente de la línea de dimensión. En los dibujos ortográficos de 2D donde el elemento datum no está en una superficie visible, la flecha puede mostrarse como una línea interrumpida. Consulte la Figura 3-3.

(b) Cuando el datum es un eje o plano central, el símbolo se coloca en la línea de dimensión o en una extensión de la línea de dimensión del elemento de tamaño. Si no hay suficiente espacio para las dos flechas, una de ellas puede reemplazarse por el triángulo del elemento datum. Consulte las Figuras 3-4, ilustraciones (a) a (c), (f) y (h); 4-33 y 4-35, ilustraciones (c) y (d).

(c) Cuando el datum es un eje, el símbolo se coloca en el contorno de la superficie del elemento cilíndrico o en una línea de extensión del contorno del elemento, separado de la dimensión de tamaño. Para los archivos de datos digitales, el triángulo puede ser tangente al elemento. Consulte la Figura 3-4, ilustraciones (e) y (g).

(d) Para dimensiones de tamaño, se coloca en la porción horizontal de una línea de dimensión. Consulte las Figuras 3-4, ilustración (d); 4-33 y 4-35, ilustraciones (a) y (b).

(e) Se coloca fijado al marco de control del elemento por arriba o abajo. Consulte el párrafo 3.4.6 y las Figuras 3-5 y 3-27.

(f) Se coloca fijado a una cadena que indica un elemento datum parcial. Consulte la Figura 4-27.

3.3.3 Símbolo de Datum Objetivo

El símbolo para indicar un datum objetivo es un círculo dividido horizontalmente en dos mitades. La mitad inferior contiene la letra que identifica al datum asociado, seguida por un número asignado secuencialmente empezando por el 1 para cada datum. Consulte las Figuras 3-6 y 4-48. Una línea radial unida al símbolo se dirige hacia un punto, una línea objetivo o un área objetivos, según corresponda. Consulte el párrafo 4.24.1. Cuando el datum objetivo es un área, el tamaño y forma del área (contraparte geométrica verdadera) se coloca en la mitad superior del símbolo, de lo contrario,

Fig. 3-1 Símbolos de Características Geométricas

APLICACIÓN	TIPO DE TOLERANCIA	ELEMENTO	SÍMBOLO	PÁRRAFO
ELEMENTOS INDIVIDUALES	FORMA	RECTITUD	—	5.4.1
		PLANICIDAD		5.4.2
		CIRCULARIDAD		5.4.3
		CILINDRICIDAD		5.4.4
ELEMENTOS INDIVIDUALES O RELACIONADOS	PERFIL	PERFIL DE UNA LÍNEA		8.2.1.2
		PERFIL DE UNA SUPERFICIE		8.2.1.1
ELEMENTOS RELACIONADOS	ORIENTACIÓN	ANGULARIDAD		6.3.1
		PERPENDICULARIDAD		6.3.3
		PARALELISMO		6.3.2
	LOCALIZACIÓN	POSICIÓN **		7.2
		CONCENTRICIDAD		7.6.4
		SIMETRÍA		7.7.2
	OSCILACIÓN	OSCILACIÓN CIRCULAR		9.4.1
		OSCILACIÓN TOTAL		9.4.2
* Las flechas pueden o no ser rellenas ** Pueden ser o no ser relacionadas				3.3.1

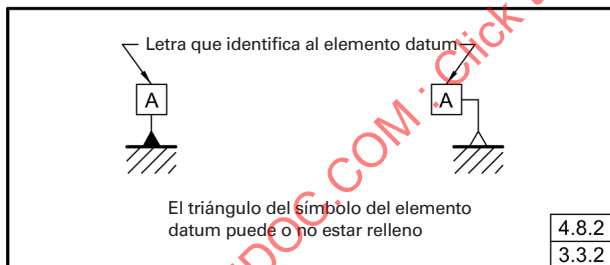
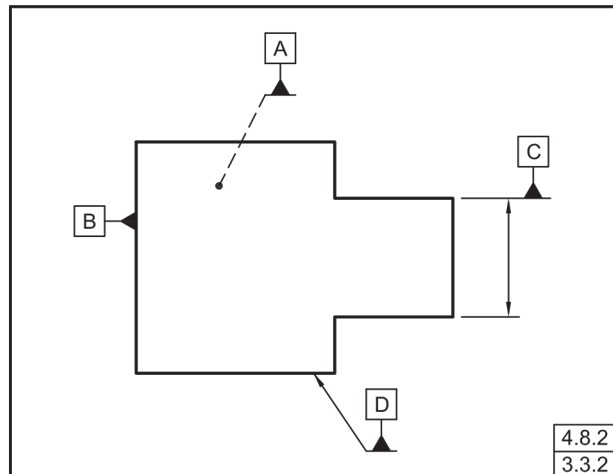
Fig. 3-2 Símbolo del Elemento Datum**Fig. 3-3 Símbolos de Elementos Datum en una Superficie de Elemento y una Línea de Extensión**

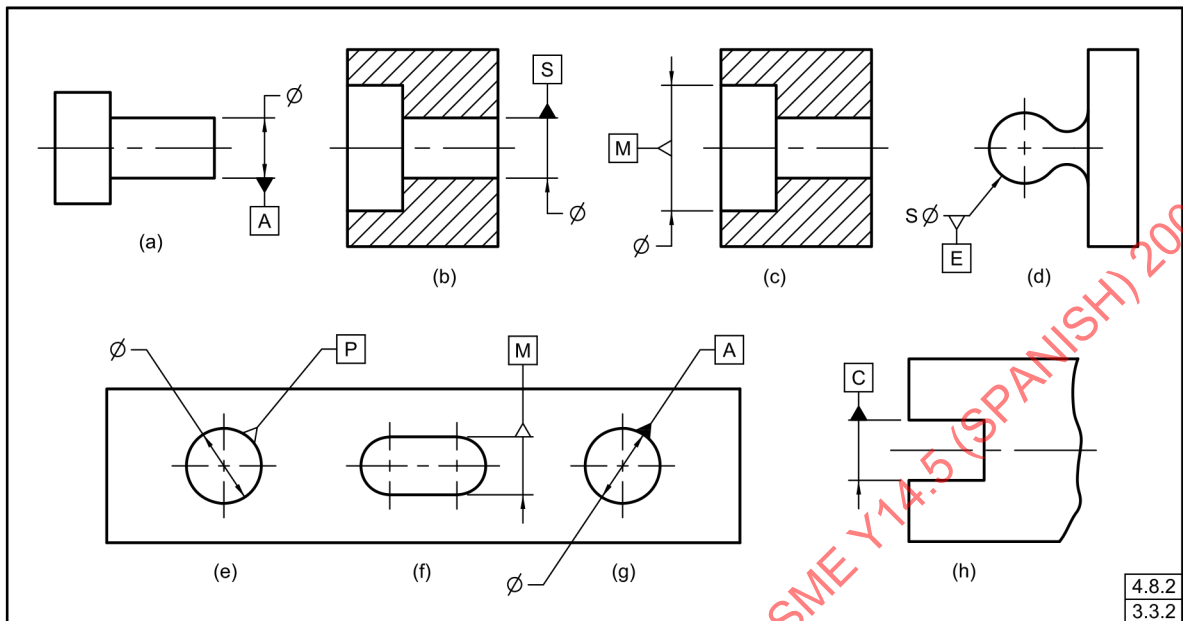
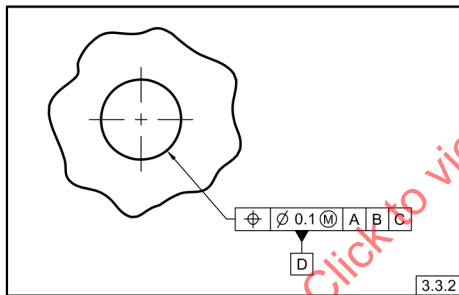
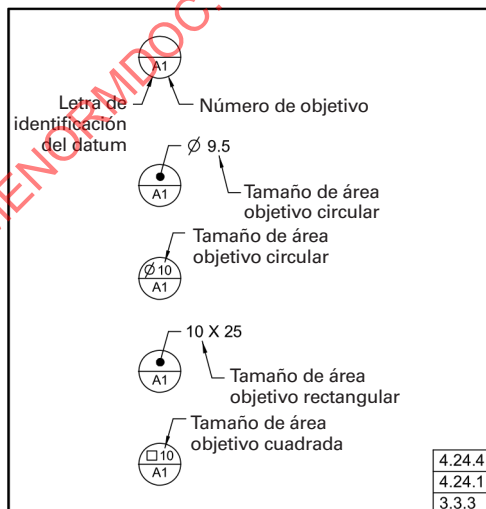
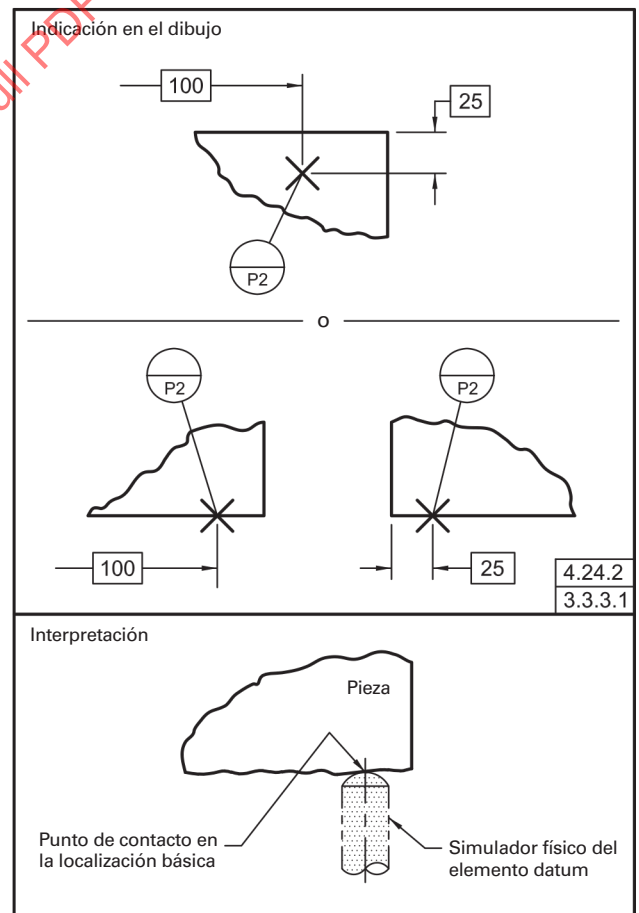
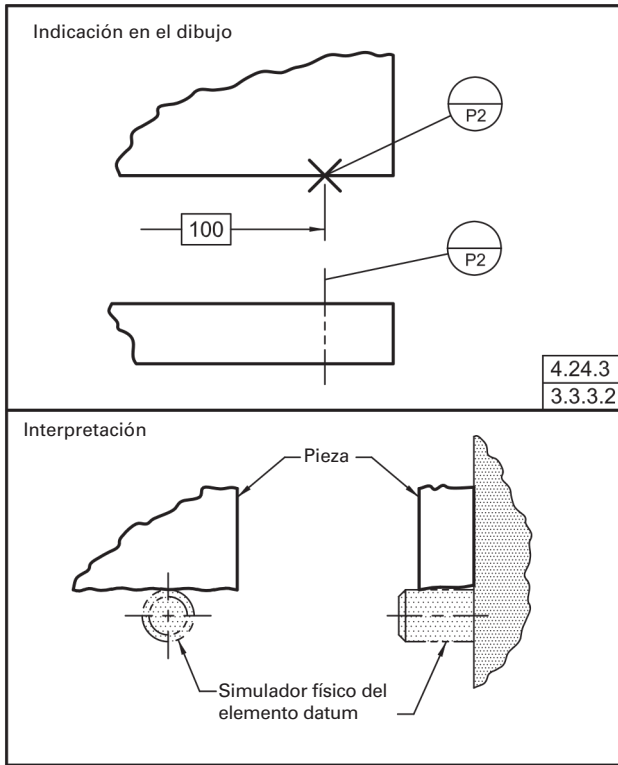
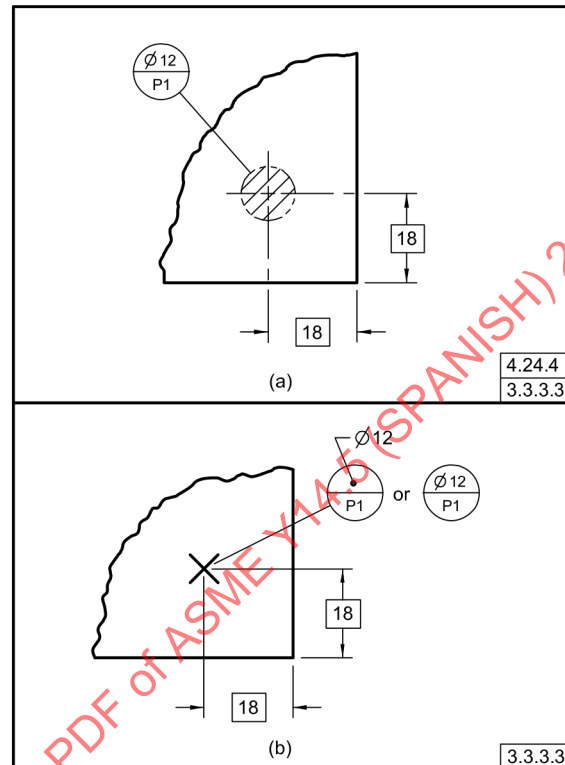
Fig. 3-4 Localización de Símbolos de Elementos Datum en Elementos de Tamaño**Fig. 3-5 Localización de un Símbolo de Elemento Datum en Conjunto con un Marco de Control del Elemento****Fig. 3-6 Ejemplos de Símbolos del Elemento Datum Objetivo****Fig 3-7 Datum objetivo de punto**

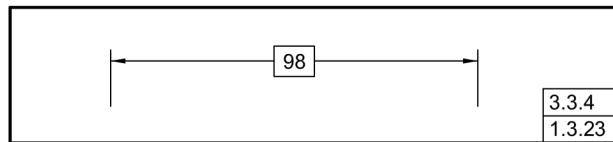
Fig 3-8 Datum objetivo de línea**Fig. 3-9 Datum Objetivo de Área**

la mitad superior se deja en blanco. Si no hay suficiente espacio dentro del compartimiento, el tamaño y la forma del área pueden colocarse fuera y conectarse al compartimiento por medio de una flecha terminando con un punto. Consulte la Figuras 3-6 y 4-42.

3.3.3.1 Datum Objetivo de Punto. Un datum objetivo de punto se indica a través del símbolo de punto objetivo y dimensionalmente se coloca en una vista directa de la superficie. Cuando no haya una vista directa, la localización del punto se dimensiona en dos vistas adyacentes. Consulte figura 3-7.

3.3.3.2 Datum Objetivo de Línea. Un datum objetivo de línea se indica por medio del símbolo de datum objetivo de punto en una vista donde se muestre el borde de la superficie, en una línea fantasma en la vista directa o en las dos. Consulte Figura 3-8. Cuando es necesario controlar la longitud del datum objetivo de línea, se dimensionan su longitud y localización.

3.3.3.3 Datum Objetivo de Área. Cuando se determine que es necesario un área o unas áreas de contacto para garantizar el establecimiento de un datum (es decir, cuando pernos esféricos o puntiagudos sean inadecuados) se especifica un área de la forma deseada. El área del datum objetivo se indica por medio de líneas de sección dentro del contorno en líneas fantasma con la forma deseada y dimensiones de control. El diámetro de áreas circulares se indica en la mitad superior del

Fig. 3-10 Aplicación del Símbolo de Dimensión Básica

símbolo de datum objetivo específico. Consulte la Figura 3-9, ilustración (a). Donde resulte impráctico dibujar un área circular objetivo, se puede utilizar el método de indicación que se muestra en la Figura 3-9, ilustración (b).

3.3.4 Símbolo de Dimensión Básica

El símbolo para indicar una dimensión básica será como se muestra en la Figura 3-10.

3.3.5 Símbolos de Condición de Material/Límites

El símbolo para indicar "en condición de material máximo" o "en el límite de material máximo", "en condición de material mínimo" o "en el límite de material mínimo", será como se muestra en la Figuras 3-11 y 4-5.

3.3.6 Símbolo de Zona de Tolerancia Proyectada

El símbolo para indicar una zona de tolerancia proyectada será como se muestra en las Figuras 3-11, 7-21, y 7-22.

Fig. 3-11 Símbolos Modificadores

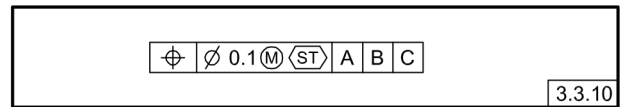
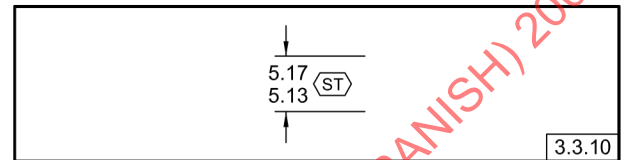
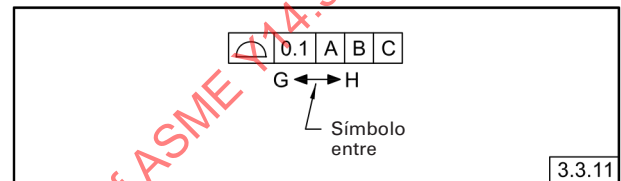
TÉRMINO	SÍMBOLO	PÁRRAFO
MÁXIMA CONDICIÓN DE MATERIAL (Al aplicarse al valor de una tolerancia) LÍMITE DE MATERIAL MÁXIMO (Al aplicarse a un datum de referencia)	$\textcircled{M}$	3.3.5
MÍNIMA CONDICIÓN DE MATERIAL (Al aplicarse al valor de una tolerancia) LÍMITE DE MATERIAL MÍNIMO (Al aplicarse a un datum de referencia)	$\textcircled{L}$	3.3.5
TRASLACIÓN	$\triangleright$	3.3.26
ZONA DE TOLERANCIA PROYECTADA	$\textcircled{P}$	3.3.6
ESTADO LIBRE	$\textcircled{F}$	3.3.20
PLANO TANGENTE	$\textcircled{T}$	3.3.21
PERFIL DISPUESTO DESIGUALMENTE	$\textcircled{U}$	3.3.22
INDEPENDENCIA	$\textcircled{I}$	3.3.24
TOLERANCIA ESTADÍSTICA	$\textcircled{ST}$	3.3.10
ELEMENTO CONTINUO	$\textcircled{CF}$	3.3.23
DIÁMETRO	$\varnothing$	3.3.7
DIÁMETRO ESFÉRICO	$S\varnothing$	3.3.7
RADIO	R	3.3.7
RADIO ESFÉRICO	SR	3.3.7
RADIO CONTROLADO	CR	3.3.7
CUADRADO	$\square$	3.3.16
REFERENCIA	()	3.3.8
LONGITUD DE ARCO	$\frown$	3.3.9
ORIGEN DE LA DIMENSIÓN	$\phi \rightarrow$	3.3.17
ENTRE	$\longleftrightarrow$	3.3.11
TODO ALREDEDOR	$\rightarrow \bigcirc$	3.3.19
SOBRE TODO	$\rightarrow \bigoplus$	3.3.25

3.3.7 Símbolos de Diámetro y Radio

Los símbolos utilizados para indicar diámetro, diámetro esférico, radio, radio esférico y radio controlado serán como se muestran en la Figura 3-11. Estos símbolos anteceden el valor de la dimensión o tolerancia dadas como diámetro o radio, según correspondan. El símbolo y el valor no estarán separados por un espacio.

3.3.8 Símbolo de Referencia

El símbolo para indicar una dimensión u otra información dimensional como referencia será la dimensión (o información dimensional) encerrada entre paréntesis. Consulte las Figuras 2-3 y 3-11. En notas escritas, los paréntesis retienen su interpretación

Fig. 3-12 Indicación de que la Tolerancia Especificada es una Tolerancia Geométrica Estadística**Fig. 3-13 Símbolo de Tolerancia Estadística****Fig. 3-14 Símbolo Entre**

gramatical, a menos que se indique lo contrario. Cuando es necesario definir dimensiones o información dimensional como referencia en una nota, se debería utilizar el término "REFERENCIA" o su abreviación "REF."

3.3.9 Símbolo de Longitud de Arco

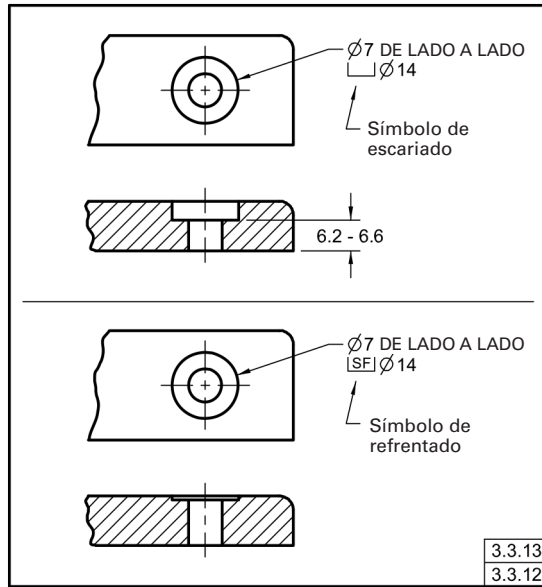
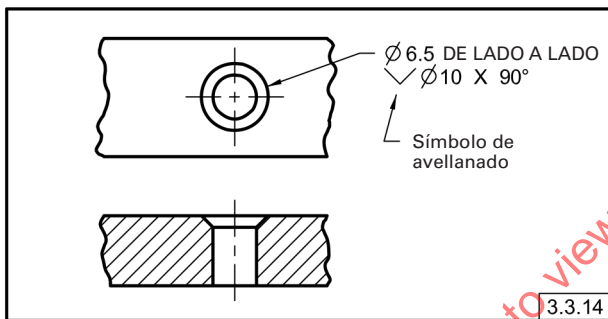
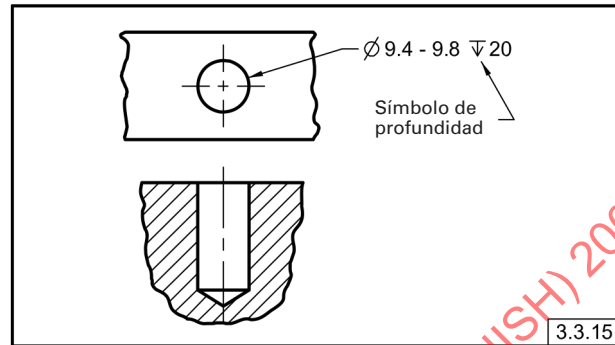
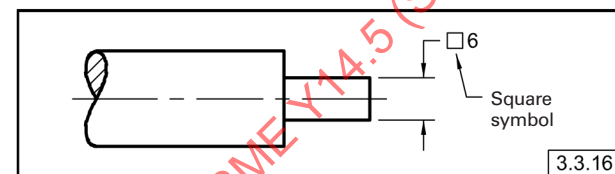
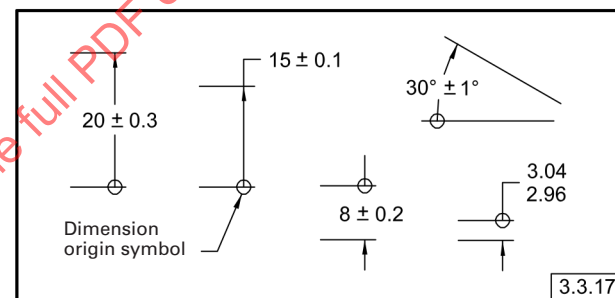
El símbolo para indicar que una dimensión es una longitud de arco medida en un contorno curvo será como se muestra en la Figura 3-11. El símbolo se coloca arriba de la dimensión y es aplicable a la superficie más cercana a la dimensión.

3.3.10 Símbolo de Tolerancia Estadística

El símbolo para indicar que una tolerancia está basada en tolerancias estadísticas será como se muestra en la Figura 3-11. Si la tolerancia es una tolerancia geométrica estadística, el símbolo se coloca dentro del marco de control del elemento, después de la tolerancia indicada y de cualquier modificador. Consulte la Figura 3-12. Si la tolerancia es una tolerancia de tamaño estadística, el símbolo será colocado adyacente a la dimensión de tamaño. Consulte la Figura 3-13.

3.3.11 Símbolo Entre

El símbolo para indicar que una tolerancia u otra especificación se aplican a múltiples elementos o a un segmento de un elemento limitado entre extremos designados se muestra en la Figuras 3-11, 3-14, 8-6 y 8-7. La flecha del marco de control del elemento se dirige hacia la porción del elemento a la cual la tolerancia es aplicable. En la Figura 3-14, por ejemplo, la tolerancia

Fig. 3-15 Símbolos de Escariado o Refrentado**Fig. 3-16 Símbolo de Avellanado****Fig. 3-17 Símbolo de Profundidad****Fig. 3-18 Símbolo de Cuadrado****Fig. 3-19 Símbolo de Origen de la Dimensión**

se aplica únicamente entre G y H. G y H pueden ser puntos, líneas o elementos.

3.3.12 Símbolo de Escariado

El símbolo para indicar un escariado será como se muestra en las Figuras 1-37 y 3-15. El símbolo antecede, sin espacio, la dimensión del escariado

3.3.13 Símbolo de Refrentado

El símbolo para indicar un refrentado será como se muestra en las Figuras 1-41 y 3-15. El símbolo antecede, sin espacio, la dimensión del refrentado.

3.3.14 Símbolo de Avellanado

El símbolo para indicar un avellanado será como se muestra en la Figura 3-16. El símbolo antecede, sin espacio, la dimensión del avellanado.

3.3.15 Símbolo de Profundidad

El símbolo para indicar que una dimensión aplica a la profundidad de un elemento antecede la dimensión con el símbolo de profundidad, como se muestra en la

Figura 3-17. El símbolo y el valor no están separados por un espacio.

3.3.16 Símbolo de Cuadrado

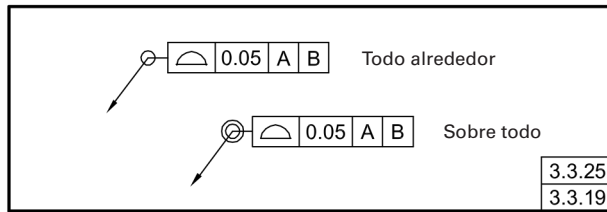
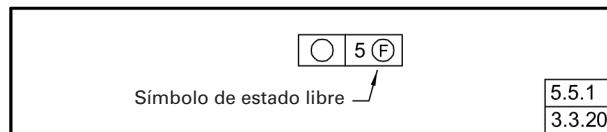
El símbolo para indicar que una sola dimensión aplica a una forma cuadrada antecede la dimensión con el símbolo de cuadrado, como se muestra en la Figura 3-11. El símbolo y el valor no están separados por un espacio.

3.3.17 Símbolo de Origen de la Dimensión

El símbolo para indicar que una dimensión con tolerancia entre dos elementos se origina en uno de ellos y no del otro será como se muestra en las Figuras 2-5 y 3-11 y 3-19.

3.3.18 Símbolos de Inclínación y Pendiente

Los símbolos para indicar una inclinación cónica y un plano inclinado serán como se muestra en las Figuras 2-20 y 2-21. Estos símbolos se mostrarán con el cateto vertical hacia la izquierda.

Fig. 3-20 Aplicaciones de Símbolos Todo Alrededor y Sobre Todo**Fig. 3-21 Marco de Control del Elemento con el Símbolo de Estado Libre****3.3.19 Símbolo de Todo Alrededor**

El símbolo para indicar que una tolerancia de perfil se aplica a superficies todo alrededor del perfil verdadero en la vista en que se muestra es un círculo colocado en la unión de la flecha del marco de control del elemento. Consulte las Figuras 3-11, 3-20 y 8-12.

3.3.20 Símbolo de Estado Libre

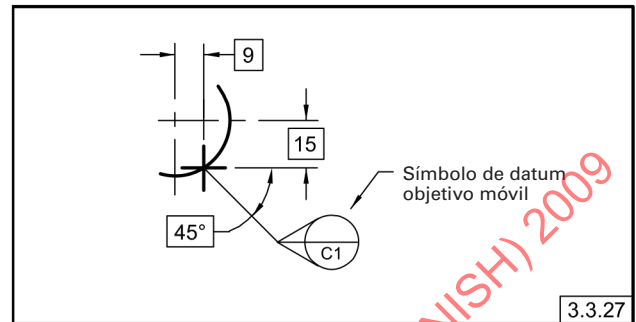
Para los elementos o los elementos datum de referencia sujetos a variación en estado libre, tal como define en el párrafo 5.5, el símbolo para indicar que la tolerancia geométrica o elemento datum se aplica en su "estado libre" se muestra en la Figuras 3-1 y 3-21. Cuando el símbolo se aplica dentro del marco de control del elemento, se colocará después de la tolerancia indicada y de cualquier modificador. Cuando el símbolo se aplica a un elemento datum de referencia, se colocará después del elemento datum de referencia y de cualquier modificador.

3.3.21 Símbolo de Plano Tangente

El símbolo para indicar un plano tangente será como se muestra en la Figura 3-11. El símbolo se coloca en el marco de control del elemento después de la tolerancia indicada, como se muestra en la Figura 6-18. Consulte los párrafos 1.3.45 y 6.5.

3.3.22 Símbolo de Perfil Dispuesto Desigualmente

Este símbolo indica una tolerancia de perfil unilateral o dispuesto desigualmente. El símbolo será colocado en el marco de control del elemento después de la tolerancia indicada, como se muestra en las Figuras 3-11, 8-1 a 8-3, y el párrafo 8.3.1.2.

Fig. 3-22 Aplicación del Símbolo de Datum Objetivo Móvil**3.3.23 Símbolo de Elemento Continuo**

Este símbolo indica que un grupo de dos o más elementos interrumpidos son un solo elemento. Consulte las Figuras 2-8 a 2-10 y 3-11, y el párrafo 2.7.5.

3.3.24 Símbolo de Independencia

Este símbolo indica que no se requiere la forma perfecta de un elemento de tamaño en MMC o LMC. El símbolo será colocado junto a la dimensión apropiada o nota. Consulte la Figura 3-11 y el párrafo 2.7.3.

3.3.25 Símbolo "Sobre Todo"

Este símbolo indica que una tolerancia de perfil u otra especificación se aplicarán sobre todo el perfil tridimensional de una pieza. Consulte las Figuras 3-11, 3-20 y 8-8, y el párrafo 8.3.1.6.

3.3.26 Símbolo de traslación de datum

Este símbolo indica que un simulador de un elemento datum no está fijo en su localización básica y se lo podrá trasladar de manera libre. Consulte las Figuras 3-11, 4-19, y 4-32, ilustración (b), y el párrafo 4.11.10.

3.3.27 Símbolo de Datum Objetivo Móvil

Este símbolo indica que un datum objetivo no está fijo en su localización básica y que se puede trasladar. Consulte las Figuras 3-22, 4-47, 4-49 y el párrafo 4.24.6.

3.3.28 Símbolo de Textura de la Superficie

Consulte ASME Y14.36M para consultar más información sobre la manera simbólica de especificar la textura de la superficie.

3.3.29 Símbolos para Límites y Ajustes

Consulte el párrafo 2.2.1 para consultar más información sobre la manera simbólica de especificar los límites y ajustes métricos.

Fig. 3-23 Marco de Control del elemento

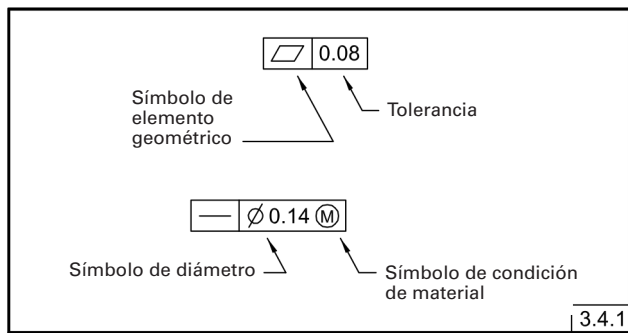
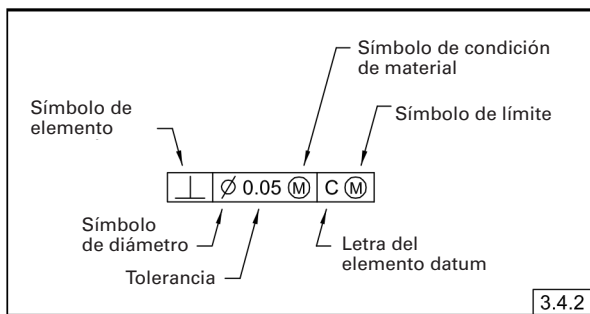


Fig. 3-24 Marco de Control de elemento con elemento datum de referencia



3.3.30 Símbolo de marco de referencia datum

El símbolo de marco de referencia datum consiste de símbolos de las coordenadas X, Y y Z que se aplican a los ejes del marco de referencia datum. Consulte las Figuras 4-1 y 4-2.

3.4 SÍMBOLOS DE MARCO DE CONTROL DE ELEMENTO

Los símbolos de características geométricas, el valor de la tolerancia, los modificadores y las letras identificadoras de elementos datum, según corresponda, se combinan en un marco de control del elemento para expresar una tolerancia geométrica.

3.4.1 Marco de Control del Elemento

Un marco de control del elemento es un rectángulo dividido en compartimientos que contienen el símbolo de característica geométrica seguido por el valor de la tolerancia o descripción, modificadores y cualquier elemento datum de referencia aplicable. Consulte las Figuras 3-23, 4-2 y 7-4. Donde aplique, la tolerancia está precedida por el símbolo de diámetro o diámetro esférico y seguida por un modificador de condición material.

3.4.2 Marco de control del Elemento con un Elemento Datum de Referencia

Cuando una tolerancia geométrica está relacionada con un datum, esta relación se indica ingresando la letra

Fig. 3-25 Orden de precedencia de los datums de referencia

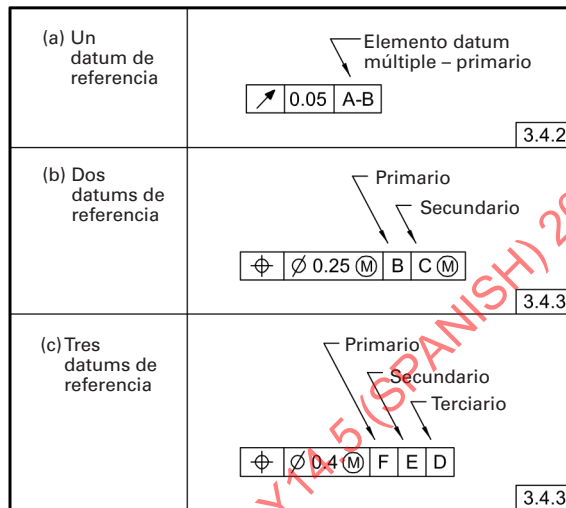
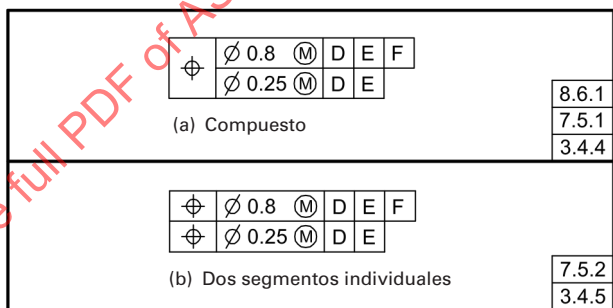


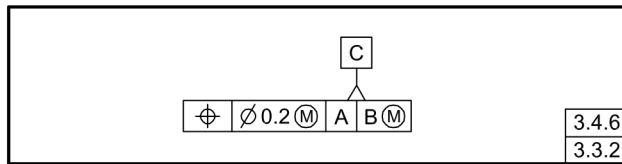
Fig. 3-26 Marcos de Control Múltiples



de referencia del elemento datum en un compartimiento después de la tolerancia. Donde aplique, la letra de referencia del elemento datum está seguida por un modificador de límite de material. Consulte la Figura 3-24. Cuando un datum está establecido por dos o más elementos datum (por ejemplo, un eje establecido por dos elementos datum) todas las letras de referencia del elemento datum, separadas por un guion, se colocan en un mismo compartimiento. Según aplique, cada letra de elemento de referencia se coloca antes de un modificador de límite de material. Consulte las Figuras 3-25, ilustración (a), 4-25 y el párrafo 4.12.2.

3.4.3 Marco de control del elemento con Dos o Tres Referencias de Elemento Datum

Cuando se requiera más de un datum, las letras de referencia del elemento datum (cada una seguida por un modificador de límite de material, donde aplique) se colocan en compartimientos separados en el orden de precedencia, de izquierda a derecha. Consulte la Figura 3-25, ilustraciones (b) y (c). Las letras de referencia del elemento datum no necesitan estar en orden alfabético en el marco de control del elemento.

Fig. 3-27 Marco de Control de Elemento Combinado y Símbolo de Elemento Datum**3.4.4 Marco de control del Elemento Compuesto**

Un marco de control del elemento compuesto contiene una sola entrada de símbolo de característica geométrica (posición o perfil) seguida de cada requisito de tolerancia y datum, uno sobre el otro. Consulte la Figura 3-26, ilustración (a), y los párrafos 7.5.1 y 8.6.

3.4.5 Marcos de control del elemento de dos segmentos individuales

La manera simbólica de representar marcos de control del elemento de dos segmentos individuales es como se muestra en la Figura 3-26, ilustración (b). Consulte el párrafo 7.5.2 para consultar la manera de aplicar este control.

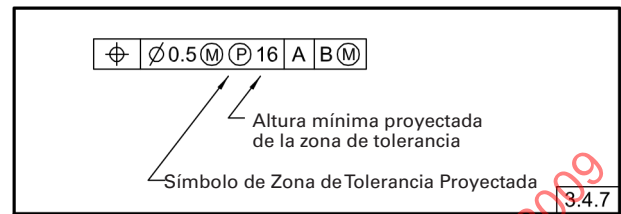
3.4.6 Combinación del marco de control del elemento y el símbolo de elemento datum

Cuando un elemento o patrón de elementos controlados por una tolerancia geométrica sirven también como elemento datum, el marco de control del elemento y el símbolo de elemento datum se pueden combinar. El símbolo de elemento datum puede fijarse al marco de control de elemento. Consulte la Figura 3-27. En el ejemplo de tolerancia de posición de la Figura 3-27, la posición de un elemento está controlada en relación a los datums A y B, y está identificada como elemento datum C.

3.4.7 Marco de control del elemento con zona de tolerancia proyectada

Cuando se especifique una tolerancia de orientación o posición como zona de tolerancia proyectada, el símbolo de zona de tolerancia proyectada se coloca en el marco de control del elemento, junto con la dimensión que indica la altura mínima de la zona de tolerancia. Este debería colocarse después de la tolerancia indicada y de cualquier modificador. Consulte las Figuras 3-28 y 7-21.

Cuando sea necesario para clarificación, la zona de tolerancia proyectada se indicará con una cadena, y la altura mínima de la zona de tolerancia se especificará en una vista de dibujo. En este caso, la dimensión de la altura se puede omitir del marco de control del elemento. Consulte la Figura 7-22.

Fig. 3-28 Marco de Control del Elemento con un Símbolo de Zona de Tolerancia Proyectada**3.5 COLOCACIÓN DEL MARCO DE CONTROL DE ELEMENTO**

Un marco de control del elemento está relacionado con el elemento considerado por uno de los siguientes métodos y tal como se muestra en la Figura 3-29:

(a) Localizando el marco por debajo de una nota dirigida con una flecha o dimensión de un elemento, o unido a estas.

(b) Uniendo una flecha desde el marco apuntando hacia el elemento.

(c) Uniendo un lado, una esquina o un extremo del marco a una línea de extensión desde el elemento, si es una superficie plana.

(d) Uniendo un lado, una esquina o un extremo del marco a una extensión de la línea de dimensión de un elemento de tamaño.

(e) Incluyendo en una nota, una tabla o un bloque de tolerancia general.

3.6 DEFINICIÓN DE ZONA DE TOLERANCIA

Cuando el valor de la tolerancia especificada representa el diámetro de una zona cilíndrica o esférica, el símbolo de diámetro o diámetro esférico se coloca antes del valor de tolerancia. Cuando la zona de tolerancia no es un diámetro, el símbolo de diámetro se omite, y el valor de tolerancia especificada representa la distancia entre dos líneas o planos paralelos, o la distancia entre dos límites uniformes, según sea el caso. En algunos casos, la zona de tolerancia no es uniforme y se especifica como se describe en el párrafo 8.3.2.

3.7 TOLERANCIAS TABULADAS

Cuando la tolerancia dentro de un marco de control de elemento está tabulada, se coloca una letra para representar la tolerancia, precedida por la abreviación TOL, como se muestra en la Figura 3-30.

Fig. 3-29 Localización del Marco de Control de Elemento

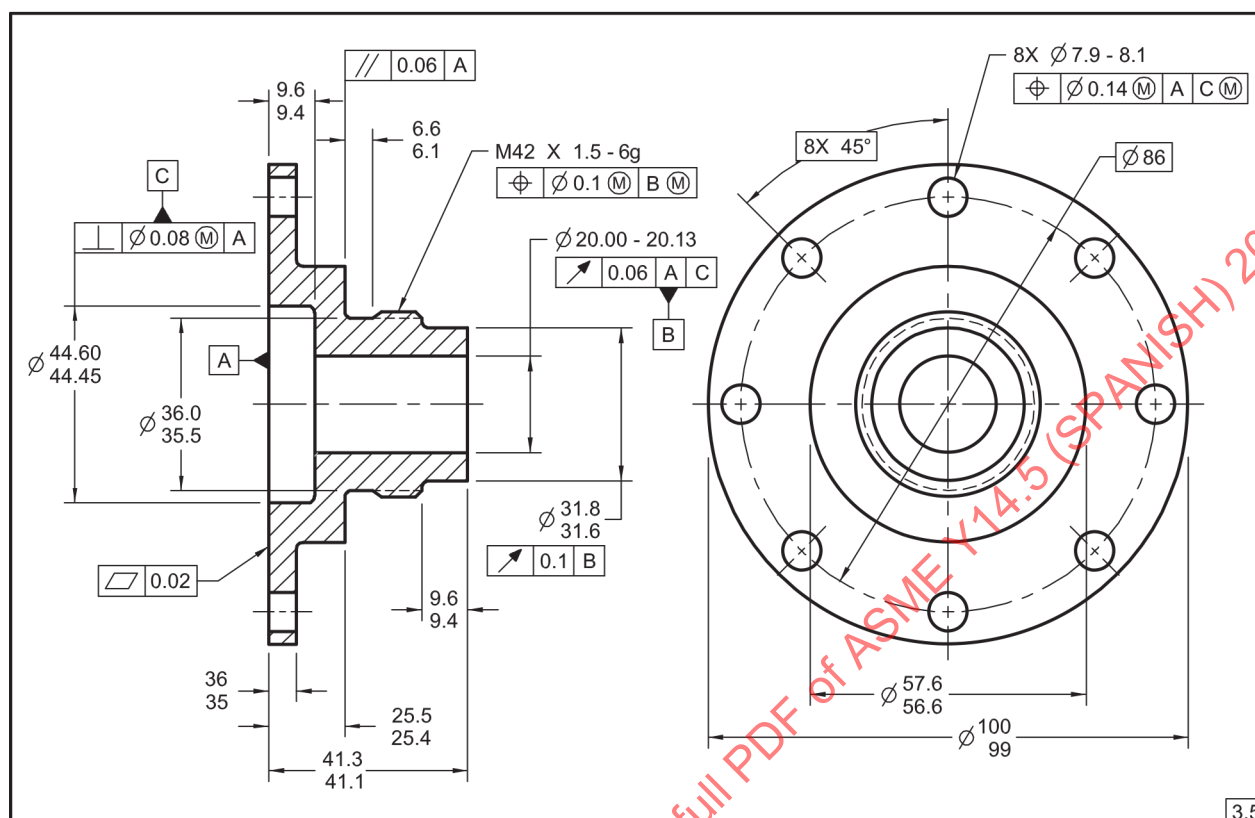
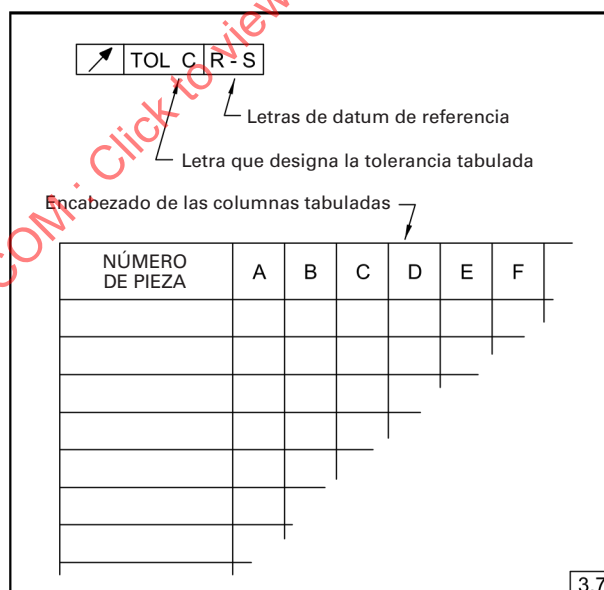


Fig. 3-30 Tolerancias Tabuladas



Sección 4

Marcos de Referencia Datum

4.1 GENERAL

Esta Sección establece los principios para la identificación de elementos utilizados como elementos datum para establecer relaciones definidas por tolerancias geométricas y restricciones basadas en los grados de libertad. Esta Sección también establece los criterios para el establecimiento de datums y el marco de referencia datum, utilizando simuladores derivados de elementos datum. Los datum son puntos, ejes, líneas y planos teóricamente exactos. Un marco de referencia datum son tres planos datum perpendiculares entre sí y que se intersectan. Consulte la Figura 4-1.

NOTA: Siempre que, en esta Norma, se utilice el término “simulador del elemento datum”, se refiere al elemento teórico, a menos que se indique lo contrario.

4.2 GRADOS DE LIBERTAD

Todas las piezas cuentan con seis grados de libertad, tres de traslación y tres de rotación, los cuales pueden ser restringidos por medio de referencias de elementos datum en el marco de control.

Los tres grados de libertad traslacional se denominan X, Y y Z. Los tres grados de libertad rotacional se denominan u, v y w. Consulte las Figuras 4-1, 4-2, ilustración (c); 4-2, ilustración (d), y 4-2, ilustración (e).

NOTA: En los medios, esta porción de algunas figuras en la Norma, los grados de libertad traslacional y rotacional se encuentran mostrados en las Figuras 4-1, 4-2, 4-3 y 4-44 como apoyo adicional para la interpretación del dibujo.

4.3 GRADOS DE LIBERTAD RESTRINGIDOS POR ELEMENTOS DATUM PRIMARIOS INDEPENDIENTEMENTE DEL LÍMITE DE MATERIAL

La relación entre el elemento datum primario y su simulador restringe los grados de libertad de acuerdo con la condición de límite del material aplicada al elemento datum en el marco de control del elemento. El simulador restringe el movimiento del elemento datum y establece el datum. Consulte la Figura 4-3 para ver algunos ejemplos de grados de libertad restringidos por el elemento datum primario independientemente del límite del material (RMB por sus siglas en inglés). Aunque grupos de elementos pueden ser utilizados para establecer un solo datum, para facilitar su comprensión,

el diagrama de la Figura 4-3 ilustra solo un elemento datum simple. Los grados de libertad restringidos dependen de si el elemento datum se encuentra referido como elemento datum primario, secundario o terciario. Consulte las Figuras 4-2, 4-8 y 4-12. Los siguientes datums primarios derivan del simulador asociado al elemento datum:

(a) Un elemento datum planar (nominalmente plano) establece un simulador de elemento datum que crea un plano datum y restringe tres grados de libertad (uno traslacional y dos rotacionales). Consulte la Figura 4-3, ilustración (a).

(b) Cuando un ancho es utilizado como elemento datum (dos superficies paralelas opuestas) se establece un simulador de elemento datum que crea el centro datum de un plano y restringe tres grados de libertad (uno traslacional y dos rotacionales). Consulte la Figura 4-3, ilustración (b).

(c) Un elemento datum esférico establece un simulador de elemento datum que crea un datum de punto central y restringe tres grados traslacionales de libertad. Consulte la Figura 4-3, ilustración (c).

(d) Un elemento datum cilíndrico establece un simulador de elemento datum que crea un eje datum (línea) y restringe cuatro grados de libertad (dos traslacionales y dos rotacionales). Consulte la Figura 4-3, ilustración (d).

(e) Un elemento datum con figura cónica establece un simulador de elemento datum que crea un eje datum y un punto datum, y restringe cinco grados de libertad (tres traslacionales y dos rotacionales). Consulte la Figura 4-3, ilustración (e).

(f) Un elemento datum de un cuerpo extruido lineal establece un simulador de elemento datum que crea un plano datum y un eje datum, y restringe cinco grados de libertad (dos traslacionales y tres rotacionales). Consulte la Figura 4-3, ilustración (f).

(g) Un elemento datum complejo establece un simulador de elemento datum que crea un plano datum, un punto datum y un eje datum, y restringe seis grados de libertad (tres traslacionales y tres rotacionales). Consulte la Figura 4-3, ilustración (g).

4.4 RESTRINGIR GRADOS DE LIBERTAD DE UNA PIEZA

Cuando elementos datum hayan sido referidos en un marco de control del elemento, la pieza se encontrará

Fig. 4-1 Marco de Referencia Datum

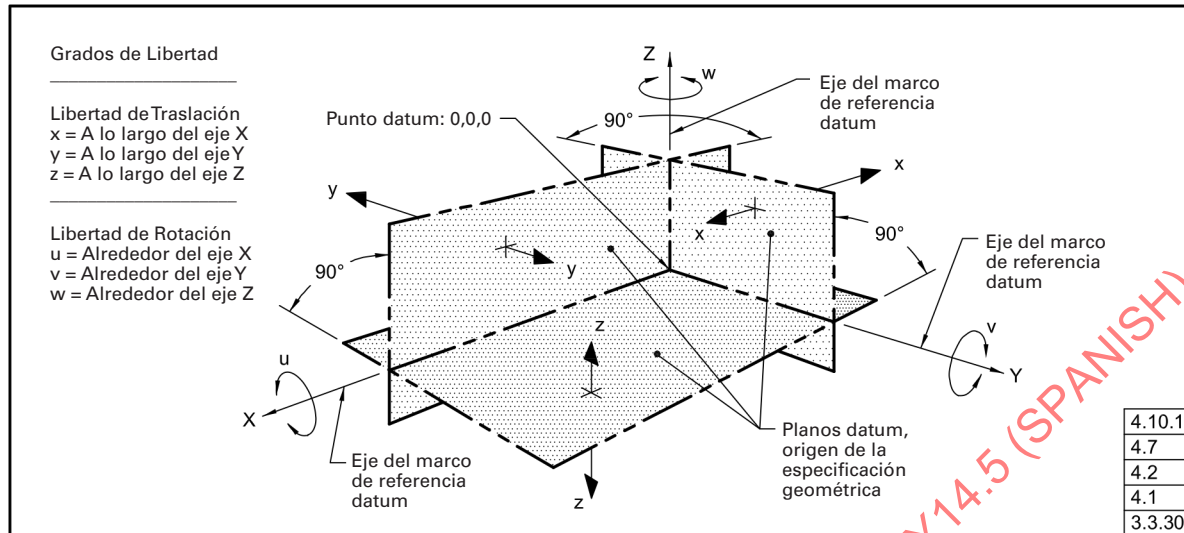


Fig. 4-2 Secuencia de Elementos Datum que relacionan la Pieza al Marco de Referencia Datum

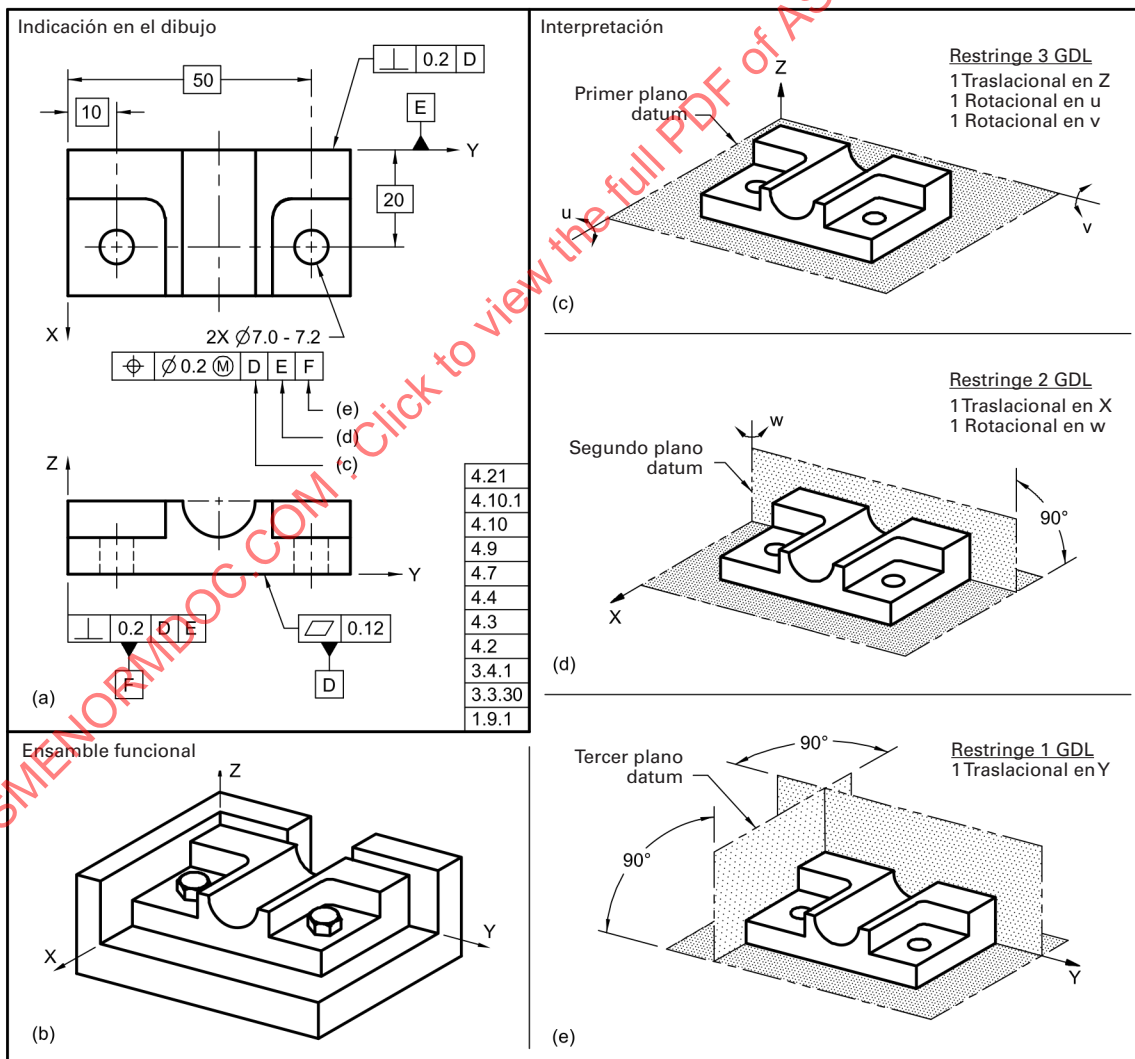


Fig. 4-3 Restricción de Grados de Libertad para Elementos Datum Primarios

TIPO ELEMENTO	EN EL DIBUJO	ELEMENTO DATUM	DATUM Y SIMULADOR DE ELEMENTO DATUM	DATUM Y RESTRICCIÓN DE GRADOS DE LIBERTAD
PLANO (a)			 PLANO	
ANCHO (b)			 PLANO CENTRAL	
ESFÉRICO (c)			 PUNTO	
CILÍNDRICO (d)			 EJE	
CÓNICO (e)			 EJE Y PUNTO	
FORMA EXTRUIDA LINEAL (f)			 EJE Y PLANO CENTRAL	
COMPLEJO (g)			 EJE, PUNTO Y PLANO CENTRAL	 4.23 4.3 4.11.4 4.2

Fig. 4-4 Múltiples Marcos de Referencia Datum y sus interrelaciones

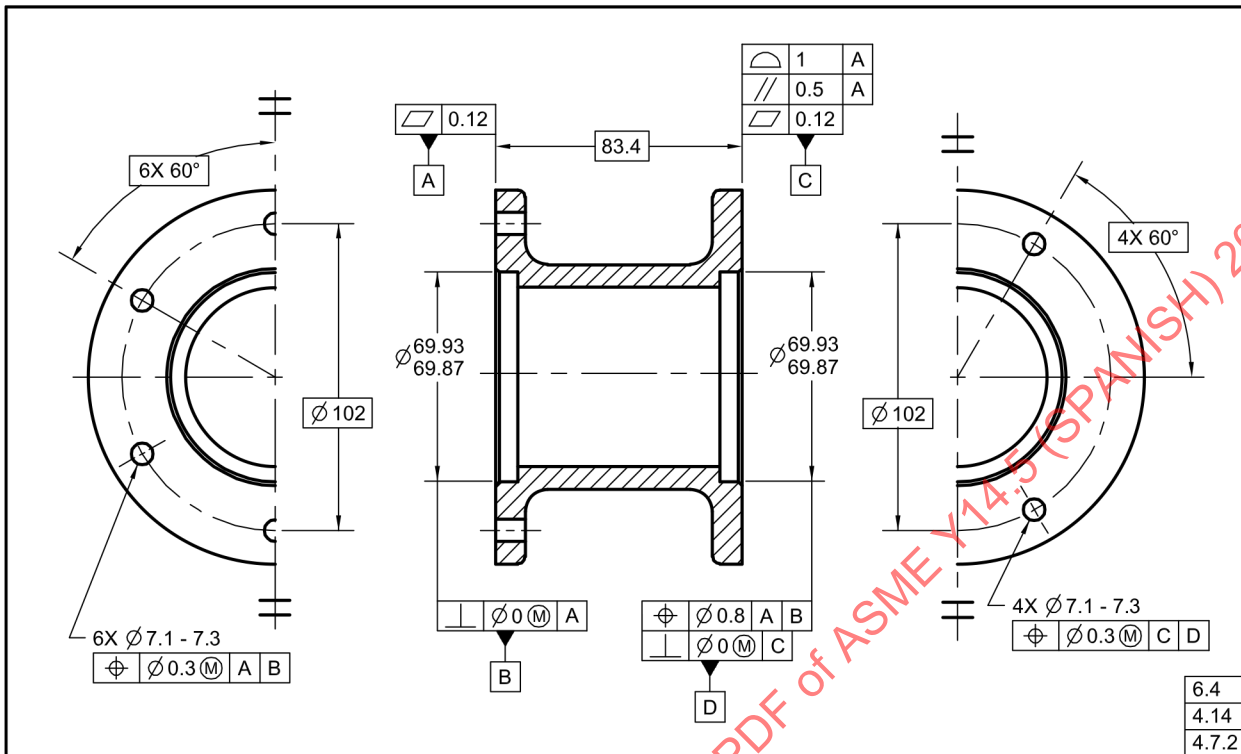


Fig. 4-5 Pieza en la que la Restricción de Rotación es Importante

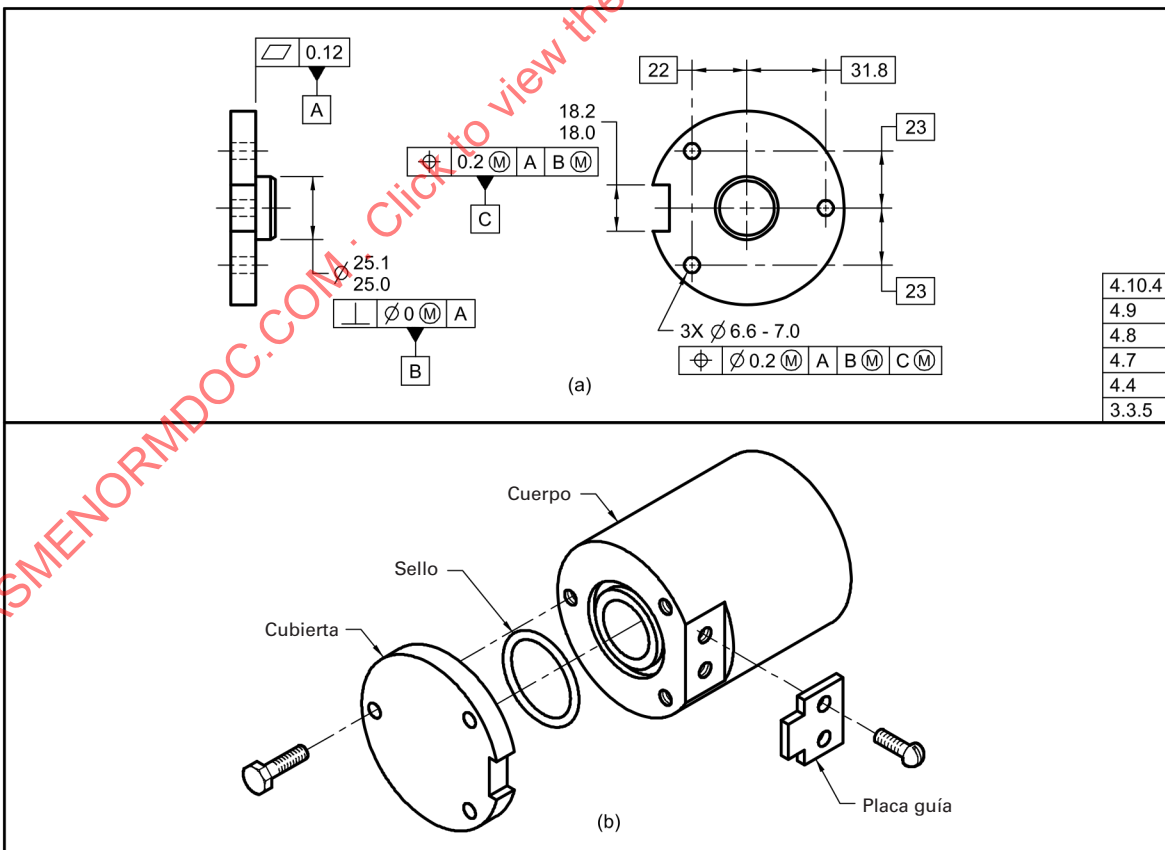


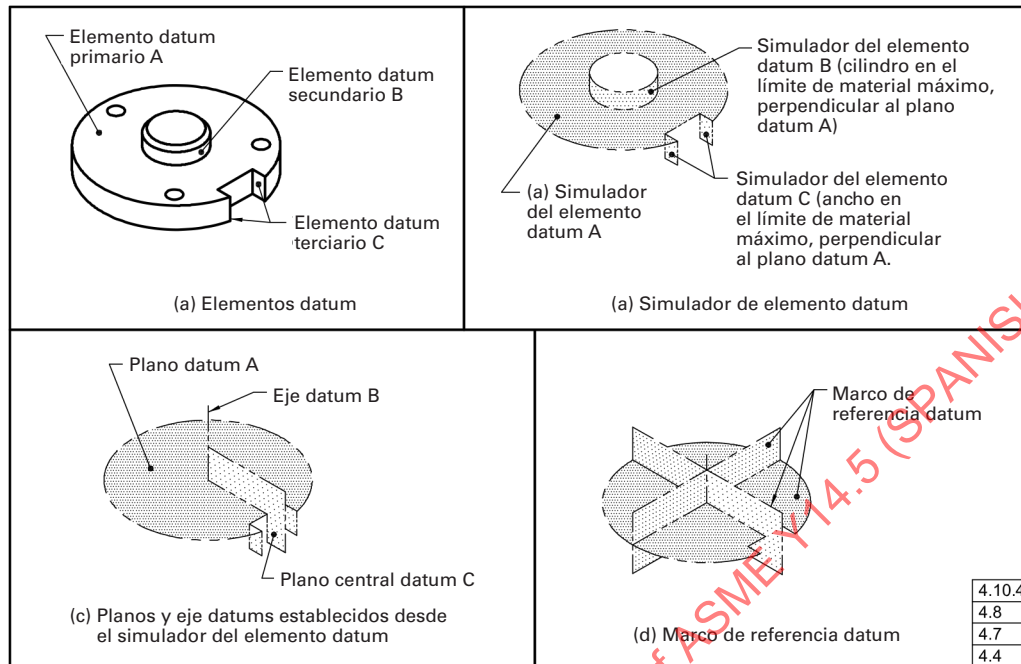
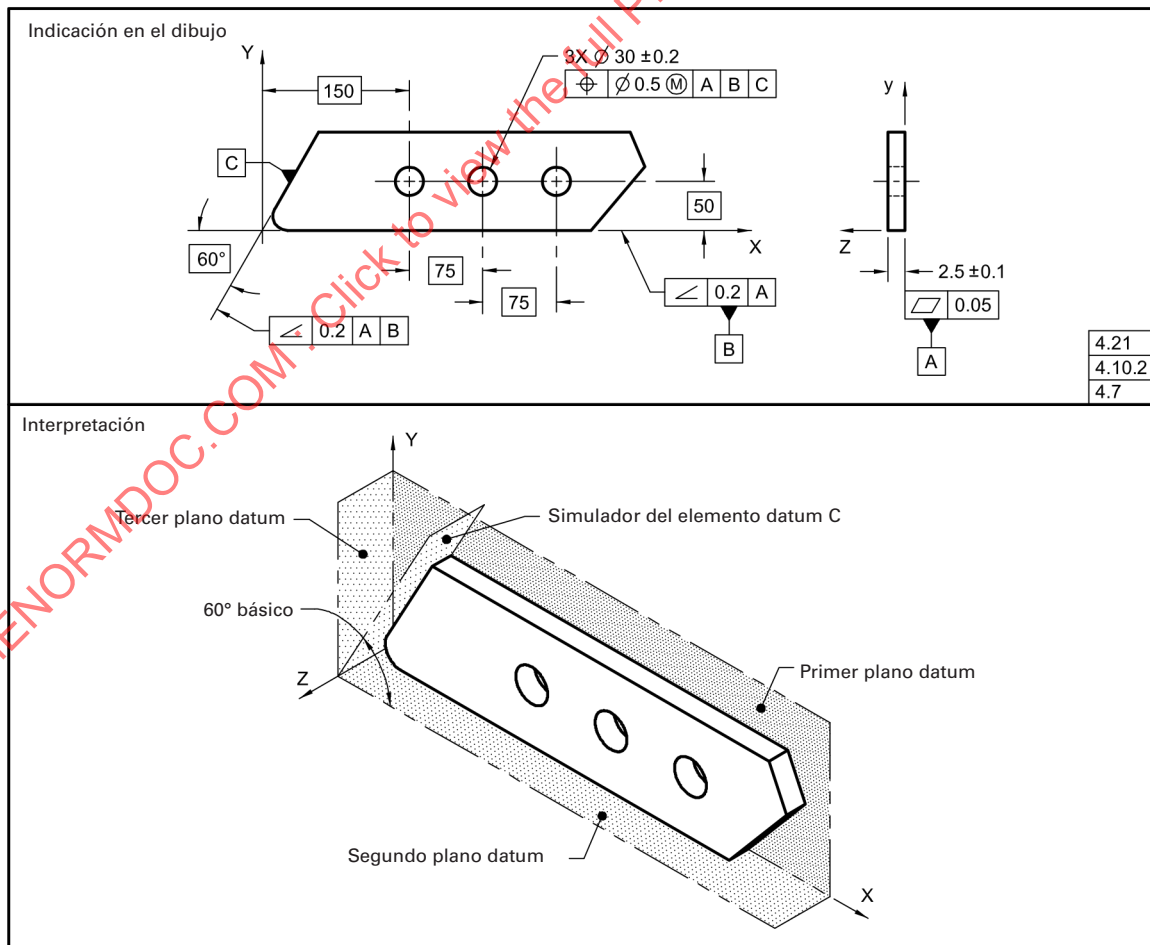
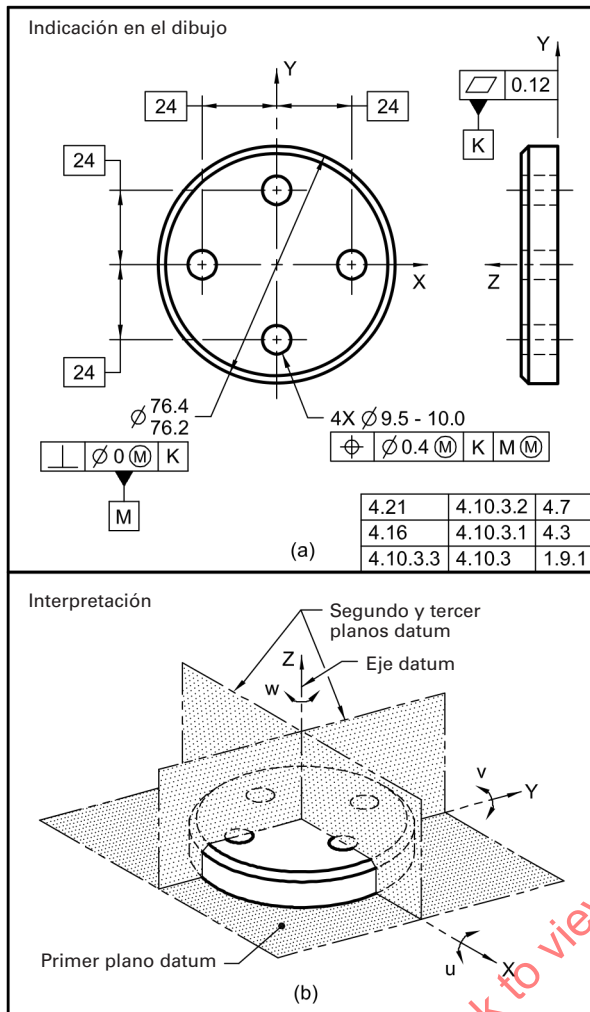
Fig. 4-6 Desarrollo de un Marco de Referencia Datum para la Pieza en la Fig. 4-5**Fig. 4-7 Elementos Datum Inclínados**

Fig. 4-8 Pieza con Elemento Datum Cilindrico

restringida rotacional y traslacionalmente en relación a los simuladores aplicables en el orden de precedencia especificado por los modificadores aplicables que establecen el marco de referencia datum. Esto define la relación geométrica existente entre las zonas de tolerancia geométricas y el marco de referencia datum. Consulte las Figuras 4-2, 4-5, 4-6 y 4-9. Los simuladores de elementos datum se utilizan para asociar los elementos datum y los datums. Con ello se restringe el movimiento (grados de libertad) entre la pieza y el marco de referencia datum asociado.

NOTA: La secuencia para el establecimiento de un marco de referencia datum desde los elementos datum y los simuladores datum se encuentra descrito en el párrafo anterior. Para propósitos de simplificación, en el siguiente texto se describirá como estableciendo un marco de referencia datum a partir de elementos datum.

4.5 SIMULADOR DE ELEMENTO DATUM

Un simulador de elemento datum, como se encuentra definido en el párrafo 1.3.17, debería ser la forma inversa de un elemento datum, a menos que se especifique lo

contrario. Consulte las Figuras 4-10, 4-11, 4-12, 4-13 y 4-14.

4.5.1 Ejemplos

Un simulador de elemento datum puede ser cualquiera de los siguientes:

- un límite de material máximo (MMB)
- un límite de material mínimo (LMB)
- una envolvente de acoplamiento real
- una envolvente de material mínimo
- un plano tangente
- un datum objetivo
- un contorno definido matemáticamente

4.5.2 Requisitos

Los simuladores de elementos datum deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Forma perfecta.
- Orientación básica relativa a otro simulador para todas las referencias datum contenidas en un marco de control del elemento.
- Ubicación básica relativa a otros simuladores de elementos datum para todas las referencias datum contenidas en un marco de control del elemento, a menos que se especifique un modificador de traslación o un símbolo de datum objetivo móvil. Consulte las Figuras 4-9, 4-19 y 4-32, ilustración (a).
- Ubicación móvil cuando se especifique el modificador de traslación o el símbolo de datum objetivo móvil. Consulte las Figuras 4-19, 4-32, ilustración (b), y 4-49.
- Fijo al tamaño designado cuando se especifique MMB o LMB.
- Tamaño ajustable cuando el elemento datum aplique a RMB.

4.6 APLICACIÓN TEÓRICA Y FÍSICA DE LOS SIMULADORES DE ELEMENTOS DATUM

Esta Norma define las especificaciones de ingeniería relativas a los datum teóricos establecidos por simuladores teóricos de elementos datum. En su aplicación práctica, las mediciones no se pueden realizar desde datums o simuladores teóricos; por lo tanto, los simuladores datum se establecen empleando simuladores datum físicos. Por ejemplo, las mesas de maquinado y las placas de superficie, que aunque no son perfectamente planas, son de una calidad tal que los planos derivados de las mismas se utilizan para establecer datums simulados desde los cuales se llevan a cabo las mediciones y la verificación de dimensiones. Consulte la Figura 4-10. También, por ejemplo, los calibres cilíndricos y de anillo, y los mandriles, aunque no son cilindros exactos, son de una calidad tal que sus ejes se utilizan como datums simulados desde los cuales se toman mediciones y verifican dimensiones. Consulte las Figuras 4-11 y 4-12. Cuando se observan superficies de piezas manufacturadas a través de una lente de aumento

Fig. 4-9 Desarrollo de un Marco Datum de Referencia

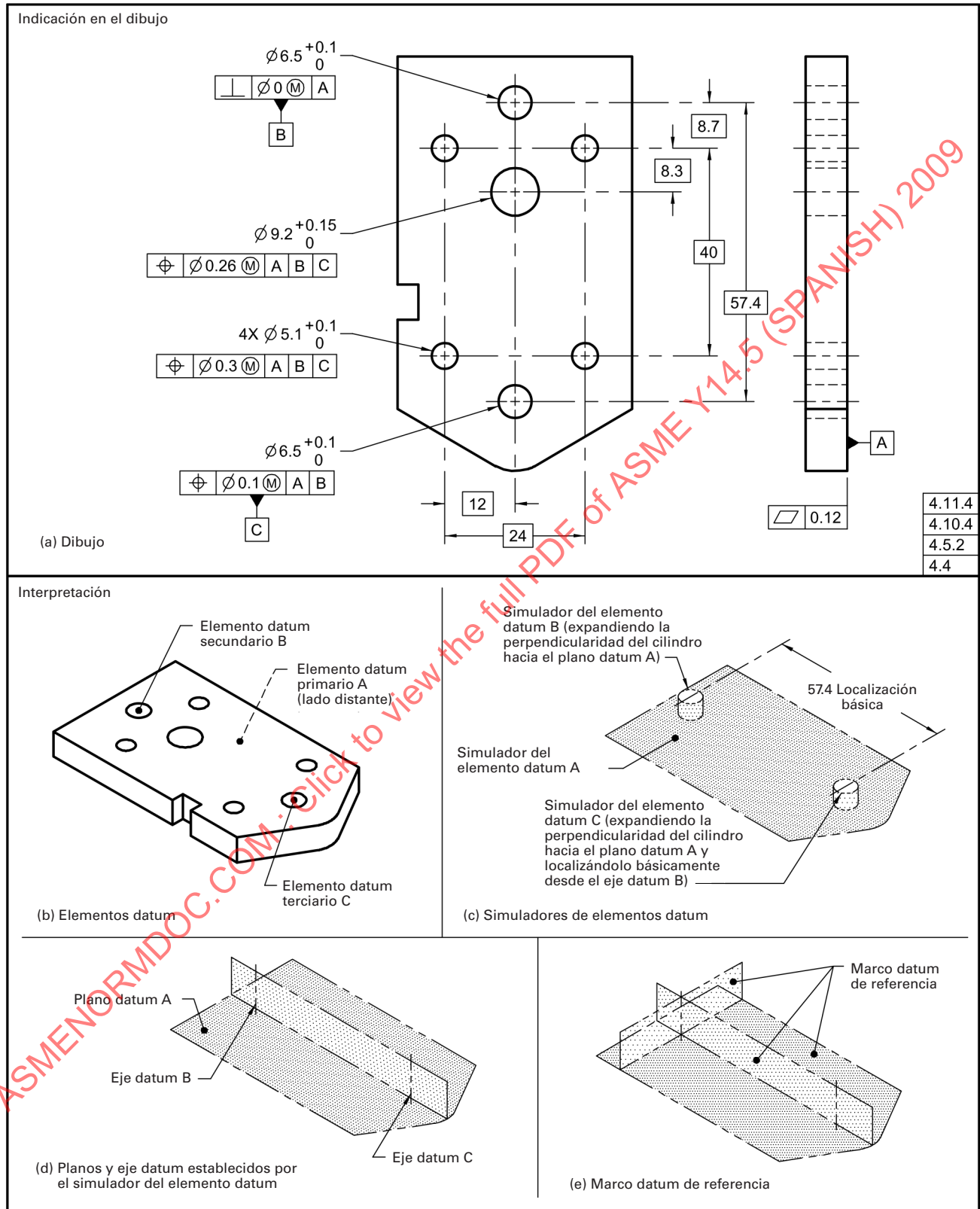


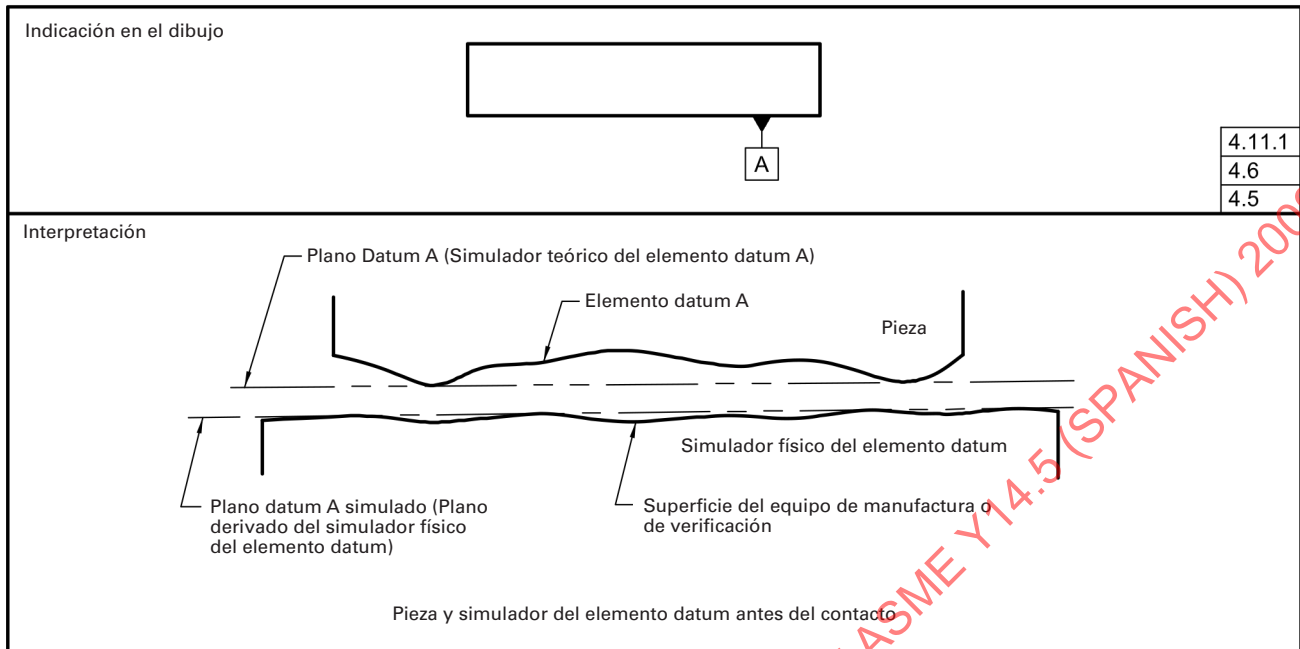
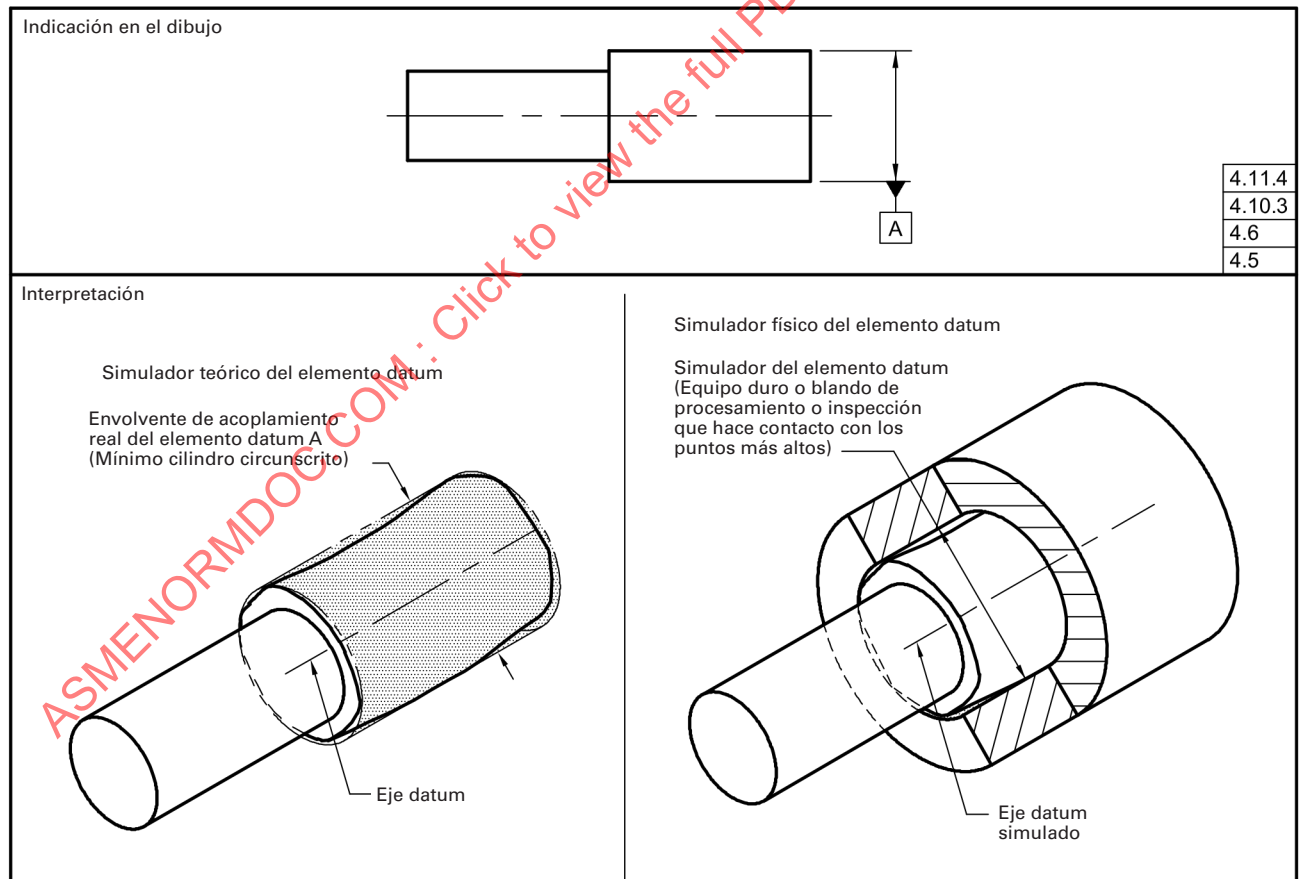
Fig. 4-10 Establecimiento del Plano Datum**Fig. 4-11 Establecimiento de Datums – Para Elementos Cilíndricos Externos – RMB**

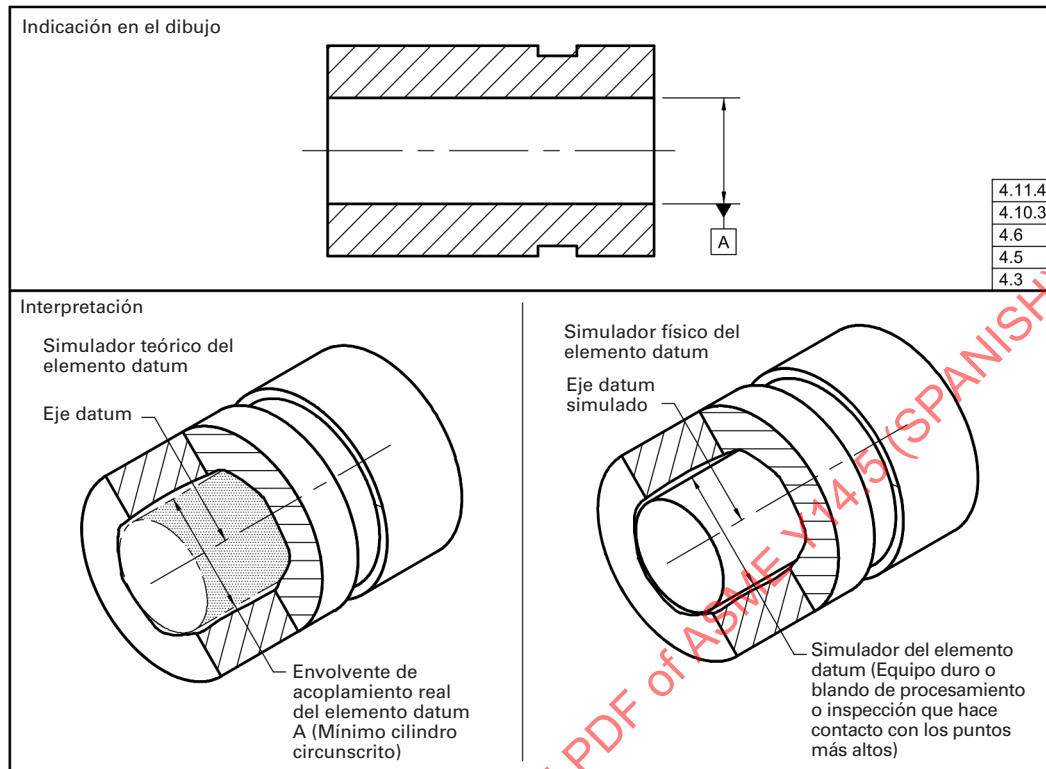
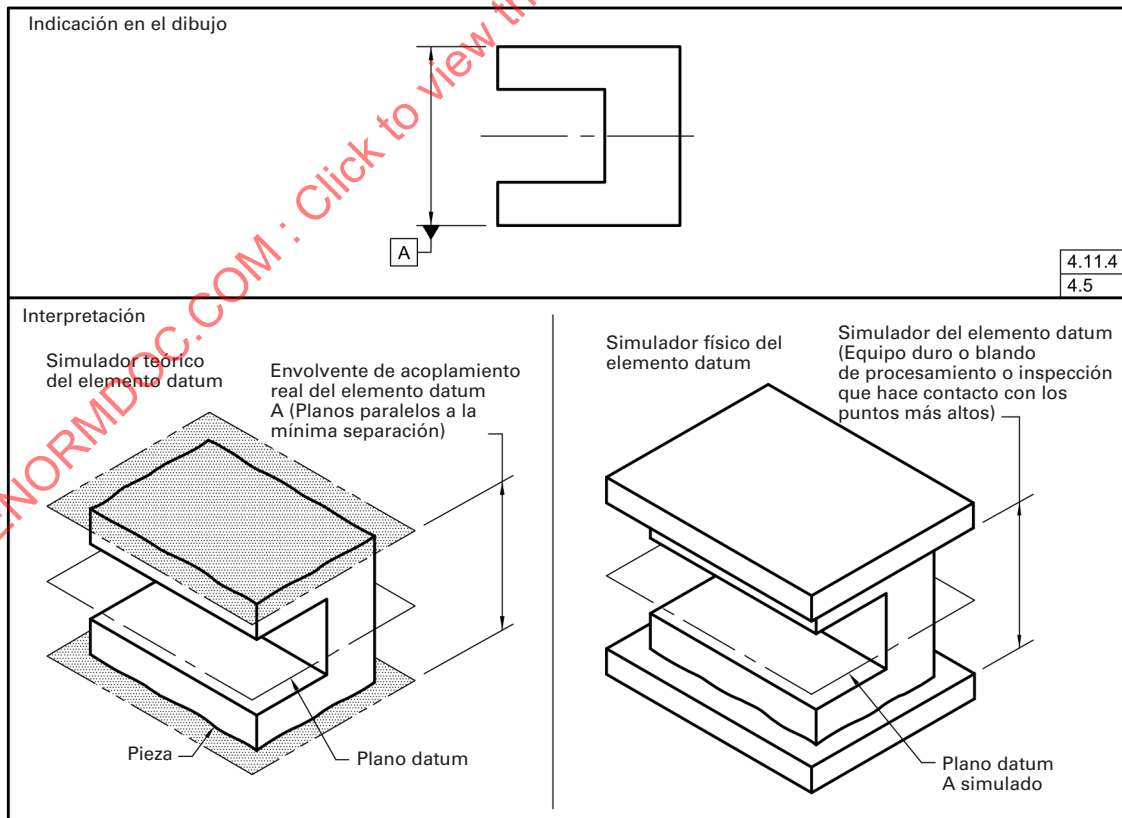
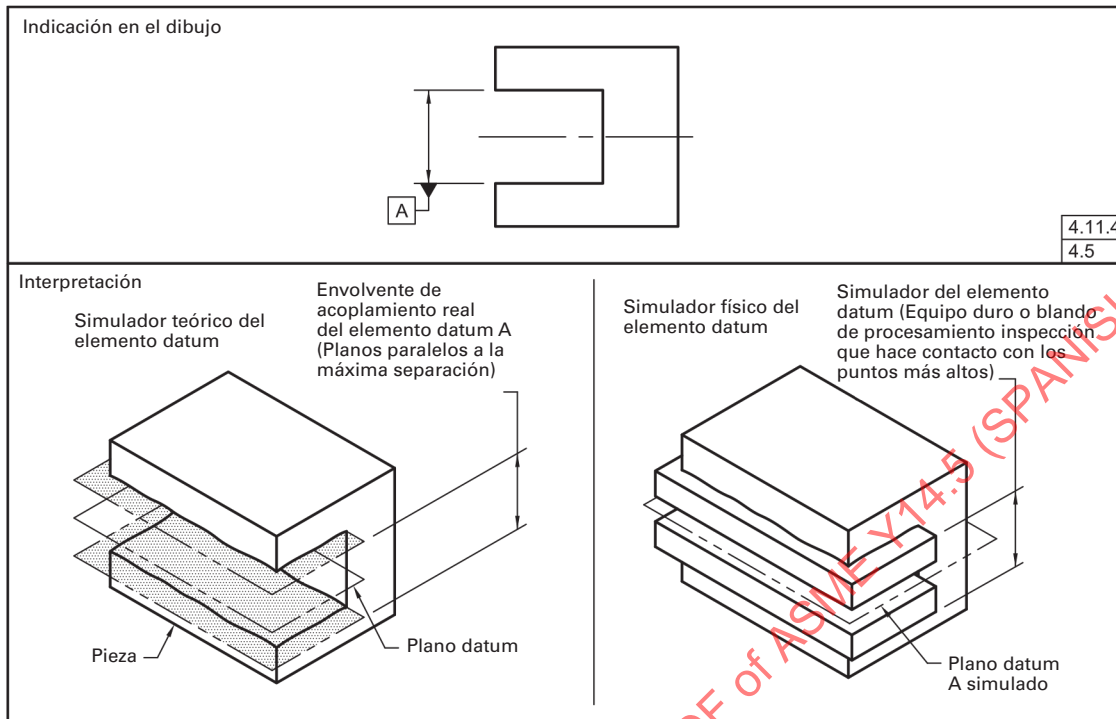
Fig. 4-12 Establecimiento de Datums – Para Elementos Cilíndricos Internos – RMB**Fig. 4-13 Establecimiento de Datums – Para Ancho de Datum Externo – RMB**

Fig. 4-14 Establecimiento de Datums – Para Ancho de Datum Interno – RMB

con el fin de detectar irregularidades, se establecen contactos físicos entre el simulador y una determinada cantidad de puntos extremos de la superficie o puntos elevados. Los principios establecidos en esta Norma se basan en simuladores teóricos de elementos datum y no incluyen ninguna tolerancia ni errores causados por los simuladores físicos de elementos datum. Consulte ASME Y14.43.

4.7 MARCO DE REFERENCIA DATUM

Suficientes elementos datum o porciones designadas de sus elementos son elegidos para posicionar la pieza en relación a un juego de tres planos mutuamente perpendiculares, conjuntamente denominados el marco de referencia datum. Este marco de referencia existe solo teóricamente y no físicamente en la pieza. Consulte la Figura 4-1. Por lo tanto, es necesario establecer un método para simular el marco de referencia teórica a partir de los elementos reales de la pieza. En la práctica, estas elementos están asociadas con elementos físicos o matemáticos que definen los simuladores en un orden determinado de precedencia y de acuerdo con los modificadores aplicables. Esto restringe los grados de libertad aplicables entre la pieza y el marco de referencia datum asociado. Consulte las Figuras 4-2, 4-5, 4-6, 4-7 y 4-8.

4.7.1 Planos mutuamente perpendiculares

Los planos del marco de referencia datum son simulados en una relación mutuamente perpendicular

para proporcionar dirección y definir el origen de las dimensiones relacionadas. De esta manera, cuando la pieza es colocada en posición relativa al marco de referencia datum (por un contacto entre cada elemento datum y su contraparte en el equipo de procesamiento asociado), las dimensiones relacionadas con el marco de referencia datum por medio de un marco de control del elemento o nota, se encuentran relacionadas de manera básica. Este marco de referencia teórica constituye el sistema de dimensionado de tres planos utilizado por el dimensionado y tolerancias.

4.7.2 Número de Marcos de Referencia Datum

En algunos casos, un solo marco de referencia datum es suficiente. En otros, podría ser necesario contar con marcos de referencia datum adicionales cuando la separación física o la relación funcional de los elementos requieran que se apliquen marcos de referencia datum diferentes. En tales casos, cada marco de control del elemento datum debería contener las referencias de elemento datum que sean aplicables. Cualquier diferencia en el orden de precedencia o en el límite del material de cualquier elemento datum referido en múltiples marcos de control de los elementos requerirán diferentes métodos de simulación de los datums y, consecuentemente, establecerán un marco de referencia datum diferente. Consulte la Figura 4-4.

4.8 ELEMENTOS DATUM

Un elemento datum se selecciona sobre la base de su relación funcional con el elemento en la cual se aplica la tolerancia así como los requerimientos del diseño. Consulte las Figuras 4-5, 4-6, 4-36, 4-37 y 4-38. Para asegurar el ensamble adecuado, los elementos interconectados correspondientes de las contrapartes deberían ser seleccionados como elementos datum. Sin embargo, un elemento datum debería ser accesible en la pieza y de un tamaño suficiente como para permitir su uso. Los elementos datum deben ser fácilmente identificables en la pieza. Sin embargo, en el caso de piezas simétricas o piezas con elementos idénticos, podría ser necesaria la identificación física del elemento datum de la pieza.

4.8.1 Elementos Datum Temporales y Permanentes

Los elementos de las piezas en proceso, tales como vaciado, forjado, maquinado o fabricación, pueden ser utilizados como elementos datum temporales con el fin de crear elementos datum permanentes. Tales elementos datum temporales podrían ser o no removidos en los subsiguientes procesos de maquinado. Los elementos datum permanentes deberían ser superficies o diámetros que no cambiarán significativamente en operaciones posteriores.

4.8.2 Identificación del Elemento Datum

Los elementos datum se encuentran identificadas en el dibujo por medio del símbolo de elemento datum. Consulte las Figuras 3-2, 3-3 y 3-4. El símbolo de elemento datum identifica los elementos físicos y no debería ser aplicado en líneas de centro, planos centrales o ejes.

4.9 CONTROLES DE LOS ELEMENTOS DATUM

Las tolerancias geométricas relacionadas con un marco de referencia datum no consideran las variaciones de la forma, orientación ni localización de los elementos datum. Los elementos datum deberían ser controladas directamente por medio de la aplicación de las tolerancias geométricas apropiadas o bien, indirectamente por medio de dimensiones tales como el tamaño de un elemento datum primario de tamaño. En consecuencia, esto hace posible calcular los límites del simulador de cada elemento datum contenido en el marco de referencia datum. Las relaciones entre los elementos datum a ser consideradas son los siguientes:

(a) La forma del elemento datum primario. (Consulte las Figuras 4-2 y 4-5) y/o la localización entre los elementos de un patrón utilizados para establecer un datum primario. Consulte las Figuras 4.24 y 4-25.

(b) La orientación y/o localización de elementos datum secundarios conforme sea aplicable, a datums

a un nivel de precedencia más elevado. Consulte las Figuras 4-2, 4-5, 4-26 y 4-30.

(c) La orientación y /o localización de elementos datum terciarios a datums en un nivel de precedencia más elevado, conforme sea aplicable. Consulte las Figuras 4-2 y 4-5.

4.10 ESPECIFICACIÓN DE ELEMENTOS DATUM EN UN ORDEN DE PRECEDENCIA

Para posicionar una pieza adecuadamente en relación al marco de referencia datum, los elementos datum deben ser especificados en un orden de precedencia. La Figura 4-2 ilustra una pieza en la cual los elementos datum son superficies planares. El orden deseado de precedencia se indica por medio de letras de referencia del elemento datum apropiadas, de izquierda a derecha, en el marco de control del elemento.

4.10.1 Desarrollo de un Marco de Referencia Datum para Piezas con Elementos Datum de Superficie Planar.

El marco de control del elemento de la Figura 4-2 ilustra el marco de referencia datum para la pieza mostrada en el ensamble funcional de la Figura 4-2, ilustración (b). La Figura 4-2 ilustra el desarrollo del marco de referencia datum junto con los grados de libertad. Los elementos datum referenciados en el marco de control del elemento inmovilizan la pieza y restringen los seis grados de libertad (tres traslacionales y tres rotacionales) para establecer un marco de referencia datum. Relacionar una pieza con el simulador y un marco de referencia datum de esta manera asegura la comprensión consistente de los requerimientos de ingeniería. Consulte la Figura 4-1.

(a) En la Figura 4-2, ilustración (a), el elemento datum D se encuentra especificado como el elemento datum primario. Cuando una superficie se encuentra especificada como elemento datum, los puntos más elevados de la superficie establecen el plano datum. El elemento datum primario tiene contacto con el simulador en, por lo menos, tres puntos (consulte el párrafo 4.11.2 para una definición para el caso de elementos datum inestables o con movimiento). En este ejemplo, cuando el elemento datum primario tiene contacto con el simulador, se encuentran restringidos por tres grados de libertad (uno traslacional y dos rotacionales): la rotación alrededor del eje X (u), la rotación alrededor del eje Y (v), y la traslación en la dirección Z.

(b) El elemento datum E se encuentra especificado como el elemento datum secundario. Este elemento hace contacto con el simulador en, al menos, dos puntos. Consulte la Figura 4-2, ilustración (d). En este ejemplo, el elemento datum secundario tiene contacto con su respectivo simulador y se encuentra restringido por dos grados de libertad (uno traslacional y uno rotacional): traslación en la dirección X y rotación alrededor del eje Z (w).

(c) El elemento datum F se encuentra especificado como elemento datum terciario. Consulte la Figura 4-2, ilustración (e). En este ejemplo, en el cual el elemento datum terciario hace contacto con su respectivo simulador en, al menos, un punto, el restante grado de libertad se encuentra restringido: traslación en la dirección Y.

4.10.2 Piezas con Elementos Datum Inclínados

Para las piezas con elementos datum inclinados como se muestra en la Figura 4-7, un plano simulador se encuentra orientado en un ángulo básico del elemento datum. El plano correspondiente del marco de referencia datum pasa a través del vértice del ángulo básico y es mutuamente perpendicular con respecto a los otros dos planos.

4.10.3 Piezas con Elementos Datum Cilíndricos

El datum de un elemento datum cilíndrico es el eje del simulador del elemento datum. El eje funciona como el origen de la relación definida por las tolerancias geométricas. Consulte las Figuras 4-8, 4-11 y 4-12. Un elemento datum cilíndrico primario siempre se encuentra asociada con dos planos teóricos que intersectan en ángulos rectos con el eje del datum. Dependiendo del número de planos establecidos para datums de precedencia mayores, los ejes secundario y terciario podrían establecer ninguno, uno o dos planos teóricos.

4.10.3.1 Elemento Datum Cilíndrico. La Figura 4-8 ilustra una pieza que contiene un elemento datum cilíndrico. El elemento datum primario K relaciona la pieza con el primer plano datum. Dado que el elemento datum secundario M es cilíndrico, se encuentra asociada a dos planos teóricos, el segundo y el tercero en una relación triplanar.

4.10.3.2 Eje Datum y Dos Planos. Los dos planos teóricos se encuentran representados en un dibujo por líneas de centro que cruzan en ángulos rectos, como se muestra en la Figura 4-8, ilustración (a). La intersección de estos planos coincide con el eje datum. Consulte la Figura 4-8, ilustración (b). Una vez establecido, el eje datum se convierte en el origen de las dimensiones relacionadas.

4.10.3.3 Orientación de Dos Planos. La orientación del segundo y tercer plano del marco de referencia datum mostrado en la Figura 4-8 no se encuentra especificada, debido a que la rotación del patrón de orificios respecto al eje datum no tiene efecto en la función de la pieza. En estos casos, en el marco de control del elemento se hace referencia de solo dos elementos datum:

(a) Elemento datum primario K, el cual establece un plano datum.

(b) Un elemento datum secundario M, el cual establece un eje datum perpendicular al plano datum K.

4.10.4 Restringir los Grados de Libertad Rotacional.

Para restringir los grados de libertad rotacional de dos planos respecto al eje datum, se hace referencia a un elemento datum de menor precedencia en el marco de control del elemento. Consulte el párrafo 4.16.

(a) La Figura 4-5 ilustra la restricción de los grados de libertad rotacional de los dos planos que intersectan a través del elemento datum secundario B, establecido por el plano central del elemento datum terciario C. La Figura 4-6 ilustra el desarrollo del marco de referencia datum para la tolerancia posicional de los tres orificios mostrados en la Figura 4-5.

(b) La Figura 4-9 ilustra la restricción del grado de libertad rotacional de los dos planos que intersectan a través del elemento datum secundario B. La restricción se encuentra establecida por el elemento datum terciario C.

(c) Las Figuras 4-29 a 4-31 ilustran la restricción de los grados de libertad rotacional de los dos planos que intersectan a través del elemento datum A. La restricción se encuentra establecida por el elemento datum B.

4.11 ESTABLECER DATUMS

Los siguientes párrafos definen los criterios para el establecimiento de datums a partir de elementos datum.

4.11.1 Superficies Planares como Elementos Datum

Cuando una superficie nominalmente plana se encuentra especificada como elemento datum, el simulador del elemento datum correspondiente es un plano en contacto con puntos de dicha superficie. Consulte la Figura 4-10. El número de puntos en contacto con el simulador depende de si la superficie corresponde a un elemento datum primario, secundario o terciario. Consulte el párrafo 4.10.1

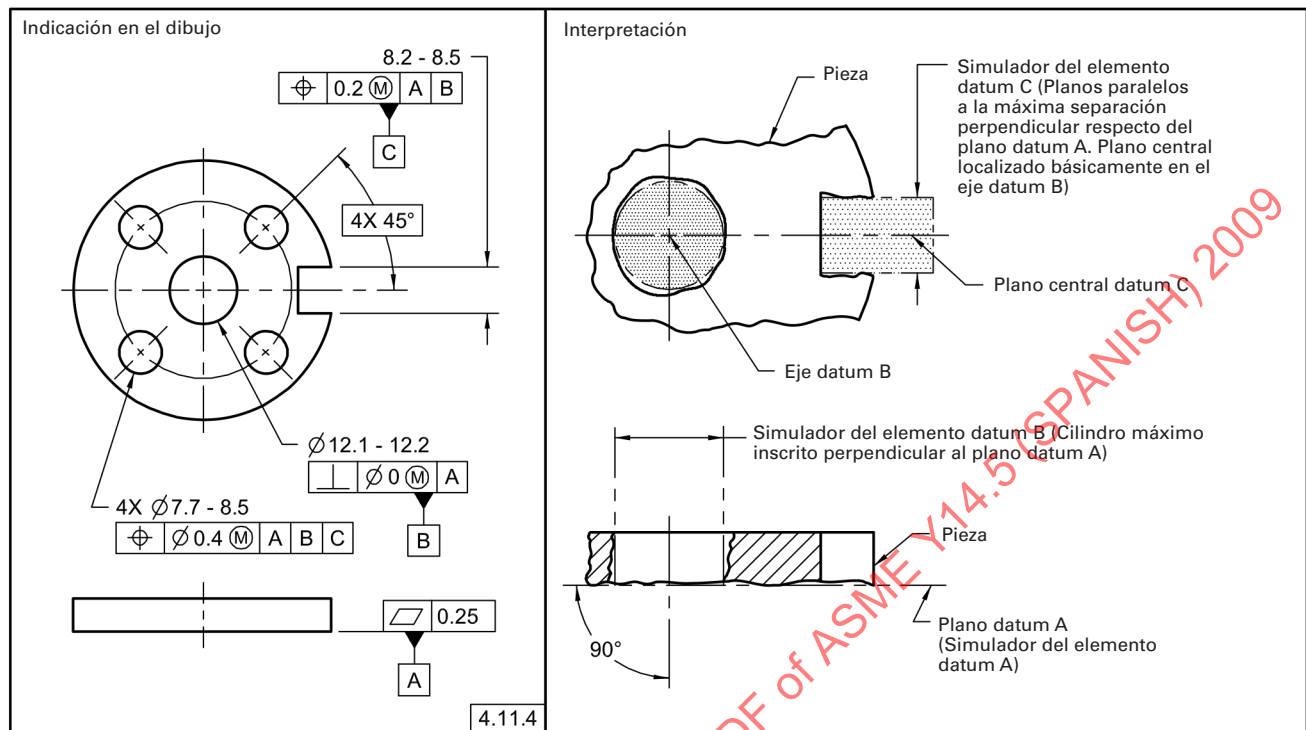
4.11.2 Irregularidades en los Elementos Datum

Si las irregularidades en los elementos datum hicieran que la pieza se encontrara inestable (por ejemplo, que se moviera) cuando estuviera en contacto con el simulador correspondiente, el procedimiento de estabilización a considerar en primer lugar se basa en el juego datum definido en ASME Y14.51M. En caso de que se utilizara un procedimiento diferente, este se debería especificar (Chebychev, cuadrados mínimos, cuadrados mínimos traslacionales, etc.).

4.11.3 Efecto de los Modificadores de los Límites de Material Aplicados a Referencias de Elementos Datum

Las condiciones MMB, LMB y RMB pueden ser aplicadas/ser implícitas para cualquier elemento datum referido en un marco de control del elemento. Los modificadores aplicables a los elementos referidos en el marco de control del elemento afectarán la relación

Fig. 4-15 Elementos Datum Secundario y Terciario – RMB



entre la pieza y el marco de referencia datum. Consulte las Figuras 4-20 y 4-21.

4.11.4 Especificar Elementos Datum a RMB

Cuando un elemento datum se encuentre referido a RMB en el marco de control del elemento, la geometría del simulador del elemento datum se origina en el MMB y progresa proporcionalmente a través de la zona de tolerancia para lograr el máximo contacto posible con los extremos del elemento datum o grupo de elementos. Si fuera necesaria otra condición para lograr la unión apropiada, esta debería ser indicada en el dibujo. Por ejemplo, un elemento de la máquina que es variable (como el mandril, prensa o dispositivo de centrado) que se utiliza para simular un simulador de elemento datum y establecer así el datum simulado.

(a) *Elemento Datum Primario: Diámetro RMB.* El datum es el eje del simulador del elemento datum. El simulador (o envoltorio no relacionada del acoplamiento real) es el cilindro perfecto más pequeño circunscrito (para un elemento externo) o el más grande inscrito (para un elemento interno) que establece el contacto máximo posible con la superficie del elemento datum, Consulte las Figuras 4-3, ilustración (d), 4-11 y 4-12.

(b) *Elemento Datum Primario: Ancho RMB.* El datum es el plano central del simulador del elemento datum. El simulador (o envoltorio no relacionada del acoplamiento real) corresponde a dos planos paralelos a separación mínima (para un elemento externo) o separación máxima (para un elemento interno) que

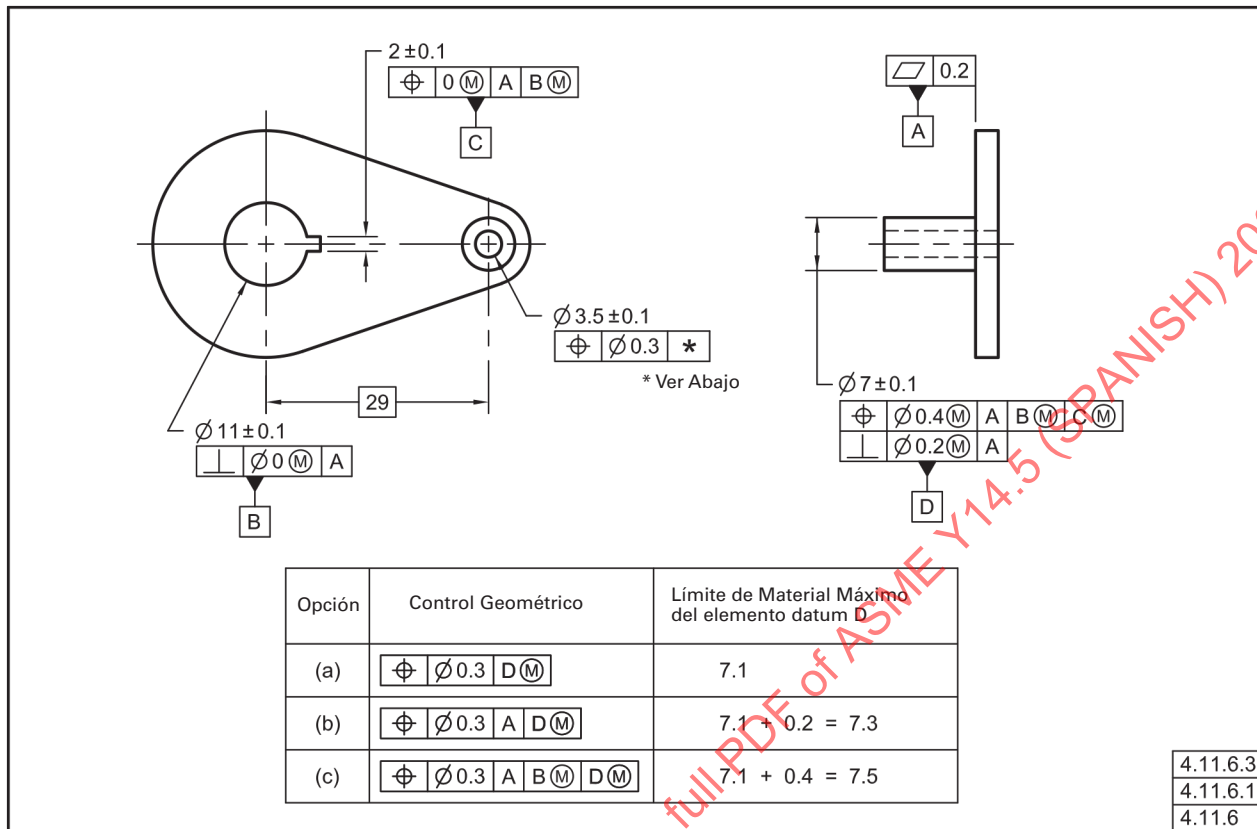
hace posible el máximo contacto con las superficies correspondientes del elemento datum. Consulte las Figuras 4-3, ilustración (b), 4-13 y 4-14.

(c) *Elemento Datum Primario: Esfera RMB.* El datum es el punto central del simulador (o envoltorio no relacionada del acoplamiento real) y es la esfera perfecta más pequeña circunscrita (para elementos externos) o la más grande inscrita (para elementos internos) que logra el máximo contacto posible con la superficie del elemento datum. Consulte la Figura 4-3, ilustración (c).

(d) *Elemento Datum Secundario RMB: Diámetro o Ancho.* En ambos casos, con elementos externos o internos, el datum secundario (eje o plano central) se establece de la misma manera a la indicada en los subpárrafos (a) y (b) arriba mostrados, pero con un requerimiento adicional. El cilindro teórico o los planos paralelos del simulador deberían estar orientados y/o localizados con respecto al elemento datum primario del simulador. El elemento datum B de la Figura 4-15 ilustra este principio para los diámetros, y la Figura 4-32, ilustración (a), muestra el mismo principio para los anchos. En la Figura 4-32, ilustración (a), el simulador del elemento datum secundario a RMB se expande y establece el máximo contacto posible restringiendo todos los demás grados de libertad posibles, antes de que el simulador del elemento datum terciario pueda ser expandido.

(e) *Elemento Datum Terciario: Diámetro o Ancho RMB.* En ambos casos, para elementos externos e internos, el datum terciario (eje o plano central) se establece de la misma manera como se indica en el subpárrafo (d)

Fig. 4-16 Ejemplo de Cálculos del Límite de Material Máximo



mostrado arriba, pero con un requerimiento adicional: el cilindro teórico o los planos paralelos del simulador deberían estar orientados y/o ubicados con respecto a ambos elementos simuladores del elemento datum primario y secundario. El elemento datum terciario puede ser localizado con respecto al eje datum como se muestra en la Figura 4-15 o fuera de un plano del marco de referencia datum. La Figura 4-9 ilustra el mismo principio para un diámetro.

(f) *Elemento Datum Secundario y Terciario: Esfera RMB.* El datum secundario o terciario (punto central) se establece de la misma manera que se indicada en el subpárrafo (c) mostrado arriba, excepto que el punto central se localiza en relación al datum precedente más elevado.

(g) *Superficie RMB Secundaria y Terciaria.* Cuando el elemento datum (secundario o terciario) sea una superficie, el RMB aplicado al elemento datum requiere que el simulador se expanda, contraiga o progrese normalmente con respecto al perfil verdadero a partir del elemento en MMB hacia LMB hasta que el simulador haga el máximo contacto posible con los extremos del elemento datum mientras se respeta el(los) datum(s) de mayor precedencia. Consulte las Figuras 4-29, ilustración (a), 4-30, ilustración (a), y 4-31, ilustración (a).

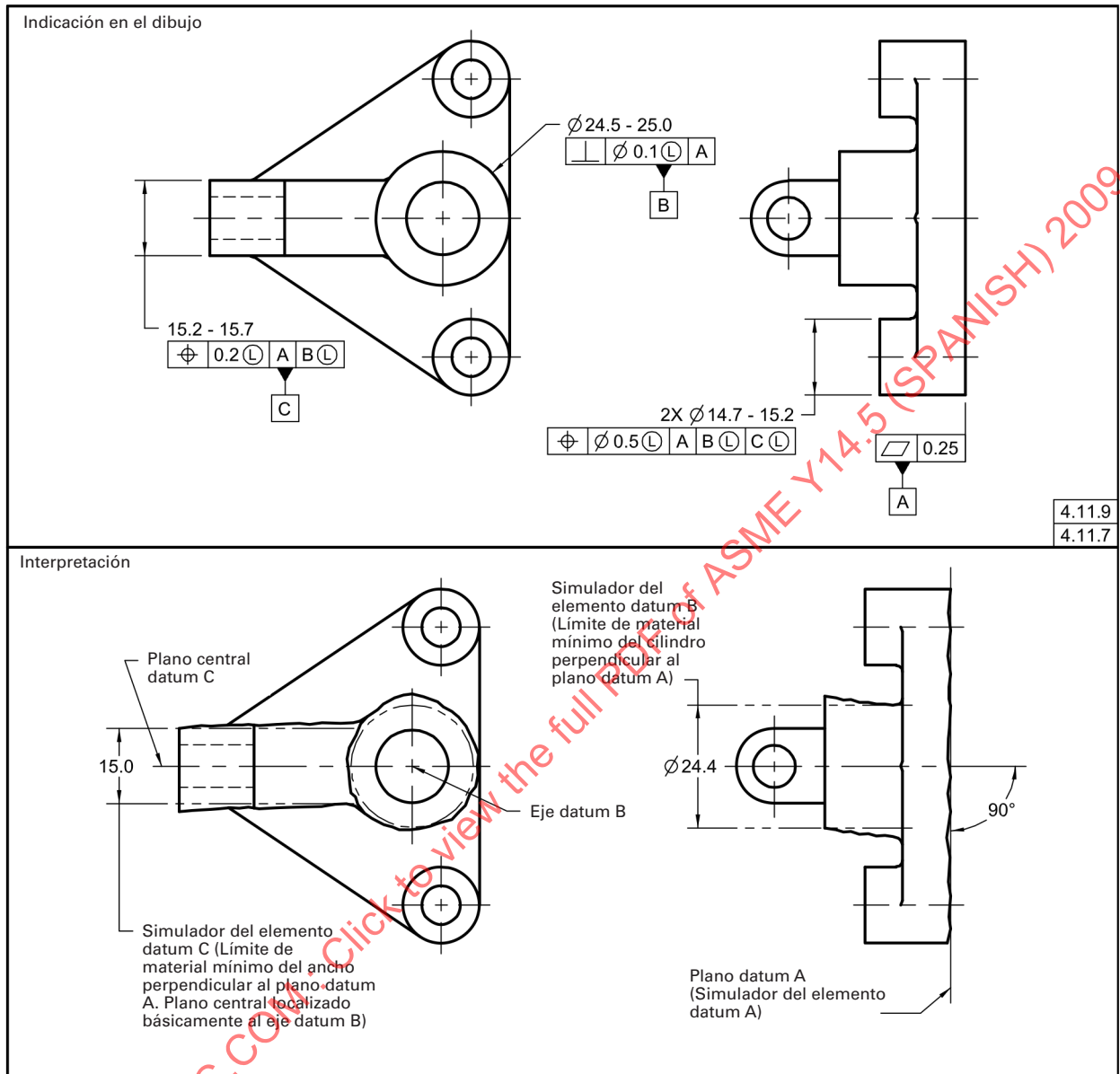
4.11.5 Especificar Elementos Datum a MMB

Cuando se aplique MMB a un elemento datum referido en el marco de control del elemento, se establece un simulador de elemento datum en el límite apropiado. El límite apropiado se encuentra determinado por los efectos colectivos de tamaño, y cualquier tolerancia geométrica aplicable relativa a cualquier datum de mayor precedencia. Por ejemplo, cuando un elemento datum se aplica bajo condición MMB, los elementos de maquinado y medición en el equipo de procesamiento que permanecen constantes pueden ser utilizados para determinar el simulador del elemento para establecer el elemento datum simulado. Para determinar el límite aplicable, consulte el párrafo 4.11.6.

4.11.6 Determinar el Tamaño de los Simuladores de los Elementos Datum a MMB

Es necesario un análisis de tolerancias geométricas aplicado al elemento datum para determinar el tamaño del simulador. Un elemento de tamaño o un patrón de elementos de tamaño que funcionan como elemento datum pueden tener varias condiciones MMB. Esto incluye el MMC de un elemento datum de tamaño o los efectos colectivos de MMC y las tolerancias geométricas. La precedencia del elemento datum debería ser mantenida, excepto en el caso de un marco de referencia datum personalizado. Consulte el párrafo 4.22. Por lo

Fig. 4-17 Elementos Datum Secundario y Terciario a LMB



tanto, el MMB apropiado para determinar el tamaño del simulador de un elemento datum para

(a) un elemento datum interno de tamaño es el MMB más grande que el elemento de tamaño contendrá mientras se cumple con el nivel de precedencia del elemento datum.

(b) un elemento externo de tamaño es el MMB más pequeño que contendrá el elemento datum de tamaño mientras se cumple con el nivel de precedencia del elemento datum. Consulte la Figura 4-16 para ver ejemplos para calcular el tamaño de MMB.

4.11.6.1 Determinar el Límite de Material Máximo Correcto (MMB). El elemento datum D de la Figura 4-16 tiene tres MMB. Para un elemento externo de tamaño,

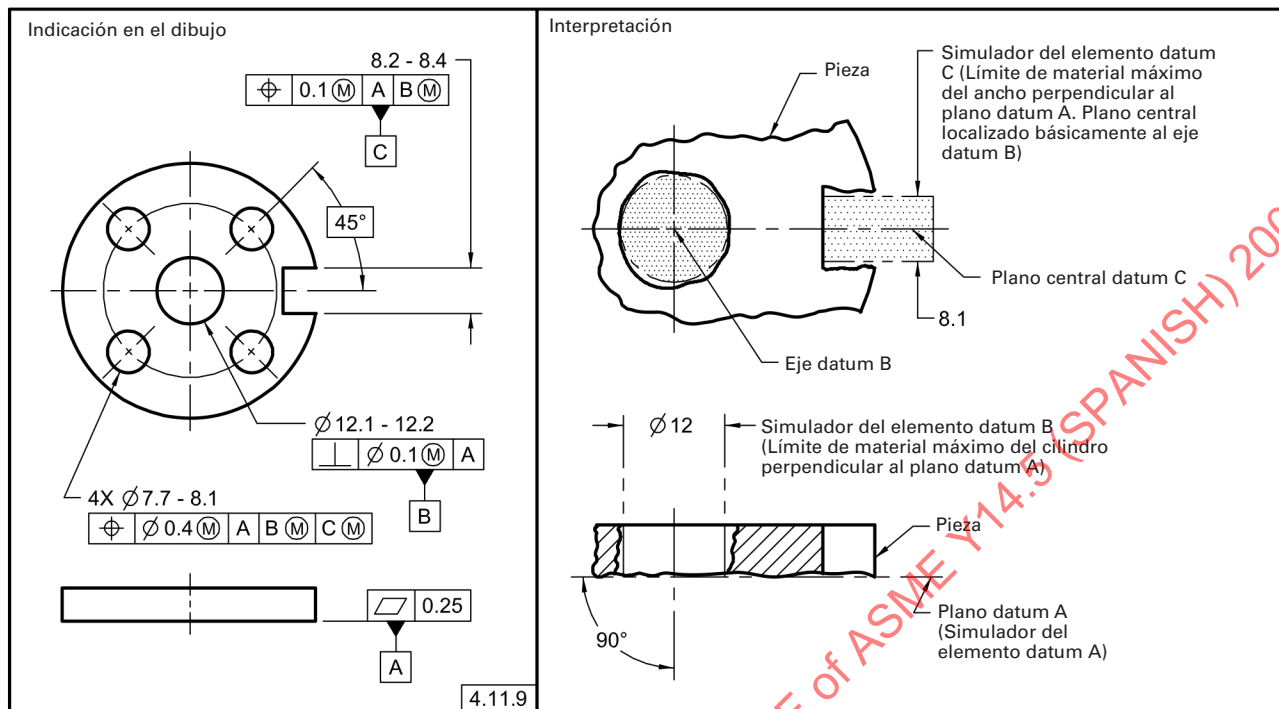
el MMB apropiado es el valor menor que contendrá el elemento datum de tamaño mientras se cumple con la precedencia del elemento datum.

(a) En la opción (a), en la cual el elemento datum D se encuentra referido como primario, el MMB apropiado es el MMC del elemento o, en este caso, 7.1 mm (Regla #1).

(b) En la opción (b), en la cual el elemento datum D está referido como secundario para asegurar que se cumpla con la precedencia del datum, los efectos colectivos del MMC (diámetro de 7.1 mm) y la tolerancia de perpendicularidad (0.2 mm de diámetro) establece un MMB de 7.3 mm de diámetro.

(c) En la opción (c), en la cual el elemento datum D está referido como terciario para asegurar que se cumpla con la precedencia del datum, los efectos colectivos del

Fig. 4-18 Elementos Datum Secundario y Terciario a MMB

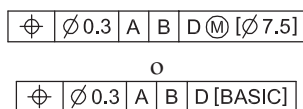


MMC (7.1 mm de diámetro) y la tolerancia de posición (0.4 mm de diámetro) establece un MMB de 7.5 mm de diámetro. Dado que la tolerancia de perpendicularidad es un refinamiento de la tolerancia de posición, no se suma.

4.11.6.2 Cálculos para MMB. Para la tolerancia de posición aplicada al elemento datum D, el MMB apropiado para elementos datum B y C son 10.9 mm de diámetro (10.9 menos 0 tolerancia de perpendicularidad) y 1.9 mm (1.9 MMC menos 0 tolerancia de posición) respectivamente.

4.11.6.3 Aclaración Sobre el MMB Aplicable. En aquellos casos en los que el límite no esté claro, o se requiera otro límite, el valor de este debería ser especificado, encerrado en corchetes, seguido de la referencia del elemento datum aplicable y cualquier modificador del marco de control del elemento. El término "BSC" o "BÁSICO" puede ser utilizado para indicar que el simulador se encuentra localizado en la ubicación básica del elemento datum. Consulte la Figura 4-31, ilustración (b).

EJEMPLO:



En el caso de que el requerimiento de diseño sea que el MMB sea igual al MMC para un elemento datum determinado, se especifica tolerancia geométrica cero a

MMC con el elemento datum como se muestra en los elementos datum B y C de la Figura 4-16. Consulte los párrafos 7.3.4 y la Figura 6-14.

4.11.7 Especificar Elementos Datum a LMB

Cuando se aplica LMB a un elemento datum referido en el marco de control del elemento, este establece el simulador en los límites apropiados. El límite apropiado está determinado por los efectos colectivos de tamaño, y cualquier tolerancia geométrica aplicable relativa a cualquier datum de precedencia mayor. Consulte los párrafos 2.11 y la figura 4-17. Este ejemplo ilustra ambos elementos, secundario y terciario, especificados a LMB y simulados a LMB.

4.11.8 Múltiples LMB

Un elemento o patrón de elementos que funcionan como elementos datum pueden tener varios LMB. Estos incluyen el LMC de un elemento o los efectos colectivos de LMC y las tolerancias geométricas. Se debería cumplir con la precedencia del datum, excepto en el caso en que se utilice un marco de referencia datum personalizado. En aquellos casos en que los límites no se encuentren claros o se requiera utilizar un límite diferente, el valor de dicho límite debería estar identificado seguido de la referencia de cualquier modificador del elemento datum en el marco de control del elemento.

EJEMPLO



Fig. 4-19 Desarrollo de un Marco Datum de Referencia con Modificador de Traslación

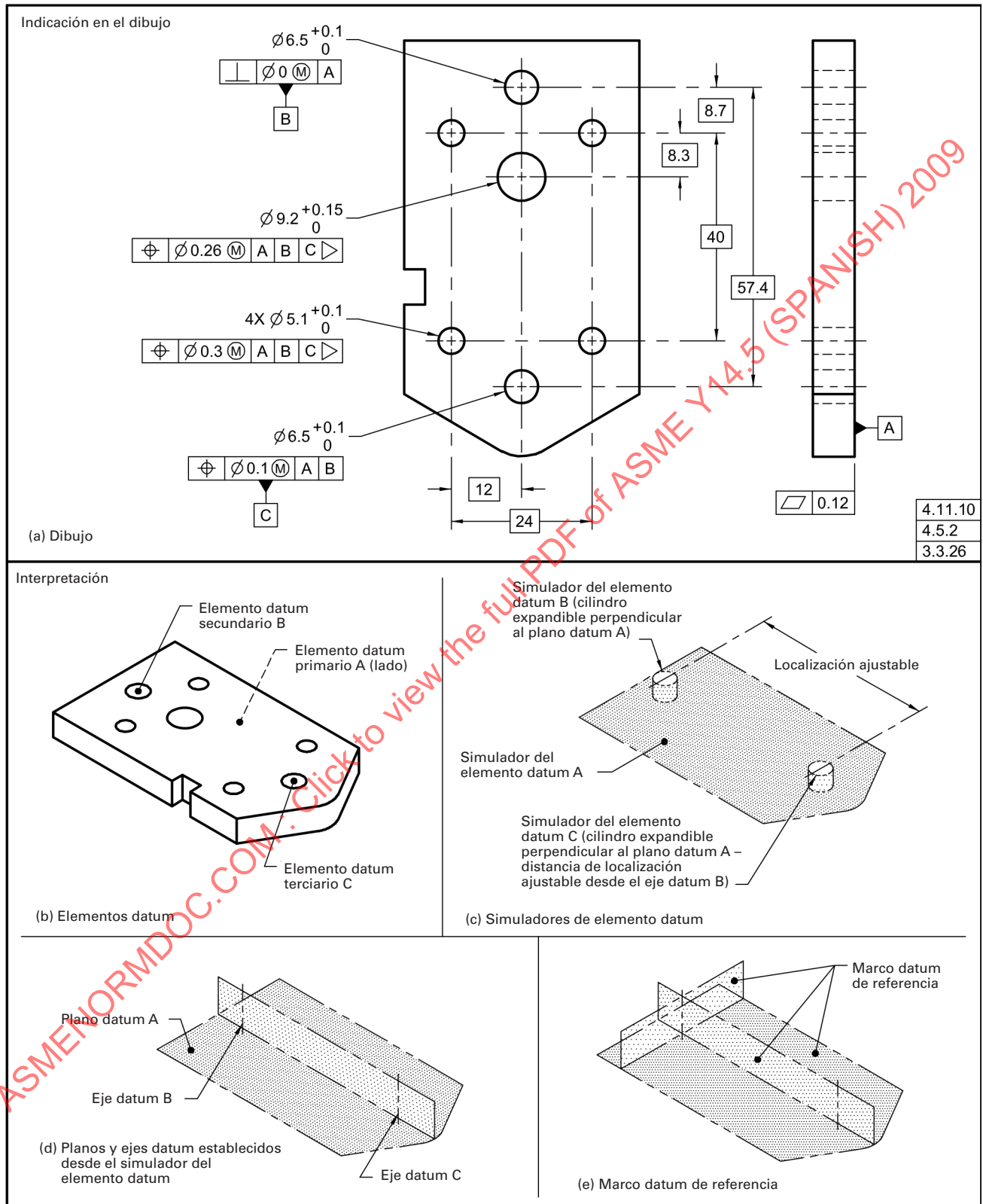
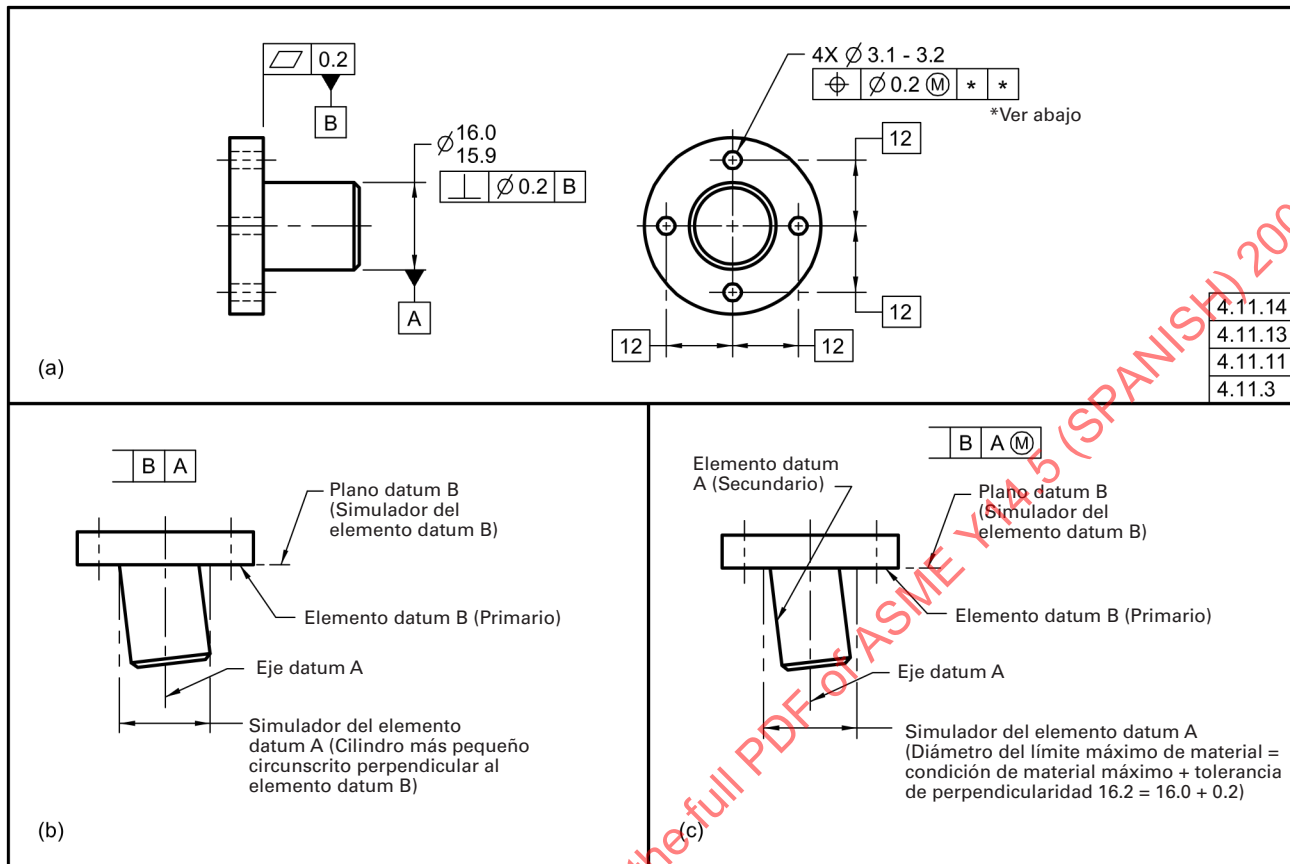


Fig. 4-20 Efecto del Modificador Datum



El LMB apropiado para

- (a) elementos internos es el LMB más pequeño que contendrá el elemento al mismo tiempo que se cumple con la precedencia del datum
- (b) elementos externos es el mayor LMB que el elemento contendrá al mismo tiempo que se cumple con la precedencia del datum

4.11.9 Movimiento/Desplazamiento del Elemento Datum

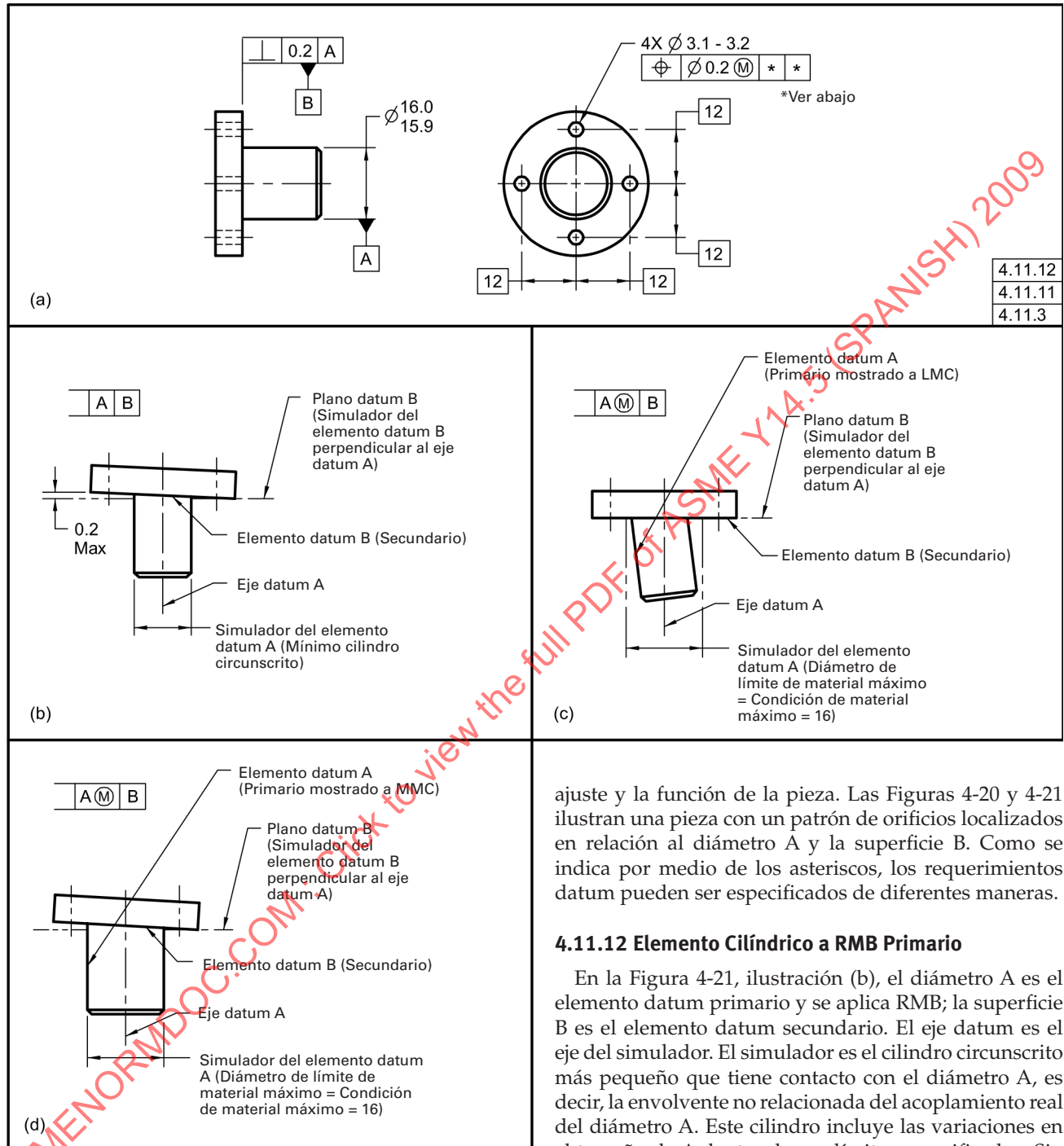
Los modificadores MMB o LMB aplicados a la referencia del elemento datum permitirán que el elemento se mueva/desplace desde los límites establecidos por el simulador en un valor equivalente a la diferencia entre la envolvente (relacionada o no relacionada) del acoplamiento real para MMB, la envolvente de material mínimo real para LMB, o la superficie del elemento y el simulador. El marco de referencia del elemento datum está establecido desde el simulador y no desde el elemento datum. Consulte la Figura 4-17 para el caso del LMB, las Figuras 4-18 y 4-24, el elemento datum B en la Figura 4-26 para MMB, y la Figura 4-30, ilustración (b) para la superficie. El movimiento/desplazamiento del elemento datum debería ser siempre restringido o limitado por el simulador. Si la geometría del simulador es tal que no

limita o restringe completamente el elemento como en el caso de que rotará alejándose del simulador, más allá de los límites establecidos como se muestra en la Figura 4-31, ilustración (c), entonces el elemento debería permanecer en contacto con el simulador y, por lo tanto, el movimiento o desplazamiento no está permitido. Consulte el párrafo 4.16.7 y el elemento datum A en la Figura 4-28.

4.11.10 Modificador de Traslación

Cuando sea necesario indicar que la localización básica del simulador se encuentra sin restricción y sea posible trasladar el simulador dentro de la tolerancia geométrica especificada para que esté en total contacto con el elemento, el modificador de traslación se agrega al marco de control del elemento seguido de la referencia del elemento datum así como por otros modificadores aplicables. Consulte las Figuras 4-19 y 4-32, ilustración (b), y el párrafo 3.3.26. Cuando el modificador de traslación aplique y la dirección del movimiento no quede clara, se deberían especificar los requerimientos del movimiento.

Fig. 4-21 Efecto de la Condición de Material



4.11.11 Efectos de la Precedencia del Datum y las Condiciones de Límite del Material del Elemento Datum.

Cuando se especifiquen datums en un orden de precedencia, se debería determinar la condición límite del material en la cual se aplica el elemento datum. El efecto de su condición límite del material y orden de precedencia deberían ser considerados sobre la base del

ajuste y la función de la pieza. Las Figuras 4-20 y 4-21 ilustran una pieza con un patrón de orificios localizados en relación al diámetro A y la superficie B. Como se indica por medio de los asteriscos, los requerimientos datum pueden ser especificados de diferentes maneras.

4.11.12 Elemento Cilíndrico a RMB Primario

En la Figura 4-21, ilustración (b), el diámetro A es el elemento datum primario y se aplica RMB; la superficie B es el elemento datum secundario. El eje datum es el eje del simulador. El simulador es el cilindro circunscrito más pequeño que tiene contacto con el diámetro A, es decir, la envolvente no relacionada del acoplamiento real del diámetro A. Este cilindro incluye las variaciones en el tamaño de A dentro de sus límites especificados. Sin embargo, cualquier variación de la perpendicularidad entre la superficie B y el diámetro A, el elemento datum primario, tendrá efecto sobre el grado de contacto de la superficie B con su respectivo simulador.

4.11.13 Superficie Primaria

En la Figura 4-20, ilustración (b), la superficie B es el elemento datum primario; el diámetro A es el elemento datum secundario y aplica a RMB. El eje datum es el eje

del cilindro circunscrito más pequeño que tiene contacto con el diámetro A y es perpendicular al plano datum, es decir, la envolvente relacionada de material mínimo real del diámetro que es perpendicular al plano datum B. Además de las variaciones en tamaño, este cilindro incluye cualquier variación en la perpendicularidad entre el diámetro A y la superficie B, el elemento datum primario.

4.11.14 Elemento Cilíndrico a MMB Secundario

En la Figura 4-20, ilustración (c), la superficie B es el elemento datum primario; el diámetro A es el elemento datum secundario y se aplica a MMB. El eje datum es el eje del cilindro simulador de tamaño fijo que es perpendicular al plano datum B. Cualquier desplazamiento del elemento donde aplica la tolerancia está permitido cuando existe un espacio entre el elemento datum y el simulador. Consulte el párrafo 7.3.6.2.

4.12 ELEMENTOS DATUM MÚLTIPLES

Cuando más de un elemento datum sea utilizado para establecer el simulador como un solo datum, se utilizan las letras y los modificadores asociados del elemento datum apropiado en un compartimiento del marco de control del elemento, separados por un guion. Consulte el párrafo 3.4.2 y la Figura 4-22. Dado que los elementos datum son de igual importancia, las letras de referencia del elemento datum pueden estar colocadas en cualquier orden en el compartimiento. Cuando la intención quede clara, una letra de referencia del elemento datum puede ser utilizada para definir superficies múltiples como un solo elemento datum.

4.12.1 Simulación de un Plano Datum Simple

La Figura 4-23 es un ejemplo de un plano datum simple simulado, como se explica en el párrafo 4.11.1, al coincidir con el simulador el cual simultáneamente hace contacto con los puntos más elevados de dos superficies. La identificación de dos elementos para establecer un plano datum simple puede ser requerida cuando la separación de los elementos se deba a una obstrucción, como lo muestra la Figura 4-23, o por una abertura similar (por ejemplo, por una ranura). Para controlar la coplanaridad de estas superficies, consulte la Figura 4-23 y el párrafo 8.4.1.1. También se puede usar un símbolo de un elemento datum simple para indicar que las superficies desalineadas establecen un datum simple.

4.12.2 Eje Simple de Dos Elementos de Tamaño Coaxiales

Las Figuras 4-24 y 4-25 son ejemplos de un eje datum simple establecido a partir de los ejes de los simuladores que restringen simultáneamente los dos diámetros coaxiales. Los elementos datum de la Figura 4-24 pueden estar a RMB o especificados para aplicar a

MMB o LMB conforme sea necesario. En la Figura 4-25, los elementos datum para las tolerancias de oscilación pueden aplicarse únicamente a RMB.

4.12.3 Patrón de Elementos de Tamaño a MMB

Elementos múltiples de tamaño, como en el caso de un patrón de orificios a MMB, pueden ser utilizados como grupo para establecer el simulador para derivar un marco de referencia datum. Consulte la Figura 4-26. En este caso, cuando la pieza sea montada en el simulador del elemento datum primario A, el patrón de orificios establece el simulador que es utilizado para derivar el segundo y tercer plano del marco de referencia datum. El simulador B es el conjunto de MMB de todos los orificios localizados en posición verdadera. El origen del marco de referencia datum puede ser establecido en el centro del patrón de un simulador cuando este intersecta con el plano A, como se muestra en la Figura 4-26 o en cualquier otra localización definida por dimensiones básicas relativas al simulador como se muestra en la Figura 4-28. Cuando el elemento datum B esté referido a MMB, se permite un desplazamiento entre el patrón real de orificios y el marco de referencia datum. Tal desplazamiento está relacionado con cualquier espacio entre la superficie del elemento datum B y el MMB de cada orificio. Este espacio está determinado colectivamente por el tamaño, la orientación y la localización de cada orificio.

4.12.4 Patrón de Elementos de Tamaño a RMB

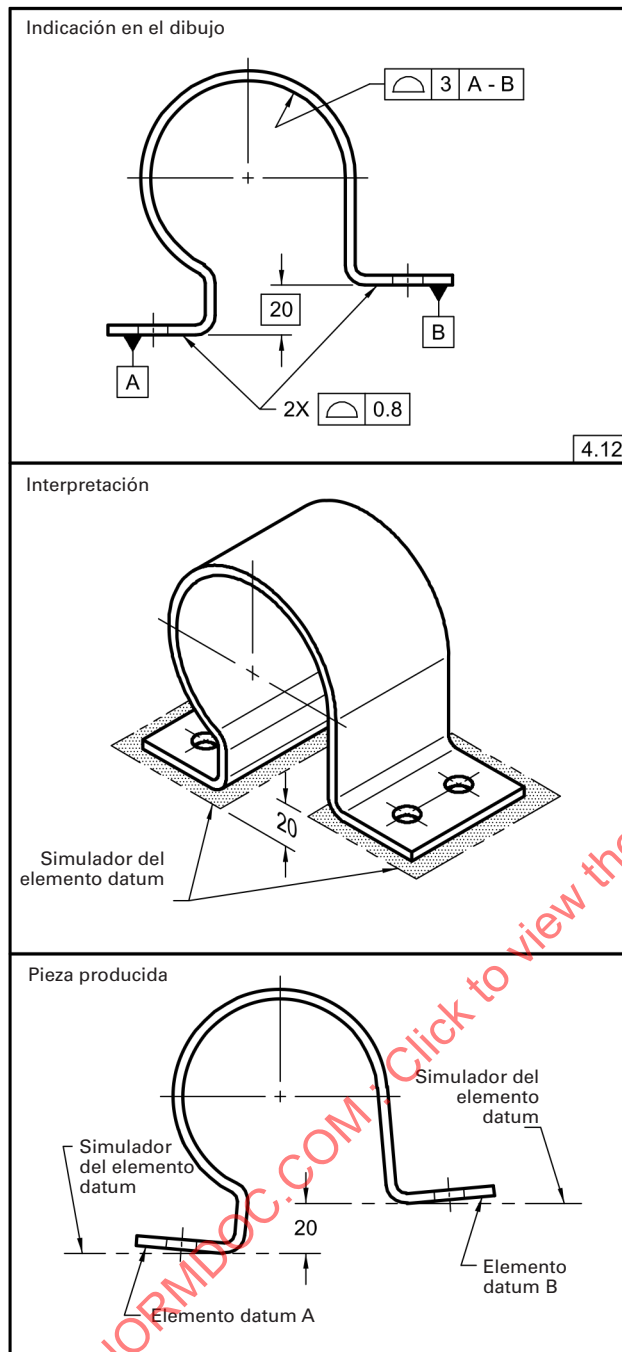
Cuando se aplique RMB en un marco de control del elemento para elementos datum múltiples de tamaño, y se utilice para establecer un solo datum, el simulador de cada elemento debería fijarse en una localización relativa a los otros. Los simuladores deberían expandirse o contraerse simultáneamente desde su MMB hacia su LMB, hasta que los simuladores alcancen el máximo contacto posible con los extremos de los elementos datum. Consulte la Figura 4-25.

4.12.5 Superficies Parciales como Elementos Datum

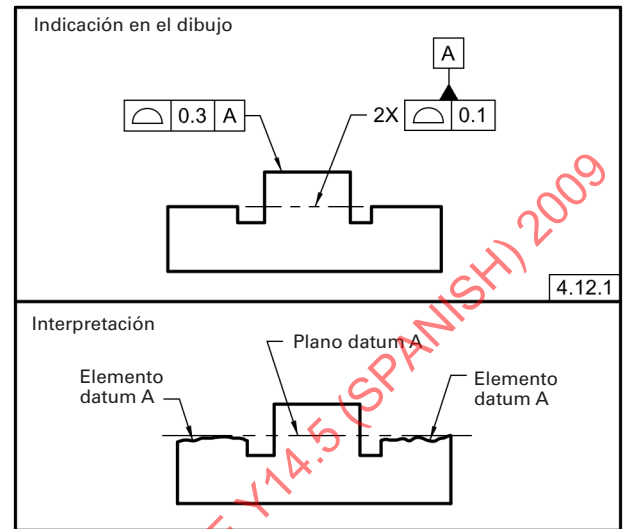
Comúnmente, es mejor especificar solo una parte de la superficie en lugar de la superficie completa para que sirva como elemento datum. Esto puede ser especificado por medio de una cadena (solo para el dibujo ortográfico en 2D), dibujándolo paralelamente al perfil de la superficie (dimensionado para la longitud y localización) como se muestra en la Figura 4-27, especificado por medio de una nota o por un datum objetivo.

4.13 SUPERFICIE DEFINIDA MATEMÁTICAMENTE

En algunas ocasiones, es necesario identificar una curva compuesta o el contorno de una superficie como un elemento datum. Un elemento definido matemáticamente debería ser definido dentro del sistema de coordenadas tridimensionales. Cuando

Fig. 4-22 Planos Datum Múltiples

se haya especificado dicho elemento como elemento datum, su simulador (derivado de la información matemática) es utilizado para establecer el marco de referencia datum. Alineando los puntos más elevados del elemento datum con su simulador, se restringe el movimiento de una pieza con respecto al marco de referencia datum. Cuando el elemento datum por sí mismo no pudiera restringir adecuadamente los grados de libertad requeridos de la pieza, entonces se requerirán elementos datum adicionales. Consulte la Figura 4-28.

Fig. 4-23 Establecimiento de un Plano Datum Individual por Medio de Dos Elementos Datum

NOTA: Si el elemento datum es especificada para aplicar a MMB como en la Figura 4-28 o LMB, la información matemática es ajustada por el valor de la tolerancia aplicable en ese límite para determinar el simulador.

4.14 MARCOS DE REFERENCIA DATUM MÚLTIPLES

Puede ser necesario contar con más de un marco de referencia datum para ciertas piezas, dependiendo de sus requisitos funcionales. Cuando se utilice más de un marco de referencia datum y se necesite determinar las relaciones y calcular los límites entre los marcos de referencia, entonces se deben especificar las relaciones entre los marcos de referencia datum. En la Figura 4-4, los elementos datum A y B establecen un solo marco de referencia, mientras que los elementos datum C y D establecen un marco de referencia datum diferente.

4.15 ELEMENTOS DATUM FUNCIONALES

Solo los elementos datum requeridas deberían ser referidos en los marcos de control del elemento cuando se especifiquen tolerancias geométricas. Es necesario comprender el control geométrico provisto por estas tolerancias (como se explica en las secciones de la 5 a la 9) para determinar eficazmente el número de referencias de elementos datum requeridas para una aplicación determinada. Los requisitos funcionales del diseño deberían ser la base para seleccionar los elementos datum relacionados para ser referidos en el marco de control del elemento. Las Figuras 4-36 a la 4-38 ilustran las piezas en un ensamble en el cual se especifican tolerancias geométricas, cada una con el número requerido de referencias del elemento datum.

Fig. 4-24 Dos Elementos Datum Coaxiales, Eje Datum Individual

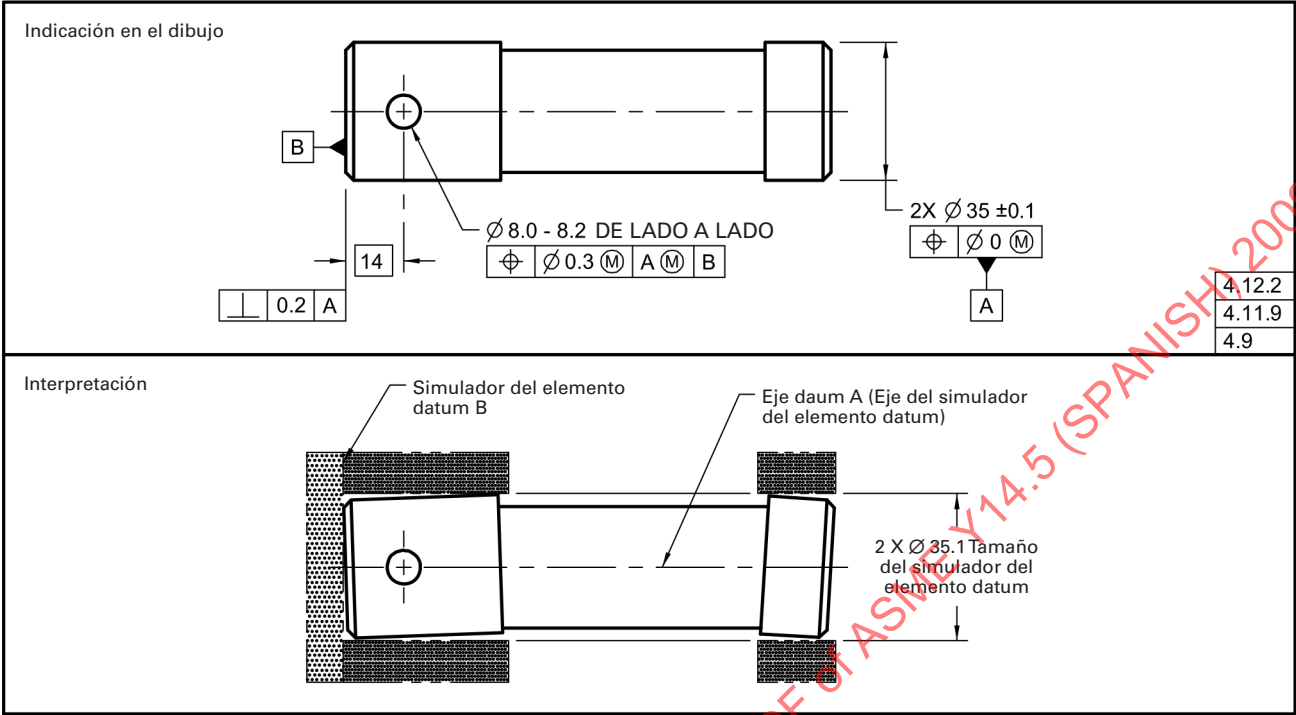


Fig. 4-25 Dos Elementos Datum a RMB, Eje Datum Individual

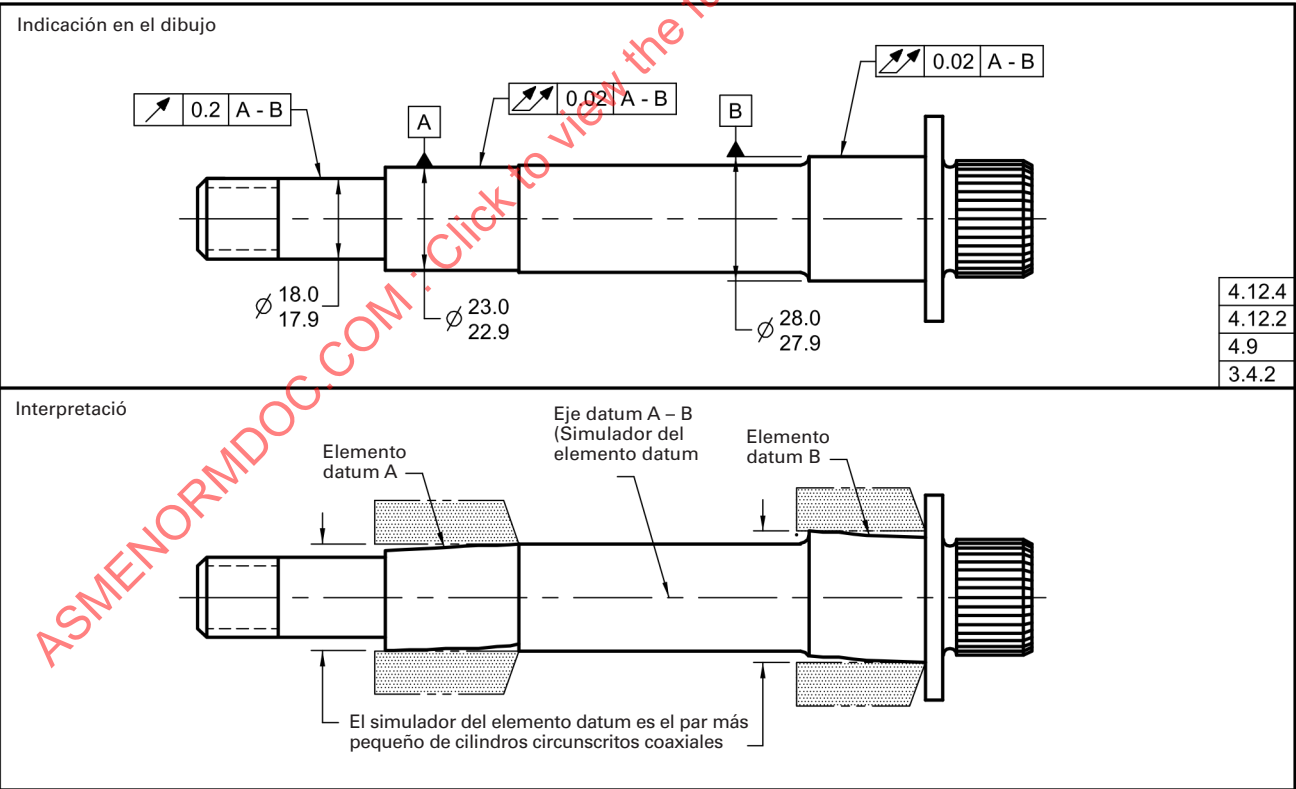


Fig. 4-26 Patrón de orificios Identificados como Datum

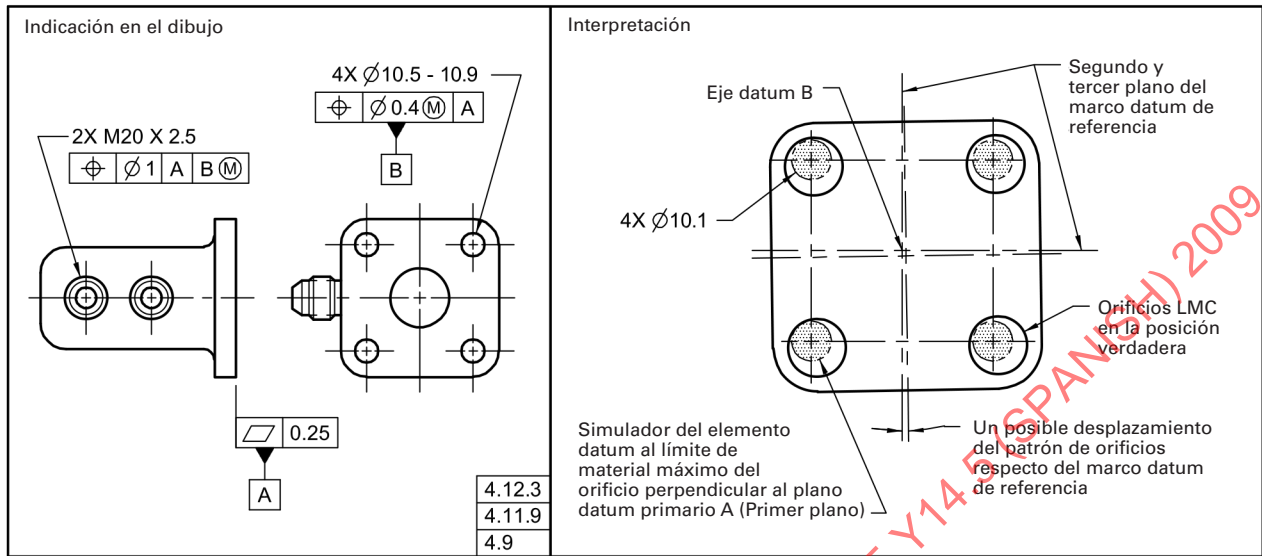
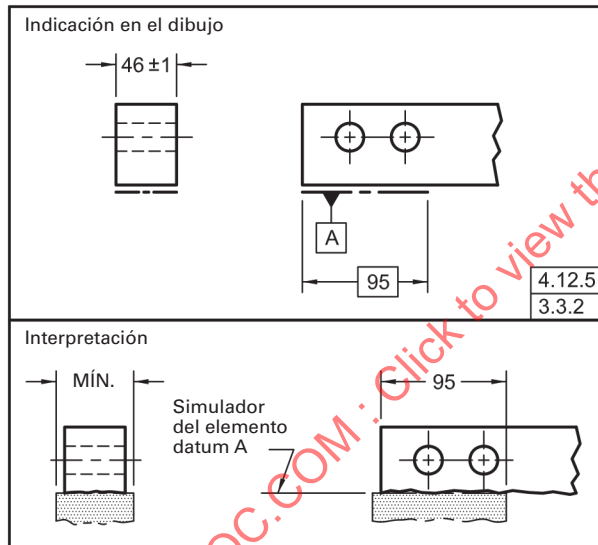


Fig. 4-27 Superficie Parcial como un Elemento Datum



4.16 RESTRICCIÓN ROTACIONAL RESPECTO DE UN EJE O PUNTO DATUM

En el caso en que se estableciera un marco de referencia datum desde un eje o punto datum primario o secundario, se puede utilizar una superficie datum o elemento datum de tamaño de menor precedencia para restringir la rotación. Consulte el párrafo 4.10.4. Dependiendo de los requisitos funcionales, existen muchas maneras de restringir los grados de libertad rotacional con respecto al datum de mayor precedencia. Las Figuras 4-8 y 4-29 a la 4-32 ilustran el desarrollo de un marco de referencia basado en los principios marcados en los requisitos del simulador. En estas figuras, el elemento datum A establece un eje. El

elemento datum B de menor precedencia se encuentra localizado (posicionado o perfilado) con respecto al elemento datum A y es utilizado para orientar los grados de libertad rotacional necesarios para establecer el marco de referencia datum que se usa para localizar los dos orificios de 6 mm de diámetro. Dependiendo de los requisitos funcionales, este elemento datum de menor precedencia puede aplicarse a RMB o ser modificado para su aplicación a MMB o LMB. El marco de referencia datum se encuentra establecido a partir de los simuladores y no de los elementos datum.

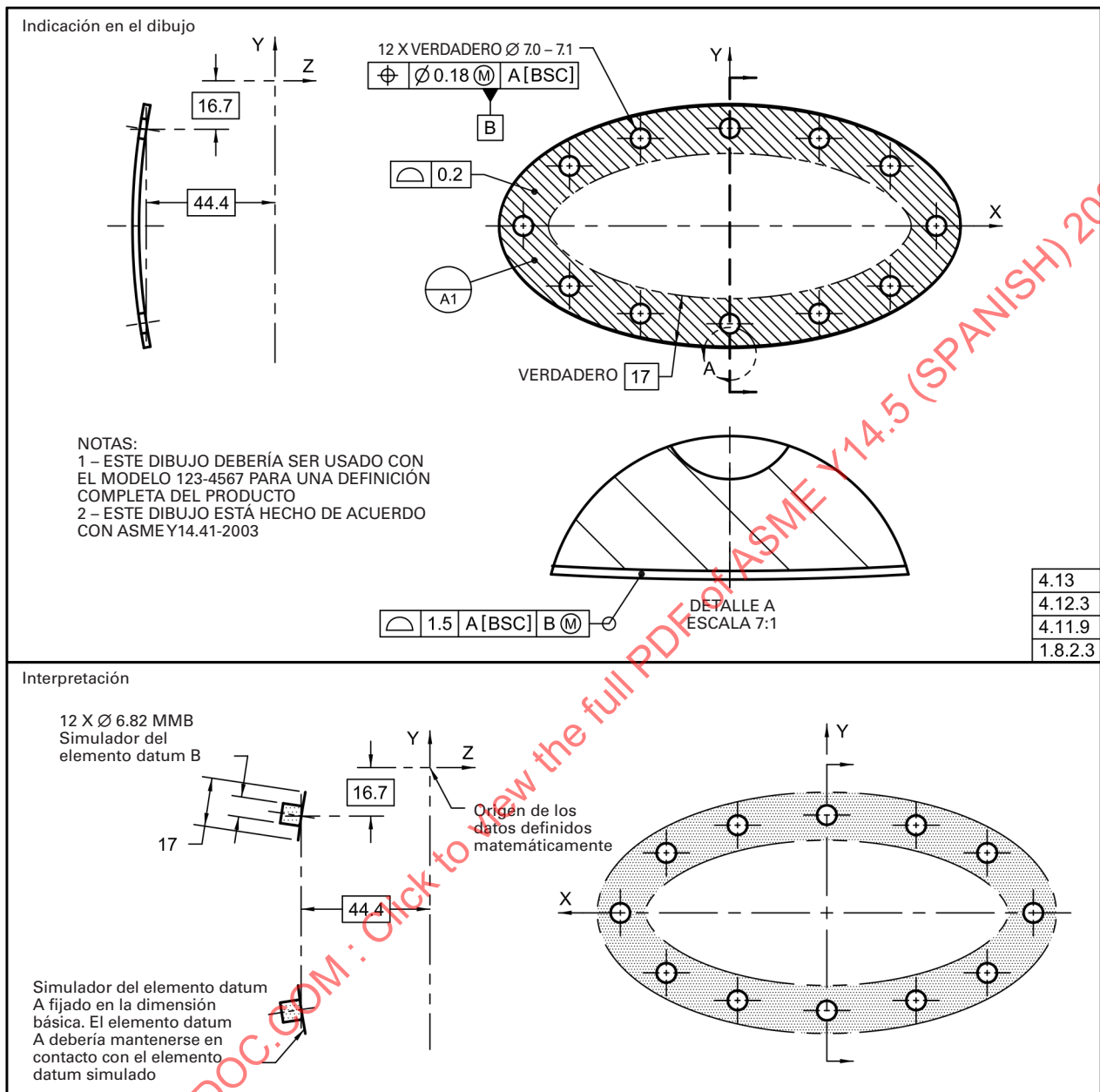
4.16.1 Elemento Datum de Contorno a RMB Restringiendo un Grado de Libertad Rotacional.

En la Figura 4-29, ilustración (a), el elemento datum B se aplica a RMB. Esto requiere que la geometría del simulador se origine en el MMB de R14.9 mm y aumente a través de la zona de tolerancia del perfil hacia el LMB de R15.1 mm hasta que se logre el máximo contacto con el elemento datum B y restrinja los grados de libertad rotacional de la pieza alrededor del eje del simulador a partir del elemento datum A.

4.16.2 Elemento Datum de Contorno a MMB Restringiendo un Grado de Libertad Rotacional.

En la Figura 4-29, ilustración (b), el elemento datum B ha sido modificado para ser aplicado a MMB. Esto requiere que el simulador se encuentre fijo a MMB de R14.9 mm y, por lo tanto, orienta los dos planos cuyo origen es el eje del simulador del elemento datum A. El elemento datum B puede rotar dentro de los límites creados por su partida desde el MMB y posiblemente

Fig. 4-28 Superficie de Contorno como un Elemento Datum



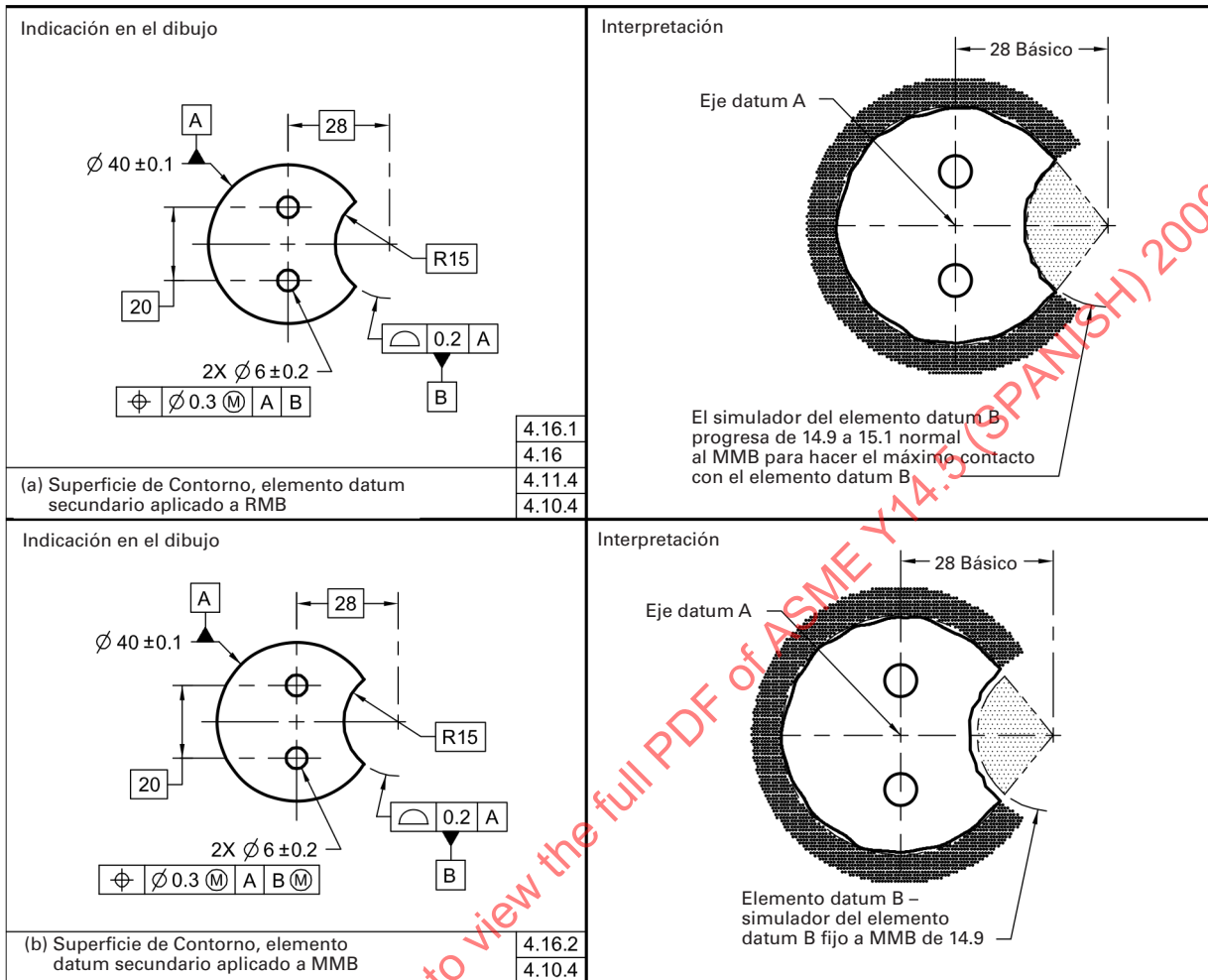
no permanezcan en contacto con el simulador del elemento datum.

4.16.3 Elemento Datum Planar a RMB Restringido un Grado de Libertad Rotacional.

En la Figura 4-30, ilustración (a), el elemento datum B se aplica a RMB. Esto requiere que la geometría del simulador tenga su origen a MMB de 15.1 mm y progrese a través de la zona de tolerancia del perfil hacia el LMB de 14.9 mm hasta que se logre el máximo contacto con el elemento datum B y restrinja el grado de libertad rotacional de la pieza alrededor del eje del simulador del elemento datum A.

4.16.4 Elemento Datum Planar a MMB Restringiendo un Grado de Libertad Rotacional.

En la Figura 4-30, ilustración (b), el elemento datum B está modificado para aplicarse a MMB. Esto requiere que el simulador se encuentre fijo a MMB de 15.1 mm y, por lo tanto, orienta los dos planos que generan el eje del simulador A. El elemento datum B puede rotar dentro de los límites creados por su partida desde MMB y posiblemente no permanezcan en contacto con el simulador del elemento datum.

Fig. 4-29 Elemento Datum de Contorno que restringe un Grado de Libertad Rotacional

4.16.5 Elemento Datum Planar Fuera de Línea (Offset) a RMB Restringiendo un Grado de Libertad Rotacional.

En la Figura 4-31, ilustración (a), el elemento datum B se encuentra fuera de línea (offset) respecto al eje datum A y se aplica a RMB. Esto requiere que la geometría del simulador se origine a MMB de 5.1 mm y progrese a través de la zona de tolerancia del perfil hacia el LMB de 4.9 mm hasta que se logre el máximo contacto con el elemento datum B (posiblemente un contacto de dos puntos) y restrinja el grado de libertad rotacional de los dos planos del marco de referencia datum alrededor del eje de la contraparte geométrica verdadera del elemento datum A.

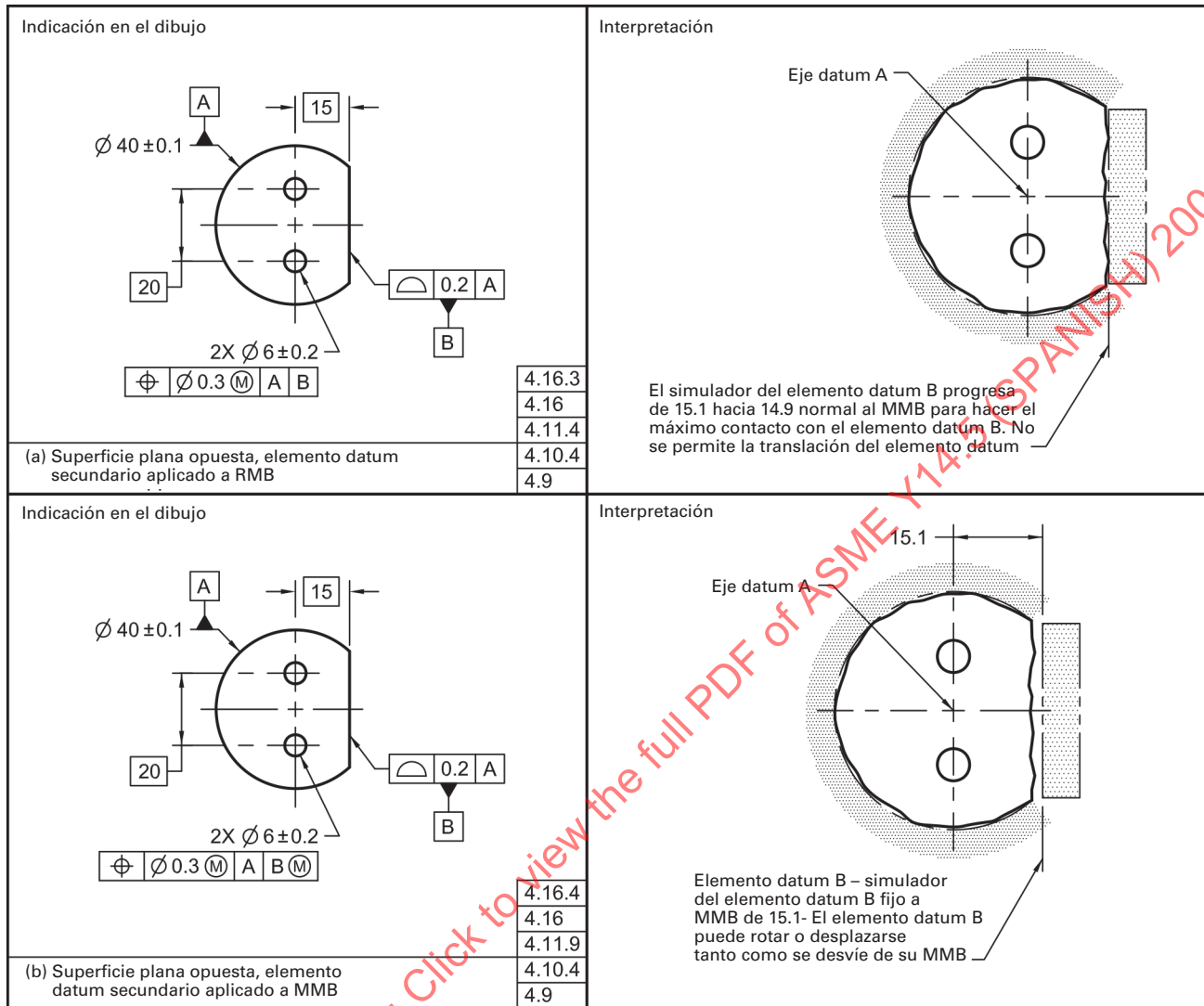
4.16.6 Elemento Datum Planar Fuera de Línea (Offset) con Dimensión Básica Restringiendo un Grado de Libertad Rotacional.

En la Figura 4-31, ilustración (b), el elemento datum B se encuentra fuera de línea (offset) 5 mm en relación al eje datum A. RMB no aplica debido a que se encuentra

anulado en el marco de control del elemento para los dos orificios, a través de la abreviación BSC entre corchetes después de la referencia del elemento datum B. Consulte el párrafo 4.11.6.3. Esto requiere que el simulador se encuentre fijo a 5 mm básicos y restrinja el grado de libertad rotacional de los dos planos del marco de referencia datum alrededor del eje del simulador a partir del elemento datum A.

4.16.7 Elemento Datum Planar Fuera de Línea (Offset) a MMB Restringiendo un Grado de Libertad Rotacional.

En la Figura 4-31, ilustración (c), el elemento datum B se encuentra fuera de línea (offset) en relación al eje datum A y modificado para aplicarse a MMB. Esto requiere que el simulador se encuentre fijo a MMB de 5.1 mm y restrinja el grado de libertad rotacional de los dos planos del marco de referencia datum que se origina en el simulador del elemento datum A. Cuando el simulador y el eje datum de mayor precedencia no limiten la rotación en ambas direcciones respecto al eje datum, el elemento datum debería estar siempre en contacto con el simulador.

Fig. 4-30 Elemento Datum Planar restringiendo un Grado de Libertad Rotacional

4.16.8 Elemento Datum de Tamaño a RMB Restringiendo un Grado de Libertad Rotacional.

En la Figura 4-31, ilustración (a), el elemento datum B se aplica a RMB y se encuentra localizada en relación al eje datum A. Esto requiere que la geometría del plano del centro del simulador se encuentre fijo a la dimensión básica de 5 mm y la geometría del simulador se expanda hasta que se logre el máximo contacto con el elemento datum B. Esto restringe el grado de libertad rotacional de los dos planos del marco de referencia datum alrededor del eje del simulador del elemento datum A.

4.16.9 Elemento Datum de Tamaño a RMB con Modificador de Traslación Restringiendo Grados de Libertad Rotacional.

En la Figura 4-32, ilustración (b), el elemento datum B se aplica a RMB con un modificador de translación. Esto permite que el plano central del simulador se traslade mientras mantiene su orientación hacia los elementos datum de mayor precedencia. Los planos paralelos del simulador se expanden para lograr el máximo contacto con el elemento datum.

4.17 APLICACIÓN DE MMB, LMB Y RMB A ELEMENTOS IRREGULARES DE TAMAÑO

MMB, LMB y RMB pueden ser aplicados a elementos irregulares de tamaño cuando son seleccionados como elementos datum.

(a) En algunas aplicaciones, los elementos irregulares de tamaño que contienen o pueden ser contenidos por

Fig. 4-31 Efectos del Modificador Datum – Superficie Plana

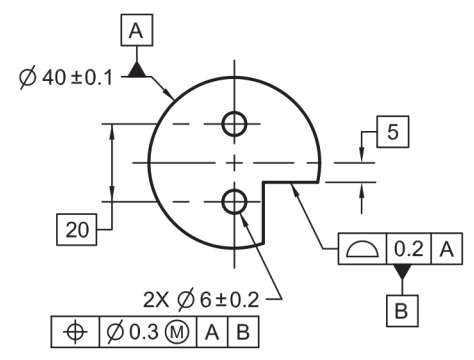
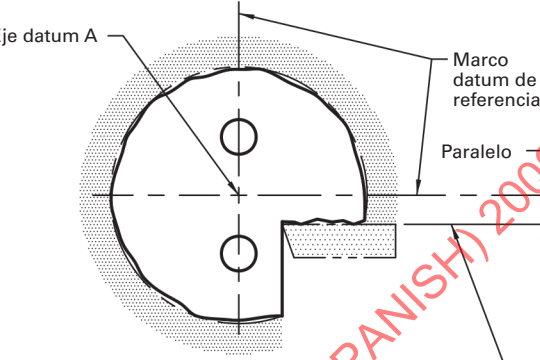
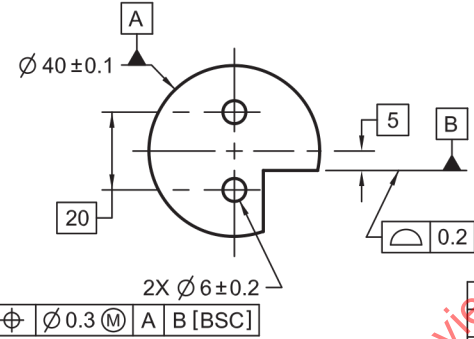
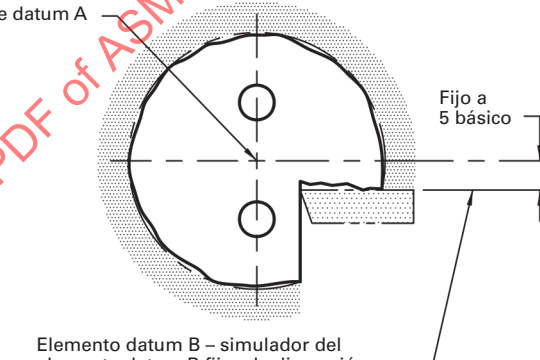
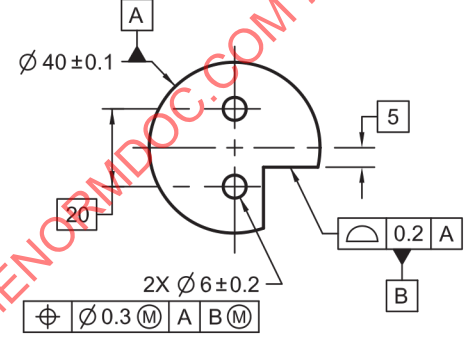
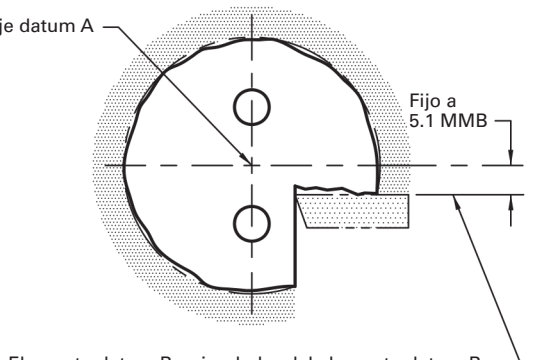
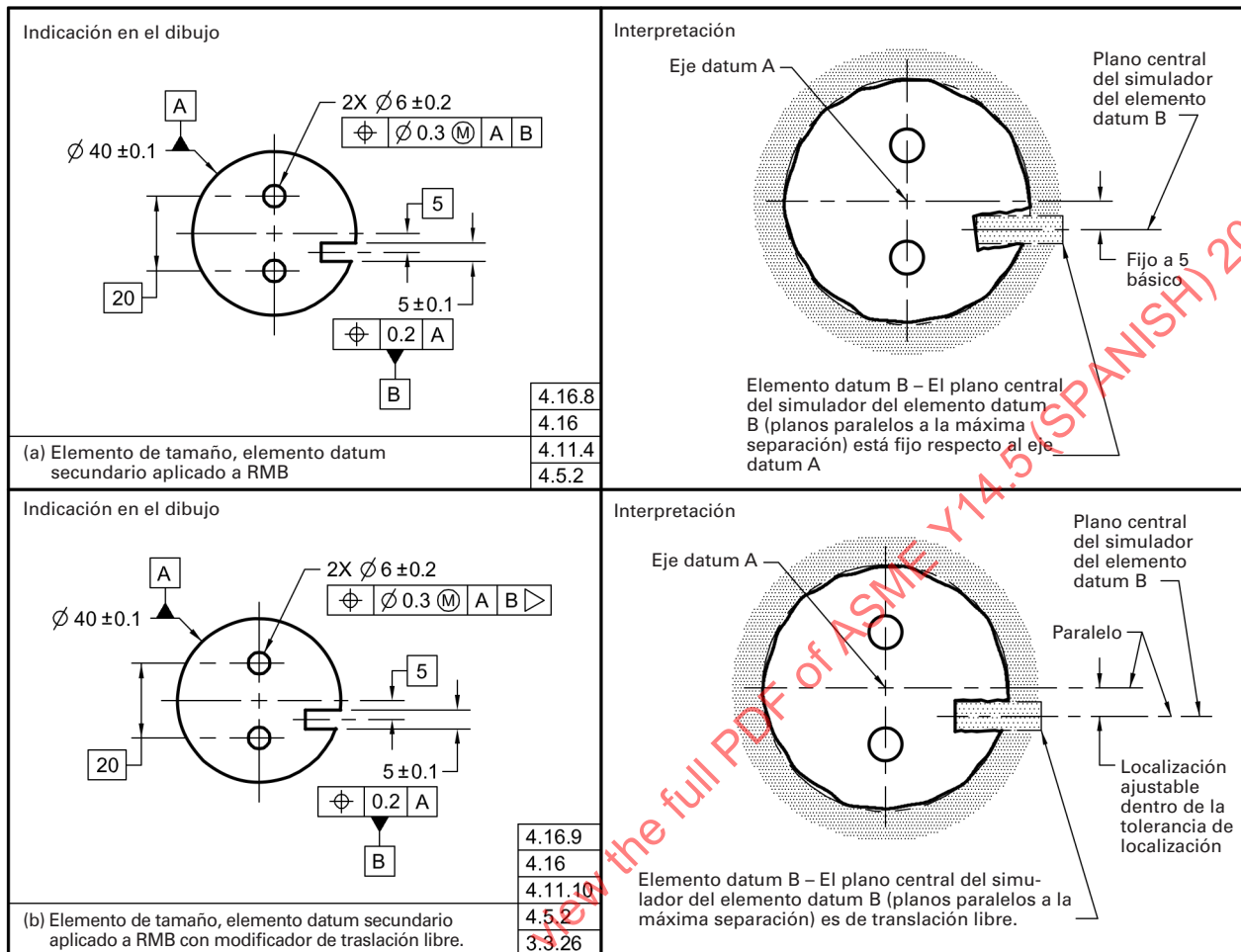
Indicación en el dibujo  8.5 4.16.5 4.16 4.11.4 4.10.4 (a) Superficie plana fuera de línea y no opuesta, elemento datum secundario aplicado a RMB	Interpretación  El simulador del elemento datum B progresa de 5.1 hacia 4.9 normal al MMB para hacer el máximo contacto con el elemento datum B. No se permite la traslación o rotación del elemento datum
Indicación en el dibujo  8.5 4.16.6 4.16 4.11.6.3 4.10.4 (b) Superficie plana fuera de línea y no opuesta, elemento datum secundario aplicado a dimensión básica	Interpretación  Elemento datum B – simulador del elemento datum B fijo a la dimensión básica. No se permite la traslación o rotación del elemento datum
Indicación en el dibujo  8.5 4.16.7 4.16 4.11.9 4.10.4 (c) Superficie plana fuera de línea y no opuesta, elemento datum secundario aplicado a MMB	Interpretación  Elemento datum B – simulador del elemento datum B establecido a MMB de 5.1 – El elemento datum B debería mantenerse en contacto con, al menos, un punto.

Fig. 4-32 Efectos del Modificador Datum – Elemento de Tamaño



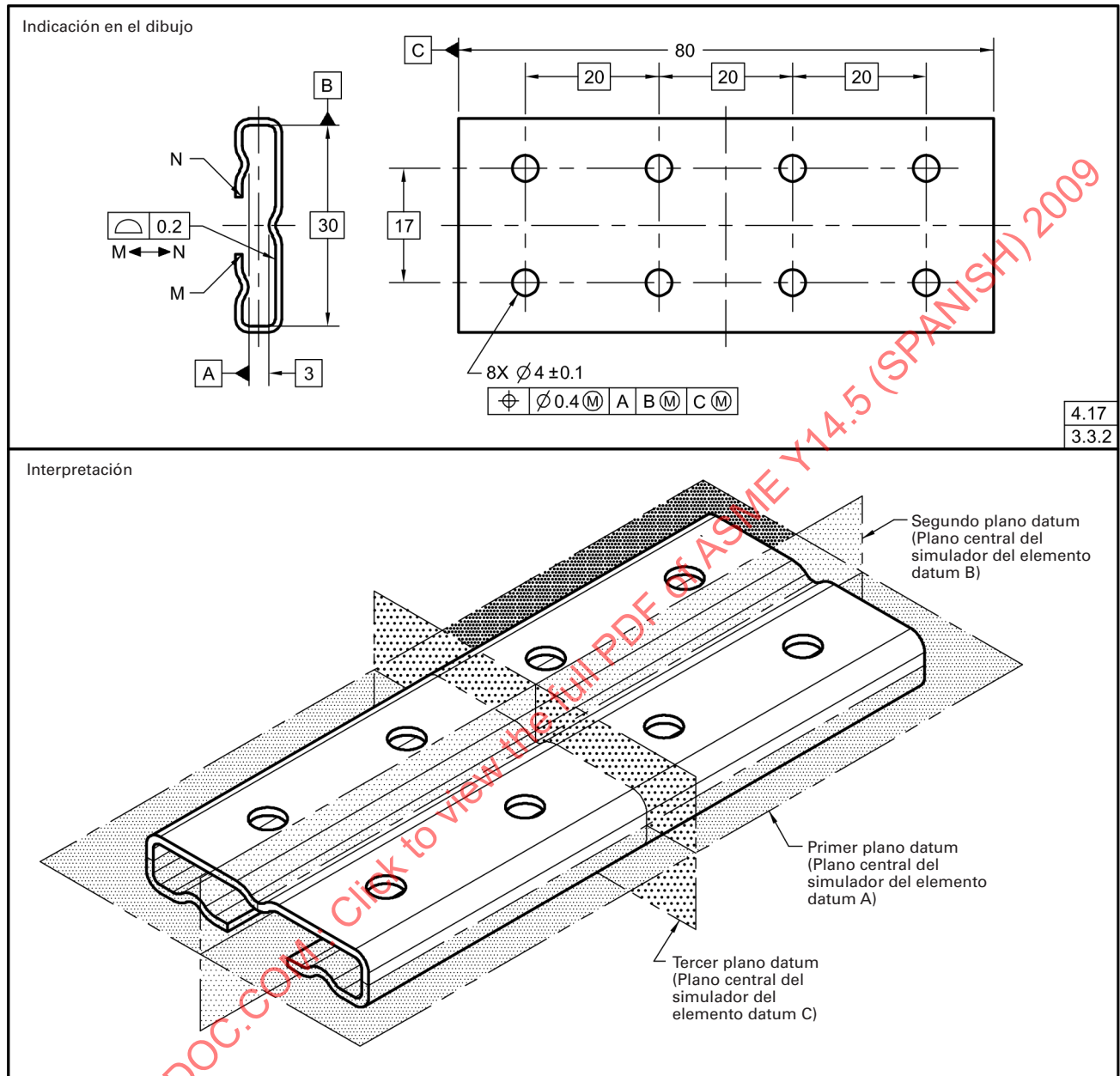
una envolvente de acoplamiento real o una envolvente de material mínimo real desde la cual se puede derivar un punto central, un eje o un plano central pueden ser utilizados como elementos datum. Consulte el párrafo 1.3.32.2(a) y las Figuras 4-33, 4-34 y 4-35. Los principios de RMB, MMB y LMB pueden ser aplicados a estos tipos de elementos irregulares de tamaño.

(b) En otras aplicaciones (como en el caso de elementos con figuras irregulares) en el que se ha definido un límite utilizando tolerancias de perfil, un punto central, un eje, o un plano central puede no ser fácilmente definido. Consulte el párrafo 1.3.32.2(b) y la Figura 8-24. Los principios MMB y LMB pueden ser aplicados a este tipo de elementos irregulares de tamaño. Cuando aplique RMB, la rutina de acoplamiento puede ser la misma que para un elemento de tamaño regular, se puede definir una rutina específica de acoplamiento o se pueden utilizar datums objetivos.

4.18 APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA SELECCIÓN DEL ELEMENTO DATUM

En la Figura 4-36 se ilustra un ensamble de piezas acopladas. Los elementos datum fueron seleccionados sobre la base de un ensamble funcional y las condiciones de acoplamiento. La Figura 4-37 ilustra la polea y los elementos datum seleccionados según las interrelaciones funcionales con el adaptador en el ensamble. El orificio de la polea se seleccionó como el elemento datum primario (identificado como A) según el grado de contacto que mantiene con el diámetro piloto del adaptador. La superficie lateral mantiene un contacto secundario con el adaptador y se encuentra seleccionada como el elemento datum secundario (identificado como B). El ensamble de la polea al adaptador depende del ajuste del tornillo y la arandela, y el elemento datum terciario no es necesario. La Figura 4-38 ilustra el adaptador con sus elementos datum y tolerancias geométricas apropiadas sobre la base de su función. Un análisis de relación entre el adaptador y el cigüeñal indica que la superficie lateral mantiene el mayor contacto con el cigüeñal y, debido a la fuerza ejercida por el tornillo en el ensamble, empujará

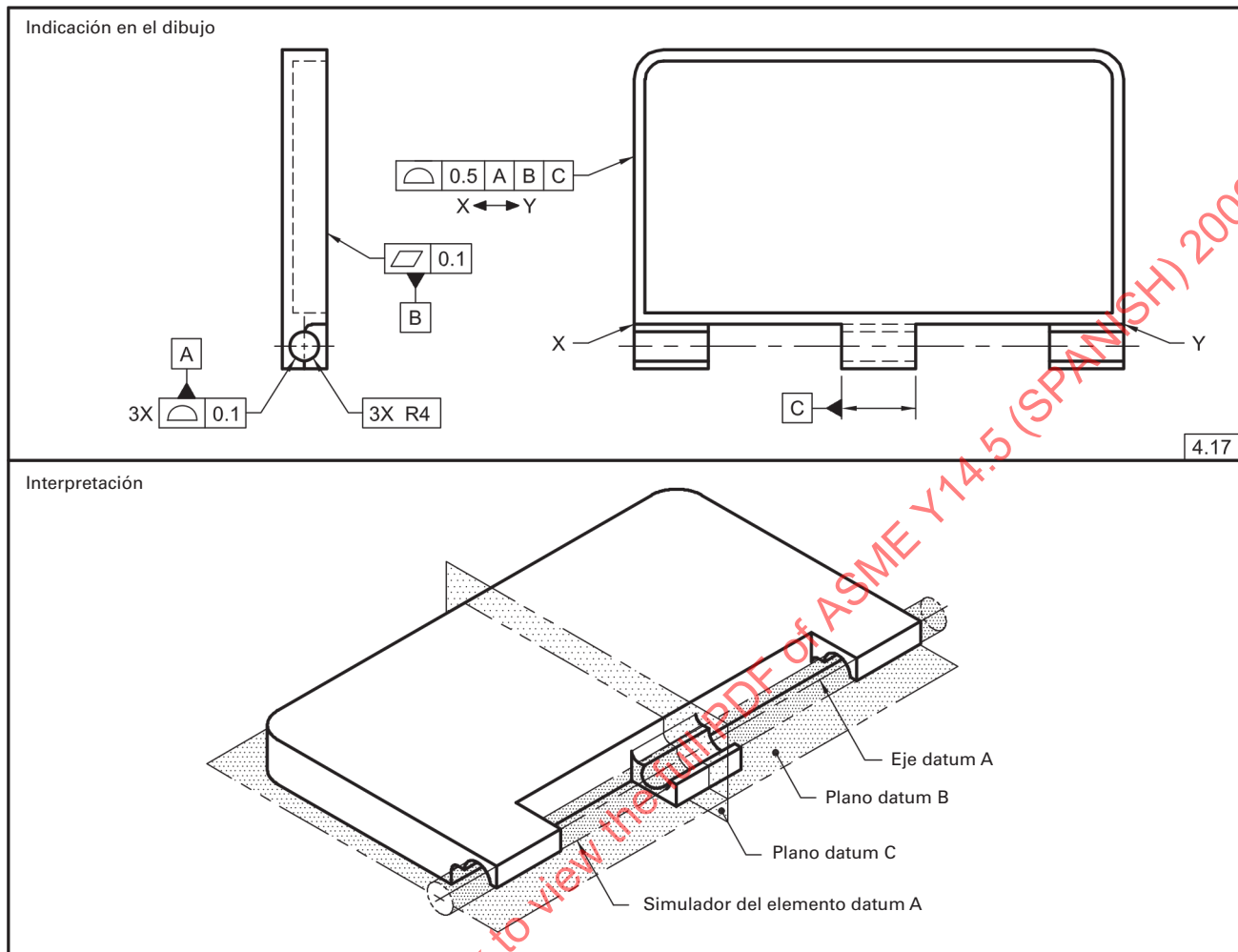
Fig. 4-33 Elementos de Tamaño Regular e Irregular como Elementos Datum



el plano de la superficie lateral hasta lograr el contacto con el extremo del cigüeñal, estableciendo con ello una orientación inicial, seleccionada como elemento datum primario (identificado como A). El contacto secundario se establece entre el piloto del adaptador y el orificio del cigüeñal y, por lo tanto, el piloto se selecciona como el elemento secundario (identificada como B) para el adaptador. En este ejemplo, no es necesario contar con un elemento datum terciario, debido a que la rotación se encuentra restringida por cinco orificios y los otros elementos de la pieza no requieren ser controlados para su rotación. La selección de elementos datum de esta manera minimiza la acumulación de tolerancias dentro del ensamble y es representativa de una función real.

4.19 REQUERIMIENTOS SIMULTÁNEOS

Un requerimiento simultáneo es cuando dos o más tolerancias geométricas aplican como un solo requerimiento de patrón o pieza. Un requerimiento simultáneo aplica para tolerancias de posición o perfil que se encuentran localizadas por dimensiones básicas, relacionadas a elementos datum comunes referidos en el mismo orden de precedencia en las mismas condiciones de límite. En un requisito simultáneo no hay movimiento de traslación o rotación entre los marcos de referencia datum de las tolerancias geométricas incluidas, creando, por lo tanto, un solo patrón. Las Figuras 4-30 y 4-40 muestran ejemplos de requerimientos simultáneos. En caso de no requerir dicha interrelación, se coloca una

Fig. 4-34 Elemento de Tamaño Coaxial Irregular como Elemento Datum

anotación tal como SEP REQT adyacente a cada marco de control del elemento aplicable. Consulte las Figuras 4-41 y 7-54 y el párrafo 7.5.4.2. Este principio no aplica a los segmentos inferiores de los marcos de control de elementos compuestos. Consulte el párrafo 7.5.4.2. Si se desea un requerimiento simultáneo para los segmentos inferiores de dos o más marcos de control del elemento compuesto, se debería colocar una anotación como SIM REQT adyacente a cada segmento inferior aplicable de los marcos de control del elemento.

4.20 CONDICIÓN RESTRINGIDA

A menos que se especifique de otra manera, todas las tolerancias se aplican en condición libre. En algunos casos, puede ser deseable restringir una pieza en sus elementos datum para simular las funciones o interacciones con otros elementos o piezas. Para especificar una condición restringida, se utiliza una nota o se hace una referencia en el dibujo definiendo los requerimientos específicos. Consulte la Figura 4-42. Esta figura ilustra una pieza que debería ser restringida hasta que se agregue un reforzamiento suficiente para

mantener su forma diseñada. En esta ilustración, la restricción debería ser en un documento referido en el dibujo. En una aplicación restringida, se permite utilizar tantos datums objetivos como sea necesario para establecer los elementos datum.

4.21 IDENTIFICACIÓN DE LOS MARCOS DE REFERENCIA DATUM

Cuando un marco de referencia datum se haya establecido adecuadamente y se considere necesario ilustrar los ejes del marco de referencia datum en el dibujo, los ejes o planos centrales deben ser etiquetados para determinar los grados de libertad traslacional X, Y y Z. Consulte las Figuras 4-2, 4-7, 4-8 y 4-54. Cuando existan marcos de referencia datum múltiples y sea deseable etiquetar los ejes (X, Y y Z) cualquier eje etiquetado debería incluir una referencia al marco de referencia datum asociada. En la Figura 4-43, los ejes X, Y y Z para los tres marcos de referencia datum están identificados por la anotación [A, B, C], [A, B, D], y [A, B, E]. Estas etiquetas representan los elementos datum (sin

Fig. 4-35 Posibilidades de Datum a partir de Tres Pernos para un Elemento de Tamaño Irregular

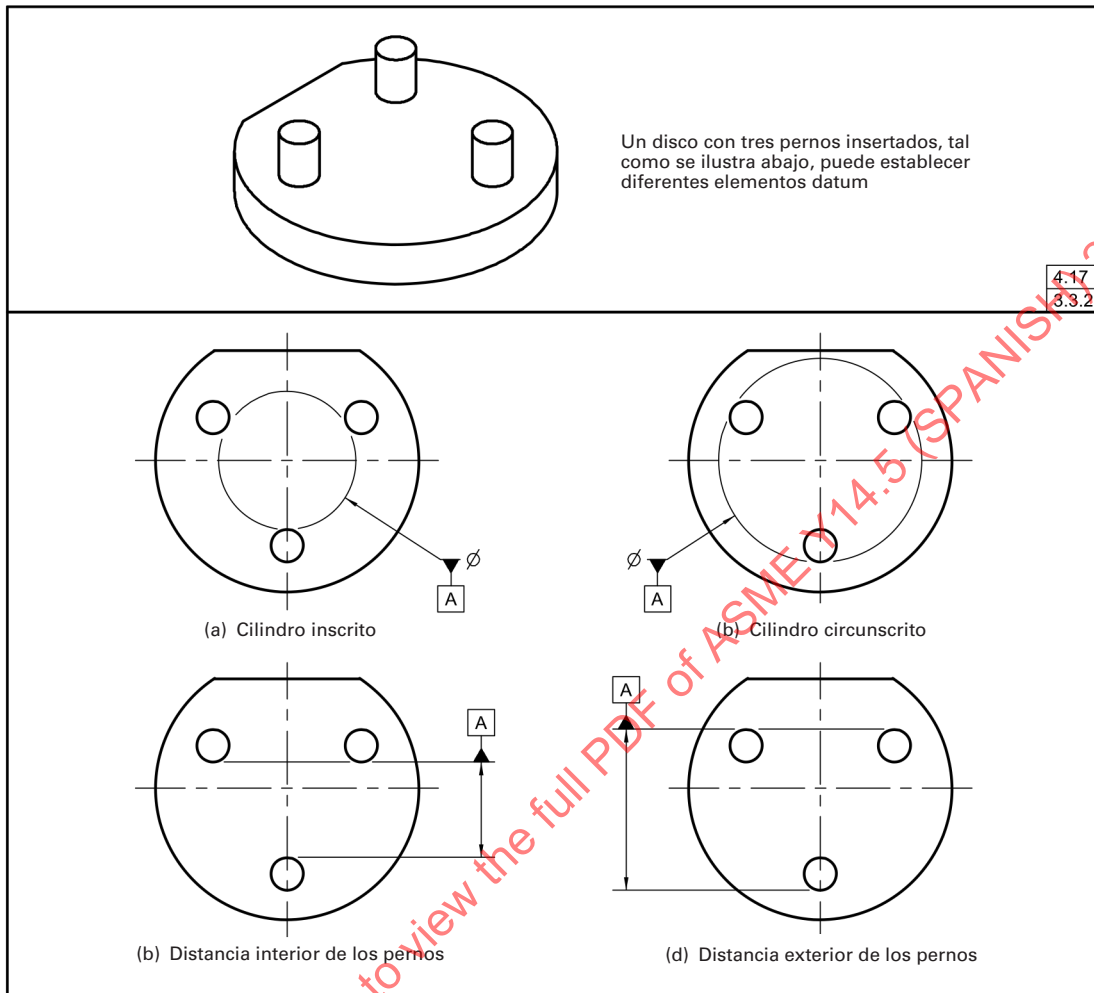


Fig. 4-36 Acoplamiento de Piezas para Selección de Datums Funcionales

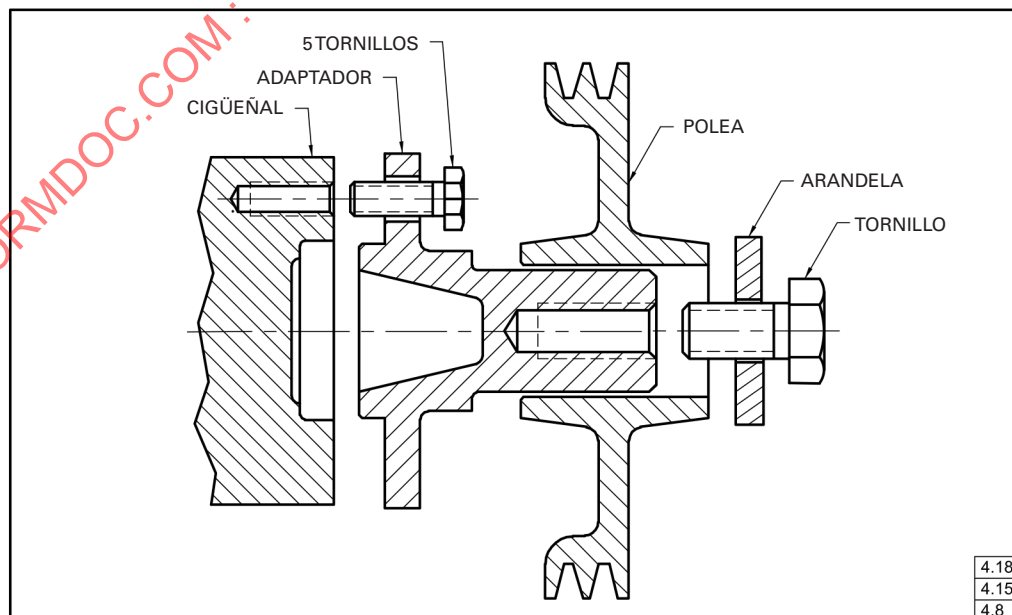


Fig. 4-37 Aplicación de Datum Funcional – Polea

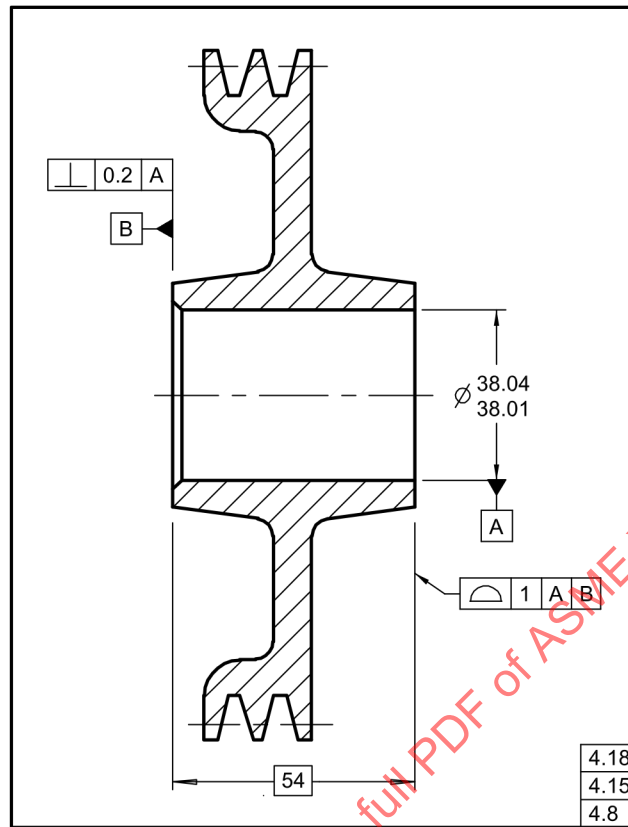


Fig. 4-38 Aplicación de Datum Funcional – Adaptador

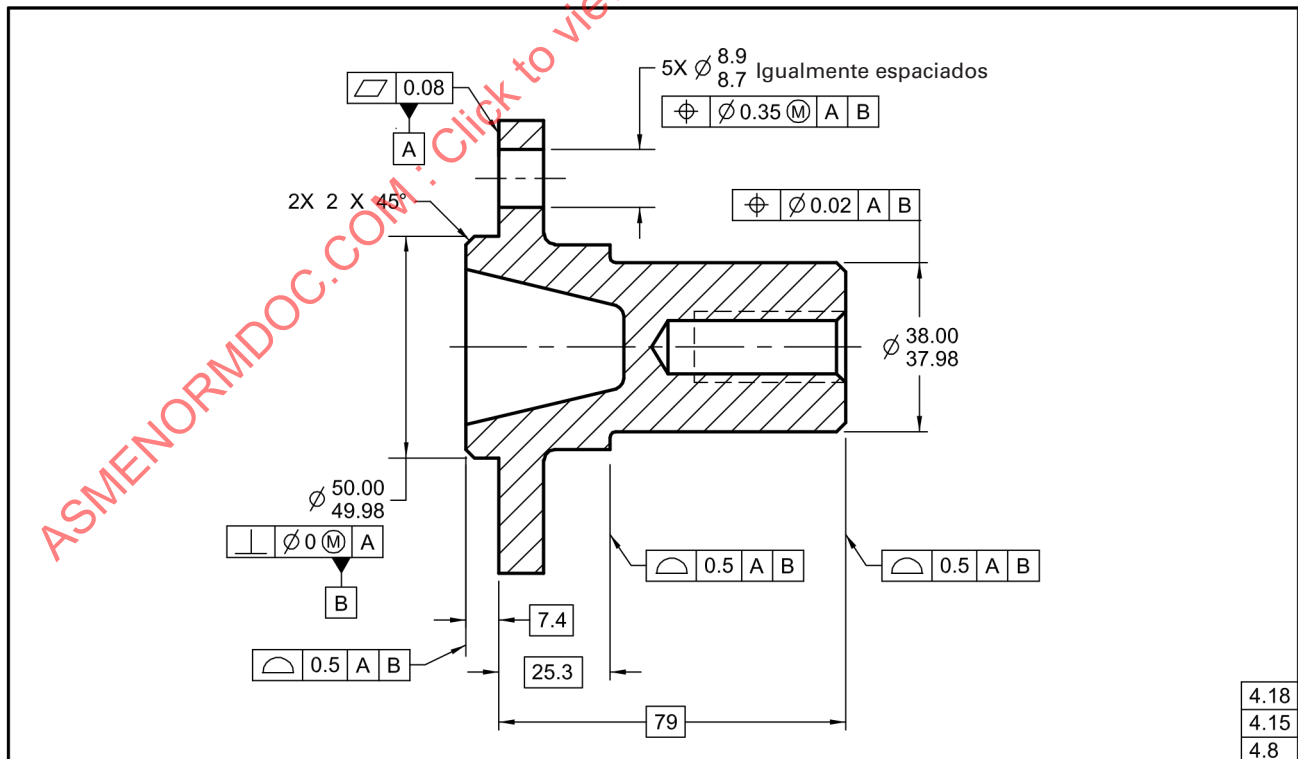
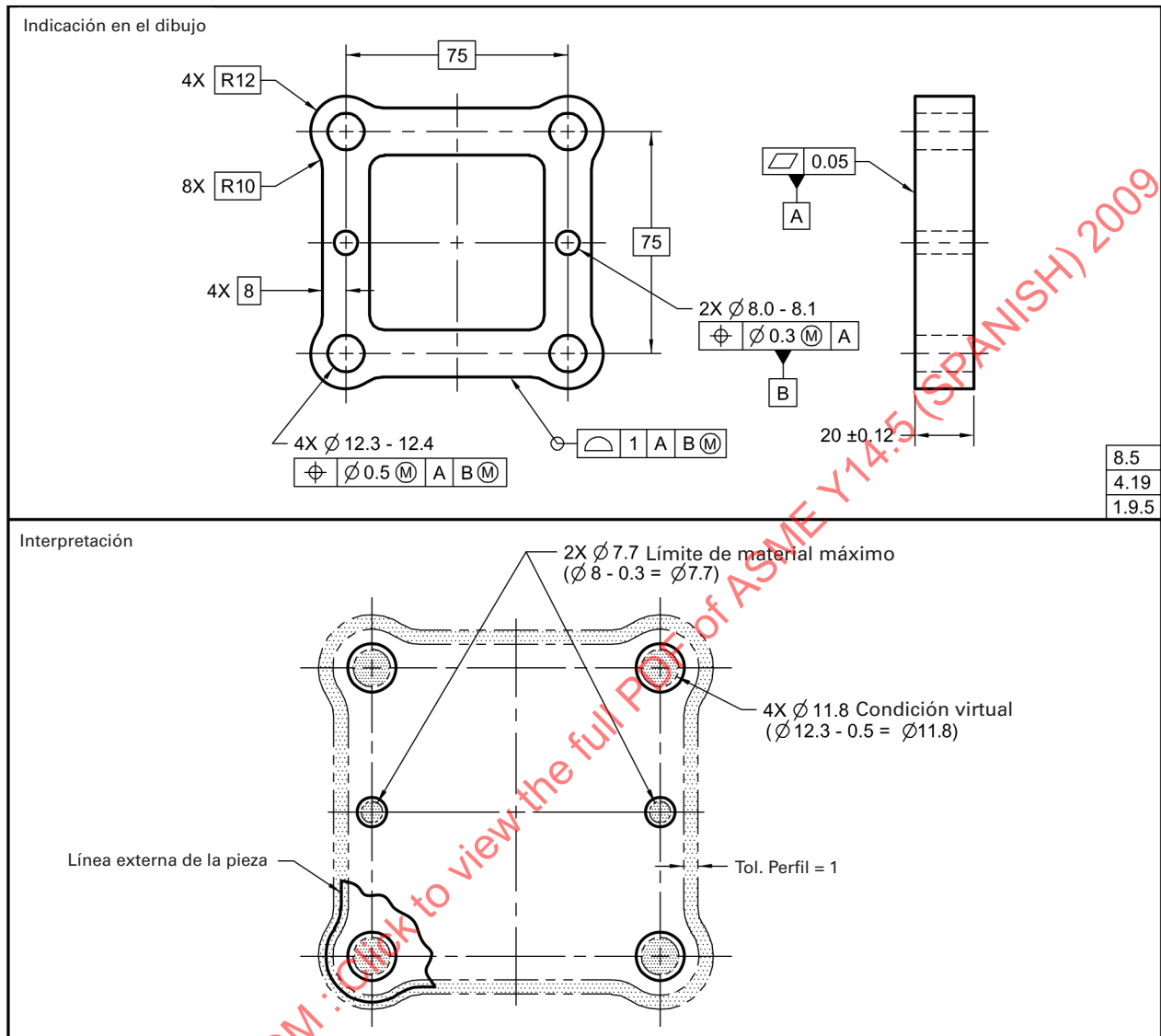


Fig. 4-39 Tolerancias Simultáneas de Posición y de Perfil



modificadores) para cada marco de referencia datum y seguido por las letras de identificación X, Y y Z.

4.22 CONSTRUCCIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA DATUM PERSONALIZADO

Para invalidar los grados de libertad restringidos por elementos datum referidos en un orden de precedencia, se puede utilizar un marco de referencia datum personalizado. Cuando se aplique un marco de referencia datum personalizado, los siguientes requerimientos gobiernan la restricción en cada referencia del elemento datum:

(a) Los ejes de las coordenadas rectangulares deben ser etiquetadas en, al menos, dos vistas del dibujo. Consulte las Figuras 4-44 y 4-45.

(b) Los grados de libertad a ser restringidos para cada elemento datum referido en el marco de control del

elemento deben ser definidos explícitamente, colocando el grado de libertad designado a ser restringido por medio de letras minúsculas [X, Y, Z, u, v o w] entre corchetes, seguido por una referencia del elemento datum y cualquier modificador aplicable. Consulte las Figuras 4-45 y 4-46.

4.23 APLICACIÓN DE UN MARCO DE REFERENCIA DATUM PERSONALIZADO

En la Figura 4-44, el elemento datum primario cónico A restringe cinco grados de libertad, incluido el traslacional en Z. El origen del marco de referencia datum para localizar el orificio de 6-de diámetro es desde el vértice del simulador del elemento datum cónico. En algunas aplicaciones, puede ser necesario personalizar el marco de referencia datum. A continuación, se muestran

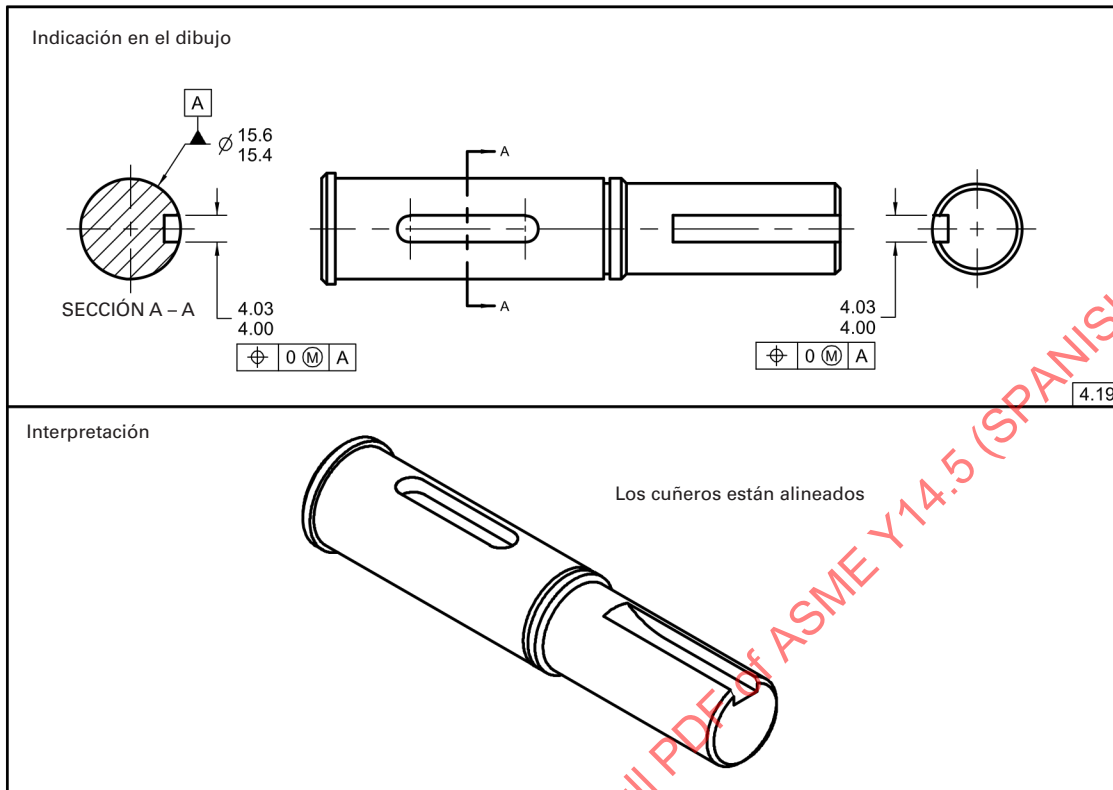
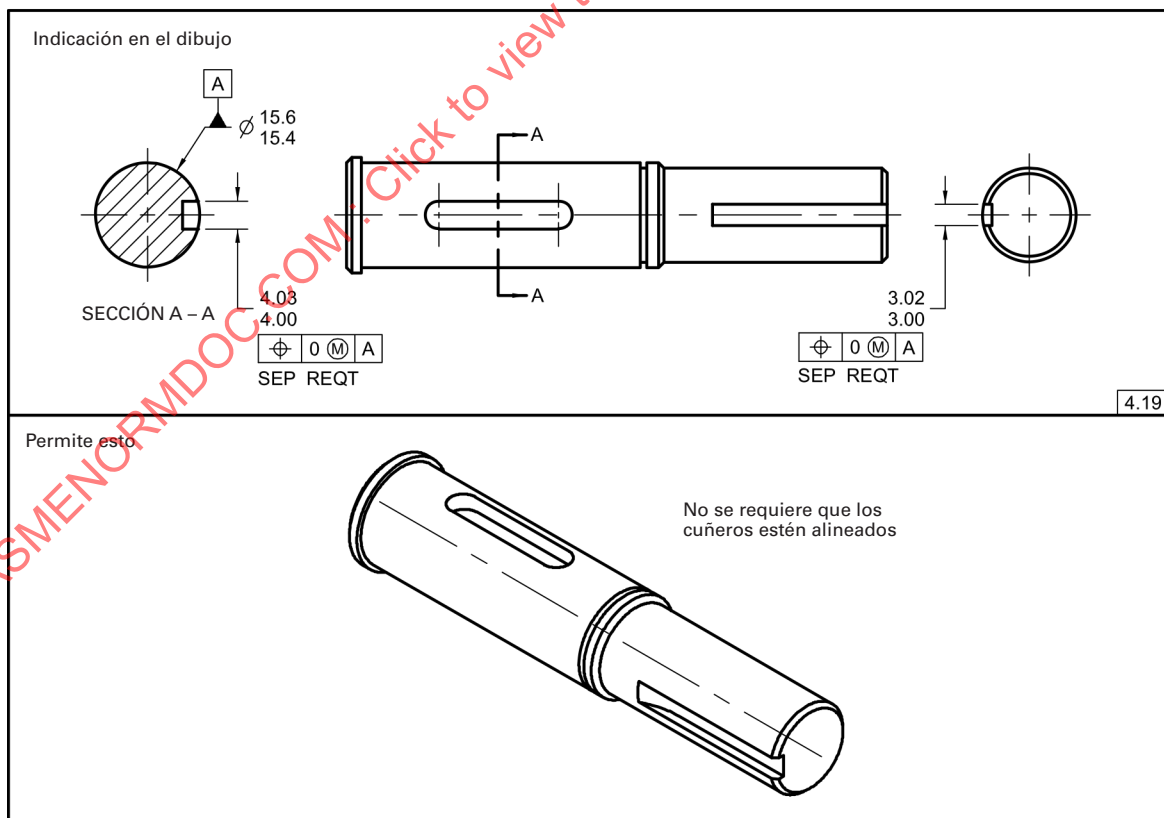
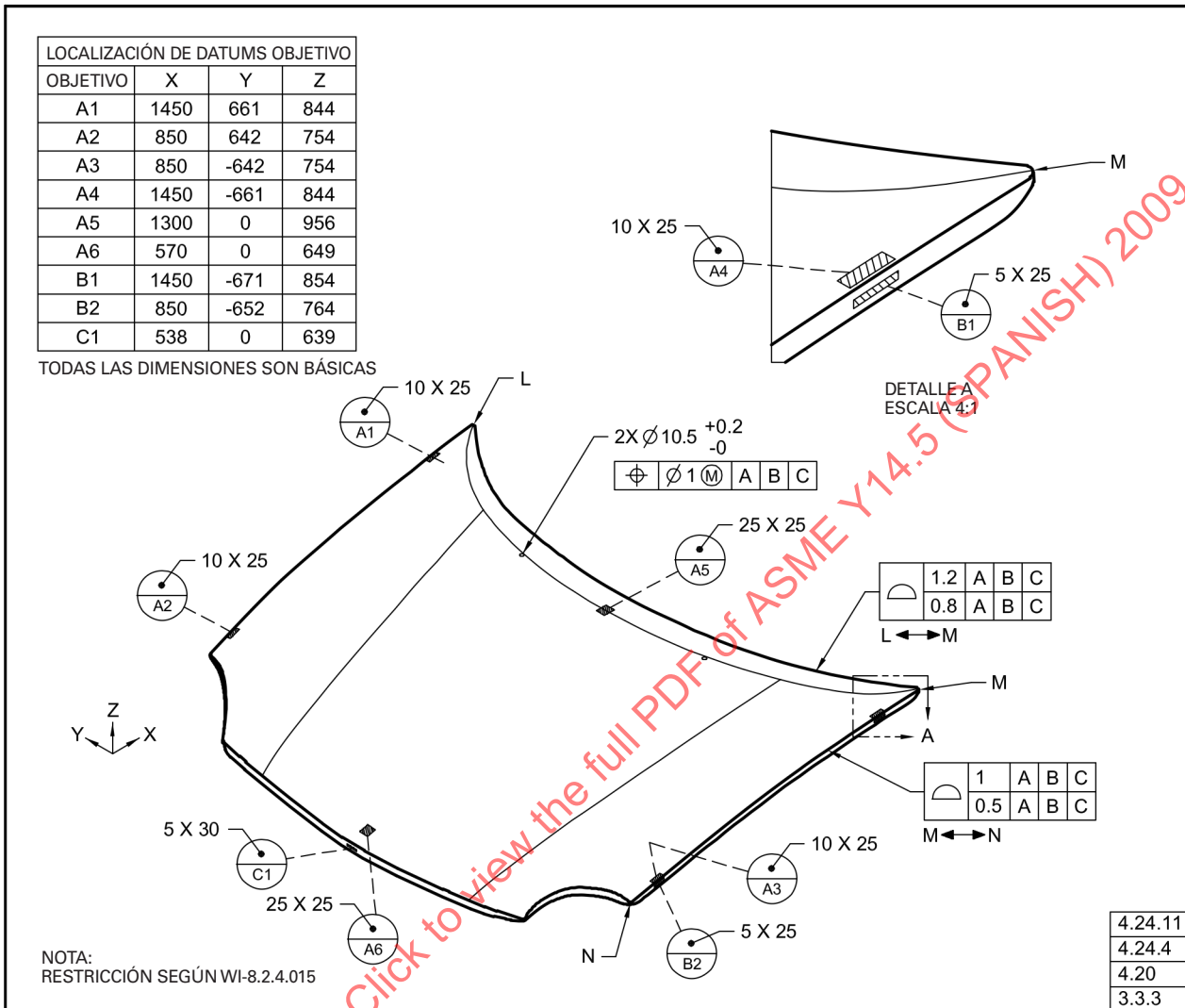
Fig. 4-40 Elementos Alineados – Requerimientos Simultáneos**Fig. 4-41 Patrón de Elementos No Alineados – Requerimientos Separados Especificados**

Fig. 4-42 Aplicación de Condición Restringida



ejemplos de aplicaciones de los marcos de referencia datum personalizados:

(a) En la Figura 4-45, el objetivo del diseño es que el elemento datum primario A restrinja cuatro grados de libertad, excluida la traslación en Z. El elemento datum secundario B es una cara de empuje y, cuando se encuentra personalizada, restringe los grados de libertad de traslación (Z). El orificio de 6 de diámetro está localizado en el elemento cónico sin incluir el Z de traslación. El elemento datum secundario restringe la traslación en Z. En este ejemplo, los grados de restricción declarados para el elemento datum A son X, Y, u, y v. El grado de restricción declarado para el elemento datum B es Z.

(b) En la Figura 4-46, el elemento datum B normalmente restringiría dos grados de libertad de traslación, X e Y, y un grado de libertad rotacional, w. Consulte la Figura 4-3, ilustración (f). El propósito del orificio cuadrado es transferir torque pero no orientar

la pieza. Por lo tanto, la intención del diseño es que el elemento datum B restrinja dos grados de libertad traslacional, pero no el grado de libertad rotacional. En la tolerancia de posición para los tres orificios, el elemento datum A restringe tres grados de libertad, Z, u, y v. Aunque el elemento datum B normalmente restringiría los tres grados de libertad restantes, utilizando el marco de referencia datum personalizado que incluya los requisitos de restricción, el elemento datum B restringe solo dos grados de libertad traslacional, X e Y. El elemento datum C, entonces, restringe el grado de libertad rotacional restante, w.

4.24 DATUM OBJETIVO

Los datums objetivos son los puntos, líneas o áreas designados que se utilizan para establecer un datum. Los datums objetivos se usan para establecer un marco de referencia datum. Debido a las irregularidades inherentes, toda la superficie de algunos elementos

Fig. 4-43 Identificación del Marco de Referencia Datum

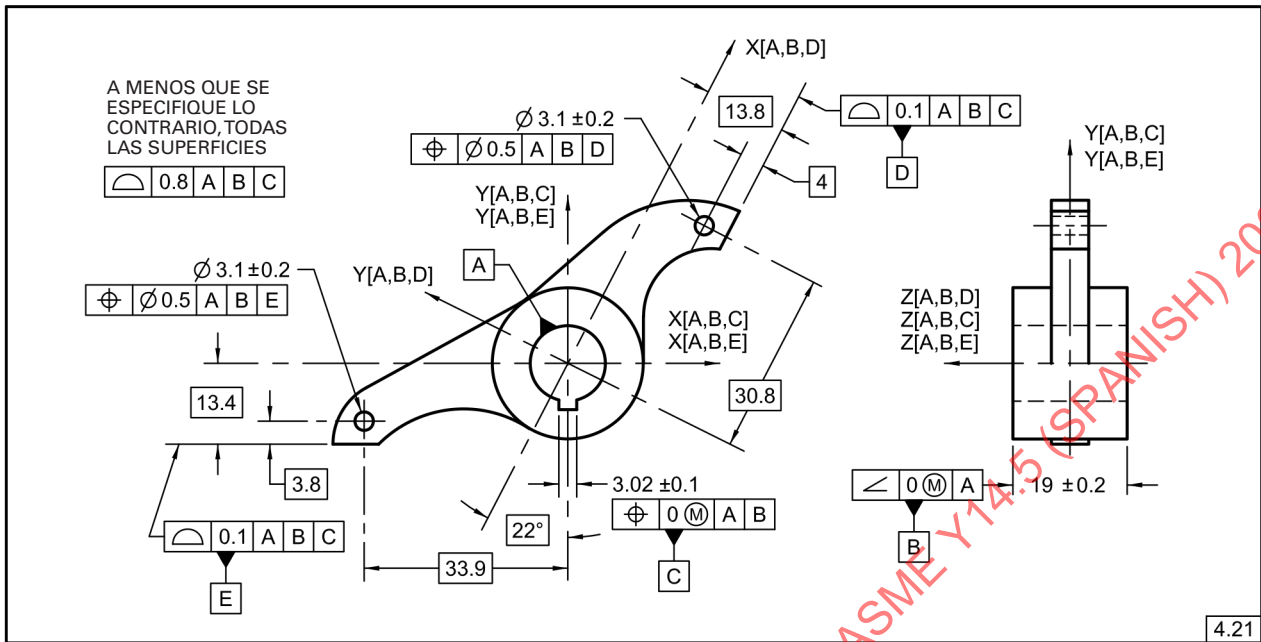


Fig. 4-44 Elemento Datum Cónico

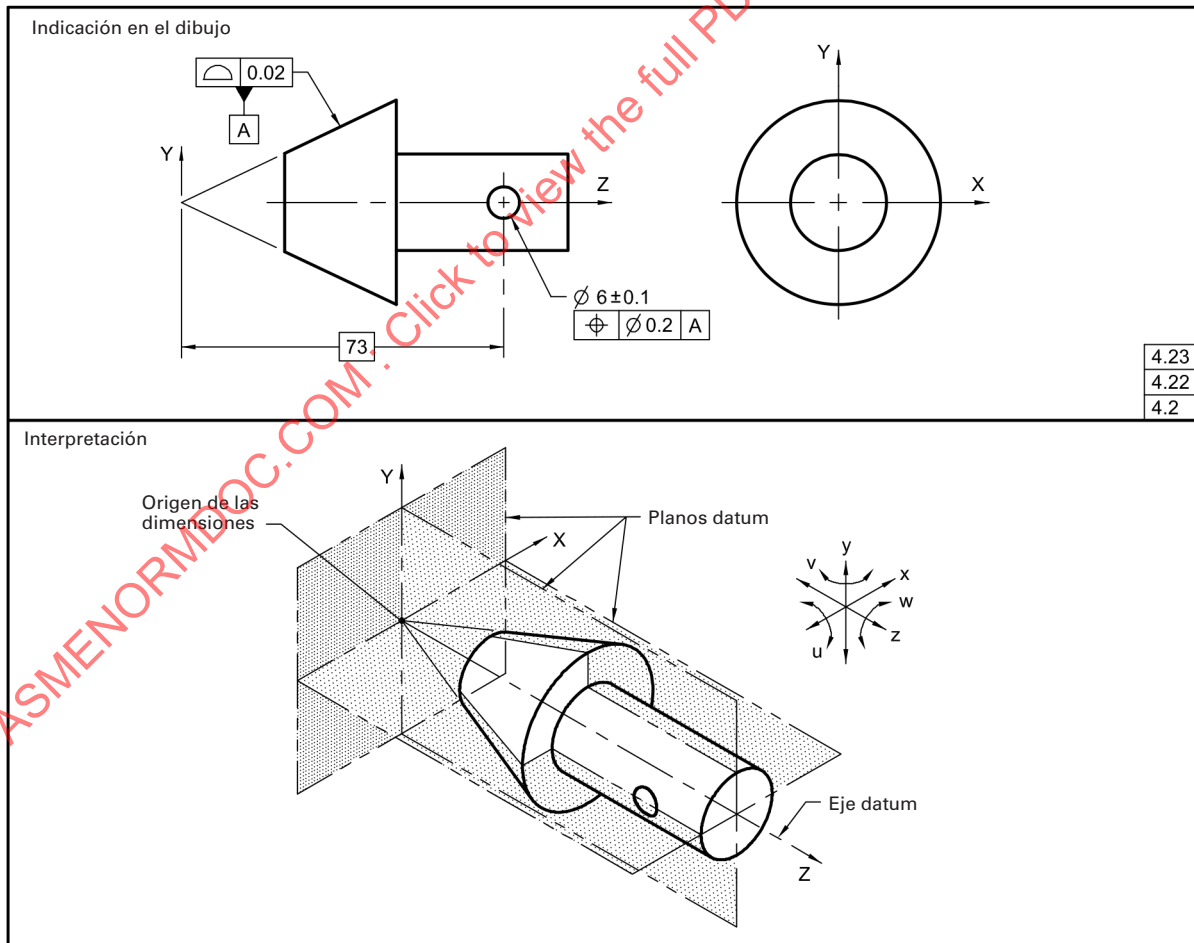
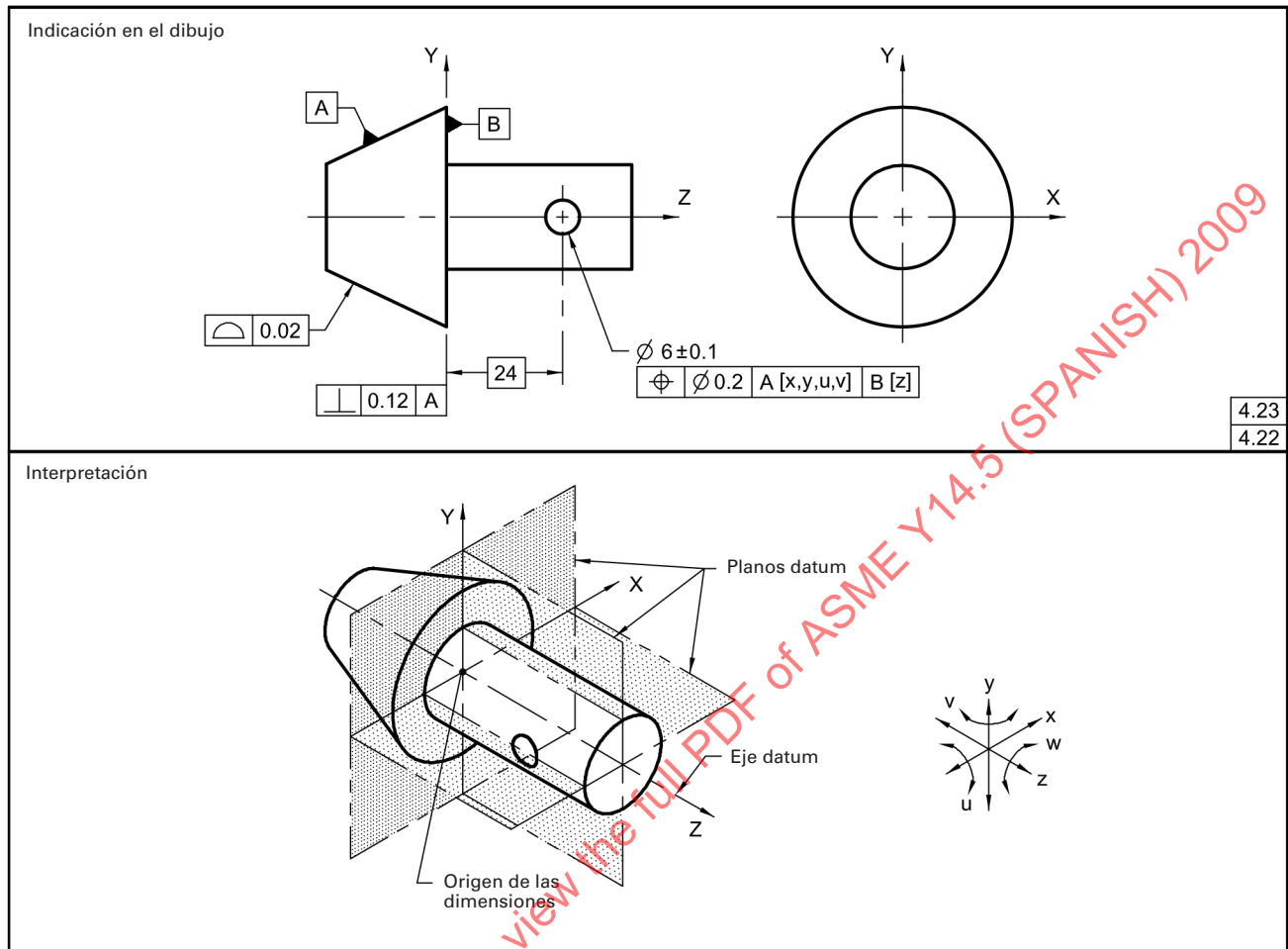


Fig. 4-45 Elemento Datum Cónico



no se puede utilizar eficazmente para establecer un datum. Ejemplos de ello son las superficies no planares o irregulares producidas por medio del colado, forjado o moldeado; superficies de uniones soldadas, y secciones delgadas de superficies sujetas a arqueamiento, doblado o cualquier otra distorsión inherente o inducida. Los elementos datum objetivo y elementos datum (conforme se ha descrito anteriormente) pueden combinarse para establecer un marco de referencia datum. Cuando se apliquen datums para un elemento de tamaño, el modificador de límite de material apropiado se encuentra está especificado o implícito.

4.24.1 Símbolos de Datum Objetivo

Los datums objetivos están designados en el dibujo por medio del símbolo de datum objetivo. Consulte la Figura 3-6. El símbolo se coloca fuera del contorno de la pieza con una línea radial dirigida hacia el objetivo. El uso de una línea radial sólida indica que el símbolo de datum objetivo se encuentra en la vista cercana (visible) de la superficie. El uso de una línea radial interrumpida, como lo muestra la Figura 4-47, indica que el elemento datum se encuentra en la superficie alejada (oculta).

El elemento datum en sí puede ser identificado con un símbolo de elemento datum como se muestra en la Figura 4-53 o por medio de un símbolo de marco de referencia datum como se muestra en la Figura 4-54.

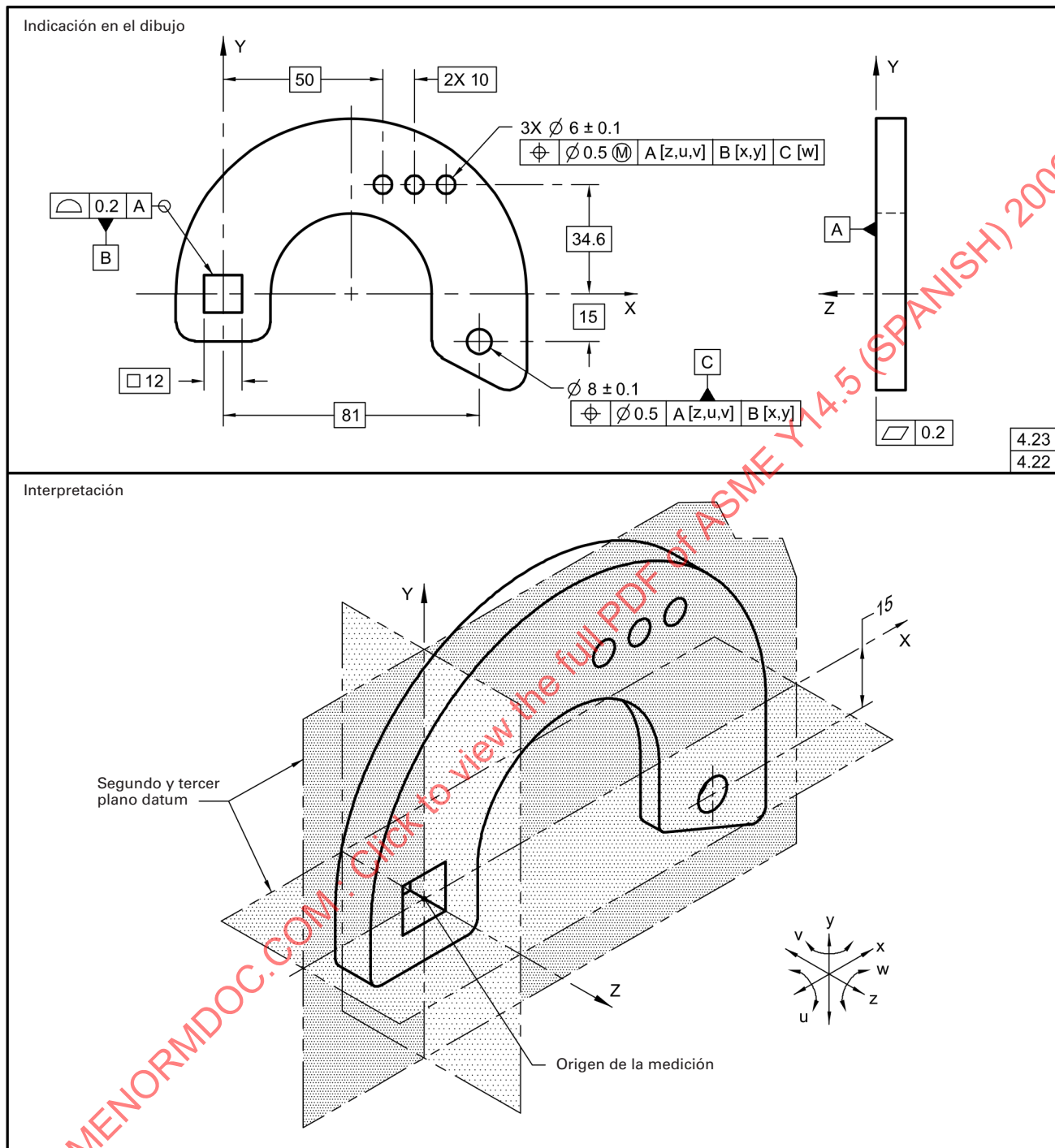
4.24.2 Datum Objetivo por Puntos

Un punto de datum objetivo es indicado por medio del símbolo de punto objetivo, dimensionalmente localizado en la vista directa de la superficie. Cuando no haya una vista directa, la localización del punto se dimensiona en dos vistas adyacentes. Consulte las Figuras 4-48 y 3-7.

4.24.3 Datum Objetivo por Líneas

Una línea datum objetivo es indicada por medio del símbolo de punto objetivo en una vista en la cual la superficie se muestra como una línea, una línea fantasma en la vista directa, o ambas. Consulte las Figuras 4-48 y 3-8. Cuando la longitud de la línea datum objetivo deba ser controlada, su longitud y localización deben ser dimensionadas.

Fig. 4-46 Marco de Referencia Datum Personalizado

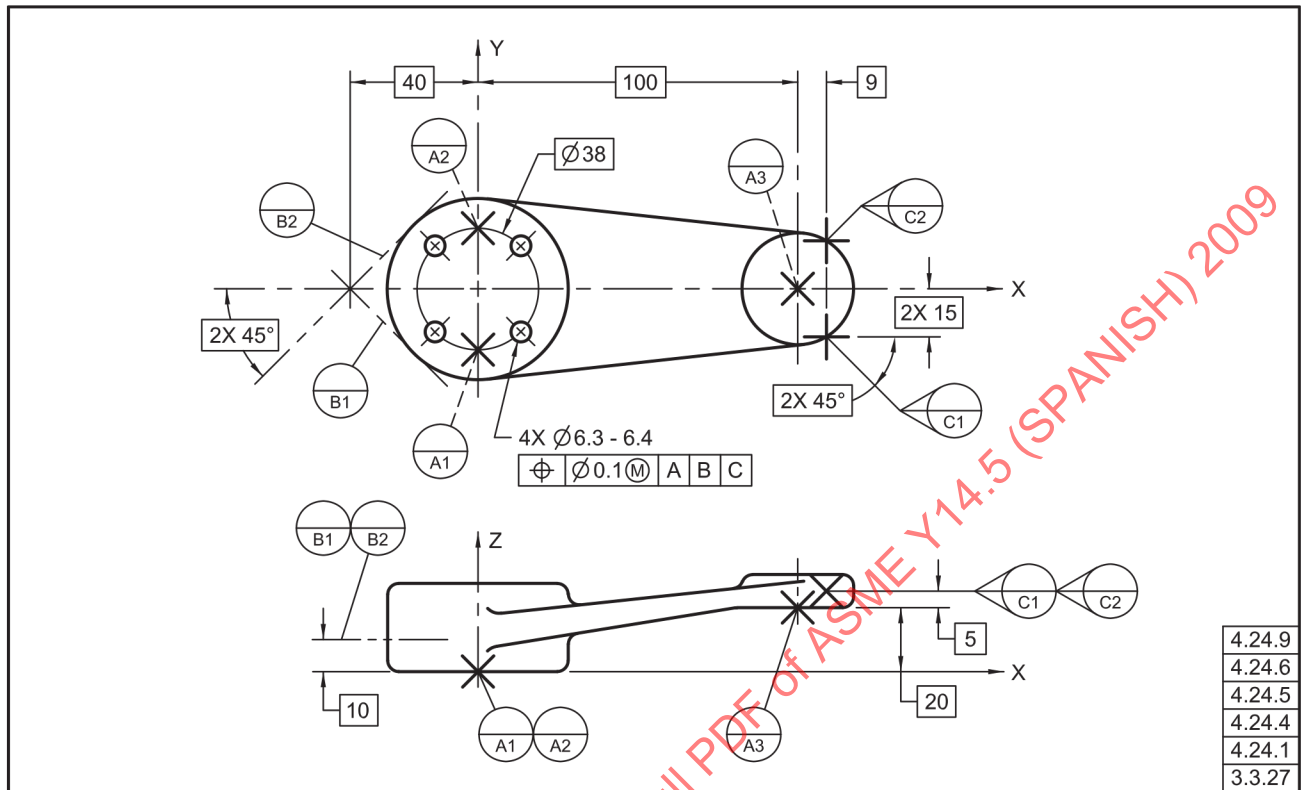


4.24.4 Datum Objetivo por Áreas

Cuando haya sido determinado que es necesaria una área para asegurar el establecimiento de un datum simulado (esto es, cuando un perno esférico o con terminación en punta fueran inadecuados), se especifica la figura requerida del área objetivo. Esta área objetivo se indica por medio de líneas seccionales dentro de un contorno fantasma de la figura deseada, agregando

dimensiones controladas. El tamaño básico del área se brinda en la mitad superior del símbolo de datum objetivo. Consulte las Figuras 3-9 y 4-48. Cuando sea impráctico incluir un área objetivo en la mitad superior del símbolo de datum objetivo, entonces se puede utilizar el método mostrado en las Figuras 3-6, 4-42 y 4-47 para una especificación por medio de dimensiones básicas, lo cual debería ser usado para definir la figura y el tamaño del área del datum objetivo.

Fig. 4-47 Aplicación de Datums Móviles



4.24.5 Establecer un Plano Central para Datums Objetivos

La Figura 4-47 es un ejemplo de un simulador en forma de V establecido a partir de dos líneas de datum objetivo. En la vista frontal, los datums objetivos B1 y B2 están localizados relativos a los datums objetivos A1 y A2 por medio de dimensiones básicas y se muestran por medio de líneas de datum objetivo. Si se requiere un simulador en forma de V de plano tangencial, B1 y B2 solo se mostrarían en la vista superior.

4.24.6 Símbolo de Datum Objetivo Móvil

El símbolo de datum objetivo móvil puede ser utilizado para indicar el movimiento del simulador del elemento datum objetivo. Cuando los datums objetivos establecen un punto central, eje o plano central sobre la base de RMB, el simulador se mueve normal respecto al perfil verdadero, y el símbolo de datum objetivo móvil, aunque no es requerido, puede ser utilizado para facilitar su interpretación. En otros casos, en los cuales se requiere que el simulador se mueva y en donde el movimiento no sea normal respecto al perfil verdadero, el símbolo de datum objetivo móvil debería ser utilizado y la dirección del movimiento debería estar claramente definida. Consulte las Figuras 4-47 y 4-49.

4.24.7 Datum Objetivo por Dimensiones

La localización y el tamaño, cuando sea aplicable, de los datums objetivos se encuentran definidos ya sea con dimensiones básicas o dimensiones con tolerancia. En caso de ser definidos por medio de dimensiones básicas, se aplican las tolerancias establecidas de los herramientas o medidores. La Figura 4-48 ilustra una pieza en la cual los datums objetivos están localizados por medio de dimensiones básicas.

NOTA: Para mayor información respecto a las tolerancias de simuladores de elementos datum y las relaciones de tolerancias entre simuladores, consulte ASME Y14.43.

4.24.8 Planos Datum Establecidos por Medio de Datums Objetivos.

Un plano datum primario se establece por medio de un mínimo de tres puntos objetivos que no se encuentran ubicados en una misma línea recta. Consulte la Figura 4-48. Un plano datum secundario normalmente se establece por medio de dos objetivos. Un plano terciario normalmente se establece por un solo objetivo. Puede utilizarse una combinación de puntos, líneas y áreas objetivos. Consulte la Figura 4-48. Para superficies irregulares o escalonadas, el plano datum debería contener, al menos, uno de los datums objetivos. Algunos elementos, tales como aquellos curvos o superficies de forma libre, pueden requerir planos

Fig. 4-48 Aplicación de Datums Objetivo para Establecer un Marco de Referencia Datum

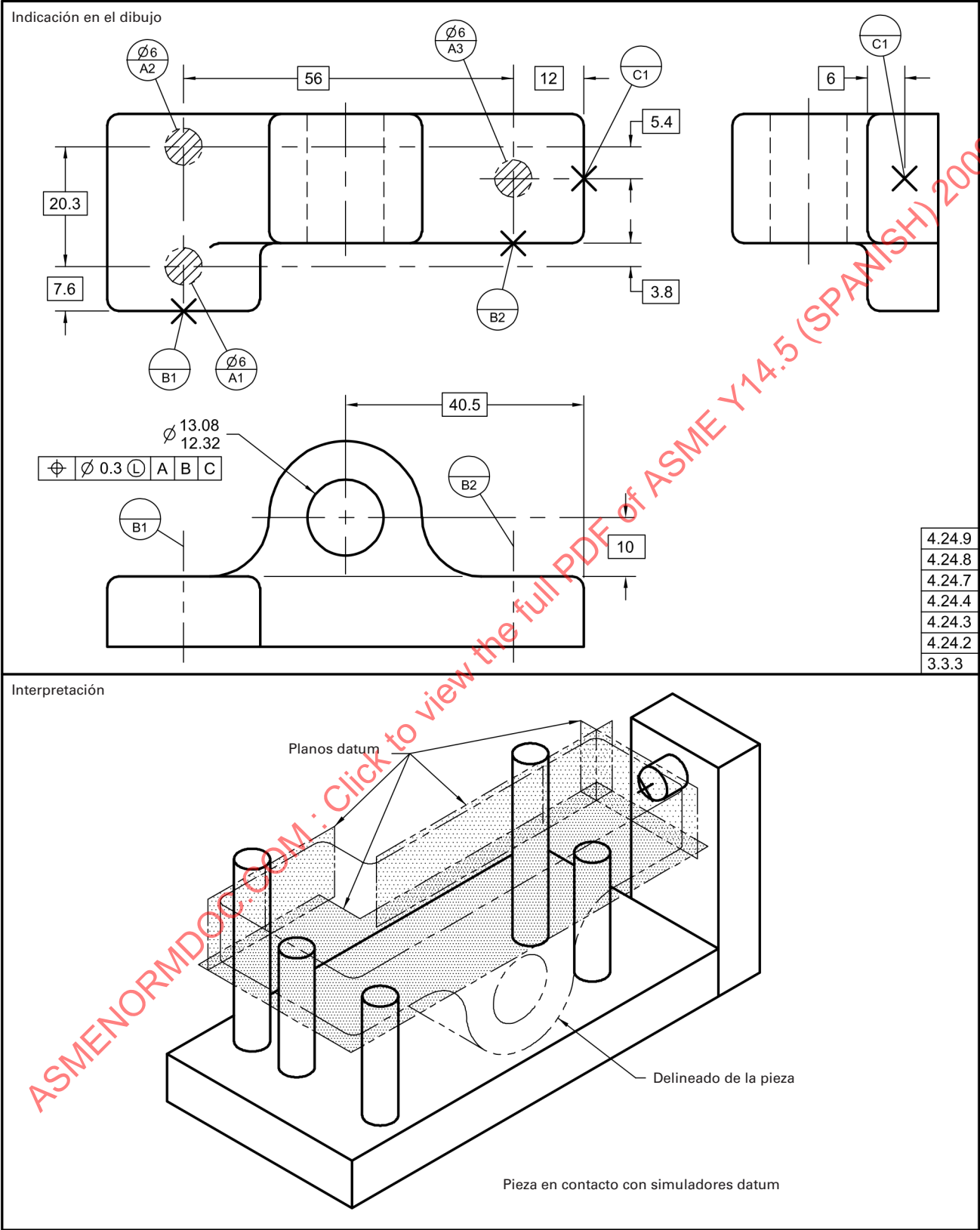
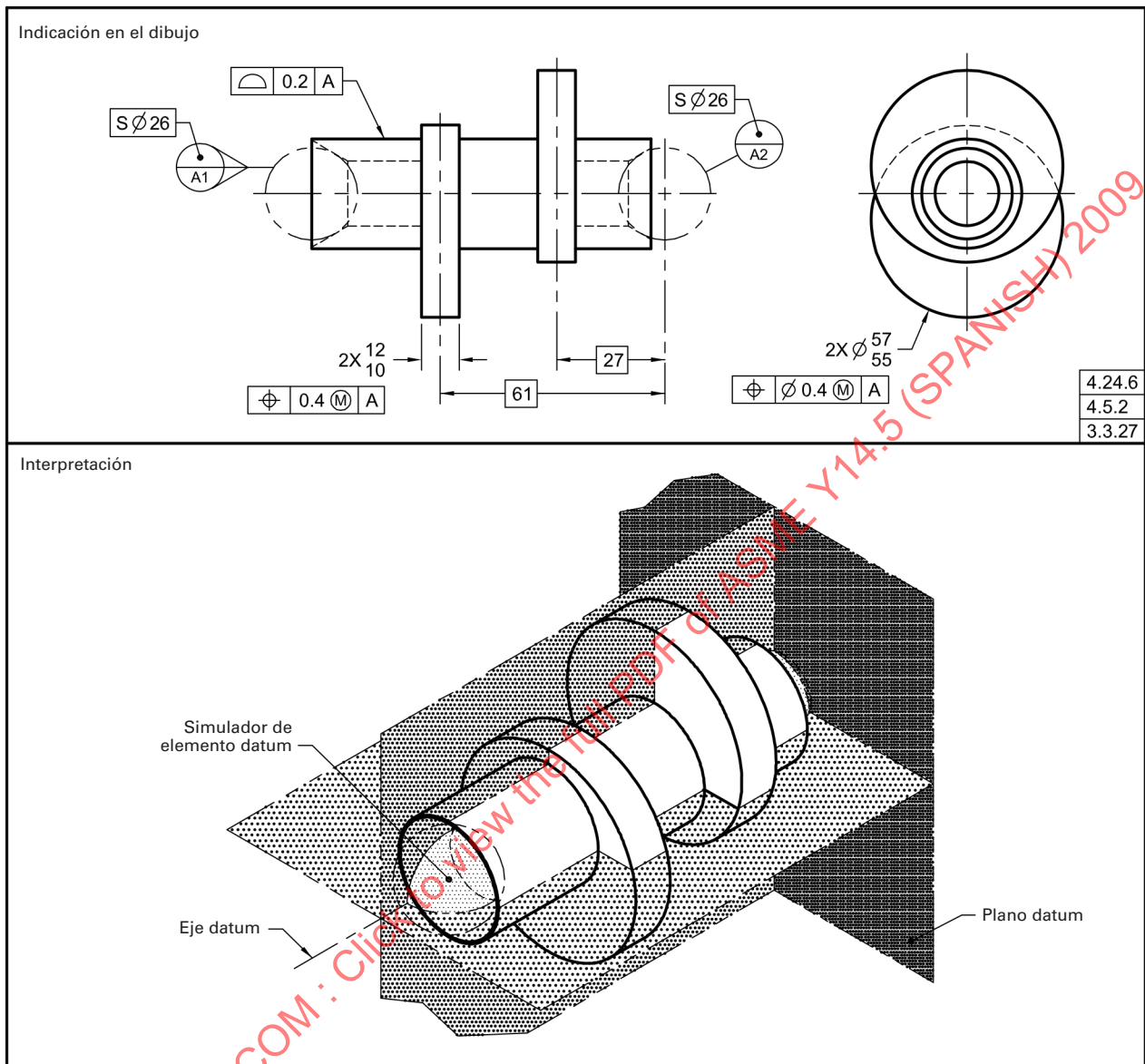


Fig. 4-49 Datums Objetivo Esféricos



datum completamente desviados de los datum objetivo. Consulte la Figura 4-54.

4.24.9 Superficies Escalonadas

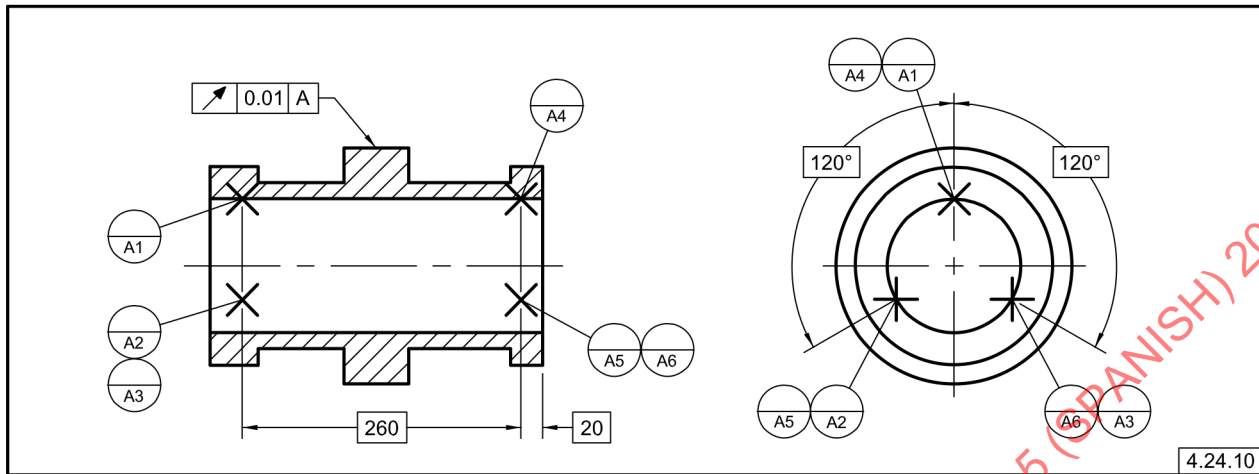
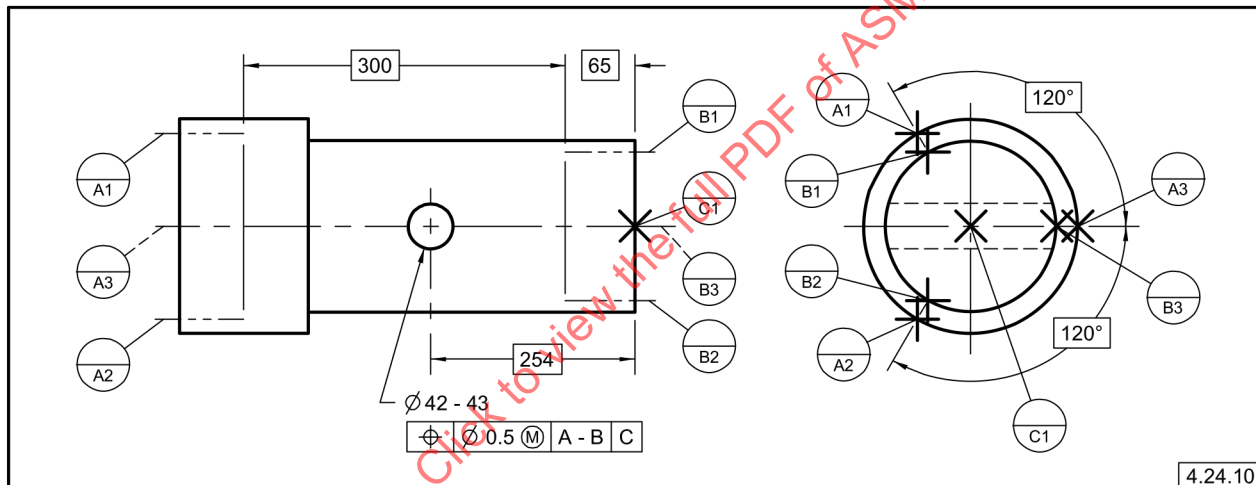
Un plano datum puede también ser establecido por medio de objetivos localizados en superficies escalonadas, como se muestra en las Figuras 4-47 y 4-48. La dimensión básica define la desviación entre los puntos objetivo.

4.24.10 Eje Datum Primario

Pueden utilizarse dos juegos de tres datums objetivos igualmente espaciados para establecer un eje datum para un elemento datum primario. Consulte las Figuras 4-50 y 4-51. Los dos juegos de datums objetivos se encuentran espaciados tan lejos como sea práctico y

dimensionados a partir del elemento datum secundario. A RMB, el procedimiento de centrado utilizado para establecer el eje del datum cuenta con dos conjuntos de tres simuladores datum objetivo igualmente espaciados y en contacto, y capaces de moverse radialmente a un mismo valor desde un eje común. Para garantizar la repetitividad de la localización de los tres puntos datum objetivo, puede ser necesario un elemento datum terciario.

Para MMB, el procedimiento de centrado utilizado para establecer el eje datum cuenta con dos juegos de tres simuladores igualmente espaciados colocados a una distancia radial fija sobre la base del límite de material máximo. Cuando se utilicen dos elementos datum cilíndricos para establecer un eje datum, como se muestra en la Figura 4-51, cada elemento datum se identifica con una letra diferente.

Fig. 4-50 Eje Datum Primario Establecido por Tres Puntos Datum Objetivo en un Elemento Cilíndrico Individual**Fig. 4-51 Datums Primario y Secundario Establecidos por Datum Objetivo por Líneas en dos Elementos Cilíndricos y una Superficie****4.24.11 Objetivos Circulares y Cilíndricos**

Las líneas objetivo circulares y áreas objetivo cilíndricas pueden ser utilizadas para establecer un eje datum de elementos redondos. Consulte la Figura 4-52. Cuando se muestre un área datum objetivo o línea datum objetivo de una superficie no planar, la figura del simulador de la línea del datum objetivo es la misma que la figura de la superficie. En la Figura 4-42, los simuladores del área del datum objetivo para el A1 al A5 son los mismos que el contorno de la superficie de la pieza.

4.24.12 Eje Datum Secundario

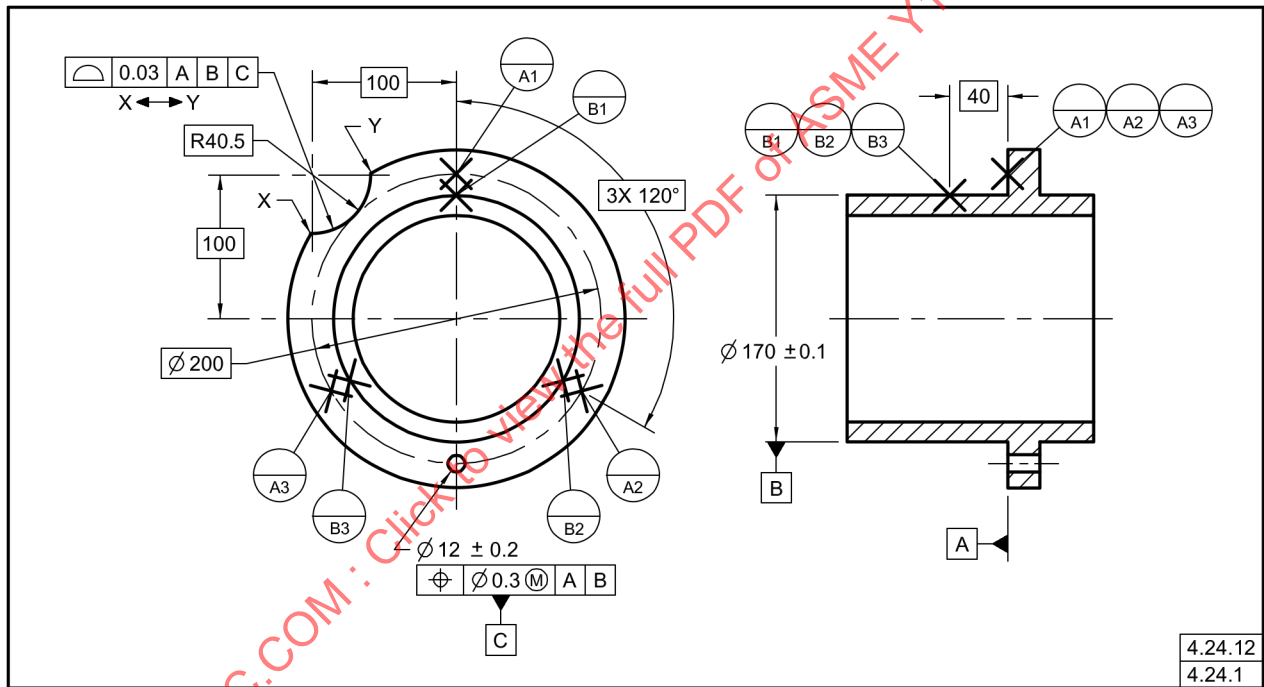
Para elementos datum secundarios, se puede utilizar un juego de tres objetivos igualmente espaciados, para establecer un eje datum. Consulte la Figura 4-53. En este ejemplo, los datums objetivos y los simuladores en

contacto se encuentran orientados en relación al marco de referencia datum. A RMB, un método de centrado típico utilizado para establecer el eje datum tiene un juego de tres simuladores igualmente espaciados en contacto con los simuladores que son capaces de moverse radialmente a un mismo valor desde un eje común que es perpendicular al plano del datum primario. Para MMB, el método de centrado utilizado para establecer el eje datum tiene un juego de tres elementos igualmente espaciados mantenidos fijos a una distancia radial sobre la base del MMB.

4.24.13 Datums Establecidos a Partir de Superficies Complejas o Irregulares

Los datums objetivos pueden ser utilizados para establecer un datum para superficies complejas o irregulares. Cuando se haya establecido adecuadamente

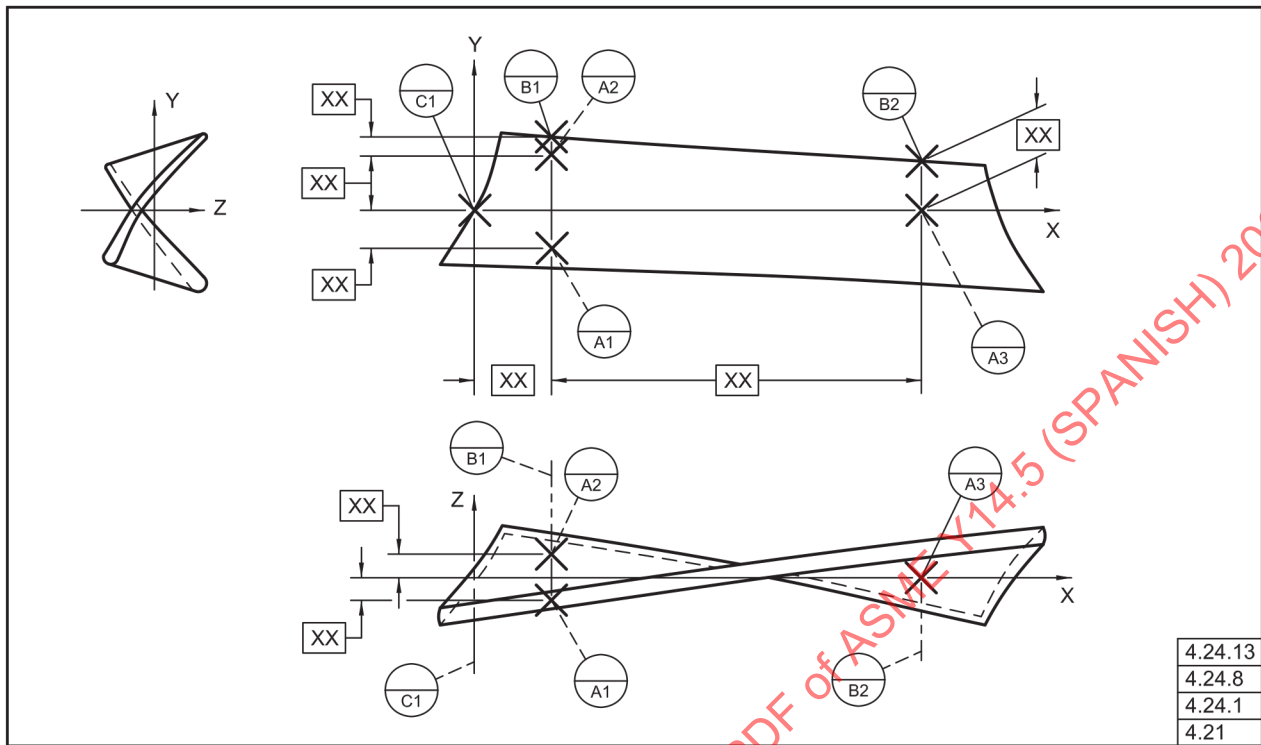
Fig. 4-53 Eje Datum Secundario



4.24.14 Elementos Datum Establecidos a Partir de Datums Objetivos con Menos de Tres Planos Mutuamente Perpendiculares

91

Fig. 4-54 Datums Objetivo Usados para Establecer el Marco de Referencia Datum para una Pieza Compleja



UN ELEMENTO DATUM A SEA REFERIDO PARA RELACIONAR
LOS OBJETIVOS QUE ESTABLECEN EL DATUM A.

Sección 5

Tolerancias de forma

5.1 GENERAL

Esta Sección establece los principios y métodos de dimensionado y tolerancias para controlar la forma de elementos.

5.2 CONTROL DE FORMA

Las tolerancias de forma controlan la rectitud, planicidad, circularidad y cilindridad. Cuando se especifica una tolerancia de forma, se debería considerar el control de forma ya establecido a través de otras tolerancias como los controles de tamaño (regla # 1), la orientación, oscilación y perfil. Consulte el párrafo 2.7 y la Figura 2-6.

5.3 ESPECIFICACIÓN DE TOLERANCIAS DE FORMA

Las tolerancias de forma que son esenciales para la función y capacidad de intercambio son especificadas cuando las tolerancias de tamaño no proveen suficiente control. Una tolerancia de forma puede especificarse cuando no se cuenta con una tolerancia de tamaño (por ejemplo, en el control de planicidad después del ensamble de las piezas). Una tolerancia de forma especifica una zona dentro de la cual debería estar situado el elemento considerada, sus elementos lineales, su línea media derivada o su plano medio derivado.

5.4 TOLERANCIAS DE FORMA

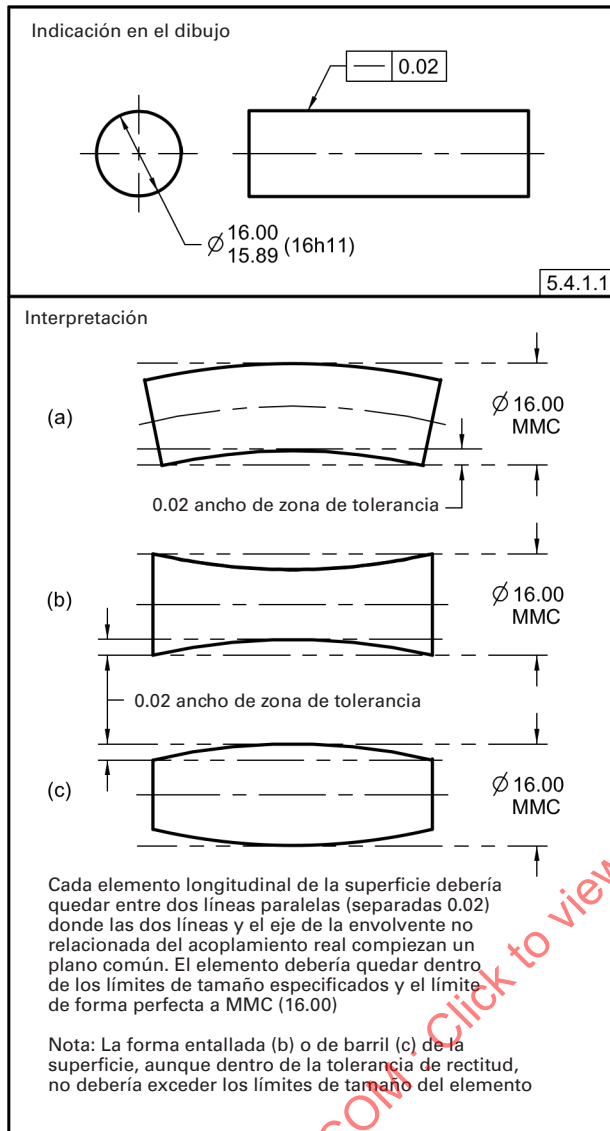
Las tolerancias de forma se pueden aplicar a un solo elemento (de manera individual), componentes de elementos individuales o elementos de tamaño; por lo tanto, las tolerancias de forma no se relacionadas a datums. Los subpárrafos siguientes cubren los detalles de las tolerancias de forma: rectitud, planicidad, circularidad y cilindridad.

5.4.1 Rectitud

La rectitud es una condición en la cual un elemento de una superficie, o línea media derivada, es una línea recta. La tolerancia de rectitud especifica una zona de tolerancia dentro de la cual el elemento considerado de una superficie o línea media debería estar situado. Una tolerancia de rectitud se aplica en una vista donde los elementos a controlar son representados por una línea recta.

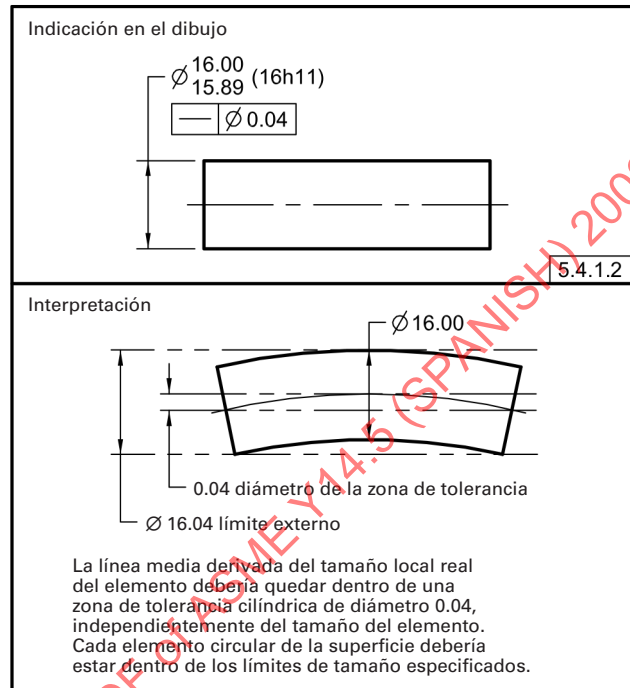
5.4.1.1 Elementos Cilíndricos. La Figura 5-1 muestra un ejemplo de un elemento cilíndrico donde deben estar situados, dentro de la tolerancia del tamaño especificada, todos los elementos circulares de la superficie. Cada elemento longitudinal de la superficie debería estar situado entre dos líneas paralelas separadas por el valor de la tolerancia de rectitud prescrita y en un plano común con el eje de la envolvente no relacionada del acoplamiento real. El marco de control del elemento se fija a la flecha o a la línea de extensión de la superficie, pero no a la dimensión de tamaño. La tolerancia de rectitud debería ser menor que la tolerancia de tamaño y cualquier otra tolerancia geométrica que afecte la rectitud de elementos lineales. Dado que se deben respetar los límites de tamaño, toda la tolerancia de rectitud puede no estar disponible para los elementos opuestos, en el caso de estrechamiento o ensanchamiento de la superficie. Consulte la Figura 5-1. Cuando el símbolo de independencia se aplica a la dimensión de tamaño, el requerimiento de forma perfecta a MMC es eliminado y la tolerancia de forma puede ser mayor que la tolerancia de tamaño.

5.4.1.2 Transgresión del límite MMC. Las Figuras 5-2 y 5-3 muestran ejemplos de elementos cilíndricos donde todos los elementos circulares de la superficie deben estar situados dentro de la tolerancia especificada del tamaño; sin embargo, el límite de forma perfecta a MMC puede ser transgredido. Esta transgresión es permitida cuando el marco de control del elemento esté asociada con la dimensión de tamaño o fijado a una de las líneas de extensión de la línea de dimensión. En este caso, un símbolo de diámetro precede el valor de la tolerancia y la tolerancia se aplica en condiciones RFS o MMC. Cuando sea necesario, y cuando no se utilice en conjunto con una tolerancia de orientación o posición, la tolerancia de rectitud puede ser mayor que la tolerancia de tamaño. Cuando la tolerancia de rectitud se use junto con un valor de tolerancia de orientación o tolerancia de posición, el valor especificado de la tolerancia de rectitud no debería ser mayor que el valor de la tolerancia de orientación o tolerancia de posición. El efecto colectivo de las variaciones de tamaño y forma puede producir una condición virtual o límite exterior o interior igual al tamaño MMC más la tolerancia de rectitud. Cuando se aplica a RFS, como en la Figura 5-2, la tolerancia máxima de rectitud es la tolerancia especificada. Cuando se aplica

Fig. 5-1 Especificación de la rectitud de elementos de superficie

a MMC, como en la Figura 5-3, la tolerancia máxima de rectitud es la tolerancia especificada más el valor del tamaño local real conforme se aleje de su tamaño a MMC. La línea media derivada de un elemento real a MMC debería estar situada en una zona de tolerancia cilíndrica especificada. A medida que cada tamaño real local se aleje desde MMC, está permitido un aumento del diámetro de la zona de tolerancia local igual al valor de alejamiento. Cada elemento circular de la superficie (es decir, tamaño local real) debería estar situado dentro de los límites de tamaño especificados.

5.4.1.3 Aplicada sobre una base de unidad lineal La rectitud puede ser aplicada sobre una base de unidad lineal como un medio para limitar una abrupta variación de la superficie dentro de una distancia relativamente corta del elemento. Consulte la Figura 5-4. Cuando se

Fig. 5-2 Especificación de la Rectitud RFS

utiliza el control de base en un elemento de tamaño, normalmente se especifica un límite máximo para limitar las relativamente grandes variaciones teóricas que pueden resultar si se deja sin restricciones. Si la variación de base aparece como un "arco" en el elemento con la tolerancia, y se permite que el "arco" varíe a la misma tasa durante algunas unidades de longitud, la variación total de la tolerancia puede resultar en una pieza defectuosa. La Figura 5-5 ilustra la posible condición en la cual se utiliza solamente la rectitud según la longitud de unidad dada en la Figura 5-4 (es decir, si no se especifica la rectitud de la longitud total).

5.4.1.4 Rectitud de elementos lineales. La Figura 5-6 muestra el uso de la tolerancia de rectitud sobre una superficie plana. La rectitud puede aplicarse para controlar elementos lineales de una superficie plana en una sola dirección; también se puede aplicar en dos direcciones como se muestra. Cuando la función requiera que los elementos lineales estén relacionadas a uno o varios elementos datum, el perfil de una línea debería especificarse en relación con los datums. Consulte la Figura 8-27.

5.4.2 Planicidad

La planicidad es la condición de una superficie o plano medio derivado donde todos sus elementos están situados en un plano. Una tolerancia de planicidad especifica una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos dentro de los cuales la superficie o el plano medio derivado deben estar situados. Cuando se especifica una

Fig. 5-3 Especificación de la Rectitud a MMC

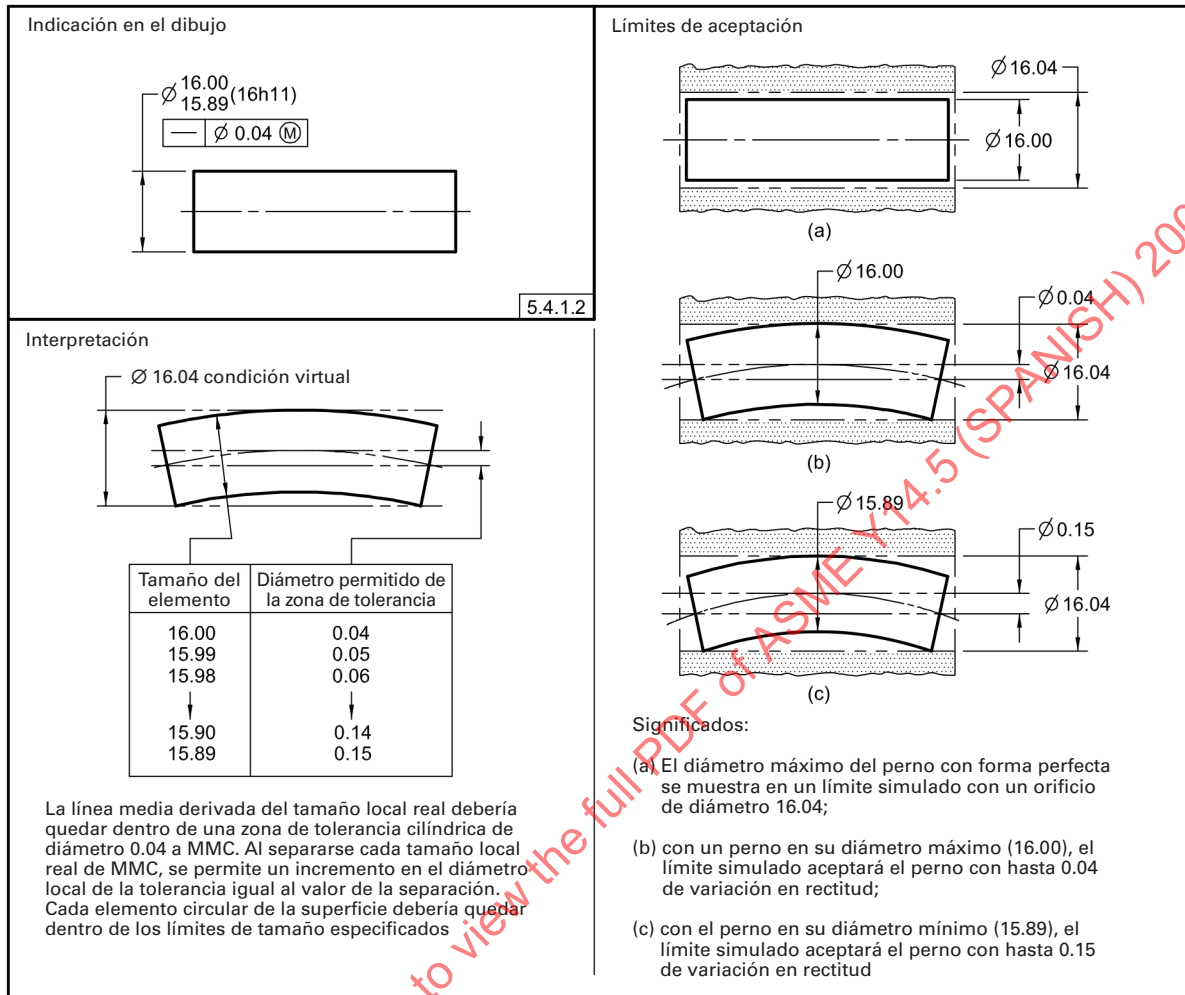


Fig. 5-4 Especificación de la Rectitud por Longitud de Unidad con Rectitud Total Especificada, Ambas en RFS

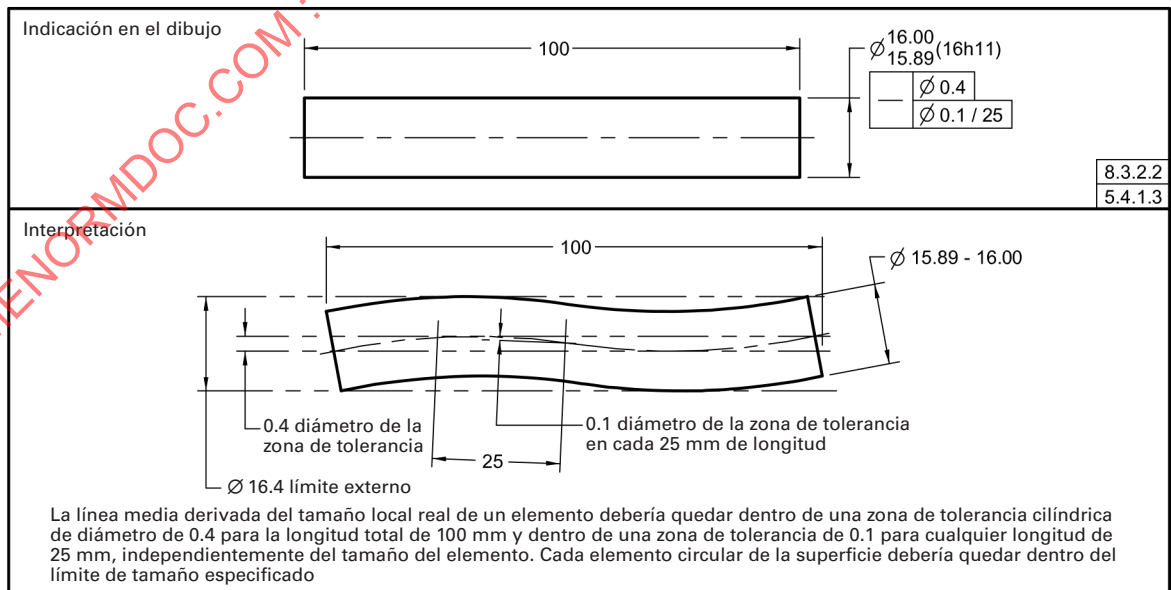


Fig. 5-5 Posibles Resultados de la Rectitud Especificada por Longitud de Unidad RFS, sin Especificar la Rectitud Total

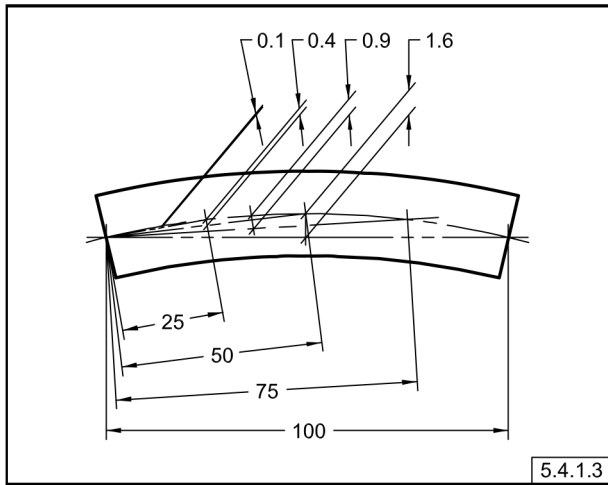
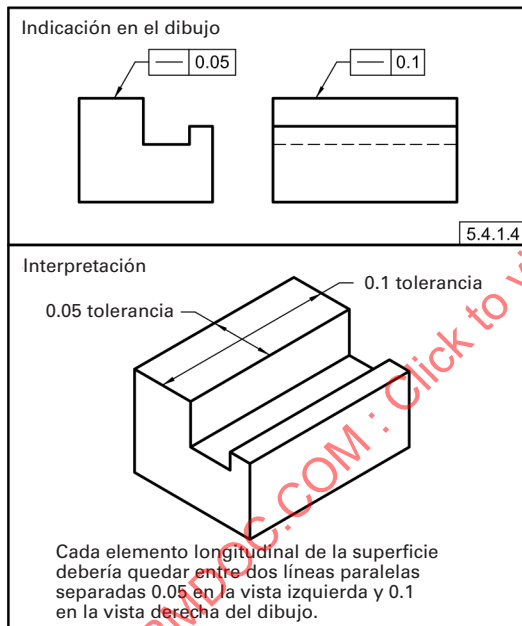


Fig. 5-6 Especificación de la Rectitud de una Superficie Plana



tolerancia de planicidad en una superficie, el marco de control del elemento se fija con una flecha dirigida hacia la superficie o hacia una línea de extensión de la superficie. Se coloca en una vista donde los elementos de la superficie a controlar estén representados por una línea. Consulte la Figura 5-7. En el caso de la planicidad de una superficie, cuando la superficie considerada está asociada con una dimensión de tamaño, la tolerancia de planicidad debería ser menor que la tolerancia de tamaño. Cuando se aplica el símbolo de independencia a la dimensión de tamaño, el requerimiento de forma perfecta a MMC es eliminado y la tolerancia de forma puede ser mayor que la tolerancia de tamaño.

Fig. 5-7 Especificación de la Planicidad de una Superficie

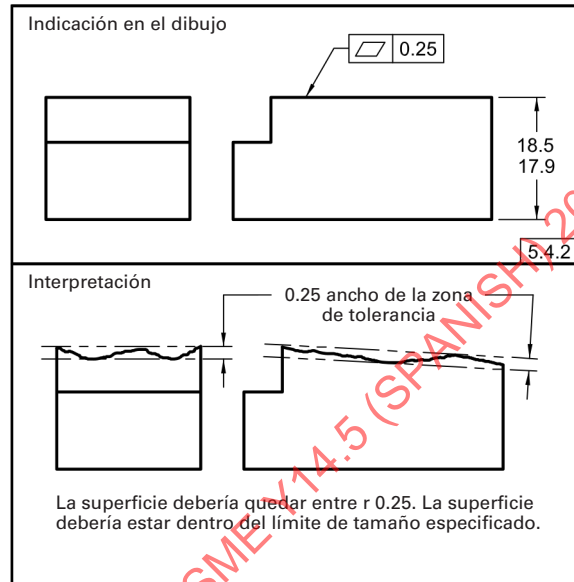
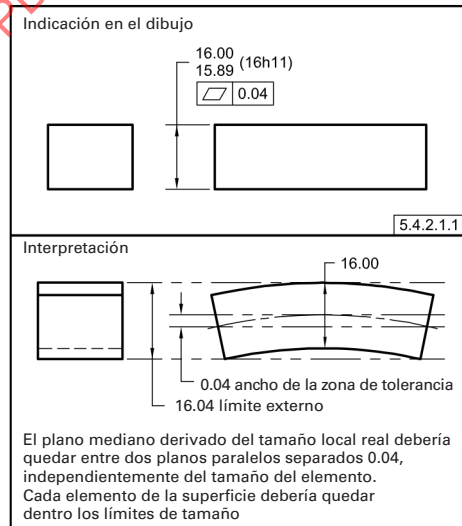
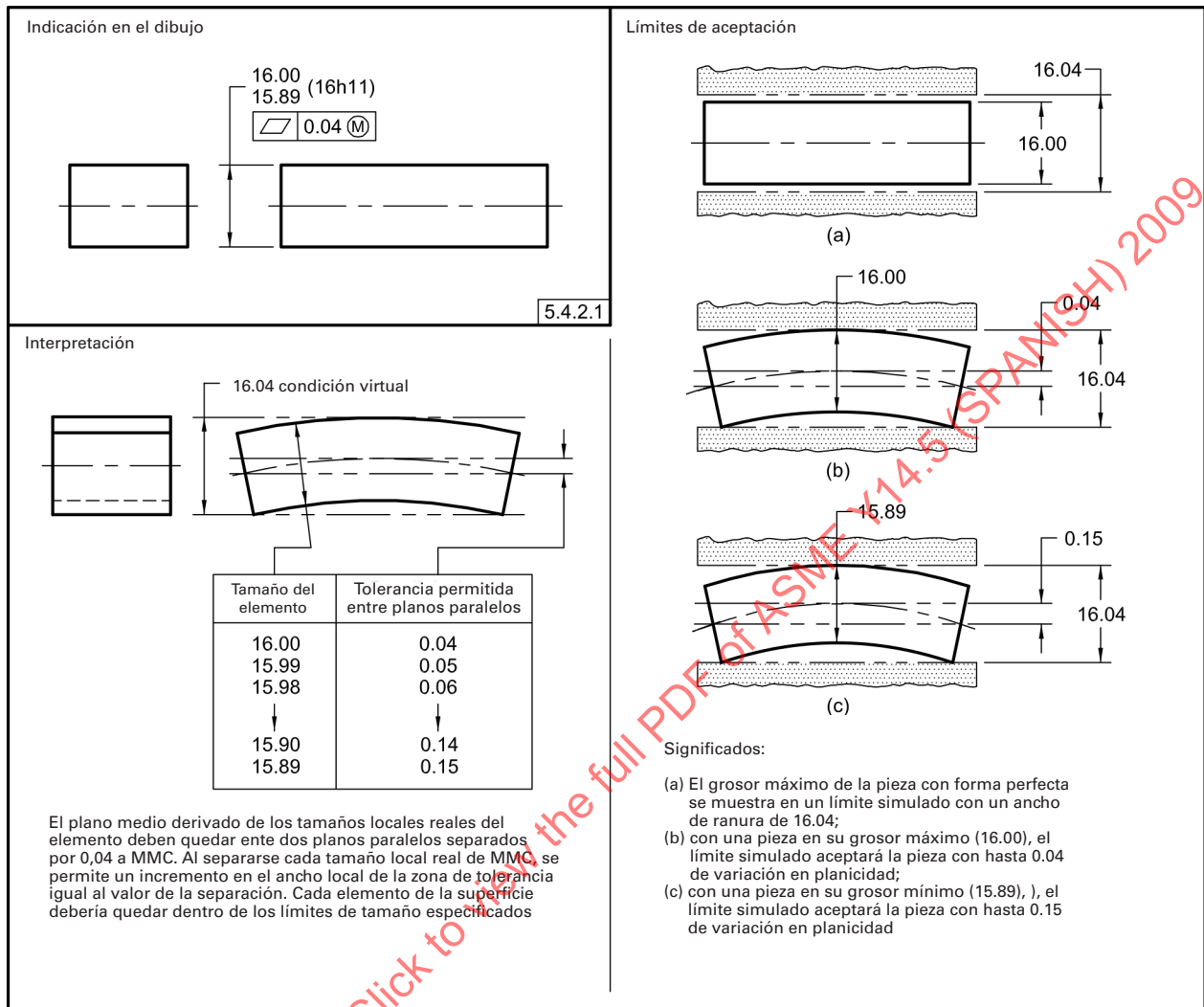


Fig. 5-8 Especificación de la Planicidad de un Plano Medio Derivado – RFS



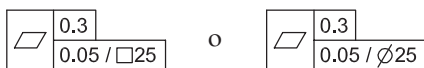
5.4.2.1 Aplicación de planicidad a RFS, MMC o LMC en elementos no cilíndricos. Como una extensión de los principios del párrafo 5.4.1.2, la planicidad puede aplicarse a RFS, MMC, o LMC en elementos de tamaño no cilíndricos. En este caso, el plano medio derivado debería estar situado en una zona de tolerancia entre dos planos paralelos separados por el valor de la tolerancia. La ubicación y disposición del marco de control del elemento se describe en el párrafo 5.4.1.2, excepto que el símbolo de diámetro no se utiliza, puesto que la zona de tolerancia no es cilíndrica. Consulte las Figuras 5-8 y 5-9.

Fig. 5-9 Especificación de la Planicidad de un Plano Medio Derivado a MMC



5.4.2.2 Aplicación en una base de unidad. La planicidad puede ser aplicada en una base de unidad como un medio para limitar una variación abrupta en una superficie del elemento en un área relativamente pequeña. La variación de unidad se utiliza sola o en combinación con una variación total especificada. Conforme a las razones expuestas en el párrafo 5.4.1.3, se debería tener precaución cuando se utilice el control de unidad solo. Dado que la planicidad implica una superficie, el tamaño del área de la unidad (por ejemplo, un área cuadrada de 25 × 25 o un área circular de 25 pulgadas de diámetro) se especifica a la derecha de la tolerancia de planicidad, separado por una barra diagonal.

Por ejemplo,



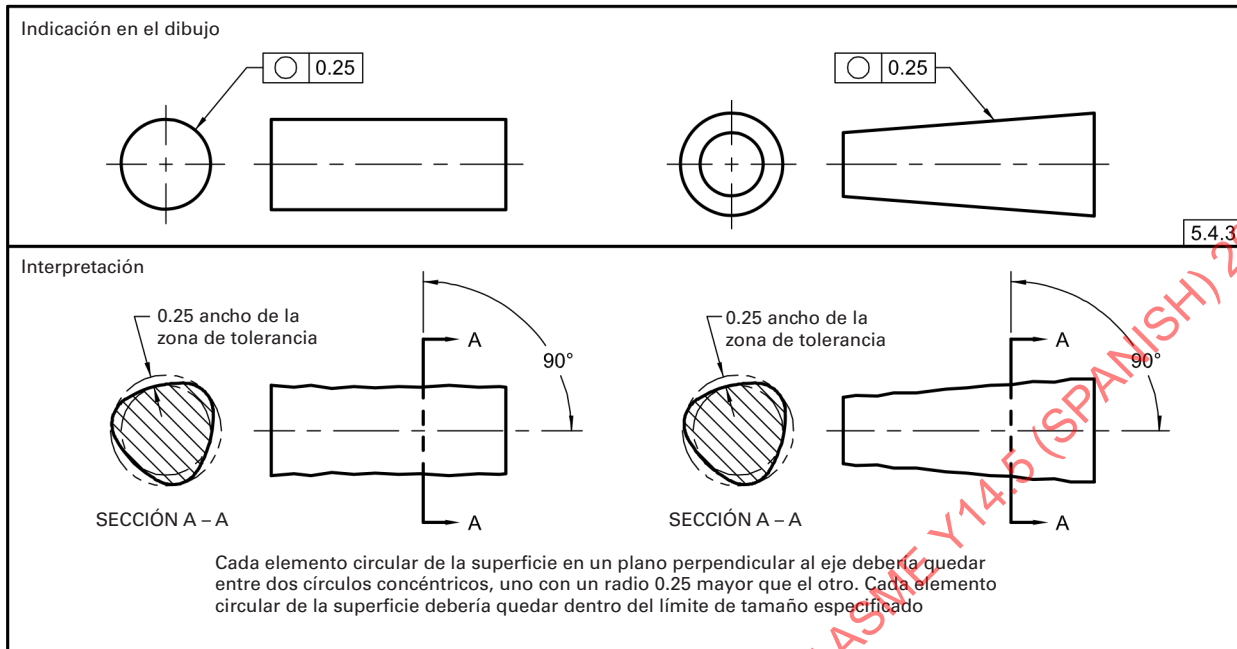
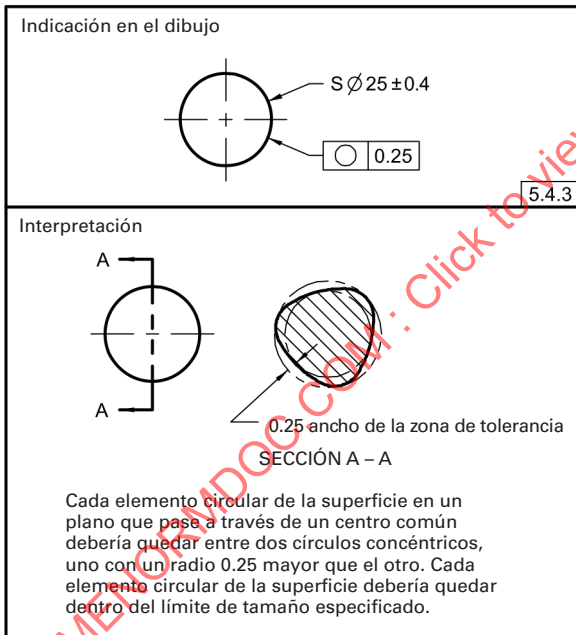
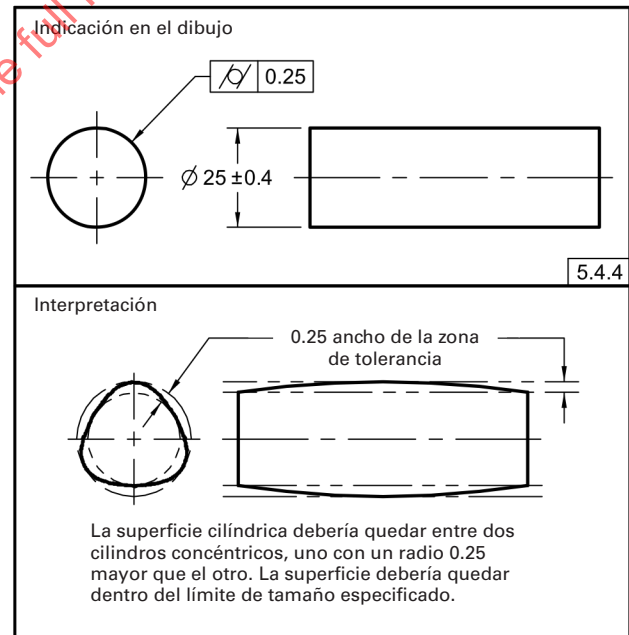
5.4.3 Circularidad (redondez)

La circularidad es una condición de una superficie en la cual,

(a) para un elemento que no sea una esfera, todos los puntos de la superficie intersectada por cualquier plano perpendicular a un eje o línea curva son equidistantes a ese eje o línea curva;

(b) para un elemento que es una esfera, todos los puntos de la superficie intersectada por cualquier plano que pase a través de un centro común son equidistantes al centro.

Una tolerancia de circularidad especifica una zona de tolerancia delimitada por dos círculos concéntricos, dentro de la cual cada elemento circular de la superficie debería estar situado y se aplica independientemente a cualquier plano descrito anteriormente en los subpárrafos (a) y (b). Consulte las Figuras 5-10 y 5-11. La tolerancia de circularidad debería ser menor que la tolerancia de tamaño y otras tolerancias geométricas

Fig. 5-10 Especificación de la Circularidad para un Cilindro o Cono**Fig. 5-11 Especificación de la Circularidad de una Esfera****Fig. 5-12 Especificación de la Cilindricidad**

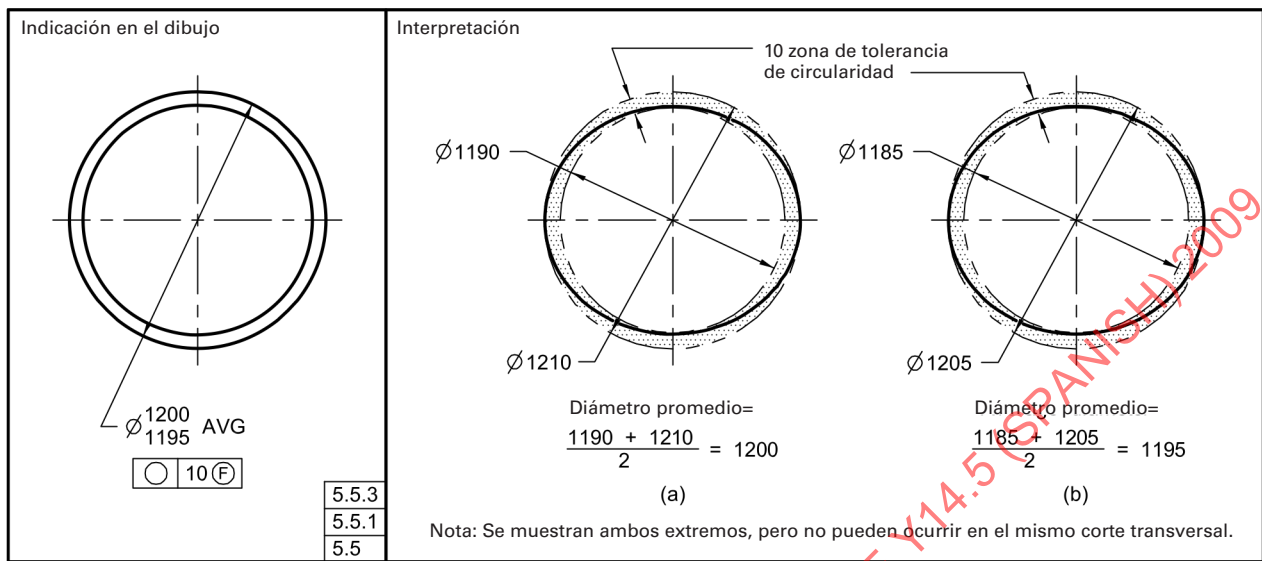
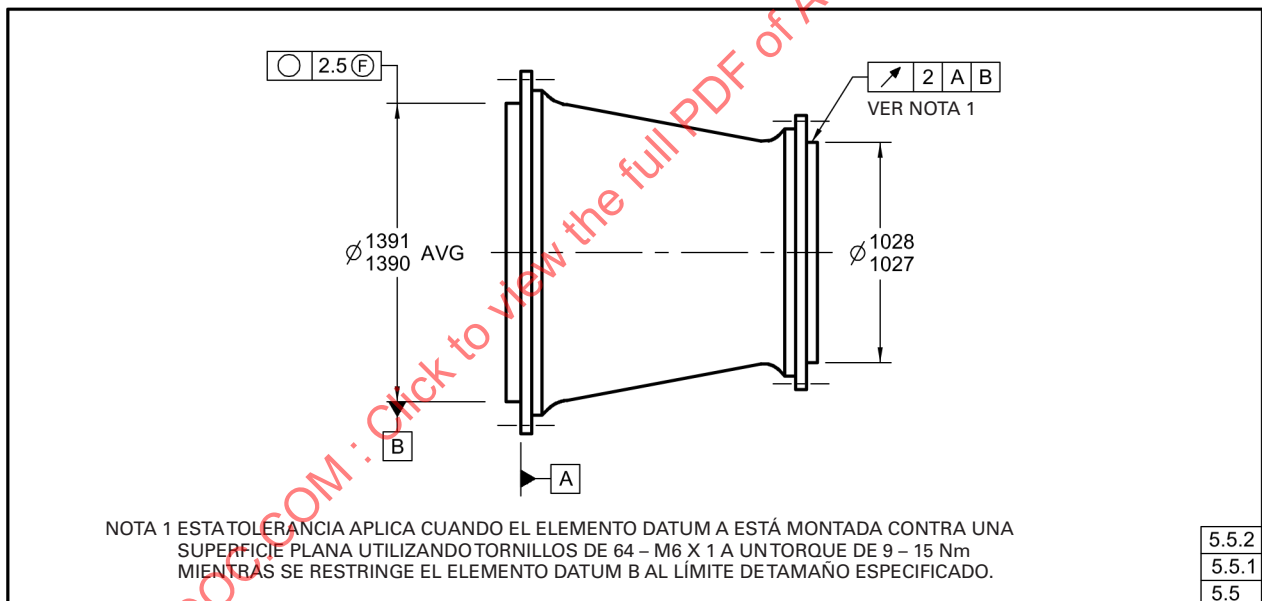
que afecten la circularidad del elemento, excepto en las piezas sujetas a variación de estado libre o al principio de independencia. Consulte el párrafo 5.5.

NOTA: Consulte ANSI B89.3.1 y ASME Y14.5.1M para obtener más información sobre este tema.

5.4.4 Cilindricidad

La cilindricidad es una condición de una superficie de revolución en el que todos los puntos de la superficie

son equidistantes de un eje común. Una tolerancia de cilindricidad especifica una zona de tolerancia delimitada por dos cilindros concéntricos dentro de la cual debería estar situada la superficie. En el caso de la cilindricidad, a diferencia de la circularidad, la tolerancia se aplica simultáneamente a elementos circulares y longitudinales de la superficie (toda la superficie). Consulte la Figura 5-12. La flecha del marco de control del elemento puede dirigirse a cualquiera de las vistas. La tolerancia de

Fig. 5-13 Especificación de la Circularidad en Estado Libre con Diámetro Promedio**Fig. 5-14 Especificación de la Restricción para Piezas No Rígidas**

cilindricidad debería ser menor que la tolerancia de tamaño, excepto en piezas sujetas a variación de estado libre o al principio de independencia.

NOTA: La tolerancia de cilindridad es un control de forma compuesta que incluye circularidad, rectitud y conicidad de un elemento cilíndrico.

5.5 APLICACIÓN DEL SÍMBOLO DE ESTADO LIBRE

La variación de estado libre de es la distorsión de una pieza después de la eliminación de fuerzas aplicadas durante la fabricación. Esta distorsión se debería principalmente al peso y a la flexibilidad de la pieza, y a la liberación de tensiones internas resultantes de su fabricación. Una pieza de este tipo (por ejemplo,

una pieza de pared muy delgada en proporción a su diámetro) se denomina una pieza no rígida. En algunos casos, puede ser necesario que la pieza cumpla con sus tolerancias requeridas mientras se encuentre en estado libre. Consulte la Figura 5-13. En otros casos, puede ser necesario simular el acoplamiento de la pieza a ensamblar para verificar tolerancias individuales o de elementos relacionados. Esto se hace por medio de la restricción de elementos apropiados, tales como los elementos datum en la Figura 5-14. Las fuerzas de restricción son aquellas que serán ejercidas en el ensamble o en el funcionamiento de la pieza. Sin embargo, si se cumplen las dimensiones y tolerancias en estado libre, generalmente no es necesario restringir la pieza, a menos que los efectos de las fuerzas de restricción posteriores en los elementos afectados

puedan causar que otros elementos de la pieza excedan los límites especificados. La variación de estado libre de piezas no rígidas puede ser controlada como se describe en los párrafos 5.5.1 hasta 5.5.3.

5.5.1 Especificación de tolerancias geométricas en elementos sujetos a variación del estado libre

Cuando se aplica individualmente una tolerancia de forma o localización en un elemento en estado libre, se debería especificar el máximo valor de variación permitido en estado libre con el adecuado marco de control del elemento. Consulte la Figura 5-13. El símbolo de estado libre puede ser colocado dentro del marco de control del elemento, después de la tolerancia y los modificadores, para aclarar un requerimiento de estado libre en dibujos que tienen notas de restricción para los elementos, o para separar un requerimiento de estado libre de otros elementos asociados que tienen requerimientos de restricción. Consulte las Figuras 3-21 y 5-14.

5.5.2 Especificación de tolerancias geométricas en elementos a ser restringidos

Cuando las tolerancias geométricas deban verificarse con la pieza en una condición restringida, se deben seleccionar e identificar los elementos (diámetro piloto, realces, bridas, etc.) que serán utilizados como elementos datum, según corresponda. Puede haber algunos casos donde las tolerancias de perfil o forma puedan ser restringidas. Dado que estas superficies pueden estar sujetas a variación de estado libre, es necesario especificar la fuerza máxima necesaria para restringir cada una de ellas. Hay que determinar los valores de las fuerzas de retención o sujeción y otros requerimientos necesarios para simular las condiciones esperadas en el ensamble. Hay que especificar en el dibujo que si

se restringiera en esta condición, el resto de la pieza o ciertas elementos de la misma deberían estar dentro de las tolerancias indicadas. Consulte la Figura 5-14.

5.5.3 Diámetro promedio

Un diámetro promedio es el promedio de varias mediciones de diámetros de un elemento circular o cilíndrico. Normalmente, se realizan suficientes mediciones (al menos cuatro) para garantizar el establecimiento de un diámetro promedio. Si fuera posible, un diámetro promedio puede determinarse por una medida de cinta periférica. Cuando se especifique un control de forma, como circularidad, en estado libre a un elemento circular o cilíndrico, el diámetro con la abreviatura AVG debería ser usado. Consulte la Figura 5-13. La especificación de circularidad sobre la base de un diámetro promedio en una pieza no rígida es necesaria para garantizar que el diámetro real del elemento pueda ser restringido a la forma deseada del ensamble. Tenga en cuenta que la tolerancia de circularidad del estado libre es mayor que la tolerancia de tamaño del diámetro. La Figura 5-13, ilustraciones (a) y (b), se encuentra simplificada debido a que incluye solamente dos mediciones, y muestra los diámetros permitidos en estado libre para dos condiciones extremas de diámetro promedio máximo y diámetro promedio mínimo, respectivamente. El mismo método se aplica cuando el diámetro promedio está en cualquier lugar entre los límites máximos y mínimos.

Sección 6

Tolerancias de Orientación

6.1 GENERAL

Esta sección establece los principios y los métodos de dimensionado y el uso de tolerancias para controlar la orientación de los elementos.

6.2 CONTROL DE ORIENTACIÓN

Las tolerancias de orientación controlan el paralelismo, la perpendicularidad y todas las otras relaciones angulares. Tenga en cuenta que la tolerancia de orientación, cuando es aplicada a una superficie plana, controla la planicidad en toda la tolerancia de orientación. Cuando el valor de planicidad en la tolerancia de orientación no es suficiente, se debería considerar el uso de una tolerancia de planicidad por separado. La tolerancia de orientación no controla la ubicación de los elementos. Cuando se especifica una tolerancia de orientación, se deben considerar los controles de orientación ya establecidos por otras tolerancias, tales como los controles de localización, oscilación y perfil. Consulte la Figura 7-8

6.3 SÍMBOLOS DE ORIENTACIÓN

Hay tres relaciones de orientación y tres símbolos para definir esas relaciones. Las tres relaciones de orientación se señalan en los párrafos 6.3.1 a 6.3.3.

6.3.1 Angularidad

La angularidad es la condición de una superficie, plano central del elemento, o eje del elemento en cualquier ángulo especificado desde el plano datum o eje datum. Consulte la Figura 3-1.

6.3.2 Paralelismo

El paralelismo es la condición de una superficie o plano central del elemento, equidistante en todos sus puntos desde el plano datum, o el eje de un elemento equidistante a lo largo de su longitud desde uno o más planos datum o eje datum. Consulte la Figura 3-1

6.3.3 Perpendicularidad

La perpendicularidad es la condición de una superficie o plano central del elemento, o eje del elemento que forma un ángulo recto con un plano datum o eje datum. Consulte la Figura 3-1.

6.4 ESPECIFICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS DE ORIENTACIÓN

Al especificar una tolerancia de orientación, el elemento considerado estará relacionada con uno o más datums. Consulte las Figuras 4-4 y 6-4. Las tolerancias de orientación están restringidas solamente en los grados de libertad de rotación relativos a los datums de referencia, y no limitan los grados de libertad de traslación. Así, con las tolerancias de orientación, incluso en aquellos casos donde los elementos datum puedan restringir todos los grados de libertad, la zona de tolerancia solo se orienta a ese marco de referencia datum. Se deben referenciar los suficientes elementos datum para restringir los grados de libertad necesarios. Si el elemento datum primario por sí solo no restringe los suficientes grados de libertad, elementos datum adicionales pueden ser especificados.

6.4.1. La Zona de Tolerancia de Orientación.

Una tolerancia de orientación especifica una zona de dentro de la cual debería estar situado el elemento considerado, sus elementos lineales, sus ejes o su plano central.

6.4.2 Tolerancia de Orientación.

Una zona de tolerancia de orientación especifica uno de los siguientes:

(a) Una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos en el ángulo básico especificado desde, paralelo a, o perpendicular a uno o más planos datum o eje datum, dentro de los cuales la superficie o plano central del elemento considerado debería estar situado. Consulte las Figuras 6-1 a 6-5.

(b) Una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos en el ángulo básico especificado desde, paralelo a, o perpendicular a uno o más planos datum o eje datum, dentro de los cuales el eje del elemento considerado debería estar situado. Consulte la Figura 6-6 y 6-7.

(c) Una zona de tolerancia cilíndrica en el ángulo básico especificado desde, paralelo a, o perpendicular a uno o más planos datum o eje datum, dentro de los cuales el eje del elemento considerado debería estar situado. Consulte las Figuras 6-8 a 6-15.

(d) Una zona de tolerancia definida por dos líneas paralelas en el ángulo básico especificado desde, paralelo a, o perpendicular a un plano datum o eje, dentro de las

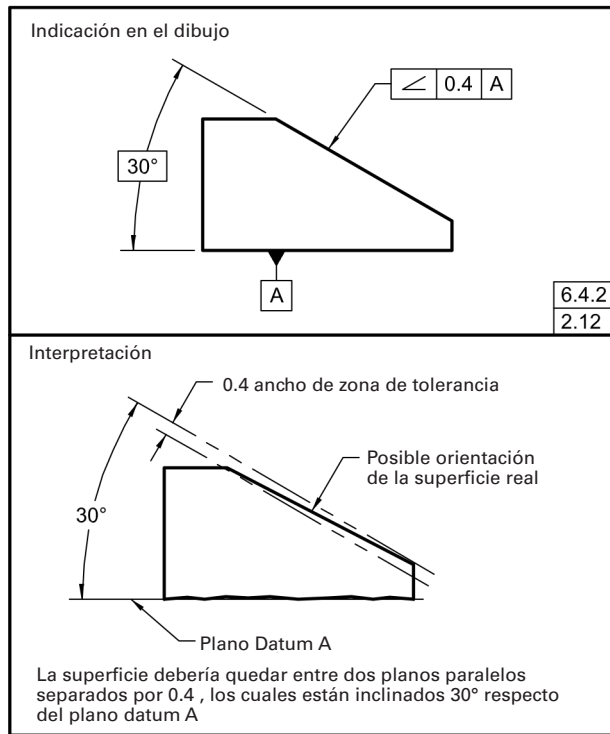
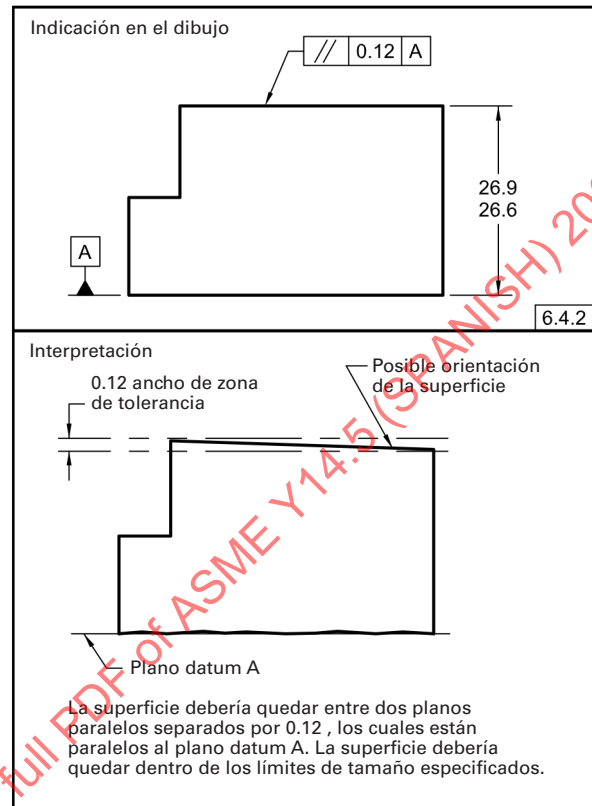
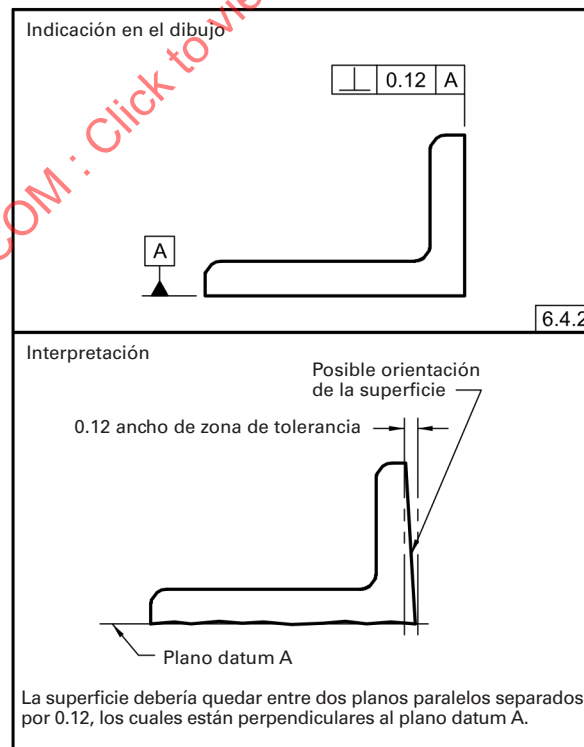
Fig. 6-1 Especificación de la Angularidad para una Superficie Plana**Fig. 6-2 Especificación del Paralelismo para una Superficie Plana****Fig. 6-3 Especificación de la Perpendicularidad para una Superficie Plana**

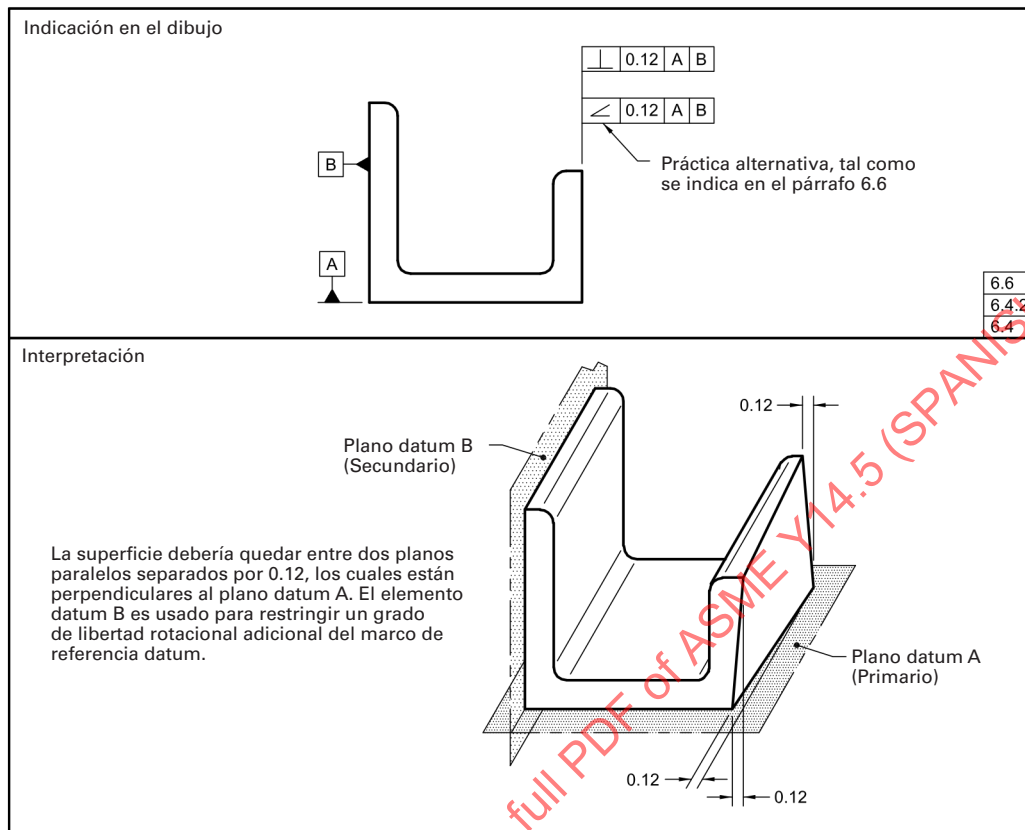
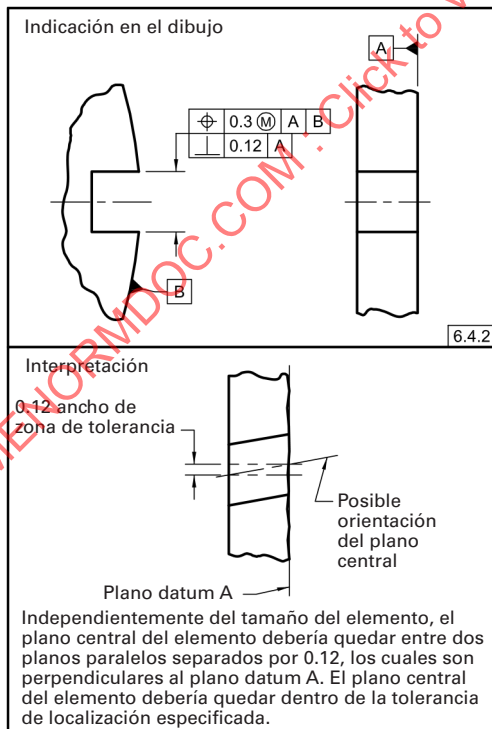
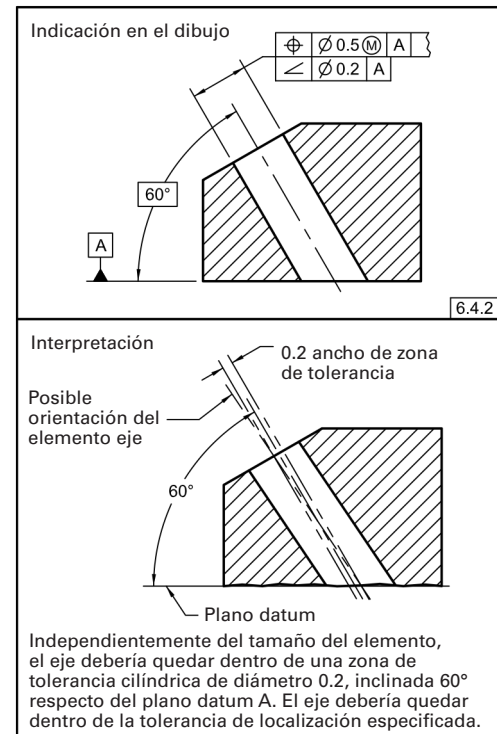
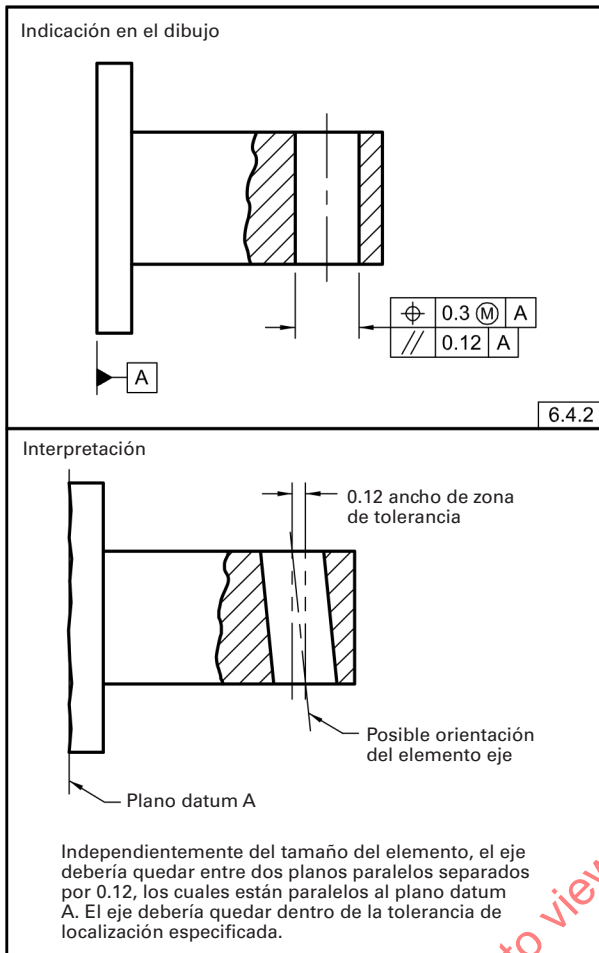
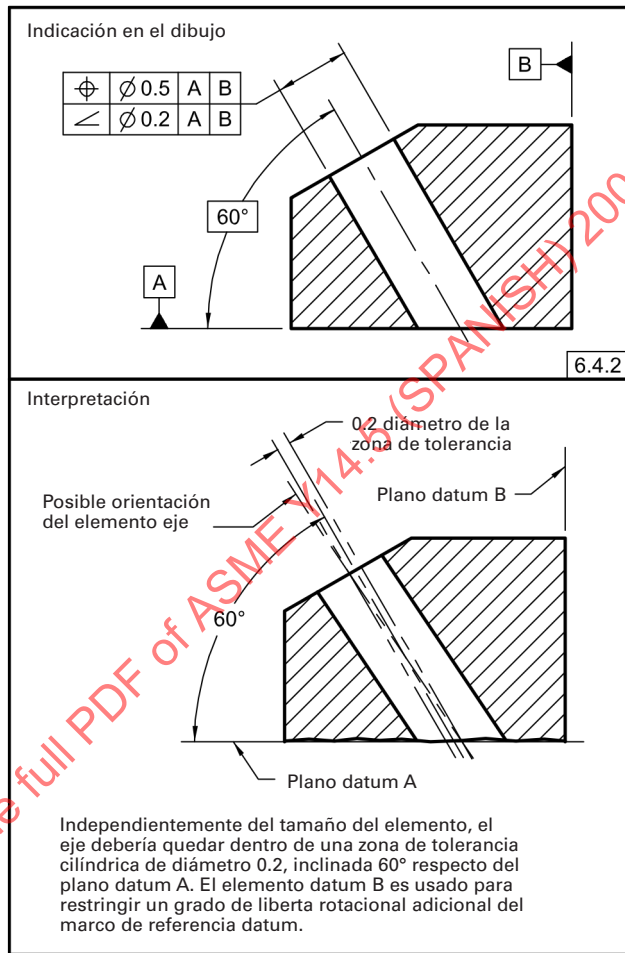
Fig. 6-4 Especificación de la Orientación para una Superficie Plana Respecto a Dos Datums**Fig. 6-5 Especificación de la Perpendicularidad para un Plano Central (Elemento RFS)****Fig. 6-6 Especificación de la Angularidad para un Eje (Elemento RFS)**

Fig. 6-7 Especificación del Paralelismo para un Eje (Elemento RFS)**Fig. 6-8 Especificación de la Angularidad para un Eje (Elemento RFS)**

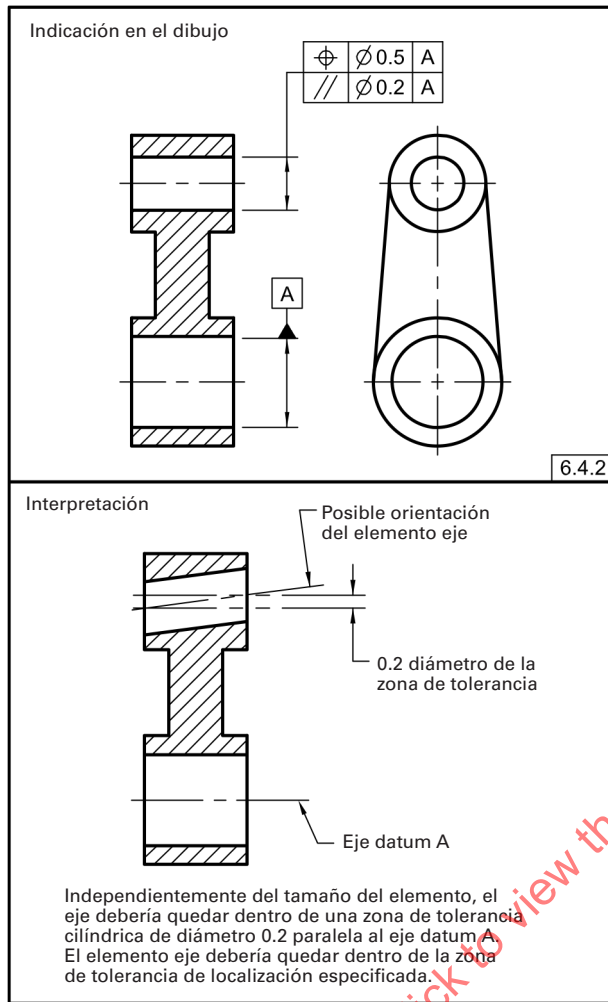
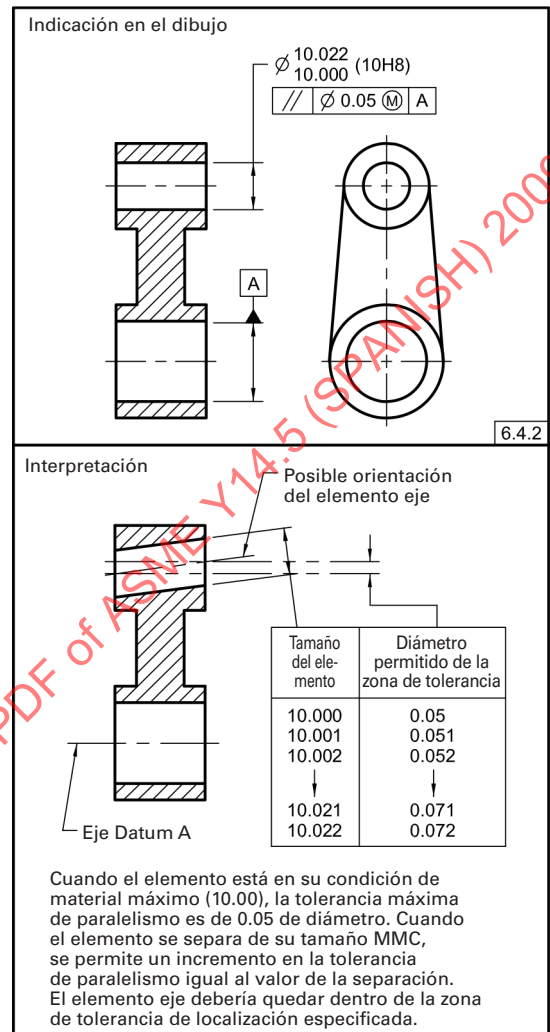
cuales el elemento lineal de la superficie debería estar situado. Consulte las Figuras 6-16 a 6-17.

6.4.3 Zonas de la Tolerancia

Las zonas de la tolerancia se aplican al elemento por completo, a menos que se indique lo contrario. Cuando se trata de un requisito para controlar solo elementos lineales de una superficie, una notación calificativa, tal como CADA ELEMENTO o CADA ELEMENTO RADIAL, se añade al dibujo. Consulte las Figuras 6-16 y 6-17. Esto permite el control de elementos individuales de la superficie de forma independiente en relación al datum y no limita el total de la superficie a una zona delimitada. Aunque las tolerancias de orientación solo restringen los grados de libertad de rotación en relación a los datums referidos, la notación de CADA ELEMENTO RADIAL añade el requerimiento para que la localización de la zona de tolerancia este restringida en relación al eje del cual los elementos radiales surgen. Las tolerancias para los elementos individuales también se pueden especificar usando una tolerancia de perfil de línea.

6.4.4 Aplicación de Zona de Tolerancia Cero a MMC

Cuando las variaciones de orientación no son permitidas al límite de tamaño MMC de un elemento de tamaño, el marco de control del elemento contiene una tolerancia de cero, modificada por el símbolo de MMC. Si el elemento de tamaño está a su límite de tamaño MMC, este debería tener una orientación perfecta con respecto al datum. Una tolerancia puede existir solo conforme el elemento de tamaño se aleje de su MMC. La tolerancia de orientación permitida es igual a la cantidad por la cual se ha alejado. Consulte las Figuras 6-14 y 6-15. Estos principios también son aplicables en elementos de tamaño con tolerancia para orientación a LMC. Puede haber aplicaciones donde el total de la tolerancia adicional permitida puede no cumplir los requerimientos funcionales. En tales casos, la cantidad de tolerancia adicional puede ser limitada indicando un MAX seguido después del modificador MMC. Consulte la Figura 6-15.

Fig. 6-9 Especificación del Paralelismo para un Eje (Elemento y Elemento Datum RFS)**Fig. 6-10 Especificación del Paralelismo para un Eje (Elemento a MMC y Elemento Datum RFS)**

6.4.5 Explicación de la Tolerancia de Orientación en MMC

Una tolerancia de orientación aplicada a MMC puede ser explicada en términos de la superficie o del eje del elemento. En ciertos casos de extrema desviación de forma (dentro de los límites de tamaño) del orificio, la tolerancia en términos del eje del elemento puede no ser exactamente equivalente a la tolerancia en términos de la superficie. En tales casos, la interpretación de superficie prevalecerá, como en la Figura 7-6.

(a) *En términos de la superficie de un orificio.* Mientras se mantiene los límites de tamaño especificados del orificio, ningún elemento de la superficie del orificio debería estar dentro del límite teórico (condición virtual) orientado al marco de referencia datum. Consulte la Figura 7-6.

(b) *En términos del eje del orificio.* Cuando el orificio está a su MMC (diámetro mínimo), el eje del elemento debería caer dentro de una zona de tolerancia cilíndrica cuyo eje está orientado al marco de referencia datum.

El diámetro de esta zona es igual a la tolerancia de orientación. Consulte la Figura 6-14.

Solo cuando el orificio está a su MMC, la zona de tolerancia especificada es aplicable. Cuando el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionada del orificio es mayor que el MMC, resulta en una tolerancia de orientación adicional. Este incremento de la tolerancia de orientación es igual a la diferencia entre el límite de tamaño especificado en la condición de material máximo (MMC) y el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionada del orificio. Cuando el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionada es mayor que la MMC, la tolerancia de orientación especificada para el orificio puede ser excedida y aún satisfacer los requerimientos de la función y de intercambiabilidad.

NOTA: Estos conceptos son igualmente aplicables para todos los elementos de tamaño.

Fig. 6-11 Especificación de la Perpendicularidad para un Eje a una Altura Proyectada (Orificio Roscado o Inserto a MMC)

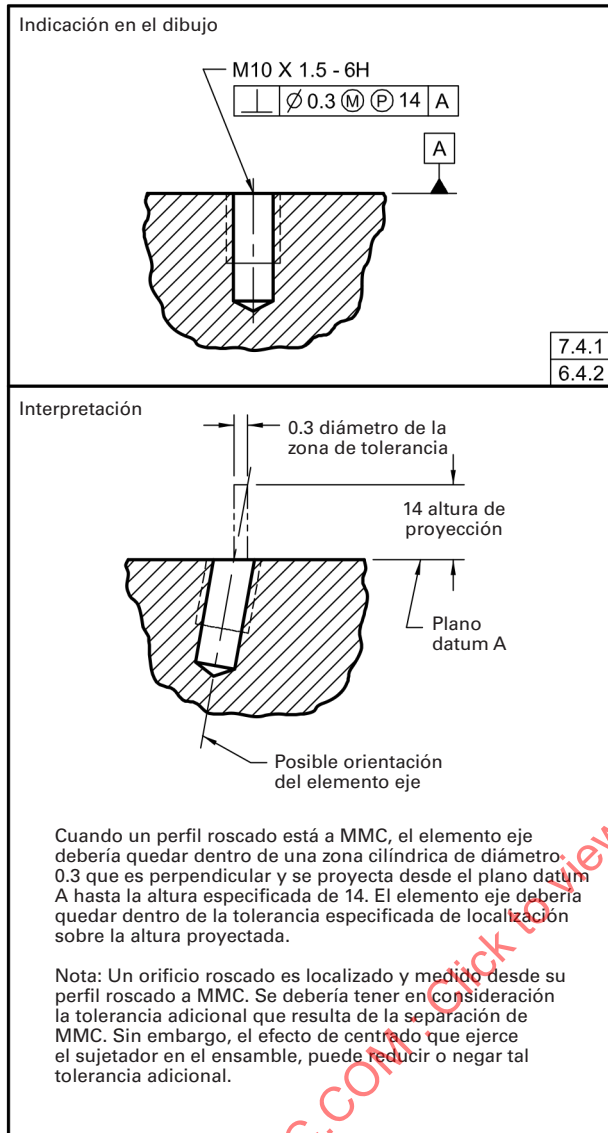
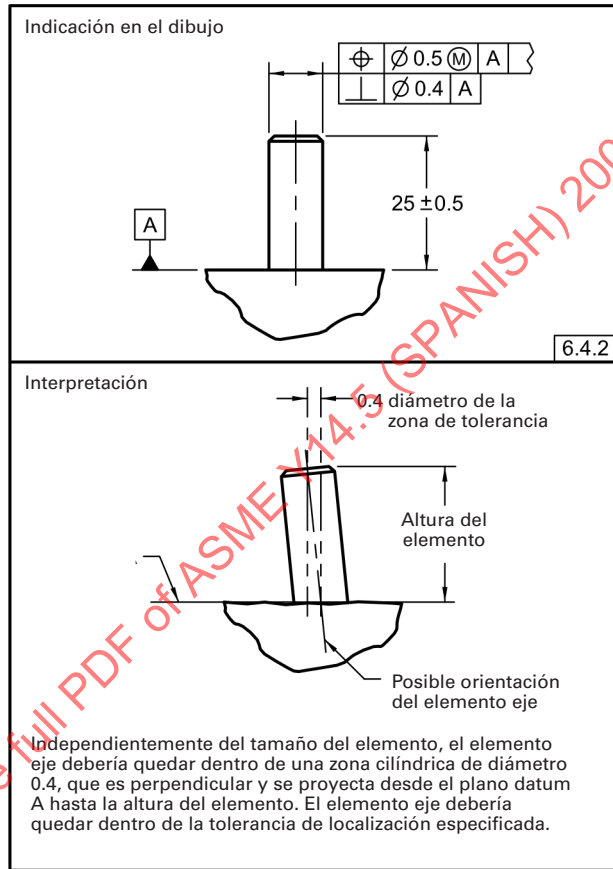


Fig. 6-12 Especificación de la Perpendicularidad para un Eje (Perno o Realce RFS)



6.5 PLANO TANGENTE

Cuando sea deseado el control de un plano tangente establecido por los puntos de contacto de una superficie, el símbolo de plano tangente se añade en el marco de control del elemento después de la tolerancia establecida. Consulte la Figura 6-18. Cuando el símbolo de plano tangente es especificado con una tolerancia geométrica, la planicidad del elemento directamente asociada con dicha tolerancia no es controlado por la tolerancia geométrica. Cuando el plano tangente oscila en una superficie convexa, consulte ASME Y14.5.1M para métodos de verificación.

NOTA: El símbolo de plano tangente se ilustra con tolerancias de orientación; sin embargo, también puede tener aplicaciones usando otros símbolos de características geométricas donde el elemento se relaciona con datums.

6.6 PRÁCTICA ALTERNATIVA

Como una práctica alternativa, el símbolo de angularidad puede ser usado para controlar las relaciones de paralelismo y perpendicularidad. Las zonas de tolerancia derivadas son las mismas a las descritas en el párrafo 6.4.2. Consulte la Figura 6-4.

Fig. 6-13 Especificación de la Perpendicularidad para un Eje Mostrando el Límite de Aceptación (Perno o Realce a MMC)

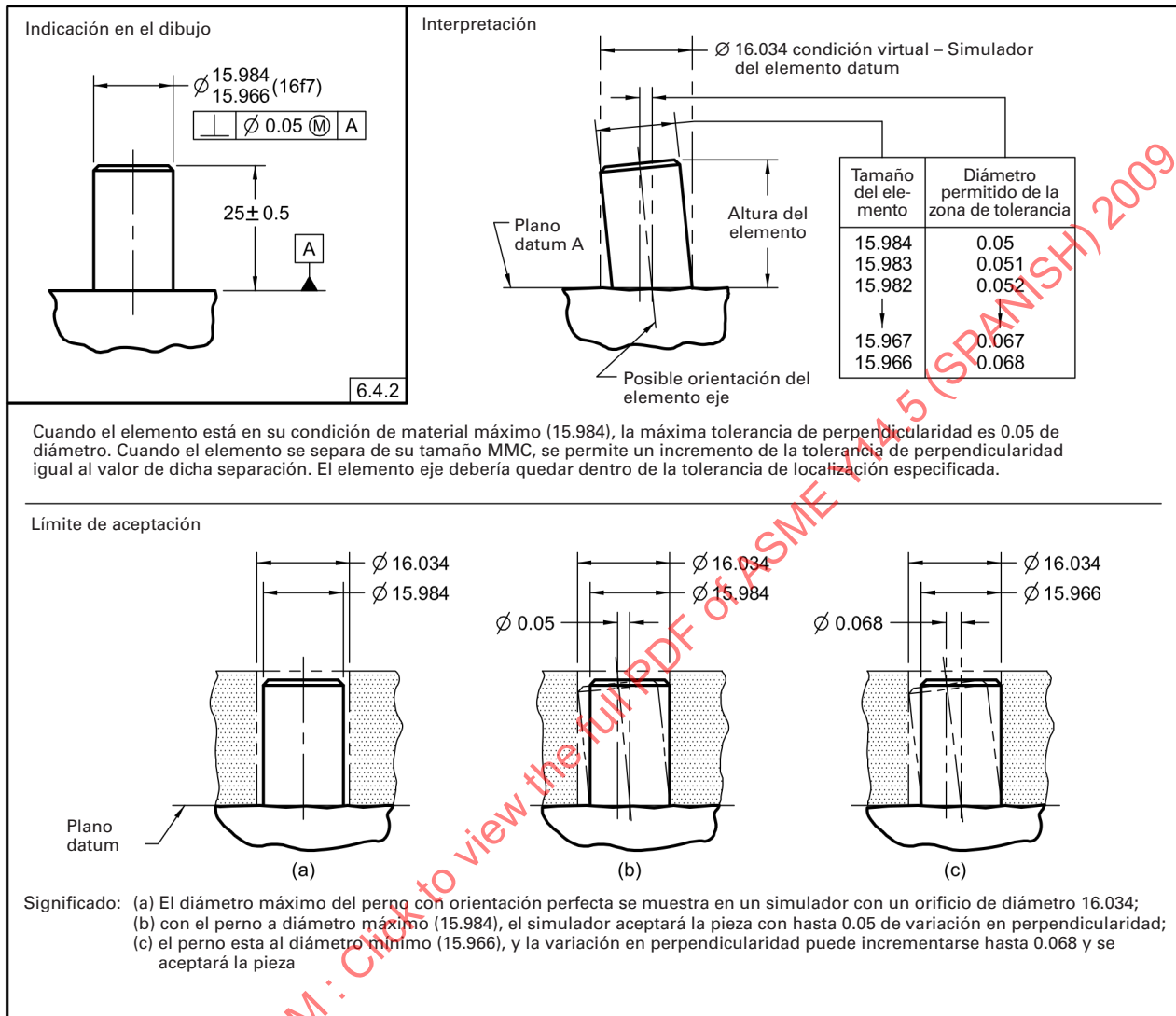


Fig. 6-14 Especificación de la Perpendicularidad para un Eje (Cero Tolerancia a MMC)

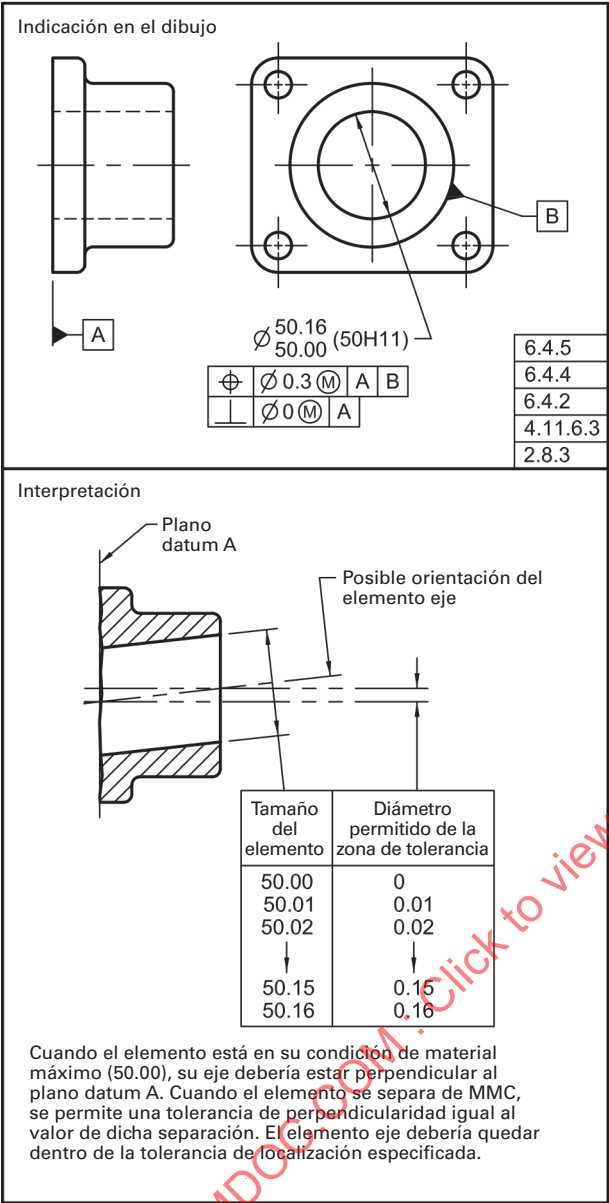


Fig. 6-15 Especificación de la Perpendicularidad para un Eje (Cero Tolerancia a MMC con un Máximo Especificado)

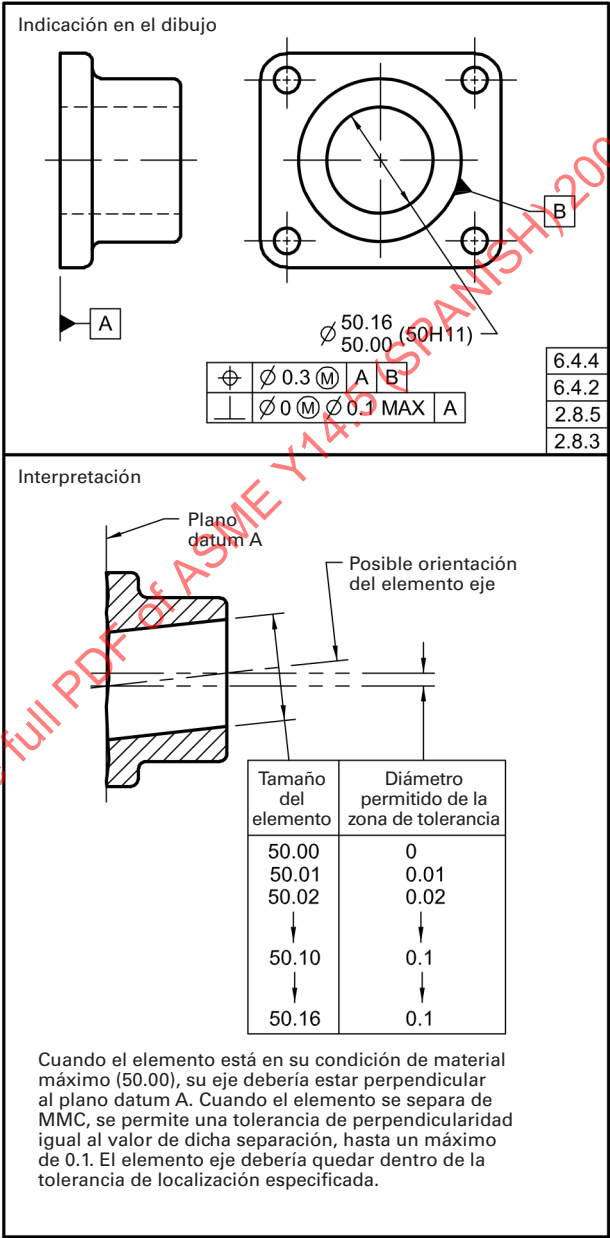
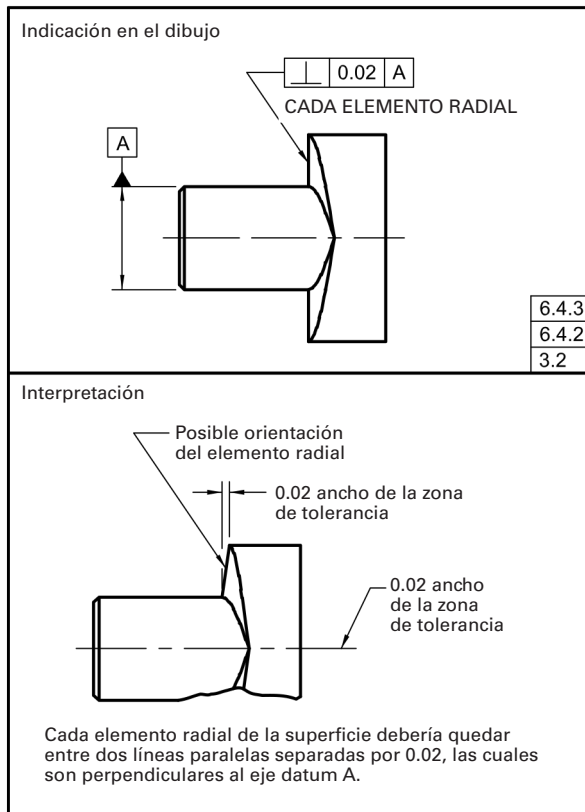
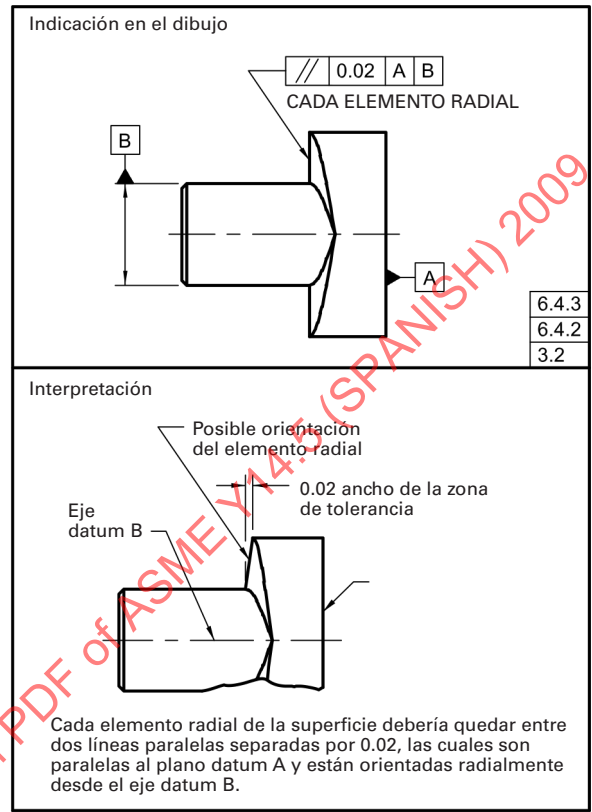
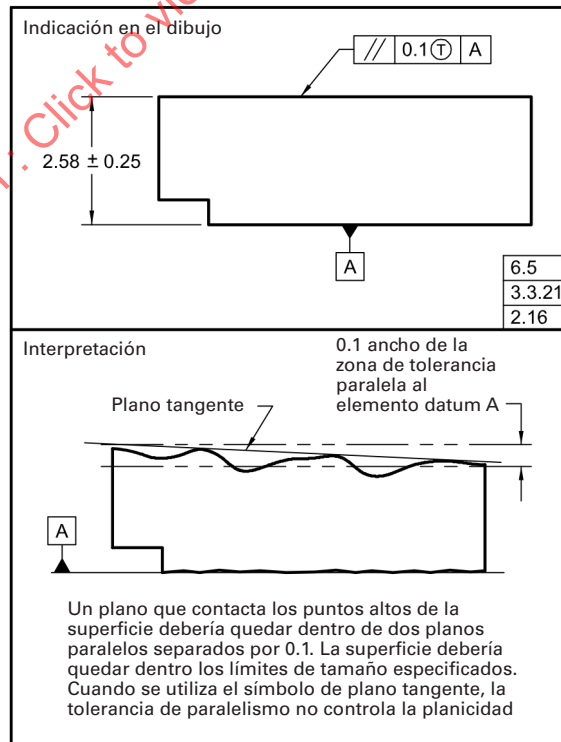


Fig. 6-16 Especificación de la Perpendicularidad para un Elemento Radial de una Superficie**Fig. 6-17 Especificación de la Perpendicularidad para un Elemento Radial de una Superficie****Fig. 6-18 Especificación de un Plano Tangente**

Sección 7

Tolerancias de localización

7.1 GENERAL

Esta sección establece los principios de tolerancias de localización. Se incluyen la posición, la concentricidad y la simetría utilizadas para controlar las siguientes relaciones:

- (a) Distancia entre centros de elementos de tamaño, tales como orificios, ranuras, realces y pestañas.
- (b) Localización de elementos de tamaño [tales como los indicados en el subpárrafo superior (a)] como grupo, desde elementos datum, como superficies planas y cilíndricas.
- (c) Coaxialidad de elementos de tamaño.
- (d) Concentricidad o simetría de elementos de tamaño – distancia entre centros de elementos equidistantes a un eje datum o plano datum.

7.2 TOLERANCIA DE POSICIÓN

La posición es la localización de uno o más elementos de tamaño relacionadas entre sí o en relación con uno o más datums. Una tolerancia de posición define cualquiera de los siguientes casos:

- (a) Una zona dentro de la cual se permite la variación de la posición verdadera (teóricamente exacta) de un centro, eje o plano central de un elemento de tamaño.
- (b) (Cuando se especifique según MMC o LMC) un límite, definido como la condición virtual, localizado en la posición verdadera (teóricamente exacta), que no puede ser transgredido por la superficie o las superficies de los elementos de tamaño considerados.

Las dimensiones básicas establecen la posición verdadera desde datums especificados y entre elementos interrelacionados. Una tolerancia de posición está indicada por el símbolo de posición, un valor de tolerancia, modificadores de condición de material aplicables, y los datums apropiados indicados en un marco de control del elemento.

7.2.1 Componentes de la Tolerancia de Posición

Los subpárrafos siguientes describen los componentes de la tolerancia de posición.

7.2.1.1 Dimensiones de Posición Verdadera. Las dimensiones utilizadas para localizar la posición verdadera deben ser básicas y estar definidas de acuerdo con el párrafo 2.1.1.2. Consulte la Figura 7-1. Para las

notas aplicables en archivos de datos digitales, consulte ASME Y14.41.

7.2.1.2 Uso del marco de control del elemento.

Un marco de control del elemento se agrega a la anotación utilizada para especificar el tamaño y número de elementos. Consulte la Figura 7-2 hasta 7-4. Estas figuras muestran diferentes tipos de dimensionado de elementos. La Figura 7-3, ilustración (b) es una imagen de pantalla de un archivo digital de datos con marcos de control de elementos con tolerancias de posición y los símbolos requeridos para los elementos datum.

7.2.1.3 Identificación de Elementos para Establecer los Datums.

Es necesario identificar elementos o elementos de tamaño en una pieza para establecer datums para las dimensiones que localizan las posiciones verdaderas, excepto cuando los elementos posicionados establezcan el datum primario (la excepción se explica en el párrafo 7.6.2.3.). Por ejemplo, en la Figura 7-2, si un datum ha sido omitido, no estaría claro si el diámetro interno o externo es el elemento que se pretende utilizar como datum para las dimensiones que localizarán las posiciones verdaderas. Los elementos datum que se pretenden utilizar se identifican con símbolos de elementos datum, y las referencias de elementos datum que apliquen se incluyen en el marco de control. Para la información sobre cómo establecer el orden de precedencia al especificar los datums, consulte el párrafo 4.10.

7.3 FUNDAMENTOS DE LAS TOLERANCIAS DE POSICIÓN: I

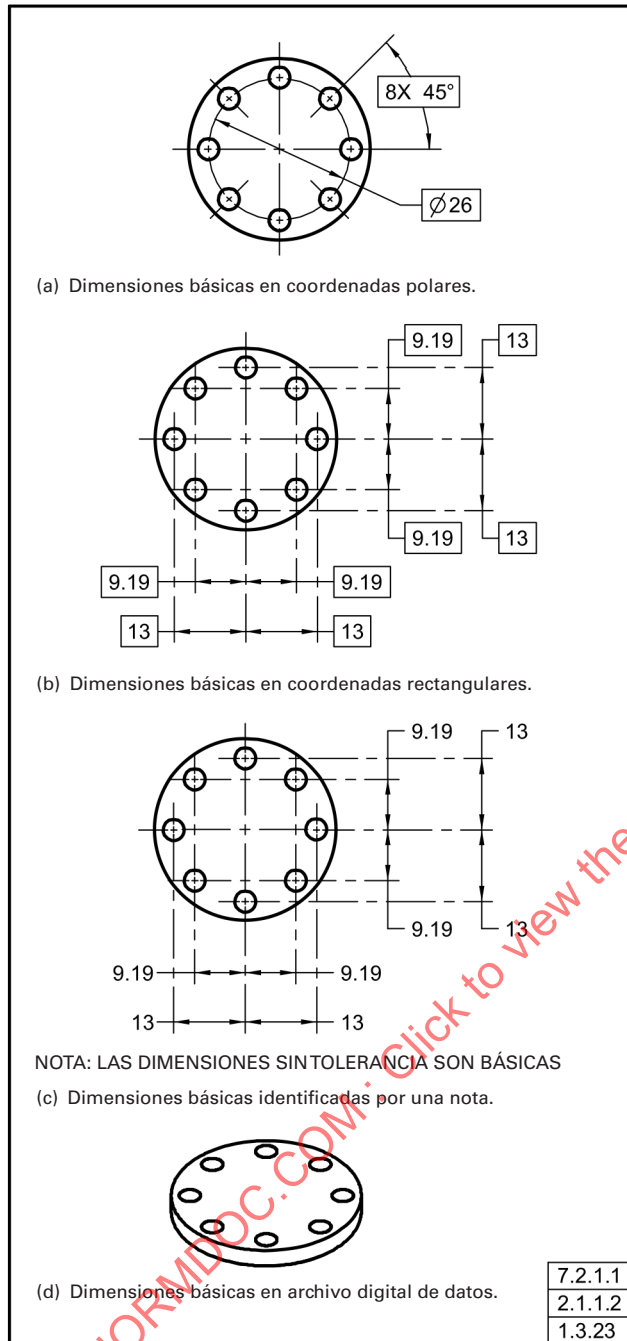
A continuación, se brinda una explicación general de las tolerancias de posición.

7.3.1 Bases para Condiciones de Material

La tolerancia de posición es aplicada sobre la base de MMC, RFS, LMC. Cuando se requiera MMC o LMC, el modificador apropiado va después de la tolerancia especificada. Consulte el párrafo 2.8.

7.3.2 RFS en Relación con la Tolerancia de Posición

El diseño o la función de una pieza puede requerir que la tolerancia de posición, los datums, o ambos, sean mantenidos independientemente del tamaño de las envolventes de acoplamiento real de los elementos.

Fig. 7-1 identificación de Dimensiones Básicas

Cuando se aplica RFS a la tolerancia de posición de elementos de tamaño circulares, se requiere que el eje o punto central de cada elemento de tamaño esté localizado dentro de la tolerancia de posición especificada sin tener en cuenta el tamaño del elemento. En la Figura 7-5, el diámetro de los seis orificios puede variar en tamaño desde 25 hasta 25.6. Cada orificio debería estar localizado dentro de la zona de tolerancia de posición especificada independientemente del tamaño del orificio en cuestión. Una tolerancia de posición aplicada a RFS

es más restrictiva que la misma tolerancia de posición aplicada a MMC o LMC.

7.3.3 MMC en Relación a la Tolerancia de Posición

La tolerancia de posición y la condición de material máximo de los elementos de acoplamiento se consideran en relación entre ellos.

7.3.3.1 Explicación de la Tolerancia de Posición a MMC.

Una tolerancia de posición aplicada a MMC puede ser explicada en términos de la superficie o del eje de un elemento de tamaño. En ciertos casos de desviación extrema de la forma (dentro de los límites de tamaño) o de desviación de orientación de un orificio, es posible que la tolerancia en términos del eje no sea exactamente equivalente a la tolerancia en términos de la superficie. Consulte la Figura 7-6. En tales casos, la interpretación de la superficie debería prevalecer. En algunas ocasiones, la tolerancia adicional puede beneficiar indirectamente a otros elementos además del que se separó de MMC.

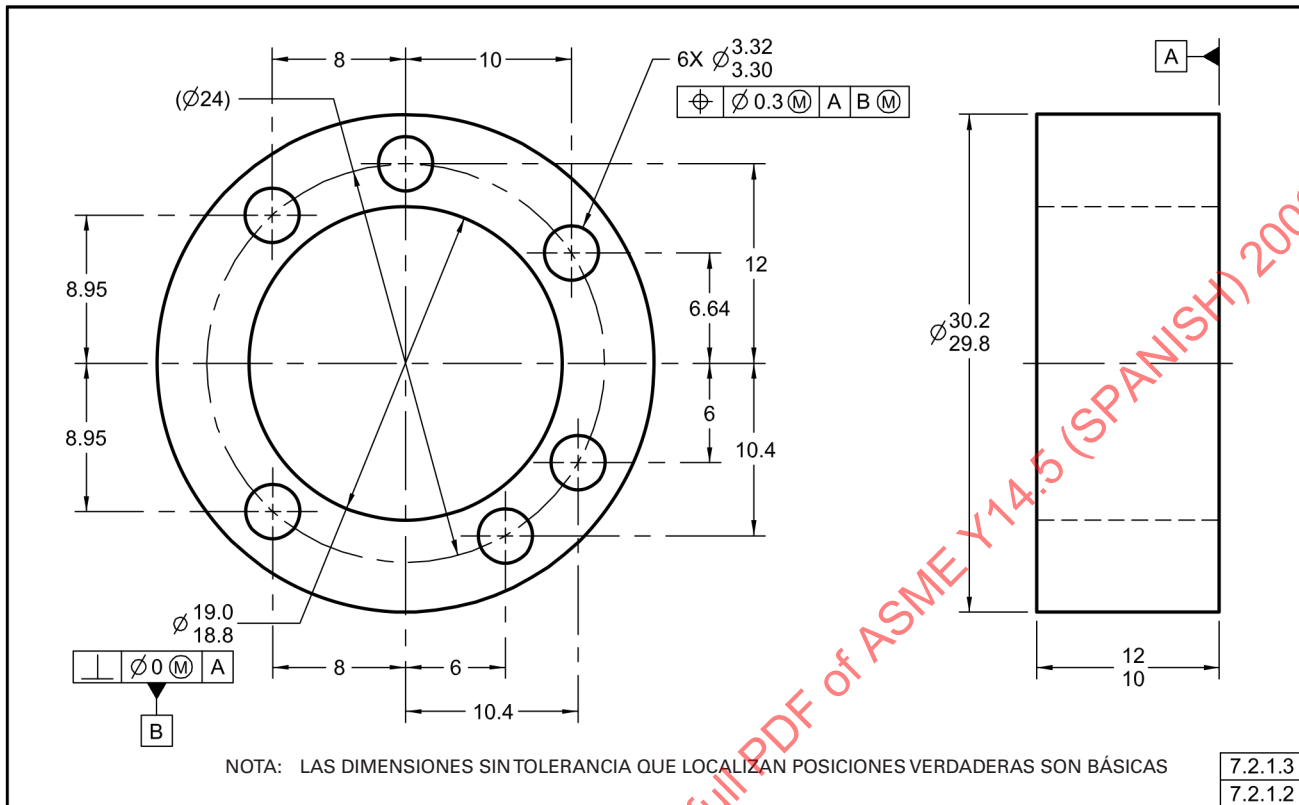
(a) *Interpretación de la superficie.* Mientras se mantengan los límites de tamaño especificados en el elemento, ningún elemento de la superficie debería transgredir un límite teórico (condición virtual) localizado a la posición verdadera. Consulte la Figura 7-7.

(b) *Interpretación del eje o del plano central.* Cuando un elemento de tamaño está a MMC, su eje o plano central debería quedar dentro de una zona de tolerancia localizada en la posición verdadera. El tamaño de esta zona es igual a la tolerancia de posición. Consulte la Figura 7-8, ilustraciones (a) y (b). Esta zona de tolerancia también define los límites de variación en la orientación del eje o plano central del elemento de tamaño en relación a la superficie datum. Consulte la Figura 7-8, ilustración (c). Solo cuando el elemento de tamaño está a MMC, es cuando aplica la zona de tolerancia. Cuando el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionada del elemento de tamaño se aleja de MMC, la separación resulta en una tolerancia de posición adicional. Consulte la Figura 7-9. Este incremento de tolerancia de posición es igual a la diferencia entre el límite de tamaño especificado de la condición de material máximo (MMC) y el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionada. Cuando el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionada se aleja de MMC, la tolerancia de posición especificada para el elemento de tamaño puede ser mayor que el valor declarado y aun así, satisfacer los requerimientos de función y de intercambio.

7.3.3.2 Cálculo de la Tolerancia de Posición.

La Figura 7-10 muestra un dibujo de una de dos placas idénticas que serán ensambladas con cuatro sujetadores de 14 mm de diámetro máximo. Los orificios con un paso de diámetro mínimo de 14.25 se seleccionan con una tolerancia de tamaño tal como se muestra. La tolerancia de posición requerida se obtiene por medio de la ecuación y otras consideraciones que se dan en el Apéndice No

Fig. 7-2 Tolerancia de Posición con Datums de Referencia



Obligatorio B. La fórmula mostrada no considera factores diferentes a las tolerancias de los diámetros del orificio y del sujetador.

$$\begin{aligned}
 T &= H - F \\
 &= 14.25 - 14 \\
 &= 0.25 \text{ diámetro}
 \end{aligned}$$

NOTA: si los orificios de paso estuvieran localizados exactamente en la posición verdadera, las piezas todavía se podrían ensamblar con orificios de paso con un diámetro tan pequeño como 14 (o ligeramente más grandes). Sin embargo, las piezas con orificios de paso con diámetros más pequeños que 14.25 deberían ser rechazadas por transgredir los límites de tamaño a pesar de que si pueden ser utilizables.

7.3.4 Tolerancia de Posición Cero a MMC

La aplicación de MMC permite que la zona de tolerancia de posición se incremente por encima del valor especificado, siempre y cuando los elementos de tamaño estén dentro los límites de tamaño, y que las localizaciones de los elementos de tamaño sean tales que hagan posible que la pieza sea aceptable. Sin embargo, el rechazo de piezas utilizables puede ocurrir cuando estas elementos de tamaño están localizadas realmente cerca de sus posiciones verdaderas, pero producidas a un tamaño menor que el mínimo especificado (fuera

de los límites). El principio de tolerancia de posición a MMC permite el máximo valor de tolerancia para la función del ensamble. Esto se logra ajustando el límite de tamaño mínimo de un orificio al límite mínimo absoluto requerido para la inserción de un sujetador máximo aplicable, localizada precisamente en posición verdadera, y especificando una tolerancia cero a MMC. En este caso, la tolerancia de posición permitida es totalmente dependiente del tamaño de la envoltura de acoplamiento real no relacionada del elemento considerado, tal como se explica en el párrafo 2.8.3. La Figura 7-11 muestra un dibujo de la misma pieza con una tolerancia especificada de posición cero a MMC. Tenga en cuenta que el límite de tamaño máximo del paso de los orificios se mantiene igual, pero el límite de tamaño mínimo fue ajustado para corresponder con el diámetro de un sujetador de 14 mm. Esto da como resultado un incremento en la tolerancia de tamaño para los orificios de paso, con un incremento igual a la tolerancia de posición especificada en la Figura 7-10. A pesar de que la tolerancia de posición especificada en la Figura 7-11 es cero a MMC, la tolerancia de posición permitida se incrementa en proporción directa con el tamaño real de los orificios, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Fig. 7-3 Tolerancia de Posición en Relación con Planos de Superficies de Elementos Datum

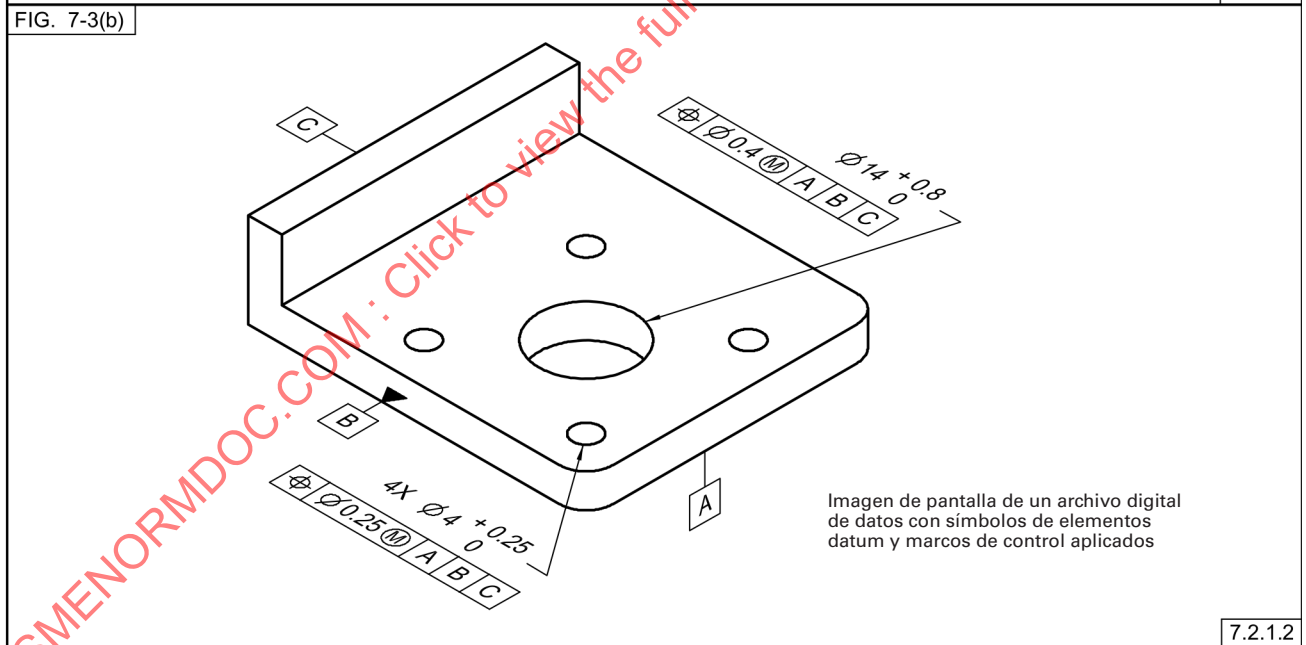
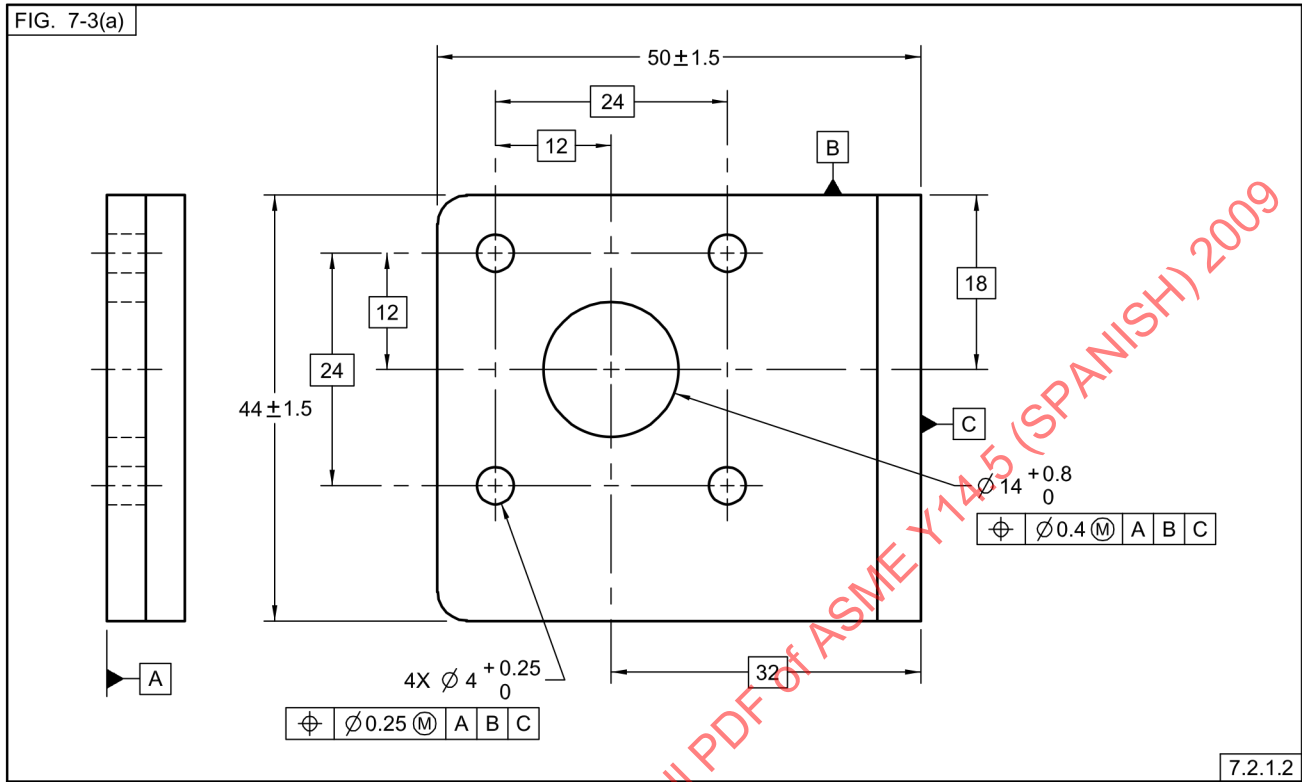


Fig. 7-4 Tolerancia de Posición a MMC en Relación con de Planos Centrales de Elementos Datum

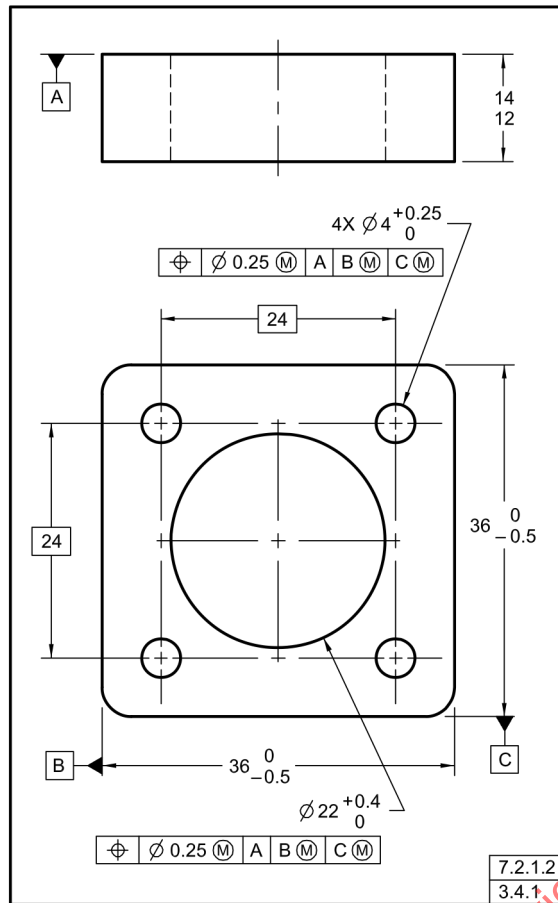


Fig. 7-5 RFS Aplicado a un Elemento y RMB a una Referencia de Elemento Datum

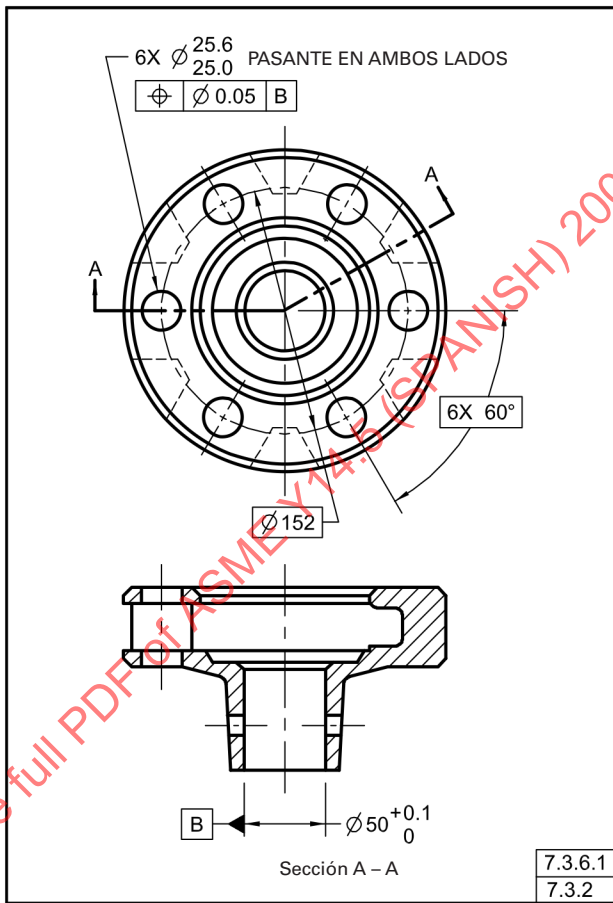


Fig. 7-6 Ilustración de la Diferencia Entre las Interpretaciones de Superficie y Eje de una Tolerancia de Posición para un Orificio Cilíndrico

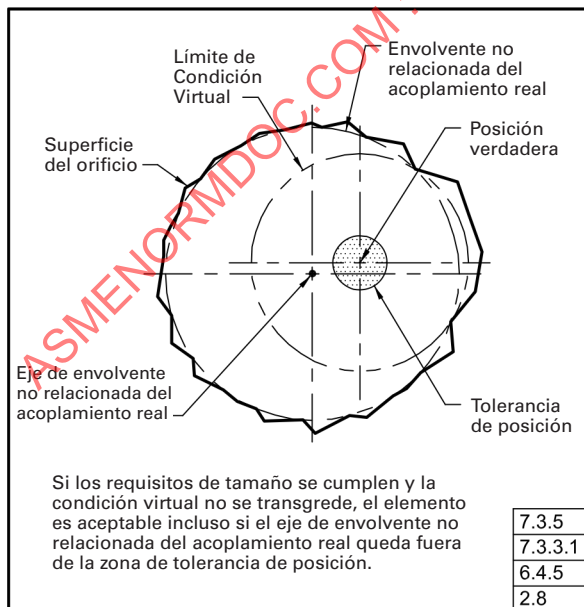


Fig. 7-7 Límite para la Superficie de un Orificio a MMC

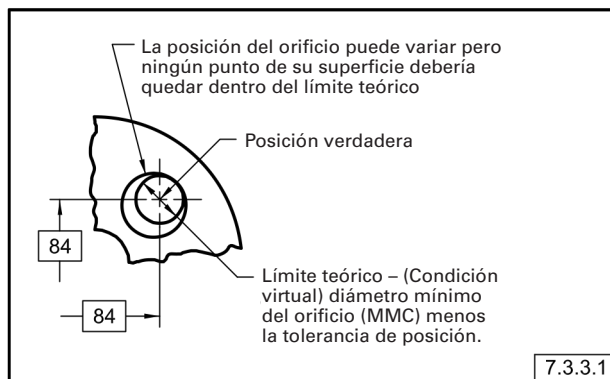


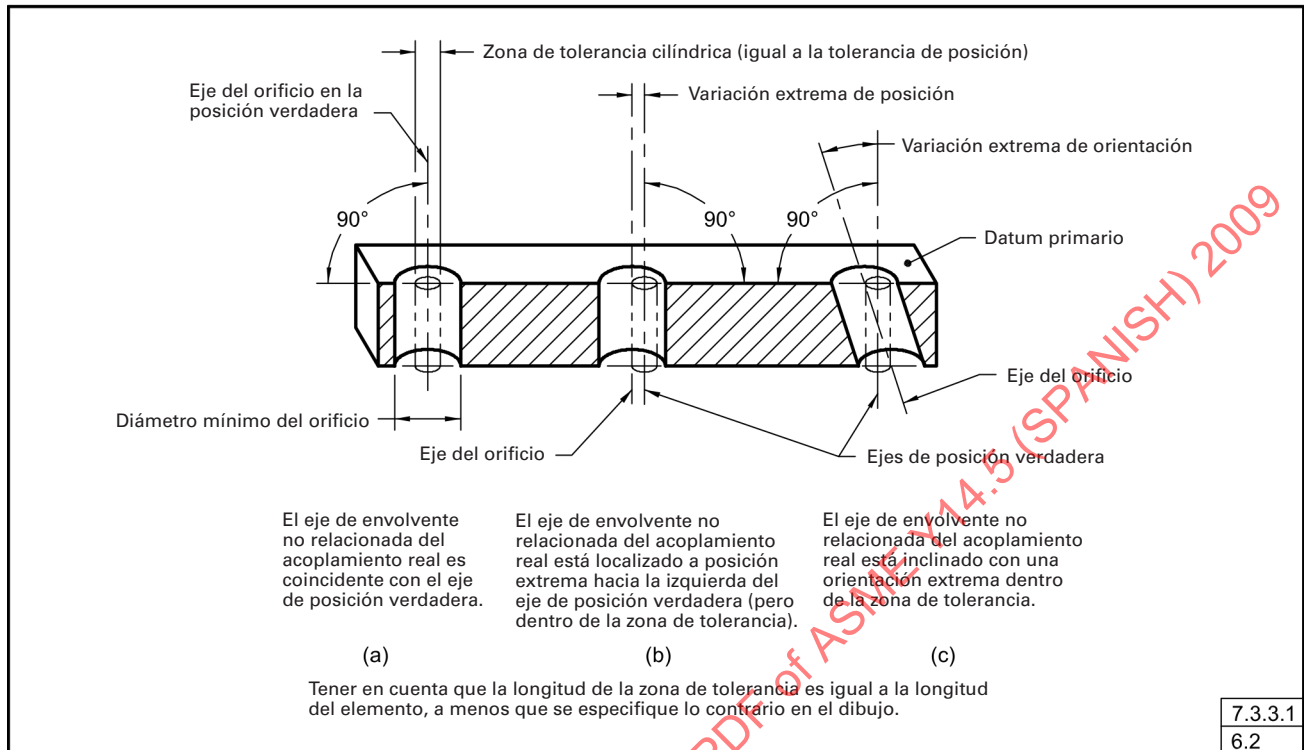
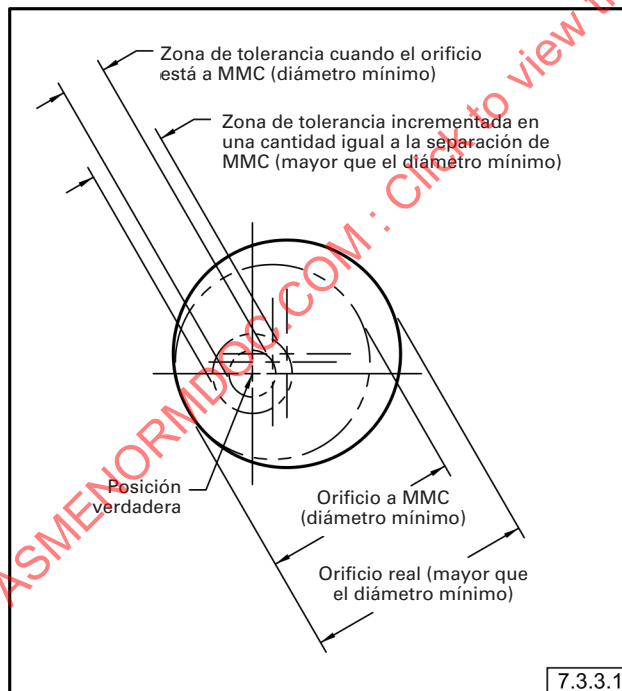
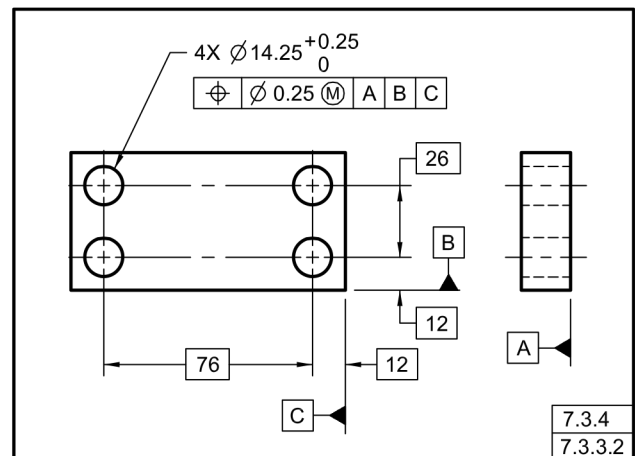
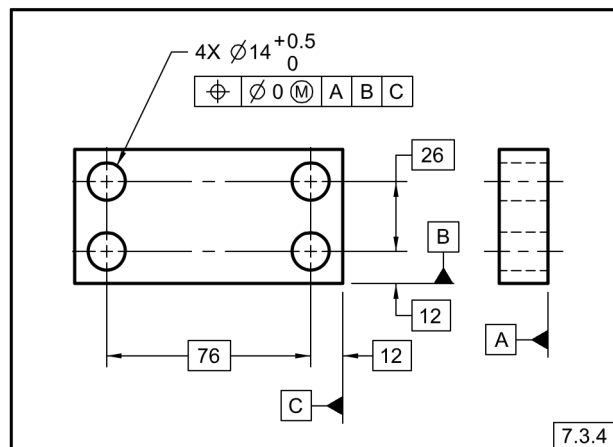
Fig. 7-8 Ejes de orificio en Relación con las Zonas de Tolerancia de Posición**Fig. 7-9 Incremento en la Tolerancia de Posición Cuando el Orificio No Está a MMC****Fig. 7-10 Tolerancia de Posición a MMC**

Fig. 7-11 Tolerancia de Posición Cero a MMC



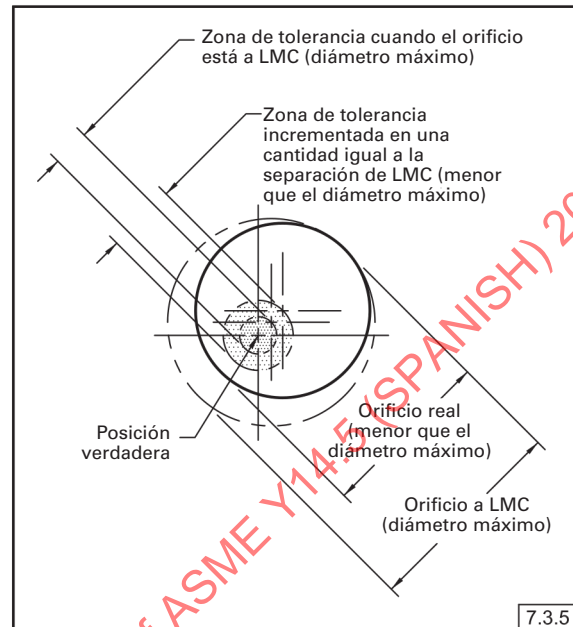
Diámetro del Orificio de paso (Tamaño del Acoplamiento Real del Elemento)	Tolerancia de Posición Diámetro Permitido
14	0
14.1	0.1
14.2	0.2
14.3	0.3
14.4	0.4
14.5	0.5

7.3.5 LMC con Relación a la Tolerancia de Posición

Cuando se especifica una tolerancia de posición a LMC, la tolerancia de posición declarada aplica al límite del elemento de tamaño que resulta en la mínima cantidad de material de la pieza. La especificación de LMC requiere forma perfecta a LMC. No se requiere la forma perfecta a MMC. Cuando el elemento se separa de su límite de tamaño LMC, se permite un incremento en la tolerancia de posición, igual al valor de dicha separación. Consulte la Figura 7-12. La LMC se puede especificar en aplicaciones de tolerancia de posición cuando la consideración funcional asegurar que se mantenga una distancia mínima mientras se permite un incremento en la tolerancia conforme el elemento de tamaño se aleje de LMC. Consulte las Figuras 7-13 a 7-17. La LMC se usa para mantener una relación deseada entre la superficie de un elemento y su posición verdadera en los extremos de la tolerancia. Como ocurre con la MMC, la interpretación de la superficie prevalecerá sobre la interpretación del eje. Consulte el párrafo 7.3.3.1 y la Figura 7-6.

7.3.5.1 LMC para Proteger el Espesor de Pared. La Figura 7-13 ilustra una combinación de un realce y un orificio localizados por dimensiones básicas. El espesor de pared es mínimo cuando el realce y el orificio están en sus tamaños de LMC y ambos elementos de tamaño están desplazados hacia extremos opuestos. El espesor de pared puede incrementar conforme cada elemento

Fig. 7-12 Incremento en la Tolerancia de Posición Cuando el Orificio No Está a LMC

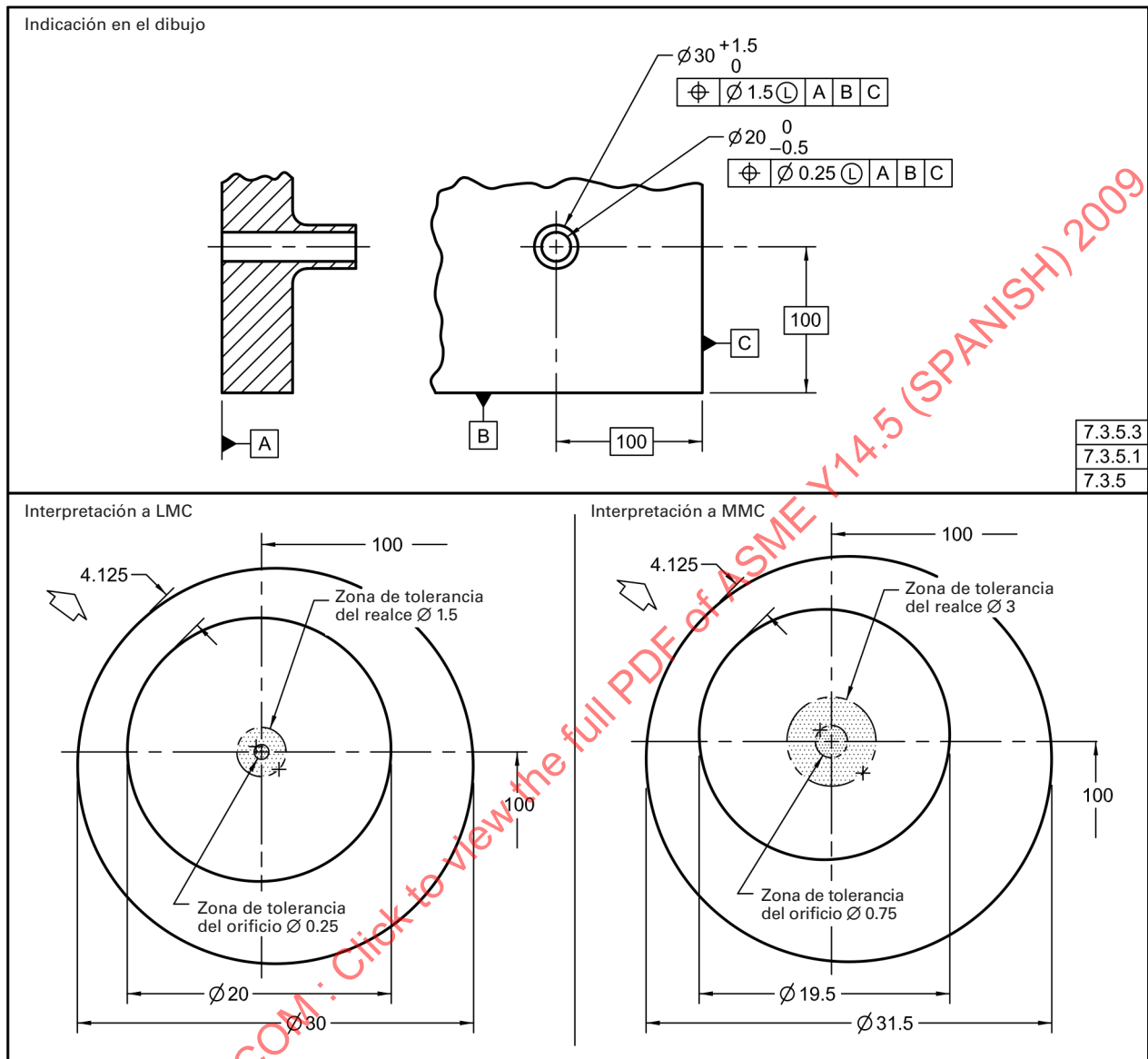


de tamaño se separe de LMC. La separación desde LMC permite un incremento correspondiente a la tolerancia de posición, para así mantener el espesor de la pared al mínimo deseado entre ambas superficies.

7.3.5.2 LMC Aplicada a Elementos de Tamaño Individuales. LMC también puede ser aplicada en elementos de tamaño individuales, tal como el orificio mostrado en la Figura 7-15. En este ejemplo, la posición del orificio es crítica con relación a la red interna. RFS puede ser especificado. Sin embargo, se aplica LMC, permitiendo un incremento en la tolerancia de posición mientras se protege el espesor de pared.

7.3.5.3 Tolerancia de Posición Cero a LMC La aplicación de LMC permite exceder el valor especificado en la tolerancia, siempre y cuando los elementos de tamaño estén dentro de sus límites de tamaño y las localizaciones de los elementos de tamaño sean tales que la pieza sea aceptable. Sin embargo, puede ocurrir el rechazo de piezas utilizables cuando los elementos de tamaño, como un orificio, estén realmente localizadas sobre o cerca de sus posiciones verdaderas, pero producidos a un tamaño mayor al especificado como máximo (fuera de los límites de tamaño). El principio de tolerancia de posición cero a LMC puede extenderse en aplicaciones cuando se desee proteger una distancia mínima en una pieza y permitir un incremento en la tolerancia cuando el elemento sobre el que se aplica la tolerancia se separa de LMC. Esto se logra por medio del ajuste del límite máximo de tamaño de un orificio a su máximo absoluto permitido para cumplir con los requisitos funcionales (como el espesor de la pared) mientras se especifica una

Fig. 7-13 LMC Aplicado a Realces y Orificios



tolerancia de posición cero a LMC. Cuando se realiza esto, la tolerancia de posición permitida depende totalmente del tamaño a material mínimo real del elemento de tamaño considerado. La Figura 7-14 muestra el mismo dibujo que la Figura 7-13, excepto que las tolerancias han sido cambiadas para mostrar la tolerancia de posición cero a LMC. Tenga en cuenta que el límite mínimo de tamaño del orificio se mantiene igual, pero el máximo fue ajustado para corresponder con un diámetro de 20.25 de condición virtual. Esto resulta en un incremento en la tolerancia de tamaño del orificio, dicho incremento es igual a la tolerancia de posición especificada en la Figura 7-13. A pesar de que la tolerancia de posición especificada en la Figura 7-14 es cero a LMC, la tolerancia de posición permitida está directamente relacionada con el tamaño del orificio a material mínimo, tal como se muestra en la siguiente tabulación.

Diámetro del Orificio (Tamaño del Elemento a Material Mínimo)	Tolerancia de Posición Diámetro Permitido
20.25	0
20.00	0.25
19.75	0.50
19.50	0.75

7.3.6 Modificadores del Elemento Datum en Tolerancias de Posición

Las referencias a los elementos datum de tamaño deben ser independientes del límite de material (RMB), al límite de material máximo (MMB), o al límite de material mínimo (LMB).

Fig. 7-14 Tolerancia Cero a LMC Aplicada a Realce y Orificio

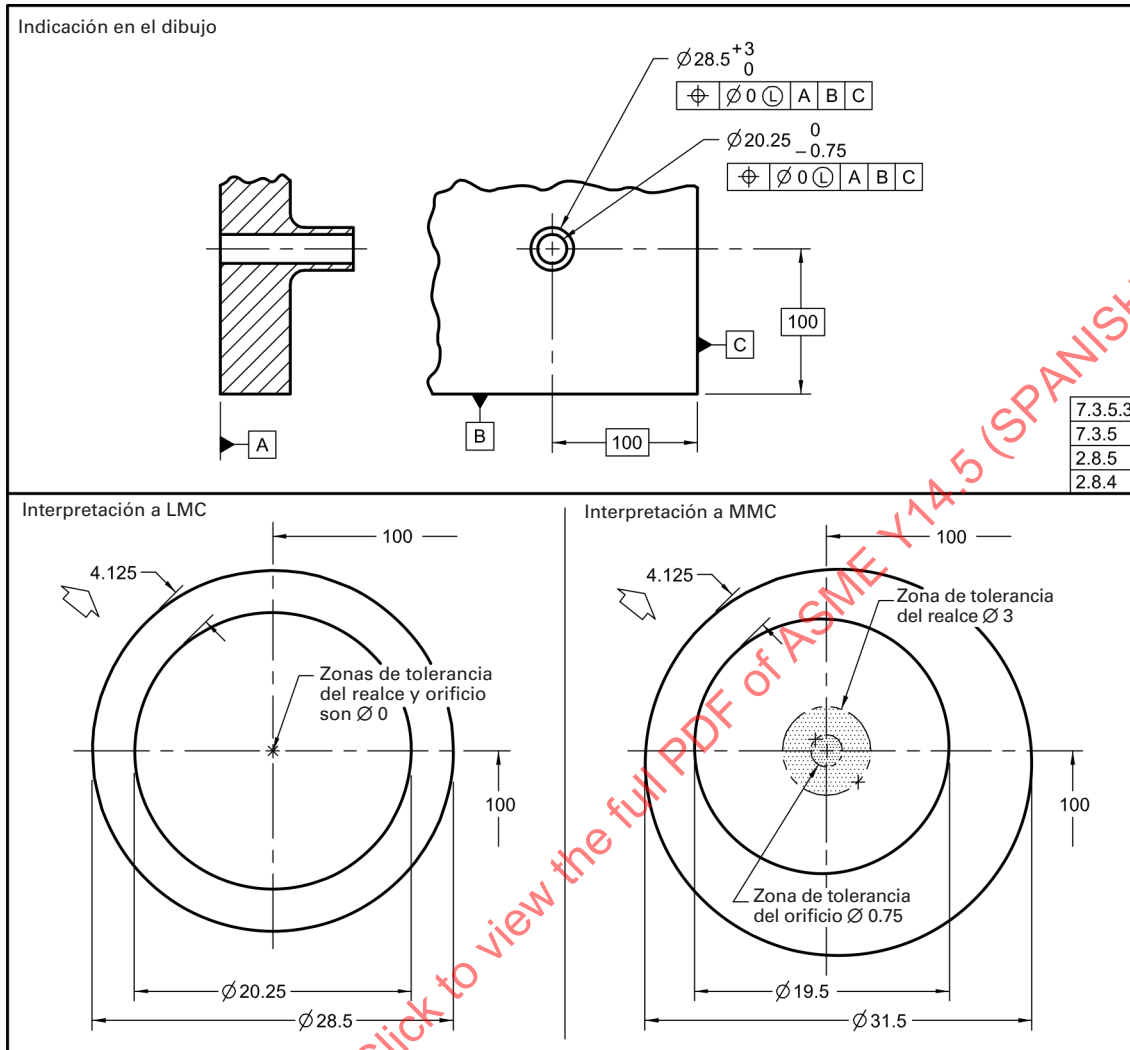


Fig. 7-15 LMC Aplicada a un Elemento Individual

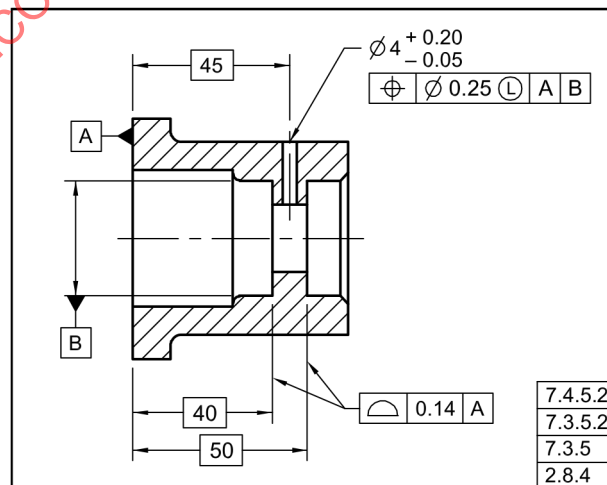


Fig. 7-16 LMC Aplicada a un Patrón de Ranuras

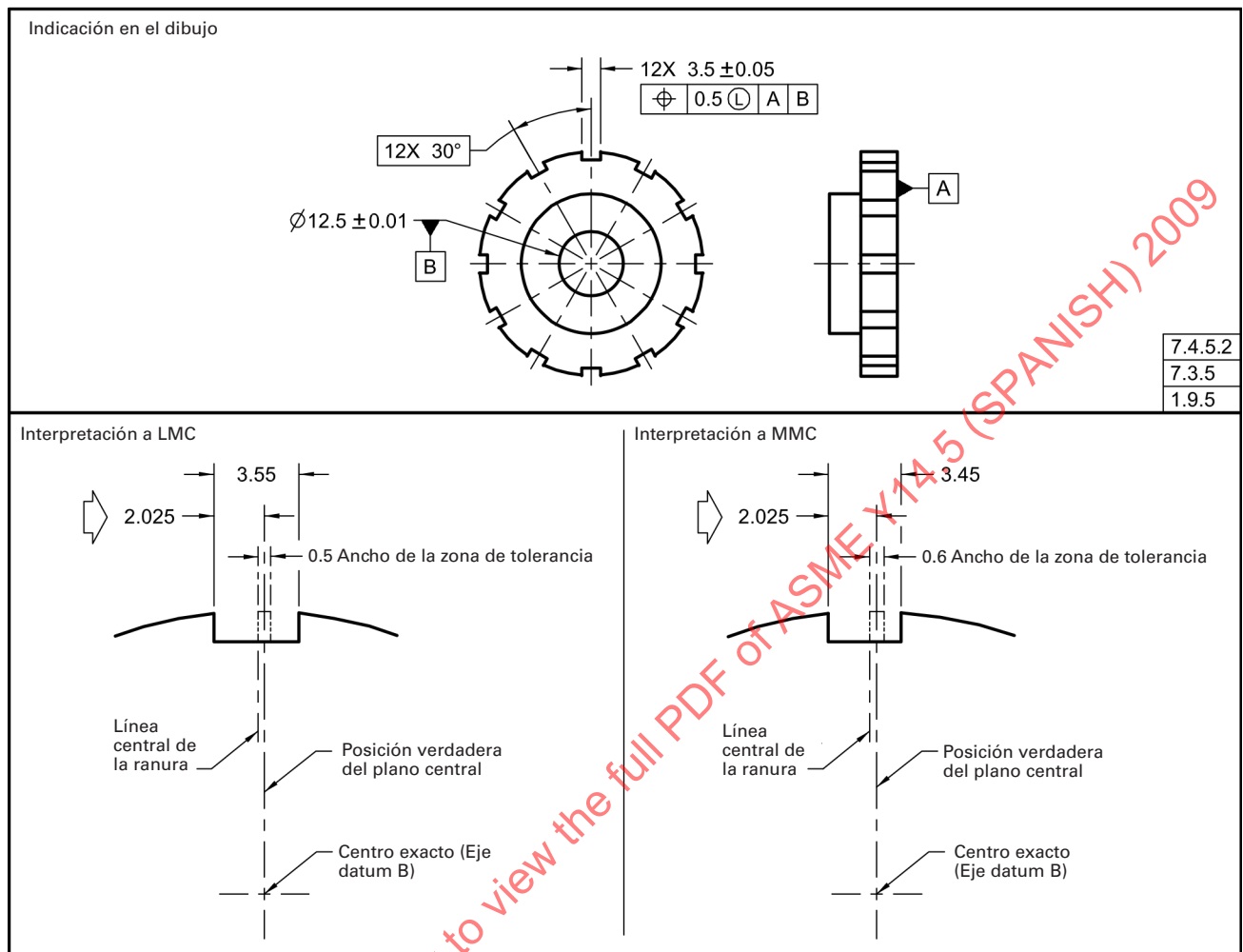


Fig. 7-17 Elemento Datum a LMB

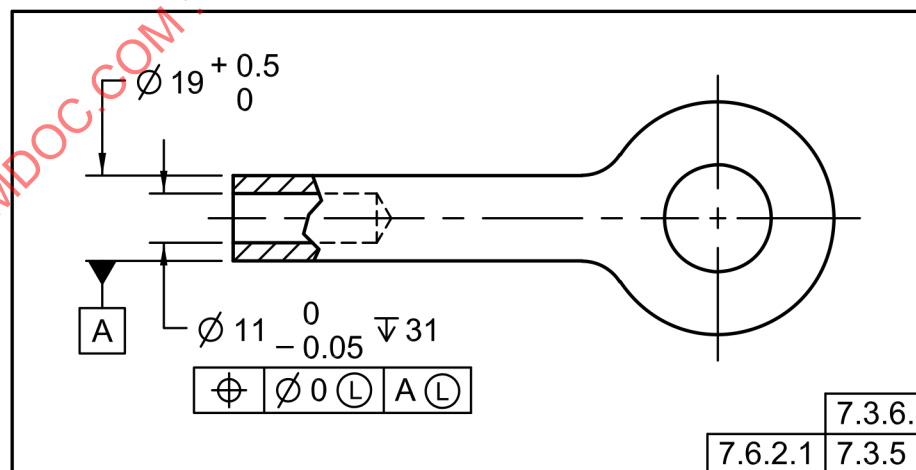


Fig. 7-18 Elemento Datum Referenciado a MMB

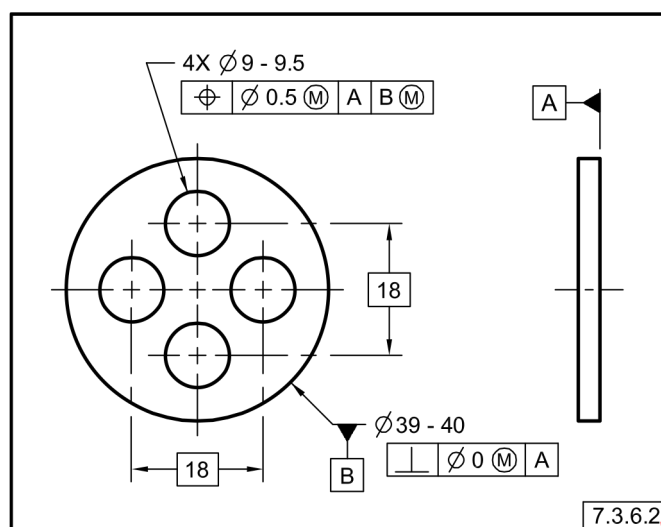
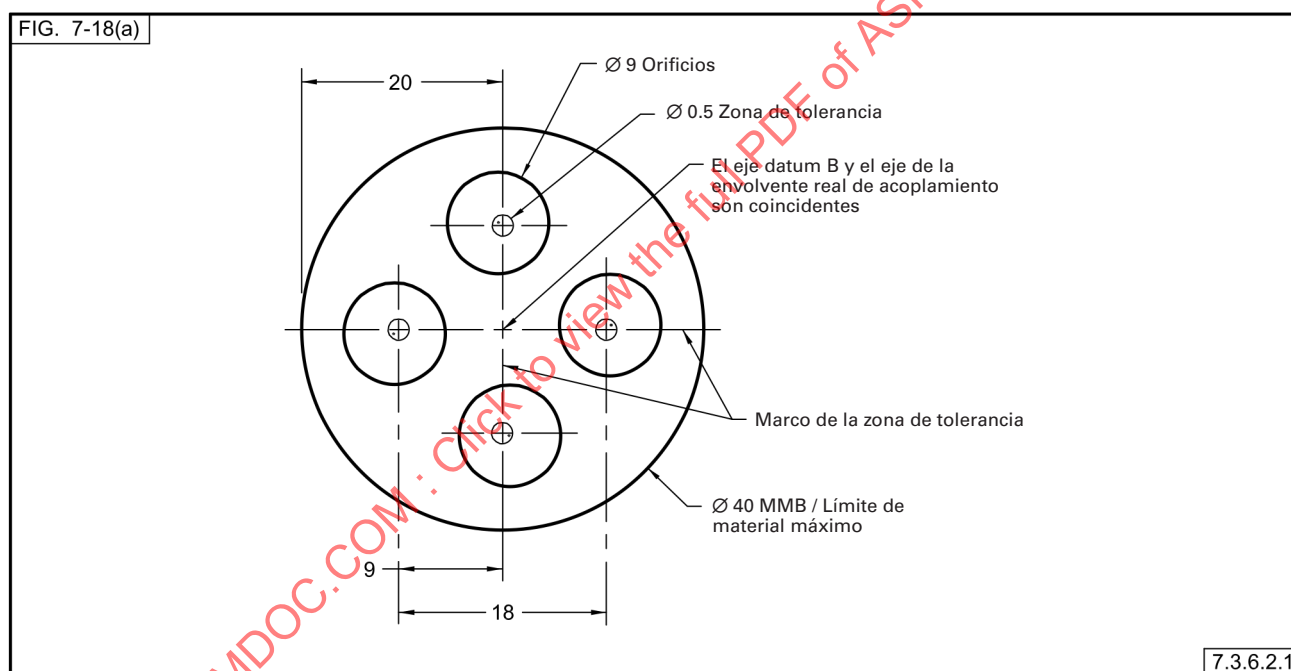


Fig. 7-18 Elemento Datum Referenciado a MMB (Continuación)



7.3.6.1 Elementos Datum a RMB. Los requisitos funcionales de algunos diseños pueden requerir que el RMB sea aplicado a un elemento datum. Es decir, puede ser necesario requerir que el eje de un elemento datum real (tal como el diámetro datum B en la Figura 7-5) sea el eje datum para los orificios en el patrón, independientemente del tamaño del elemento datum. Cuando el elemento de tamaño datum varía, la aplicación RMB no permite cualquier traslación o rotación entre el eje del elemento datum y el marco de la zona de tolerancia para el patrón de elementos.

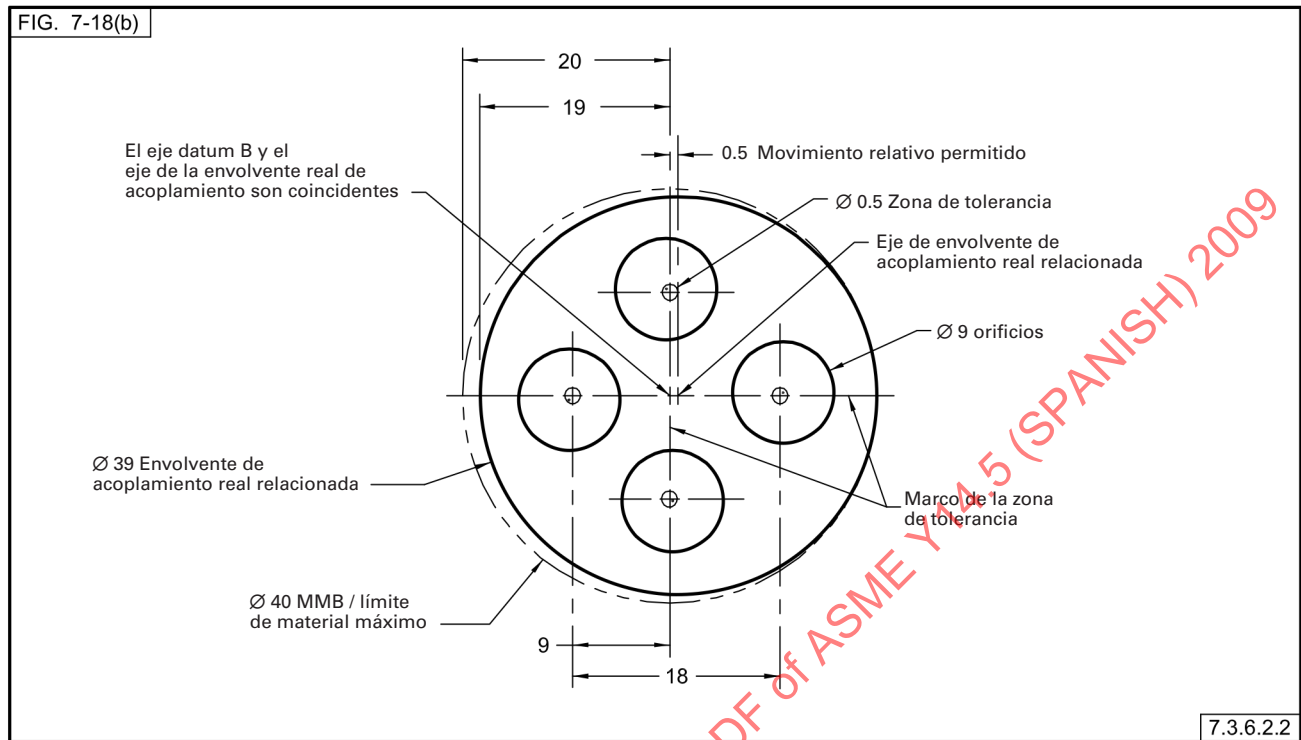
7.3.6.2 Desplazamiento Permitido por Elementos Datum a MMB.

Para algunas aplicaciones, un elemento o un grupo de elementos (como un grupo de orificios de montaje) pueden ser posicionados respecto a un elemento o elemento de tamaño datum a MMB. Consulte la Figura 7-18. En la figura dada, el desplazamiento está permitido cuando el elemento datum se aleja de MMB.

7.3.6.2.1 Elementos Datum de Tamaño a MMB.

La Figura 7-18, ilustración (a), muestra cuando el elemento datum B está en MMB, su eje determina la localización del patrón de elementos como un grupo. El

Fig. 7-18 Elemento Datum Referenciado a MMB (Continuación)



marco de la zona de tolerancia está centrado (restringido en traslación) en el eje datum B.

7.3.6.2.2 Alejamiento desde MMB del Elemento Datum. En la Figura 7-18, ilustración (b), cuando el elemento datum B se aleja de MMB, puede ocurrir un movimiento relativo entre el eje datum B y el eje de la envolvente relacionada del acoplamiento real del elemento datum B. Consulte el párrafo 4.11.9.

(a) *Efecto en elementos considerados.* La cantidad de alejamiento del elemento datum desde MMB no provee tolerancia de posición adicional para cada uno de los elementos considerados en relación uno con el otro dentro del patrón.

(b) *Variación del método de inspección.* Si se usa un medidor (gage) funcional para revisar la pieza, el movimiento relativo entre el eje datum B y el eje del elemento datum es adaptado automáticamente. Sin embargo, este movimiento relativo debería ser tomado en cuenta si se utilizan métodos de inspección de ajuste abierto.

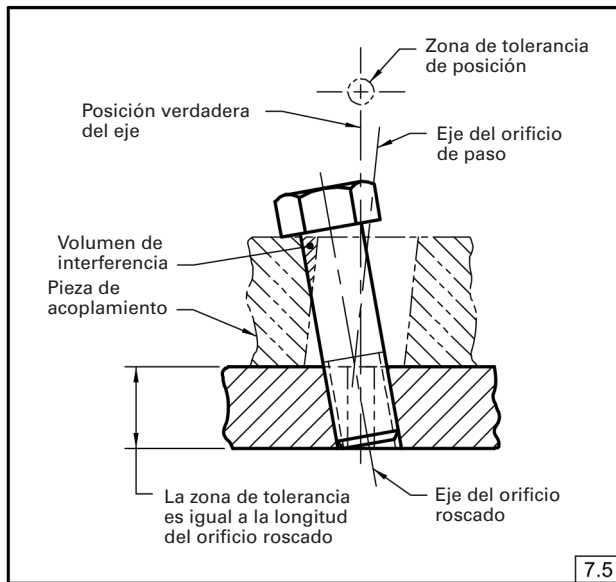
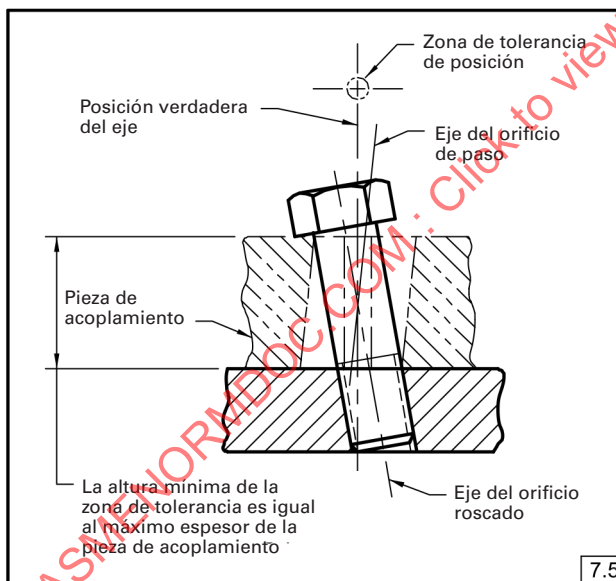
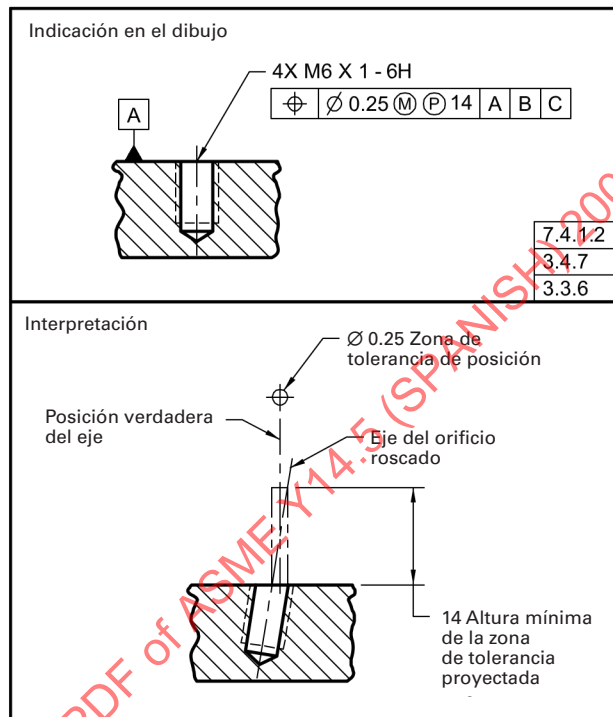
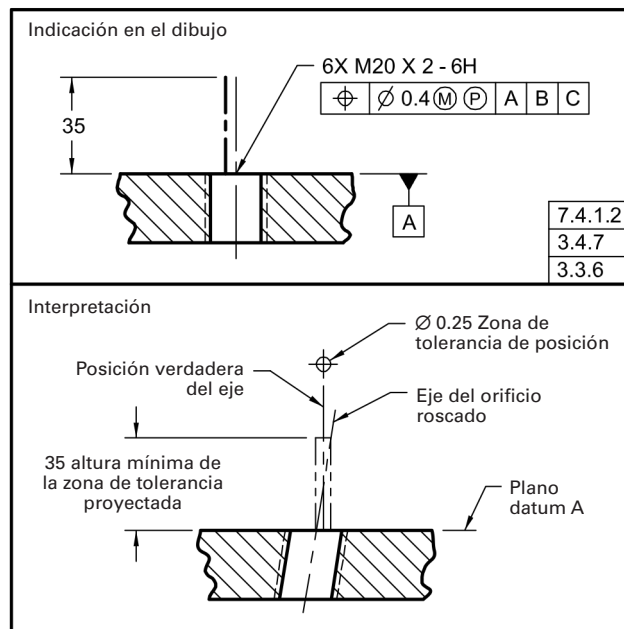
7.3.6.3. Desplazamiento Permitido por Elementos Datum a LMB. Para algunas aplicaciones, un elemento o un grupo de elementos pueden ser posicionados en relación con un elemento datum a LMB. Consulte la Figura 7-17. En tal caso, se produce un desplazamiento permitido cuando el elemento datum se aleja de LMB.

7.4 FUNDAMENTOS DE TOLERANCIAS DE POSICIÓN: II

A continuación, se amplían los principios de la explicación general precedente sobre la tolerancia de posición.

7.4.1 Zona de Tolerancia Proyectada

La aplicación de este concepto está recomendada cuando la variación de la perpendicularidad en orificios roscados o de ajuste a presión puede ocasionar que sujetadores, como tornillos, espárragos, o pernos, interfieran en el acoplamiento de piezas. Consulte la Figura 7-19. Una interferencia puede ocurrir cuando una tolerancia es especificada para la localización de un orificio roscado o de ajuste a presión, y el orificio está inclinado dentro de los límites de posición. A diferencia de la aplicación de sujetadores flotantes que únicamente involucran los orificios de paso, la colocación de los sujetadores fijos se rige por la inclinación del orificio producido en el que son ensamblados. La Figura 7-20 ilustra cómo el concepto de la zona de tolerancia proyectada trata de manera realista la condición mostrada en la Figura 7-19. Tenga en cuenta que la variación de la perpendicularidad es significativa en la porción del sujetador que pasa a través de la pieza de acoplamiento. La localización y la perpendicularidad del orificio roscado son importantes solo si afectan la porción extendida del sujetador insertado. Cuando

Fig. 7-19 Diagrama de Interferencia, Sujetador y Orificio**Fig. 7-20 Base para la Zona de Tolerancia Proyectada****Fig. 7-21 Zona de Tolerancia Proyectada Especificada****Fig. 7-22 Zona de Tolerancia Proyectada Indicada con Cadena**

las consideraciones de diseño requieren de un control más estricto en la perpendicularidad de un orificio roscado que el permitido por la tolerancia de posición, se puede aplicar una tolerancia de orientación como una zona de tolerancia proyectada. Consulte la Figura 6-11. Para controlar el elemento dentro de la pieza, se puede

especificar una tolerancia adicional. Cuando se utiliza un marco de control compuesto o uno de segmentos múltiples, el símbolo de la zona de tolerancia proyectada debería ser mostrado para todos los segmentos cuando aplique.

7.4.1.1 Orificios de Paso en el Acoplamiento de Piezas. El especificar una zona de tolerancia proyectada asegurará que los sujetadores fijos no interfieran en con el acoplamiento de piezas que tienen los tamaños de los orificios de paso determinados por las fórmulas recomendadas en el Apéndice No Obligatorio B. No es necesario proveer un incremento en los orificios de paso para una variación extrema en la perpendicularidad de los sujetadores.

7.4.1.2 Aplicación. Las Figuras 7-21 y 7-22 ilustran la aplicación de una tolerancia de posición utilizando una zona de tolerancia proyectada. El valor especificado para la zona tolerancia proyectada es mínimo y representa el máximo espesor permisible en la pieza de acoplamiento, o la máxima longitud o altura instalada de los componentes, tales como los tornillos, espárragos, o pernos de clavija. Consulte el párrafo 7.4.1.3. La dirección y altura de la zona de tolerancia proyectada se indica cómo está ilustrado. La mínima extensión y dirección de la zona de tolerancia proyectada se muestran en una vista del dibujo como un valor dimensionado con una cadena dibujada de manera adyacente a la extensión de la línea central del orificio.

7.4.1.3 Aplicación de Espárrago y Perno. Cuando los espárragos o pernos de ajuste a presión son localizados en el dibujo de un ensamble, la tolerancia de posición especificada aplica únicamente para la altura de la porción proyectada del espárrago o perno después de su instalación, y la especificación de una zona de tolerancia proyectada es innecesaria. Sin embargo, una zona tolerancia proyectada es aplicable cuando los orificios roscados o lisos para espárragos o pernos son localizados en una vista de detalles de la pieza. En estos casos, la altura proyectada especificada debería ser igual a la máxima altura permitida del espárrago o perno después de la instalación, no el espesor de las piezas de acoplamiento. Consulte la Figura 7-23.

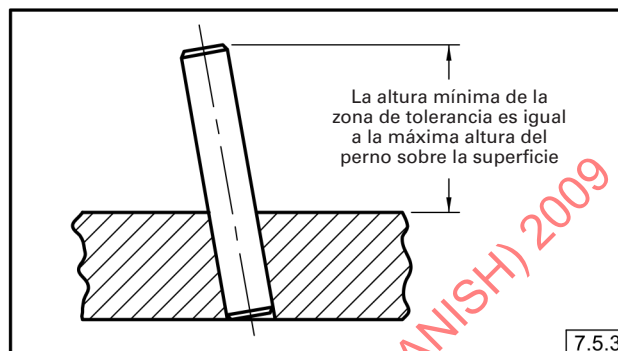
7.4.2 Orificios Escariados

Cuando se utilicen tolerancias de posición para localizar elementos coaxiales, como los orificios escariados, aplican las siguientes prácticas:

(a) Cuando es utilizada la misma tolerancia de posición para localizar los orificios y los escariados juntos, se coloca un marco de control individual para un elemento debajo de las notas, con la especificación de los requisitos para el orificio y el escariado. Consulte la Figura 7-24. Las zonas idénticas de tolerancia diametrales para el orificio y el escariado están coaxialmente localizadas (restringidas en traslación y rotación) en la posición verdadera relativa a los datums especificados.

(b) Cuando se utilizan diferentes tolerancias de posición para localizar los orificios y los escariados (relativos a los elementos datum comunes), se usan dos marcos de control para elementos. Un marco de control de elemento es localizado debajo de la nota con

Fig. 7-23 Zona de Tolerancia Proyectada Aplicada a Espárragos o Pasadores



la especificación de los requisitos del orificio y el otro, debajo de la nota con la especificación de los requisitos del escariado. Consulte la Figura 7-25. Las diferentes zonas de tolerancia diametral para el orificio y el escariado están coaxialmente localizadas en la posición verdadera relativa a los datums especificados.

(c) Cuando se utilizan tolerancias de posición para localizar orificios y para controlar las relaciones individuales de escariado a orificio (relativo a diferentes elementos datum), se utilizan dos marcos de control de elementos diferentes, tal como se indica en el subpárrafo (b) arriba. Además, se coloca una nota debajo del símbolo del elemento datum para el orificio y debajo del marco de control del elemento para el escariado, con el número de lugares en el que apliquen cada uno de manera individual. Consulte la Figura 7-26.

7.4.3. Mayor Control en uno de los Extremos de un Elemento de Tamaño

Cuando el diseño lo permite, se pueden especificar diferentes tolerancias de posición para las extremidades de orificios largos; esto establece una zona de tolerancia cónica en lugar de una cilíndrica. Consulte la Figura 7-27.

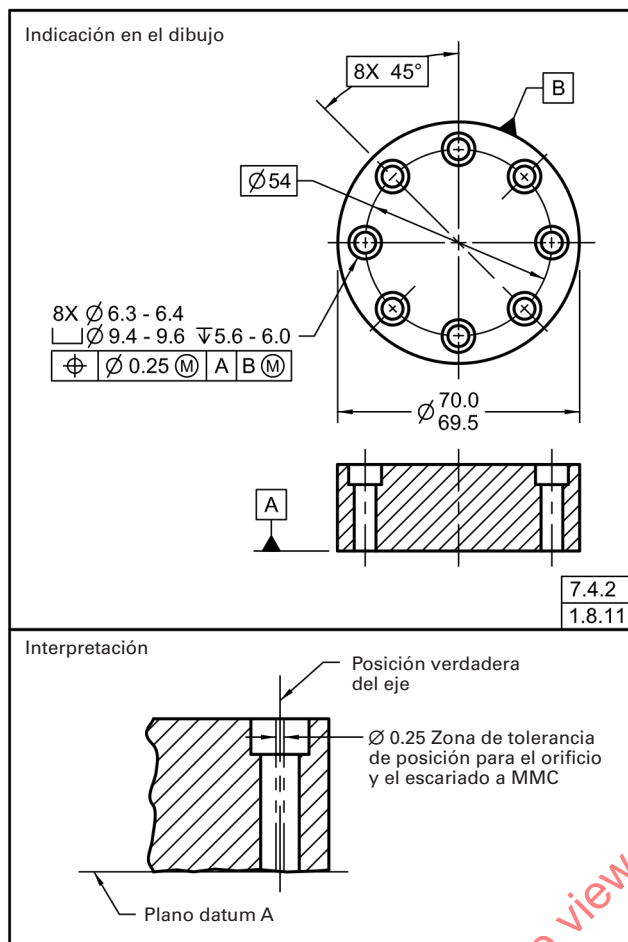
7.4.4. Tolerancia de Posición Bidireccional de Elementos de Tamaño

Cuando se desee especificar una mayor tolerancia en una dirección que en otra, se puede aplicar la tolerancia de posición bidireccional. La tolerancia de posición bidireccional resulta en una zona de tolerancia no cilíndrica para localizar orificios redondos; por lo tanto, se omite el símbolo de diámetro en el marco de control del elemento en estas aplicaciones.

NOTA: se puede requerir un mayor refinamiento de la perpendicularidad dentro de la tolerancia de posición.

7.4.4.1. Método de Coordenada Rectangular. Para elementos localizadas por dimensiones en coordenadas rectangulares, se utilizan marcos de control de elementos separados para indicar la dirección y magnitud de cada tolerancia de posición relativa a los datums especificados.

Fig. 7-25 Diferentes Tolerancias de Posición para Orificios y Escariados, Mismos Datums de Referencia



Consulte la Figura 7-28. Los marcos de control de elemento están unidos a las líneas de dimensión aplicadas en direcciones perpendiculares. Cada valor de tolerancia representa una distancia entre dos planos paralelos dispuestos equitativamente sobre la posición verdadera.

7.4.4.2. Método de coordenadas Polares. También se pueden aplicar tolerancias de posición bidireccionales para elementos localizados por medio de dimensiones en coordenadas polares relativas a los datums especificados. Cuando se desea una tolerancia diferente en cada dirección, se aplica una línea de dimensión en una dirección radial, y la otra perpendicular a la línea de centros. Los valores de tolerancia de posición representan las distancias entre dos límites de arcos concéntricos (para la dirección radial), y dos planos paralelos, igualmente dispuestos alrededor sobre la posición verdadera. Consulte la Figura 7-29. En este ejemplo, se ha especificado un requisito adicional de perpendicularidad dentro de la zona de tolerancia de posición. El ejemplo en la Figura 7-29 es la típica aplicación de un centro de engranaje. En todos los casos, la forma y extensión de la zona de tolerancia debería ser hecha de forma clara.

7.4.5. Elementos de tamaño no circulares

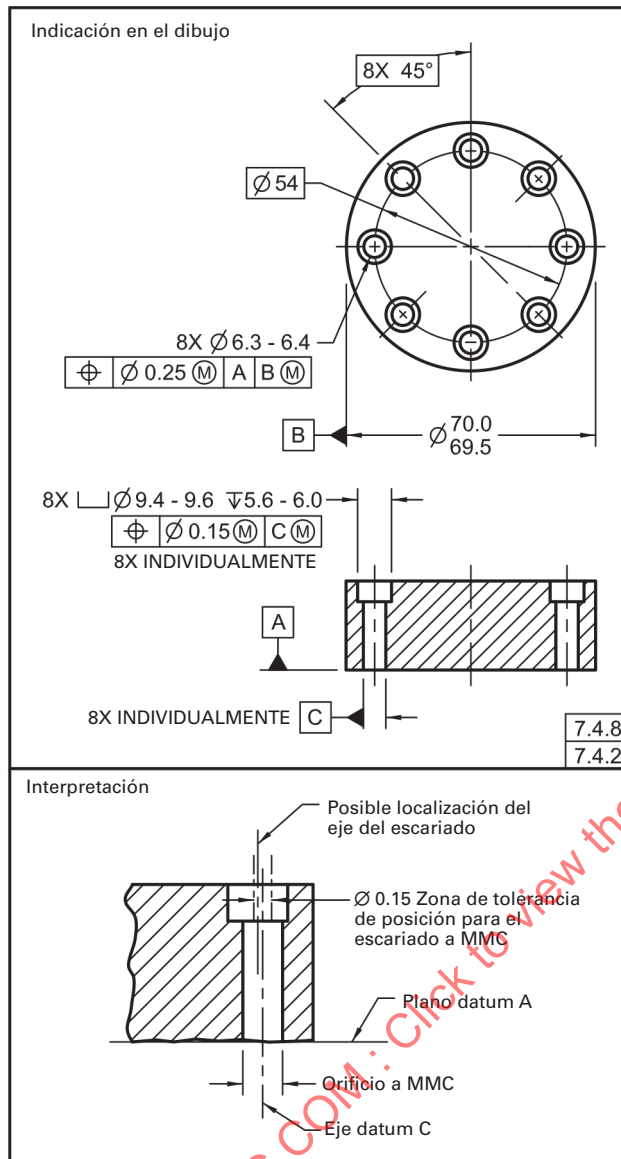
Los principios fundamentales del dimensionado de posición verdadera y las tolerancias de posición para elementos de tamaño circulares, tales como orificios y reales, aplica también para elementos de tamaño no circulares, como ranuras abiertas, pestañas y orificios alargados. Para tales elementos de tamaño, una tolerancia de posición es utilizada para localizar el plano central establecido por superficies paralelas del elemento de tamaño. El valor de tolerancia representa una distancia entre dos planos paralelos. El símbolo de diámetro se omite del marco de control de elemento. Consulte las Figuras 7-30 y 7-31.

7.4.5.1. Elementos de Tamaño no Circulares a MMC.

Cuando una tolerancia de posición de un elemento de tamaño no circular está a MMC, aplica lo siguiente.

(a) En términos de las superficies de un elemento de tamaño interno. Mientras se mantiene el límite especificado de tamaño del elemento interno, ningún elemento superficial del elemento de tamaño interno debería

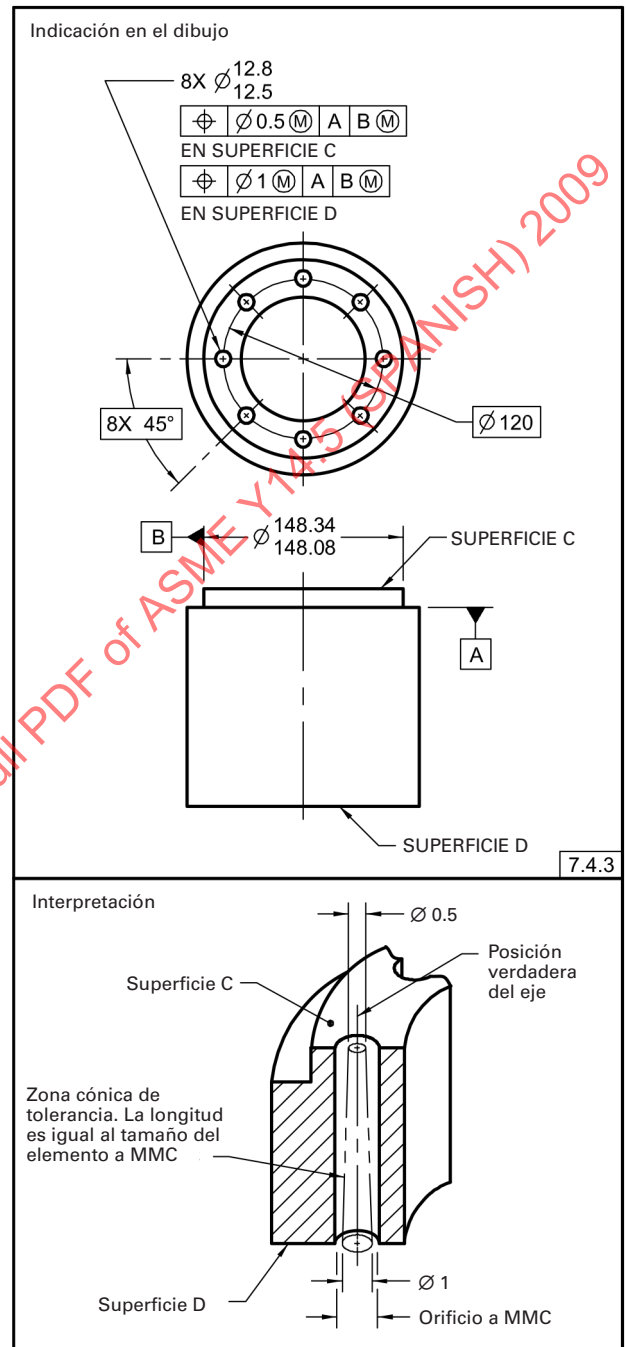
Fig. 7-26 Tolerancias de Posición para Orificios y Escariados, Diferentes Datums de Referencia



quedar dentro del límite teórico localizado a la posición verdadera. Consulte la Figura 7-32.

(b) En términos del plano central de un elemento de tamaño interno. Cuando un elemento de tamaño interno está a MMC (tamaño mínimo), su plano central debería quedar dentro de una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos igualmente dispuestos sobre la posición verdadera. El ancho de esta zona es igual a la tolerancia de posición. Consulte la Figura 7-33. Esta zona de tolerancia también define los límites de las variaciones en la orientación del plano central del elemento de tamaño interno en relación a la superficie del datum. La zona de tolerancia especificada aplica únicamente cuando el elemento de tamaño interno está a MMC. Cuando el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionada del elemento de tamaño interno es mayor que

Fig. 7-27 Diferente Tolerancia de Posición para cada Extremo de un Orificio largo



MMC, resulta en una tolerancia de posición adicional. Este incremento de la tolerancia de posición es igual a la diferencia entre el límite de tamaño especificado para la condición de material máximo (MMC) y el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionada del elemento de tamaño interno. Cuando el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionada es mayor que MMC, la tolerancia de posición especificada para un elemento de tamaño interno puede ser excedida

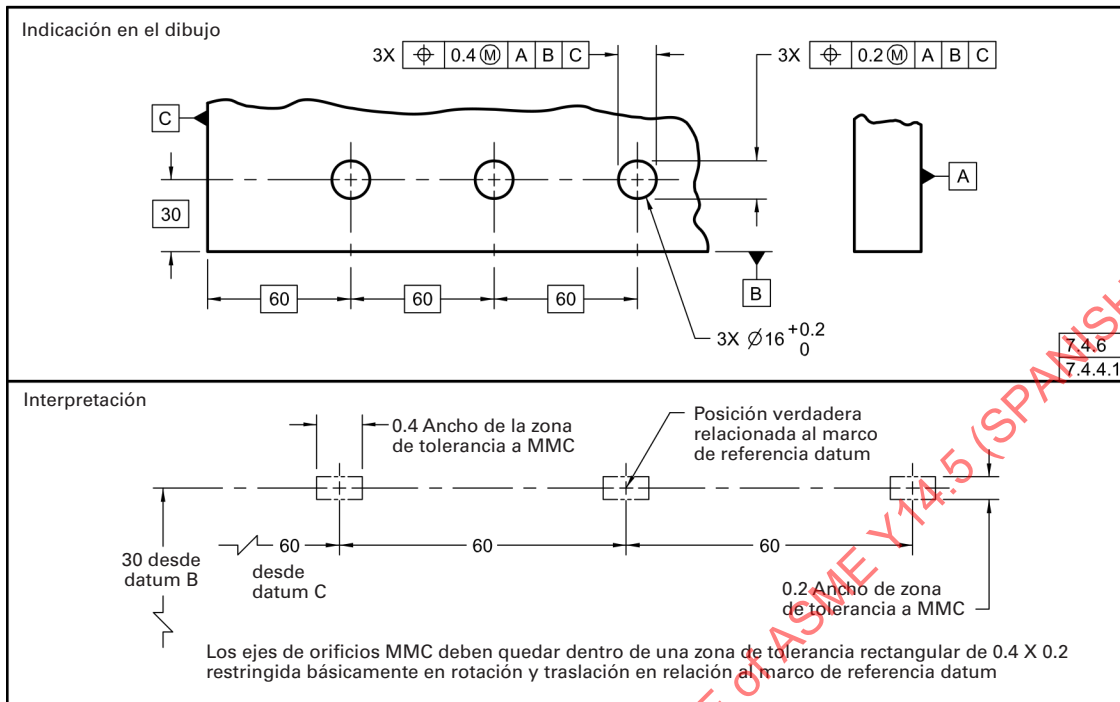
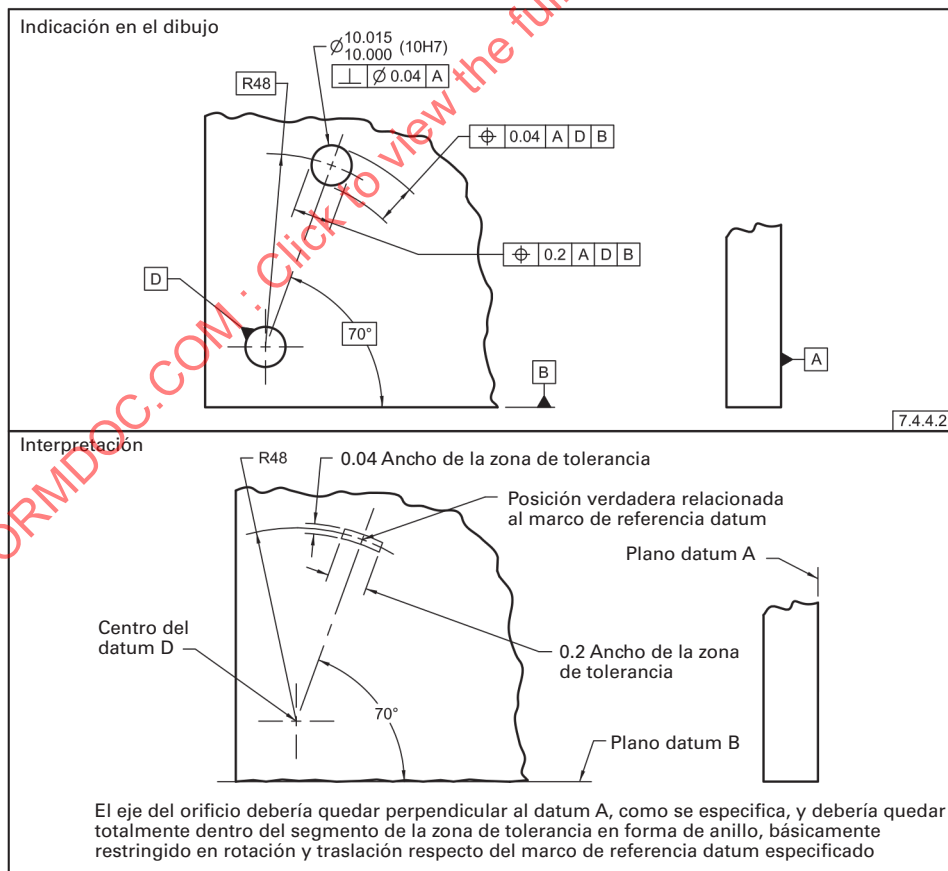
Fig. 7-28 Tolerancia de Posición Bidireccional, Método de Coordenadas Rectangulares**Fig. 7-29 Tolerancia de Posición Bidireccional, Método de Coordenadas Polares**

Fig. 7-30 Tolerancia de Posición de Pestañas

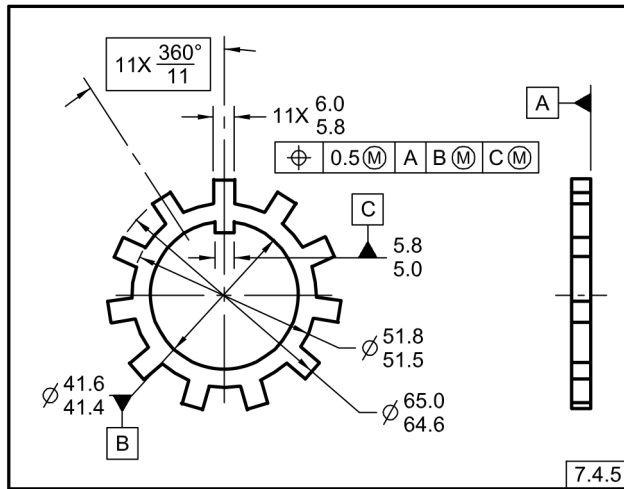


Fig. 7-31 Tolerancia de Posición de Ranuras

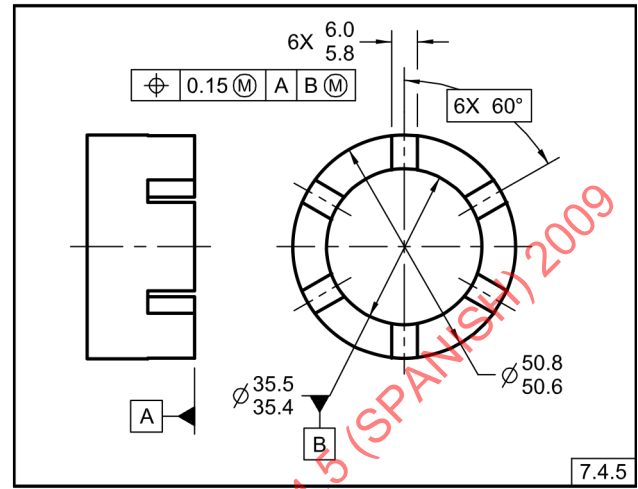


Fig. 7-32 Condición Virtual de Superficies de Ranuras a MMC

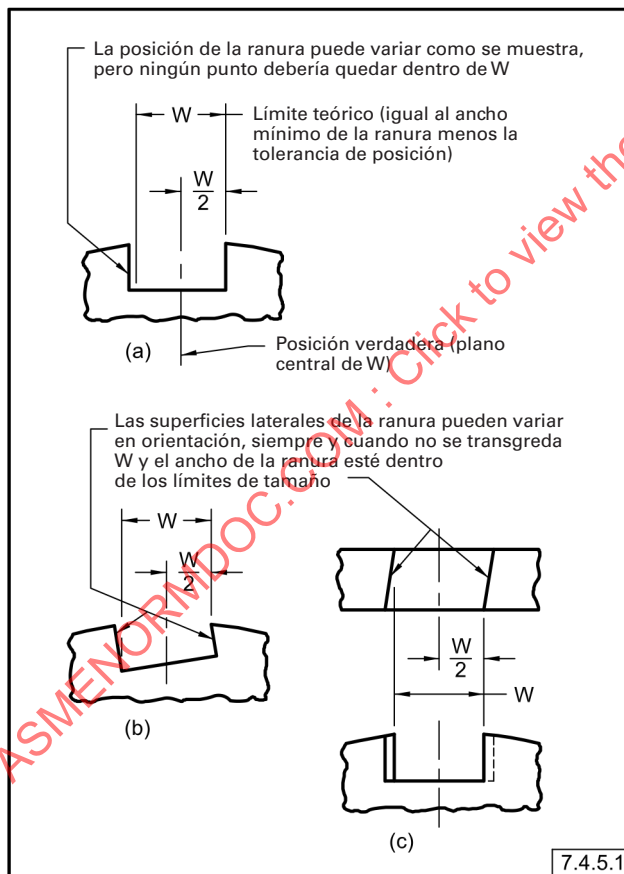


Fig. 7-33 Zona de Tolerancia para Planos Centrales de Ranuras a MMC

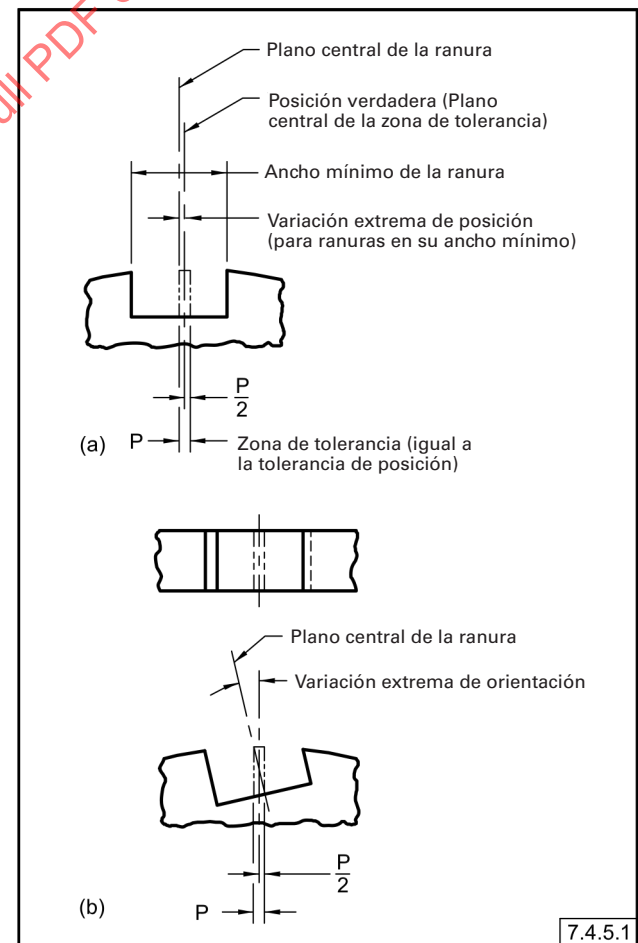
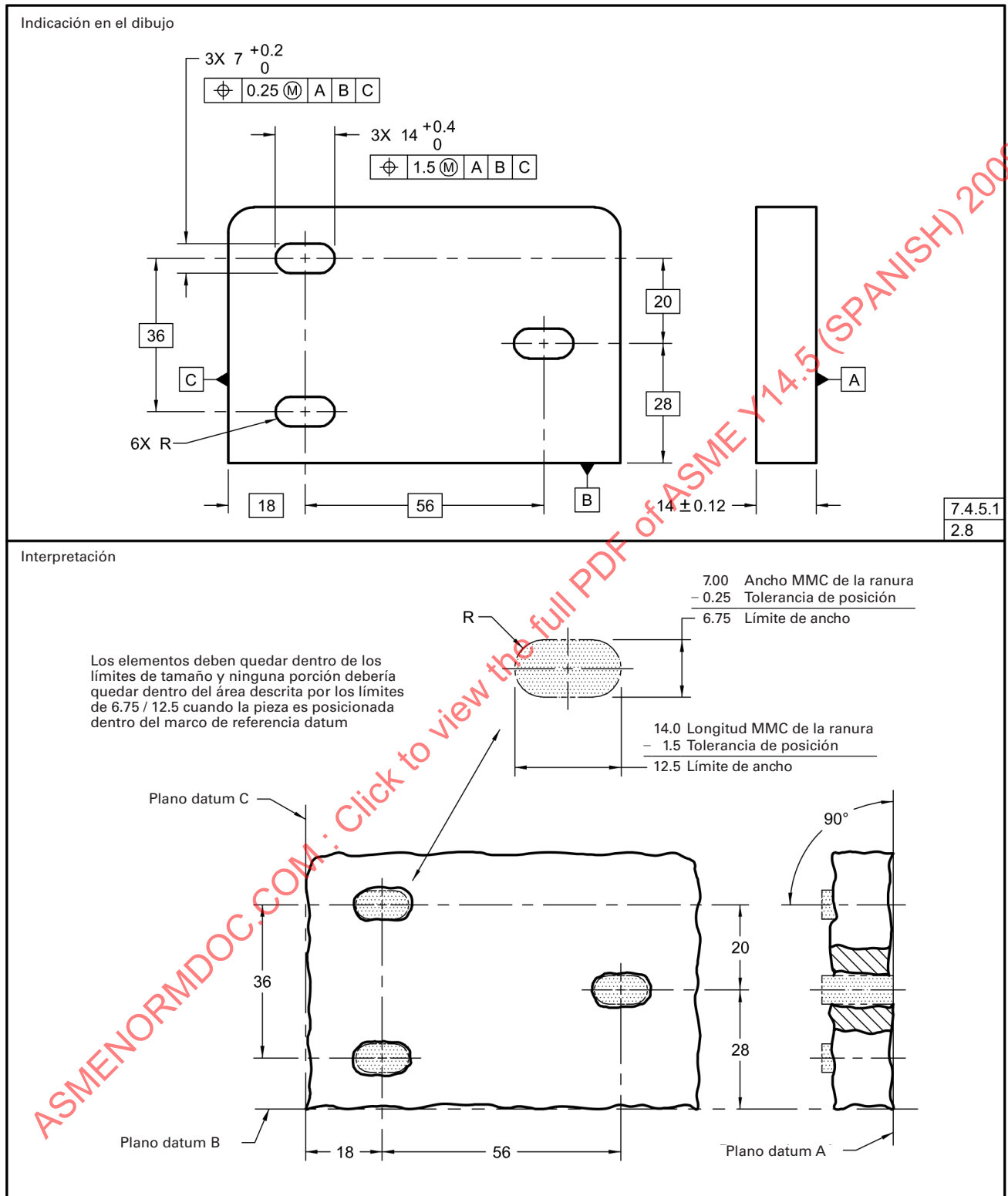


Fig. 7-34 Tolerancia de Posición, Concepto de Límites



y todavía satisfacer los requisitos de funcionalidad y de intercambio.

(c) *En términos de límite de un elemento de tamaño interno.* Una tolerancia de posición aplicada a un elemento de tamaño establece un control de una superficie relativa a un límite. Mientras se mantienen los límites de tamaño especificados del elemento de tamaño, ningún elemento de su superficie debería transgredir el límite teórico de forma idéntica localizado a la posición verdadera. El tamaño del límite es igual al tamaño de MMC del elemento de tamaño interno menos su tolerancia de posición. Consulte la Figura 7-34. El término LÍMITE puede ser colocado debajo del marco de control del elemento, pero no es requerido. En este ejemplo, una tolerancia posición mayor es permitida para su longitud y no para su ancho. Cuando la misma tolerancia de posición puede ser permitida para ambos, únicamente es necesario un marco de control de elemento, dirigido hacia el elemento por una flecha y separado de las dimensiones de tamaño.

NOTA: el concepto de límite también puede ser aplicado a otros elementos de tamaño de formas irregulares –tales como un orificio en forma de D (con un lado aplanado)– cuando el centro no está convenientemente identificado. Consulte el párrafo 8.8.

7.4.5.2. LMC aplicada a patrones radiales de ranuras.

En la Figura 7-16, un patrón radial de ranuras está localizado relativo a una superficie terminada y al centro de un orificio. Cuando el alineamiento rotacional con la pieza de acoplamiento puede ser crítico, se especifica LMC para mantener la relación deseada entre el lado de las superficies de las ranuras y la posición verdadera.

7.4.6 Elementos Esféricos

Una tolerancia de posición puede ser utilizada para controlar la localización de un elemento esférico relativo a otros elementos de una pieza. Consulte la Figura 7-35. Para indicar una zona de tolerancia esférica, el símbolo para el diámetro esférico precede a la dimensión de tamaño del elemento y al valor de la tolerancia de posición. Cuando se tiene la intención de que la forma de la zona de tolerancia sea de otra manera, se debería mostrar una indicación especial, similar al ejemplo mostrado para una zona de tolerancia bidireccional de un orificio cilíndrico. Consulte la Figura 7-28.

7.4.7. Patrones de Ejes de Orificios No Paralelos

Cuando los ejes no son paralelos entre sí y cuando los ejes no son normales a la superficie, la tolerancia de posición se puede aplicar a un patrón de orificios. Consulte la Figura 7-36.

7.4.8. Patrones Repetitivos de Elementos de Tamaño Relacionadas a un Marco de Referencia Datum Repetido.

Cuando las tolerancias de posición son utilizadas para localizar patrones de elementos de tamaño relativos a

datums repetitivos, los marcos de control de elemento y los datums son especificados tal como se muestra en las Figuras 7-26 y 7-37. Se coloca una nota debajo o adyacente al símbolo del elemento datum y otra debajo o adyacente al marco de control de elementos para los elementos de tamaño controladas, con el número de lugares que aplica para cada uno individualmente. Para establecer la asociación con una línea de un marco de control de un segmento múltiple, la nota debería ser colocada adyacente al segmento aplicable. Los requisitos individuales deben de ser mostrados en la vista principal o en un modelo CAD sin una vista detallada, la indicación del número de ocurrencias debería ser mostrada. La Figura 7-37 muestra la aplicación de requisitos individuales en una vista detallada. Cuando una vista detallada incluye una anotación del número de ocurrencias de esa vista detallada, entonces el 6X en la anotación INDIVIDUALMENTE debería ser omitido. La anotación 6X INDIVIDUALMENTE que se encuentra al lado del símbolo del elemento datum D indica que cada una de las seis ocurrencias del orificio de diámetro 79.4 actúa como un elemento datum separado y establece un datum D separado. La notación 6X INDIVIDUALMENTE asociada con el segundo segmento de las tolerancias de posición en el diámetro del orificio 4X 3.6 indica que cada patrón de 4 orificios tiene una zona de tolerancia que está localizada relativa a los datums especificados.

7.5 LOCALIZACIÓN DE PATRONES

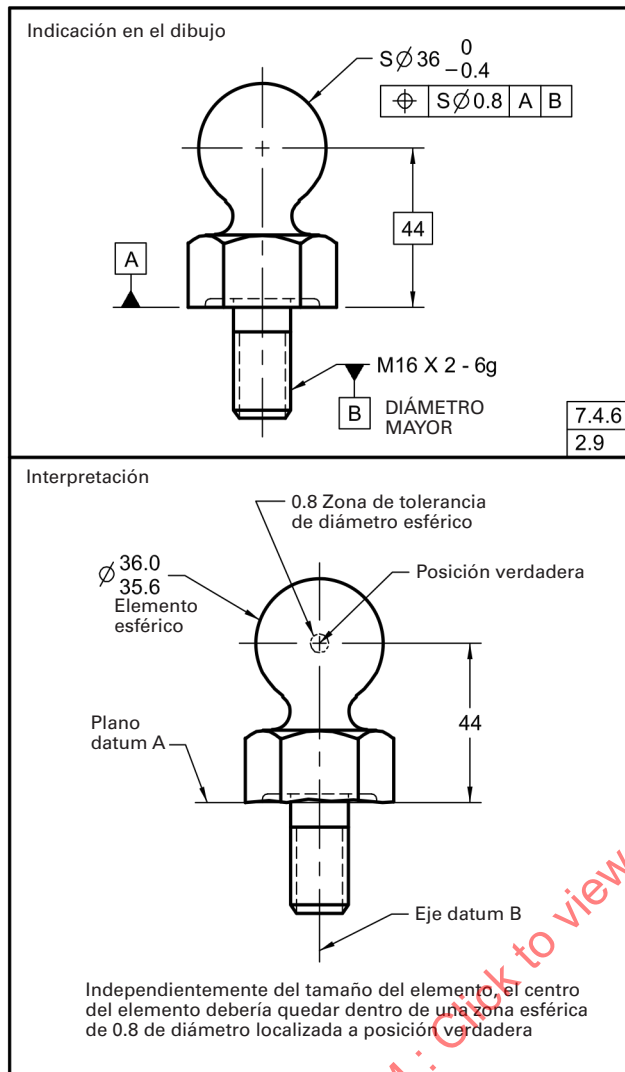
Un patrón de elementos de tamaño puede tener controles de posición requeridos de múltiples niveles. El patrón de elementos de tamaño puede requerir una tolerancia mayor relativa al marco de referencia datum mientras se requiere una menor tolerancia dentro del patrón. Múltiples niveles de control de posición pueden ser aplicados utilizando tolerancias de posición compuesta o marcos de control de múltiples segmentos individuales de elemento.

7.5.1 Tolerancia de Posición Compuesta

Las tolerancias de posición compuestas proveen una aplicación de tolerancia de posición para la localización de patrones de elementos de tamaño así como de la interrelación (restringida en rotación y traslación) de elementos de tamaño dentro de esos patrones. Los requisitos son anotados mediante un marco de control de elementos compuestos. Consulte el párrafo 3.4.4 y la Figura 3-26, ilustración (a). El símbolo de posición se indica una vez y aplica para todos los segmentos horizontales. Cada segmento horizontal completo en el marco de control de las Figuras 7-38 y 7-39 puede ser verificado por separado.

(a) *Marco de la zona de tolerancia de localización del patrón (PLTZF).* (El acrónimo se pronuncia "Platz"). Cuando se utilizan controles compuestos, el segmento superior es el control de localización del patrón. El PLTZF está restringido en rotación y traslación en relación a los

Fig. 7-35 Elemento Esférico Localizada por la Tolerancia de Posición



datos especificados. Este segmento especifica la mayor tolerancia de posición para la localización del conjunto de elementos de tamaño como un grupo. Los elementos datum aplicables están referenciados en el orden deseado de precedencia, y sirven para relacionar el PLTZF al marco de referencia datum. Consulte la Figura 7-38, ilustración (a).

(b) Marco de la zona de tolerancia de los elementos relacionados (FRTZF). (El acrónimo se pronuncia "Fritz"). Cada segmento inferior es un control de relación de elementos. Estos segmentos gobiernan la menor tolerancia de posición para cada elemento de tamaño dentro del patrón (relación elemento - elemento). Las dimensiones básicas utilizadas para relacionar el PLTZF a los datums especificados no son aplicables para la localización del FRTZF. Consulte la Figura 7-38, ilustración (b).

(1) Cuando los datums de referencia no son especificados en un segmento inferior del marco de

control de elemento compuesto, el FRTZF es libre para rotar y trasladarse dentro de los límites establecidos y gobernados por el PLTZF.

(2) Si se especifican datums en un segmento inferior, estos gobiernan la rotación de FRTZF relativo a los datums y dentro de los límites establecidos y gobernados por el PLTZF.

(3) Cuando los elementos de referencia datum son especificados, uno o más de los elementos de referencia datum especificados en el segmento superior del marco son repetidos, según aplique, y en el mismo orden de precedencia, para restringir la rotación del FRTZF. En algunos casos, los elementos de referencia datum repetidos pueden no restringir ningún grado de libertad; sin embargo, ellos son necesarios para mantener el marco de referencia datum idéntico, tal como el elemento datum B en el segmento inferior en la Figura 7-42.

7.5.1.1 Datum Primario Repetido en el Segmento Inferior. Tal como se puede apreciar en la vista transversal de las zonas de tolerancia en la Figura 7-38, ilustración (c), los ejes de ambos cilindros PLTZF y el FRTZF son perpendiculares al plano datum A y, por lo tanto, son paralelos entre sí debido a que el plano datum A está repetido en el segmento inferior del marco de control compuesto. En ciertos casos, algunas porciones de las zonas más pequeñas pueden caer fuera de la periferia de las zonas de tolerancia mayores. Sin embargo, estas porciones de zonas de tolerancias menores no son utilizables, ya que los ejes de los elementos no deben transgredir los límites de las zonas de tolerancia mayores. Los ejes de los orificios deben quedar dentro de las zonas de tolerancia mayores y dentro de las zonas de tolerancia menores. Los ejes de los orificios reales pueden variar oblicuamente (fuera de perpendicularidad) únicamente dentro de los confines de las respectivas zonas de tolerancia de posición menores (FRTZF).

NOTA: las zonas en las Figuras 7-38 y 7-39 se muestran tal como existen a MMC en los elementos. Las zonas mayores incrementarán en tamaño tanto como el elemento se separe de MMC, tal como ocurre con las zonas menores; las dos zonas no son acumulativas.

7.5.1.2 Datums Primario y Secundario Repetidos en el Segmento Inferior. La Figura 7-39 repite el patrón de orificios de la Figura 7-38. En la Figura 7-39, el segmento inferior del marco de control de elemento compuesto repite los datums A y B. Los requisitos establecidos para la tolerancia de localización del patrón por el primer segmento son igual a como se explica en la Figura 7-38. La Figura 7-38, ilustración (a), muestra que la tolerancia cilíndrica del FRTZF puede ser trasladada (desplazada) de la localización de la posición verdadera (como grupo) al estar regida por la tolerancia cilíndrica del PLTZF, mientras se restringe en rotación respecto de los planos datum A y B. La Figura 7-39, ilustración (a), muestra que el eje real de los orificios en el patrón de elementos

Fig. 7-36 Orificios No Paralelos Incluidos Aquellos No Normales a la Superficie

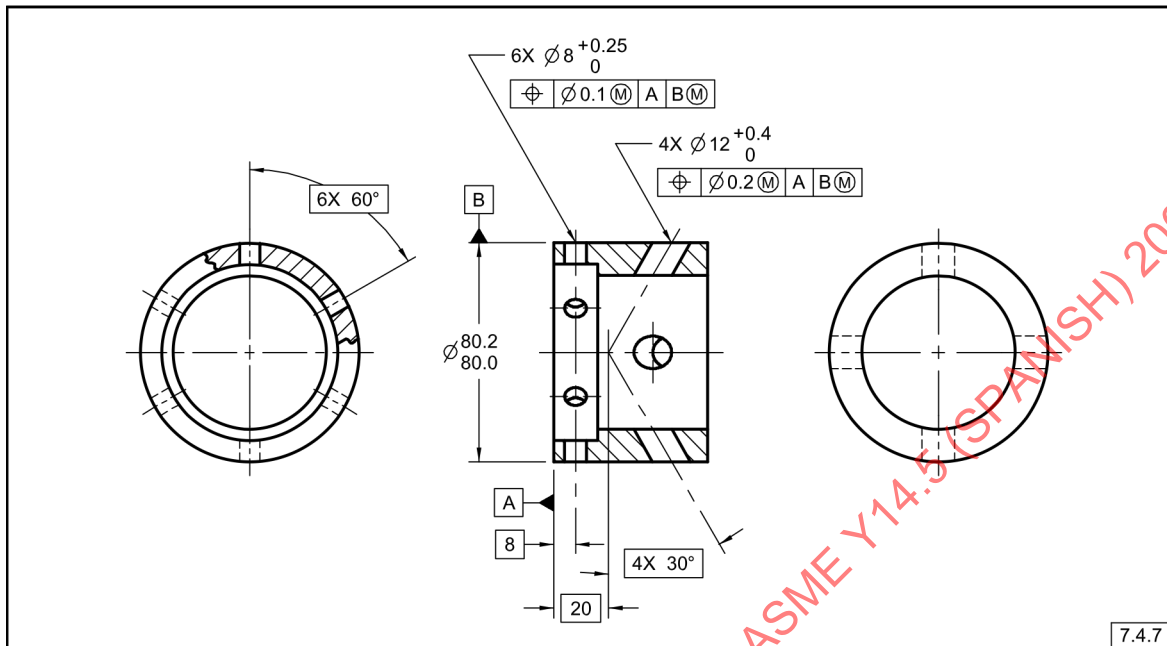


Fig. 7-37 Múltiples Patrones de Elementos

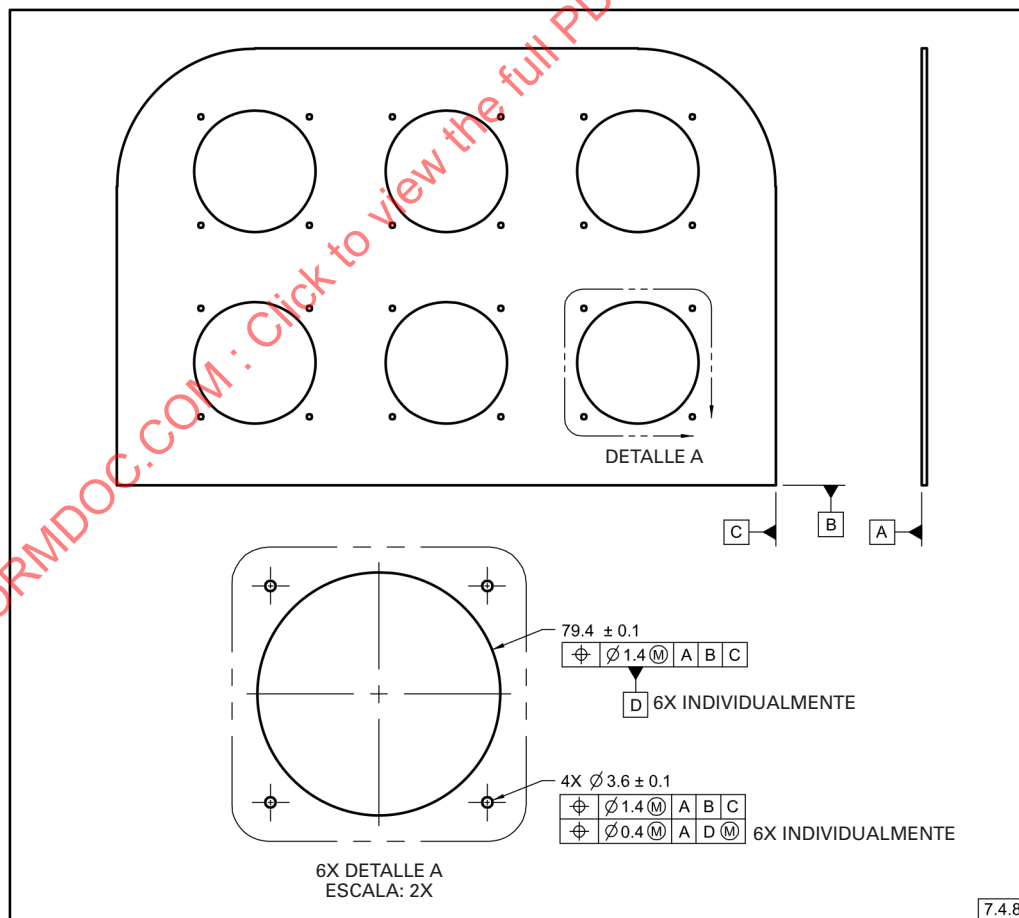
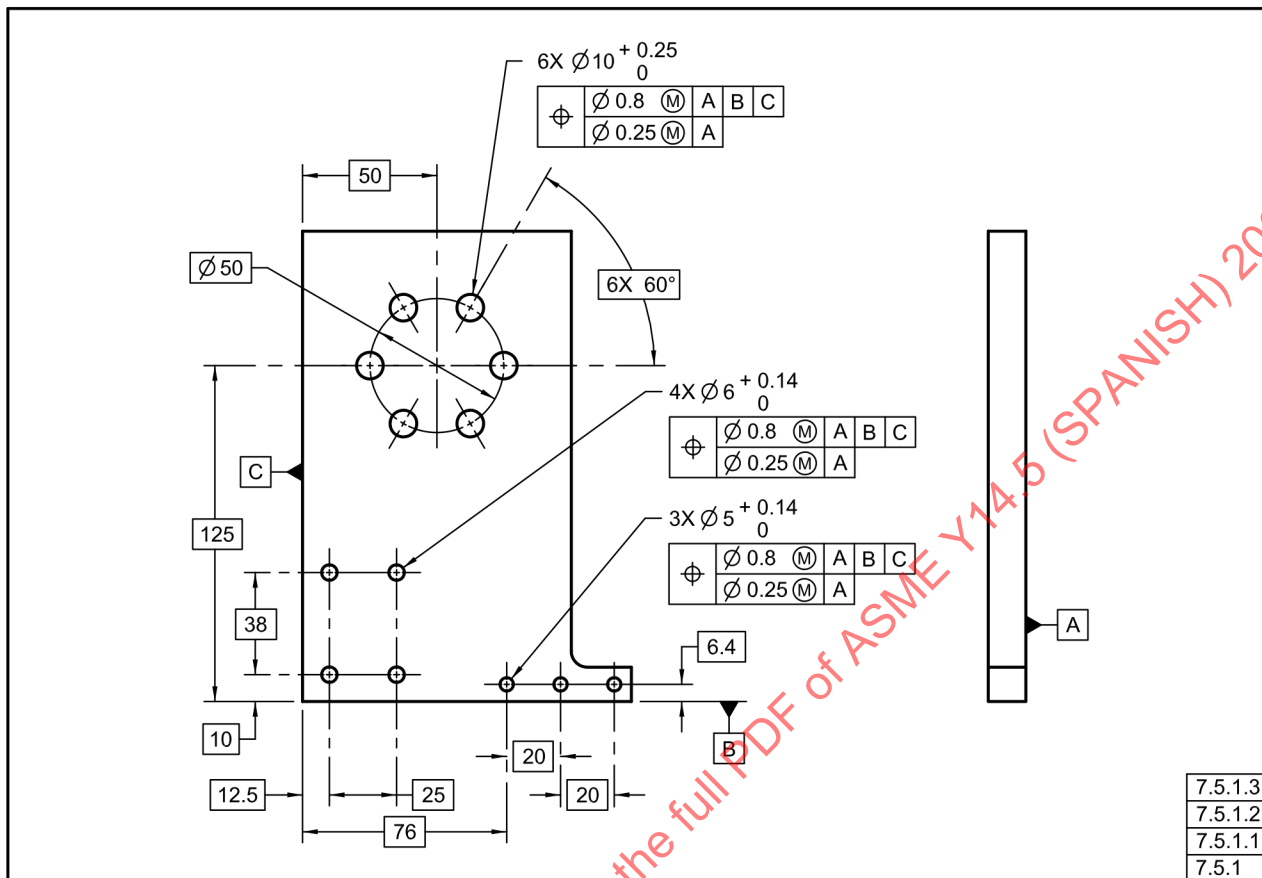


Fig. 7-38 Patrón de Orificios Localizados por Tolerancia Compuesta de Posición



reales debería encontrarse dentro de ambas tolerancias cilíndricas del FRTZF y del PLTZF.

7.5.1.3 En Términos de las Superficies de los Orificios. La Figura 7-38, ilustraciones (d) a (f) muestran los requisitos de la tolerancia de posición del patrón de seis orificios de la Figura 7-38, y es explicada en términos de las superficies de los orificios relativos a los límites de aceptación. Consulte el párrafo 7.3.3.1 (a). El resultado es el mismo para la explicación superficial así como para el eje, excepto en lo anotado en el párrafo 7.3.3.1.

7.5.1.4 Aplicado a Patrones de Elementos de Tamaño Relativos a Elementos Datum. La tolerancia de posición compuesta puede ser aplicada a patrones de elementos de tamaño en piezas circulares. Consulte las Figuras 7-40 y 7-40, ilustración (a). Con el datum A repetido en el segmento inferior del marco de control de elemento compuesto, la Figura 7-40, ilustración (b), muestra la tolerancia cilíndrica de FRTZF trasladada (como grupo) desde las localizaciones básicas dentro de los límites impuestos por el PLTZF, mientras está restringido en rotación respecto del plano datum A.

7.5.1.5 Patrón Radial de Orificios. La Figura 7-41 muestra un ejemplo de un conjunto radial de orificios cuando el plano de PLTZF está localizado desde un datum por una dimensión básica. Cuando las referencias datum no son especificadas en el segmento inferior de un marco de control de elemento compuesto, el FRTZF es libre para rotar y trasladarse al ser gobernado por las zonas de tolerancia del PLTZF. La misma explicación dada en el párrafo 7.5.1 también aplica para la Figura 7-41. Con el plano datum A referenciado en el segmento inferior del marco de control de elemento compuesto, las zonas de tolerancia del FRTZF (como grupo) están restringidas en rotación (paralelo al plano datum A) y pueden ser trasladadas al estar gobernadas por la zona de tolerancia del PLTZF. Consulte también la Figura 7-41, ilustraciones (a) a (d).

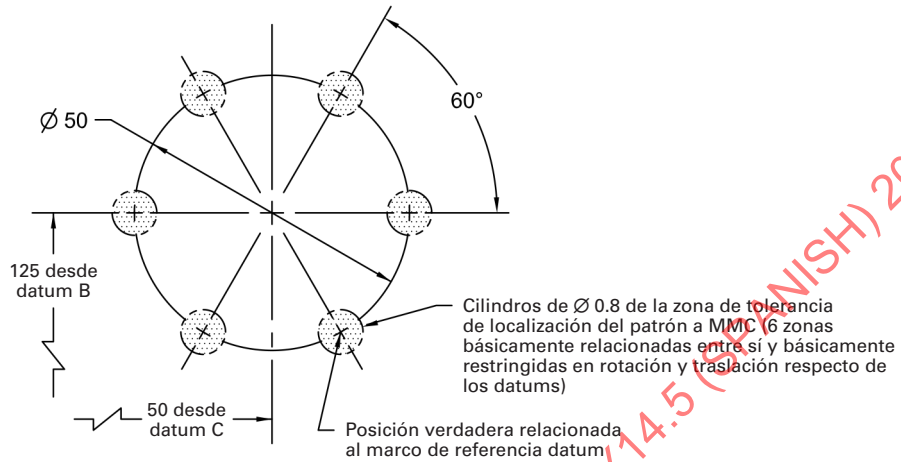
7.5.1.6 Cuando la Localización Radial es Importante. El control mostrado en las Figuras 7-42 y 7-43 puede ser especificado cuando la restricción rotacional es importante. El diseño, sin embargo, permite que una zona de tolerancia relacionada del elemento sea desplazada dentro de los límites gobernados por la zona de tolerancia de localización del patrón, mientras se mantiene paralela y perpendicular a los tres planos mutuamente

Fig. 7-38 Patrón de Orificios Localizados por Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Marco de la Zona de Tolerancia de Localización del Patrón – PLTZF)

FIG. 7-38(a)

$\oplus$	$\varnothing 0.8$	(M)	A	B	C
----------	-------------------	-----	---	---	---

El primer segmento del marco significa lo siguiente:



Marco de la zona de tolerancia de localización del patrón (PLTZF) básicamente restringido en rotación y traslación respecto al marco de referencia datum especificado

7.5.1.2

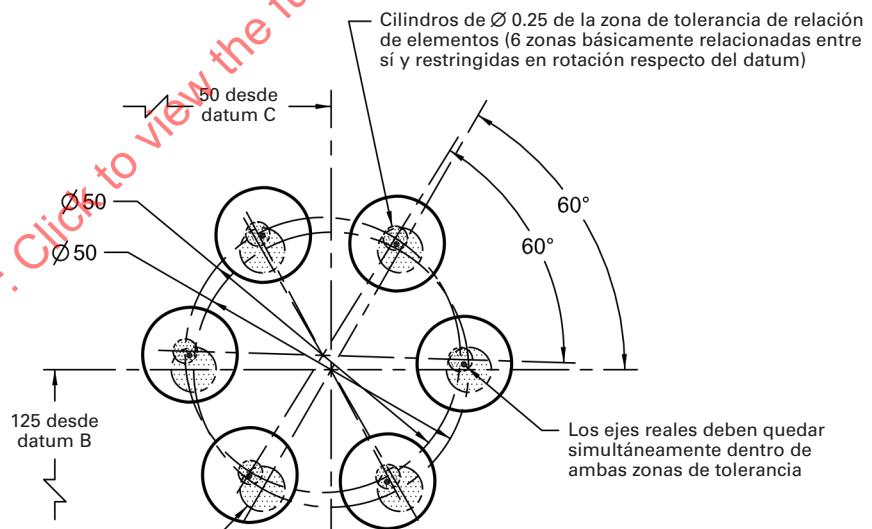
7.5.1

Fig. 7-38 Patrón de Orificios Localizados por Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Marco de la Zona de Tolerancia de Localización del Patrón – PLTZF)

FIG. 7-38(b)

$\oplus$	$\varnothing 0.25$	(M)	A		
----------	--------------------	-----	---	--	--

El segundo segmento del marco significa lo siguiente:



Cilindros de $\varnothing 0.8$ de la zona de tolerancia de localización del conjunto (6 zonas básicamente relacionadas entre sí y básicamente restringidas en rotación y traslación respecto de los datums)

Un posible desplazamiento del patrón de elementos

7.5.1

Fig. 7-38 Patrón de Orificios Localizados por Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrón de Orificios)

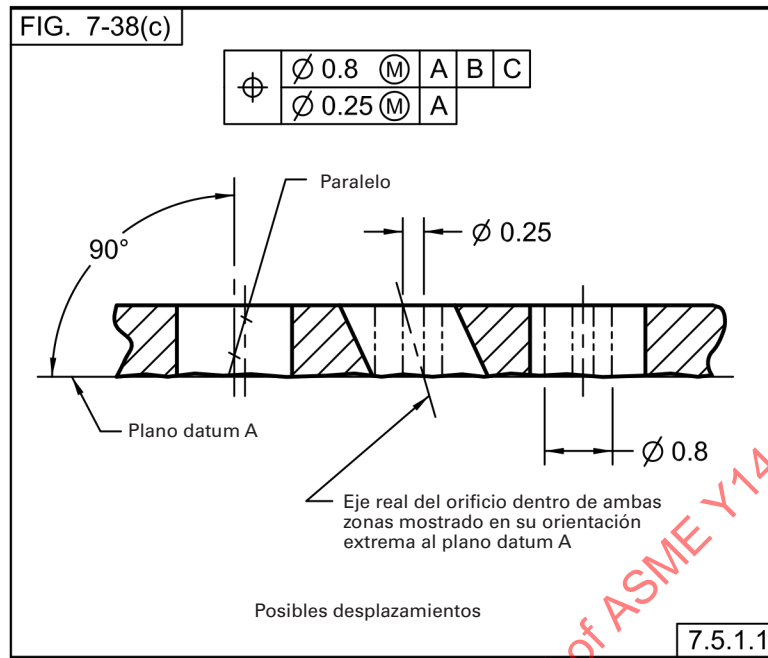


Fig. 7-38 Patrón de Orificios Localizados por Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrón de Orificios)

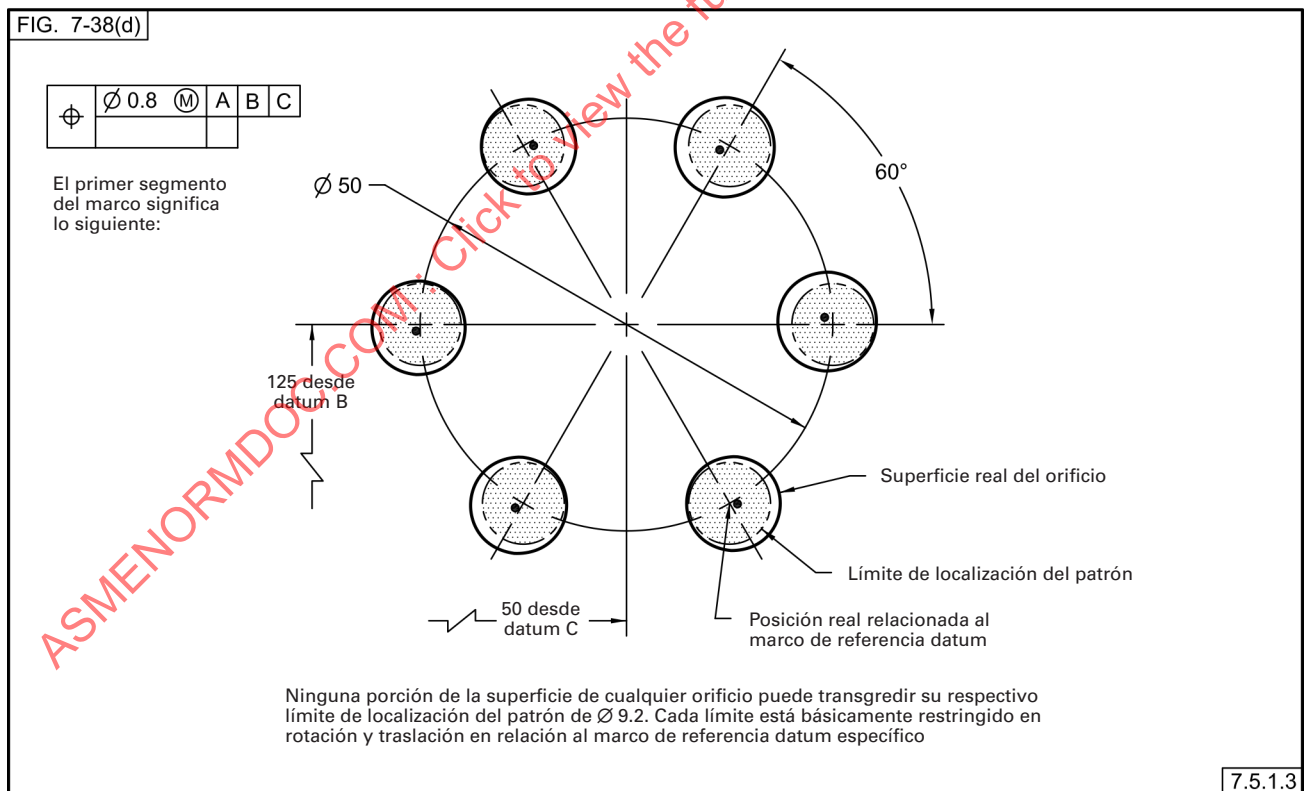


Fig. 7-38 Patrón de Orificios Localizados por Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Marco de la zona de tolerancia de los elementos relacionados – FRTZF)

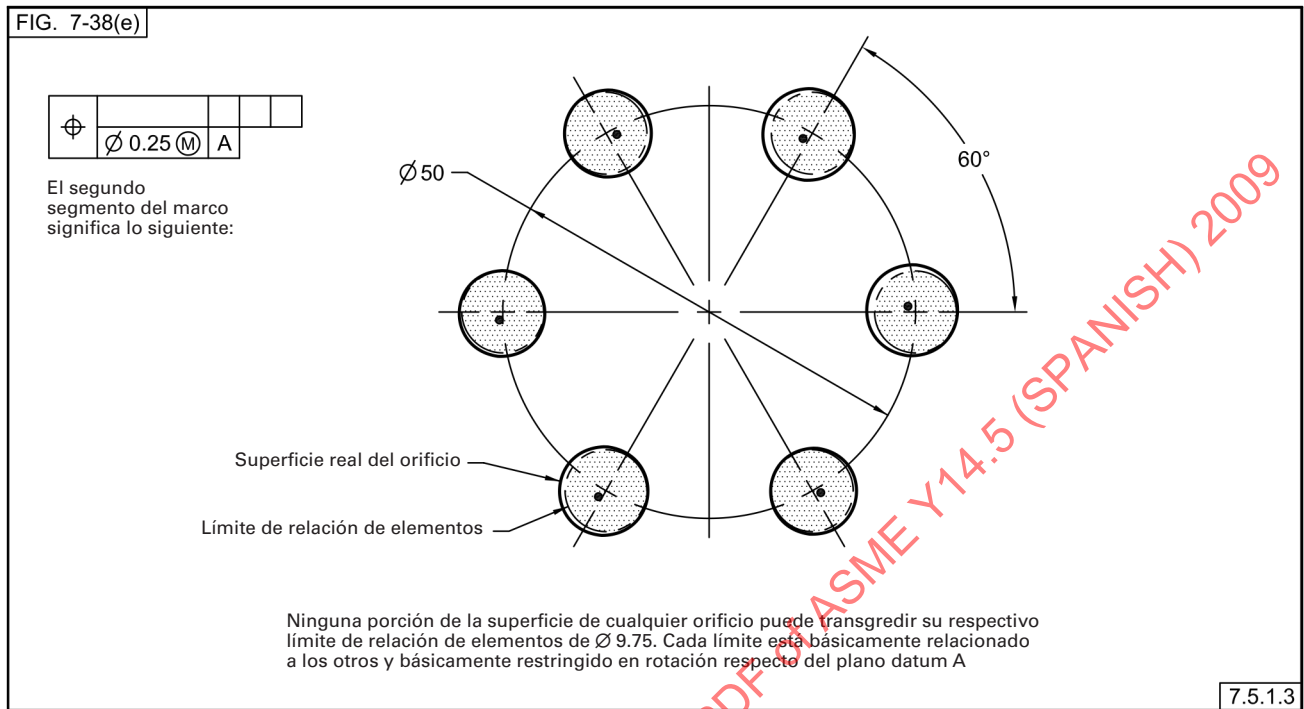
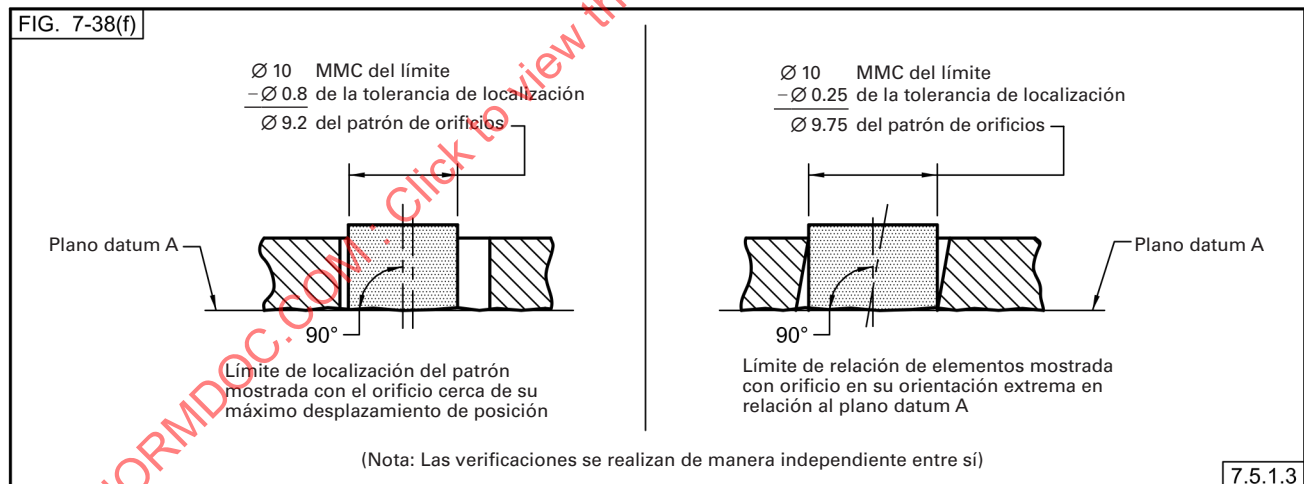


Fig. 7-38 Patrón de Orificios Localizados por Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Límites de Aceptación de Orificios en Patrones)



perpendiculares del marco de referencia datum. Consulte también la Figura 7-42, ilustraciones (a) y (b).

7.5.1.7 Zonas de Tolerancia Proyectadas para Tolerancia de Posición Compuesta. Cuando el diseño dicta el uso de una zona de tolerancia proyectada para una tolerancia de posición compuesta, el símbolo de la zona de tolerancia proyectada se coloca en el segmento requerido del marco de control de elemento compuesto. La zona de tolerancia proyectada aplica únicamente para el segmento en el cual se muestra el símbolo. Cuando

una zona de tolerancia proyectada es especificada, los ejes del elemento deben caer simultáneamente dentro de ambas zonas de tolerancia de localización, del elemento y del patrón.

7.5.1.8 Tolerancias de Posición Compuestas: Segmentos Múltiples. Las tolerancias compuestas tienen dos o más segmentos. Cada segmento establece zonas de tolerancia y restricciones para cualquier datum referenciado mostrado en el segmento. Las referencias datum en el primer segmento establecen todas las

Fig. 7-39 Patrones de Orificios de la Fig. 7-38 con Datums Secundarios en Segmentos de Relación de Elementos de Marcos de Control de Elementos Compuestos

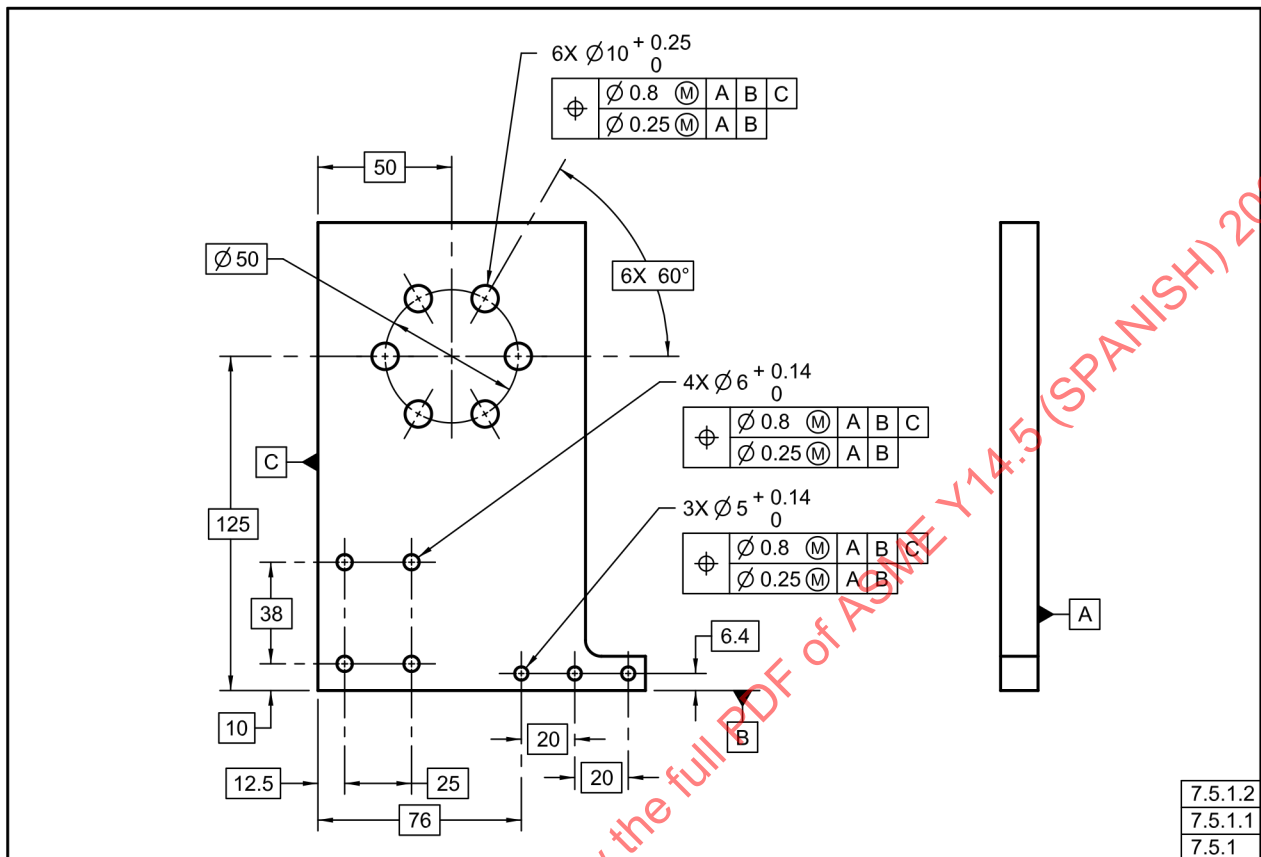


Fig. 7-39 Patrones de Orificios para la Fig. 7-39 con Datums Secundarios en Segmentos de Relación de Elementos de Marcos de Control de Elementos Compuestos (Continuación) (Zonas de Tolerancia para Patrón de 6 orificios)

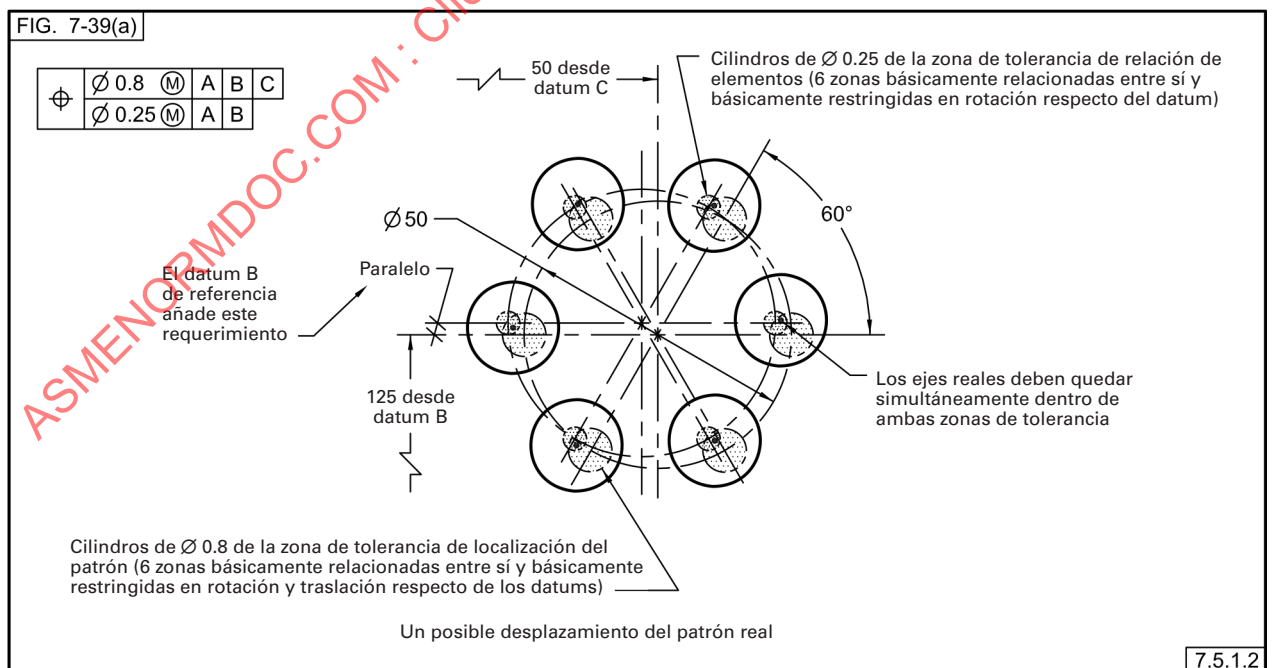


Fig. 7-40 Tolerancia Compuesta de Posición de un Patrón Circular de Elementos

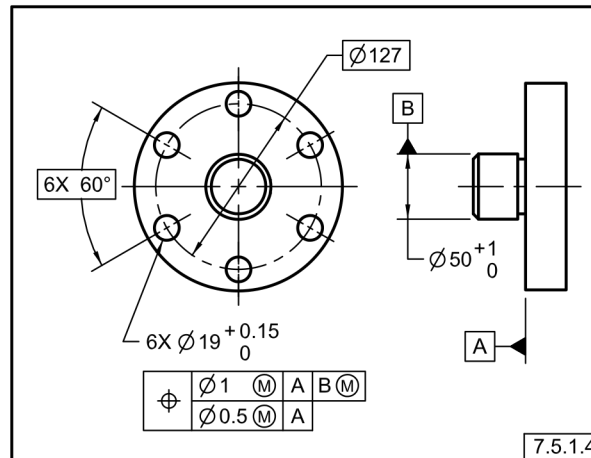
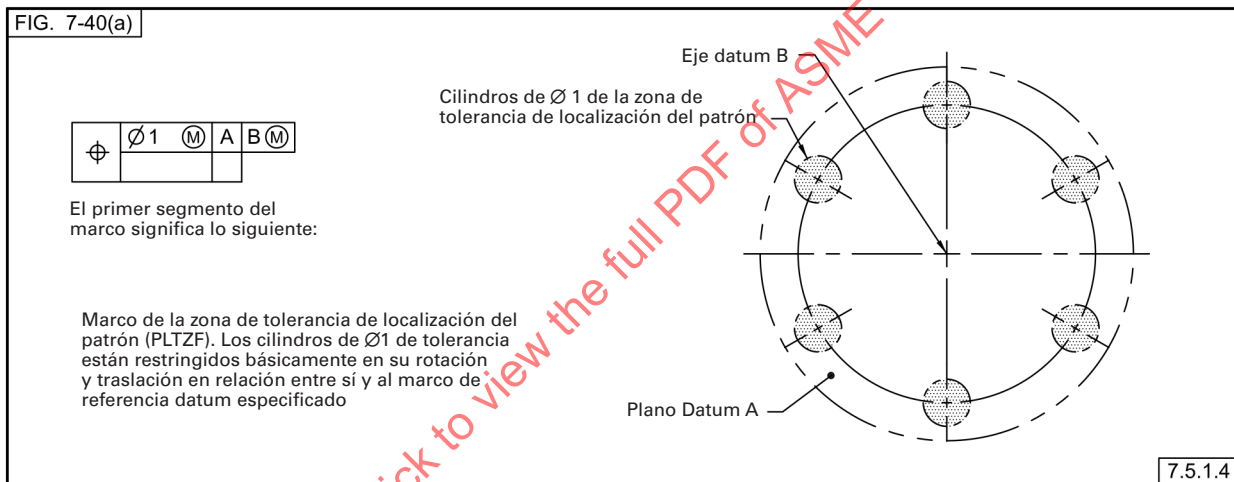


Fig. 7-40 Tolerancia Compuesta de Posición de un Patrón Circular de Elementos (Continuación)



restricciones aplicables de rotación y traslación relativas a los datums referenciados. Las referencias datum en el segundo segmento y en los segmentos siguientes establecen únicamente restricciones rotacionales relativas a los datums referenciados. Consulte la Figura 7-44. La ausencia de referencia datum en un segmento indica que no se han establecido restricciones de rotación o traslación para ese segmento. Para un patrón de elementos al que se le aplica una tolerancia de posición compuesta, el primer segmento crea un PLTZF y cada uno de los siguientes segmentos crea un FRTZF separado. Cada FRTZF está restringido únicamente para los datums referenciados dentro del segmento. Consulte la Figura 7-45. El primer segmento del ejemplo dado crea un PLTZF que es un segmento recto con dos zonas de tolerancia de 0.5 de diámetro (a MMC) restringidas en rotación y traslación en relación con los datums A, B a MMB, y C a MMB. El segundo segmento crea un FRTZF que es un segmento recto con dos zonas de tolerancia de 0.12 de diámetro (a MMC) que están restringidas en rotación en relación con el datum A. El tercer segmento crea un FRTZF que

es un segmento recto con dos zonas de tolerancia de 0.07 de diámetro (a MMC) sin restricciones en relación con cualquier datum.

7.5.2 Tolerancia de Posición de Múltiples Segmentos Individuales

La tolerancia de posición de múltiples segmentos individuales provee múltiples requerimientos de tolerancia de posición para la localización de elementos de tamaño y establece requisitos para la localización de patrones así como la interrelación (restringida en rotación y traslación) de elementos de tamaño dentro de los patrones. Los requisitos se anotan mediante el uso de dos o más marcos de control de elementos. El símbolo de posición se coloca en cada uno de los segmentos individuales. No está permitido que las referencias de elementos datum en cualquier segmento sean una repetición exacta de todas las referencias de elementos datum en otros segmentos. Cada segmento horizontal completo es verificado por separado. Cuando

Fig. 7-40 Tolerancia Compuesta de Posición de un Patrón Circular de Elementos (Continuación)

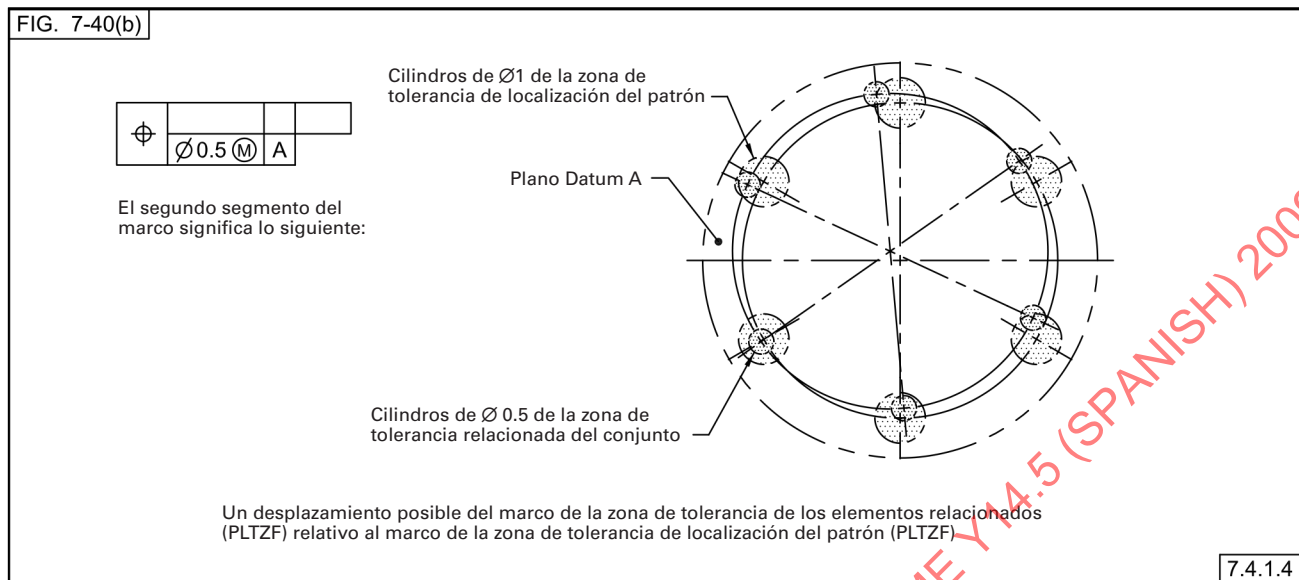
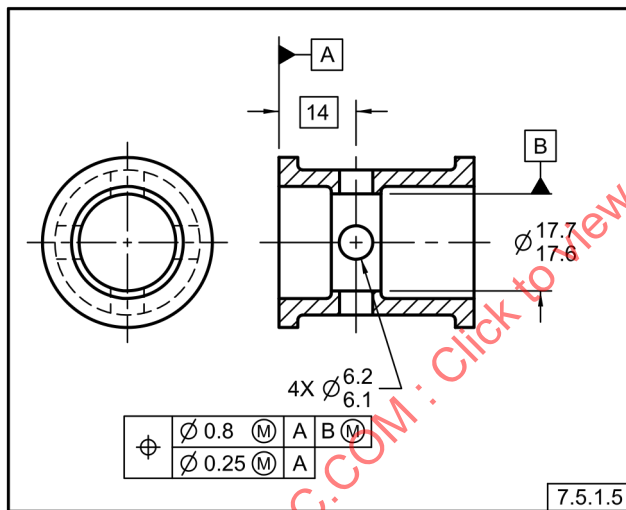


Fig. 7-41 Patrón Radial de Orificios Localizado por medio de Tolerancia Compuesta de Posición



se utilizan controles de posición en múltiples segmentos individuales, cada segmento crea un marco de la zona de tolerancia. No es un PLTZF ni un FRTZF, ya que esos términos son específicos para las tolerancias compuestas. Los elementos datum aplicables se especifican en un orden deseado de precedencia y sirven para relacionar el marco de la zona de tolerancia al marco de referencia datum. Consulte las Figuras 3-26, ilustración (b); 7-46; 7-47 y 7.48.

7.5.2.1 Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales. Cuando se desea invocar dimensiones básicas junto con las referencias en los datums, se utilizan marcos de control de elemento de segmentos individuales. La Figura 7-46 muestra dos

marcos de control de elemento de segmento individual. El marco de control de elemento inferior repite los datums A y B. La Figura 7-46, ilustración (a), muestra que los cilindros de tolerancia del marco de la zona de tolerancia para el Segmento 2 (como grupo) son libres para ser trasladados (desplazados) hacia la izquierda o derecha al estar gobernados por los cilindros de tolerancia básicamente localizados dentro del marco de la zona de tolerancia para el Segmento 1, mientras se mantienen perpendiculares al plano datum A, y básicamente localizados respecto del plano datum B. La Figura 7-46, ilustración (b), muestra que los ejes reales de los orificios, en el patrón real de elementos, deben residir dentro de ambos cilindros de tolerancia para el Segmento 2, y del marco de la zona de tolerancia para el Segmento 1. La Figura 7-46, ilustración (c), repite las relaciones descritas anteriormente para el patrón de seis orificios mostrado en la Figura 7-46.

7.5.2.2 Múltiples Segmentos Individuales Aplicados a Patrones de Elementos de Tamaño En relación con Elementos Datum. Las tolerancias de posición de múltiples segmentos individuales pueden ser aplicadas en patrones de elementos de tamaño en piezas circulares. La Figura 7-47 muestra dos marcos de control de elemento de segmento individual. Estos se utilizan cuando se desea establecer una relación de coaxialidad entre el marco de la zona de tolerancia para el Segmento 2 y el Segmento 1. La Figura 7-47, ilustración (a), muestra que el marco de la zona de tolerancia para el Segmento 2 puede rotar en relación con el marco de la zona de tolerancia para el Segmento 1. Los ejes reales de los orificios del patrón de elementos de tamaño reales deben residir dentro de ambos cilindros de tolerancia del marco de la zona de

Fig. 7-41 Patrón Radial de Orificios Localizado por medio de Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrones Radiales de Orificios)

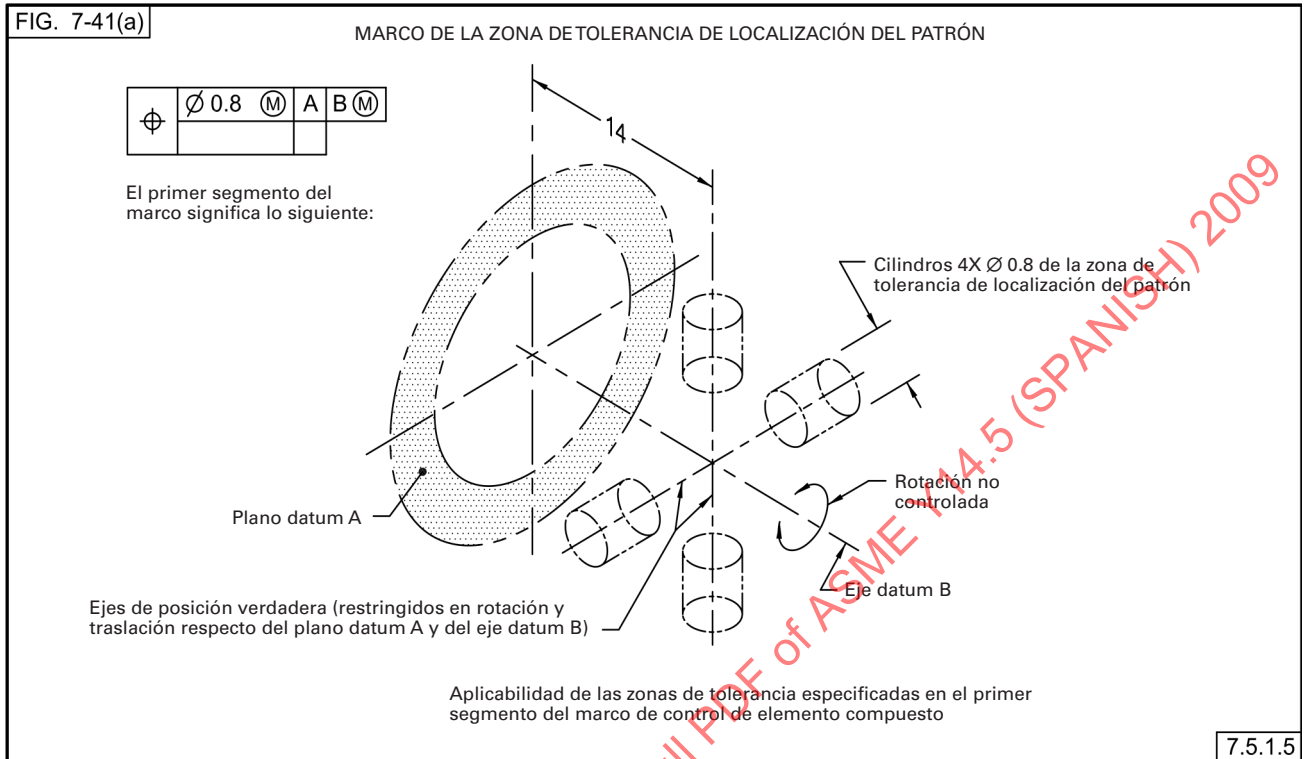


Fig. 7-41 Patrón Radial de Orificios Localizado por medio de Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrones Radiales de Orificios)

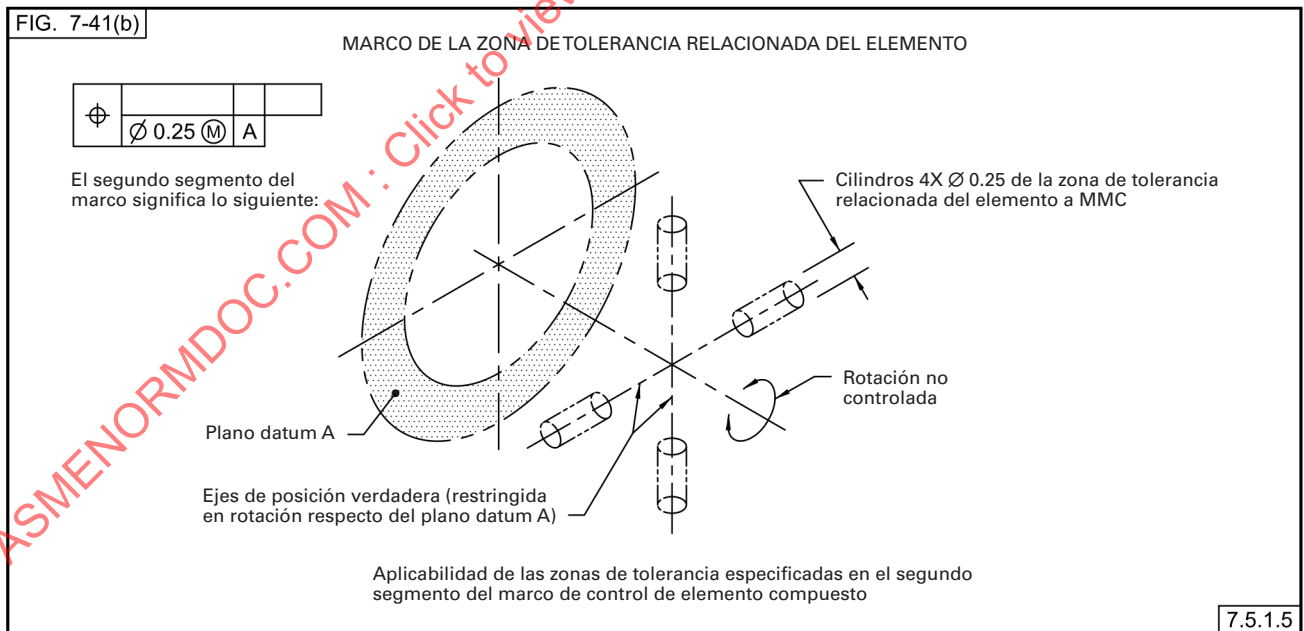


Fig. 7-41 Patrón Radial de Orificios Localizado por medio de Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrones Radiales de Orificios)

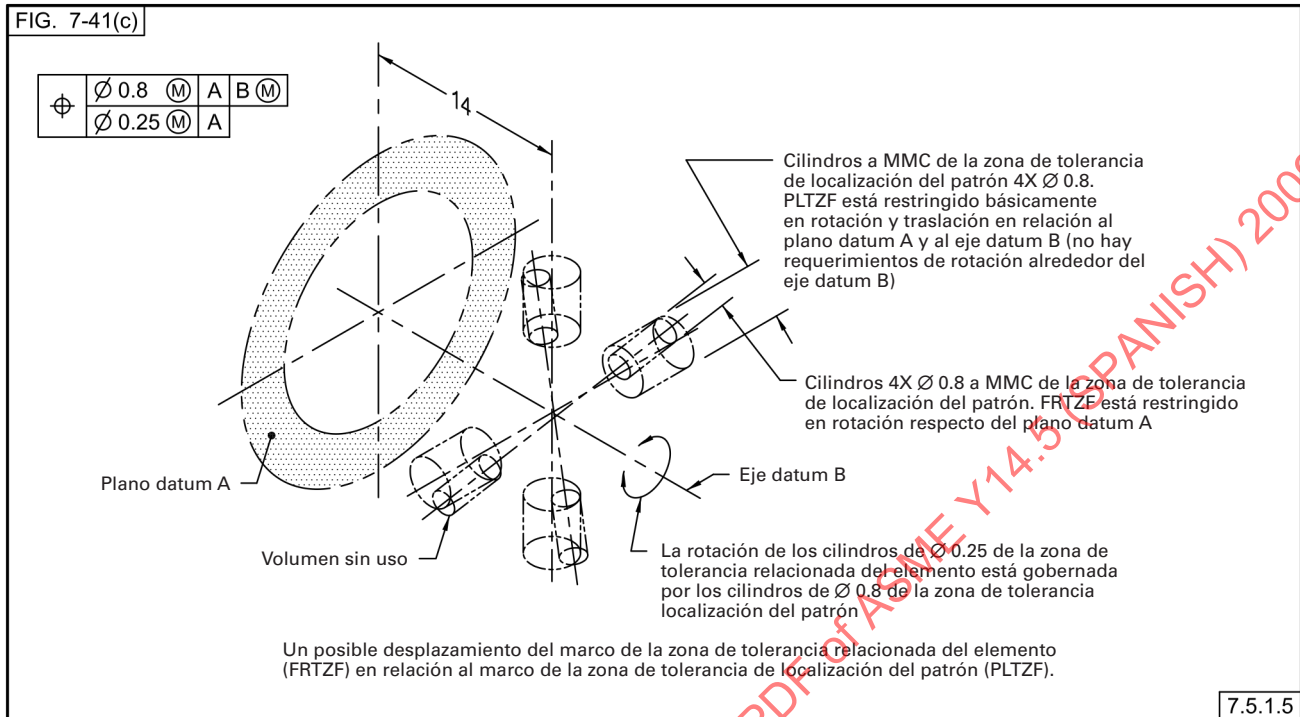


Fig. 7-41 Patrón Radial de Orificios Localizado por medio de Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrones Radiales de Orificios)

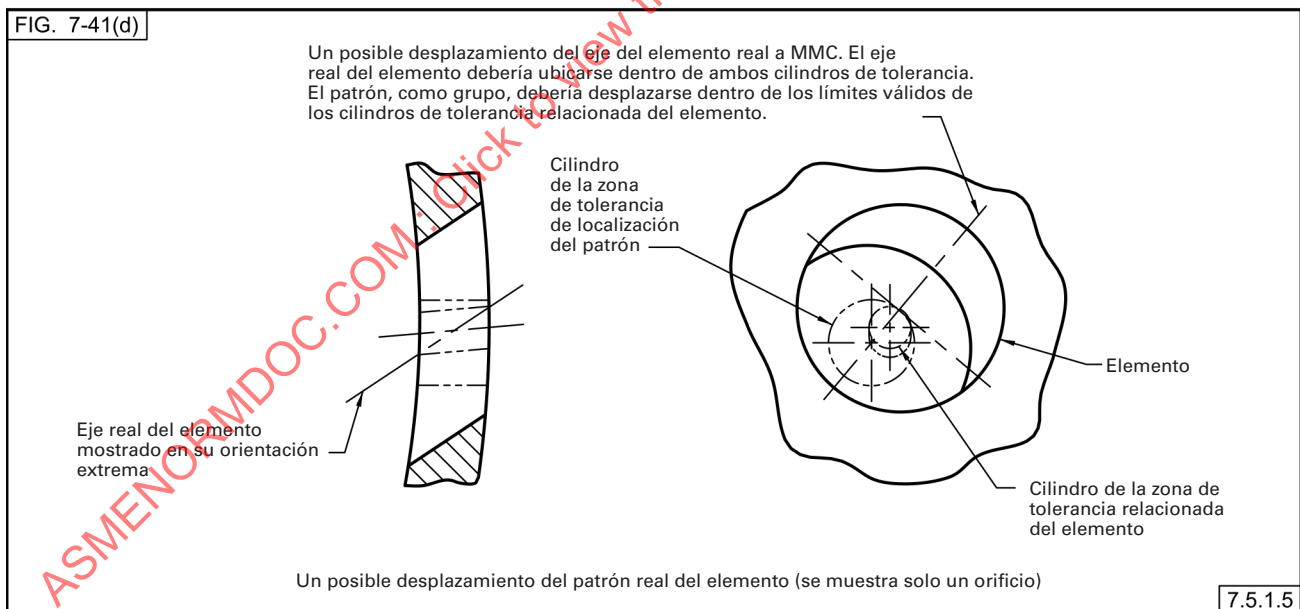


Fig. 7-42 Patrón Radial de Orificios Localizado por medio de Tolerancia Compuesta de Posición

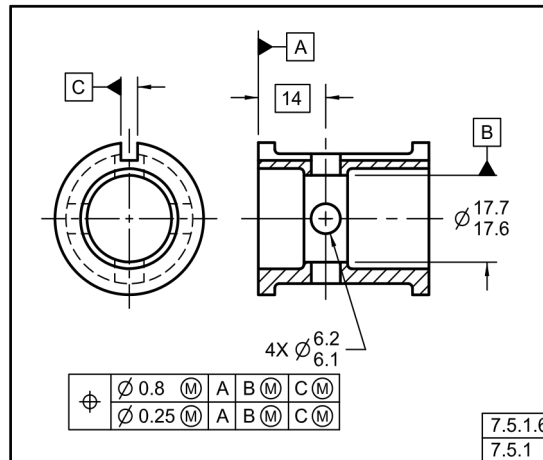
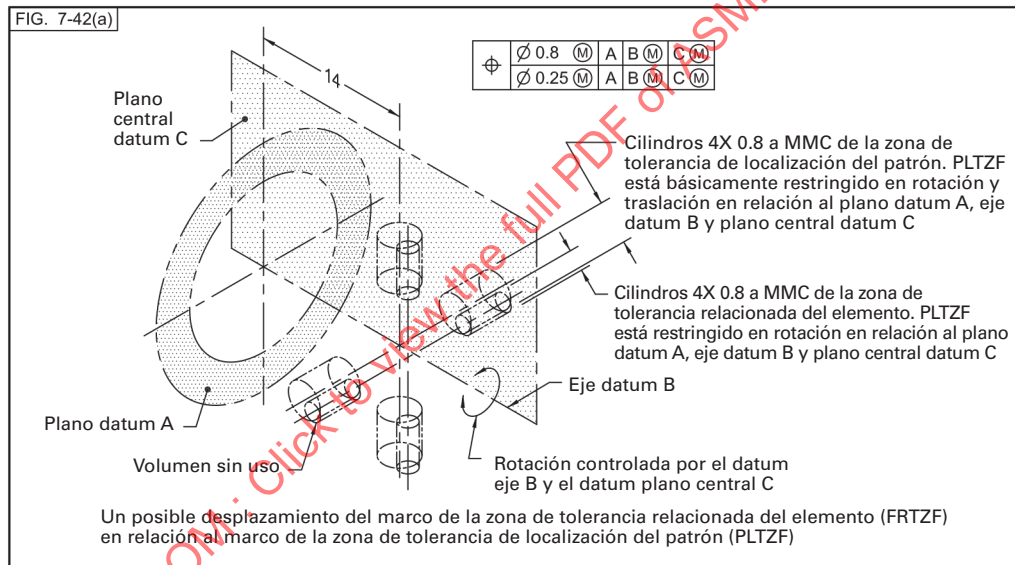
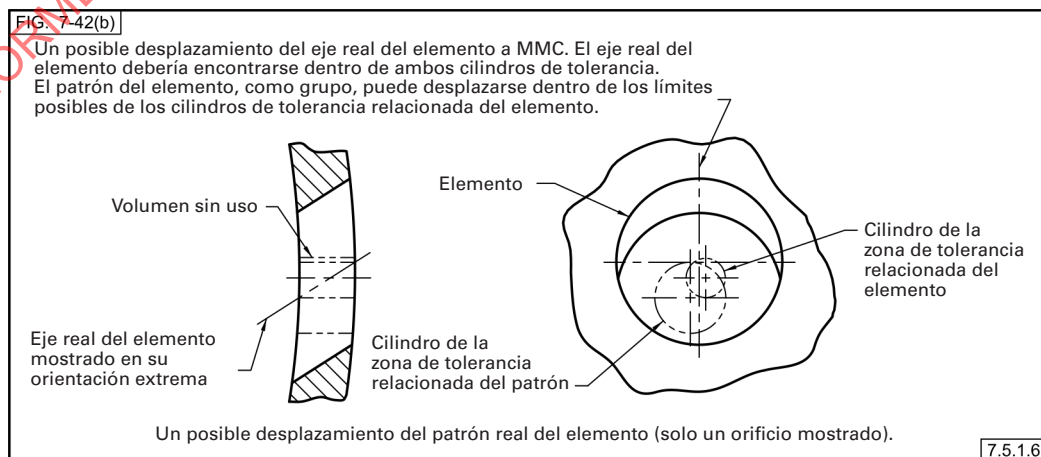
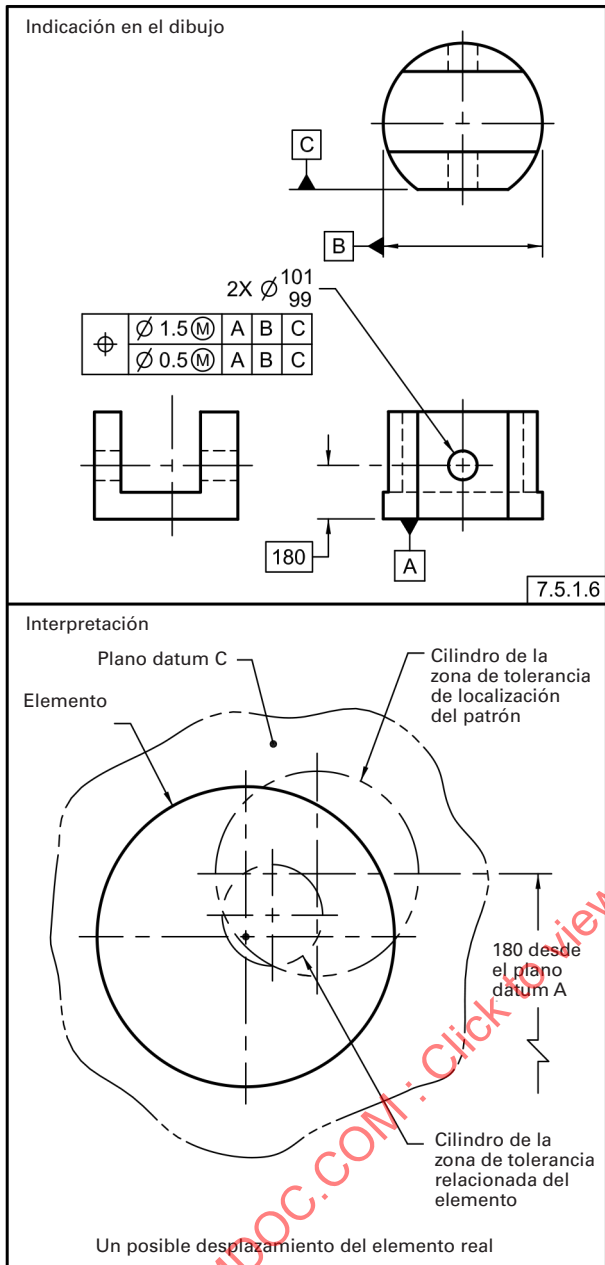
Fig. 7-42 Patrón Radial de Orificios Localizado por medio de Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrón Radial de Orificios)Fig. 7-42 Patrón Radial de Orificios Localizado por medio de Tolerancia Compuesta de Posición (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrón Radial de Orificios)

Fig. 7-43 Orientación Relativa a Tres Planos Datum

tolerancia para el Segmento 2, y del marco de la zona de tolerancia para el Segmento 1.

7.5.2.3 Múltiples Segmentos Individuales Aplicados a un Patrón Radial de Orificios. La Figura 7-48 muestra dos marcos de control de elemento de segmentos individuales. Estos son utilizados cuando se desea especificar una relación de coaxialidad entre el marco de la zona de tolerancia para el Segmento 2 y el marco de la zona de tolerancia para el Segmento 1. En el marco de control de elemento inferior, se muestra una referencia de datum secundario. La Figura 7-48, ilustración (a), muestra que las zonas de tolerancia para el Segmento 2 son paralelas al plano datum A y coaxiales al eje datum B. Mientras

se mantiene la coaxialidad y el paralelismo, la zona de tolerancia para el segmento 2 puede ser desplazada rotacionalmente, al estar gobernada por los cilindros de tolerancia de la zona de tolerancia para el Segmento 1. Los ejes de los elementos en el patrón de elementos reales pueden ser desplazados, individualmente o como un patrón, dentro de los límites de los cilindros de tolerancia más pequeños. Las porciones de las zonas de tolerancia menores localizadas fuera de las zonas de tolerancia mayores no son utilizables, debido a que los ejes de los elementos reales deben residir dentro de los límites de ambas zonas. Consulte la Figura 7-48, ilustración (b).

7.5.3 Tolerancias de Posición Coaxiales

La siguiente es una explicación de las tolerancias de posición aplicadas a patrones coaxiales de elementos de tamaño.

7.5.3.1 Patrón Coaxial de Elementos de Tamaño.

Una tolerancia de posición compuesta puede ser utilizada para controlar la alineación de dos o más elementos de tamaño coaxiales. Este método permite un control específico de la coaxialidad de elemento de tamaño a elemento de tamaño sin restringir excesivamente la tolerancia de localización del patrón.

7.5.3.2 Dos o Más Elementos de Tamaño en la Tolerancia de Localización del Patrón. Los controles, tales como los mostrados en la Figura 7-49, pueden ser especificados cuando se desea producir dos o más elementos de tamaño coaxiales dentro de una zona de tolerancia de localización de un patrón relativamente mayor. El eje central de los cilindros PLTZF es paralelo a los datums A y B. Debido a que el segmento inferior (relación de elementos) del marco de control de elemento no invoca datums de orientación, el eje central del cilindro FRTZF puede estar sesgado en relación con el eje central del cilindro PLTZF. Dependiendo del tamaño producido realmente de cada elemento de tamaño coaxial, cada eje individual de elemento de tamaño puede estar inclinado dentro de su respectivo cilindro de la zona de tolerancia.

7.5.3.3 Restricción Rotacional de Tolerancias Relacionadas al Elemento.

Cuando se desea refinar la restricción rotacional de los cilindros de FRTZF mientras están gobernados por los límites establecidos por los cilindros PLTZF, las referencias datum especificadas en el segmento superior del marco se repiten, según aplique, y en el mismo orden de precedencia, en el segmento inferior del marco de control de elemento. Consulte la Figura 7-50. Debido a que el segmento inferior (relativo al elemento) del marco de control de elemento invoca los datums A y B, el eje común de los cilindros FRTZF debería ser paralelo al eje común de los cilindros PLTZF. Cuando los orificios se especifican a diferentes tamaños y los mismos requerimientos aplican a todos los orificios, se usará un símbolo de control de elemento individual, y se complementará con una anotación tal como DOS

Fig. 7-44 Tolerancia Posicional para orificios Coaxiales del Mismo Tamaño, Refinamiento Parcial (Paralelismo) de un Eje Relacionado del Elemento Respecto de los Datums A y B con Mayor Refinamiento del Paralelismo Respecto del Datum A

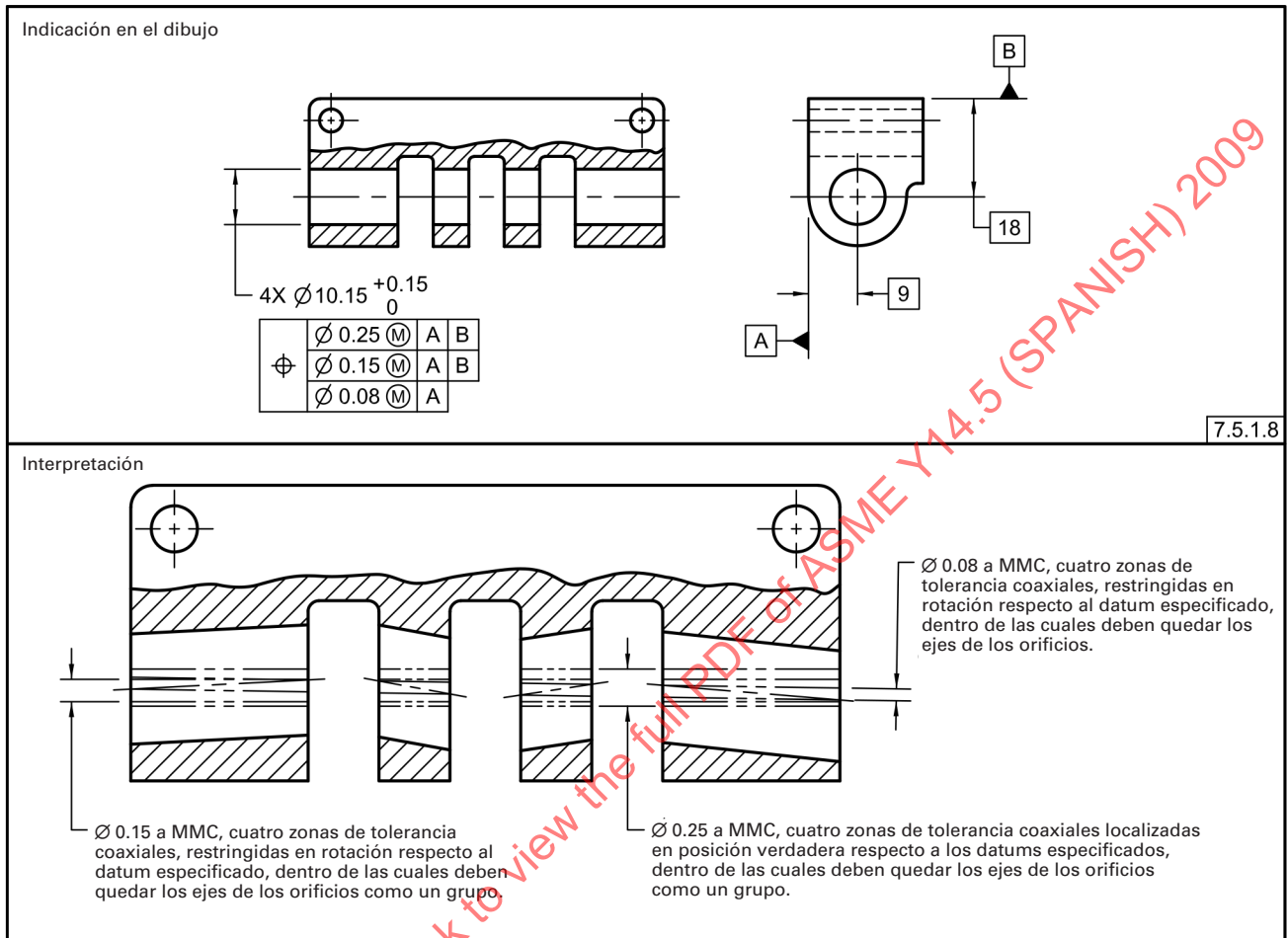


Fig. 7-45 Tolerancia Compuesta de Tres Segmentos

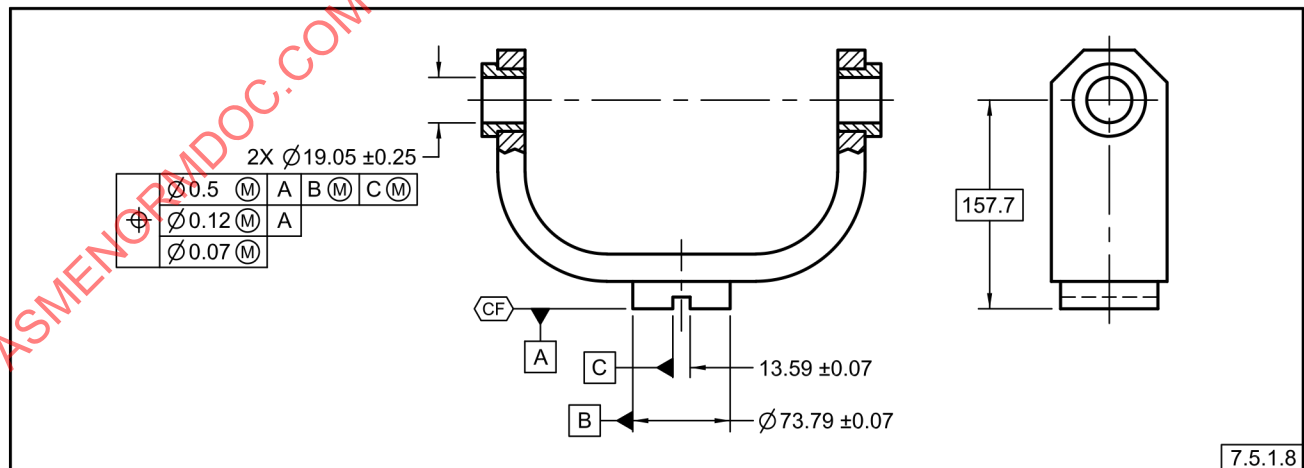


Fig. 7-46 Patrón de Orificios de la Fig. 7-38. Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales con Datum Secundario en el Marco de Control de Elemento Inferior

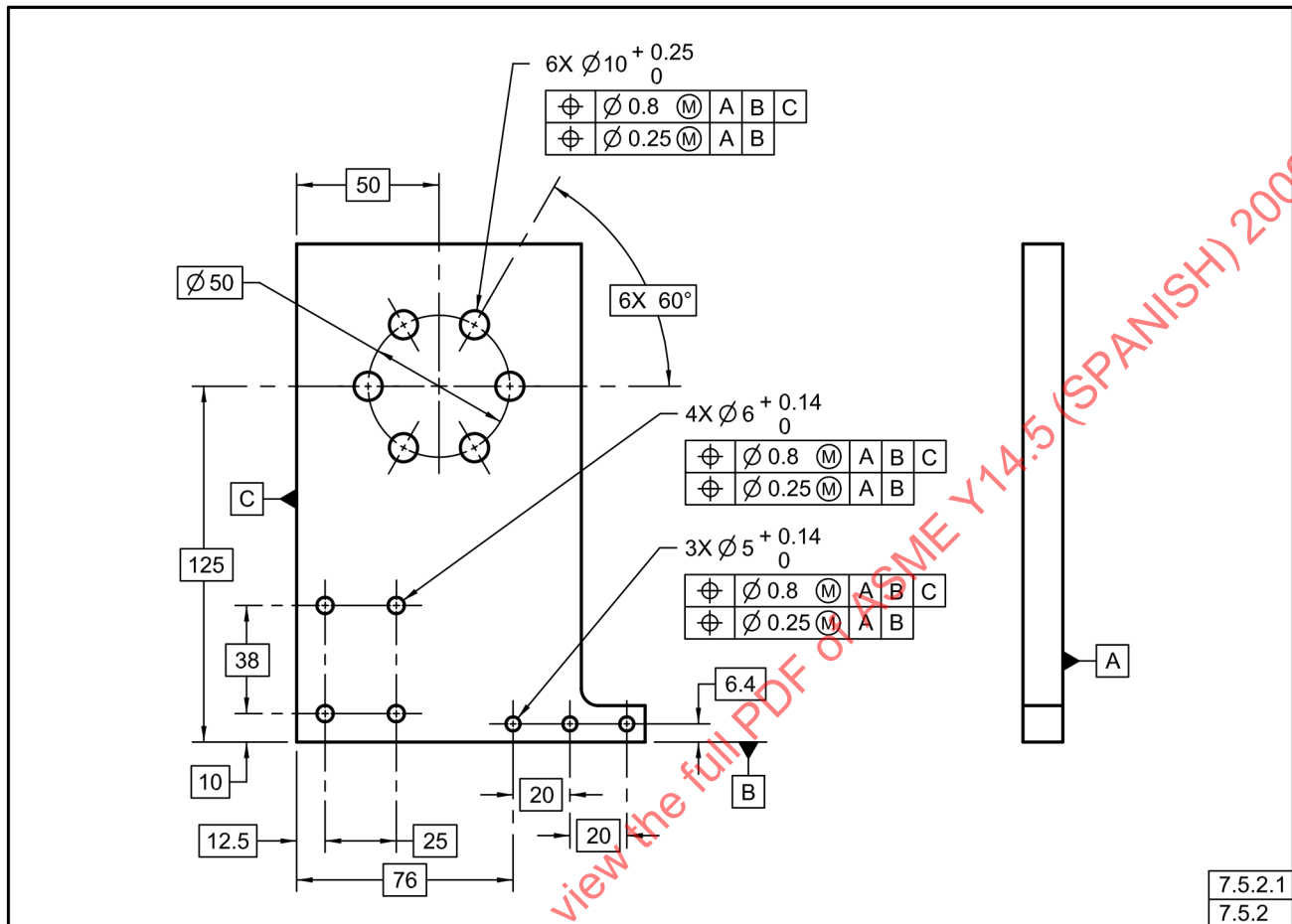


Fig. 7-46 Patrones de Orificios de la Fig. 7-46. Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales con Datum Secundario en el Marco de Control de Elemento Inferior (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrón de Tres Orificios)

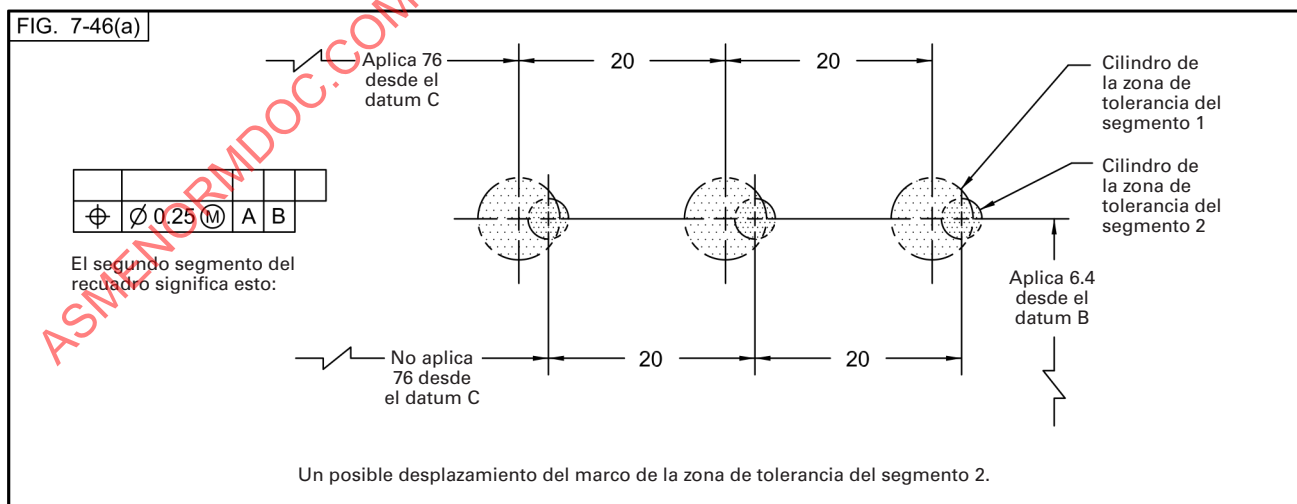


Fig. 7-46 Patrones de Orificios de la Fig. 7-46. Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales con Datum Secundario en el Marco de Control de Elemento Inferior (Continuación)
(Límites de Aceptación para orificios en el Patrón)

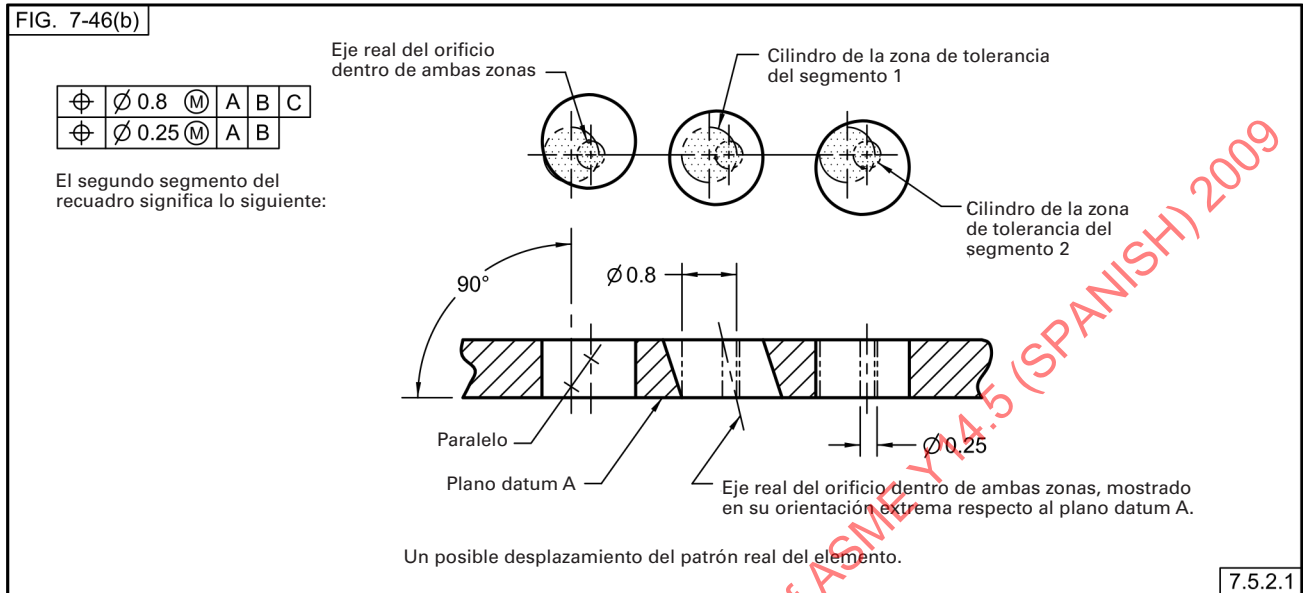


Fig. 7-46 Patrones de Orificios de la Fig. 7-46. Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales con Datum Secundario en el Marco de Control de Elemento Inferior (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrón de Seis Orificios)

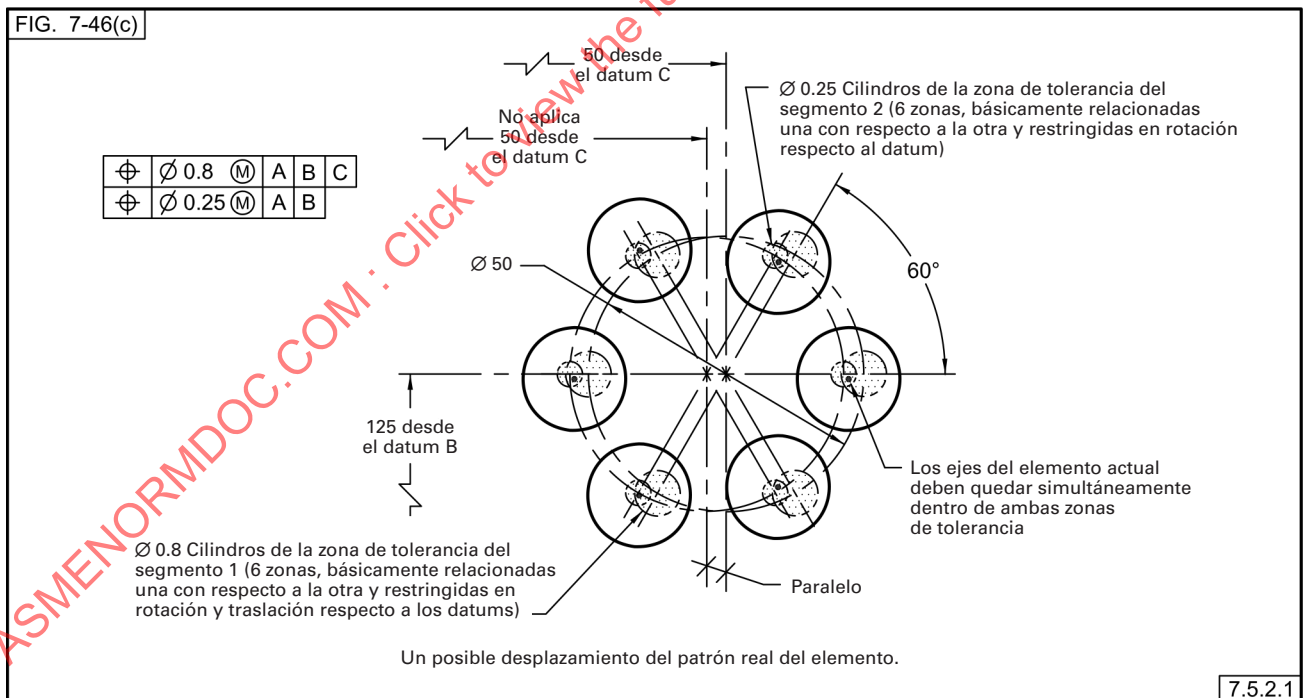


Fig. 7-47 Tolerancia de Posición con Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales

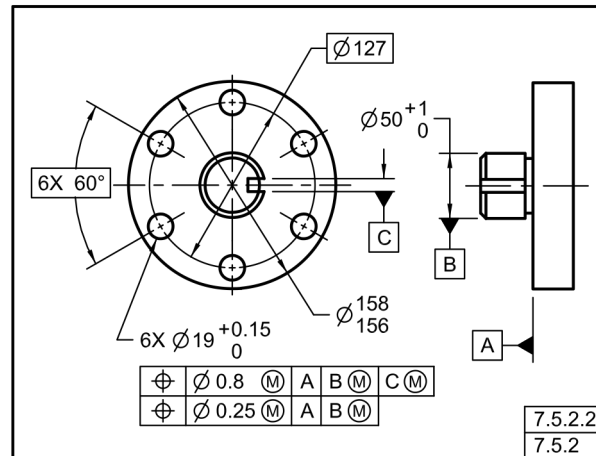


Fig. 7-47 Tolerancia de Posición con Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales (Continuación)

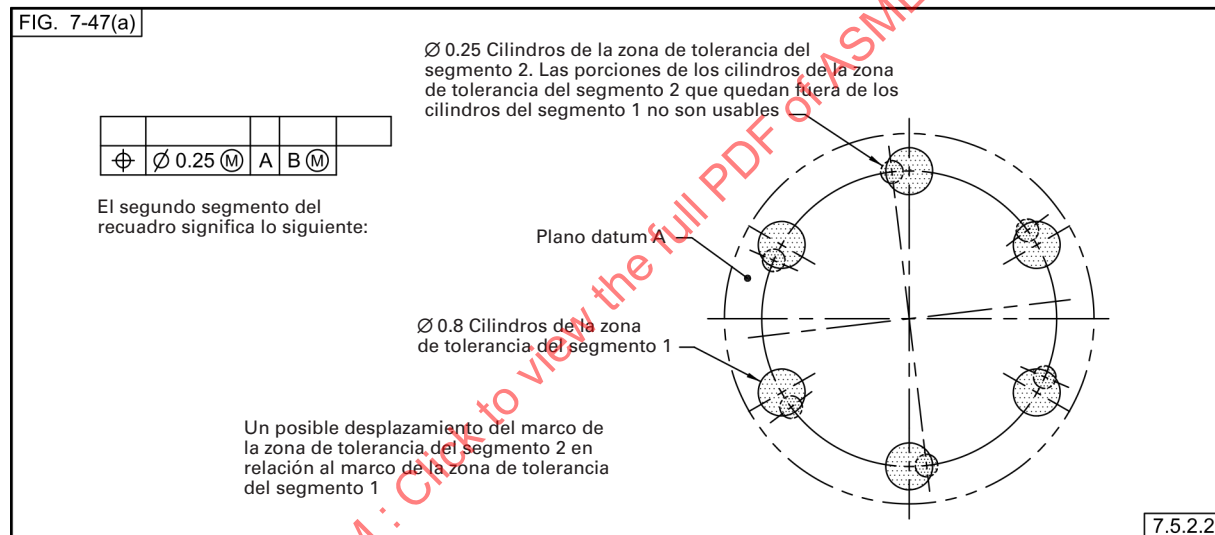


Fig. 7-48 Patrón Radial de Orificios Localizado por Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales

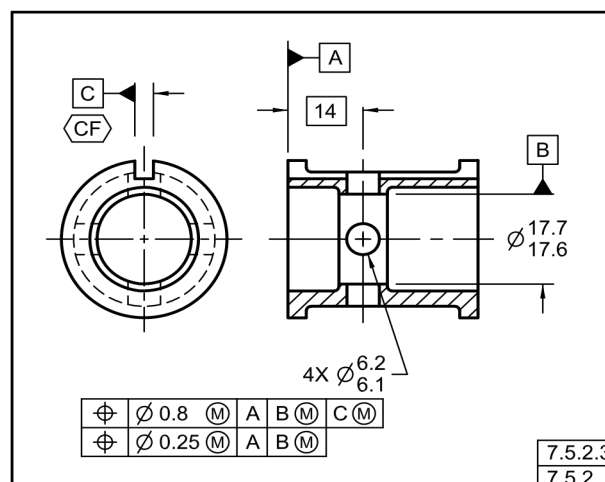


Fig. 7-48 Patrón Radial de Orificios Localizado por Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrón Radial de Orificios)

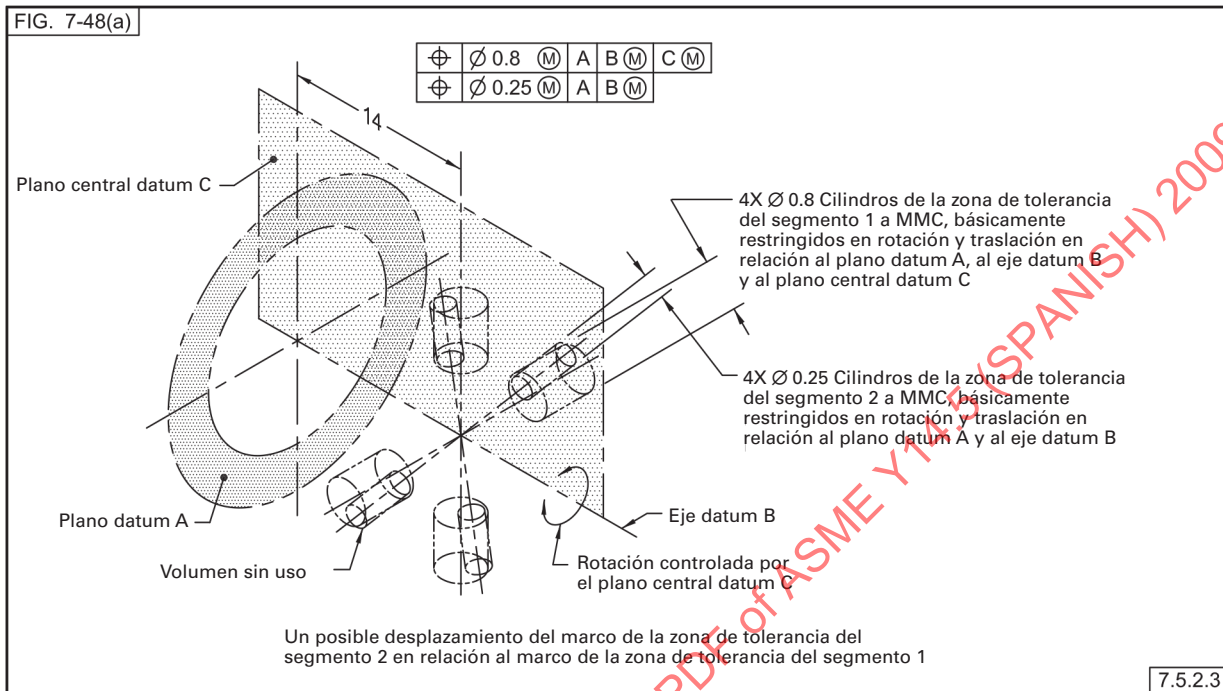
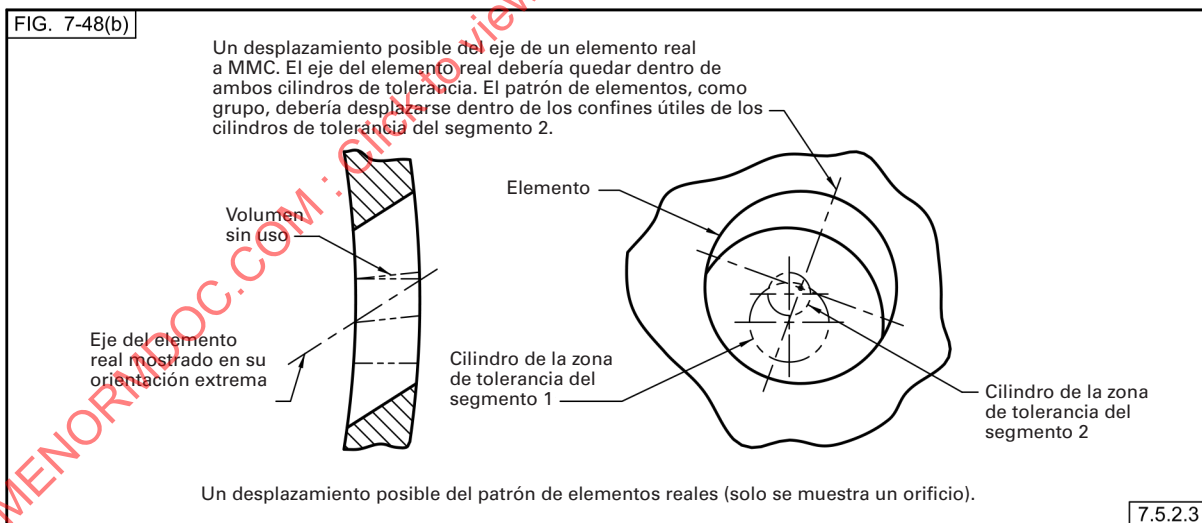


Fig. 7-48 Patrón Radial de Orificios Localizado por Marcos de Control de Elemento de Múltiples Segmentos Individuales (Continuación)
(Zonas de Tolerancia para Patrón Radial de Orificios)



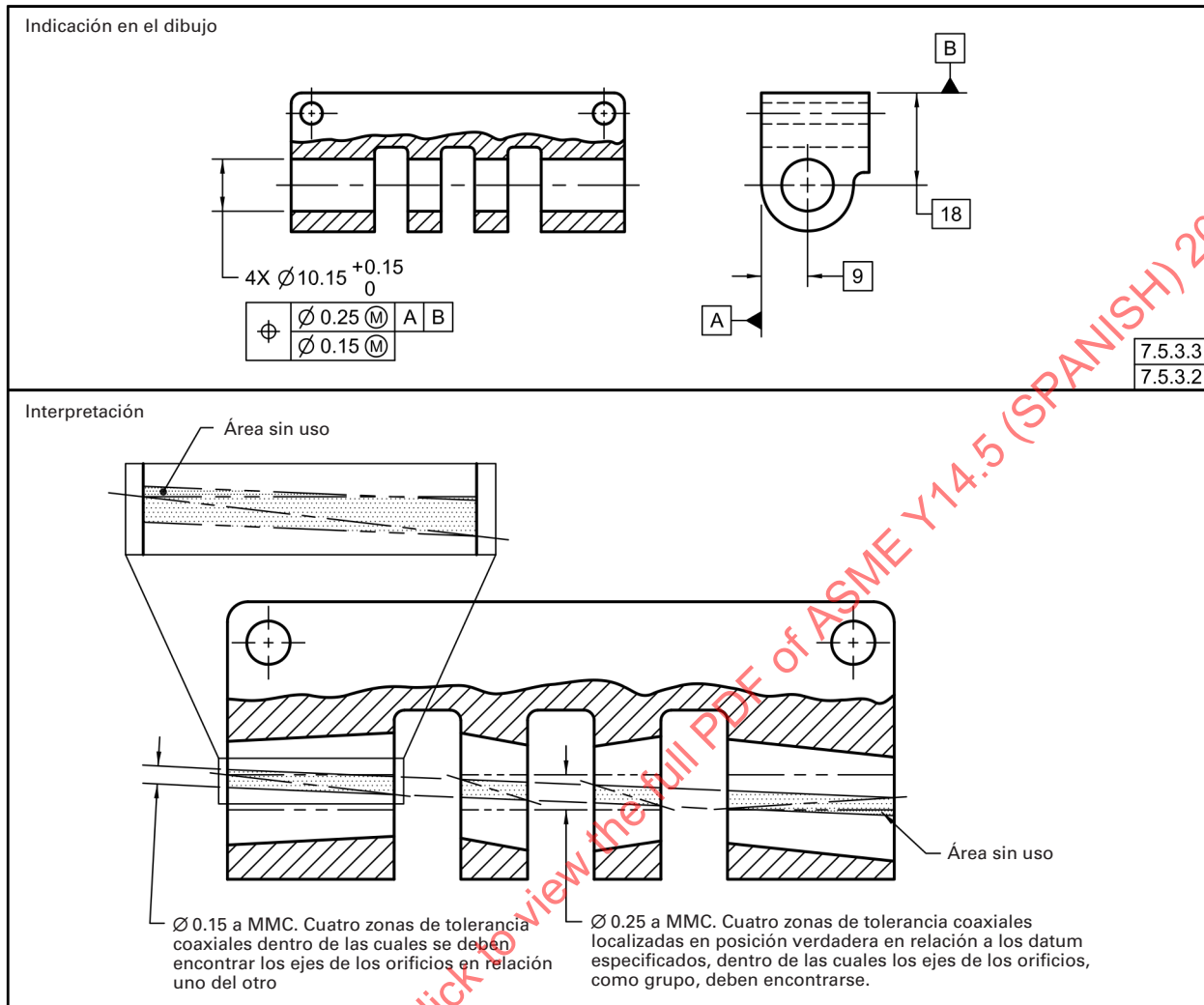
ORIFICIOS COAXIALES. Consulte la Figura 7-51. Aplican las mismas relaciones de las zonas de tolerancia que para la Figura 7-4

7.5.4 Requisitos Simultáneos

Los requisitos simultáneos son aplicables para tolerancias de posición.

7.5.4.1 Requisitos Simultáneos: RMB. Cuando múltiples patrones de elementos de tamaño son localizados en relación con elementos datum comunes que no están sujetos a tolerancias de tamaño, o a elementos datum comunes de tamaño especificados según RMB, se considera que son un patrón individual. Por ejemplo, en la Figura 7-52 cada patrón de elementos de tamaño está localizado en relación con elementos

Fig. 7-49 Tolerancia de Posición para Orificios Coaxiales del Mismo Tamaño



datum comunes no sujetos a tolerancias de tamaño. Debido a que todas las dimensiones de localización son básicas y todas las mediciones se realizan a partir de un marco de referencia datum común, los requisitos de tolerancia de posición para la pieza son considerados como un requisito individual tal como está ilustrado en la Figura 7-53. Cuando se miden desde los datums A, B y C, los centros reales de todos los orificios deben caer en o dentro de sus respectivas zonas de tolerancia.

NOTA: la explicación dada en la Figura 7-53 aún aplica cuando la verificación independiente de localizaciones de patrones se hace necesaria debido al tamaño o la complejidad de la pieza.

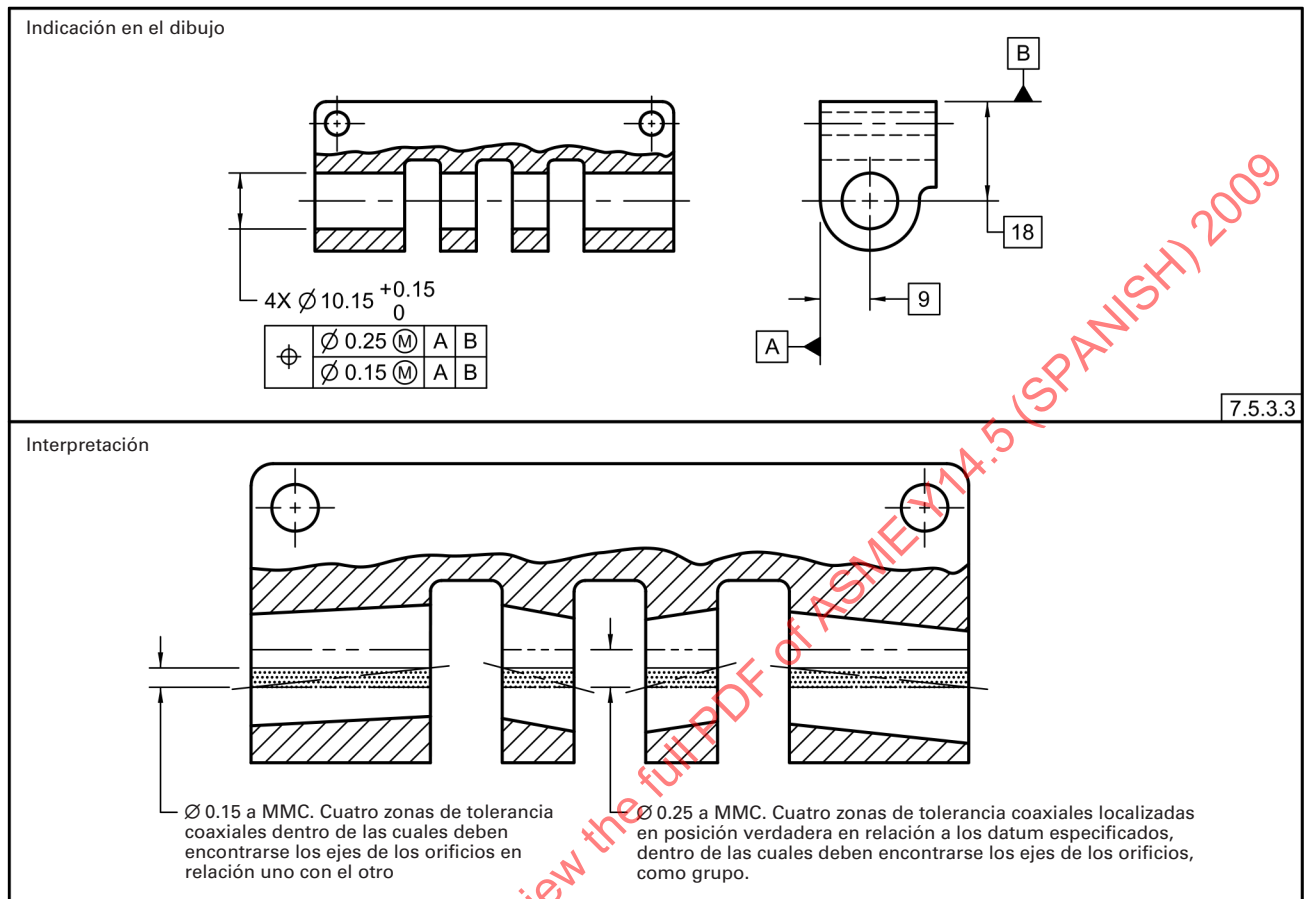
7.5.4.2 Requisitos Simultáneos: MMB. Cuando cualquiera de los datums comunes en múltiples patrones de elementos de tamaño se especifican según MMB, existe una opción, ya sea que los patrones se consideren como un patrón individual o con requisitos separados. Si no se añade una nota adyacente a los marcos de control de elemento, los patrones serán tratados como un patrón

individual. Cuando se desea permitir que los patrones sean tratados como patrones separados, se debería colocar una anotación tal como REQ SEP de manera adyacente a cada marco de control de elemento. Consulte la Figura 7-54. Esto permite que los elementos de tamaño datum establezcan un marco de referencia datum separado para cada patrón de elementos de tamaño como un grupo. Estos marcos de referencia datum pueden trasladar y rotar independientemente unos de otros, resultando en una relación de independencia entre los patrones. Este principio no aplica a los segmentos inferiores de los marcos de control de elementos compuestos, excepto lo indicado en el párrafo 4.19.

7.5.5 Múltiples Tolerancias de Posición para un Patrón de Elementos de Tamaño

Si se especifican datums diferentes, modificadores de datums diferentes, o los mismos datums en un orden de precedencia diferente, entonces esto constituye un marco de referencia datum y requisitos de diseño diferentes.

Fig. 7-50 Tolerancia de Posición para Orificios Coaxiales del Mismo Tamaño, Refinamiento Parcial (Paralelismo) del Eje Relacionado al Elemento.



Esto no se debería especificar utilizando el método de tolerancia de posición compuesta. Se utiliza un segundo marco de control de segmento individual para establecer una tolerancia especificada separadamente, incluidos los datums que apliquen, como un requisito independiente. Consulte la Figura 7-55.

7.6 CONTROLES DE ELEMENTOS COAXIALES

La coaxialidad es la condición en la que los ejes de la envolvente de acoplamiento real no relacionada, el eje de la envolvente de material mínimo no relacionada, o los puntos medios, según aplique, de una o más superficies de revolución coinciden con un eje datum u otro elemento eje. La cantidad permitida de variación de coaxialidad puede ser expresada por diferentes medios, que incluyen una tolerancia de posición, una tolerancia de oscilación, una tolerancia de concentricidad o una tolerancia de perfil de superficie.

7.6.1 selección de controles de elementos coaxiales

La selección del control apropiado depende de los requisitos funcionales del diseño.

(a) La tolerancia de posición se recomienda cuando el eje o la superficie de elementos deben ser controlados, y aplica el uso de modificadores de material RFS, MMC o LMC. Consulte el párrafo 7.6.2.

(b) La tolerancia de oscilación se recomienda cuando la superficie de un elemento debería ser controlada en relación con el eje datum. Consulte el párrafo 9.2.

(c) La tolerancia de concentricidad es recomendada cuando la relación entre los puntos medianos derivados del elemento controlado y el eje datum es la preocupación primaria del diseño, o cuando el control coaxial de elementos no circulares es un requisito de diseño. Consulte párrafo 7.6.4 y la nota en párrafo 7.6.4.1.

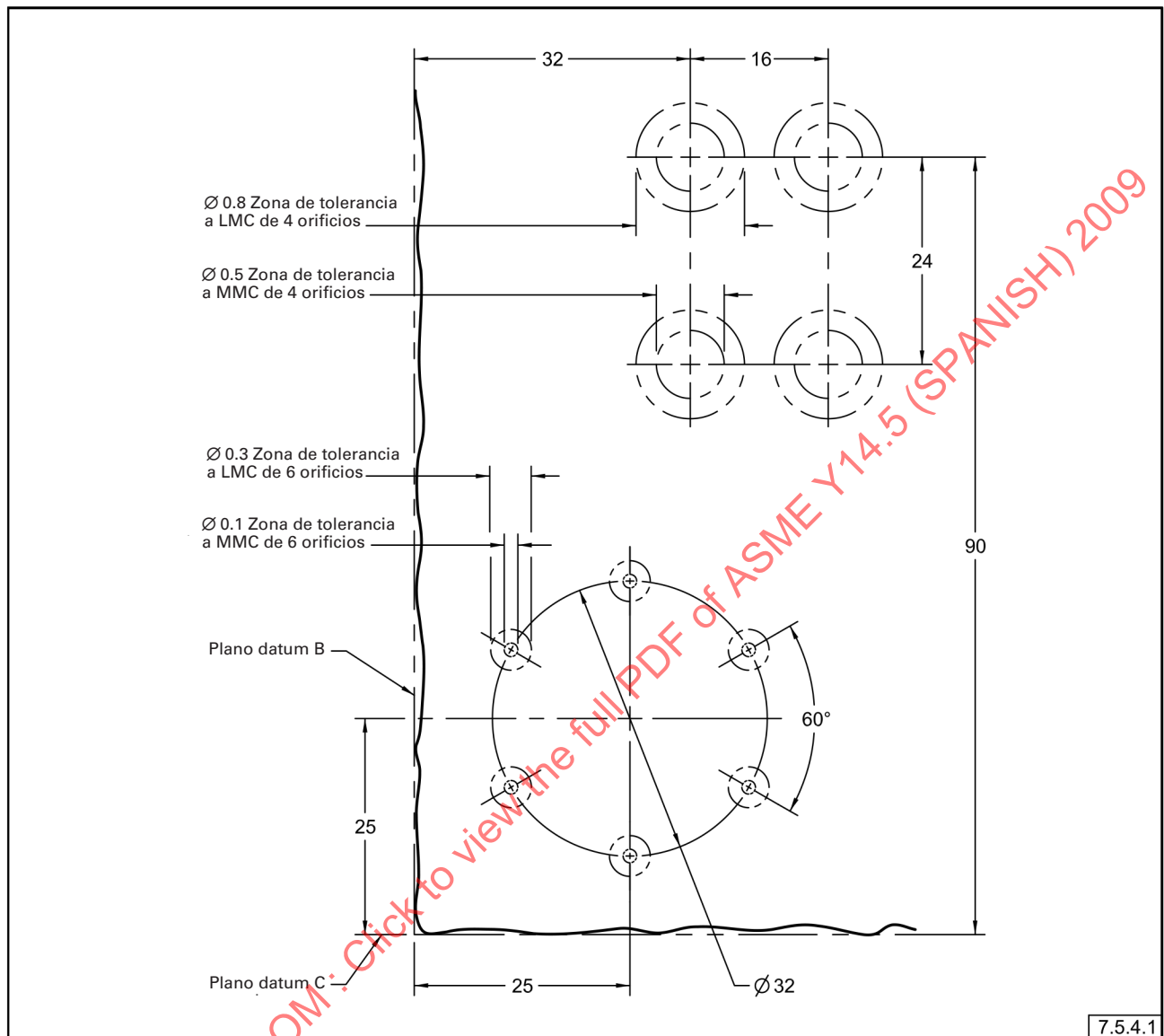
(d) La tolerancia de perfil se recomienda cuando se desea lograr un control combinado de tamaño, forma, orientación y localización de un elemento dentro del área de tolerancia declarada. Consulte el párrafo 7.6.5.

7.6.2 Control de Tolerancia de Posición

La tolerancia de posición se recomienda cuando las superficies de revolución son cilíndricas y el control



Fig. 7-53 Zonas de Tolerancia para Conjuntos Mostrados en Fig. 7-52



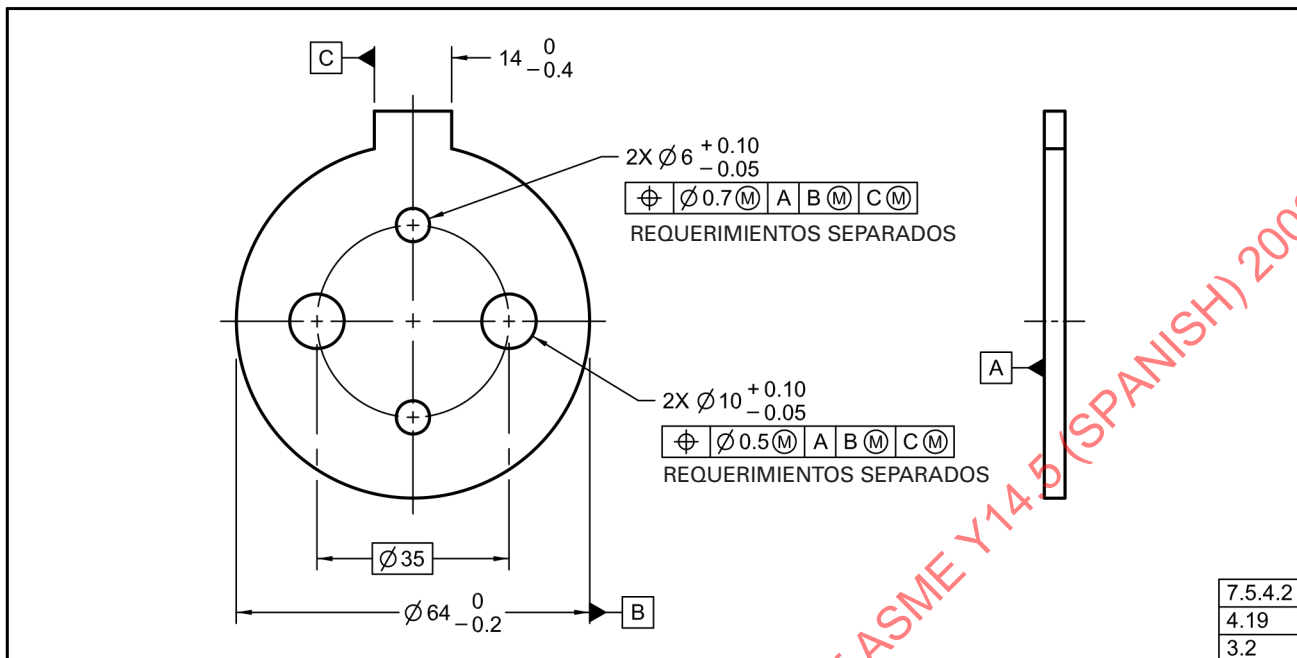
de los ejes puede ser aplicado conforme a la condición de material.

7.6.2.1 Relaciones Coaxiales. Una relación coaxial puede ser controlada especificando una tolerancia de posición a MMC. Consulte la Figura 7-56. Una relación coaxial también puede ser controlada especificando una tolerancia de posición a RFS (como en la Figura 7-57) o LMC (como en la Figura 7-17). Dependiendo de los requisitos de diseño, el elemento datum puede ser especificado según MMB, LMB o RMB. En la Figura 7-56, el elemento datum está especificado según MMB. En estos casos, cualquier alejamiento del elemento datum desde MMC puede resultar en un desplazamiento adicional entre su eje y el eje del elemento considerado. Consulte las condiciones mostradas en Figura 7-58. Cuando dos o más elementos están coaxialmente relacionados a un

datum (por ejemplo, una flecha con varios diámetros), los elementos considerados están desplazadas como un grupo en relación con el elemento datum, tal como se explicó en el párrafo 7.5.3.2 para un patrón de elementos.

7.6.2.2 Elementos Coaxiales Controladas Dentro de los Límites de Tamaño. Cuando es necesario controlar la coaxialidad de elementos relacionados dentro de sus límites de tamaño, se especifica una tolerancia de posición cero a MMC. El elemento datum normalmente se especifica según MMB. Consulte la Figura 7-56, ilustración (b). La tolerancia establece límites coaxiales de forma perfecta. Las variaciones en coaxialidad entre los elementos solo están permitidas cuando los elementos se alejan de su tamaño MMC hacia LMC. La variación permitida de posición está dentro de la porción

Fig. 7-54 Patrones Múltiples de Elementos, Requerimientos Separados



“Interpretación” de la Figura 7-56. Consulte la Figura 7-58 para los posibles desplazamientos.

7.6.2.3 Elementos Coaxiales sin Referencias de Datums. Una relación coaxial puede ser controlada especificando una tolerancia de posición sin referencias de datums, tal como se muestra en la Figura 7-59. Este método permite especificar el control de coaxialidad de elemento a elemento. Cuando los elementos son especificados con diferentes tamaños, se utiliza un marco de control de elemento individual con una anotación suplementaria, tal como DOS Elementos COAXIALES. Una especificación de tolerancia de posición sin referencia datum crea una relación entre los elementos con tolerancia, pero no implica una relación con cualquier otro elemento. Estas elementos con tolerancia pueden ser identificadas como elementos datum individuales que pueden entonces ser referenciados en los marcos de control de elemento de otros elementos, según sea necesario.

7.6.3 Control de Tolerancia de Oscilación.

Para obtener información sobre el control de superficies de revolución, como cilindros y conos, en relación con un eje datum, con una tolerancia de oscilación, consulte el párrafo 9.2.

7.6.4 Concentricidad

La concentricidad es la condición en la que los puntos medios de todos los elementos diametralmente opuestos de una superficie de revolución (o los puntos medios de los elementos correspondientemente localizados

de dos o más elementos dispuestos radialmente) son congruentes con un eje datum (o punto central).

7.6.4.1 Tolerancia de Concentricidad. Una tolerancia de concentricidad es una zona de tolerancia cilíndrica (o esférica) cuyo eje (o punto central) coincide con el eje (o punto central) del elemento. Los puntos medios de todos los elementos correspondientemente localizados de un elemento que se están controlando, independientemente del tamaño del elemento, deben caer dentro de la zona de tolerancia cilíndrica (o esférica). La tolerancia especificada puede aplicar solo sobre la base de RFS, y la referencia de datum puede aplicar únicamente sobre la base de RMB. Consulte la Figura 7-60. A diferencia del control de posición definido en el párrafo 7.6.2, en el cual las mediciones tomadas a lo largo de una superficie de revolución se realizan para determinar la localización (excentricidad) del eje o punto central, una tolerancia de concentricidad requiere el establecimiento y la verificación de los puntos medios del elemento.

NOTA: Los requisitos de concentricidad, tal como se describen arriba, son sustancialmente diferentes de las tolerancias de posición, perfil u oscilación.

7.6.4.2 Diferencias Entre Concentricidad y Otros Controles de Coaxialidad. Los artículos mostrados en las Figuras 7-61 y 7-62 son dos posibles configuraciones aceptables del artículo mostrado en la Figura 7-57.

7.6.4.2.1 Control de Elementos con Tolerancias de Posición. En la Figura 7-61, el eje de la envolvente de acoplamiento real no relacionada del elemento controlado ha sido desplazado 0.2 hacia la izquierda, en relación con

Fig. 7-55 Tolerancias Múltiples de Posición para un Patrón de Elementos

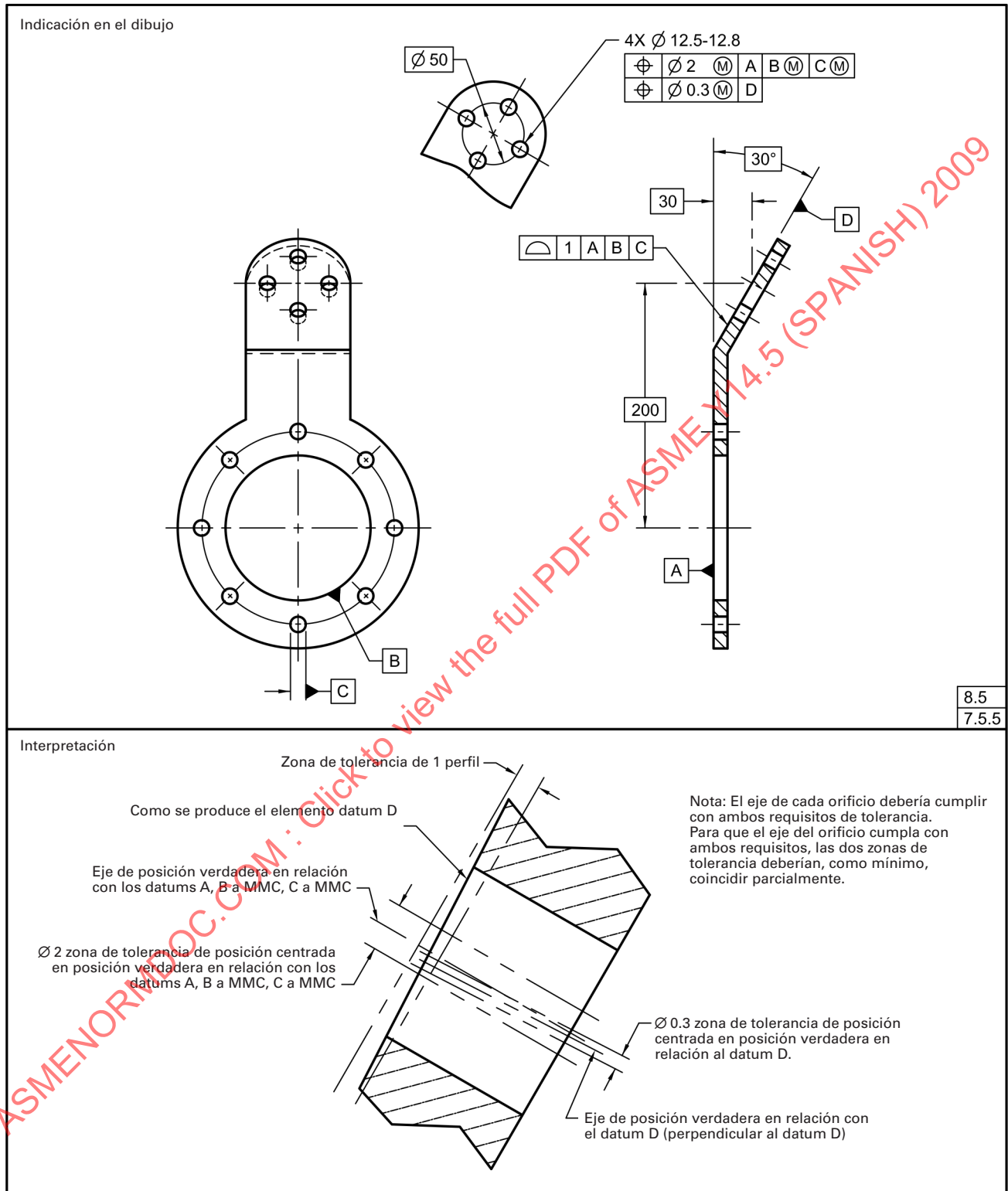


Fig. 7-56 Tolerancia de Posición para Coaxialidad

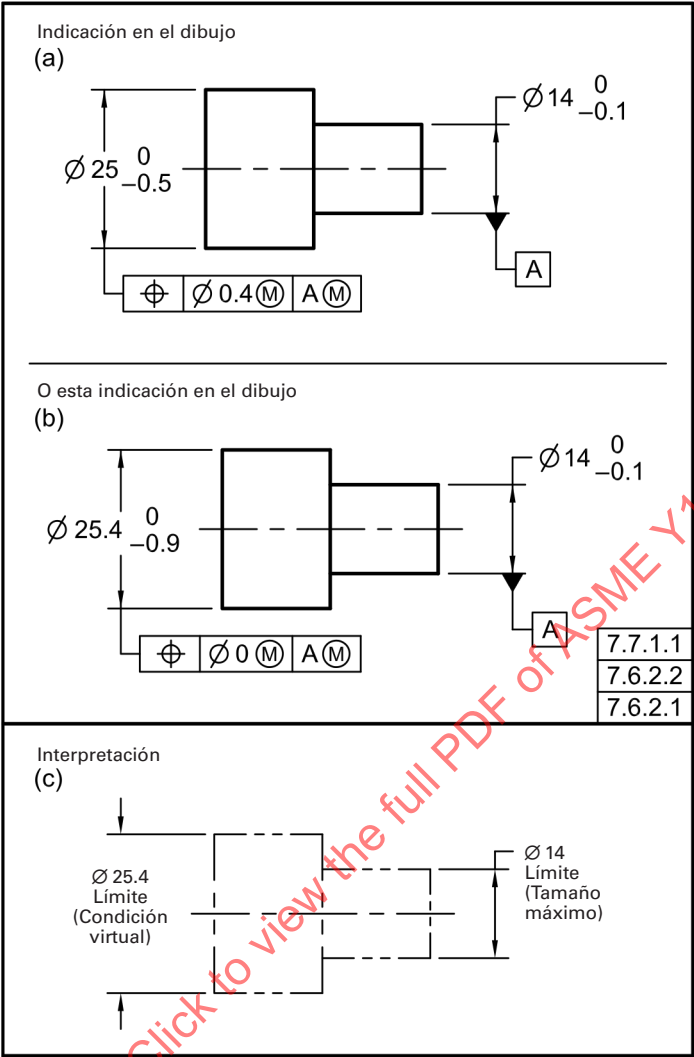


Fig. 7-57 Elemento Controlado con Tolerancia de Posición a RFS y Datum Referenciado a RMB para Coaxialidad

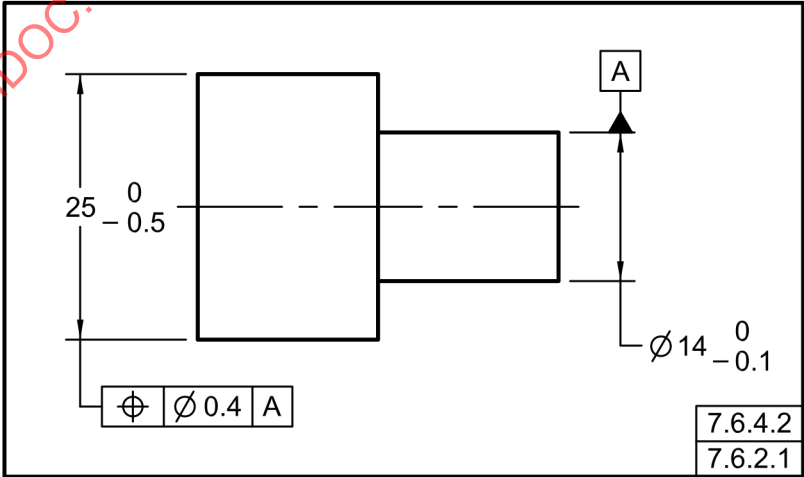
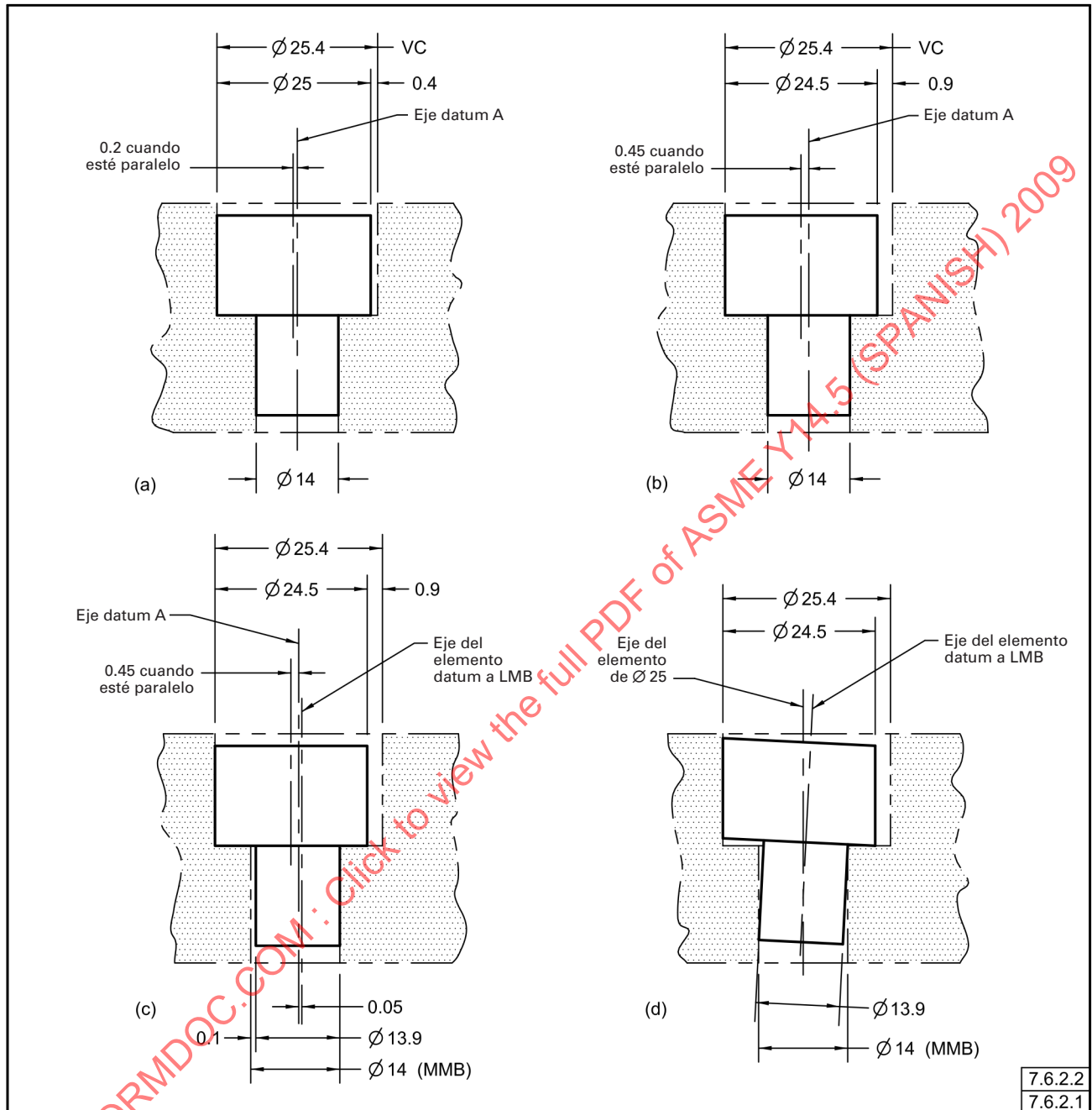


Fig. 7-58 Algunas de las Condiciones Permisibles de la Pieza Mostrada en la Fig. 7-56



el eje del elemento datum A, y se removió 0.5 de material del lado derecho de la superficie del elemento. En la Figura 7-62, el eje de la envolvente de acoplamiento real no relacionada del elemento controlado ha sido desplazada 0.2 hacia la izquierda, en relación con el eje del elemento datum A, mientras que se removió 0.25 de material del lado superior de la superficie del elemento y 0.25 de material del lado inferior de la superficie del elemento. Debido a que el tamaño de la envolvente de acoplamiento real no relacionado de los elementos controlados en las Fig. 7-61 y 7-62 tiene un diámetro de 25, los elementos

controlados se mantienen dentro de los límites de tamaño aceptables. Para la tolerancia de posición coaxial, la localización del eje de la envolvente de acoplamiento real no relacionada del elemento se controla en relación con el eje del elemento datum. Cuando se revisa la relación de tolerancia de posición coaxial, los artículos mostrados en las Fig. 7-61 y 7-62 son aceptables.

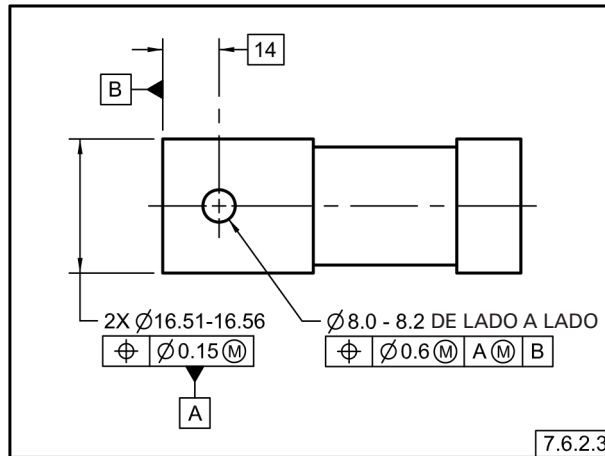
7.6.4.2.2 Control de Elementos con Concentricidad.

Para la concentricidad, las localizaciones de los puntos centrales de los elementos (o de los puntos medios

7.6.2.2

7.6.2.1

Fig. 7-59 Dos Elementos Datum, Eje Datum Simple



correspondientemente localizados) de las piezas diametralmente opuestas, son controladas en relación con el eje datum. Consulte la Figura 7-63. Cuando los artículos mostrados en las Figuras 7-61 y 7-62 se revisan para una relación de concentricidad, solo la pieza mostrada en la Figura 7-62 será aceptable, debido a que los puntos medios de algunos de los componentes diametralmente opuestos en la Figura 7-61 excederán el límite de 0.4 de diámetro del cilindro de tolerancia de concentricidad.

7.6.5 Control de Tolerancias del Perfil de una Superficie

Consulte el párrafo 8.4.2 para obtener información sobre el control de la coaxialidad de una superficie de revolución en relación con un eje datum con tolerancia de perfil de una superficie.

7.7 TOLERANCIAS PARA RELACIONES SIMÉTRICAS

Las relaciones simétricas pueden ser controladas utilizando ya sea tolerancia de posición, perfil o de simetría. Sin embargo, estos controles de tolerancia establecen requisitos con diferencias significativas. La tolerancia de posición para relaciones simétricas establece un requisito en el que el plano central de la envolvente de acoplamiento real no relacionada, de uno o más elementos, es congruente con un eje datum o con un plano central dentro de los límites especificados. MMC, LMC o RFS pueden aplicar para la tolerancia y MMB, LMB o RMB pueden ser aplicados para el elemento datum. La tolerancia de simetría se explica en el párrafo 7.7.2. La tolerancia de perfil se explica en la sección 8.

7.7.1 Tolerancia de Posición a MMC

Una relación simétrica puede ser controlada especificando una tolerancia de posición a MMC, tal como se muestra en la Figura 7-64. Las explicaciones dadas en los subpárrafos 7.4.5.1 (a) y (b) aplican al

elemento considerado. El elemento datum puede ser especificada, ya sea sobre la base de MMB, LMB o RMB, conforme a los requisitos de diseño.

7.7.1.1 Tolerancias de Posición Cero a MMC Para Relaciones Simétricas. Una tolerancia de posición cero a MMC se especifica cuando es necesario controlar la relación simétrica de elementos relacionados dentro de sus límites de tamaño. La tolerancia establece límites simétricos de forma perfecta. Las variaciones en posición entre los elementos son permitidas únicamente cuando el elemento se aleja de su tamaño MMC hacia LMC. Esta aplicación es la misma que la mostrada en Figura 7-56, ilustración (b), con la excepción de que aplica una tolerancia a la localización de un plano central.

7.7.1.2 Tolerancias de Posición RFS. Algunos diseños pueden requerir la aplicación de un control de relación simétrica entre elementos independientemente de sus tamaños reales. En tales casos, la tolerancia de posición especificada se aplica a RFS, y la referencia datum se aplicada a RMB. Consulte la Figura 7-65.

7.7.2 Tolerancia de Simetría para Controlar Puntos Medios de Componentes de Elementos Opuestos o Correspondientemente Localizados

La simetría es la condición en la que los puntos medios de todos las piezas opuestas o correspondientemente localizadas de dos o más superficies de elementos son congruentes con un eje datum o plano central. Cuando los requisitos de diseño dicten la necesidad de usar una tolerancia y un símbolo de simetría, se puede seguir el método mostrado en la Figura 7-66. La explicación dada en el párrafo 7.6.4 aplica al elemento considerado, ya que los controles de simetría y concentricidad son el mismo concepto, excepto cuando se aplican a diferentes configuraciones de piezas. La tolerancia de simetría únicamente puede ser aplicada en RFS y la referencia datum solo puede ser aplicada en RMB.

Fig. 7-60 Tolerancia de Concentricidad

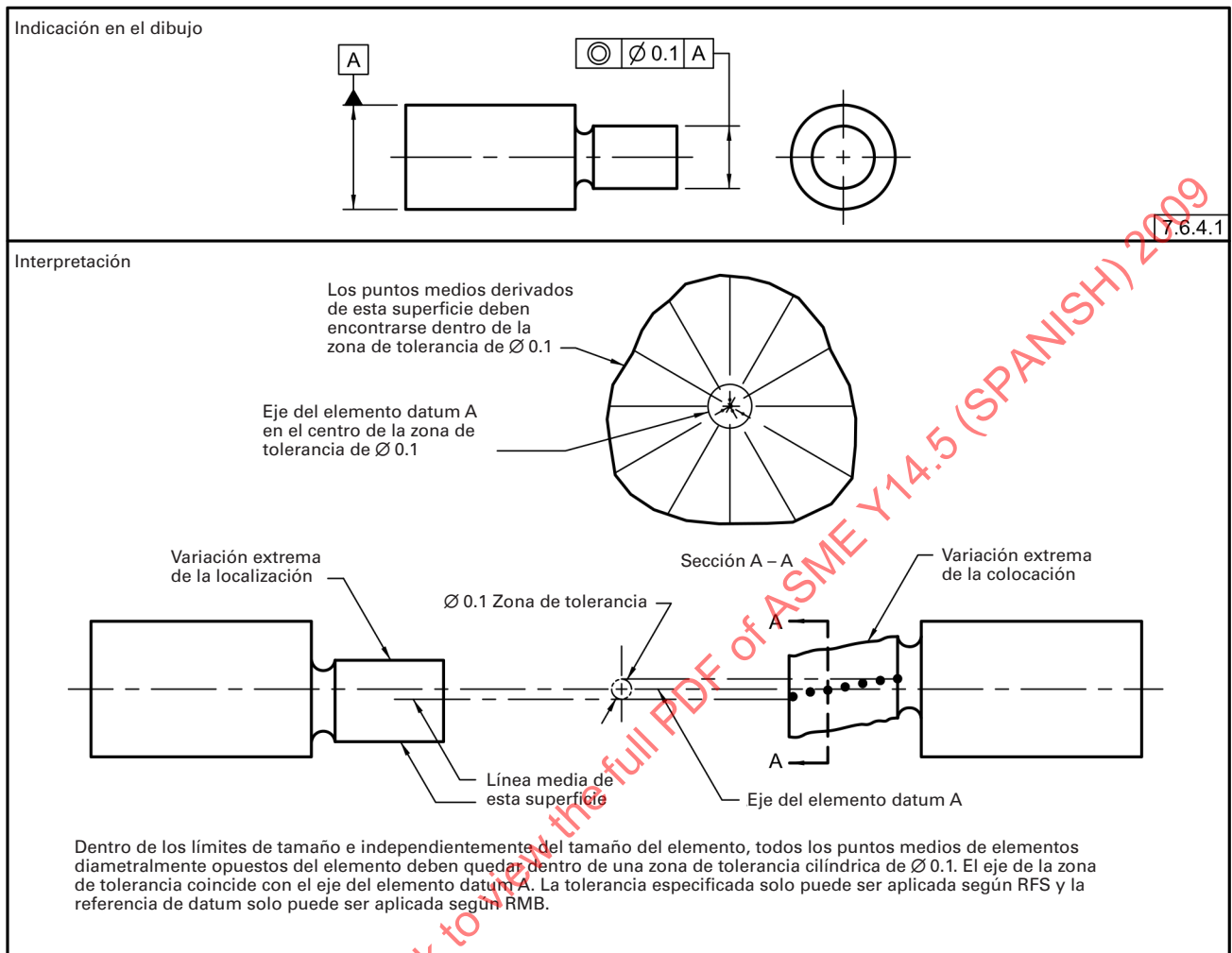


Fig. 7-61 Una Posible Configuración Aceptable de la Pieza Mostrada en la Fig. 7-57

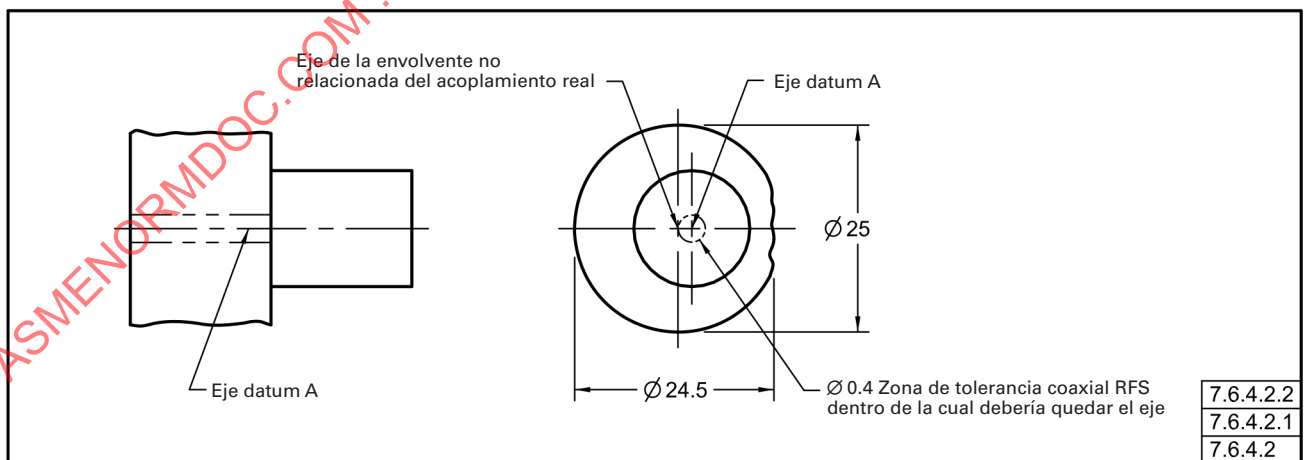


Fig. 7-62 Una Posible Configuración Aceptable de la Pieza Mostrada en la Fig. 7-57

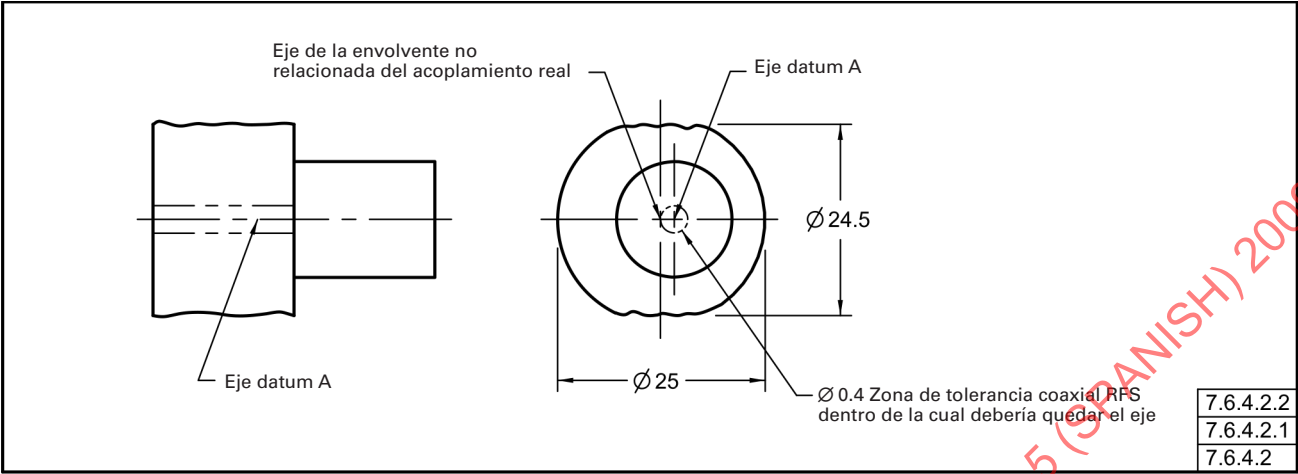


Fig. 7-63 Artículo Mostrado en la Fig. 7-57 Controlado para Concentricidad

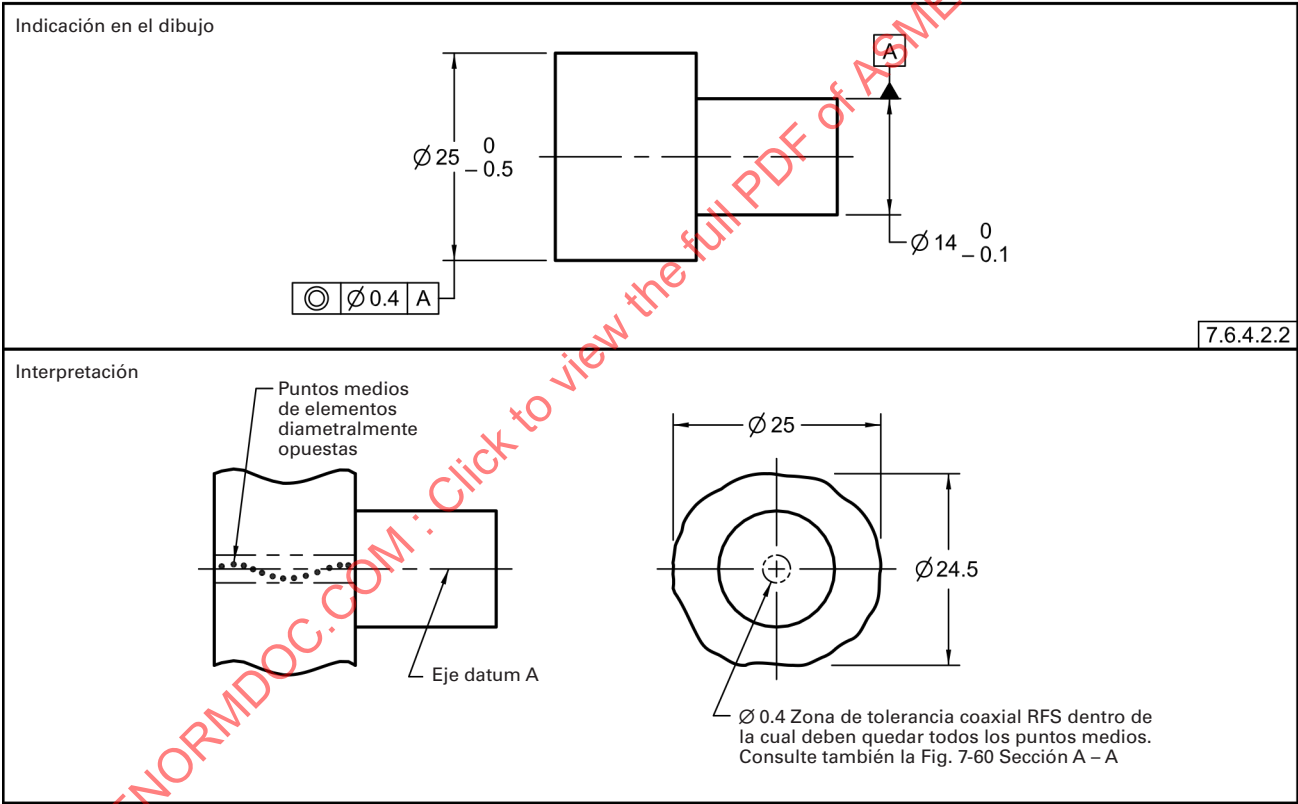


Fig. 7-64 Tolerancia de Posición a MMC para Elementos Simétricos

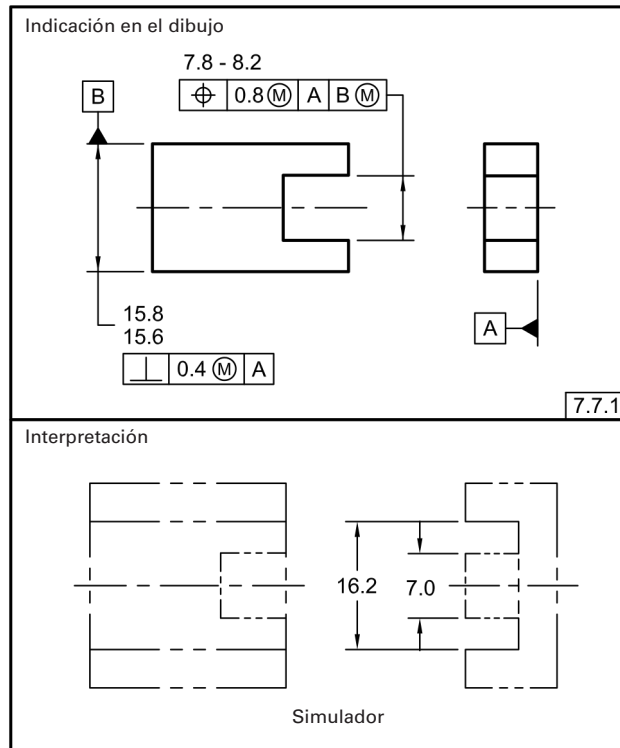


Fig. 7-65 Tolerancia de Posición RFS para Elementos Simétricos

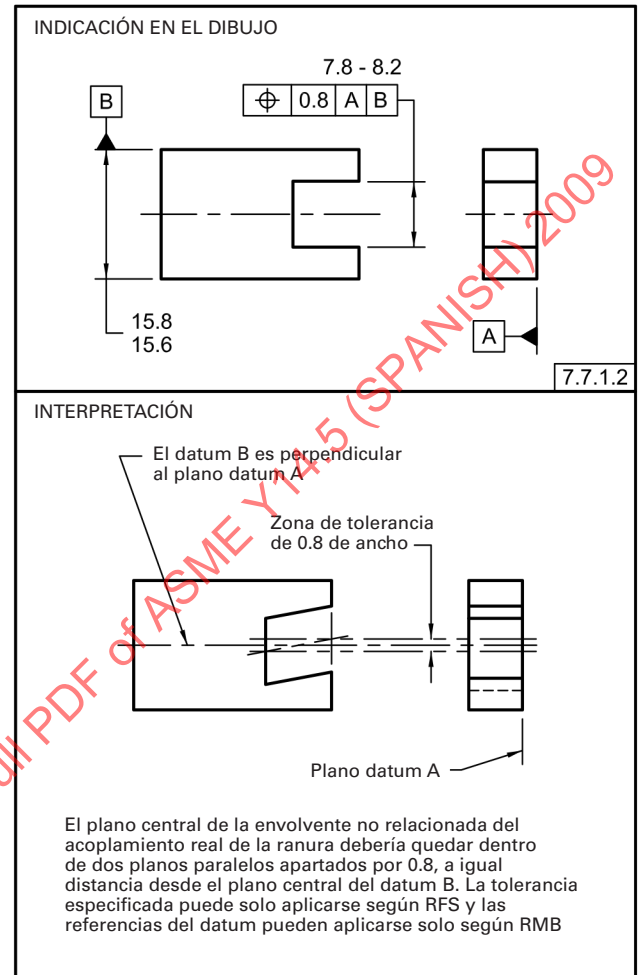
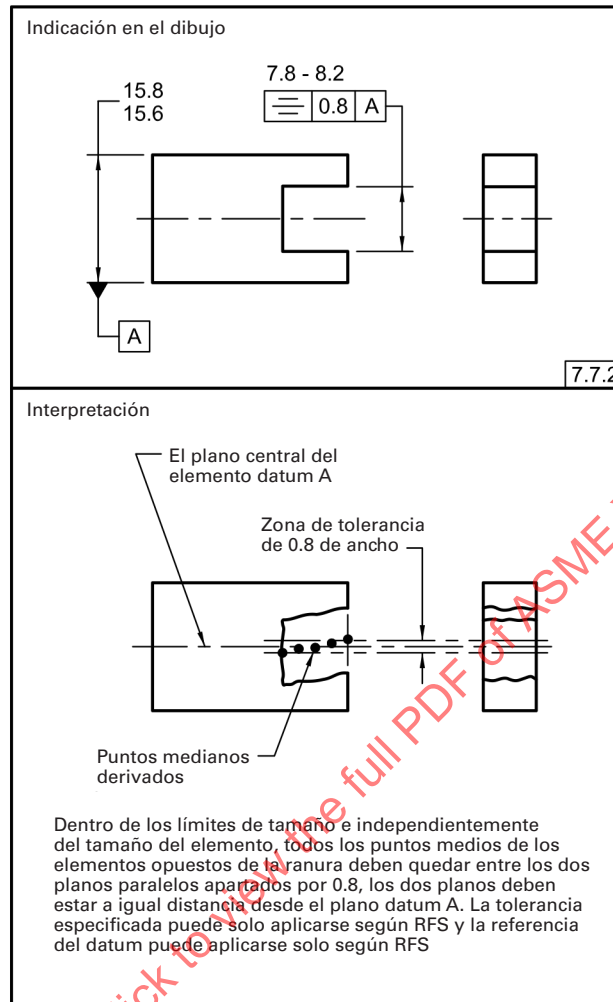


Fig. 7-66 Tolerancia de Simetría

Sección 8

Tolerancias de Perfil

8.1 GENERAL

Esta Sección establece los principios y métodos de dimensionado y tolerancias para controlar el perfil de varios elementos.

8.2 PERFIL

Un perfil es un contorno de una superficie, una forma integrada de uno o más elementos, o un elemento bidimensional de uno o más elementos. Las tolerancias de perfil son utilizadas para definir una zona de tolerancia para el control de forma o de combinaciones de tamaño, forma, orientación y localización de un elemento con relación a un perfil verdadero. Dependiendo de los requisitos de diseño, las zonas de tolerancia de perfil pueden o no estar relacionadas a datums. Un perfil verdadero debería estar definido por un archivo digital de datos o por una vista apropiada en un dibujo. Un perfil verdadero es un perfil definido por radios básicos, dimensiones angulares básicas, dibujos sin dimensionados, fórmulas o datos matemáticos, incluidos los modelos del diseño. Cuando se utilice como refinamiento de tolerancias de tamaño creadas por dimensiones, la tolerancia de perfil debería quedar contenida dentro de los límites de tamaño. Para mayor información sobre modelos de diseño, consulte ASME Y14.41.

8.2.1 Tipos de tolerancia de perfil

Una tolerancia de perfil puede ser aplicada a una pieza completa, a múltiples elementos, a superficies individuales o a perfiles individuales tomados de varios cortes transversales a lo largo de la pieza. Los dos tipos de tolerancias de perfil – perfil de una superficie y perfil de una línea – se explican en los párrafos 8.2.1.1 y 8.2.1.2:

8.2.1.1 Perfil de una superficie. La zona de tolerancia establecida por el perfil de una superficie es tridimensional (un volumen), que se extiende a lo largo y ancho (o circunferencia) del elemento o de los elementos considerados. El perfil de una superficie puede ser aplicado a piezas de cualquier forma, incluidas piezas que tienen un corte transversal constante, tal como en la Figura 8-5; piezas de superficie de revolución, tal como en la Figura 8-17; o perfiles de tolerancia aplicados sobre toda la pieza, tal como en la Figura 8-8. Cuando la extensión de

aplicación de la tolerancia de perfil no es clara, debería ser utilizado el símbolo “entre”.

8.2.1.2 Perfil de una línea. Cada zona de tolerancia de elemento lineal establecida por el requisito de tolerancia del perfil de una línea es bidimensional (un área) y la zona de tolerancia es normal al perfil verdadero del elemento en cada elemento lineal. Se crea un diseño de un modelo sólido o de una vista de un dibujo para mostrar el perfil verdadero. El perfil de una línea puede ser aplicado a piezas que tienen un corte transversal variante, tal como un ala inclinada de un avión o a un corte transversal constante, tal como una extrusión, en las que no es deseable tener una zona de tolerancia que incluya la superficie total del elemento como entidad individual. Consulte la Figura 8-27.

8.2.2 Especificación de Perfil

La zona de tolerancia de perfil especifica un límite de tolerancia, uniforme o no uniforme, a lo largo del perfil verdadero, dentro del cual debería quedar la superficie o los elementos individuales de la superficie.

8.2.3 Tolerancias de Perfil como Requisitos Generales

Cuando el marco de control de la tolerancia de perfil de elementos es colocado en una nota general o en el bloque general de tolerancias, la tolerancia aplica a todos los elementos, a menos que se especifique lo contrario.

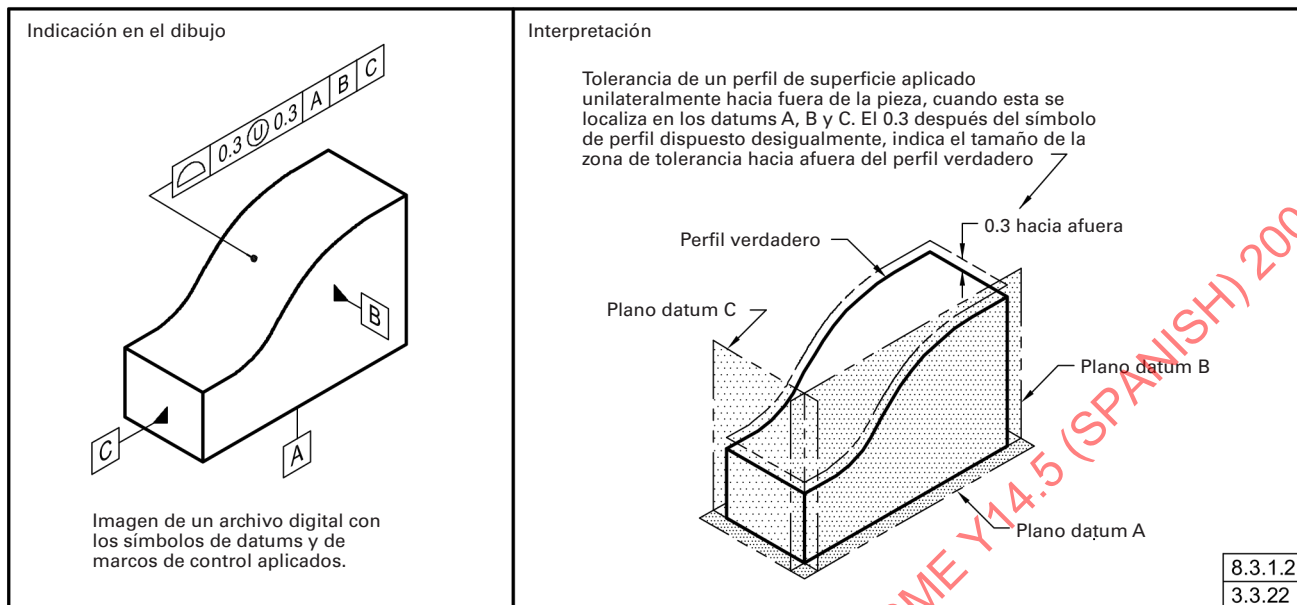
8.3 LÍMITES DE ZONA DE TOLERANCIA

Las zonas de tolerancias uniformes, bilaterales, distribuidas desigualmente o no-uniformes pueden aplicarse a las tolerancias de perfil.

8.3.1 Zona de Tolerancia Uniforme

Una zona de tolerancia uniforme es la distancia entre dos límites distribuidos, equitativa o desigualmente, alrededor del perfil verdadero o totalmente distribuido en uno de los lados del perfil verdadero. Las tolerancias de perfil son normales (perpendiculares) al perfil verdadero en todos los puntos a lo largo del perfil. Los límites de la zona de tolerancia siguen la forma geométrica del perfil verdadero. La superficie o el elemento lineal real deben quedar dentro de la zona de tolerancia especificada. Debido a que la superficie puede quedar en cualquier lugar dentro de los límites de perfil,

Fig. 8-1 Aplicación de un Perfil de Superficie (Externa Unilateralmente)



el contorno de la pieza real puede tener variaciones abruptas de superficie. Si esto no es deseable, el dibujo debería indicar los requisitos de diseño, tales como la tasa de cambio y/o los requisitos de mezclado. Cuando una tolerancia de perfil rodea una esquina aguda, la zona de tolerancia se extiende a la intersección de las líneas de límite. Consulte la Figura 8-12. Debido a que la intersección de las superficies puede quedar dentro de la zona convergente, el contorno real de la pieza puede quedar redondeado. Si esto no es deseable, el dibujo debería indicar los requisitos de diseño, tal como la especificación del radio máximo. Consulte la Figura 8-5.

8.3.1.1 Zona de Tolerancia Bilateral de Perfil. La zona de tolerancia puede ser dividida bilateralmente en ambos lados del perfil verdadero. Cuando la intención es aplicar una zona de tolerancia bilateral dispuesta equitativamente, es necesario mostrar el marco de control con una flecha dirigida hacia la superficie o hacia una línea de extensión de la superficie, pero no hacia la dimensión básica.

8.3.1.2 Zona de Tolerancia Unilateral y de Perfil Desigualmente Distribuida. Una tolerancia unilateral y de perfil desigualmente distribuida se indica con un símbolo de perfil desigualmente distribuido colocado en el marco de control. Consulte la Figura 3-11. El símbolo de "distribución desigual" se coloca en el marco de control después del valor de la tolerancia. Un segundo valor se añade después del símbolo de "distribución desigual" para indicar la tolerancia en la dirección que permitirá que se añada material adicional al perfil verdadero.

(a) *Tolerancia Unilateral en la Dirección que Añade Material.* Cuando una tolerancia de perfil es 0.3 y aplica desde el perfil verdadero en la dirección en que se

añade material, el valor de la tolerancia es 0.3 y el valor indicado después del símbolo de disposición desigual es 0.3. Consulte la Figura 8-1.

(b) *Tolerancia Unilateral en la Dirección que Remueve Material.* Cuando una tolerancia de perfil es 0.3 y aplica desde el perfil verdadero en la dirección que remueve material, el valor de tolerancia es 0.3 y el valor que se coloca después del símbolo de "distribución desigual" es 0. Consulte la Figura 8-2.

(c) *Tolerancia Desigualmente Distribuida.* Cuando una tolerancia de perfil desigualmente distribuida es 0.3, aplica 0.1 desde el perfil verdadero en la dirección que añade material, y aplica 0.2 desde el perfil verdadero en la dirección que remueve material, el valor de tolerancia es 0.3, y el valor que va después del símbolo de "distribución desigual" es 0.1. Consulte la Figura 8-3.

8.3.1.3 Indicación de Zonas de Tolerancia en Dibujos en 2D. En vistas ortográficas de dibujos en 2D, como una alternativa al uso del símbolo de perfil desigualmente distribuido, se permite indicar una tolerancia unilateral o desigualmente distribuida mostrando gráficamente la distribución apropiada de la zona de tolerancia. Se dibujan líneas fantasmas paralelas al perfil verdadero para indicar los límites de la zona de tolerancia. Un extremo de la línea de dimensión se extiende hasta el marco de control. La línea fantasma se debería extender solo una distancia suficiente para clarificar la aplicación. Consulte la Figura 8-4.

8.3.1.4 Especificación de Todo Alrededor. Cuando una tolerancia de perfil aplica alrededor de todo el perfil verdadero de los elementos designados de la pieza (en la vista en que es especificada), el símbolo "todo-alrededor" se coloca en la flecha que viene desde el marco de control.

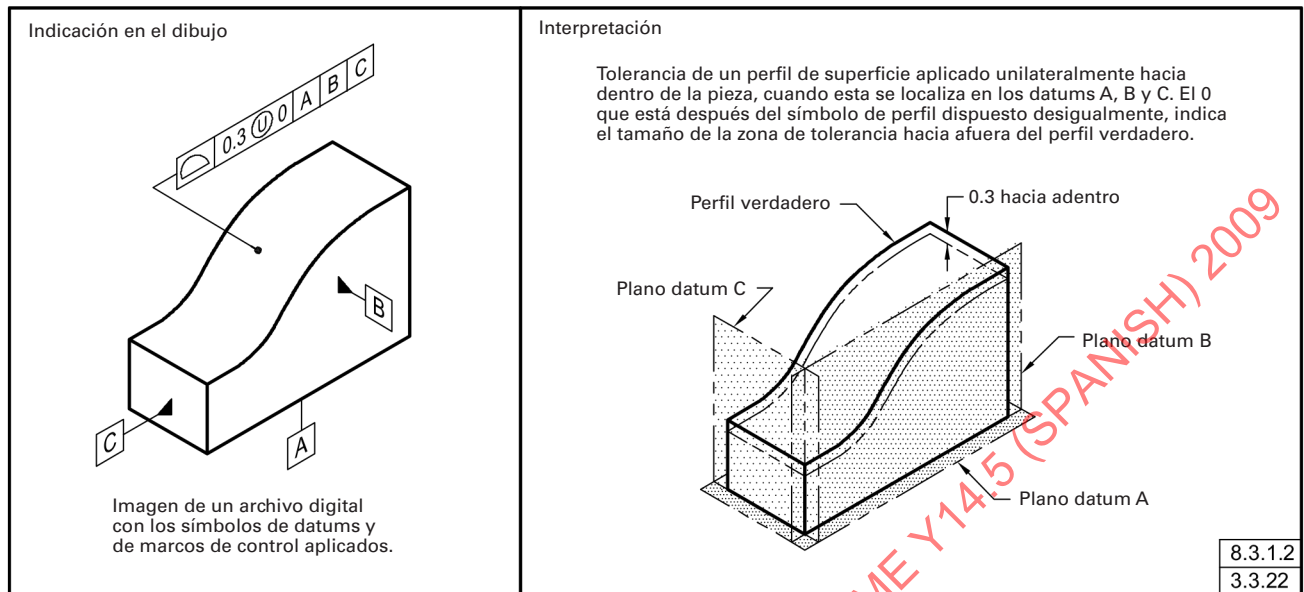
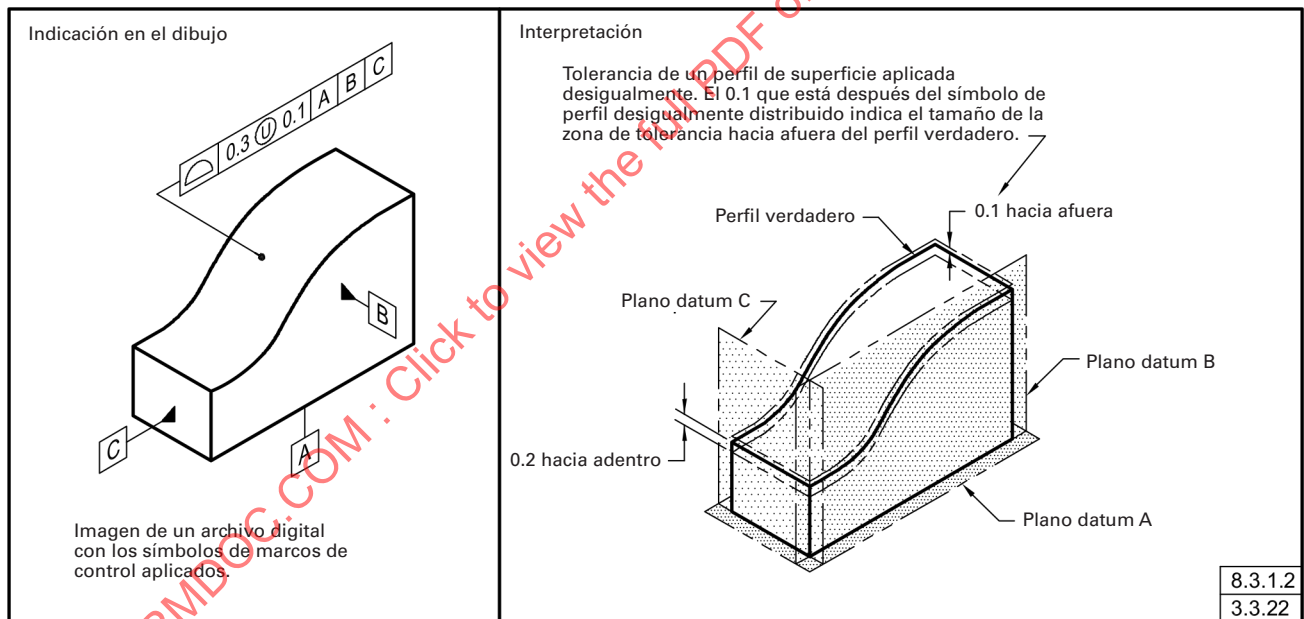
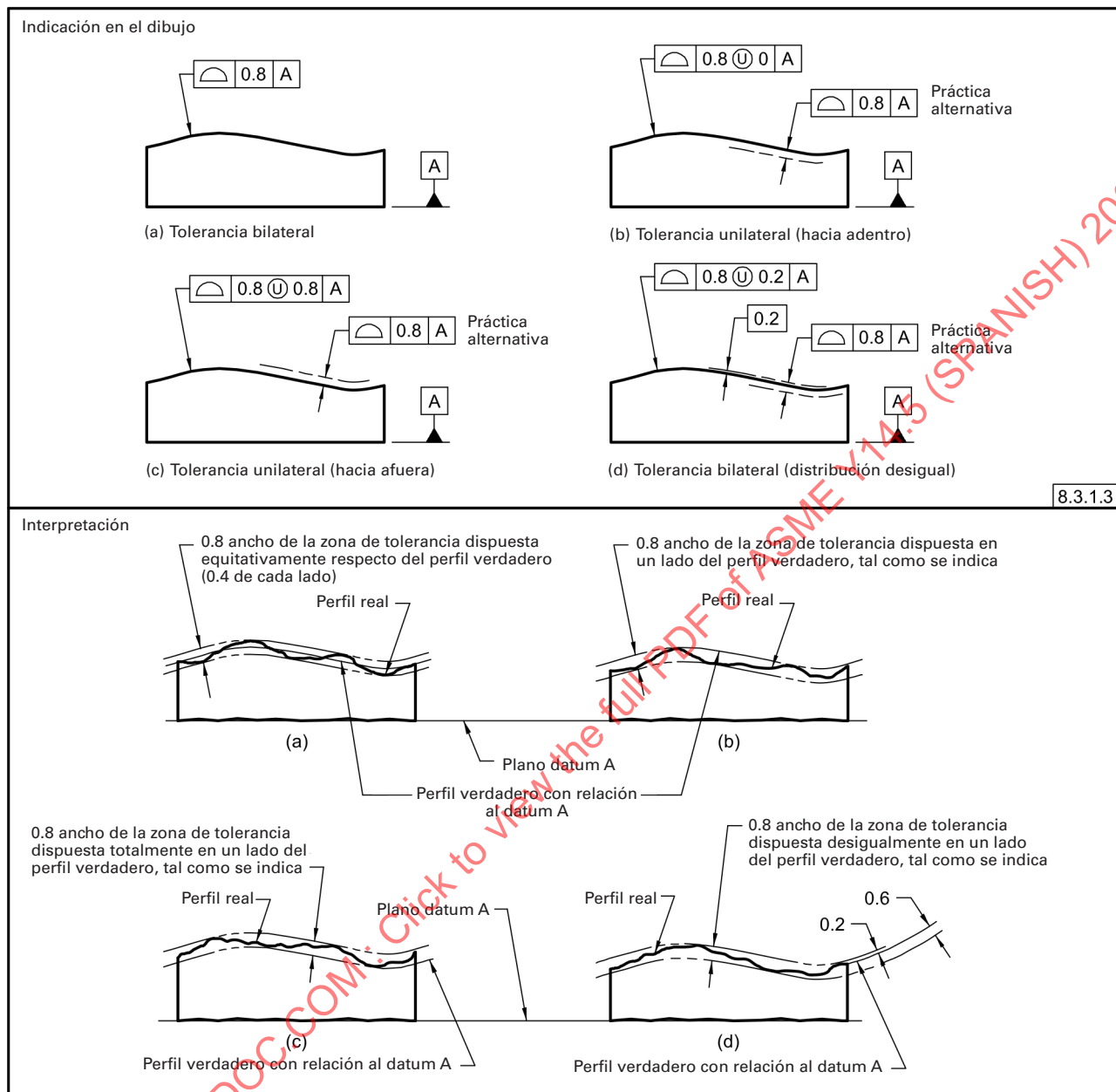
Fig. 8-2 Aplicación 3D de un Perfil de Superficie (Interno Unilateralmente)**Fig. 8-3 Aplicación 3D de un Perfil de Superficie (Desigualmente Distribuida)**

Fig. 8-4 Aplicación de la Tolerancia de un Perfil de Superficie Respecto a un Contorno Básico

Consulte la Figura 8-5. El símbolo “todo alrededor” no debería ser aplicado en una vista axonométrica de un dibujo 2D. Cuando el requisito es que la tolerancia aplique sobre toda la pieza, se usa la aplicación “todo sobre”. Consulte el párrafo 8.3.1.6.

8.3.1.5 Segmento limitado de un perfil. Cuando los segmentos de un perfil tienen diferentes tolerancias, la extensión de cada tolerancia de perfil puede ser indicada por letras de referencia para identificar las extremidades o límites de cada requerimiento junto con del símbolo de “entre” con cada tolerancia de perfil. Consulte la Figura 8-6. Similarmente, si algunos segmentos del perfil son controlados por una tolerancia de perfil y otros segmentos

lo son por tolerancias dimensionadas individualmente, entonces se debería indicar la extensión de la tolerancia de perfil. Consulte la Figura 8-7.

8.3.1.6 Especificación de “Sobre todo”. Una tolerancia de perfil puede ser aplicada sobre todo un perfil tridimensional de una pieza, a menos que se especifique de otro modo. Esto puede ser aplicado en una de las siguientes maneras:

(a) Colocar el símbolo “sobre todo” en la flecha que sale del marco de control, tal como se muestra en la Figura 8-8.

(b) Colocar el término “SOBRE TODO” debajo del marco de control.

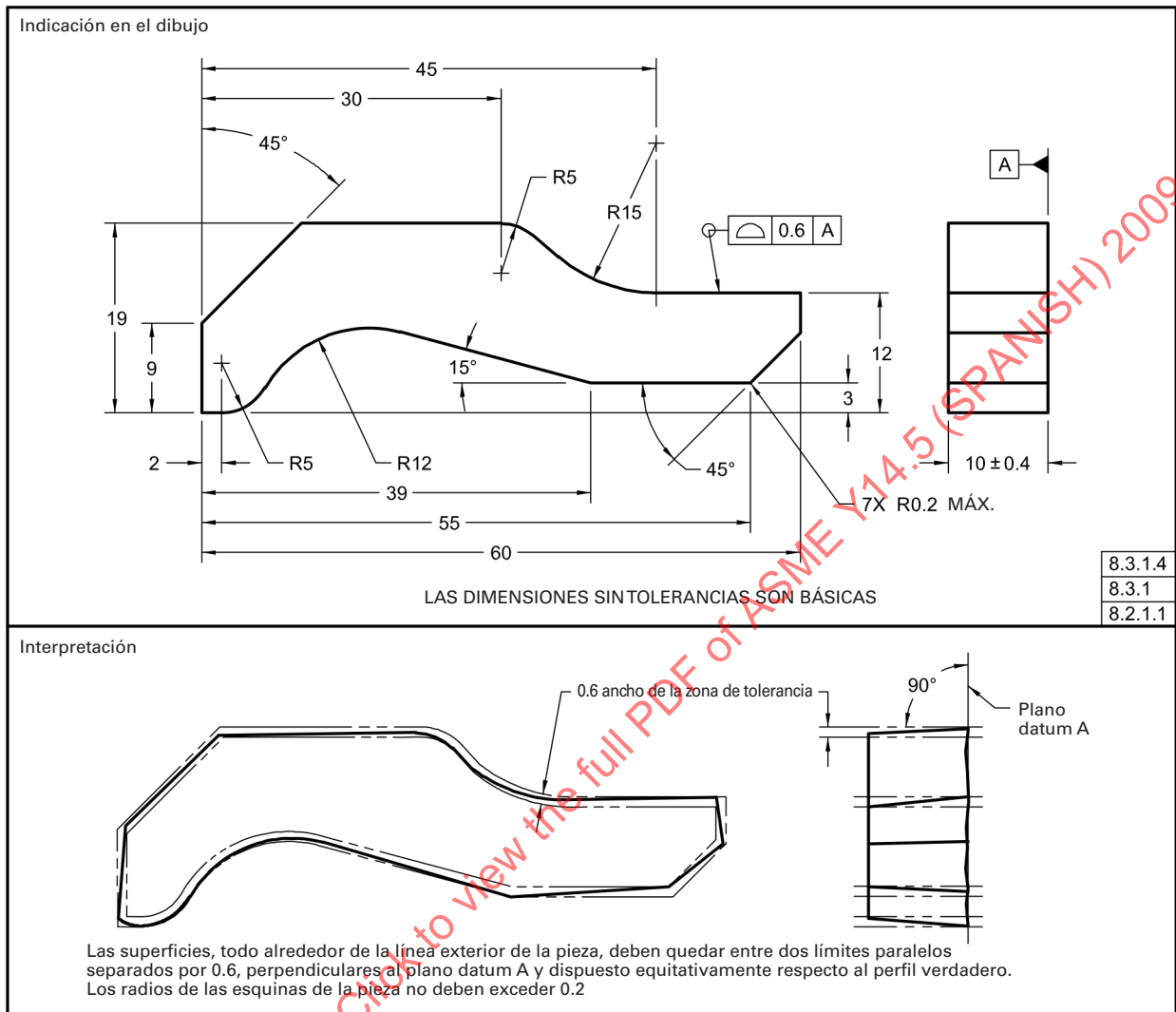
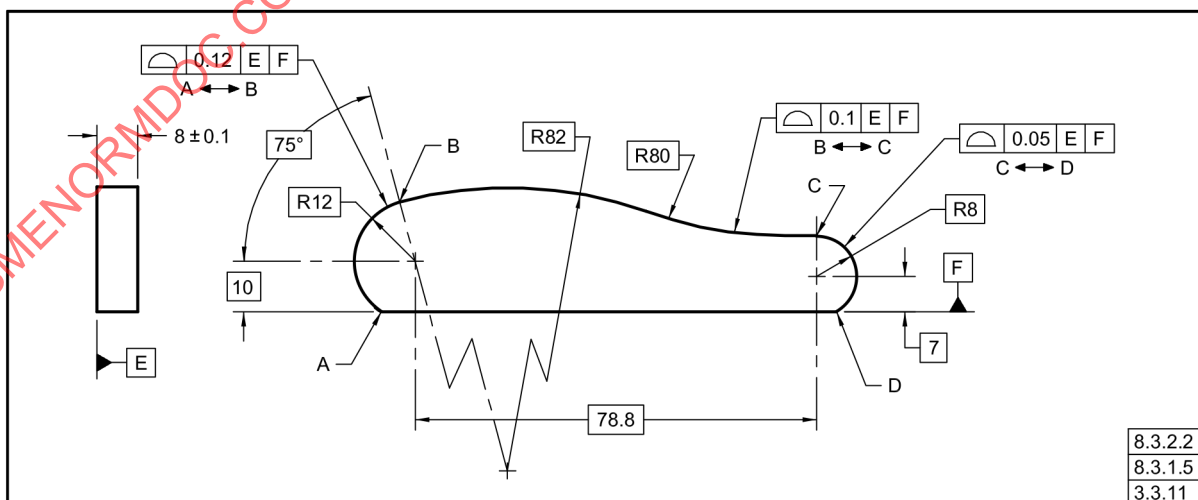
Fig. 8-5 Especificación de Todo Alrededor en un Perfil de Superficie**Fig. 8-6 Especificación de Diferentes Tolerancias en los Segmentos de un Perfil**

Fig. 8-7 Especificación del Perfil de una Superficie Entre Puntos

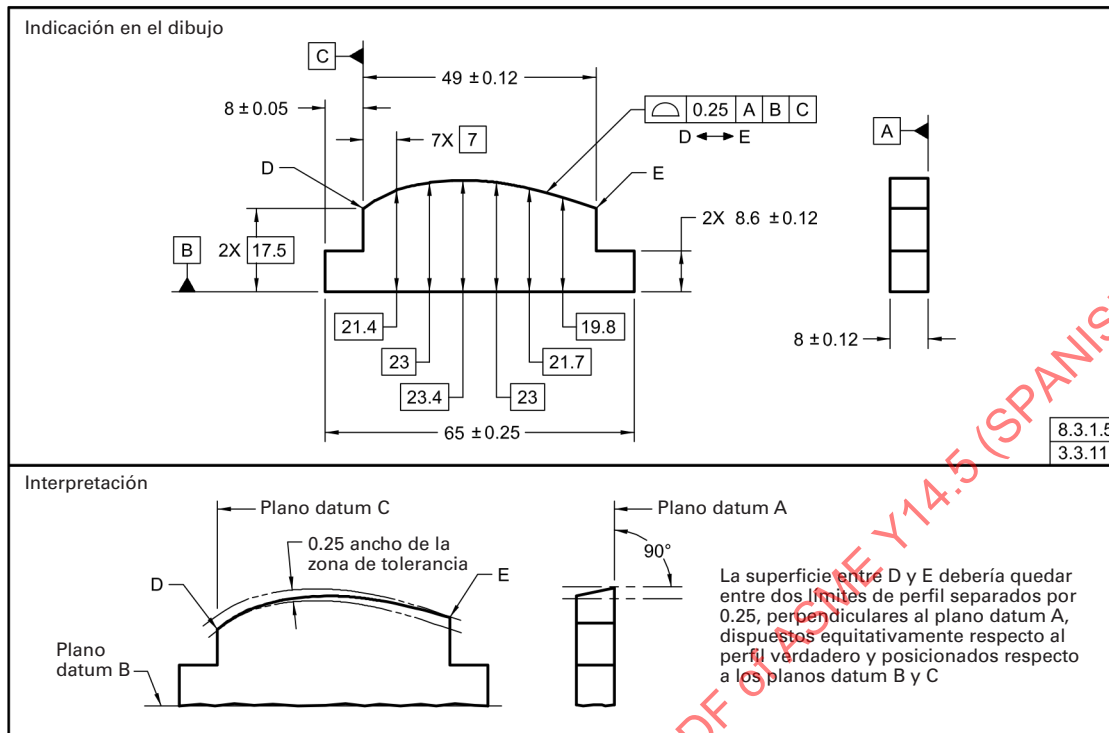


Fig. 8-8 Especificación del Perfil de una Superficie “Sobre Todo”

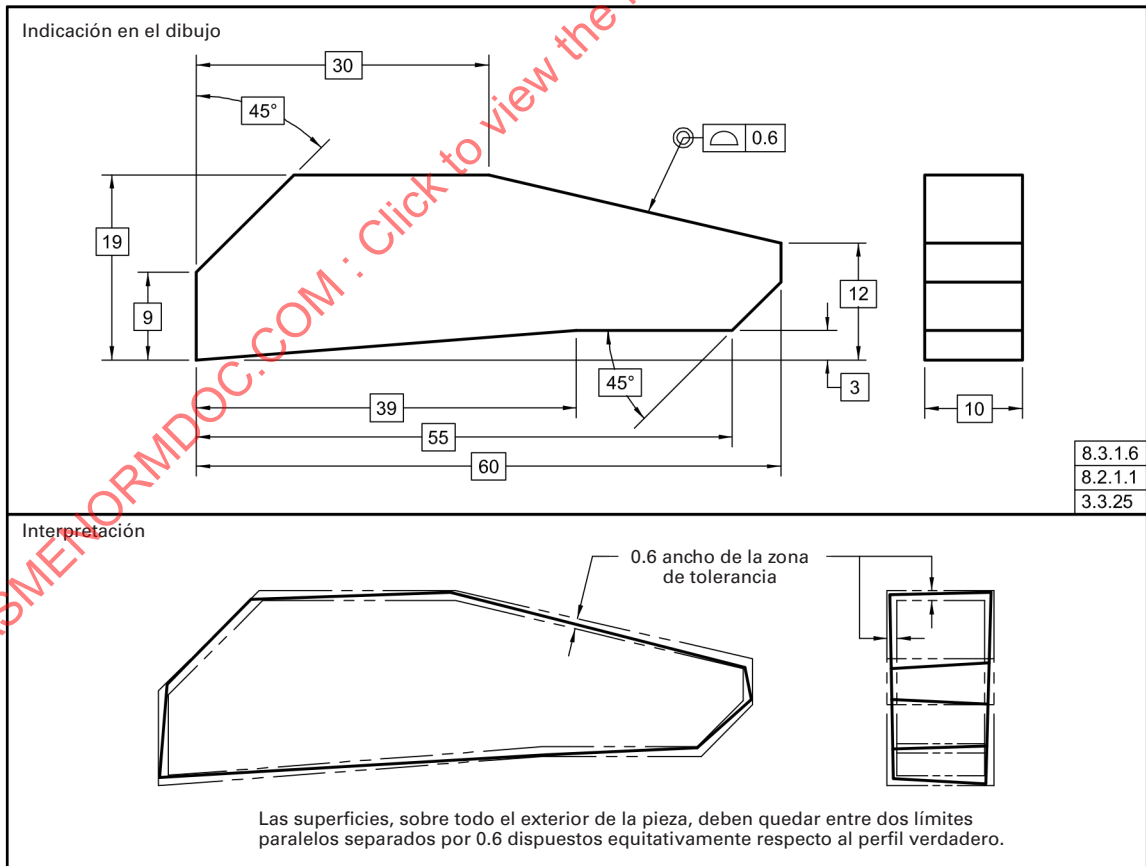


Fig. 8-9 Zona de Tolerancia No uniforme de Perfil

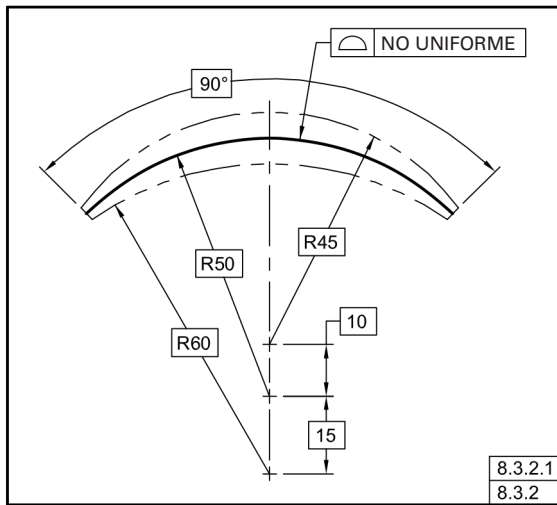


Fig. 8-10 Zona de Tolerancia No uniforme de Perfil

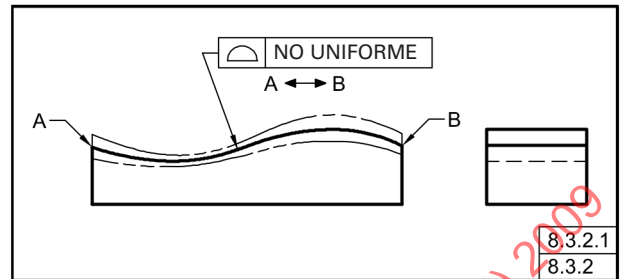
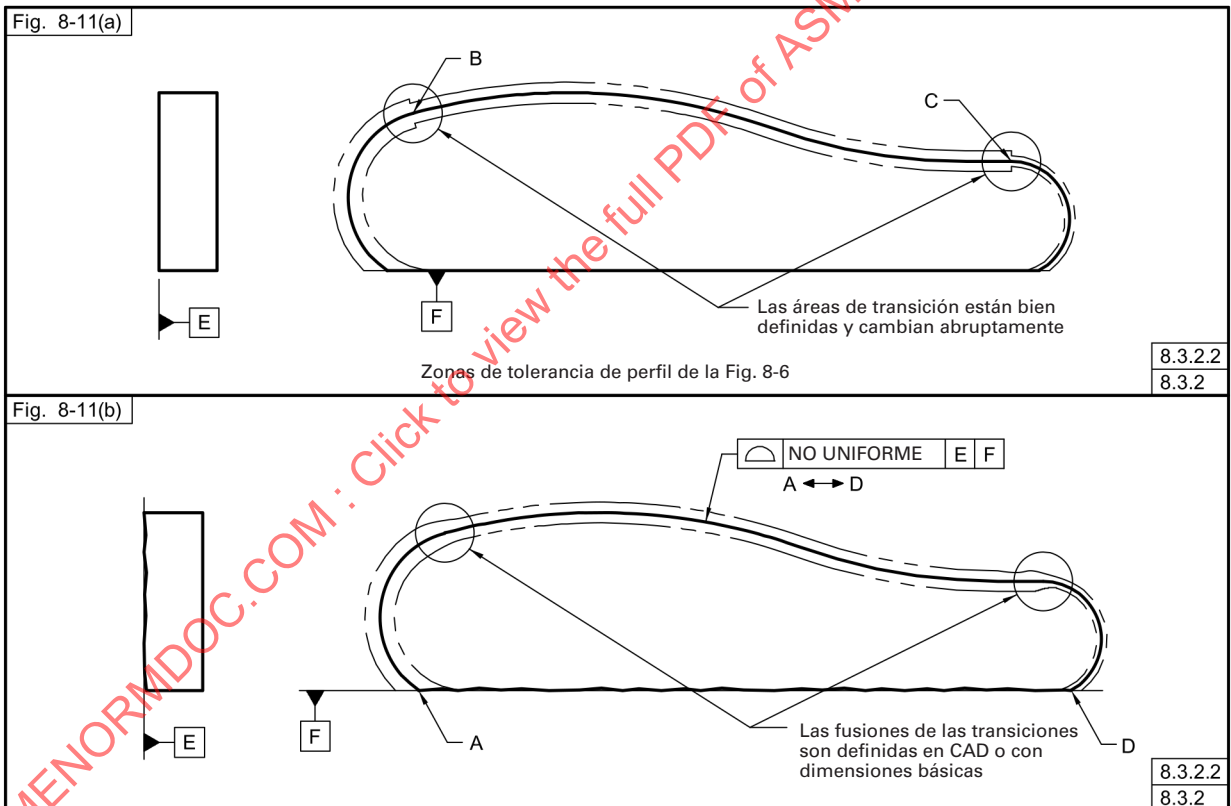


Fig. 8-11 Zona de Tolerancia No uniforme de Perfil

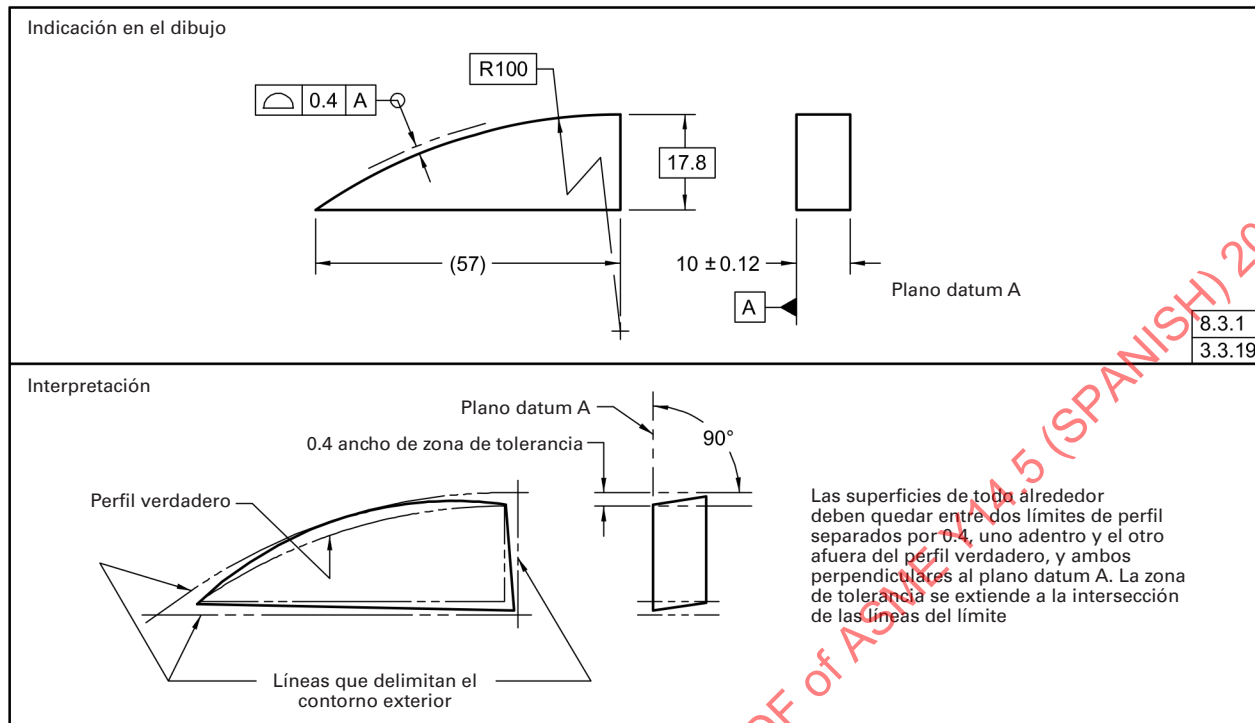


8.3.2 Zona No Uniforme

Una zona de tolerancia no uniforme es un límite de material máximo y un límite de material mínimo, de forma única, que rodea el perfil verdadero. Estos límites están definidos por la zona de tolerancia en un archivo CAD o por dimensiones básicas en un dibujo con líneas fantasmas para indicar la zona de tolerancia. El término

“NO UNIFORME” reemplaza el valor de la tolerancia dentro del marco de control de elemento. Consulte las Figuras 8-9, 8-10 y 8-11.

8.3.2.1 Indicación en el Dibujo. Para la zona de tolerancia no uniforme, la flecha del marco de control está dirigida hacia el perfil verdadero. Consulte la Figura 8-9. Cuando se asignan tolerancias a segmentos individuales, la extensión de cada segmento de perfil puede ser indicada

Fig. 8-12 Especificación del Perfil de una Superficie para Esquinas Agudas

con letras de referencia para identificar las extremidades o límites de cada segmento. Consulte la Figura 8-10.

8.3.2.2 Zonas No Uniformes para Suavizar las Transiciones. La Figura 8-11, ilustración (a), muestra las zonas de tolerancia para la Figura 8-6. Esta figura ilustra las transiciones abruptas que ocurren en los puntos de transición B y C, cuando se especifican tolerancias de perfil diferentes en segmentos adjuntos de un elemento. Una zona de tolerancia de perfil no uniforme puede ser utilizada para suavizar las áreas de transición. Consulte la Figura 8-11, ilustración (b).

NOTA: Se puede utilizar un perfil por longitud de unidad, similar al mostrado en la Figura 5-4 para el control de rectitud, para controlar las transiciones abruptas que ocurren cuando las tolerancias de perfil son especificadas en segmentos adjuntos de un elemento.

8.4 APLICACIONES DE PERFIL

Las aplicaciones de tolerancias de perfil se describen en los párrafos siguientes.

8.4.1 Tolerancia de Perfil para Superficies Planas

Las tolerancias de perfil pueden ser utilizadas para controlar forma, orientación y localización de superficies planas. En la Figura 8-13, se utiliza un perfil de una superficie para controlar una superficie plana inclinada respecto a dos elementos datum.

8.4.1.1 Coplanaridad. La coplanaridad es la condición de dos o más superficies que tienen todos sus elementos en un plano. Un perfil de superficie puede ser utilizado cuando se desea tratar dos o más superficies como una superficie individual interrumpida o como una superficie no continua. Este caso, provee un control similar al que se obtiene por una tolerancia de planicidad aplicada a una superficie plana individual. Tal como se muestra en la Figura 8-14, el perfil de una tolerancia de superficie establece una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos, dentro de los cuales deben quedar las superficies consideradas. Así como en el caso de planicidad, no se establece datum alguno. Cuando dos o más superficies están involucradas, puede ser deseable identificar qué superficie específica va a ser utilizada como datum. Los símbolos datum son aplicados a estas superficies con la tolerancia apropiada para la relación entre ellas. Las letras de referencia de datum se añaden al marco de control de elemento para los elementos que están siendo controlados. Consulte la Figura 8-15.

8.4.1.2 Superficies Fuera de Línea (Offset). Una tolerancia de perfil de una superficie puede ser utilizada cuando se desea controlar dos o más superficies fuera de línea entre sí. El marco de control está asociado con las superficies en cuestión. La distancia entre las superficies se muestra con una dimensión básica. Consulte la Figura 8-16.

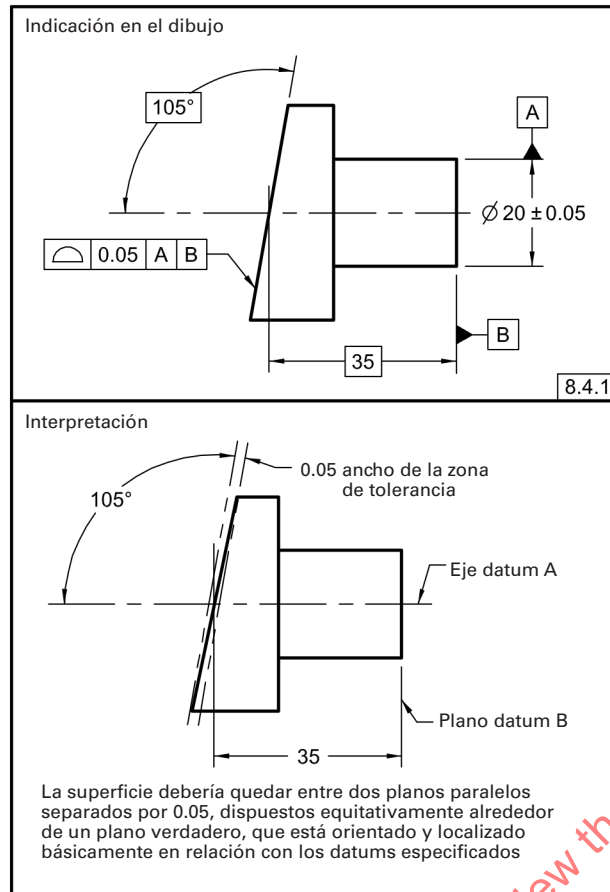
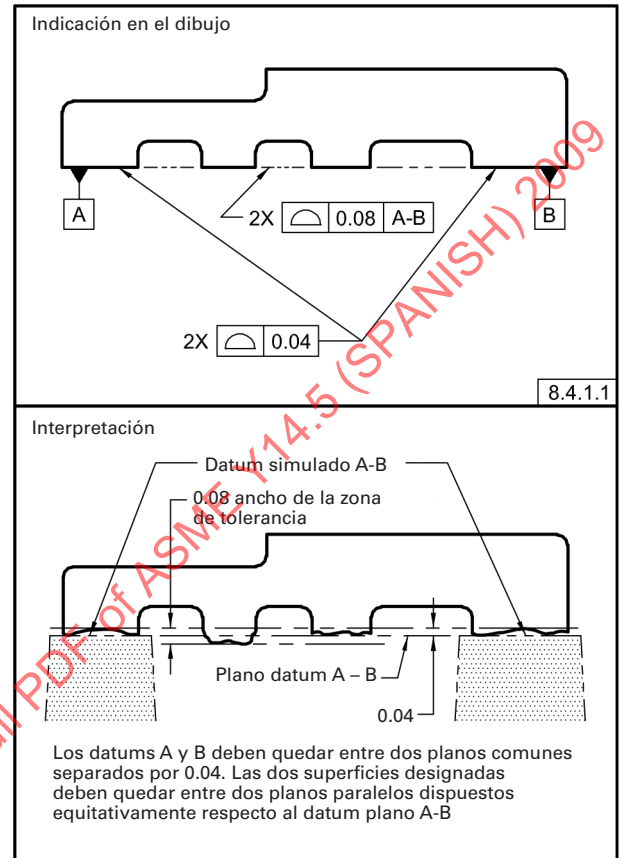
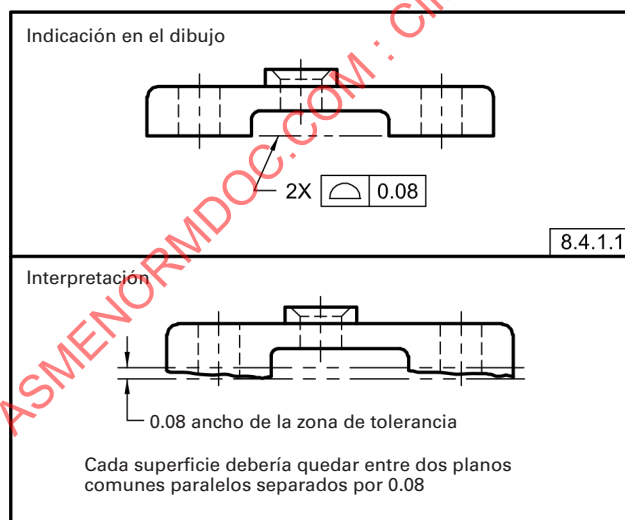
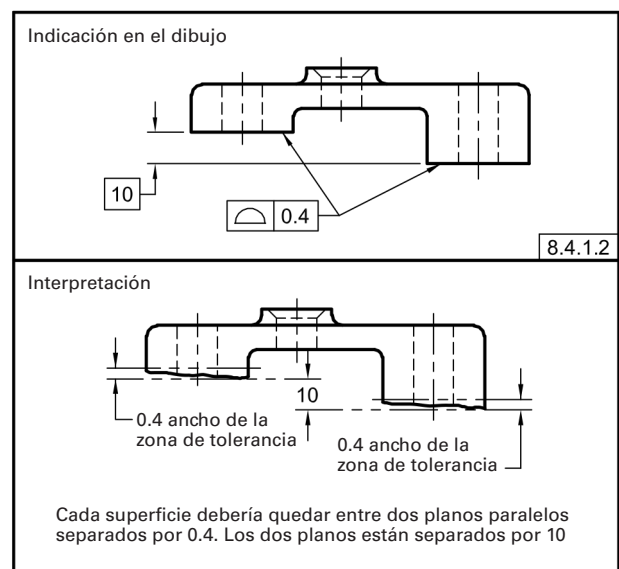
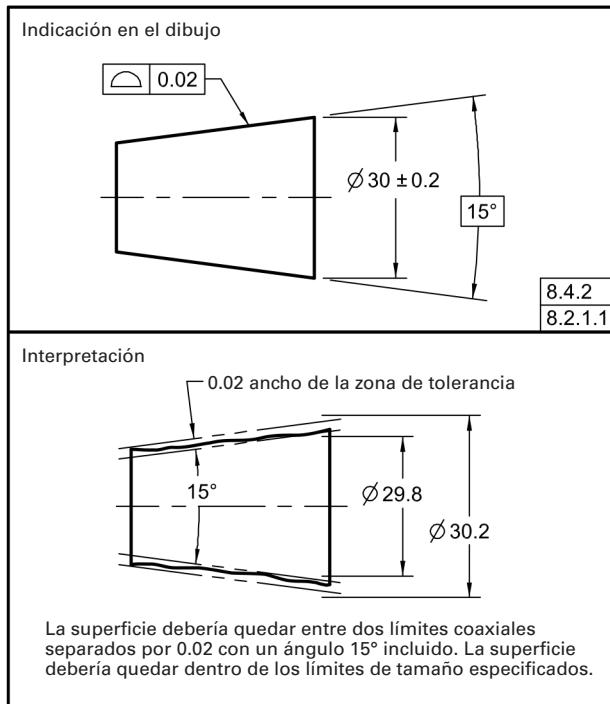
Fig. 8-13 Especificación del Perfil de una Superficie para una Superficie Plana**Fig. 8-15 Especificación del Perfil de una Superficie para Superficies Coplanares Respecto a un Datum Establecido por dos Superficies****Fig. 8-14 Especificación del Perfil de una Superficie para Superficies Coplanares****Fig. 8-16 Especificación del Perfil de una Superficie para Superficies Escalonadas**

Fig. 8-17 Especificación del Perfil de un Elemento Cónico

8.4.2. Conicidad

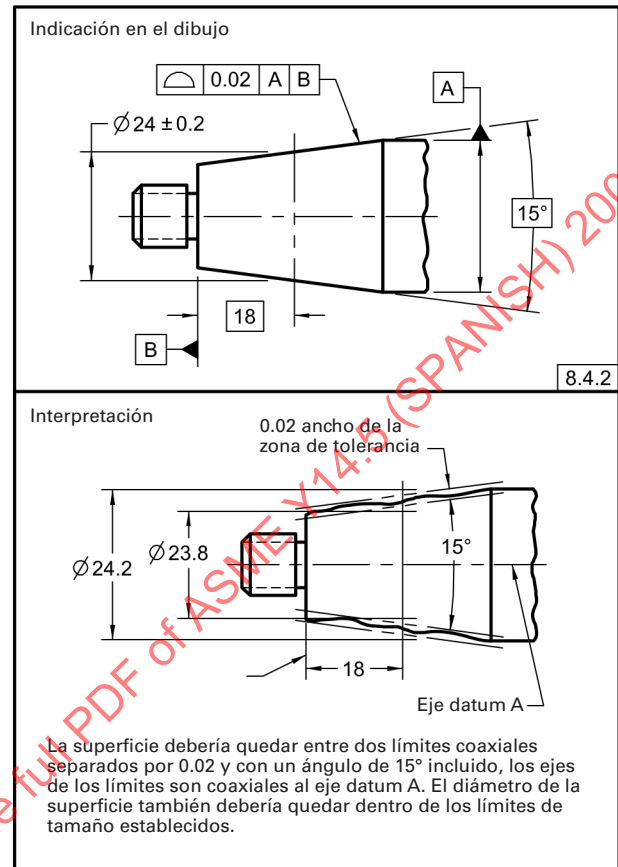
Una tolerancia de perfil puede ser especificada de dos maneras para controlar la conicidad de una superficie: como un control independiente de forma, como en la Figura 8-17; o como una combinación de tamaño, forma, orientación y localización, como en la Figura 8-18. La Figura 8-17 muestra un elemento cónico controlado por un perfil de tolerancia de una superficie en el que la conicidad de la superficie es un refinamiento de tamaño. En la Figura 8-18, el mismo control es aplicado, pero está orientado hacia un eje datum. En cada caso, el elemento debería quedar dentro de los límites de tamaño.

8.5 MODIFICADORES DE CONDICIÓN DE MATERIAL Y DE CONDICIÓN DE LÍMITES CON RELACIÓN A CONTROLES DE PERFIL

Ya que el control de perfil es usado principalmente como un control de superficie, "independiente del tamaño del elemento" es la condición por defecto en una aplicación en un elemento de tamaño. Las aplicaciones MMB y LMB (modificadores) solo se permiten en datums. Consulte las Figuras 4-31, 4-39 y 7-55.

8.6 PERFIL COMPUESTO

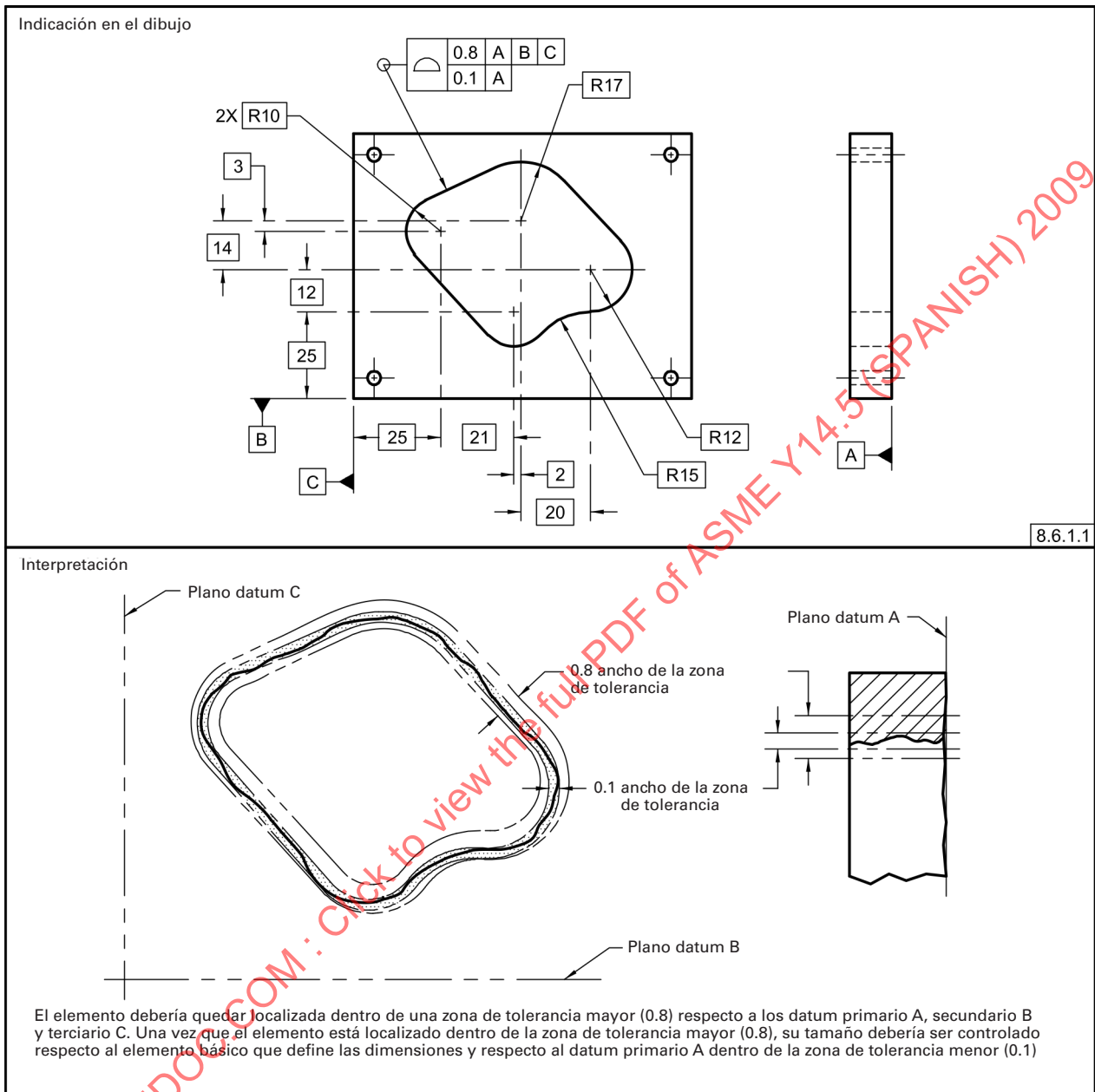
Se puede usar una tolerancia de perfil compuesto cuando los requerimientos de diseño permiten que la zona de tolerancia de localización del elemento sea mayor que la zona de tolerancia que controla la forma y tamaño del elemento.

Fig. 8-18 Tolerancia de Perfil de un Elemento Cónico con Relación a Datums

8.6.1 Tolerancia de perfil compuesto para un elemento individual

Este método provee una aplicación compuesta de la tolerancia de perfil para la localización de un elemento perfilada así como los requerimientos de varias combinaciones de forma, orientación y tamaño del elemento dentro de la mayor zona de tolerancia de perfil usada para localización. Los requerimientos anotados para el uso de un marco de control para un perfil compuesto son similares al mostrado en la Figura 3-26, ilustración (a). Cada segmento horizontal completo de un marco de control de perfil compuesto constituye un componente verificable separadamente de requerimientos múltiples interrelacionados. El símbolo de perfil se introduce una vez y aplica a todos los segmentos horizontales. El segmento superior se refiere al control de localización del perfil. Especifica la mayor tolerancia de perfil para la localización del elemento perfilada. Los datums que aplican son especificados en el orden de precedencia deseado. Los segmentos inferiores se refieren a tolerancias de perfil progresivamente menores al segmento precedente.

8.6.1.1 Explicación de la Tolerancia de Perfil Compuesto para un Elemento Individual. La Figura 8-19 contiene un elemento de forma irregular al que

Fig. 8-19 Tolerancia de Perfil Compuesto de un Elemento Irregular

se le aplica una tolerancia de perfil compuesto. El elemento con la tolerancia está localizada respecto a los datums por medio de dimensiones básicas. Los datums referenciados en el segmento superior de un marco de control del perfil compuesto sirven para localizar la zona de tolerancia de localización del perfil con relación a los datums especificados. Consulte la Figura 8-19. Los datums referenciados en el segmento inferior sirven para establecer los límites de tamaño, forma y orientación del perfil del elemento, con relación a los datums especificados. Consulte la Figura 8-20 y 8-21. Los valores de la tolerancia representan la distancia entre los dos límites dispuestos alrededor del perfil verdadero respecto a los datums que apliquen. La superficie real del elemento

controlado debería quedar dentro de ambas zonas, la de localización de perfil y la del perfil del elemento.

8.6.1.2 Tolerancia de Perfil Compuesto para Elementos Múltiples (Localización de Patrones de Elementos). Se puede utilizar la tolerancia de perfil compuesto cuando los requerimientos de diseño de un patrón de elementos permitan un Marco de la Zona de Tolerancia de los Elementos Relacionados (FRTZF) para localizar y orientar un perfil dentro de los límites impuestos por un Marco de la Zona de Tolerancia de Localización del Patrón (PLTZF) de perfil.

Fig. 8-20 Tolerancia de Perfil Compuesto de un Elemento

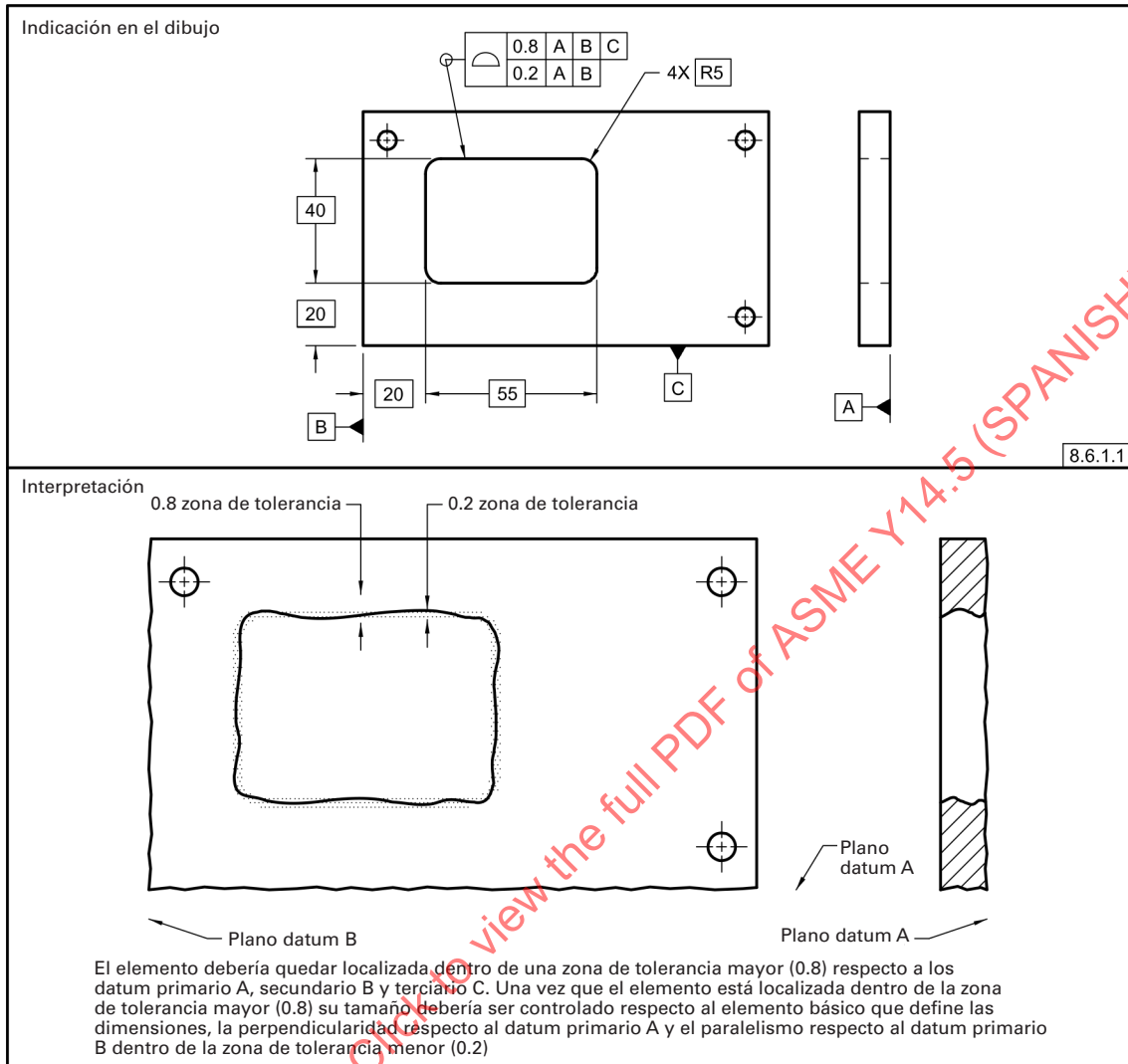


Fig. 8-21 Patrón Localizado por una Tolerancia de Perfil Compuesto

