

UNA MIRADA A LAS NORMAS SOBRE DIMENSIONADO Y TOLERADO GEOMÉTRICO EN HISPANOAMÉRICA

A VIEW OF THE STANDARDS ON GEOMETRICAL AND DIMENSIONING TOLERANCING OF FEATURES IN SPANISH AMERICA

JORGE I. GÓMEZ G

Docente Escuela Ingeniería Eléctrica y Mecánica. Universidad Nacional de Colombia-Medellín. jigomezg@unalmed.edu.co

JAVIER ROMERO

Ingeniero Mecánico. Docente ocasional área Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional de Colombia- Medellín

Recibido para revisar septiembre 15 de 2006. Aceptado febrero 16 de 2007. Versión final marzo 22 de 2007

RESUMEN: Este artículo muestra el nivel alcanzado respecto al Dimensionado y Tolerado Geométrico de dibujos mecánicos en Hispanoamérica. Para lograr este propósito, se mira si los diferentes organismos de normalización han homologado estándares ISO que atañen a este tema. También se analiza la cantidad de normas homologadas y la calidad de las traducciones realizadas por país. Se puede apreciar como menos de la mitad de los países han hecho homologaciones y como la mayoría de los que las han realizado presentan fallas que limitan su uso y confiabilidad.

PALABRAS CLAVE: Dimensionado y tolerado geométrico, normas, Hispanoamérica.

ABSTRACT: This paper presents the level reached in the Spanish America regard Geometrical Dimensioning and Tolerancing -GDT- of mechanical drawings. To pursue this goal it is shown the countries that has homologated at least one of the ISO standards on this subject. It is also analysed the amount and the translation quality of the ISO standards regard GDT. It follows from this article that less than half of the countries have standards on this matter. Also, that the quality of the norms in most of countries are difficult to use and non reliable.

KEYWORDS: Geometrical dimensioning and tolerancing, Standard, Spanish America.

1. INTRODUCCIÓN

El dimensionado y tolerado convencional de componentes mecánicos se apoya en medidas rectilíneas, unidimensionales, que son las brindadas por muchos instrumentos como calibradores y micrómetros. También queda comprendido dentro del *dimensionado y tolerado convencional* las medidas en grados cuando se desea establecer la inclinación de un rasgo respecto a otro. La figura 1 (a) presenta el plano de un eje cilíndrico acotado según el *dimensionado y tolerado convencional*. En la figura 1 (b) se esquematizan algunas variaciones hipotéticas de forma para la pieza ya construida, que desde el punto de vista de la verificación

dimensional no generan inconformidad a la pieza.

Se puede intuir de lo mostrado, que el realizar especificaciones y verificaciones a una pieza mecánica con base en criterios dimensionales únicamente, presupone para la pieza construida una de las siguientes situaciones:

- Obtención de formas perfectas, ó
- Una desviación de forma despreciable entre lo especificado y lo fabricado.

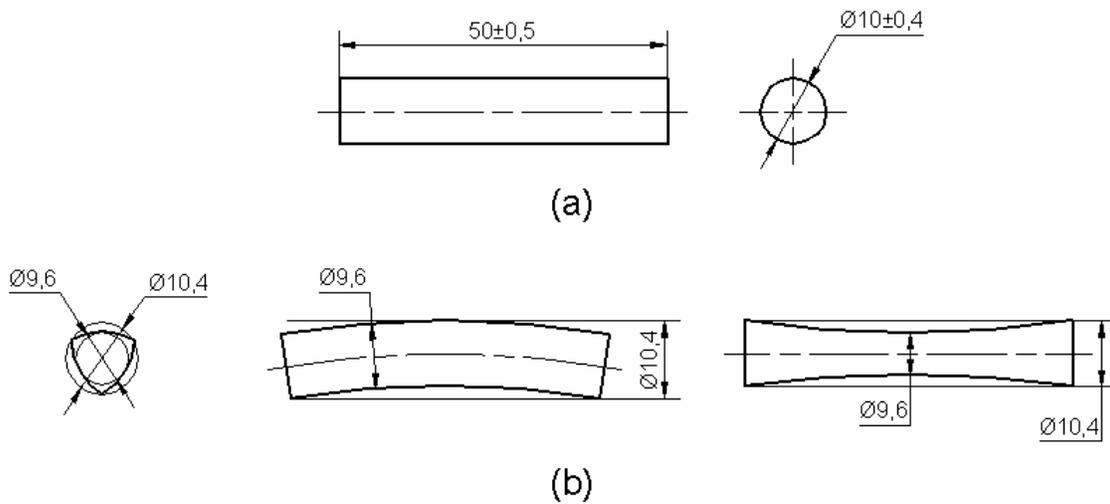


Figura 1. Cilindro recto: (a) Plano con dimensiones y tolerancias convencionales, (b) Esquematación de tres posibles desviaciones de forma: redondez de cualquier sección del cilindro, rectitud del eje y rectitud de la generatriz del cilindro.

Figure 1. Cylinder: (a) Dimensioning and Tolerancing by the conventional way. (b) Three among several deviation of form: circularity of any section; straightness of the axis, and straightness of any surface element.

Ahora bien, se debe tener presente que así como la naturaleza de los procesos de manufactura y de verificación impiden la obtención de dimensiones exactas, de manera similar las formas, o mejor, las características geométricas de una pieza nunca serán perfectas. De otro lado, el considerar despreciable una desviación geométrica sin siquiera definir una tolerancia y corroborar su conformidad no resulta ser una práctica aceptable en empresas de categoría mundial como tampoco para las proveedoras de éstas.

La anterior situación ha conducido a la necesidad de sustituir el *dimensionado y tolerado convencional* por el *Dimensionado y Tolerado Geométrico -DTG-* en los dibujos mecánicos, como una manera de aproximar aún más lo construido a lo especificado. En efecto, el DTG es un lenguaje para el acotado de piezas mecánicas empleado en el dibujo mecánico, que empezó a gestarse en Inglaterra hacia la década de 1920 y que actualmente es de amplia utilización en los países industrializados. En la tabla 1 se presenta las propiedades geométricas

básicas que son utilizadas en este lenguaje; cabe advertir que existen otros conceptos con sus símbolos que le proporcionan gran versatilidad a esta forma de acotar. La figura 2 presenta el mismo cilindro recto mostrado en la figura 1 pero acotado según el DTG de tres maneras diferentes, restringiendo en cada uno la variación de forma propuesta en la figura 1 (b).

En Hispanoamérica, el uso de este lenguaje es incipiente, siendo la homologación de algunas normas ISO que definen el DTG, el avance más significativo logrado. Este artículo muestra cual es el nivel alcanzado en la normalización sobre DTG en los países hispanoamericanos, así como la calidad de las homologaciones hechas; para lo cual:

-Se indican los países que han homologado al menos una norma.

-Se relacionan por país las normas homologadas.

-Se intenta evaluar la calidad de las homologaciones realizadas, cotejando la traducción hecha a la norma ISO 1101.

-Se comenta sobre la aplicabilidad del DTG con base en las normas homologadas.

Tabla 1. Propiedades geométricas con sus símbolos utilizados en el Dimensionado y Tolerado Geométrico.
Table 1. Characteristic symbols used in Geometric Dimensioning and Tolerancing.

TIPO DE TOLERANCIA	PROPIEDAD	SÍMBOLO
FORMA	Rectitud	—
	Planicidad	
	Redondez	○
	Cilindricidad	
ORIENTACIÓN	Inclinación	
	Perpendicularidad	
	Paralelismo	//
LOCALIZACIÓN	Posición	⊕
	Concentricidad - Coaxialidad	⊙
	Simetría	≡
FORMA y LOCALIZACIÓN	Perfil de una línea	
	Perfil de una superficie	
OSCILACIÓN	Oscilación circular	
	Oscilación total	

2. NORMALIZACIÓN CORRESPONDIENTE AL DTG SEGÚN ISO

Entre las grandes organizaciones de normalización existentes en el mundo, la *Organización Internacional para la Normalización -ISO-* es la que se ocupa de la elaboración y expedición de normas sobre temas que atañen a la Ingeniería Mecánica; entre las que se encuentran las concernientes al *dibujo mecánico, tolerancias y metrología*.

En la década de 1960s, ISO publicó por primera vez algunas de las normas que atañen al DTG; varias de las cuales ya han sido revisadas mas de una vez. En 1992 y ante la ambigüedad creciente en la definición de las tolerancias y la verificación metrológica de una pieza, como resultado de los diversos orígenes de las normas; ISO emprendió una actividad “armonizadora” con el fin de crear mayor coherencia a lo largo de la cadena requerida para la obtención de un

producto; fue así como en 1995 expidió un plan maestro (1), el cual se constituye en el delineamiento para la expedición de normas que garanticen la especificación de una pieza con mayor rigor; es decir, que el paso de la idea al dibujo y de éste a la obtención de la pieza, así como el establecimiento de su conformidad metrológica; no presente vacíos de información ni contradicciones. Hoy en día, tanto la expedición de normas nuevas como la revisión de las existentes, se hace siguiendo el delineamiento que establece este plan.

No sobra decir que la definición de tolerancias según las normas ISO, se había construido según tres aproximaciones así: Tolerancias y ajustes dimensionales para piezas con geometrías cilíndricas o de caras planas paralelas; Tolerancias dimensionales para piezas con geometrías que se apartan de la ya mencionada, roscas por ejemplo; y tolerancias para limitar las variaciones geométricas.

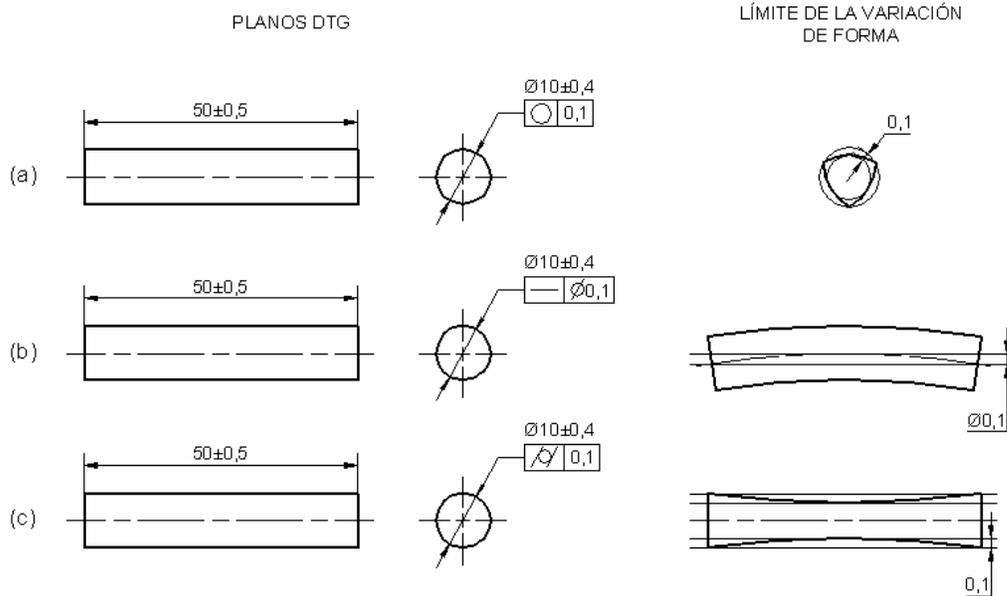


Figura 2. Planos de un cilindro recto acotado según DTG, restringiendo variaciones de forma. (a) Redondez de cualquier sección del cilindro, (b) Rectitud del eje, (c) Rectitud de la generatriz del cilindro.

Figure 2. A cylinder dimensioned by the GDT method to control (a) circularity, (b) straightness of the axis, (c) straightness of the surface elements.

Dicho plan obliga a la definición de conceptos acordes a las nuevas prácticas metrológicas; lo cual hace que las normas sobre DTG estén sufriendo cambios considerables. La tabla 2 recopila las normas ISO que a juicio de los autores conforman el “cuerpo de normas” de DTG en lo que corresponde a su conceptualización y aplicación vigentes hasta 1995. De este grupo se han excluido normas que se refieren a aspectos formales del DTG pero que no agregan nada a su comprensión como las normas ISO 7083 e ISO 2768-2. Tampoco se han incluido normas de dibujo que atañen al acotado dimensional únicamente. Este grupo es tomado como base para establecer mas adelante que tan completa han sido hechas las homologaciones en cada país. Se enfatiza el hecho que en dicha tabla se referencian solo las versiones previas a la expedición del plan maestro ya mencionado. Esta advertencia es procedente hacerla, pues el número de normas ISO sobre DTG ha ido en aumento desde la aparición de dicho documento.

Quizá esto sea visto por el lector como una simplificación exagerada; sin embargo, a juicio de los autores es la mejor manera de proceder, en razón a la gran cantidad de cambios que están sufriendo las normas y a que en el futuro próximo no se prevé una disminución en esta tendencia.

Conviene advertirle al lector que el uso del DTG de manera completa y precisa, obliga a la consulta de todas ellas. Ahora bien, el conocimiento parcial de éstas podría permitir un uso fragmentado de este lenguaje; sin embargo, se corre el riesgo de incurrir en errores, dado que las normas sobre DTG según ISO están organizadas para reglamentar su uso y no como texto didáctico. A pesar de lo dicho y ante la carencia en español de un texto que explique el DTG según ISO, las normas deben ser consultadas como documento base a la hora de entrar a aprender este lenguaje.

Tabla 2. Normas que formaban el cuerpo de DTG antes de 1995.
Table 2. Set of standards on GDT circa 1995.

Referencia	Título	Versión
ISO 1101	Technical drawings- Geometrical Tolerancing- Tolerancing of form, orientation, location and run-out. Generalities, definitions, symbols, indications on drawings.	1983
ISO 1680	Technical drawings- Dimensioning and Tolerancing of profiles.	1987
ISO 2692	Technical drawings- Geometrical Tolerancing- Maximum material principle.	1988
ISO 2692 Amd. 1	Technical drawings- Geometrical Tolerancing- Maximum material principle. Amendment 1: Least material requirement	1992
ISO 3040	Technical drawings- Dimensioning and Tolerancing- Cones.	1990
ISO 5458	Geometrical product specification (GPS). Geometrical Tolerancing- Positional Tolerancing.	1987
ISO 5459	Technical drawings- Geometrical Tolerancing- Datums and datums systems for geometrical tolerances.	1981
ISO/TR 5460	Technical drawings- Geometrical Tolerancing- Tolerancing of form, orientation, location and run-out. Verifications principles and methods-Guidelines.	1985
ISO 8015	Technical drawings- Fundamental Tolerancing principle.	1985
ISO 10578	Technical drawings- Tolerancing of orientation and location- Projected tolerance zone.	1992
ISO 10579	Technical drawings- Dimensioning and Tolerancing- Non-rigid parts.	1993

El documento ISO/TR 5460 (2) si bien no corresponde a una norma, se incluye dentro de este grupo ya que contribuye a dilucidar el significado de algunas de las tolerancias geométricas; debido a las múltiples interpretaciones que pueden surgir.

3. HOMOLOGACIÓN DE LAS NORMAS ISO SOBRE DTG EN HISPANOAMÉRICA

El intercambio de bienes y servicios entre países ha llevado a que la actividad de normalización tenga un cubrimiento globalizado. Es por esta razón que ISO está conformado por cerca de 130 instituciones miembros a razón de una por país. Cada miembro participante tiene derecho a tomar parte en el desarrollo de cualquier norma que considere importante para el país que representa; además, cada institución representante, tiene derecho a voto. Se puede decir entonces que las actividades en ISO se dan

de manera democrática a la hora de definir la expedición de normas.

Las normas ISO son de acatamiento voluntario; sin embargo, existe un acuerdo en ISO para que cada país que requiera una norma en un campo específico, procure hasta donde mas pueda, suplir dicho vacío homologando las normas ISO correspondientes sin introducirles cambios.

Lo expresado arriba explica el porque la normatividad seguida en los países hispanoamericanos sobre DTG esta basada en las normas ISO; a pesar de existir normas expedidas de manera diferente, como la norma seguida en EUA (3).

Las homologaciones a las normas ISO sobre DTG son hasta el momento la manera más asequible que tienen los usuarios del dibujo mecánico de informarse sobre este tema en los países de Hispanoamérica, en razón a: precio más bajo, idioma en que están escritas y a la facilidad de conseguirlas. Esto deja ver lo trascendental de identificar las principales fallas, para contribuir a buscar soluciones que las

tornen más aplicables. Como ejemplo en lo que atañe al precio, la norma ISO 1101-1983(E) costaba en julio de 2002, mas de cuatro veces su homologa colombiana; situaciones similares de presentaban con las otras normas (4). Proporciones parecidas se observaron para las normas de otros países en la región.

3.1 Normas Homologadas Por País

Se procedió a consultar las diferentes instituciones de normalización de los países de Hispanoamérica, pero solo de aquellas que tienen página web (5,6,7,8,9,10,11,12,13); y se pudo determinar.

- Los países que tenían normas que atañen al DTG.
- Referencia y denominación de las normas sobre DTG.
- Normas ISO homologadas.

La tabla 3 resume dicha información. Claramente se puede observar como Chile es el país que mas normas ha homologado seguido de Colombia. En lo que concierne a Argentina, conviene decir que la norma IRAM 4515 (14) no corresponde propiamente a la homologación de la norma ISO 1101, pues dicha norma se apoya también en la norma ISO 1660:1971 así como en la norma ISO 2962; otras normas son también referenciadas como antecedentes. Respecto a México, en este momento solo esta en proyecto de aprobación la primera norma a homologar (15).

Se aprecia pues como más de la mitad de países de Hispanoamérica no han abordado aún estas normas; y solo 2 desde el punto de vista del número han hecho una homologación significativa.

3.2 Cotejación De La Norma Iso 1101 Con La Respectiva Norma Homologada

Efectuar una revisión sobre toda la normatividad homologada por país resulta en un trabajo que rebasa la intencionalidad de este artículo. No obstante, una muestra representativa de la calidad de la homologación hecha, puede hacerse

a través de comparar la norma ISO 1101 y sus correspondientes homologaciones. Se escoge esta norma, por ser a juicio de los autores la que mas ilustra sobre el tema de DTG y la que establece sus bases; además de ser la norma que todos los países que han abordado este tema la contemplan con excepción de Uruguay.

Para efectuar la cotejación se establecieron como criterios de falla los siguientes: traducción, omisión, referencia y dibujo.

-Falla de Traducción -FT-. Corresponde a apartes del texto como términos, frases o párrafos que no reflejan el sentir de la norma original.

-Falla de Omisión -FO-. Corresponde a olvidos u omisiones de párrafos, frases, palabras, dibujos y notas.

-Falla de Referencia -FR-. Corresponde a una citación inadecuada de las referencias dentro de la norma ya sea por remitir:

- A un numeral o figura inexistente.
- Cuando apartes de la norma homologada esta numerados incorrectamente.
- Cuando remiten a ver normas ISO.

- *Falla de Dibujo -FD-*. Se incurre en ésta cuando hay errores en las figuras.

Seguidamente por país se presenta un balance sucinto de los errores presentes en la homologación de la norma ISO 1101.

ARGENTINA. La norma argentina que contempla definiciones mas aproximadas al estilo de la norma 1101 es la norma IRAM 4515 expedida en 1978 y modificada en octubre de 1988.

Esta norma sin embargo, no es una homologación de la norma ISO 1101, como quiera que involucra información de cuatro normas ISO (ISO R/1101-1969; ISO R/1660-1971; ISO R/1661-1971 e ISO 1101/11-1974); además, normas de otros organismos de normalización son citados entre los que están: AFNOR, BSI y DIN.

Tabla 3. Normas ISO sobre DTG homologadas en Hispanoamérica.
Table 3. ISO standards on GDT homologated in Spanish America.

ISO	Argentina	Chile	Colombia	México	Uruguay
2768-2 General tolerances—Part 2: Geometrical tolerances for features without individual tolerance indications.		NCh1630/2.Of1993 ISO 2768-2	NTC 3331		
1101 Technical drawings—Geometrical tolerancing—Tolerancing of form, orientation, location and run-out—Generalities, definitions, symbols, indications on drawings.	IRAM 4515	NCh2203.Of1993 ISO 1101	NTC 1831	PROY-NMX-CH-1101-IMNC-2004-	
1660 Technical drawings—Dimensioning and tolerancing of profiles		NCh2204.Of1993 ISO 1660	NTC 1878		UNIT-ISO 1660 : 1996
7083 Technical drawings—Symbols for geometrical tolerancing—Proportions and dimensions		NCh2213.Of1993 ISO 7083	NTC 2493		
5459 Technical drawings—Geometrical tolerancing—Datums and datum-systems for geometrical tolerances.		NCh2214.Of1993 ISO 5459	NTC 2130		
2692 Technical drawings—Geometrical tolerancing—Maximum material principle.		NCh2215.Of1994 ISO 2692	NTC 1876		
2692 Amd 1 Least material requirement					
8015 Technical drawings—Fundamental tolerancing principle.	IRAM 4575	NCh2216.Of1993 ISO 8015	NTC 2498		
5458 Geometrical product specifications (GPS)—Geometrical tolerancing—Positional tolerancing		NCh2228.Of1993 ISO 5458			
10578 Technical drawings—Tolerancing of orientation and location—Projected tolerance zone		NCh2229.Of1993 ISO 10578			
5460 Technical drawings—Geometrical tolerancing—Tolerancing of form, orientation, location and run-out—Verification principles and methods—Guidelines.	IRAM 4572		NTC 2529		

La actividad de cotejar la norma IRAM 4515 al menos con una de las normas que le sirvió de antecedente, la ISO 1101-1969, no fue posible, ya que dichas normas corresponden a una versión que estuvo vigente hasta 1983; y como bien es sabido cuando una versión pierde su vigencia es sacada de circulación. En consecuencia, para evaluar la calidad de dicha norma se acometió su lectura como documento independiente.

Para poder aplicar los criterios de falla ya mencionados, por FT se clasificó todo aparte del

texto con sentido ambiguo o confuso; para las otras fallas se miró que la conceptualización planteada fuera aplicada de manera coherente. Se procede a mencionar ejemplos representativos y un balance numérico aproximado de las veces que se presentaron.

FT. El numeral 3.3.3 y el numeral 4.11.2 tienen igual título: “*Tolerancia de Planicidad*”. De acuerdo al contenido, el numeral 4.11.2 corresponde al sentido correcto del título pues define la zona de tolerancia para ésta propiedad geométrica; mientras que el numeral 3.3.3

corresponde más a la forma de cuantificar la desviación de Planicidad de una superficie real. Las fallas de este tipo sumaron 26.

FO. La figura 5 del apéndice carece de un descriptor; en opinión de los autores, referirse a ésta como “interpretación de la figura 4”, le aportaría mayor claridad a la norma haciéndola mas fácil de leer. Fallas como ésta se presentan 4 veces.

FR. En el numeral 1 no se cita la norma IRAM 4575. Esta norma es de consulta obligada, como quiera que en varias partes de la norma se refieren al requerimiento de frontera $-(E)-$, sin hacer alusión a su significado. Fallas similares se presentan 6 veces.

FD. En la figura 151 se presentan dos errores: sustitución del símbolo de perpendicularidad por el de inclinación en uno de los rasgos tolerados; y en otro rasgo donde se recurre a la tolerancia de inclinación no se establece un referente, siendo indispensable su uso. Se contabilizaron 14 fallas de este tipo.

CHILE. Cotejada la norma NCh 2203.Of93 (16) con la correspondiente ISO 1101- versión 1983, se hallaron fallas de traducción, referencia y omisión pero en pocos casos. Para ilustrar se da un ejemplo de cada tipo de falla y un total aproximado en cada tipo.

FT. En el numeral 14.9.1 literal (b) dice: “...La zona de tolerancia t se aplica a la proyección paralela de la línea objeto de tolerancia sobre el plano que contiene la línea de referencia.” En la norma ISO aparece: “...The tolerance zone is applied to the projection of the considered line on the plane containing the datum line and parallel to the considered line.” El término “proyección paralela” es confuso en su significado. Se propone como una traducción mejor lo siguiente: “...La zona de tolerancia t se aplica a la proyección de la línea objeto de tolerancia, en el plano que contiene la línea de referencia y que es paralelo a la línea objeto de tolerancia.” Fallas similares a ésta solo se presentan 2 veces.

FR. En el numeral 14.7.1 no se referenció la figura (a). La norma chilena no designa con números o letras las figuras que aparecen en el numeral 14 como lo hace la norma ISO 1101; esto en si mismo no es un problema cuando la ubicación de la figura es evidente; sin embargo, en algunos puntos como el citado se torna confuso porque además de haber varias figuras estas son invocadas en el texto. Fallas como ésta se detectaron en 4 ocasiones.

FO. En el numeral 12 primer párrafo segundo renglón se designa la letra M como el símbolo del principio de material máximo cuando según ISO éste es (M) . Este fue el único error de este tipo hallado.

COLOMBIA. La normas cotejadas fueron la NTC 1831 (17) en su versión de 1988 y reaprobadada en el 2001; con la ISO 1101- versión 1983. En la norma colombiana se encontraron los cuatro tipos de fallas considerados arriba mas uno adicional denominado *Falla de Vocabulario -FV-*. A manera de ilustración se trae un ejemplo típico de cada modalidad y se indica las veces presente.

FT. En el numeral 7.3 el párrafo dice: “La dirección de la zona de tolerancia...”. La norma ISO dice: “The direction of the width of the tolerance zone...”; se propone como una mejor traducción: “La dirección del ancho de la zona de tolerancia...”. Errores similares se presentan unas 17 veces.

FV. En el numeral 8.1 al final del primer párrafo la norma dice: “...recuadro de tolerancia.” En el numeral 5 a este concepto lo denominan “marco de tolerancia” y en el numeral 6 “recuadro que contiene las especificaciones de tolerancia”. Se considera que el uso de una única expresión está mas acorde con el estilo de redacción de una norma como en efecto se da en la norma ISO para la cual solo emplean la expresión “tolerance frame”. Errores como este se presentan en 10 oportunidades.

FO. En el numeral 14.9.1 se omite parte de una frase. La norma colombiana dice: “la zona de tolerancia esta limitada por dos líneas paralelas...” En la norma ISO aparece: “The

tolerance zone when projected in a plane is limited by two parallel straight lines...” Resulta obvio que se olvidó incluir la parte “*when projected in a plane*”. Errores similares a este se presentan 9 veces.

FR. Este error se presenta una sola vez al referenciar equivocadamente la figura 33 en el numeral 8.2. Según Gómez et al. (4) quienes adelantaron una revisión más amplia a las normas técnicas colombianas sobre DTG encontraron una referenciación recurrente a las normas ISO sobre DTG. Este hecho se considera una falla por la pérdida de autonomía de las normas homologadas.

FD. En la figura 110 aparece un ángulo de 40° como dimensión no exacta; es decir sin estar encerrada en un rectángulo. En ISO la dimensión es exacta. Fallas similares se presentan 16 veces.

MÉXICO. Debe advertirse que no existía norma oficial al momento de concluir el presente artículo; por lo tanto se cotejó el proyecto de norma que homologará la norma ISO 1101 versión 2004; dicho documento esta referenciado como: *PROY-NMX-CH-1101-IMNC-2004-Especificaciones geométricas de producto (GPS)- Tolerancias geométricas – Tolerancias de forma, orientación, localización y cabeceo.* Siguiendo el lineamiento indicado arriba, se citan ejemplos según tipo de falla y el número de veces que se presenta.

FT. En el numeral 18.10.2 segundo párrafo, en la parte correspondiente a la definición de la zona de tolerancia dice: “*La zona de tolerancia esta limitada para dos planos paralelos separados una distancia t_1 y t_2 , y perpendiculares ambos a otro. Los planos son perpendiculares al dato y en la dirección especificada.*” En la norma ISO está escrito como sigue: “*The tolerance zone is limited by two pairs of parallel planes a distance 0,1 and 0,2 apart and perpendicular to each other. Both planes are perpendicular to the datum A, one pair of planes being parallel to datum B....., the other pair being perpendicular to datum B.....*” Se propone mejor la siguiente traducción: “*La zona de tolerancia esta limitada por 2 pares de planos paralelos separados 0,1 y 0,2 y perpendiculares*

entre ellos. Ambos pares son perpendiculares al dato A; siendo un par paralelo y el otro perpendicular al dato B.” Se contabilizaron 18 fallas de este tipo.

FO. En el único marco de tolerancia que aparece en la figura 133 se coloca la letra ^a para referenciar una nota al pie del dibujo. Se debió escribir en ese mismo lugar en cambio la abreviación **ACZ**, que de acuerdo a la norma ISO es la que define con su presencia cuando el símbolo \odot , hace alusión a la Concentricidad y no a la Coaxialidad. Fallas de naturaleza similar se contabilizaron 8.

FR. La falla de este tipo mas frecuente consistió en remitir a ver normas ISO. Un ejemplo de ésta se da en el numeral 14, cuando se habla del *requisito de material máximo* y se remite a consultar la norma ISO 2692. Errores similares se presentan en 17 ocasiones. Como se mencionó arriba, referenciar normas ISO se considera una falla, dado que hace perder autonomía a la norma homologada dentro del contexto de las normas de cada país.

FD. La figura 44 en ISO consta de 2 partes: *a* y *b*; presentarlas ambas contribuye a dar mayor claridad. El proyecto de norma solo muestra la parte *b*. Fallas similares se presentan 4 veces. En la cotejación hecha se consideró necesario incluir un tipo de falla no registrada en la revisión hecha a las homologaciones de los otros países; nos referimos a la sustitución de símbolos de propiedades geométricas por letras. Este error pudo incluirse como falla de traducción; sin embargo, dado que estos símbolos son iguales no importa el idioma, se prefirió contabilizarlos aparte. Este error se repite en 60 partes del texto.

4. APLICABILIDAD DE LAS NORMAS HOMOLOGADAS

A manera de diagnóstico, seguidamente se establece una opinión sobre la aplicabilidad de las normas de DTG en cada país. Dos criterios se han tenido en cuenta para ello:

- a) Número de normas, sobre el total referenciado en la tabla 3, que han sido homologadas.
- b) Calidad de la traducción hecha de la norma ISO 1101.

El criterio (a) es tenido en cuenta dado que los conceptos y pautas para la aplicación y uso del DTG están distribuidos en todas las normas; es decir, el uso preciso y extendido de éstas, solo es posible hacerlo si se conocen todas las normas. El criterio (b) se propone ya que se toma como un indicativo de la calidad de traducción del resto de normas sobre DTG homologadas. Procedamos pues a emitir una opinión para cada país.

ARGENTINA. Frente al criterio (a), las normas IRAM 4515, 4575 y 4572 que componen el cuerpo de normas sobre DTG, no incluyen la norma ISO 5459; por lo que en términos prácticos podría decirse que el uso de este lenguaje queda restringido a las tolerancias de forma. Tampoco homologa la norma ISO 5458, lo cual restringe el uso de la tolerancia de posición sin inhibirlo totalmente. La no homologación de la norma ISO 1660 limita las tolerancias de perfil a ser usadas como tolerancias de forma más no de posición. La no homologación de la norma ISO 2692 Amd.-1; ISO 10578 e ISO 10579 imposibilitan el uso de los conceptos de Principio de Materia Mínima; Tolerancia Proyectada y Tolerancia de piezas no rígidas.

Respecto al criterio (b) se puede afirmar que su lectura se torna difícil para un usuario que requiera consultarla por primera vez; además su aplicación es riesgosa, ya que las múltiples fallas presentes propician inexactitudes y confusiones. Se considera que la norma ISO 1101 en su versión de 1969, que es la que sirve de base a la norma IRAM 4515, ha sido ampliamente rebasada en claridad y en la definición de conceptos por la versión de 1983 (algo similar puede decirse de otras normas que le sirven de antecedente).

CHILE. En lo que atañe al criterio (a), se considera que existe un número suficiente de normas para elaborar y leer planos bajo el lenguaje del DTG; la falta de homologación de

las normas ISO 2692 Amd.-1 e ISO 10579 limita el uso del Requerimiento de Material Mínimo y del tolerado de piezas no rígidas; pero no le quita coherencia a las normas chilenas en conjunto. La no homologación del documento ISO/TR 5460 podría estarle restando exactitud a la interpretación de dibujos elaborados con estas normas, en razón a que para comprender algunas propiedades geométricas de manera inequívoca, solo es posible hacerlo si se define el principio de verificación de antemano. Los autores son de la opinión que aún las normas ISO en este sentido no brindan una coherencia total, debido a que existen principios de verificación que muestran diferentes resultados para una misma pieza y rasgo como ocurre cuando se especifica la tolerancia de Simetría y la de Coaxialidad; de ahí la importancia de considerar en ocasiones los métodos de verificación.

En cuanto al segundo criterio, se considera que las normas chilenas son entendibles y aplicables.

COLOMBIA. En lo que atañe al criterio (a), el número de normas homologadas debería permitir el uso del DTG en lo que atañe al grupo de propiedades geométricas que controlan la forma, la inclinación y la oscilación. La no homologación de la norma ISO 5458 limita el uso de la tolerancia geométrica de posición. La no homologación de las normas ISO 10578 e ISO 10579 imposibilita la aplicación de tolerancias proyectadas y de las tolerancias para piezas no rígidas; algo que no afectaría la coherencia de este lenguaje.

Frente al criterio (b), su lectura se torna difícil para un usuario que requiera consultarla por primera vez; además, su aplicación es riesgosa, ya que las múltiples fallas presentes propician inexactitudes y confusiones.

MÉXICO. Se percibe que apenas están iniciando el proceso de homologación; pues la única norma existente a la fecha es la ISO 1101, y se presenta como proyecto. El uso de esta sola norma prácticamente reduce la utilización de este lenguaje a las propiedades geométricas de forma. Un comentario es procedente en este punto: pareciera por el diagnóstico que se acaba de hacer, que entre los países que han abordado la

homologación en Hispanoamérica, México es de los últimos en el uso y manejo de este lenguaje. Sin embargo, los autores consideran que paradójicamente podría ser el país que mas ha incursionado en el uso de este lenguaje. La presencia de libros y ponencias en congresos donde se abordan estos temas de autores mexicanos (18, 19, 20) así lo muestran; para poder hacerlo, obviamente han recurrido a normas foráneas.

Respecto al criterio (b), este proyecto de norma presenta un número de errores que dificultan su lectura y tornan riesgosa su aplicación.

URUGUAY. La homologación de una sola norma; la ISO 1660, limita completamente el uso de este lenguaje. Frente al criterio (b) no se emite ningún juicio, dado que no se evaluó la calidad de ésta única norma.

5. CONCLUSIONES

-En Hispanoamérica, es reducido el número de países que han homologado normas ISO sobre DTG. Lo anterior permite afirmar que este lenguaje continúa siendo ampliamente desconocido en la región.

-Las fallas en la traducción de las homologaciones hechas a las normas ISO sobre DTG, con excepción de Chile, tornan riesgosa su aplicación en los otros países.

-No todas las normas ISO sobre DTG vigentes a 1994 han sido homologadas en los países hispanoamericanos. En el caso de las normas chilenas y colombianas los faltantes no deberían afectar la coherencia de este lenguaje aunque si limitan su uso. En el caso de Argentina y México prácticamente constriñen su uso a las tolerancias geométricas de forma.

-El no homologar ciertas normas ISO sobre DTG en un país determinado sin las correspondientes advertencias, hace que su respectivo cuerpo de normas sobre DTG pierda autonomía al ser consultadas. Esta situación podría desestimular su uso; en razón al mayor costo de las normas ISO y a que no están escritas en español.

REFERENCIAS

[1] ISO/TR 14638:1995(E). Geometrical product specification (GPS) – Masterplan. First edition. Switzerland. 1995.

[2] ISO/TR 5460-1985(E). Technical drawings – Geometrical Tolerancing – Tolerancing of form, orientation, location and run-out. Verifications principles and methods – Guidelines. Switzerland. 1985.

[3] ANSI/ASME Y14.5M – 1994. Dimensioning and Tolerancing. U.S.A. 1995.

[4] GÓMEZ, J. I., ROMERO, J., SUAZA, W. Dimensionado y tolerado geométrico en las normas técnicas colombianas. DYNA N° 137. Medellín. pp. 35-44. 2002.

[5] Instituto Argentino de normalización. <http://www.iram.com.ar> (Visitado 8/3/2006).

[6] Instituto Nacional de Normalización. INN-Chile. <http://www.inn.cl> (Visitado 8/3/2006).

[7] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC.

[8] <http://www.icontec.org.co> (Visitado 8/3/2006).

[9] Instituto Ecuatoriano de Normalización. <http://www.inen.gov.ec> (Visitado 8/3/2006).

[10] Instituto Mexicano de Normalización y Certificación – IMNC. <http://www.imnc.org.mx> (Visitado 8/3/2006).

[11] Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas – COPANIT. <http://www.mici.gob.pa> (Visitado 8/3/2006).

[12] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI. <http://www.indecopi.gob.pe> (Visitado 8/3/2006).

- [13] Instituto Uruguayo de Normas Técnicas – UNIT. <http://www.unit.org.uy> (Visitado 8/3/2006).
- [14] Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. <http://www.fondonorma.org.ve> (Visitado 8/3/2006).
- [15] IRAM 4515. Dibujo Técnico – Tolerancias Geométricas. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, 1978. Modificada 1988.
- [16] PROY-NMX-CH-1101-IMNC-2004. Especificaciones geométricas de producto (GPS). Tolerancias geométricas de forma, orientación, localización y cabeceo. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación. D.F. México. 2004.
- [17] NCh 2203.Of93-ISO 1101. Dibujos Técnicos – Tolerancias geométricas – Tolerancias de forma, orientación, posición y oscilación – Generalidades, definiciones, símbolos, indicaciones en los dibujos. INN-Chile. Santiago, Chile. Primera edición: 1993. Reimpresión: 2000.
- [18] NTC 1831. Dibujo Técnico. Tolerancias geométricas. Tolerancias de forma, orientación, localización y alineación. Generalidades, definiciones, símbolos e indicaciones en dibujos. ICONTEC – Bogotá. Segunda actualización. 2001.
- [19] ZELENY, R., GONZÁLEZ, C. Metrología dimensional. Editorial McGraw-Hill. México 1999.
- [20] Zeleny, R. Factores a considerar para la realización de un buen estudio de repetibilidad y reproducibilidad. Mitutoyo Mexicana. D.F. México. 1999.
- [21] BEDOLLA, J., SZWEDOWICZ, D., MARTÍNEZ, E., CORTÉS, C. Ondulaciones de la zona de tolerancia de superficies de revolución de elementos mecánicos. Memorias de XI Congreso Internacional anual de SOMIM. Pág. 46. Morelia, México 2005.