

Tabla de contenido

Usar tolerancias geométricas	1
Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos	1
Introducción	1
Proceso conceptual para evaluar las tolerancias geométricas	2
Especificación frente a verificación	3
Elementos considerados y con tolerancia	7
Fases de la evaluación	7
Comparaciones con las prácticas anteriores	8
Estructurar la rutina de medición para las tolerancias geométricas	8
Introducción	8
Definir y utilizar dátums	16
Uso del cuadro de diálogo Definición de datum y sintaxis del comando	17
Dátums únicos	19
Tipos de elementos que representan una superficie planar	20
Tipos de elementos que representan una superficie cilíndrica	20
Dátums comunes	21
Patrones de datum	33
Definir tolerancias geométricas y controlar la generación de informes	34
Sintaxis del modo Comando	34
Ejemplo sencillo	34
Ejemplo complejo	35
Bloque de comandos alternativo 1	38

Bloque de comandos alternativo 2	39
Bloque de comandos alternativo 3	40
Bloque de comandos alternativo 4	40
Cuadro de diálogo Tolerancia geométrica	41
Tipos de tolerancia geométrica	79
Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums	181
Grados de libertad restringidos por un marco de referencia de dátum	183
Tipos de cálculo de dátum según la norma ASME Y14.5	185
Tipos de cálculo de dátum según la norma ISO 1101	186
Modificadores para dátums	188
Planos de dátum con datos de superficie según la norma ASME Y14.5	190
Planos de dátum con datos de superficie según la norma ISO 1101	190
Ilustraciones de planos de dátum: Filtrado, mejor ajuste y restricciones de orientación	191
Planos de dátum sin datos de superficie.....	194
Secciones transversales de plano de dátum.....	195
Muestras de plano de dátum.....	197
Cilindros de dátum con datos de superficie según la norma ASME Y14.5	197
Cilindros de dátum con datos de superficie según la norma ISO 1101	198
Ilustraciones de cilindros de dátum: Con restricciones de ubicación y sin restricciones sin ubicación	199
Cilindros de dátum sin datos de superficie y ejes sin superficie.....	200
Secciones transversales de cilindro de dátum	201
Anchuras de dátum según la norma ASME Y14.5	203

Anchuras de dátum según la norma ISO 1101	203
Ranuras y muescas de dátum.....	204
Conos de dátum con datos de superficie según la norma ASME Y14.5	205
Conos de dátum con datos de superficie según la norma ISO 1101	206
Conos de dátum sin datos de superficie	207
Esferas de dátum con datos de superficie según la norma ASME Y14.5	207
Esferas de dátum con datos de superficie según la norma ISO 1101.....	208
Esferas de dátum sin datos de superficie y puntos 3D sin superficie.....	208
Patrones de dátum.....	209
Datos comunes: Cilindros coaxiales	213
Dátums comunes: Planos paralelos de offset	215
Dátums con un modificador de material	216
Determinar el tamaño del límite del material	223
Dátums con ubicación sin restricciones comparados con dátums de prioridad más alta	230
Tipos de elementos con y sin datos de superficie	231
Introducción.....	231
Planos	232
Líneas	233
Puntos.....	235
Cilindros	235
Círculos.....	236
Anchuras.....	237
Ranuras y muescas	237

Conos.....	237
Esferas.....	238
Tipos de elementos de forma libre.....	238
Elementos invertidos.....	239
Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica.....	240
Especificaciones de tamaño.....	240
Tamaño global.....	241
Tamaño local.....	242
Modificadores de tamaño ISO.....	243
Cálculos del plus.....	246
Informe.....	247
Derivar el elemento con tolerancia.....	248
Tolerancias simultáneas.....	267
Definir una tolerancia simultánea.....	267
Sintaxis del modo Comando.....	268
Comportamiento.....	269
Recomendaciones de estructuración de la rutina de medición.....	270
Comparación con las prácticas anteriores.....	270
Migración.....	271
Salida de los resultados de las tolerancias geométricas.....	271
Datos estadísticos.....	272
Salida Excel.....	272
Expresiones.....	272

Notas sobre las etiquetas de los informes de tolerancia geométrica	275
Migración desde XactMeasure	276
Introducción.....	276
Flujo de trabajo sugerido.....	277
Informe de migración	278
Notas importantes	279
Opciones para controlar la migración.....	281
Usar el comando Tamaño	283
Modos de comando.....	283
Elementos de entrada	285
Para dimensionar un elemento con la opción TAMAÑO	288
Leer el informe	291
Modificadores ISO 14405-1 compatibles	296
Usar el modo Selección de GD&T para crear FCF	296
Usar Modo Selección de GD&T (a partir de CAD)	297
Usar Modo Selección de GD&T (a partir de archivo)	297
Acerca del reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para crear FCF	303
Resolución de los problemas de los mensajes de error y las advertencias.....	312

Usar tolerancias geométricas

Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos

Introducción

Una pieza fabricada tiene requisitos funcionales. Dichos requisitos con frecuencia afectan a las formas, los tamaños, las orientaciones y las ubicaciones de los elementos: se trata de requisitos geométricos. Los elementos deben cumplir los requisitos geométricos cada uno individualmente o junto con otros elementos.

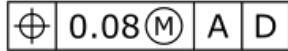
Las tolerancias geométricas expresan los requisitos geométricos de una manera precisa. Un dibujo o un modelo de CAD especifica las tolerancias geométricas de estas maneras:

- Marcos de control de elementos (ASME Y14.5)
- Indicadores de tolerancia (ISO 1101)



Nota sobre la terminología: Los marcos de control de elementos en el caso de ASME y los indicadores de tolerancia en el caso de ISO tienen un aspecto y una función similares. Por eso, utilizamos el término "marco de control de elementos" para hacer referencia a los dos. Utilizamos también el término "norma de dimensionamiento geométrico y tolerancia" (o "norma GD&T" en su forma abreviada). Este término hace referencia a las dos normas en cuestión (ASME Y14.5 o ISO 1101) aunque el término que se usa en ISO es "especificaciones geométricas del producto".

Un marco de control de elementos (FCF) utiliza números y símbolos dentro de cuadros rectangulares como el siguiente:



Aunque PC-DMIS puede verificar las tolerancias geométricas conforme a cualquier norma, la manera más fácil de hacerlo en su caso es si las tolerancias se han escrito de acuerdo con estas normas específicas:

- ASME Y14.5 1994 / 2009 / 2018
- ASME Y14.5.1 1994 / 2019
- ISO 1101 : 2012/2017
- ISO 5459 : 2011
- ISO 5458 : 1998
- ISO 14405-1 : 2010
- ISO 17450-3 : 2016
- ISO 2692 : 2014
- ISO 1660 : 2017



Nota sobre la terminología: Para abreviar, hacemos referencia al grupo de normas ASME con el término "ASME Y14.5" y al grupo de normas ISO con el término "ISO 1101".

Proceso conceptual para evaluar las tolerancias geométricas

Una tolerancia geométrica siempre incluye estos elementos:

- Uno o más elementos con tolerancia
- Una zona de tolerancia para cada elemento con tolerancia
- Cero o más elementos de datum. Estos restringen la manera en que se pueden optimizar los elementos con tolerancia en las zonas de tolerancia.

Cuando se evalúa una tolerancia geométrica, es necesario conocer todas las dimensiones básicas (ASME Y14.5) o las dimensiones teóricamente exactas (ISO 1101). Se trata de las relaciones nominales entre todos los elementos en cuestión. Eso significa que todos los elementos deben tener nominales correctos (teóricos). Si son incorrectos, PC-DMIS puede evaluar las tolerancias geométricas incorrectamente.



La manera más sencilla de asegurarse de que los nominales son correctos es construir la rutina de medición a partir del modelo de CAD.

Especificación frente a verificación

Las familias de normas ASME e ISO relativas a GD&T son normas de *especificación*. Las tolerancias geométricas son un tipo de especificación. Las normas definen las especificaciones (lo que significan las tolerancias), pero no indican cómo verificar que la pieza cumpla su especificación.

En el contexto de la especificación, se trabaja con información *perfecta*. La especificación se define con respecto a la superficie real completa. Existe un número infinito de puntos con una incertidumbre de medición nula.

En el contexto de la verificación se trabaja con información *imperfecta*. La verificación se define con respecto a los puntos medidos. Existe un número finito de puntos con incertidumbre de medición. Cuando se eligen opciones de cálculo, el objetivo es que el cálculo de verificación genere un resultado lo más cercano posible a la especificación. Dicho de otro modo, la especificación es lo que se está intentando medir (el "mensurando"), mientras que la medición es la mejor aproximación a la especificación. En ocasiones el mejor cálculo de verificación es muy distinto al cálculo de especificación.

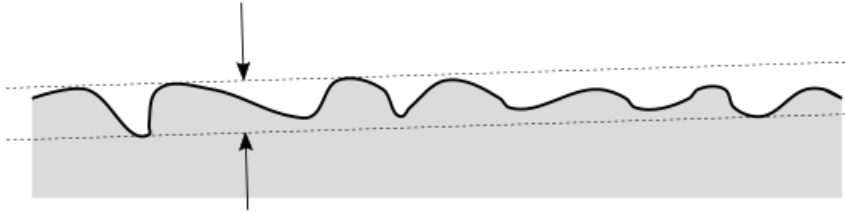
A raíz de esta diferencia entre especificación y verificación, los dátums y los valores de tolerancia normalmente van emparejados. Por ejemplo, hay dátums reales y dátums medidos, así como tolerancias reales y tolerancias medidas:

- Los dátums reales y los valores de tolerancia reales vienen definidos por la especificación en la que se usa información perfecta sobre la superficie actual.
- Los dátums medidos y los valores de tolerancia medidos son aproximaciones a los dátums y los valores de tolerancia reales a partir de datos medidos.

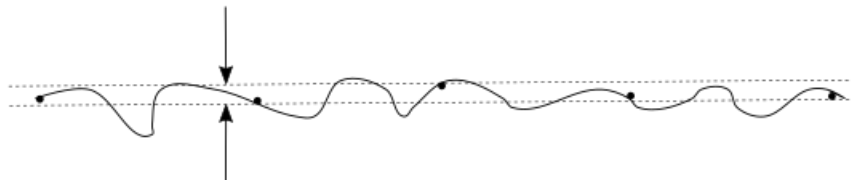
Lamentablemente, no hay ninguna norma de verificación para GD&T, por lo que es muy difícil comparar de una manera significativa paquetes de software pensados para evaluar la misma especificación. Los distintos paquetes de software utilizan algoritmos diferentes de aproximación a los dátums y los valores de tolerancia reales, por lo que obtienen dátums y valores medidos distintos.

Por ejemplo, la rectitud real de una línea se basa en información perfecta sobre la superficie. La rectitud medida se basa en los puntos medidos. La rectitud medida puede ser inferior a la rectitud real, si los puntos alto y bajo reales no se miden. Por otro lado, la rectitud medida puede ser superior a la rectitud real si la incertidumbre de los puntos medidos es elevada.

A continuación se proporciona una ilustración de la rectitud real de una superficie. La sección transversal de la superficie real completa debe reposar entre dos líneas paralelas, siendo la distancia entre estas mínima. La distancia entre las líneas es el valor real.



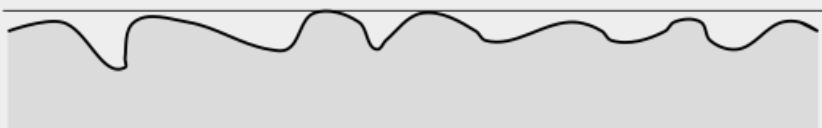
A continuación se proporciona una ilustración de la rectitud medida de una superficie. Los puntos medidos en la sección transversal de la superficie deben reposar entre dos líneas paralelas. La distancia entre las líneas es el valor medido. La línea sólida fina representa la superficie real (información perfecta), mientras que los puntos pequeños representan los puntos de superficie medidos (información imperfecta). En este caso, se han medido muy pocos puntos, con lo cual el valor medido es inferior al valor real:



En el contexto de la especificación, la norma ISO 5459 : 2011 indica que un plano de dátum primario se define como plano mín máx restringido. Este plano es externo al material. Entra en contacto al menos con un punto alto y minimiza las desviaciones a los puntos bajos (tras filtrar la superficie).

En el contexto de la verificación, si hemos medido nuestros puntos con mucha densidad (muchos puntos) y tenemos una incertidumbre de medición muy inferior al error de forma, el mejor algoritmo en esta situación de verificación es un algoritmo mín máx restringido. Ese algoritmo garantiza que nuestro plano de dátum medido coincida con el plano de dátum especificado lo máximo posible. Por otro lado, en el contexto de la verificación, si nuestros puntos medidos tienen una incertidumbre de medición superior al error de forma (algo habitual), probablemente tendremos que utilizar un algoritmo de cuadrados mínimos simple (sin restricciones). Esto se debe a que prácticamente todo el error de forma medido es en realidad un error de medición y, por lo tanto, al poner en contacto los puntos altos, el plano de dátum va a quedar bastante fuera de la superficie real. En este caso, los cuadrados mínimos simples son la mejor opción.

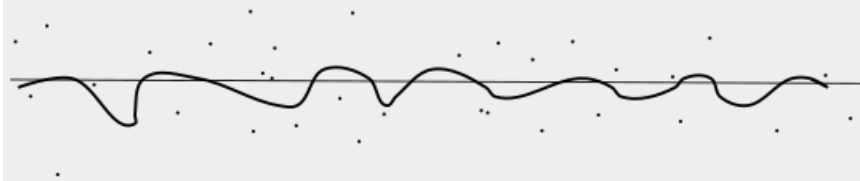
A continuación se muestra un ejemplo de un plano de dátum principal que contiene error de forma. El dátum real especificado por la norma ISO 5459 : 2011 se indica con la línea recta fina.



A continuación se muestra un ejemplo del plano de dátum principal, que se ha medido con un sensor y en el que cada punto medido tiene una incertidumbre de medición elevada. La línea sólida ondulada representa la superficie real. Si utiliza el cálculo de especificación (mín máx restringido después de un filtrado de vacíos), el dátum medido está muy lejos del dátum real, como muestra la línea recta fina.



A continuación se muestra un ejemplo del mismo dátum principal, con los mismos puntos medidos, pero en el que se utiliza un cálculo de cuadrados mínimos simples (sin restricciones). Este dátum medido es mucho mejor como aproximación al dátum real.



Puede darse con frecuencia que tenga que utilizar durante la verificación algoritmos distintos a los que se usan en la especificación. Por este motivo, los comandos de tolerancia geométrica ofrecen *opciones de cálculo* que permiten controlar los algoritmos que se usan para la verificación. Puede que le resulte difícil elegir las mejores opciones de cálculo. La única manera de estar realmente seguro de que ha elegido las mejores opciones de cálculo es realizar un estudio cuidadoso.

Pasos recomendados para un estudio cuidadoso

1. Tome varias piezas reales que representen la variedad de errores que puede generar el proceso de fabricación.
2. Mida con mucha densidad todas las piezas con una gran cantidad de secciones transversales y utilice equipos que ofrezcan mucha menos incertidumbre de medición que el error de forma.
3. Elija tipos de cálculo que se aproximen mucho a la especificación.
4. Mida las mismas piezas de la manera que espera que se midan realmente las piezas en producción. Utilice los mismos sensores y estrategias de medición que prevea utilizar.
5. Elija una amplia variedad de tipos de cálculo y compare hasta qué punto esos tipos de cálculo se aproximan a las mediciones densas y de alta precisión que ha realizado. Eso le permitirá elegir la combinación de tipos de cálculos que más se aproxime a la especificación.

Normalmente, la mejor opción de cálculo depende de la proporción entre la incertidumbre de medición y el error de forma. Si la incertidumbre de medición es muy superior al error de forma, no podrá medir, de todos modos, el error de forma real, y es

mejor elegir otra opción sencilla como pueden ser los cuadrados mínimos simples para los tipos de cálculo de dátum y elemento. Por otro lado, si la incertidumbre de medición es muy inferior al error de forma, es mejor elegir tipos de cálculo que se aproximen bastante a la especificación.



La cuestión sobre cómo elegir los tipos de cálculo es totalmente independiente de si el sensor puede verificar las especificaciones. Ese tema complejo no se trata en esta documentación. No obstante, es de vital importancia que los ingenieros de verificación elijan sensores y estrategias de medición que sean lo suficientemente precisas, con los tipos de cálculo elegidos, para verificar la especificación.

Elementos considerados y con tolerancia

Existe una diferencia entre elementos considerados y elementos con tolerancia.

Un elemento considerado es una superficie medida que representa la superficie controlada. Los elementos considerados se miden en la rutina de medición. Un elemento considerado es, de acuerdo con los términos de la norma ISO 1101, una medición de un elemento integral real. Cuando se usa el comando de tolerancia geométrica, se eligen los elementos considerados para cada tolerancia.

El elemento con tolerancia es lo que queda dentro de la zona de tolerancia. El elemento de tolerancia en ocasiones es la superficie del elemento considerado. Otras veces es lo que se deriva de la superficie del elemento considerado. Por ejemplo, puede ser el eje del espacio seguro coincidente no vinculado real (ASME Y14.5) o la mediana extraída (ISO 1101). Para obtener más información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Fases de la evaluación

La evaluación real de una tolerancia geométrica consta, por lo tanto, de varias fases:

1. Medición de las superficies de los elementos considerados y las superficies de los elementos de dátum.
2. Cálculo de los dátums en su orden jerárquico de prioridad.
3. Producción del elemento con tolerancia a partir del elemento considerado, según sea necesario.
4. Evaluación de cada elemento con tolerancia dentro de su zona de tolerancia. Esta fase está sujeta a las restricciones del dátum.
5. Generación del informe del resultado evaluado.

En la mayor parte de los casos, el usuario es responsable de llevar a cabo la fase 1 de este proceso de evaluación. El comando de tolerancia geométrica de PC-DMIS maneja las demás fases de una manera que es conforme a las normas ASME Y14.5 o ISO 1101.

Puesto que el usuario es quien se encarga de llevar a cabo la fase 1 de este proceso de evaluación, debe medir las superficies con la densidad y las secciones transversales suficientes para que los datos medidos y los valores medidos puedan aproximarse bastante a los dátums reales y los valores reales. Eso significa que debe entender rigurosamente las especificaciones, los puntos fuertes y los puntos débiles del equipo de medición que utilice, además de los tipos de errores que puede generar el proceso de fabricación.

Comparaciones con las prácticas anteriores

PC-DMIS 2020 R2 ha introducido el comando de tolerancia geométrica. Antes, PC-DMIS contaba con algunas prestaciones de FCF que eran compatibles con normas anteriores y que eran muy limitadas.



Nota sobre la terminología: En esta documentación se hace referencia a las prestaciones anteriores como "XactMeasure". Esto se debe a que, en versiones anteriores de PC-DMIS, el cuadro de diálogo del marco de control de elementos mostraba el texto "XactMeasure" en su barra de título. El comando de tolerancia geométrica actual tiene el texto "Tolerancia geométrica".

En esta documentación se proporcionan varias comparaciones con las prácticas anteriores. Se comparan las prestaciones y el comportamiento de XactMeasure con las prestaciones y el comportamiento del comando de tolerancia geométrica.

Estructurar la rutina de medición para las tolerancias geométricas

Introducción

A partir de PC-DMIS 2023.2, cuando se crea una nueva rutina de medición, el cuadro de diálogo **Nueva rutina de medición** requiere que se seleccione el estándar GD&T adecuado (consulte "Crear nuevas rutinas de medición" en la documentación de PC-DMIS principal). PC-DMIS aplica el estándar GD&T que seleccione (ASME Y14.5 1994, ASME Y14.5 2009, ASME Y14.5 2018 o ISO 1101 2012/2017) para cada comando Tolerancia geométrica y Tamaño que cree en la nueva rutina de medición. Para

Usar tolerancias geométricas

obtener más información, consulte la sección "Comparación con las prácticas anteriores: Referencias al estándar GD&T" a continuación.

En la mayor parte de los casos, recomendamos para la rutina de medición una estructura simple como la siguiente:

1. Construya una alineación inicial para encontrar la pieza en el espacio 3D. Para obtener información, consulte el capítulo "Crear y usar alineaciones" en la documentación de PC-DMIS principal.
2. Mida todas las superficies de los elementos considerados y las superficies de los elementos de datum.
3. Defina los datums usando comandos de definición de datum.
4. Defina las tolerancias de tamaño especificadas y las tolerancias geométricas usando comandos de tolerancia geométrica.
5. Defina las tolerancias simultáneas usando comandos de tolerancia simultánea.

Tiene que crear las tolerancias de tamaño y las tolerancias geométricas en los datums para poder permitir que las tolerancias geométricas hagan referencia a esos datums. Esto se debe a que las tolerancias geométricas que hacen referencia a un datum a menudo tienen que saber si hay tolerancias de tamaño y tolerancias geométricas en ese datum. Si más adelante edita alguna tolerancia de tamaño en un datum, asegúrese de que todas las tolerancias geométricas posteriores que hagan referencia a ese datum tengan la información de tolerancia de tamaño correcta para el datum. Para obtener más información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los datums" en la documentación de PC-DMIS principal.



Si edita las tolerancias superior e inferior desde la ventana de edición o desde el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** (ficha **Marco de control de elementos o Nominales**), y el mismo elemento se utiliza como un dátum o como elemento considerado, PC-DMIS muestra un mensaje en el que le pregunta si desea aplicar los mismos cambios a todos los comandos posteriores que hacen referencia a ese elemento.

Por ejemplo:

Tolerancias

La tolerancia de tamaño de CIL1 ha cambiado. ¿Desea aplicar el mismo cambio a todos los comandos relacionados posteriores que hacen referencia a CIL1?

Sí No

Si hace clic en **Sí**, PC-DMIS actualiza las tolerancias de tamaño para cualquier comando de Tolerancia geométrica por debajo de la posición del cursor que haga referencia al mismo elemento, ya sea como elemento considerado o como dátum.

Si hace clic en **No**, PC-DMIS solo actualiza la tolerancia de tamaño editada. PC-DMIS no actualiza ninguna de las tolerancias de tamaño respectivas de ningún comando de Tolerancia geométrica por debajo de la posición del cursor que utilice el mismo elemento editado como elemento considerado o dátum.

No recomendamos utilizar Copiar/Pegar o Pegar con patrón para duplicar el comando de tolerancia geométrica. En algunos casos, funciona, pero en otros Pegar con patrón básicamente no logra funcionar correctamente. No recomendamos tampoco colocar el comando de tolerancia geométrica dentro de un bucle por motivos similares: en algunos casos funciona y en otros casos no logra funcionar nunca. No hay ningún problema en colocar toda la rutina de medición dentro de un bucle.

Comparación con las prácticas anteriores: Referencias al estándar GD&T

Anteriormente, XactMeasure le permitía crear comandos de marco de control de elementos que hacían referencia a diferentes estándares GD&T dentro de la misma rutina de medición. También podía alternar el estándar GD&T referenciado desde el comando. Las versiones anteriores del comando Tolerancia geométrica también admitían este comportamiento con fines de migración. Sin embargo, mezclar

Usar tolerancias geométricas

estándares GD&T en una misma rutina de medición no tiene razón de ser. El motivo es que las piezas están diseñadas de acuerdo con un solo estándar.

Por ello, a partir de PC-DMIS 2023.2, ya no se puede hacer referencia a estándares ASME e ISO en la misma rutina de medición.

Comparación con las prácticas anteriores - Elementos contruidos

En el pasado, debido a las limitaciones de XactMeasure, a menudo era necesario usar comandos de elementos contruidos. Se trataba de planos medios, líneas de intersección, etc. Se usaban como elementos considerado o elementos de dátum.

Con Tolerancias geométricas, sin embargo, la mayor parte de los comandos de elementos contruidos estorban. Los elementos contruidos pueden impedir que una tolerancia geométrica entienda la superficie medida. No obstante, tiene sentido usar un comando de elemento contruido en estos pocos casos:

- Los comandos de anchura contruida son necesarios para representar un elemento de anchura (ASME Y14.5) o de plano opuesto paralelo (ISO 1101). Esto se debe a que PC-DMIS no dispone aún de un comando de anchura automática. Los comandos de anchura contruida mantienen todos los datos de superficie y, por lo tanto, no impiden el comando de tolerancia geométrica.
- Los comandos de conjuntos contruidos son necesarios en ocasiones. Cuando todas las entradas representan superficies medidas, los conjuntos contruidos mantienen todos los datos de superficie y, por lo tanto, no impiden el comando de tolerancia geométrica.
- Muy raras veces tiene sentido medir un elemento con comandos de puntos independientes, como pueden ser puntos de vector. En ese caso, se puede construir un elemento de mejor ajuste compensado (MEJAJRE) a partir de los puntos de vector. El elemento contruido mantiene los datos de superficie y, por lo tanto, no impide el comando de tolerancia geométrica.



En las construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) o de mejor ajuste compensado (MEJAJRE), si bien puede utilizar cualquier tipo de elemento para los elementos de entrada, los tipos de ajuste MEJAJ y MEJAJRE suelen utilizarse con los elementos de punto o los conjuntos de puntos (un escaneado de puntos, un conjunto de elementos con puntos o una expresión que se resuelva en una matriz de puntos).

Para obtener información detallada sobre cómo utilizar los métodos Mejor ajuste y Mejor ajuste compensado para construir elementos, consulte el tema "Comprender construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) y mejor ajuste compensado MEJAJRE" en la documentación de PC-DMIS principal.

- Muy raras veces puede que sea necesario que un elemento considerado o un elemento de datum sea una geometría derivada. Eso significa que no tiene superficie. Un ejemplo es el círculo circunscrito mínimo que contiene tres resaltes en la norma ASME Y14.5 2018, figura 7-42 (b). En esos casos, la única manera de transmitir lo que específicamente se pretende al comando de tolerancia geométrica es construir un elemento que carezca de datos de superficie. Si lo hace, deberá encargarse de cumplir las normas aplicables.

El comando de tolerancia geométrica usa elementos construidos sin información de superficie de las maneras que se indican a continuación:

- Como elemento con tolerancia
- Como elemento de datum prerresuelto (elemento de situación según los términos de la norma ISO 5459)

En tales casos, está asumiendo las fases 2 y 3 del proceso de evaluación conceptual. Debe asumir la responsabilidad de construir el elemento conforme a las normas pertinentes. Para obtener información sobre el proceso de evaluación conceptual, consulte "Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos" en la documentación de PC-DMIS principal. Para obtener información sobre los tipos de comandos de elemento que tienen datos de superficie y los que no los tienen, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie" en la documentación de PC-DMIS principal.

Comparación con las prácticas anteriores - Datos medidos en secciones transversales

Algunos tipos de tolerancias geométricas requieren la evaluación de datos medidos en las secciones transversales. Por ejemplo, considere la especificación de rectitud del eje de un cilindro. Tiene que medir el cilindro en varias secciones transversales por tres motivos:

- Para calcular el centro de cada sección transversal
- Para evaluar la rectitud del eje de los centros de los círculos

El comando XactMeasure requería que se midieran varios comandos de círculo. Estos podían ser también elementos secundarios de una estrategia de escaneado. A continuación, tenía que construir una línea de mejor ajuste 3D (MEJAJ) a través de los centros de los círculos. Por último, se creaba una tolerancia de rectitud de eje de XactMeasure en la línea MEJAJ.

Con el comando de tolerancia geométrica, ya no tiene que seguir tantos pasos. Ahora se mide el cilindro (con una estrategia de medición o no). A continuación, se evalúa la rectitud del eje en el cilindro. El comando de tolerancia geométrica divide automáticamente los datos en secciones transversales (según la distribución de los puntos). A continuación, calcula el centro de cada círculo y evalúa la rectitud en los centros.

A partir de PC-DMIS 2025.1, el comando de tolerancia geométrica ha mejorado enormemente su seccionamiento automático para admitir un rango más amplio de distribución distinta de puntos dentro de un elemento y seguir calculando las secciones transversales. El objetivo principal de esta mejora era admitir elementos medidos con un sensor láser, pero se aplica a todos los tipos de sensor para obtener una mayor flexibilidad. Los datos de láser en contadas ocasiones se organizan en secciones transversales limpias, y nuestras prestaciones de sección transversal anteriores limitaban los tipos de tolerancias que se podían evaluar. Por ejemplo, antes no se podía evaluar la circularidad, el descentramiento circular o la rectitud (de superficie o eje) de un cilindro láser porque no solía haber secciones transversales limpias. En la mayor parte de los casos, la funcionalidad mejorada de seccionamiento transversal ahora puede extraer automáticamente secciones transversales lineales o circulares a partir de cualquier patrón de puntos cuando se miden elementos con la densidad de puntos adecuada. No obstante, esto puede generar en algunos casos un comportamiento no deseado. Por ejemplo, se requiere un mínimo de tres contactos que abarquen un mínimo de 90 grados de arco para cada sección transversal circular. Eso significa que los casos extremos siguientes pueden fallar:

- Elementos con datos de contacto muy dispersos.
- Los elementos con patrones de contacto en espiral constan de una o muy pocas revoluciones y un paso inclinado (cilindros de escaneado en espiral)

adaptativos, cilindros automáticos o conos automáticos con un paso aplicado, cilindros o conos MEJAJ/MEJAJRE contruidos, conos o cilindros medidos manualmente).

- Elementos con cobertura parcial.

En general, si desea asegurarse de que el comando de tolerancia geométrica seccione los datos exactamente como desea, debe medir los datos en las secciones transversales (como se requería para versiones anteriores de PC-DMIS). En el caso de dispositivos manuales (como pueden ser brazos portátiles), se recomienda utilizar disparos automáticos para proporcionar control a fin de garantizar los datos que se recopilan en una sección transversal. Esto también ayuda a mantener la coherencia cuando son varios los usuarios del dispositivo.

Comparación con las prácticas anteriores - Elementos considerados y datos medidos

Con el comando de tolerancia geométrica, cada elemento considerado tiene un valor medido. En algunos casos, esto difiere del comportamiento de XactMeasure.

Tomemos, por ejemplo, una tolerancia de perfil de superficie de tres círculos. En XactMeasure generaba un valor medido. Con un comando de tolerancia geométrica, sin embargo, ahora genera tres valores medidos.

Esto significa que, si solo desea un único valor medido, tiene que construir un conjunto de los elementos de entrada y convertir ese conjunto en el elemento considerado.

Hemos elegido este nuevo comportamiento porque ofrece más flexibilidad a la hora de notificar los valores medidos. Los valores medidos únicos aún están disponibles con un conjunto construido. No obstante, hay disponibles también valores medidos independientes donde antes no había.

Comparación con las prácticas anteriores: tipos de cálculo según ISO

En versiones de PC-DMIS anteriores a la versión 2025.1, cuando se seleccionaba la ISO 1101 como estándar GDT, estaban disponibles estos tres tipos de cálculo de comando de tolerancia geométrica:

- **CÁLCULO_ELEMENTO:** Este tipo de cálculo determinaba el cálculo (**POR OMISIÓN** o **LSQ**) que PC-DMIS utilizaba para los elementos considerados. PC-DMIS lo aplicaba tanto al cálculo del tamaño como a la manera en que el elemento considerado se calculaba para la comparación con la especificación de tolerancia geométrica asociada.

- **CÁLCULO_DÁTUM:** Este tipo de cálculo determina qué cálculo (**POR OMISIÓN**, **LSQ** o **CL2**) utiliza PC-DMIS para los elementos de dátum. PC-DMIS lo aplica tanto al cálculo de tamaño de dátum como al ajuste de dátum.
- **CÁLCULO_ZONA_TOLERANCIA:** Este tipo de cálculo determinaba el cálculo (**POR OMISIÓN** o **LSQ**) que PC-DMIS utilizaba para los cálculos de forma o perfil.

Si se cambiaba el cálculo de elemento o si la tolerancia hacía referencia al elemento considerado en MMC/LMC, esto también afectaba al modo en el que se notificaba el tamaño (para obtener información detallada, consulte el tema "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica" en la documentación de PC-DMIS principal). Esto facilitaba la verificación manual de los cálculos de plus porque toda la información de tamaño pertinente estaba presente en el informe.

Debido a la regla de independencia (consulte la ISO 8015), ISO permite que todas las características de una tolerancia geométrica se calculen por separado. A partir de PC-DMIS 2025.1, el comando de tolerancia geométrica adopta estos cambios:

- **CÁLCULO_TAMAÑO:** Es un nuevo tipo de cálculo que PC-DMIS puede utilizar para determinar cómo calcula el tamaño del elemento. Puede seleccionar **POR OMISIÓN**, **LSQ** o añadir un modificador ISO. Para obtener información detallada sobre cómo añadir un modificador ISO, consulte la sección "Modificadores de tamaño ISO" del tema "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica" en la documentación de PC-DMIS principal.
- **CÁLCULO_ELEMENTO:** Este tipo de cálculo solo determina la manera como se calcula el elemento considerado para la comparación con la especificación de tolerancia geométrica. Puede seleccionar **POR OMISIÓN**, **LSQ** o añadir un modificador de elemento con tolerancia asociado ISO a la sección de tolerancia del Marco de control de elementos.
- **CÁLCULO_DÁTUM:** Este tipo de cálculo determina qué cálculo (**POR OMISIÓN**, **LSQ** o **CL2**) utiliza PC-DMIS para los elementos de dátum. PC-DMIS lo aplica tanto al cálculo de tamaño de dátum como al ajuste de dátum.
- **CÁLCULO_ZONA_TOLERANCIA:** Este tipo de cálculo separa las tolerancias de forma y perfil como se describe a continuación:
 - Tolerancias de forma: Puede seleccionar entre **POR OMISIÓN**, **LSQ** o puede añadir un modificador de asociación de elemento de

referencia ISO a la sección de tolerancias del Marco de control de elementos.

- Tolerancias de perfil (sin una referencia de dátum): Puede seleccionar entre **POR OMISIÓN** y **LSQ**.

En función de la combinación de tipos de cálculo o modificadores que seleccione, tenga en cuenta que es posible que ya no se puedan verificar manualmente en todas las situaciones los cálculos de plus. PC-DMIS siempre utiliza el espacio seguro coincidente aplicable (E) para determinar los valores de los plus según ISO, pero es posible que el tamaño no esté presente en el informe si selecciona un modificador de tamaño alternativo.

Para obtener más información, consulte la ISO 1101:2017, sección 8.2.2.2.2 (elemento de especificación de elemento de tolerancia asociado) y 8.2.3.1 (elemento de especificación asociado de elemento de referencia). Consulte también las secciones "Derivar el elemento con tolerancia" y "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica" de la documentación de PC-DMIS principal.

Definir y utilizar dátums

La mayoría de las tolerancias geométricas hacen referencia a uno o varios dátums. Una referencia de dátum consta de un identificador de dátum que hace referencia a uno o varios elementos de dátum. Un identificador de dátum normalmente consta de una sola letra de dátum, como por ejemplo A o D, pero puede ser una secuencia de hasta tres letras. En PC-DMIS, un identificador de dátum puede hacer referencia a:

- Un solo elemento, como un plano, una línea, un punto, un cilindro, un círculo, un cono, una esfera o una anchura —comúnmente conocido como *dátum único*.
- Un patrón de elementos de tamaño similares que tienen el mismo tamaño nominal y la misma tolerancia de tamaño; este caso se limita a los cilindros, los círculos, las esferas y las anchuras —a menudo se lo llama *patrón de dátum*.



PC-DMIS únicamente permite usar una sola anchura 1D como dátum. No puede utilizar patrones de anchuras 1D como dátum.

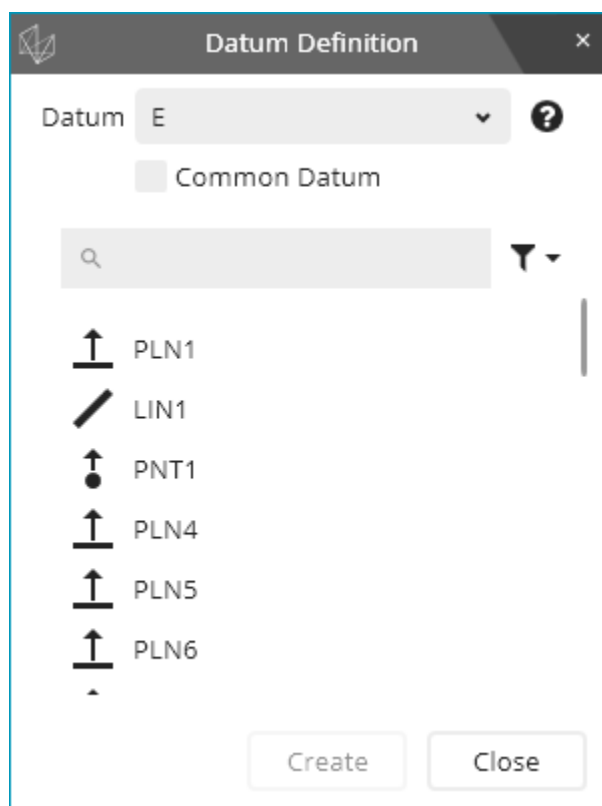
Una tolerancia geométrica puede hacer referencia a dos o más identificadores de dátum a la vez; para ello, se unen con un guion, como por ejemplo C-D; se le suele

llamar dátum común. PC-DMIS admite muchas combinaciones de elementos como dátums comunes. Para obtener más información, consulte “Dátums comunes”.

Uso del cuadro de diálogo Definición de dátum y sintaxis del comando

Para poder utilizar una referencia de dátum, debe definirla en la rutina de medición. Puede realizar esta acción con el comando Definición de dátum ([DEFDAT](#)). Para definir una referencia de dátum y crear este comando, seleccione **Insertar | Dimensión | Definición de dátum** en el menú.

Aparece el cuadro de diálogo **Definición de dátum**:



1. En el cuadro **Dátum**, escriba o seleccione el nombre del dátum.
2. En la lista de elementos de dátum, seleccione uno o varios elementos de dátum.
3. Si selecciona un solo elemento, la referencia de dátum representa un dátum único. Después de seleccionar ese elemento, PC-DMIS filtra la lista de elementos de manera que solo se muestren los demás elementos con las mismas características. Por ejemplo, si selecciona un círculo con un diámetro de 25 mm, filtra la lista y muestra los demás círculos del mismo diámetro. Así

resulta más fácil seleccionar elementos similares adicionales para que la referencia de dátum represente un patrón de dátum.

4. Haga clic en **Crear**.
5. Si es necesario, siga utilizando el cuadro de diálogo para crear dátums adicionales y dátums comunes.

Esta podría ser la sintaxis del comando Definición de dátum en la ventana de edición en el modo Comando:

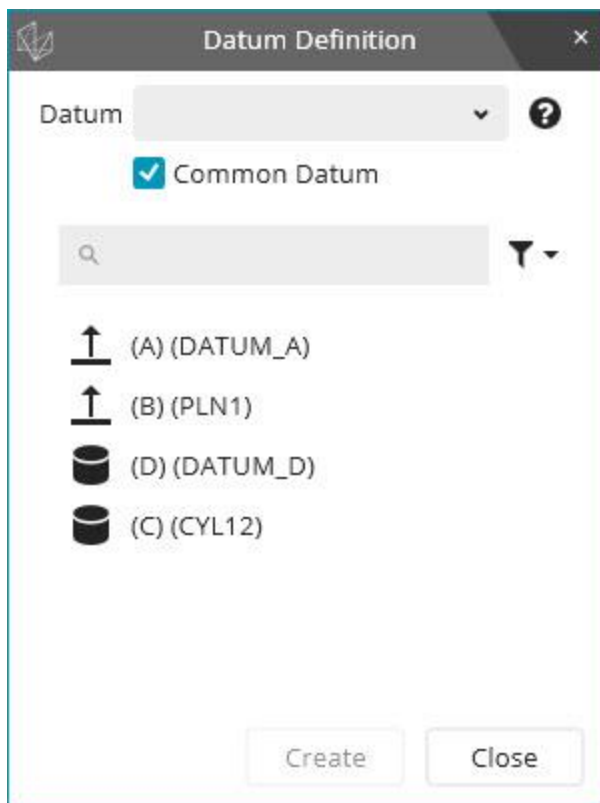


```
DEFDAT/A,ELEMENTOS=PLN2,,
```

Dátum: Este cuadro define el nombre de la referencia de dátum. Normalmente se trata de una sola letra, como la E, o una secuencia de unas pocas letras, como por ejemplo BG.

Dátum común: Esta casilla de verificación le permite definir un datum común. Si marca esta casilla de verificación, en la lista de elementos dejan de mostrarse elementos; en su lugar, se muestran los dátums que ya ha definido y los elementos asociados con los dátums.

Usar tolerancias geométricas



Cuadro de diálogo Definiciones de datum - Casilla de verificación Datum común

Por ejemplo, para definir el datum común A-B, defina primero el datum A, después defina el datum B y, por último, seleccione la casilla de verificación **Datum común**. En la lista de datums disponibles, seleccione el datum A y luego el datum B para definir el datum común A-B.

Si utiliza un datum común, esta podría ser la sintaxis del comando Definición de datum en la ventana de edición en el modo Comando:



```
DEFDAT/A-B,ELEMENTOS==DATUM_A,PLN1,
```

Dátums únicos

Un datum único hace referencia a un identificador de datum como A o AC que, por su parte, hace referencia solo a un elemento de datum. Un datum único puede hacer referencia a uno de los tipos de elementos siguientes:

- Plano
- Línea

- Punto
- Cilindro
- Círculo
- Esfera
- Cono
- Anchura

La mayor parte de los dátums del comando de tolerancia geométrica son como los elementos de dátum de un calibre de inspección:

- Tienen una distancia y una orientación fijas entre sí.
- Conectan la pieza en un orden de prioridad fijo.

Comparación con las prácticas anteriores:

En XactMeasure, PC-DMIS trataba los elementos de dátum como elementos de alineación en la mayor parte de los casos. Definían la nivelación, la rotación y el origen.

El comando de tolerancia geométrica es más preciso porque simula cómo el marco de referencia de dátum entra en contacto con la pieza coincidente.

Tipos de elementos que representan una superficie planar

Un elemento de dátum puede representar una superficie planar con un elemento de plano, un elemento de línea medido en una superficie o un elemento de punto medido en una superficie.

Aunque se puede medir una línea de superficie o un elemento de punto de superficie en un elemento no planar, PC-DMIS siempre los trata como si procedieran de superficies planares cuando se referencian como dátums en el comando de tolerancia geométrica. Para obtener más información detallada, consulte "Cómo resuelve PC-DMIS los dátums".

Tipos de elementos que representan una superficie cilíndrica

Un elemento de dátum puede representar una superficie cilíndrica con un elemento de cilindro o un elemento de círculo. Aunque se puede medir un círculo en un elemento no cilíndrico, PC-DMIS siempre trata los círculos como si procedieran de superficie cilíndricas cuando se referencian como dátums en el comando de tolerancia geométrica. Para obtener más información detallada, consulte "Cómo resuelve PC-DMIS los dátums".

Dátums comunes

Un *dátum común* se refiere a un identificador de dátum como A-B o A-BC-D. Tiene uno o varios guiones que separan los identificadores de dátum definidos. PC-DMIS admite muchas combinaciones de dátums comunes, que se describen en esta sección de la documentación.

Dátums comunes: Mejores prácticas

Cuando haga referencia a elementos como dátums comunes, le recomendamos utilizar elementos 3D por los motivos siguientes:

- Los elementos 3D representan las superficies de los elementos y capturan más datos para evaluar los dátums correctamente.
- Los elementos 3D controlan adecuadamente los grados de libertad (DOF) aplicables que puede utilizar como dátums principales, secundarios y terciarios.
- Solo puede hacer referencia a los elementos de anchura 2D y 1D como dátums secundarios o terciarios.



PC-DMIS no admite un patrón de elementos 2D como parte de un dátum común. PC-DMIS solo permite los patrones de dátum compuestos de cilindros, esferas o anchuras 3D como parte de un dátum común.

Dátums comunes: Directrices generales

En los dátums comunes, PC-DMIS le permite mezclar los mismos tipos de elementos. Puede combinar elementos individuales con un patrón o con varios patrones. PC-DMIS **solo** le permite mezclar tipos de elementos diferentes en estos casos:

N.º de elementos de entrada	Elemento n.º 1 del dátum común	Elemento n.º 2 del dátum común	Elementos n.º 3 a 5 del dátum común (si se selecciona)	Comentarios
Mínimo de dos elementos	Plano	Plano	Plano	Únicamente varios planos paralelos. Véase el ejemplo n.º 1.

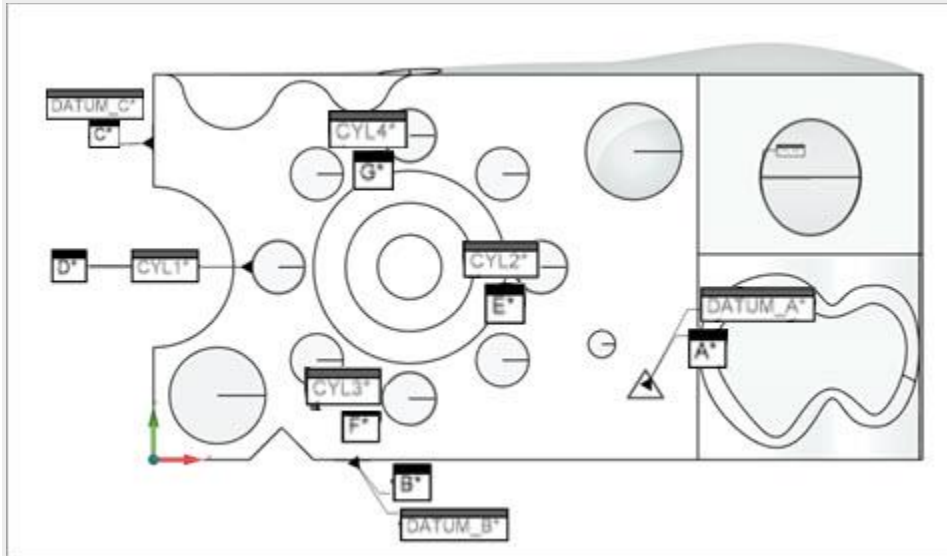
2		Cilindro	-	Únicamente un solo plano y un solo cilindro que sea perpendicular al plano. Véase el ejemplo n.º 6.
2		Cono	-	Únicamente un solo cono y cilindro coaxiales. Véase el ejemplo n.º 7.
2		Plano	-	Únicamente un solo plano y un solo cilindro que sea perpendicular al plano. Véase el ejemplo n.º 6.
Mínimo de dos elementos	Cilindro	Círculo	Círculo o Cilindro	Solo se pueden utilizar círculos y cilindros coaxiales para un datum común primario. Véase el ejemplo n.º 8. Esta restricción de coaxialidad no se aplica a los datums comunes secundarios o terciarios.
Mínimo de dos elementos		Cilindro o patrón de cilindros	Cilindro o patrón de cilindros	Los elementos o los patrones pueden ser elementos internos o externos de tamaño y pueden tener tamaños nominales diferentes. Véanse los ejemplos n.º 2, 4 y 5.
Mínimo de dos elementos	Patrón de cilindros	Cilindro o patrón de cilindros	Cilindro o patrón de cilindros	
Mínimo de dos elementos	Círculo	Círculo o Cilindro	Círculo o Cilindro	Solo se pueden utilizar círculos y cilindros coaxiales para un datum común primario. Véase el ejemplo n.º 8. Esta restricción de coaxialidad no se aplica a

Usar tolerancias geométricas

				los dátums comunes secundarios o terciarios.
2	Cono	Cilindro	-	Únicamente un solo cono y cilindro coaxiales. Véase el ejemplo n.º 7.
Mínimo de dos elementos	Esfera	Esfera o patrón de esferas	Esfera o patrón de esferas	Los elementos o los patrones deben ser esferas internas o externas y tener el mismo tamaño nominal.
	Patrón de esferas	Esfera o patrón de esferas	Esfera o patrón de esferas	
Mínimo de dos elementos	Anchura 3D	Anchura 3D o patrón de anchuras 3D	Anchura 3D o patrón de anchuras 3D	<p>Los elementos o los patrones pueden ser elementos internos o externos de tamaño y pueden tener tamaños nominales diferentes. Véase el ejemplo n.º 3.</p> <p>Cuando selecciona varias anchuras (o un patrón de anchuras), deben tener una dirección del plano de trabajo común para ser un dátum admisible. La dirección del plano de trabajo es necesaria para simular el marco de referencia de dátum (DRF), similar a un calibre funcional que se desliza a varias anchuras.</p>
	Patrón de anchuras 3D	Anchura 3D o patrón de anchuras 3D	Anchura 3D o patrón de anchuras 3D	

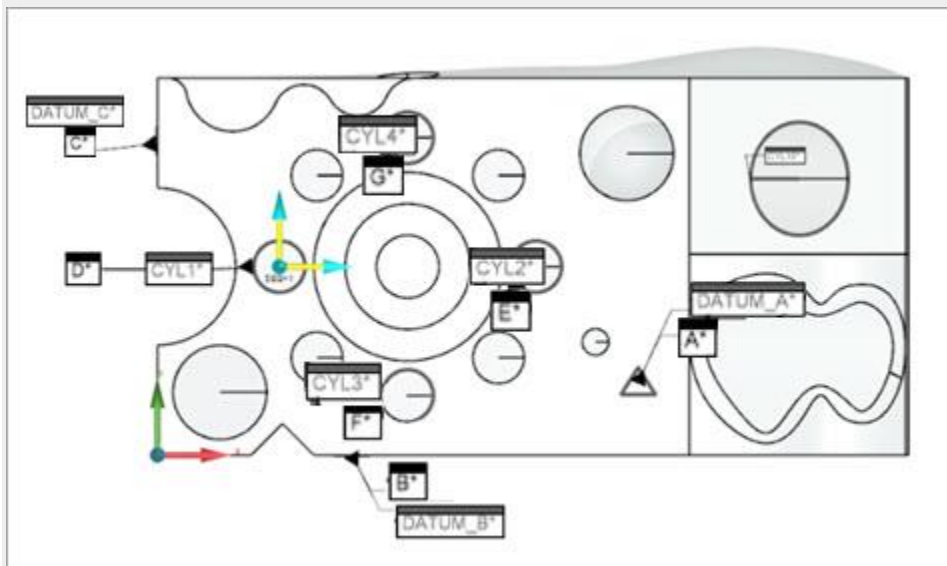


En algunos casos, la ubicación del triedro del sistema de coordenadas puede ser distinta a los ejes que se muestran en el dibujo de la pieza. Por ejemplo, la pieza siguiente muestra cuatro dátums cilíndricos (D, E, F y G):




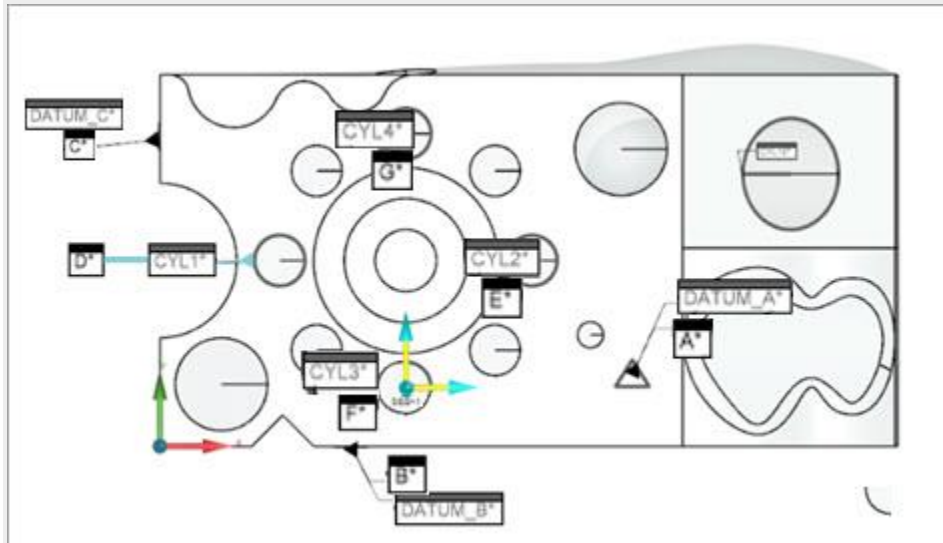
Ø 18 0.75/0.75				
⊕	Ø 0.4 <MC> <PZ>	A	D-E <MC>	

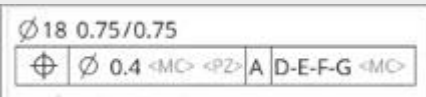
Para ⊕ , PC-DMIS centrará el triedro en el dátum D, como se muestra a continuación:

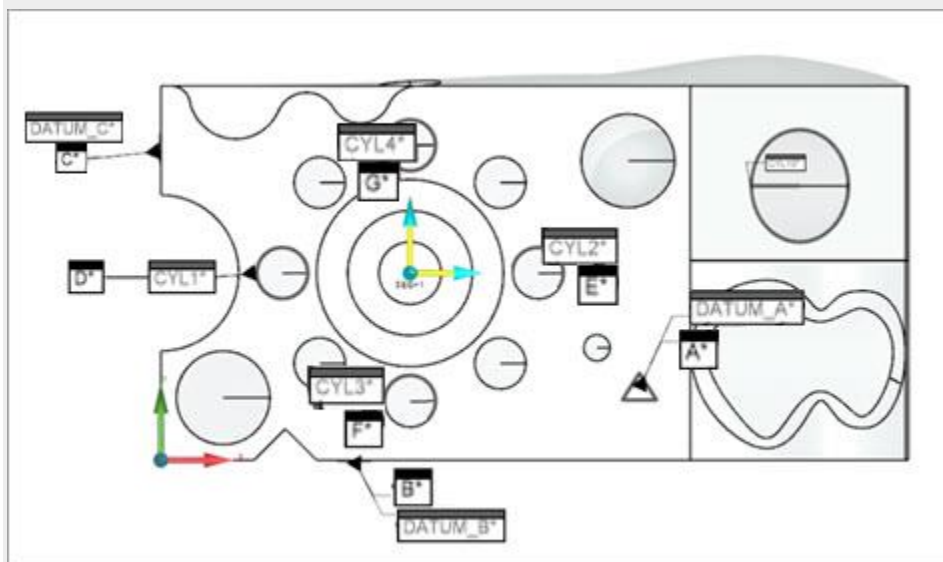


Usar tolerancias geométricas

Para , PC-DMIS centraría el triedro en el dátum F, como se muestra a continuación:



Para , PC-DMIS colocaría el triedro a mitad de camino entre los cuatro dátums (el centro del patrón), como se muestra a continuación:



PC-DMIS permite cambiar con facilidad la ubicación y la orientación del triedro. Para ello, cree o seleccione en primer lugar un comando de alineación adecuado y, a continuación, cambie las coordenadas de visualización del comando de Tolerancia geométrica de **Marco de referencia de dátuma Alineación actual**. Para obtener información detallada, consulte el apartado "Coordenadas de visualización" del tema "Ficha Nominales" en el capítulo "Usar tolerancias geométricas" de la documentación de PC-DMIS principal

Una combinación de elementos no admitida genera un mensaje de error cuando se intenta crear el marco de control de elementos (FCF), como por ejemplo:

PC-DMIS

Error de dátum de varios elementos. Puede estar causado por nominales incorrectos (vector x, y, z o i, j, k) o por una combinación de elementos no admitida.

Cuando seleccione elementos de dátum como dátum común, asegúrese de que todos tengan datos de superficie o de que ninguno los tenga.



Si tiene que combinar elementos de dátum con datos de superficie y sin ellos, solo puede hacerse con modificadores de condición del material (M o L). El cálculo de dátum está disponible, pero solo se aplica a los elementos de dátum con datos de superficie. PC-DMIS no recalcula los elementos de dátum sin datos de superficie porque utilizan el cálculo del comando de elemento que representa el dátum.

Cuando se crean dátums comunes en el cuadro de diálogo **Definiciones de dátum (DEFDAT)**, PC-DMIS solo realiza una comprobación de errores limitada. Todas las comprobaciones de validez las lleva a cabo el comando Tolerancia geométrica cuando se crea el FCF.

- Una vez que el FCF está totalmente creado, PC-DMIS realiza una verificación final para comprobar que el dátum común es admisible. Si la verificación del FCF falla, PC-DMIS informa de ello mediante un mensaje de error.
- Si el dátum común tiene un error, consulte la tabla y las directrices generales anteriores sobre los dátums comunes para abordar y resolver los problemas que presente el dátum común.
- PC-DMIS admite actualmente un máximo de cinco dátums únicos o patrones de dátums combinados para definir un dátum común (por ejemplo, A – B – C – D – E).

Usar tolerancias geométricas

- PC-DMIS no admite la mezcla de elementos de dátum que tengan datos de superficie con elementos de dátum que no tengan datos de superficie. Para obtener más información, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Como exigen las normas ASME Y14.5 e ISO 5459, los simuladores de dátum común para el patrón se orientan y ubican nominalmente los unos con respecto a los otros. PC-DMIS admite el uso de un modificador (MMB o LMB) en el dátum común si TODOS los elementos (dentro del dátum común) son "elementos de tamaño". Si alguno de los elementos NO es un elemento de tamaño, no se permite el uso de modificadores.

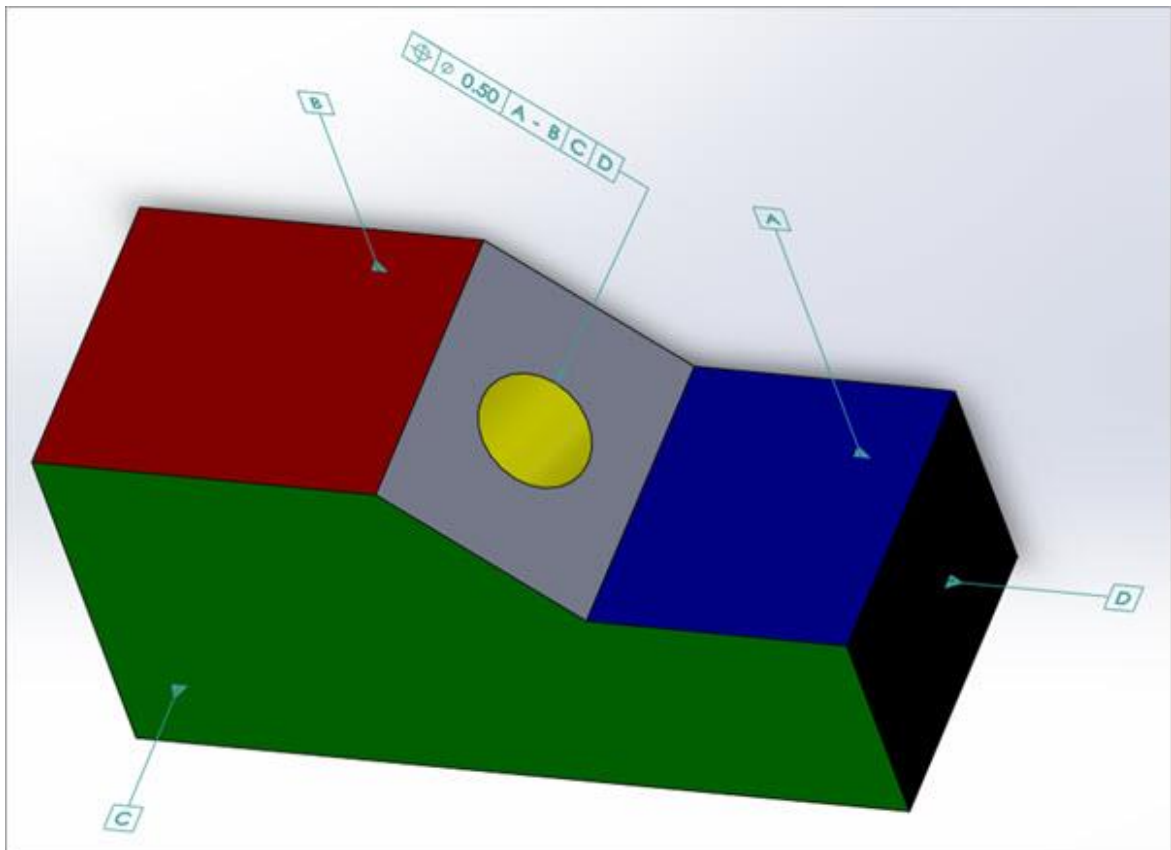


Para que PC-DMIS aumente o disminuya correctamente los tamaños del simulador y calcule correctamente los límites del material (al utilizar MMB o LMB), antes debe haber fijado la tolerancia de cada dátum respecto de sus dátums de mayor prioridad. Además, debe asegurarse de incluir sus tolerancias de tamaño antes de permitir que otras tolerancias geométricas hagan referencia a esos dátums.

Dicho de otro modo, las tolerancias sobre el dátum deben ir ANTES en la rutina de medición que las tolerancias geométricas que hacen referencia a esos dátums.

A continuación se describen ejemplos de combinaciones de dátums comunes admitidas.

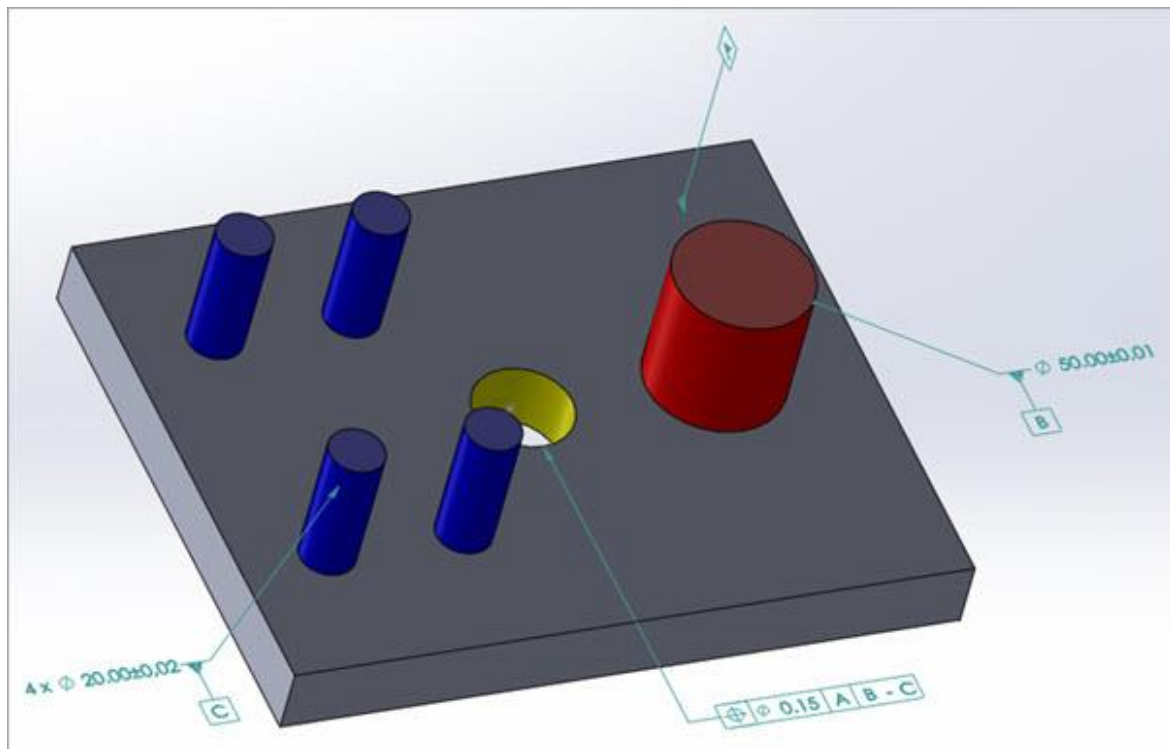
Ejemplo n.º 1: Plano A y plano paralelo B como dátum común A-B



Ejemplo 1: Plano A (azul) y plano paralelo B (rojo) como dátum común A-B

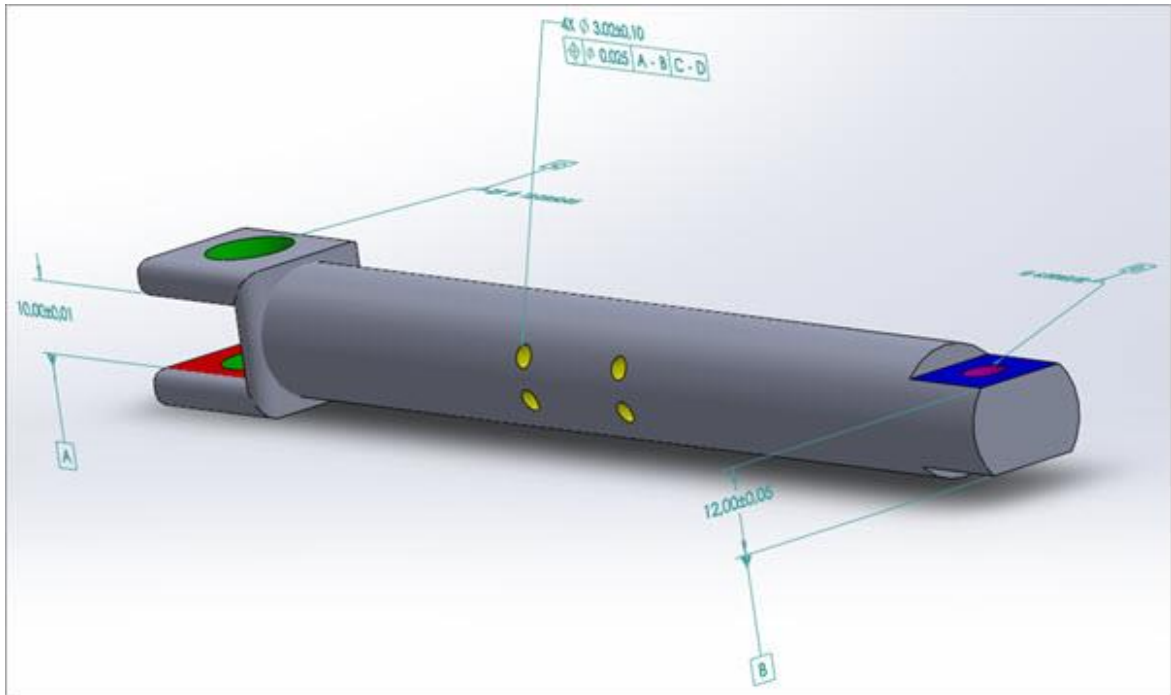
Usar tolerancias geométricas

Ejemplo n.º 2: Cilindro externo B con un patrón de cilindros externos C como datum común B-C



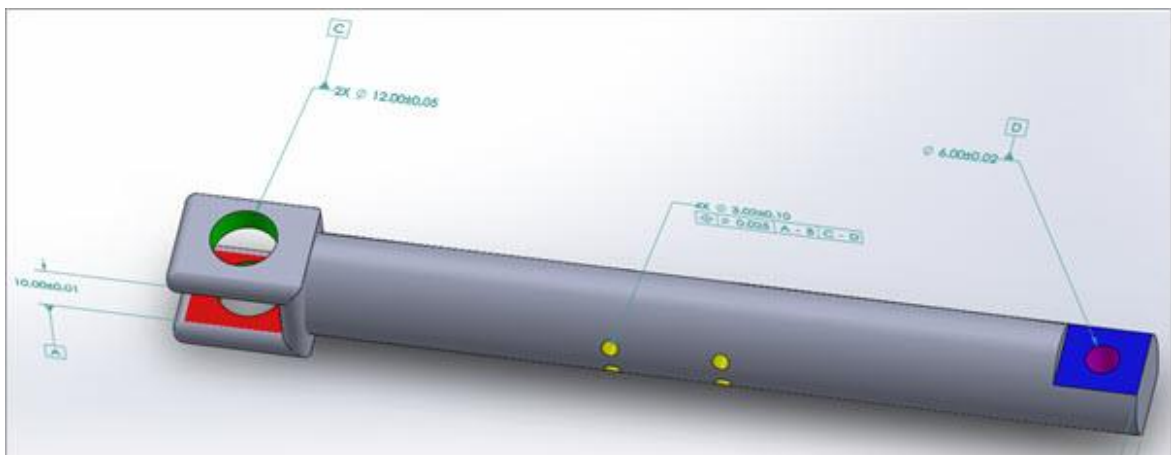
Ejemplo n.º 2: Cilindro externo B (rojo) con un patrón de cilindros externos C (azul) como datum común B-C

Ejemplo n.º 3: Anchura externa A con una anchura externa B como dátum común principal A-B



Ejemplo n.º 3: Anchura externa A (rojo) con una anchura externa B (rojo) como dátum común principal A-B

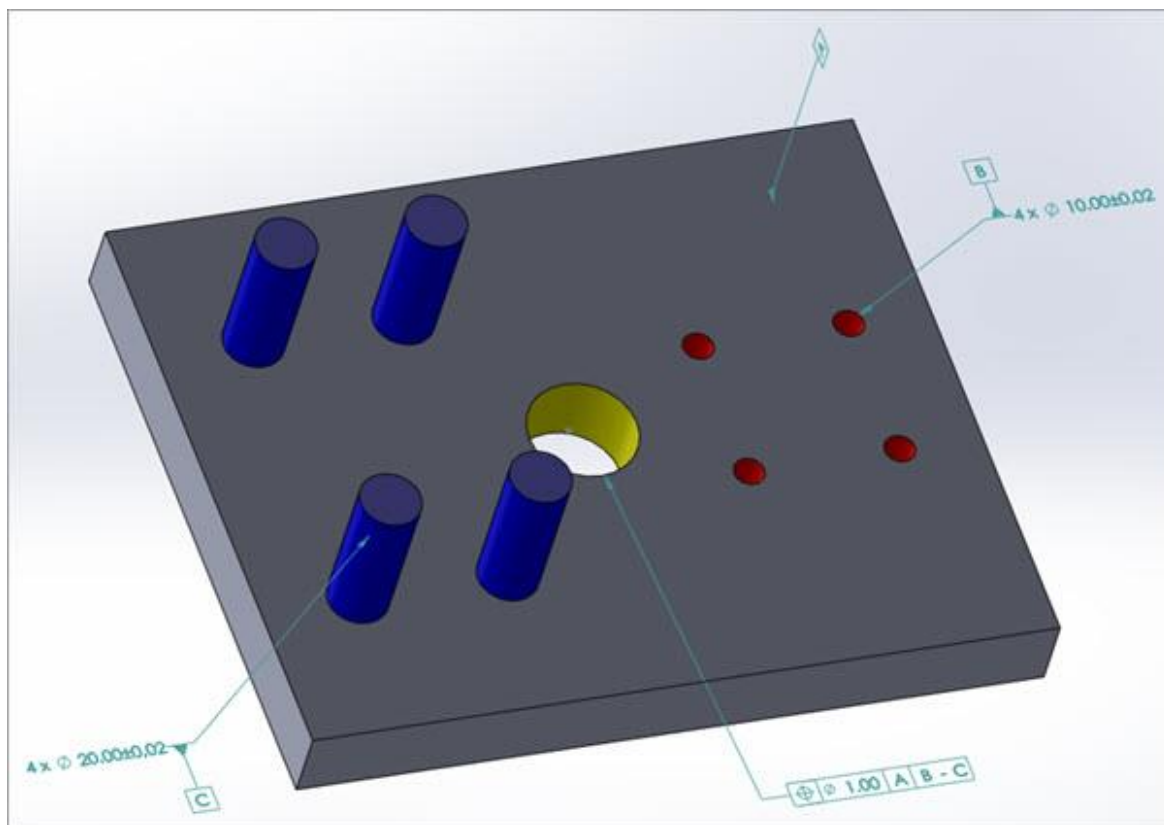
Ejemplo 4: Cilindro interno C con un cilindro interno D como dátum común secundario C-D



Ejemplo 4: Cilindro interno C (verde) con un cilindro interno D (magenta) como dátum común secundario C-D

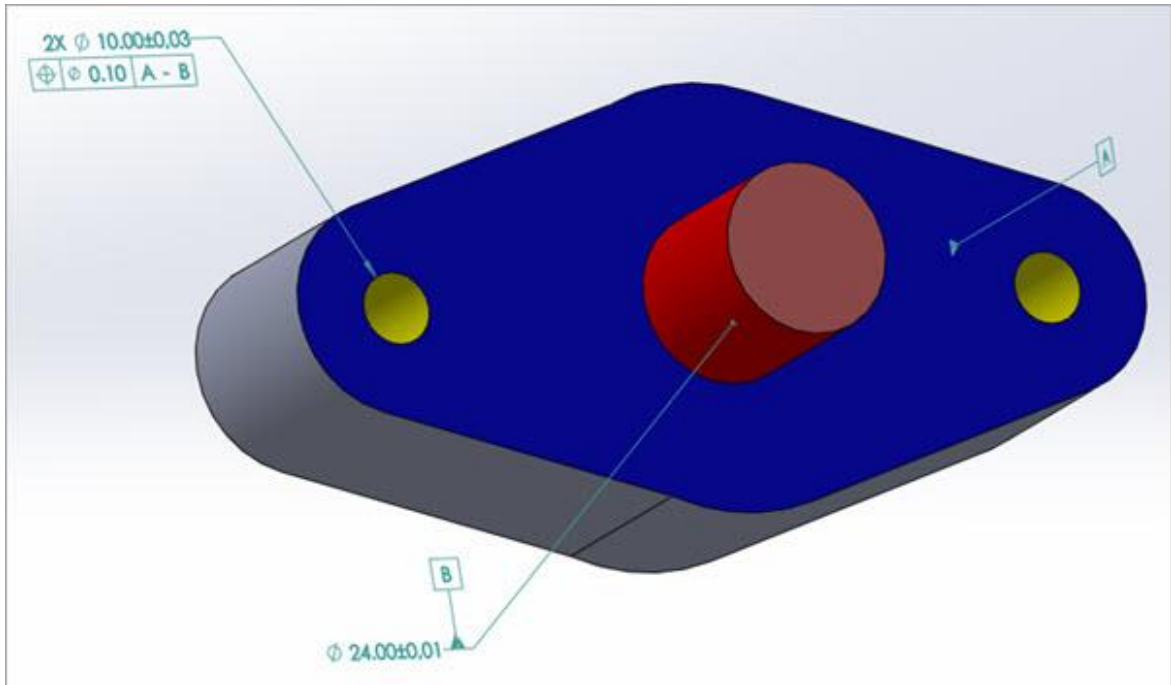
Usar tolerancias geométricas

Ejemplo 5: Patrón de cilindros internos B y patrón de cilindros externos C como dátum común B-C



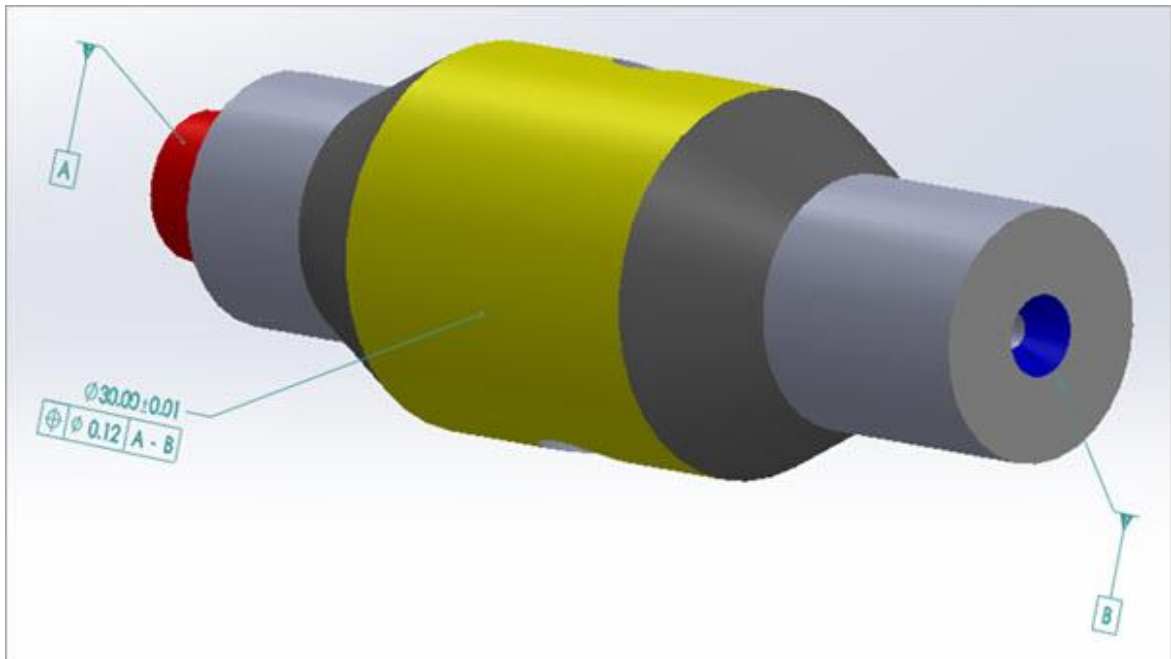
Ejemplo 5: Patrón de cilindros internos B (rojo) y patrón de cilindros externos C (azul) como dátum común B-C

Ejemplo 6: Plano A y cilindro externo B como datum común A-B



Ejemplo 6: Plano A (azul) y cilindro externo B (rojo) como datum común A-B

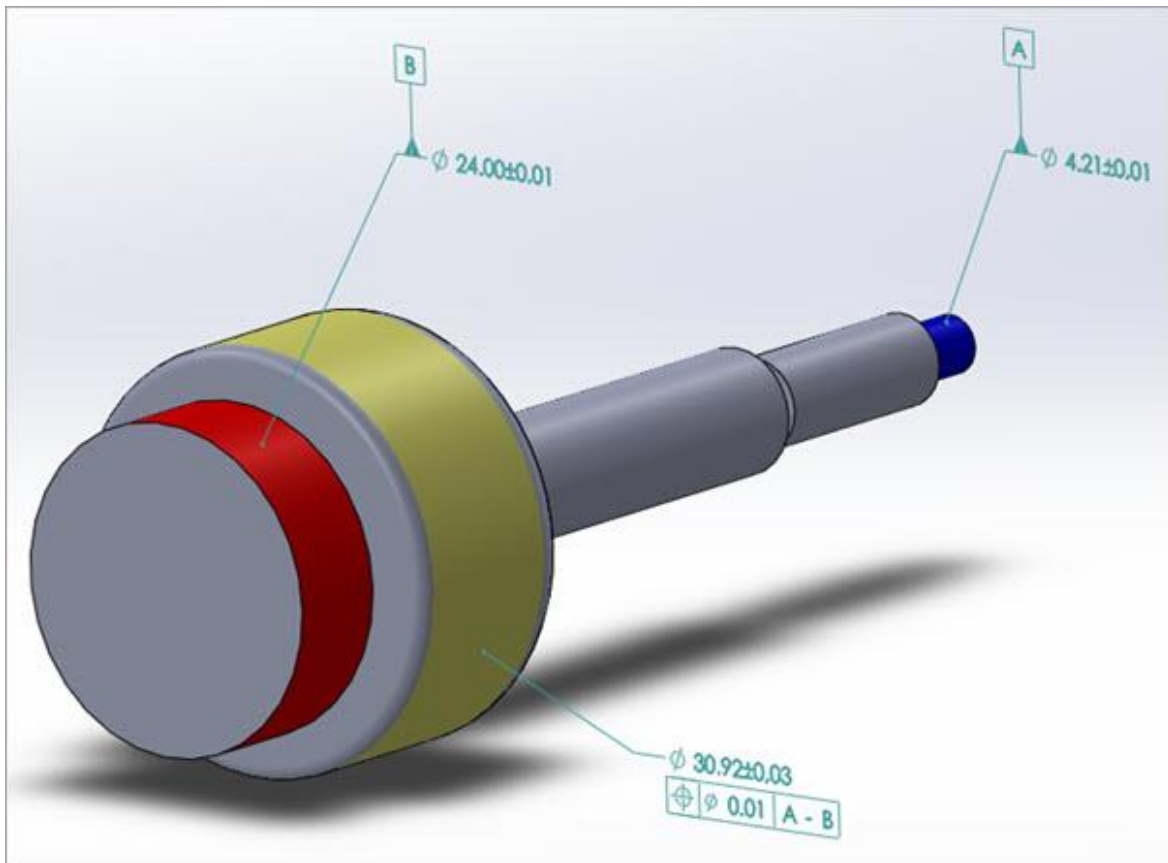
Ejemplo 7: Cilindro externo A y cono interno coaxial B como datum común A-B



Ejemplo 7: Cilindro externo A (azul) y cono interno coaxial B (rojo) como datum común A-B

Usar tolerancias geométricas

Ejemplo 8: Cilindro externo A y cono externo coaxial B como datum común A-B



Ejemplo 8: Cilindro externo A (azul) y cono externo coaxial B (rojo) como datum común A-B

Patrones de datum

Un *patrón de datum* hace referencia a un identificador de datum como A o AC que hace referencia a varios elementos similares de tamaño que tienen la misma tolerancia de tamaño. Por ejemplo, a un patrón de orificios se le podría hacer referencia como patrón de datum B. Técnicamente (conforme a las normas ASME Y14.5 e ISO 5459), un patrón de datum es un tipo de datum común, pero en esta documentación no se utiliza esa terminología.

Para obtener más información, consulte "Patrones de datum" en "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".

Definir tolerancias geométricas y controlar la generación de informes

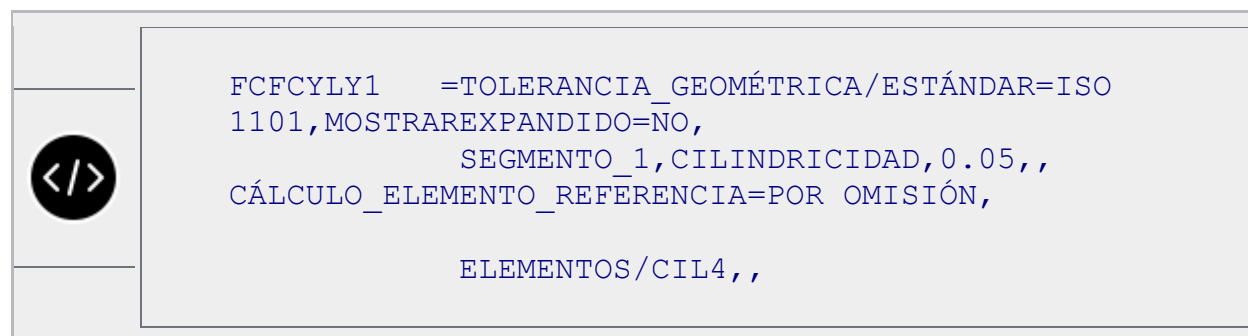
En PC-DMIS puede definir tolerancias geométricas con el comando Tolerancia geométrica. En este tema y los temas relacionados se describe el uso del cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** para definir y controlar los comandos de tolerancia geométrica. También se describen las opciones de generación de informes para controlar los informes. Por último, se describe en detalle cada tipo de tolerancia geométrica.

Sintaxis del modo Comando

El cuadro de diálogo Tolerancia geométrica es el medio principal por el que se crea o modifica un comando de tolerancia geométrica. Para obtener más información, consulte el tema "Cuadro de diálogo Tolerancia geométrica" en la documentación de PC-DMIS principal. No obstante, también puede crear o modificar un comando de tolerancia geométrica en el modo Comando de la ventana de edición. A continuación se facilitan dos ejemplos que le ayudarán a saber cómo utilizar el comando de la ventana de edición.

Ejemplo sencillo

En el modo Comando de la ventana de edición, una tolerancia geométrica relativamente sencilla podría tener este aspecto:



Esta sintaxis de la ventana de edición tiene varias partes:

- `FCFCYLY1` es la ID de dimensión.
- `TOLERANCIA_GEOMÉTRICA` identifica el comando como una tolerancia geométrica.
- `ESTÁNDAR=ISO 1101` indica que la tolerancia geométrica se evalúa con respecto a la familia de estándares ISO 1101.

Usar tolerancias geométricas

- `MOSTRAREXPANDIDO=NO` indica que la pantalla de la ventana de edición está condensada y simplificada (no muestra demasiados detalles). Si le asigna el valor `SÍ`, verá que se muestra mucha más información, como se describe en el tema "Ejemplo complejo" más adelante.
- `SEGMENTO_1` da comienzo a la información sobre el primer segmento.
- `CILINDRICIDAD` indica que el segmento es una tolerancia de cilindridad.
- `0.05` es la tolerancia.
- `CÁLCULO_ELEMENTO_REFERENCIA=POR OMISIÓN` indica el tipo de cálculo de la zona de tolerancia. Para obtener información detallada, consulte el tema "Cilindridad" en la documentación de PC-DMIS principal.
- `ELEMENTOS/CIL4,,` indica que la tolerancia se aplica al elemento CIL4.

Observe que `MOSTRAREXPANDIDO=NO`. Esto oculta una buena parte de los detalles.

Ejemplo complejo

A continuación se proporciona un ejemplo de la sintaxis en modo Comando de una tolerancia geométrica más compleja, con `MOSTRAREXPANDIDO=SÍ`:

```

FCFLOC1      =TOLERANCIA_GEOMÉTRICA/ESTÁNDAR=ISO
1101,MOSTRAREXPANDIDO=SI
      DESCRIPCIÓN=ACT,Posición multiseq
mento de patrón de orificios de 4x Ø8,2 mm,
      CÁLCULO_ELEMENTO=MODIFICADOR_SELEC
CIONADO,CÁLCULO_TAMAÑO=MODIFICADOR_SELECCIONADO,
CÁLCULO_DÁTUM=LSQ,MOSTRAR_COORDENADAS=DRF,
      UNIDADES=MM,SALIDA=AMBOS,DENSIDAD
FLECHA=100,
      TAMAÑO/NOMINAL=8.2,MODO ESPECI
FICACIÓN DE TOLERANCIA=NOMINAL_CON_DESVIACIONES,
      TOLERANCIA SUPERIOR=0.1,TOLERANCIA
INFERIOR=0.1,
      MODIFICADOR_ESPECIFICACIÓN_SUPERIOR=__,
      MODIFICADOR_ESPECIFICACIÓN_INFERIOR
=(LP),
      CIL4:
      TAMAÑO LOCAL MÍN:8.2,
      TAMAÑO LOCAL MÁX:8.2,
      CIL6:
      TAMAÑO LOCAL
MÍN:8.2,      TAMAÑO LOCAL MÁX:8.2,
      CIL8:
      TAMAÑO LOCAL MÍN:8.2,
      TAMAÑO LOCAL MÁX:8.2,
      CIL10:
      TAMAÑO LOCAL MÍN:8.2,
      TAMAÑO LOCAL MÁX:8.2,
      SEGMENTO_1,POSICIÓN,DIÁMETRO,0.4,
(G), __,<lon>,A,D,MMB, __,B, __,
      TEXTO=DES,GRÁFCAD=DES,GRÁFINFORME
=DES,MULT=10,
      MEDIDO:
      CIL4:0.0000,
      CIL6:0.0000,
      CIL8:0.0000,
      CIL10:0.0000,
      SEGMENTO_2,POSICIÓN,COMPUESTO,
DIÁMETRO,0.2,(G), __,<lon>,A,<dat>,<dat>,
      TEXTO=DES,GRÁFINFORME=DES,
GRÁFINFORME=DES,MULT=10,
      MEDIDO:
      CIL4:0.0000,
      CIL6:0.0000,
      CIL8:0.0000,

```




	<pre>CIL10:0.0000, AÑADIR DÁTUMS/INFORMAR_TAMAÑO_DÁTUM=DES, D(DÁTUM_D):NOM=30,+Tol=0.025,- Tol=0.25, ELEMENTOS/CIL4,CIL6,CIL8,CIL10,,</pre>
--	---

Esta vista expandida tiene los elementos siguientes:

- `FCFLOC3` es la ID de dimensión.
- `TOLERANCIA_GEOMÉTRICA` identifica el comando como una tolerancia geométrica.
- `ESTÁNDAR=ISO 1101` indica que la tolerancia geométrica se evalúa con respecto a la familia de estándares ISO 1101.
- `MOSTRAREXPANDIDO=SÍ` indica que la pantalla de la ventana de edición está expandida (muestra más detalles). Si le asigna el valor NO, verá que se muestra mucha menos información, como se describe en el tema "Ejemplo sencillo" más arriba.
- `DESCRIPCIÓN=ACT` indica que el texto descriptivo "Posición multisegmento de patrón de orificios 4x Ø8,2 mm" se mostrará en el informe tal como se explica en el tema "Ficha Descripción" de la documentación de PC-DMIS principal.
- `CÁLCULO_ELEMENTO=MODIFICADOR_SELECCIONADO` indica que el cálculo de elemento utilizará un modificador de elemento con tolerancia asociado ISO tal como se explica en el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS Core principal.
- `CÁLCULO_TAMAÑO=MODIFICADOR_SELECCIONADO` indica que PC-DMIS calculará el tamaño del elemento utilizando un modificador de tamaño ISO 14405-1 tal como se explica en el tema "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica" en la documentación de PC-DMIS principal.
- `CÁLCULO_DÁTUM=LSQ` indica que el cálculo del dátum utilizará el método Cuadrados mínimos tal como se explica en el tema "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".
- `MOSTRAR_COORDENADAS=DRF` indica que los resultados aparecen en el informe en las coordenadas del marco de referencia de dátum (en lugar de en las coordenadas de alineación actuales).
- `UNIDADES=MM` indica que las unidades de dimensión son los milímetros.
- `SALIDA=AMBOS` indica que los resultados se envían a las estadísticas y al informe.

- `DENSIDADFLECHA=100` es la densidad de flechas utilizada con el análisis gráfico.

Bloque de comandos alternativo 1



```

TAMAÑO/NOMINAL=8.2,MODO ESPECIFICACIÓN DE
TOLERANCIA=NOMINAL_CON_DESVIACIONES,
      TOLERANCIA SUPERIOR=0.1,TOLERANCIA
INFERIOR=0.1,  MODIFICADOR_ESPECIFICACIÓN_SUPERIOR=
—,
      MODIFICADOR_ESPECIFICACIÓN_INFERIOR=(LP) ,
CIL4:
      TAMAÑO LOCAL MÍN:8.2,      TAMAÑO
LOCAL MÁX:8.2,  CIL6:      TAMAÑO
LOCAL MÍN:8.2,      TAMAÑO LOCAL MÁX:8.2,
      CIL8:      TAMAÑO LOCAL MÍN:8.2,
      TAMAÑO LOCAL MÁX:8.2,  CIL10:
      TAMAÑO LOCAL MÍN:8.2,      TAMAÑO
LOCAL MÁX:8.2,

```

Este bloque de comandos representa la tolerancia de tamaño, que incluye el tamaño nominal, la tolerancia superior, la tolerancia inferior y los modificadores de especificación superior e inferior (si se han seleccionado). En este caso, el modificador (LP) especifica el tamaño local de dos puntos máximo y mínimo. Los valores medidos respectivos se enumeran debajo para cada uno de los cuatro elementos.



Si edita las tolerancias superior e inferior desde la ventana de edición o desde el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** (ficha **Marco de control de elementos o Nominales**), y el mismo elemento se utiliza como un dátum o como elemento considerado, PC-DMIS muestra un mensaje en el que le pregunta si desea aplicar los mismos cambios a todos los comandos posteriores que hacen referencia a ese elemento.

Por ejemplo:

Tolerancias

La tolerancia de tamaño de CIL1 ha cambiado. ¿Desea aplicar el mismo cambio a todos los comandos relacionados posteriores que hacen referencia a CIL1?

Sí No

Si hace clic en **Sí**, PC-DMIS actualiza las tolerancias de tamaño para cualquier comando de Tolerancia geométrica por debajo de la posición del cursor que haga referencia al mismo elemento, ya sea como elemento considerado o como dátum.

Si hace clic en **No**, PC-DMIS solo actualiza la tolerancia de tamaño editada. PC-DMIS no actualiza ninguna de las tolerancias de tamaño respectivas de ningún comando de Tolerancia geométrica por debajo de la posición del cursor que utilice el mismo elemento editado como elemento considerado o dátum.

Bloque de comandos alternativo 2



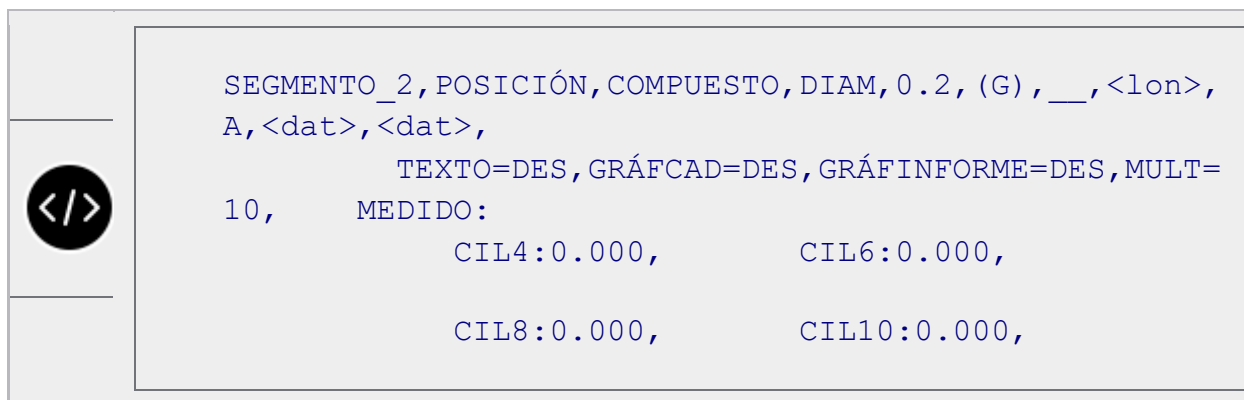
```
SEGMENTO_1, POSICIÓN, DIAM, 0.4, (G), __, <lon>, A, D, MMB, __, B, __,
```

```
TEXTO=DES, GRÁFCAD=DES, GRÁFINFORME=DES, MULT=10, MEDIDO:
```

```
CIL4:0.000, CIL6:0.000, CIL8:0.000, CIL10:0.000,
```

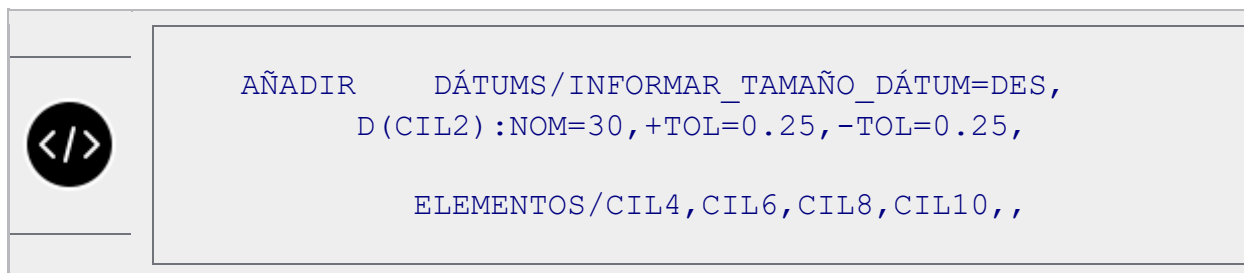
Este bloque de comandos representa el primer segmento, que es una tolerancia de posición con una zona de tolerancia diametral, una tolerancia de 0,4, un modificador (G) y un marco de referencia de dátum que consta de A | D | MMB | B. El análisis textual está desactivado, el análisis gráfico del informe está desactivado y el multiplicador de flecha es 10. También incluye los valores de posición medida de cada uno de los cuatro elementos.

Bloque de comandos alternativo 3



Este bloque de comandos representa el segundo segmento, que es un segmento inferior de una tolerancia de posición compuesta que tiene una zona de tolerancia diametral, una tolerancia de 0,2, un modificador (G) y un marco de referencia de dátum que consta de A. El análisis textual está desactivado, el análisis gráfico del informe está desactivado y el multiplicador de flecha es 10. El bloque de comandos también incluye los valores de posición medida de cada uno de los cuatro elementos.

Bloque de comandos alternativo 4



- **AÑADIR** es un control que se puede utilizar para añadir otro segmento a la tolerancia de posición compuesta. Para utilizarlo, coloque el puntero del ratón encima del comando **AÑADIR** durante dos segundos, haga clic en él una vez y, a continuación, haga clic en el botón **AÑADIR** que aparece.

Usar tolerancias geométricas

- `DÁTUMS/INFORMAR_TAMAÑO_DÁTUM=DES,`
`D(CIL2):NOM=30,Tol+=0.25,Tol-=0.25,`

Esta parte del comando indica que los tamaños de dátum medidos no se incluyen en el informe. También muestra la tolerancia de tamaño en el dátum D (que es CIL2). La tolerancia de tamaño en los elementos de dátum puede ser importante en varias situaciones, como en el caso de los dátums referenciados con un modificador de material \textcircled{M} o \textcircled{L} , y de los patrones de dátum con o sin modificador. Le recomendamos que se asegure siempre de que las tolerancias de tamaño en los elementos de dátum sean correctas. Para obtener información detallada, consulte la sección "Determinar el tamaño del límite del material" del tema "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums" de la documentación de PC-DMIS principal.

- `ELEMENTOS/CIL4,CIL6,CIL8,CIL10,,`

Esta parte del comando indica que la tolerancia de posición compuesta se aplica a los elementos CIL4, CIL6, CIL8 y CIL10.

Cuadro de diálogo Tolerancia geométrica

El cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** es el método principal para crear o modificar el comando de tolerancia geométrica. Para utilizar este cuadro de diálogo con el fin de crear una tolerancia geométrica, seleccione **Insertar | Dimensión | <tipo de tolerancia geométrica>** en el menú, o bien puede seleccionar un tipo de tolerancia geométrica en la barra de herramientas **Dimensión**.

Los tipos de tolerancia geométrica son:

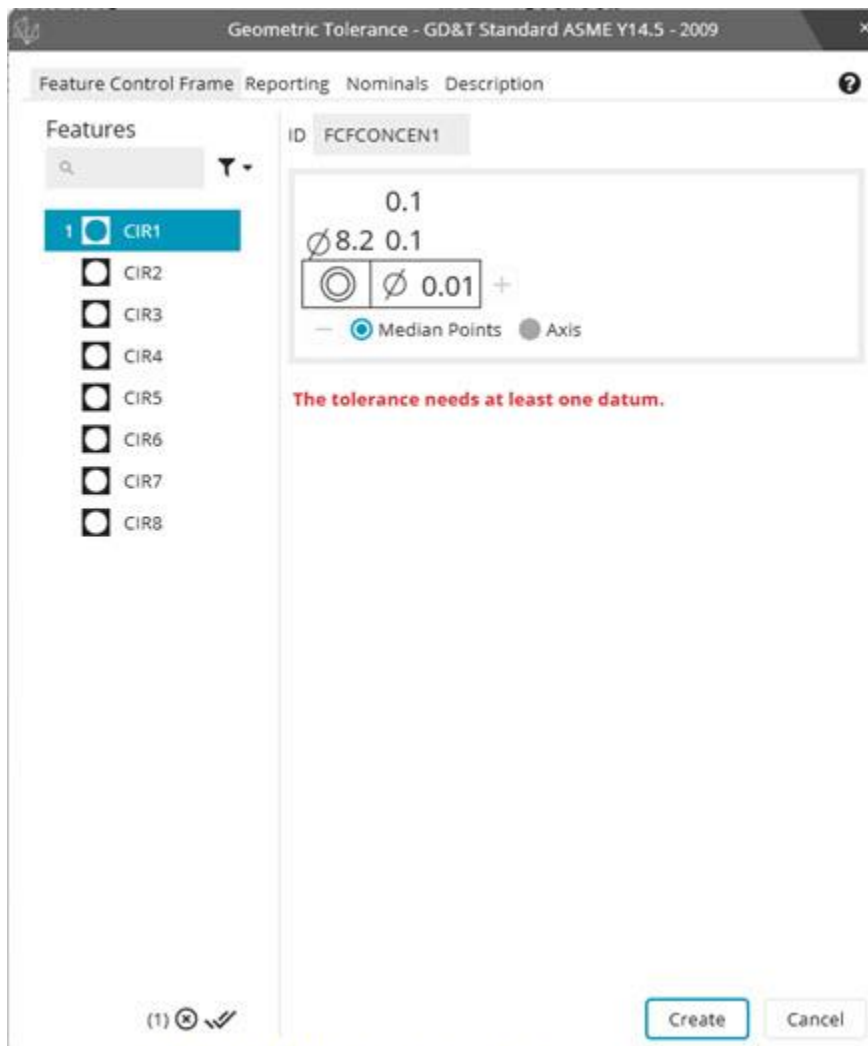
- Angularidad
- Descentramiento circular
- Circularidad
- Concentricidad
- Cilindricidad
- Planitud
- Paralelismo
- Perpendicularidad
- Posición
- Perfil de una línea
- Perfil de una superficie
- Rectitud

- Simetría
- Descentramiento total



Los demás tipos de tolerancia (Ubicación, Ángulo, etc.) no son tolerancias geométricas y, por lo tanto, no se manipulan con el comando de tolerancia geométrica.

Después de seleccionar **Insertar | Dimensión | <tipo de tolerancia>** en el menú (o desde la barra de herramientas **Dimensión**), PC-DMIS muestra el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica**:



Este cuadro de diálogo se inicia prácticamente vacío. En la imagen de ejemplo siguiente, el cuadro de diálogo tiene estas propiedades:

- La ID de dimensión por omisión es FCFCNCEN2.

Usar tolerancias geométricas

- El símbolo del tipo de tolerancia seleccionada es Concentricidad
- El valor de tolerancia utilizado recientemente es 0,01.
- El mensaje de error en color rojo indica que aún no ha seleccionado ninguna referencia de dátum.

Recomendamos el siguiente flujo de trabajo cuando se utiliza el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica**:

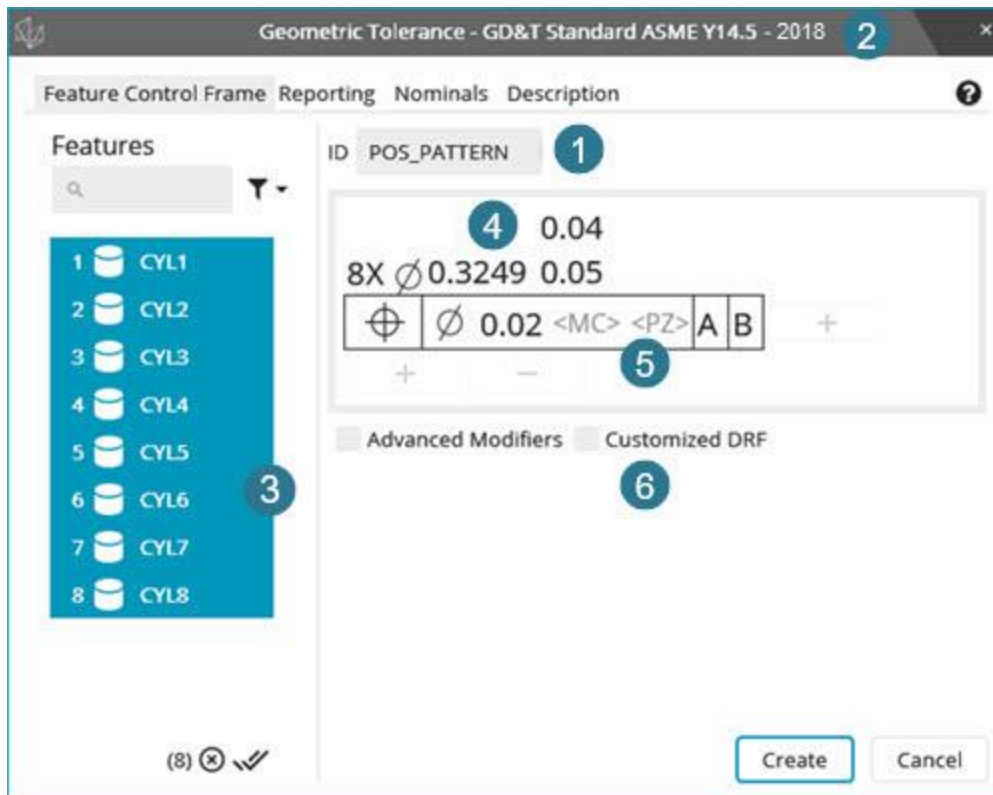
1. Elija el tipo de tolerancia en el menú **Insertar | Dimensión | <tipo de tolerancia>** (o en la barra de herramientas **Dimensión**) para abrir el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica**.
2. En la lista de elementos, elija los elementos considerados para la tolerancia. La lista solo muestra los elementos situados por encima de la posición actual del puntero en la ventana de edición.
3. Edite el marco de control de elementos. Para ello, añada símbolos, modificadores, segmentos, especificaciones de orientación de zona, etc.
4. Haga clic en la ficha **Generar informe** y asegúrese de que todas las opciones estén establecidas de la manera deseada.
5. Haga clic en la ficha **Nominales** (si está presente) y asegúrese de que todos los valores estén establecidos de la manera deseada.
6. Haga clic en la ficha **Descripción** y haga clic en el botón **Añadir** para añadir la información descriptiva que sea necesaria. Haga clic en la casilla de verificación **Mostrar en el informe** si desea añadir el texto a sus informes.
7. Haga clic en **Crear** para crear el comando de tolerancia geométrica en la rutina de medición.

En la ventana de edición, puede pulsar F9 en cualquier momento en dicho comando para editarlo en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica**. Si edita una tolerancia geométrica existente, el diálogo **Tolerancia geométrica** tiene un botón **Aceptar** en lugar de un botón **Crear**.

Ficha Marco de control de elementos

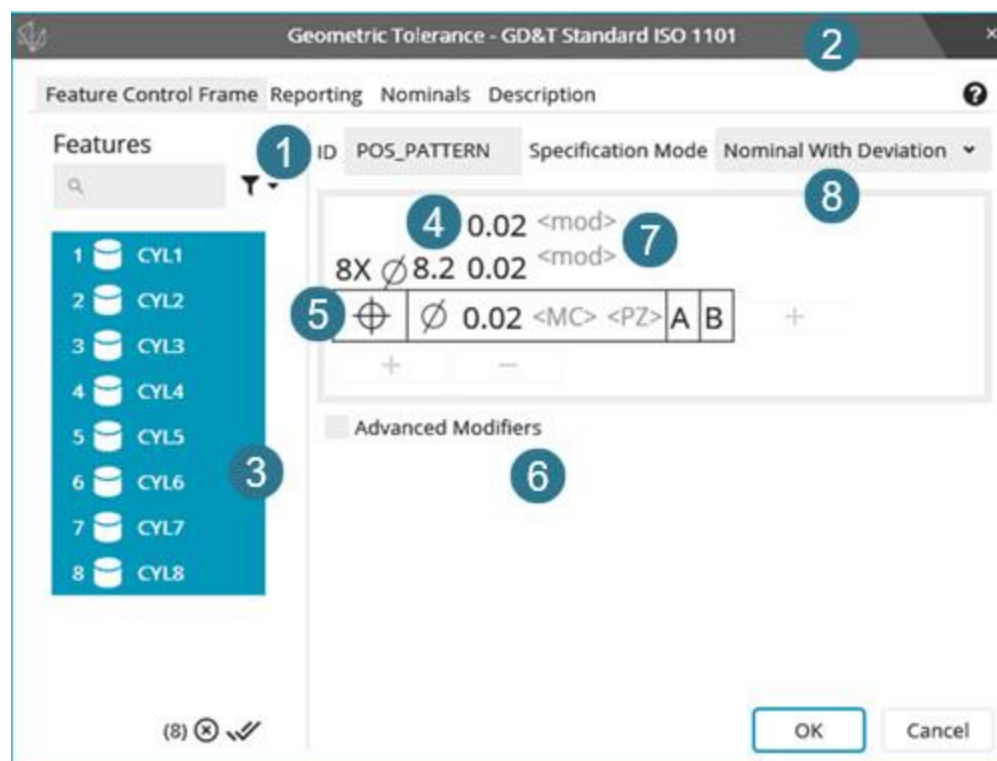
Introducción

La ficha **Marco de control de elementos** del cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** es donde se realiza la mayor parte de la edición. Una tolerancia de posición habitual podría verse así en el cuadro de diálogo:



Versión ASME del cuadro de diálogo Tolerancia geométrica que muestra la ficha Marco de control de elementos

Usar tolerancias geométricas



Versión ISO del cuadro de diálogo Tolerancia geométrica que muestra la ficha Marco de control de elementos

1. **ID:** Este cuadro define la ID de la dimensión. En la imagen anterior, se ha editado como POS_PATTERN. Para la tolerancia de posición, el valor de **ID** toma por omisión un valor como FCFLOC1, 2, 3... etc. a menos que lo edite.
2. **Estándar GD&T:** Muestra el estándar (la norma) que se utilizará en la tolerancia. Debe coincidir con la norma utilizada en la impresión. Se admiten las impresiones basadas en ASME Y14.5 e ISO 1101; las versiones específicas de las normas admitidas (incluida la admisión de normas como ISO 5459) se detallan en el tema "Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos".
3. **Lista de elementos:** Esta lista muestra los elementos disponibles para el tipo de tolerancia geométrica. Para obtener más información, consulte "La lista de elementos" más adelante.
4. **Editor de tolerancia de tamaño:** La primera fila del panel de edición de la tolerancia muestra la información sobre el tamaño y la tolerancia positiva y negativa. Para obtener más información, consulte "El editor de tolerancia de tamaño" más adelante.
5. **Editor de marcos de control de elementos:** La segunda fila del panel de edición de la tolerancia es el área de edición principal. Para obtener más

información, consulte "El editor de marcos de control de elementos" más adelante.

6. **Opciones adicionales:** Esta área del cuadro de diálogo contiene opciones avanzadas y otras opciones para la tolerancia. Para obtener más información, consulte "Opciones adicionales" más adelante.
7. **Modificadores superior e inferior** (solo ISO): Esta área del cuadro de diálogo permite seleccionar los modificadores de tamaño ISO. Para obtener información detallada, consulte la sección "Modificadores de tamaño ISO" a continuación.
8. **Modo de especificación** (solo ISO): Esta lista permite seleccionar el modo de especificación ISO. Las opciones son **Nominal con desviación** o **Código ISO**. Para obtener más información detallada, consulte la sección "Modo de especificación" a continuación.

La lista de elementos

Lo primero que se hace cuando se empieza a crear una tolerancia geométrica es seleccionar los elementos considerados. Cuando el cuadro de diálogo se abre no hay elementos seleccionados. Se muestran todos los elementos de la rutina de medición que están permitidos para el tipo de tolerancia. Si no ve un elemento esperado, asegúrese de que en la ventana de edición el puntero esté por debajo de este elemento antes de abrir el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica**.



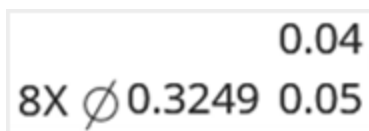
En las rutinas grandes con muchos elementos puede resultarle útil buscar un elemento con la barra de búsqueda.

Después de seleccionar un elemento, PC-DMIS filtra la lista de elementos de manera que solo se muestren los elementos similares o los elementos con las mismas características (por ejemplo, cilindros con el mismo diámetro). A continuación puede seleccionar más elementos en ese punto.

El editor de tolerancia de tamaño

La primera fila del panel de edición de la tolerancia es el editor de tolerancia de tamaño. Está disponible cuando los elementos considerados son elementos de tamaño (cilindros, círculos medidos en una superficie, esferas o anchuras) y el tipo de tolerancia geométrica permite las tolerancias de tamaño.

El editor de tolerancia de tamaño tiene este aspecto:



Esta línea contiene diversos tipos de información y dos controles:

- 8X significa que hay ocho elementos considerados; no es visible cuando solo hay un elemento considerado. El símbolo no se puede editar.
- \varnothing significa que los elementos son cilindros o círculos medidos en una superficie. El símbolo es diferente para los distintos tipos de elementos de tamaño. Los elementos esféricos tienen el símbolo $S\varnothing$. Los elementos de anchura no tienen símbolo. El símbolo no se puede editar.
- El primer número después del símbolo anterior es el tamaño nominal. Ese valor no se puede editar porque el comando de tolerancia geométrica requiere que todos los elementos tengan nominales correctos. El tamaño nominal procede del tamaño TEO (teórico) del elemento.
- El segundo número (el situado más a la derecha en la parte superior, es decir, 0.04 en el ejemplo anterior) es la tolerancia positiva del tamaño del elemento. Se puede editar. El límite superior de tamaño es igual al tamaño nominal más la tolerancia positiva.
- El tercer y último número (el situado más a la derecha en la parte inferior, es decir, 0.05 en el ejemplo anterior) es la tolerancia negativa del tamaño del elemento. Se puede editar. El límite inferior de tamaño es igual al tamaño nominal menos la tolerancia negativa cuando está desmarcada la casilla de verificación **Tolerancias neg. muestran signo** - de la ficha **Dimensión** del cuadro de diálogo **Opciones de configuración**. Si marca **Tolerancias neg. muestran signo** -, el límite inferior de tamaño es igual al tamaño nominal más la tolerancia negativa. Tal vez le resulte conveniente marcar esta casilla de verificación para que la tolerancia de tamaño sea como la impresión. Para obtener información sobre esta casilla de verificación, consulte el tema "Tolerancias negativas muestran signo -" en el capítulo "Establecer preferencias". La finalidad de esta casilla de verificación es que no tenga que escribir el signo menos en las tolerancias negativas.

El editor de marcos de control de elementos

La parte más compleja del panel de edición de la tolerancia es el editor de marcos de control de elementos. Tiene este aspecto:



Este editor tiene varias partes, que se describen a continuación.

El símbolo de tolerancia

El símbolo de tolerancia se muestra en el cuadro situado más a la izquierda del editor de marcos de control de elementos. Muestra el símbolo correspondiente al tipo de tolerancia que ha escogido. Puede cambiar el símbolo para cambiar el tipo de tolerancia. Haga clic en el símbolo de tolerancia para elegir otro tipo geométrico válido para los elementos que ha seleccionado; los demás símbolos aparecen en una ventana desplegable.

La sección de zona, elemento y característica

La sección de zona, elemento y característica del marco de control de elementos comprende la forma de la zona de tolerancia, el valor de tolerancia y, si los hay, los modificadores de tolerancia. Por lo tanto, esta sección contiene varios controles. Su disponibilidad varía en función de qué tipo de tolerancia y qué elementos considerados se escogen.

- El símbolo de la forma de la zona de tolerancia aparece primero. Es \varnothing para las zonas diametrales y $S\varnothing$ para las zonas esféricas; aparece en blanco en el caso de las zonas planares (y el arco radial y perpendicular a las zonas radiales). Si hace clic en el símbolo, puede cambiar el símbolo que se muestra, pero los únicos símbolos disponibles son aquellos que tiene razón de ser con los elementos considerados y el tipo de tolerancia que ha escogido.
- En segundo lugar aparece el valor de tolerancia. Es un número (0,02 en la imagen anterior). Puede cambiarlo por cualquier valor positivo.
- Si tiene sentido para los elementos considerados y el tipo de tolerancia, el control de condición del material figura a continuación. Aparece como <MC> cuando no hay ningún modificador de condición del material. Esto significa que el elemento está referenciado independientemente del tamaño del elemento (RFS). Cuando hay un modificador de máxima condición del material (MMC), aparece como \textcircled{M} . Cuando hay un modificador de mínima condición del material (LMC), aparece como \textcircled{L} . Haga clic en <MC>, \textcircled{M} o \textcircled{L} para alternar entre que no haya modificador de condición del material, que haya un modificador de MMC o que haya un modificador de LMC. Las tolerancias de orientación ISO (angularidad,

paralelismo y perpendicularidad) y las tolerancia de ubicación (posición, concentricidad y simetría) permiten seleccionar un modificador de elemento con tolerancia asociado dentro de este control. Las tolerancias de forma ISO (circularidad, cilindridad, planitud y rectitud de una superficie) permiten seleccionar un modificador de asociación de elemento de referencia dentro de este control.



No puede combinar un modificador de elemento con tolerancia asociado (ATFM) o un modificador de asociación de elemento de referencia (RFAM) con un modificador de condición de material (MMC/LMC).

Para obtener información detallada, consulte el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.

- Si tiene sentido para los elementos considerados y el tipo de tolerancia, el control de zona proyectada figura a continuación. Aparece como `<PZ>` cuando no hay modificador de zona proyectada. Cuando hay un modificador de zona proyectada, aparece como \textcircled{P} con un número de longitud proyectada inmediatamente después: $\textcircled{P} 0.8$. Haga clic en el número de longitud proyectada para editarlo. Haga clic en `<PZ>` o \textcircled{P} para alternar entre que no haya modificador de zona proyectada y que sí lo haya.
- Si tiene sentido para los elementos considerados y el tipo de tolerancia, el control de plano de tangente figura a continuación. Aparece como `<T>` cuando no hay modificador de plano de tangente. Cuando hay un modificador de plano de tangente, aparece como \textcircled{T} . Haga clic en `<T>` o \textcircled{T} para alternar entre que no haya modificador de plano de tangente y que sí lo haya.



El modificador de plano tangente no está disponible para ASME Y14.5 1994.

- Para las tolerancias de perfil, el control de modificador de perfil aparece después de la tolerancia. Aparece como `<UZ>` cuando no hay modificador de perfil. Cuando hay un modificador de disposición desigual de ASME,

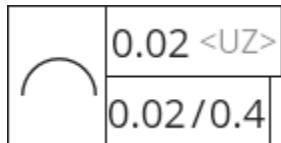
aparece como \textcircled{U} con una distancia de disposición desigual inmediatamente después: \textcircled{U} 0.02 . Cuando hay un modificador de disposición desigual de ISO, aparece como **UZ** con una distancia de disposición desigual inmediatamente después: **UZ 0.02** . Cuando hay un modificador de perfil dinámico de ASME, aparece como Δ . Cuando hay un modificador de zona de offset de ISO, aparece como **OZ** .



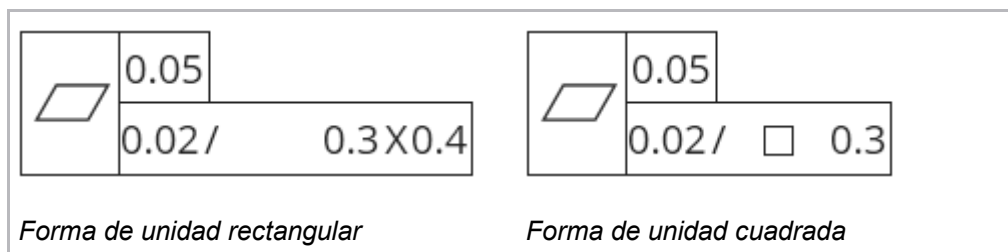
El modificador de plano tangente \textcircled{T} y el modificador de disposición desigual \textcircled{U} no están disponibles para ASME Y14.5 1994.

El modificador de perfil dinámico Δ no está disponible para ASME Y14.5 1994 o ASME Y14.5 2009.

- Para la rectitud por unidad y el perfil de una línea por unidad, puede editar la longitud por unidad justo después del símbolo /, como aparece en el segmento inferior que se muestra a continuación:



- Para la planitud por unidad, a la derecha del símbolo /, hay un control de forma de unidad. Aparece en blanco cuando la unidad es rectangular y como un cuadrado \square cuando la forma de la unidad es cuadrada. Las formas de unidad rectangulares aparecen con una longitud y una anchura que se pueden editar, mientras que las formas de unidad cuadradas solo aparecen con una longitud. Haga clic en el espacio en blanco o en el cuadrado para pasar del uno al otro.

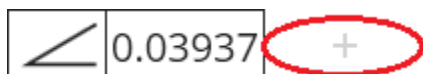


Sección de dátum

La sección de dátum de un marco de control de elementos (o de un indicador de tolerancia) está situada justo a la derecha de la sección de zona, elemento y característica. Se compone de entre cero y tres cuadros. Cada cuadro contiene una referencia de dátum (potencialmente una referencia de dátum común) y cero o más modificadores de dátum.

El botón Añadir dátum

El botón + situado a la derecha del editor de marcos de control de elementos le permite añadir dátums.

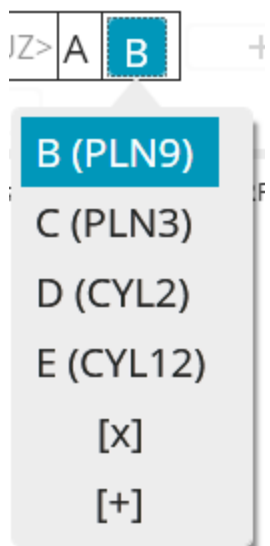


Cuando hace clic en este botón, PC-DMIS añade un dátum predefinido al marco de control de elementos. Cada vez que hace clic en él, se añade un dátum predefinido que no se haya añadido aún a este marco de control de elementos.

Si no hay ningún dátum predefinido que no se haya añadido aún al marco de control de elementos (o si no existen dátums predefinidos), con este botón se abre el cuadro de diálogo **Definición de dátum**. Puede utilizar ese cuadro de diálogo para definir un dátum. Para obtener información sobre el cuadro de diálogo, consulte "Uso del cuadro de diálogo y sintaxis del comando". Con ello se inserta un comando de definición de dátum justo encima del comando de tolerancia geométrica. Sin embargo, el nuevo dátum no queda seleccionado automáticamente. Esto significa que tiene que hacer clic de nuevo en el botón para añadir un dátum (+) a fin de seleccionar la nueva referencia de dátum.

Modificar una referencia de dátum

Para cambiar una referencia de dátum dentro de un cuadro de dátum, haga clic en la referencia de dátum. Aparece un menú desplegable en el que puede elegir una nueva referencia:



En el menú desplegable puede seleccionar una referencia de dátum predefinida, en la que el nombre del elemento se muestra entre paréntesis junto a la referencia de datos (los patrones de dátum solo muestran un nombre de elemento y los dátums comunes no muestran ningún nombre de elemento).

Si selecciona la opción **[X]**, el cuadro de dátum se suprime.

Si selecciona la opción **[+]**, se abre el cuadro de diálogo **Definición de dátum** para que pueda definir un dátum nuevo. Para obtener información sobre el cuadro de diálogo, consulte "Uso del cuadro de diálogo y sintaxis del comando". Sin embargo, el nuevo dátum no queda seleccionado automáticamente. Esto significa que tiene que hacer clic en la referencia de dátum anterior en el cuadro de dátum y después seleccionar la referencia de dátum nueva.

Modificadores de dátum

A la derecha de cada referencia de dátum hay controles para todos los modificadores de dátum.

- Si tiene sentido para el dátum y el tipo de tolerancia, en primer lugar figura el control de límite del material. Aparece como **<MC>** cuando se hace referencia al dátum sin un modificador de material. Esto significa que el dátum está referenciado independientemente del límite del material (RMB). Cuando hay un modificador de límite máximo de material (MMB), aparece como **(M)**. Cuando hay un modificador de límite mínimo de material (LMB), aparece como **(L)**.

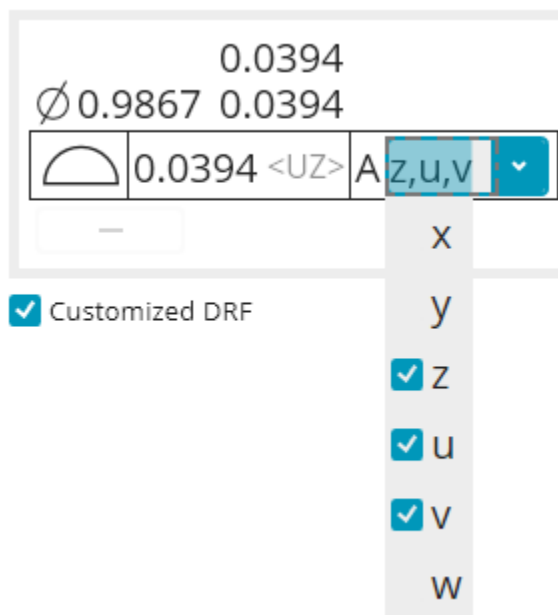
Haga clic en $\langle MC \rangle$, \textcircled{M} o \textcircled{L} para alternar entre que no haya modificador de material, que haya un modificador de MMB o que haya un modificador de LMB.

- Cuando el dátum está referenciado a MMB o LMB y ha marcado la casilla de verificación **Modificadores avanzados**, puede especificar un tamaño del límite del material. Esto no es el tamaño nominal del elemento de dátum ni el tamaño de condición de material máximo o mínimo del elemento de dátum. Para obtener más información acerca de los tamaños del límite del material, consulte el subtema "Determinar el tamaño del límite del material" del tema "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums". En el caso de los cilindros de dátum, este modificador tiene este aspecto si no ha especificado un tamaño del límite del material: $\textcircled{\varnothing} \langle \text{size} \rangle$. Después de especificar un tamaño del límite del material, el modificador tiene este aspecto: $\textcircled{\varnothing 9.2}$, con el tamaño que haya especificado. Para eliminar un tamaño del límite del material especificado, suprima el valor de tamaño y, a continuación, pulse TAB para salir del modificador. Para obtener más información, consulte el apartado "Opciones adicionales" a continuación.
- Cuando el dátum es secundario o terciario y ha marcado la casilla de verificación **Modificadores avanzados**, a continuación figura el control de translación. Aparece como $\langle TR \rangle$ cuando el dátum está referenciado sin modificador de translación. Cuando hay un modificador de translación, aparece como \triangleright . Haga clic en $\langle TR \rangle$ o \triangleright para alternar entre que no haya modificador de translación y que sí lo haya. Para obtener más información, consulte el apartado "Opciones adicionales" a continuación.



El modificador de translación no está disponible para ASME Y14.5 1994.

- Las tolerancias ASME de posición y perfil cuentan con la casilla de verificación **DRF personalizado**. Para obtener más información, consulte el apartado "Opciones adicionales" a continuación.



Si marca esta casilla de verificación, PC-DMIS permite el acceso a los marcos de referencia de datum personalizados e impide el acceso a los modificadores de datum avanzados. Siempre que sea posible, PC-DMIS determinará los grados de libertad que cada datum restringiría de manera natural. Si el software no puede determinar los grados de libertad que se restringirán, la personalización mostrará <DOF> y deberá realizar una selección manual. Por omisión, el software desmarca esta casilla de verificación porque, con mucha frecuencia, no se necesitan marcos de referencia de datum personalizados.



Los DRF personalizados no están disponibles para ASME Y14.5 1994.

Para obtener más información sobre los marcos de referencia de datum personalizados y sus normas asociadas, consulte la sección 7.22 y las figuras 7-55, 7-56 y 7-57 de la norma ASME Y14.5 2018.

Opciones adicionales

Casilla de verificación Modificadores avanzados

Esta casilla de verificación no está disponible si se selecciona ASME Y14.5 1994 como estándar GD&T. En el caso de las demás selecciones de estándar GD&T, puede encontrarlo bajo el panel de edición de tolerancia como se muestra aquí:

Advanced Modifiers

Las tolerancias de posición y perfil cuentan con la casilla de verificación **Modificadores avanzados**. Si marca esta casilla de verificación, PC-DMIS permite el acceso a los modificadores de traslación (ASME), los modificadores de límite de material especificados (ASME) y el modificador [DF] (ISO). También impide el acceso a los marcos de referencia de dátum personalizados. Por omisión, esta casilla de verificación no está marcada porque la mayoría de los usuarios no necesitan estos modificadores avanzados.

Casilla de verificación DRF personalizado

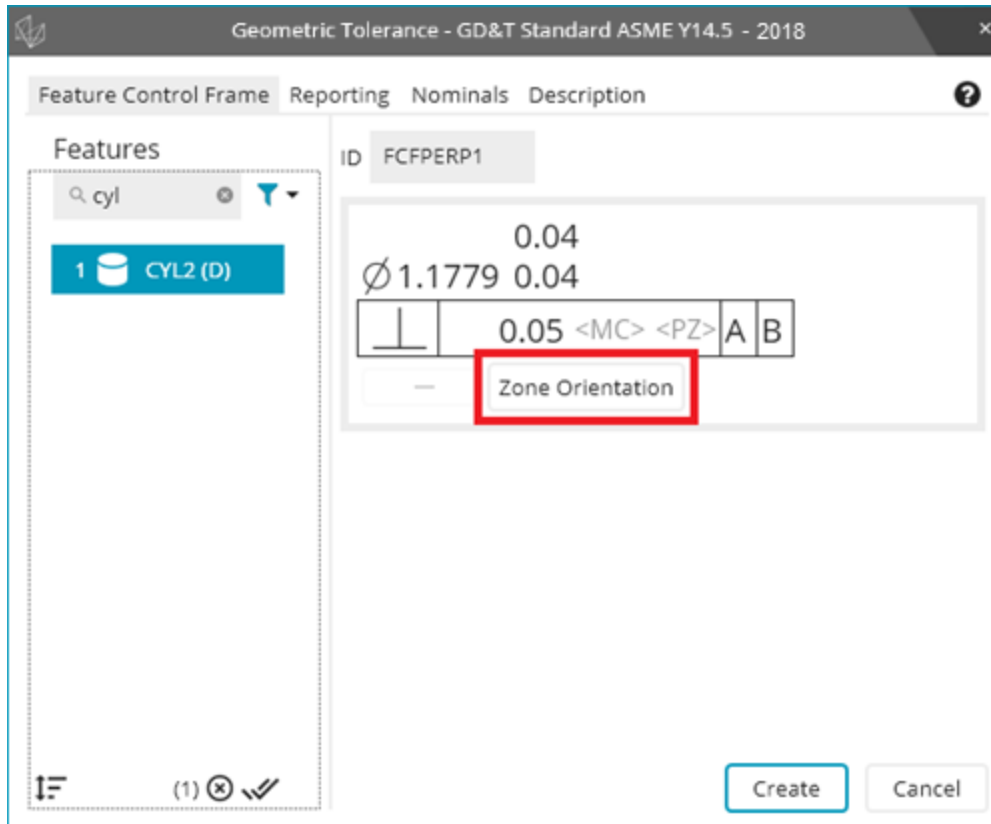
Esta casilla de verificación no está disponible si se selecciona ASME Y14.5 1994 o ISO 1101 2012/2017 como estándar GD&T. En el caso de las demás selecciones de estándar GD&T, puede encontrarlo bajo el panel de edición de tolerancia como se muestra aquí:

Customized DRF

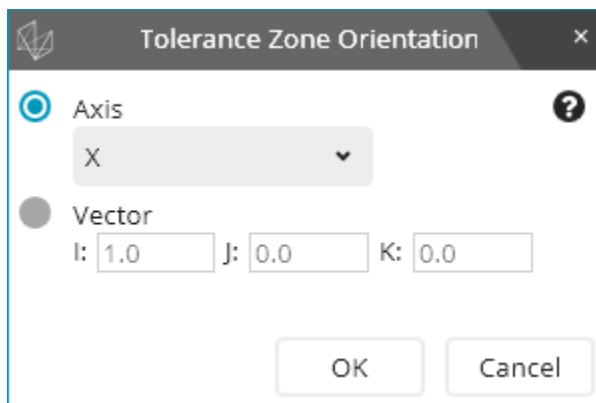
Las tolerancias ASME de posición y perfil cuentan con la casilla de verificación **DRF personalizado**. Si marca esta casilla de verificación, PC-DMIS permite el acceso a los marcos de referencia de dátum personalizados e impide el acceso a los modificadores de dátum avanzados. Por omisión, esta casilla de verificación no está marcada porque la mayoría de los usuarios no necesitan marcos de referencia de dátum personalizados.

Orientación de zona

Si tiene sentido para el símbolo de forma de zona de tolerancia, el tipo de tolerancia y los elementos considerados escogidos, aparece el botón **Orientación de zona**:



Si hace clic en el botón **Orientación de zona**, se abre el cuadro de diálogo **Orientación de zona de tolerancia**. Este cuadro de diálogo permite controlar la orientación de la zona de tolerancia:



El cuadro de diálogo **Orientación de zona de tolerancia** permite definir el vector normal a la superficie de la zona de tolerancia planar o el vector de eje de la zona de tolerancia diametral. La lista desplegable **Eje** se utiliza cuando el vector está a lo largo de los ejes X, Y o Z (respectivamente). Como alternativa, puede seleccionar un vector arbitrario con la opción **Vector** y los cuadros que hay debajo de esta opción.

Usar tolerancias geométricas

Como ejemplo, si una tolerancia de posición controla el componente X de la posición (zona de tolerancia planar), el vector normal a la superficie de la zona de tolerancia debe ser X.

El vector de orientación de zona siempre está en las coordenadas de pieza, nunca en las coordenadas de marco de referencia de dátum. Además, siempre se normaliza (tiene una longitud igual a 1) y siempre es compatible con la orientación del elemento considerado.

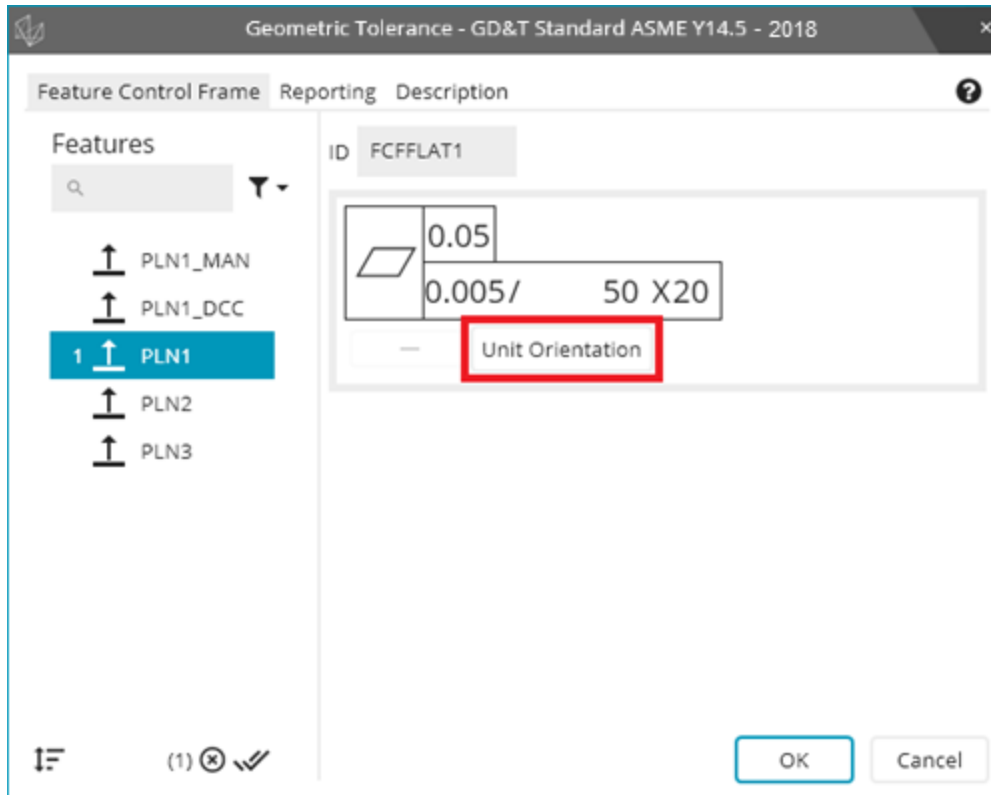
Para seleccionar una zona de tolerancia polar (arco radial o perpendicular a radial), haga clic en el botón **Orientación de zona** y, en la lista desplegable **Eje**, seleccione **Arco radial** o **Ángulo recto a radial**.

Orientación de la unidad

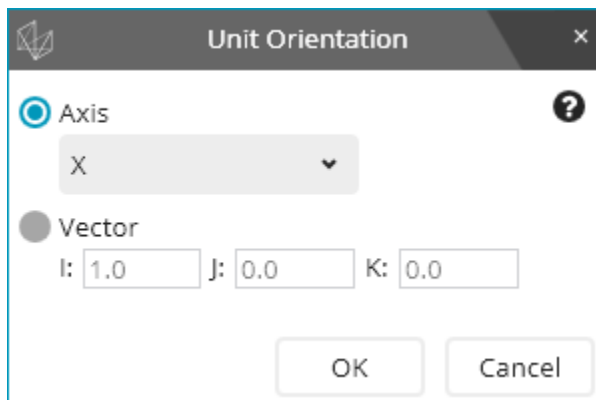
Las tolerancias de planitud por unidad tienen unidades cuadradas o rectangulares, como se describe en el tema "Planitud". El comando de tolerancia geométrica necesita saber cómo orientar la unidad en la superficie planar. Puede activar la planitud por unidad con el signo más que añade el segmento inferior:



El botón **Orientación de la unidad** se hace visible:



Si hace clic en el botón **Orientación de la unidad**, se abre el cuadro de diálogo **Orientación de la unidad**. Este cuadro de diálogo permite controlar la orientación de la unidad:



El cuadro de diálogo **Orientación de la unidad** permite definir el vector de orientación de la unidad. Para obtener más información, consulte "Planitud por unidad" en el tema "Planitud".

Semiángulo de cono

Esta casilla de verificación se halla debajo del panel de edición de las tolerancias y tiene este aspecto:

Usar tolerancias geométricas

☒ Half Cone Angle 45

En el caso de las tolerancias de descentramiento circular en los círculos, el comando de tolerancia geométrica le permite tratar el círculo como una sección transversal de un cono en lugar de como una sección transversal de un cilindro. Para ello, puede seleccionar la casilla de verificación **Semiángulo de cono** y escribir un valor angular para el semiángulo de cono. Para obtener más información, en especial el significado del signo del semiángulo de cono, consulte "Descentramiento circular".

Circularidad frente a conicidad

La casilla de verificación **Conicidad** se halla debajo del panel de edición de las tolerancias y tiene este aspecto:

☐ Conicity

Como se describe en el tema "Circularidad", PC-DMIS puede evaluar las tolerancias de circularidad en los conos como circularidad verdadera o como conicidad. Por omisión, se evalúa como circularidad verdadera, pero puede cambiarla por la conicidad si selecciona esta casilla de verificación.

Ranuras de longitud frente a ranuras de anchura

Estas opciones izquierda y derecha aparecen en el panel de edición de las tolerancias si los elementos considerados son ranuras:



La opción izquierda considera la ranura desde el punto de vista de la anchura. El tamaño de la ranura es su anchura, y la zona de tolerancia controla la posición de la ranura en la dirección de la anchura.

La opción derecha considera la ranura desde el punto de vista de la longitud. El tamaño de la ranura es su longitud, y la zona de tolerancia controla la posición de la ranura en la dirección de la longitud.

Puntos de la mediana frente a eje

Estas opciones aparecen en el panel de edición de las tolerancias si tiene tolerancias de concentricidad o simetría con ASME:

☒ Median Points ☐ Axis

En el caso de las tolerancias de concentricidad y simetría de ASME Y14.5 1994 o ASME Y14.5 2009, cuando los elementos considerados tienen datos de superficie, PC-DMIS puede interpretarlos según el valor de **Puntos de la mediana** o según el valor de **Eje**. Puede elegir la opción que desee para controlar la interpretación. El valor por omisión es **Puntos de la mediana**.

Añadir y eliminar segmentos

Debajo del editor de marcos de control de elementos hay botones **+** y **-** para añadir y eliminar segmentos, respectivamente. Cuando no procede añadir más segmentos, el botón **+** no está disponible.

Los botones son estos:



Puede utilizar estos botones para construir tolerancias de posición compuestas, tolerancias de perfil compuestas y tolerancias por unidad.

La sección de información

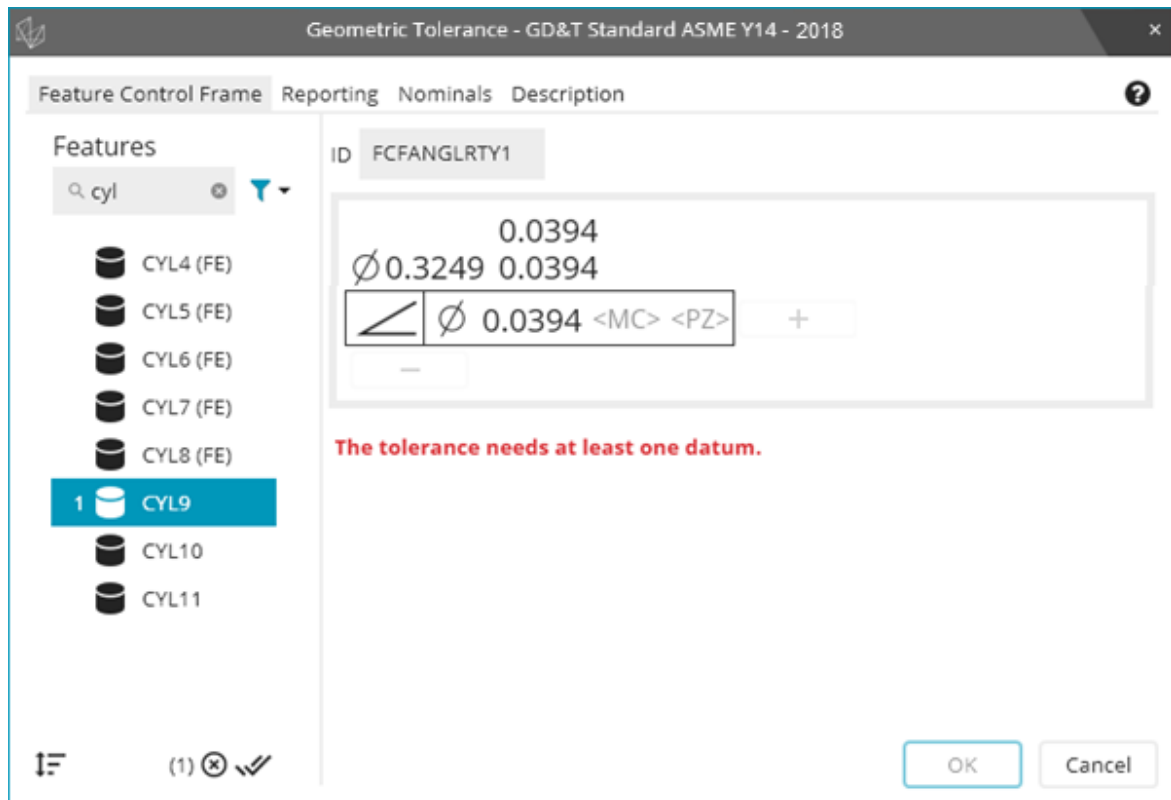
Debajo de todas estas opciones de marco de control de elementos, PC-DMIS muestra los mensajes de error, las advertencias y otros mensajes informativos. Para obtener información sobre la resolución de los mensajes de error o de advertencia, consulte "Resolución de los problemas de los mensajes de error y las advertencias".

Mensajes de error: Los mensajes de error se muestran en color **rojo**.

Cuando hay un mensaje de error, no puede hacer clic en **Crear** ni en **Aceptar** en el cuadro de diálogo.

Usar tolerancias geométricas

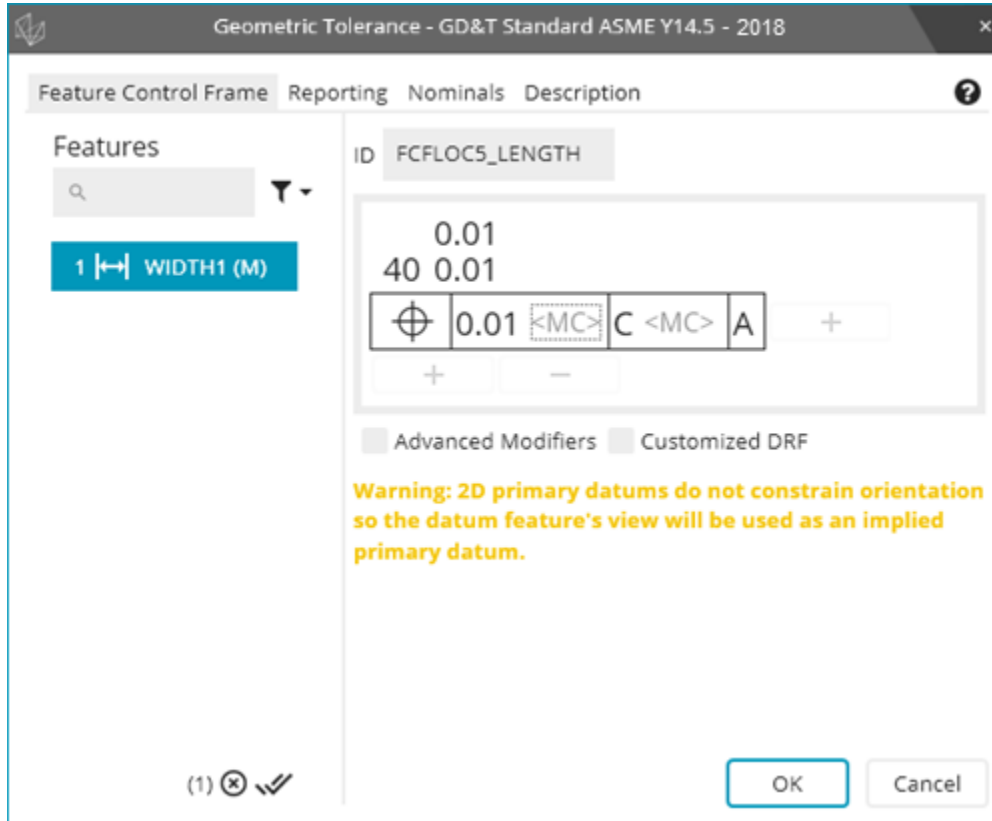
Los mensajes de error se ven así:



Mensajes de advertencia: Los mensajes de advertencia se muestran en color **amarillo**.

Cuando hay un mensaje de advertencia, puede pulsar **Crear** o **Aceptar** en el cuadro de diálogo.

Los mensajes de advertencia se ven así:

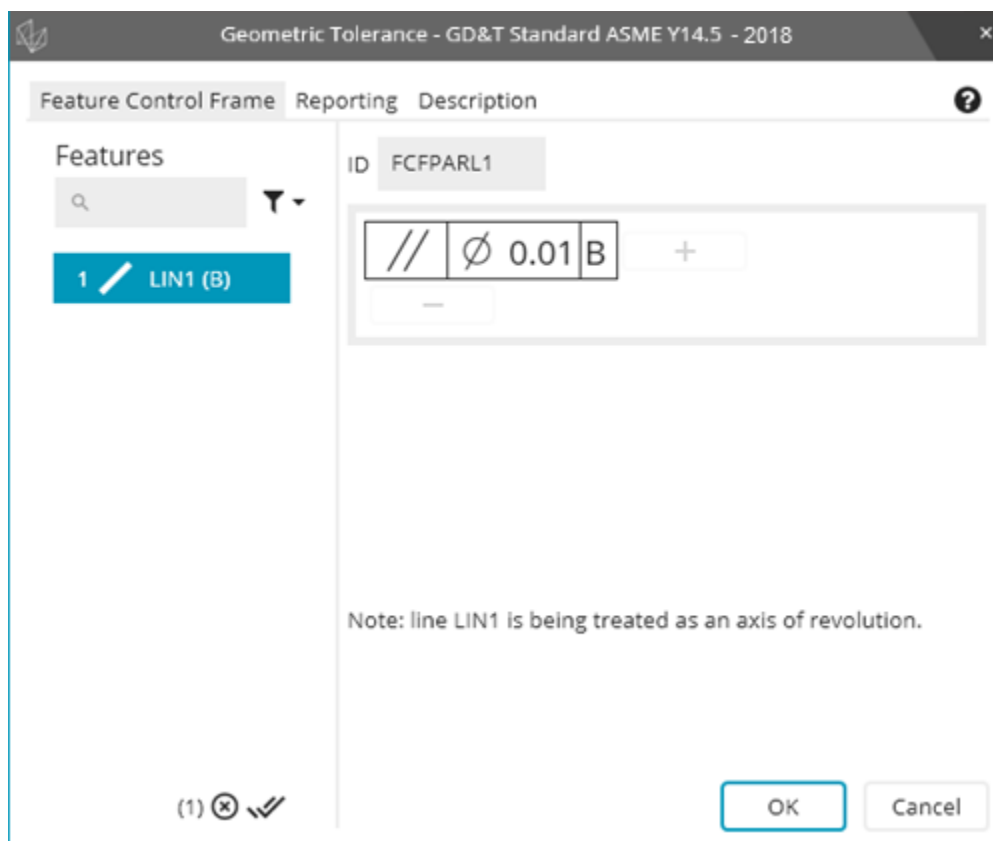


Mensajes de interpretación: Los mensajes de interpretación se muestran en color negro.

Los mensajes de interpretación aparecen cuando se utiliza un elemento de línea construida como elemento de datum o como elemento considerado. El mensaje le informa de si PC-DMIS interpreta el elemento como una línea en una superficie (como una sección transversal de una superficie planar) o como un eje de revolución (como un eje sin superficie). Para obtener más información sobre los tipos de línea que se consideran una línea en una superficie y los que se consideran un eje de revolución, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Usar tolerancias geométricas

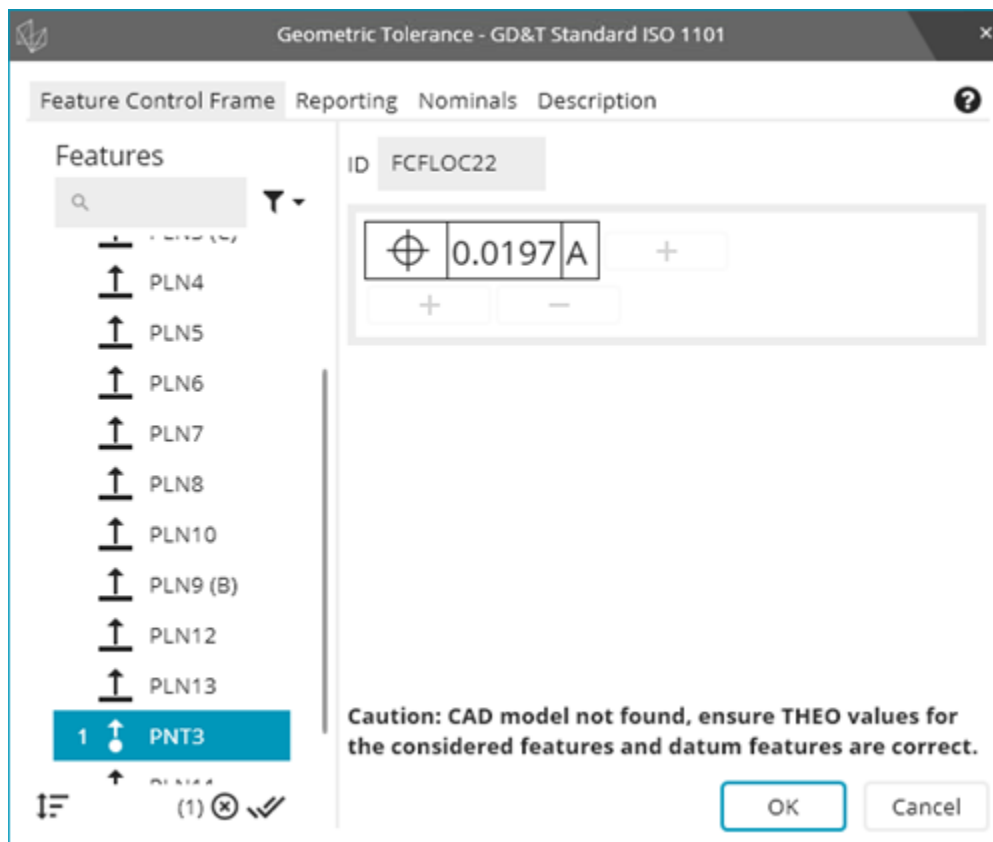
Los mensajes de interpretación se ven así:



Mensajes de advertencia de CAD: Hay un tipo adicional de mensaje de advertencia que aparece en color negro justo encima de los botones de comando principales del cuadro de diálogo.

Si no tiene un modelo de CAD, PC-DMIS no puede asegurarse de que todos los valores TEO del programa sean correctos. El cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** muestra un mensaje de advertencia que le indica que se asegure de que todos los valores TEO sean correctos. Es posible hacer clic en **Crear** o en **Aceptar** en el cuadro de diálogo.

Esta advertencia de CAD se ve así:

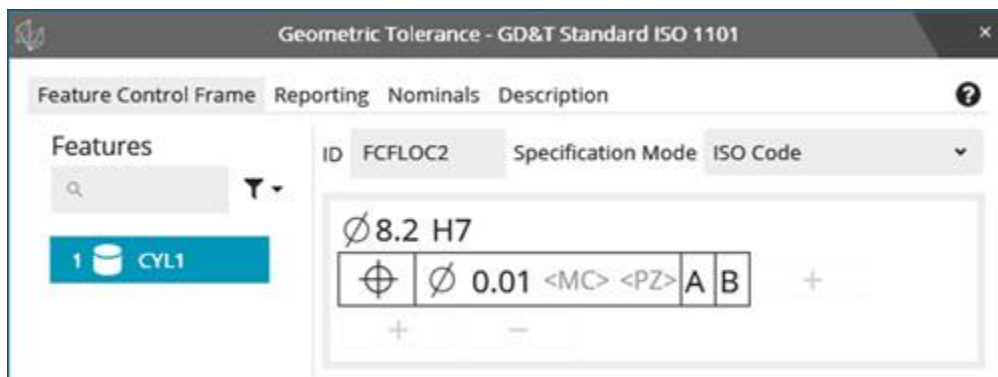


Modo de especificación

La lista **Modo de especificación** controla el editor de **Tolerancia de tamaño**. En el caso de un elemento de tamaño, cuando se selecciona la opción **Nominal con desviación**, las tolerancias se introducen según se describe en la sección "El editor de tolerancia de tamaño".

Si se selecciona la opción **Código ISO**, el editor de tolerancia de tamaño muestra un código ISO H7 por omisión. Escriba el límite apropiado según se define con ISO 286-1. La norma ISO 286-1 define cientos de códigos de tolerancia que se parecen un poco a "E9" y "H7". La norma ISO 286-1 distingue entre mayúsculas y minúsculas, por ejemplo, los orificios van en mayúscula y los vástagos van en minúscula. Puede escribir el estándar en mayúsculas o minúsculas. PC-DMIS determina si el elemento considerado es un tipo de elemento interno o externo y, a continuación, corrige automáticamente lo que escriba a mayúsculas o minúsculas si es necesario.

Usar tolerancias geométricas



En la ficha **Nominales**, PC-DMIS muestra la tolerancia apropiada según el tamaño nominal.

Geometric Tolerance - GD&T Standard ISO 1101

Feature Control Frame Reporting Nominals Description

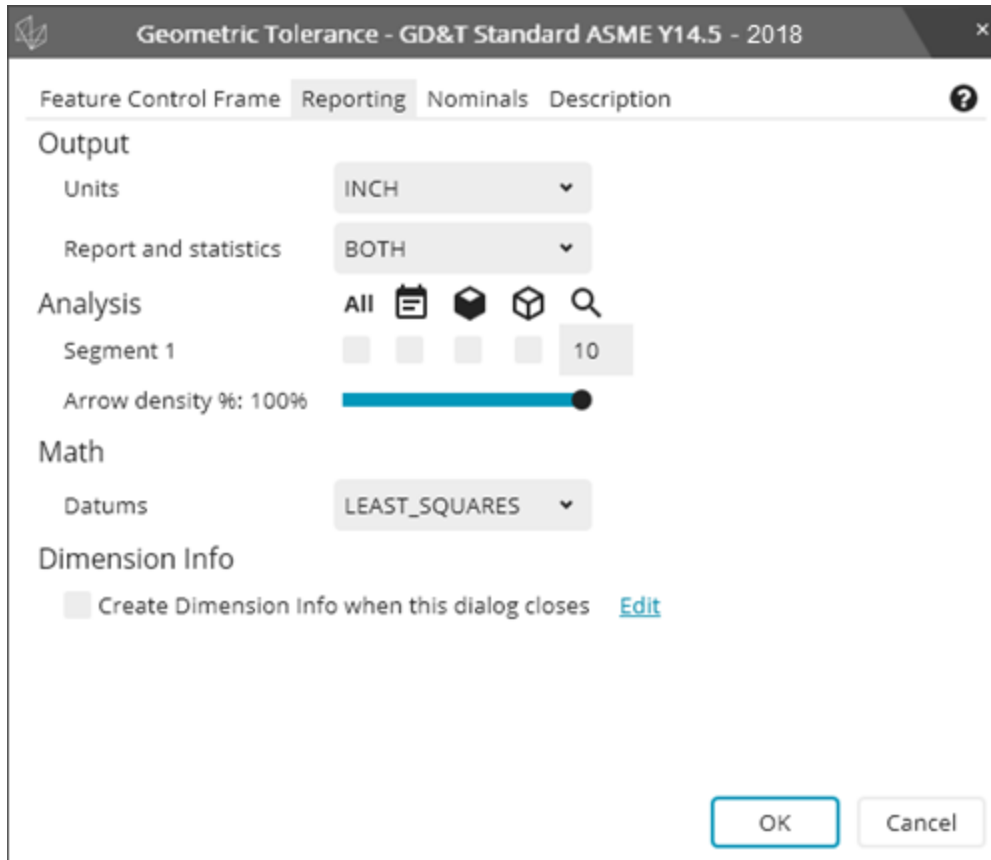
Display Coordinates Datum Reference Frame

CYL1	Report Axis	Axis	Nominal	+Tol	-Tol
<input type="checkbox"/>	X	0			
<input type="checkbox"/>	Y	44.496			
<input type="checkbox"/>	Z	0			
<input type="checkbox"/>	PR	44.496			
<input type="checkbox"/>	PA	90			
<input checked="" type="checkbox"/>	DF	8.2	0.015	0	

Ficha Generar informe

Introducción

La ficha **Generar informe** del cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** tiene varias opciones para controlar cómo evalúa y notifica PC-DMIS los cálculos. La ficha **Generar informe** tiene este aspecto:



Salida

El área **Salida** de la ficha **Generar informe** tiene las dos listas desplegables siguientes:

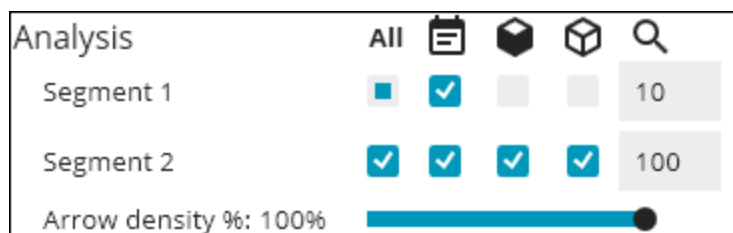
Unidades: Permite indicar los resultados en pulgadas o mm, independientemente de las dimensiones de la rutina de medición.

Informe y estadísticas: Permite enviar los resultados a **INFORME**, a **ESTAD**, a **AMBOS** o a **NING**.

Análisis


El área **Análisis** de la ficha **Generar informe** permite controlar las opciones de análisis textual y gráfico. Hay una fila de casillas de verificación para cada segmento del comando de tolerancia geométrica. Por ejemplo, con los dos segmentos, el área **Análisis** tiene este aspecto:


Usar tolerancias geométricas





El icono sobre cada columna de casillas de verificación es una etiqueta correspondiente a la clase de análisis que esa columna de casillas de verificación controla:

All: Al seleccionarlo o desmarcarlo se selecciona o deselecciona toda la fila de casillas de verificación.

: Activa o desactiva el análisis textual. Puede pasar el puntero del ratón por encima del icono para ver una ayuda flotante sobre el análisis textual del informe.

: Activa o desactiva el análisis gráfico de CAD. Puede pasar el puntero del ratón por encima del icono para ver una ayuda flotante sobre el análisis gráfico de CAD.

: Activa o desactiva el análisis gráfico del informe. Puede pasar el puntero del ratón por encima del icono para ver una ayuda flotante sobre el análisis gráfico del informe.

: Estos cuadros muestran los valores numéricos de los multiplicadores de flecha para cada segmento.

Barra deslizable % densidad flecha: Puede utilizar esta barra deslizable para ajustar el valor del porcentaje de densidad de flecha.

Cálculo

El área **Cálculo** de la ficha **Generar informe** permite controlar las opciones de cálculo para evaluar la tolerancia geométrica. Las opciones de tipo de cálculo disponibles dependen de si se selecciona la norma ASME o ISO.

Math		Math	
Datums	LEAST_SQUARES ▼	Datums	DEFAULT ▼
Considered Features	DEFAULT ▼	Associated Features	DEFAULT ▼
		Size	DEFAULT ▼

Área de cálculo que muestra ASME (izquierda) e ISO (derecha).

Tipos de cálculo según ASME

La lista **Elementos considerados** controla el cálculo para resolver las tolerancias de tamaño y/o crear el elemento con tolerancia a partir del elemento considerado. Está disponible cuando los elementos considerados tienen datos de superficie y o bien (a) hay una tolerancia de tamaño, o bien (b) el elemento con tolerancia es distinto del elemento considerado. Para obtener información detallada sobre qué significan las opciones, consulte "Derivar el elemento con tolerancia" y "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica".

La lista **Zona de tolerancia** (no se muestra) controla el cálculo para optimizar el elemento con tolerancia en la zona de tolerancia. Se muestra en el caso de tolerancias de forma y tolerancias de perfil sin un dátum. Para obtener información detallada sobre el significado de las opciones, consulte estos temas:

- Circularidad
- Cilindricidad
- Planitud
- Perfil de una línea
- Perfil de una superficie
- Rectitud

Tipos de cálculo según ISO

La lista **Elementos asociados** controla el cálculo para crear el elemento con tolerancia a partir del elemento considerado. Está disponible cuando los elementos considerados tienen datos de superficie y o bien (a) hay una tolerancia de tamaño, o bien (b) el elemento con tolerancia es distinto del elemento considerado. Para obtener información detallada sobre qué significan las opciones, consulte los temas "Derivar el elemento con tolerancia" y "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica" en la documentación de PC-DMIS principal.

La lista **Tamaño** controla el cálculo para resolver las tolerancias de tamaño. Está disponible cuando los elementos considerados tienen datos de superficie y o bien

Usar tolerancias geométricas

(a) hay una tolerancia de tamaño, o bien (b) el elemento con tolerancia es distinto del elemento considerado. Para obtener información detallada sobre qué significan las opciones, consulte los temas "Derivar el elemento con tolerancia" y "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica" en la documentación de PC-DMIS principal.

La lista **Zona de tolerancia** (no se muestra) controla el cálculo para optimizar el elemento con tolerancia en la zona de tolerancia. Se muestra en el caso de todas las tolerancias de forma y tolerancias de perfil sin referencias de dátum.

Áreas Tamaño o Plano de trabajo

El área **Tamaño** de la ficha **Generar informe** está disponible para la mayoría de los elementos. Le permite controlar si los tamaños locales se incluirán en el informe. Puede ser parecida a la siguiente:

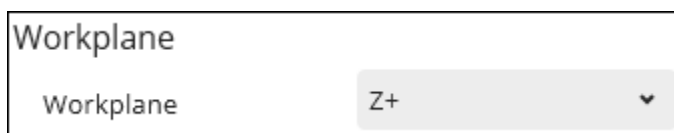


Size

Local Size OFF ▼

La opción **Tamaño local** está establecida en **ACT** o **DES**. Está disponible para los elementos considerados que tienen datos de superficie cuando hay una tolerancia de tamaño. Para obtener más información, consulte "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica".

Para otros elementos, como el perfil de línea, el área **Tamaño** se cambia por el área **Plano de trabajo**, que permite seleccionar el plano de trabajo en la lista. Puede ser parecida a la siguiente:

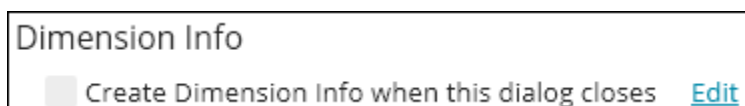


Workplane

Workplane Z+ ▼

Inf. de dimensión

El área **Información de dimensión** de la ficha **Generar informe** tiene el aspecto siguiente:



Dimension Info

☐ Create Dimension Info when this dialog closes [Edit](#)

Si marca la casilla de verificación, PC-DMIS inserta un comando de información de dimensión en la rutina de medición después del comando de tolerancia geométrica.

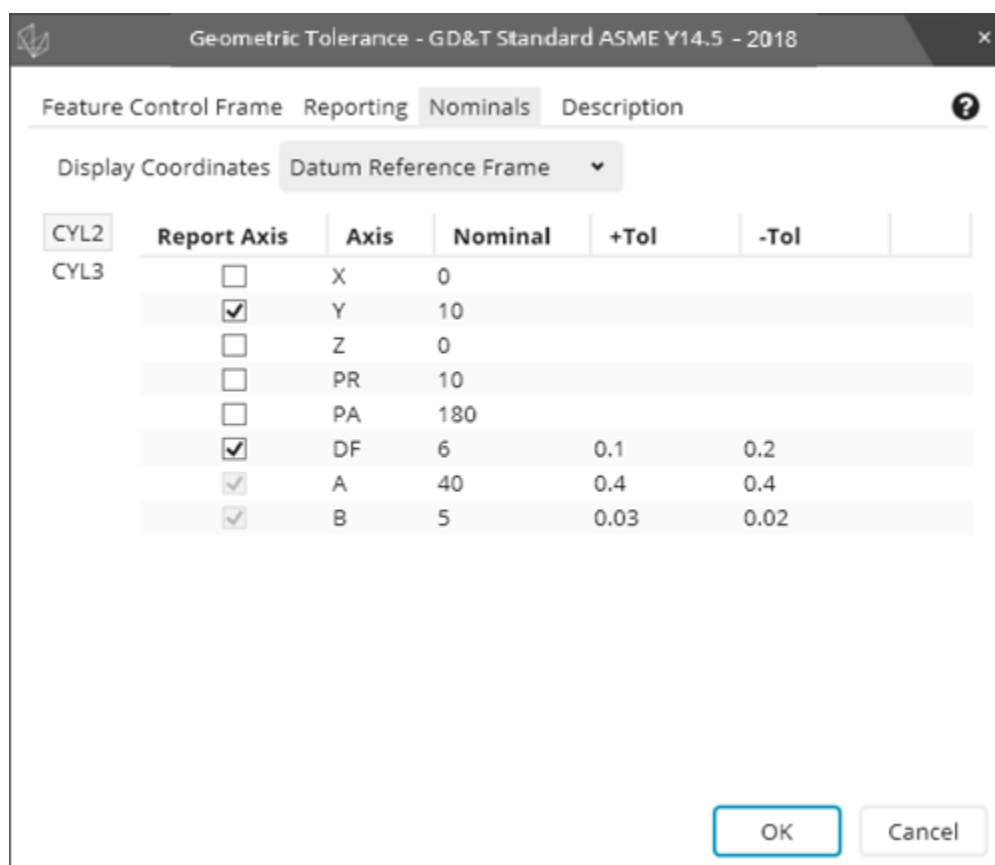
Puede hacer clic en **Editar** a la derecha de la casilla de verificación para modificar las opciones del comando de información de dimensión.

Ficha Nominales

Introducción

La ficha **Nominales** del cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** está disponible para tolerancias de posición y para tolerancias geométricas que tengan una tolerancia de tamaño.

Tiene este aspecto:



Geometric Tolerance - GD&T Standard ASME Y14.5 - 2018

Feature Control Frame Reporting **Nominals** Description ?

Display Coordinates Datum Reference Frame ▼

	Report Axis	Axis	Nominal	+Tol	-Tol
CYL2					
CYL3	<input type="checkbox"/>	X	0		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	10		
	<input type="checkbox"/>	Z	0		
	<input type="checkbox"/>	PR	10		
	<input type="checkbox"/>	PA	180		
	<input checked="" type="checkbox"/>	DF	6	0.1	0.2
	<input checked="" type="checkbox"/>	A	40	0.4	0.4
	<input checked="" type="checkbox"/>	B	5	0.03	0.02

OK Cancel

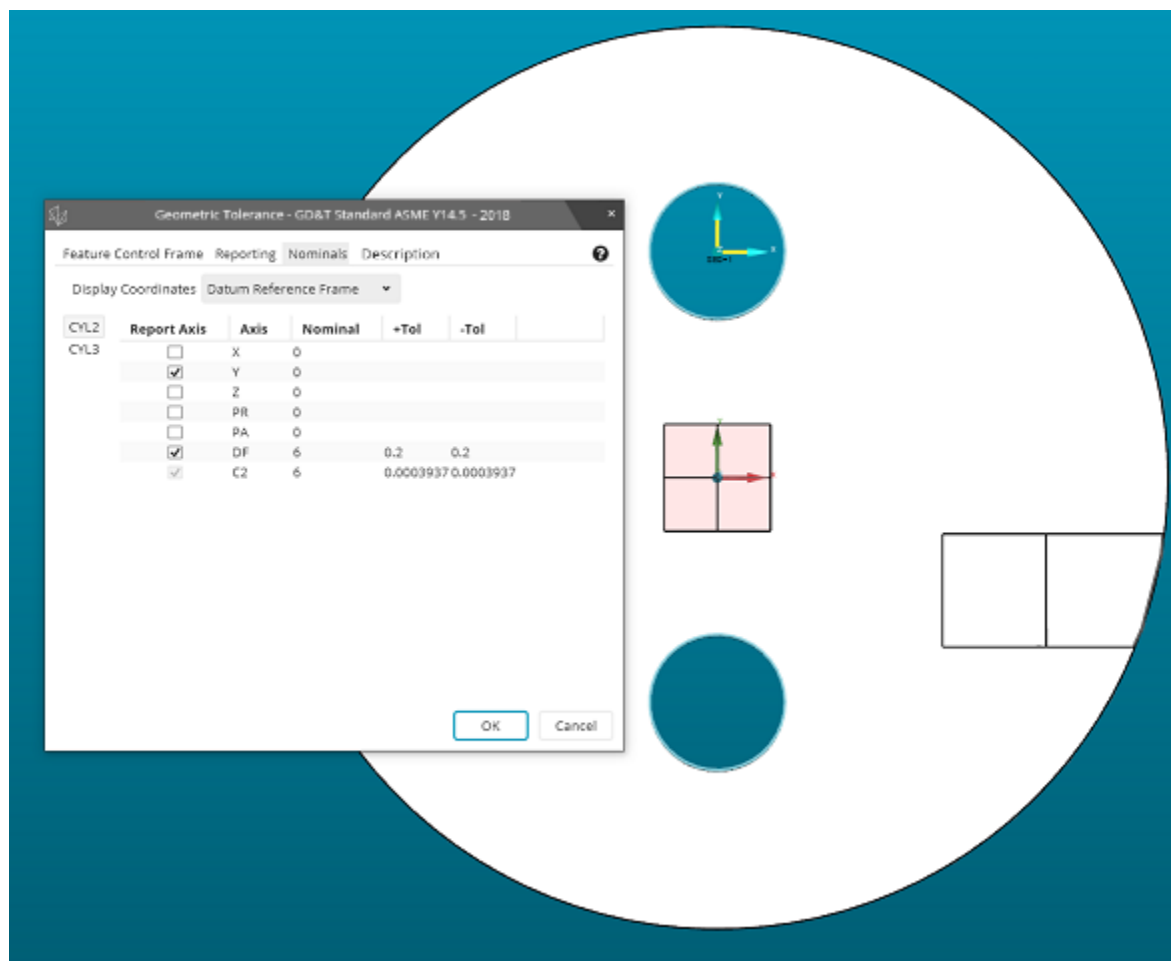
Mostrar coordenadas

Esta lista controla el sistema de coordenadas en el que se notifican los nominales. Puede cambiar entre **Marco de referencia de datum** y **Alineación actual** para cambiar los nominales que se visualizan.

Tras hacer clic en **Aceptar** o **Crear**, PC-DMIS cambia el sistema de coordenadas en el que se notifican los resultados.

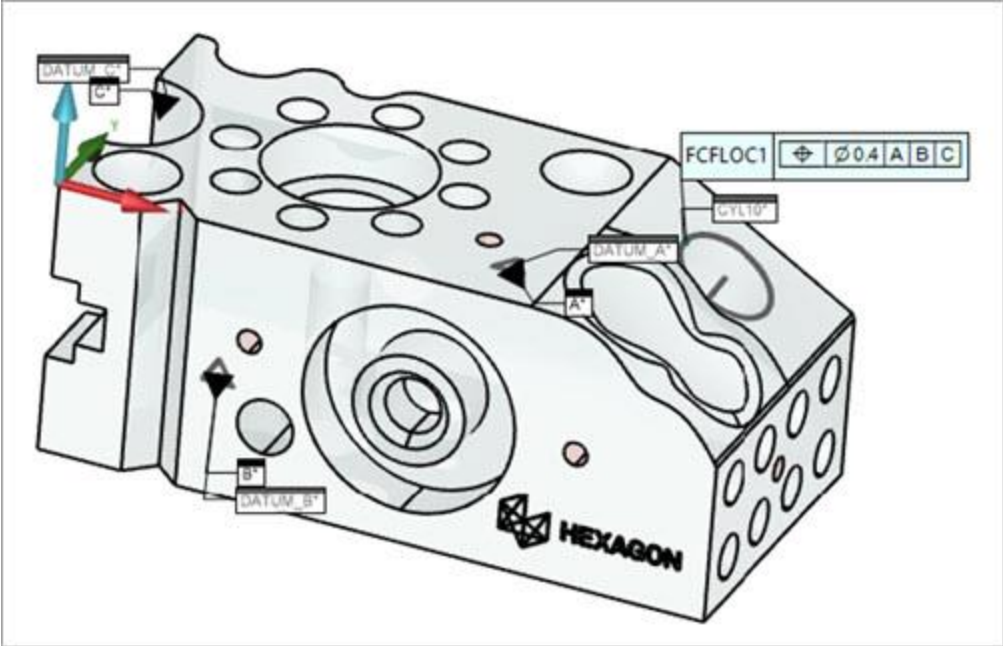
Usar tolerancias geométricas




Puede visualizar los dos sistemas de coordenadas en la ventana gráfica como se muestra a continuación:



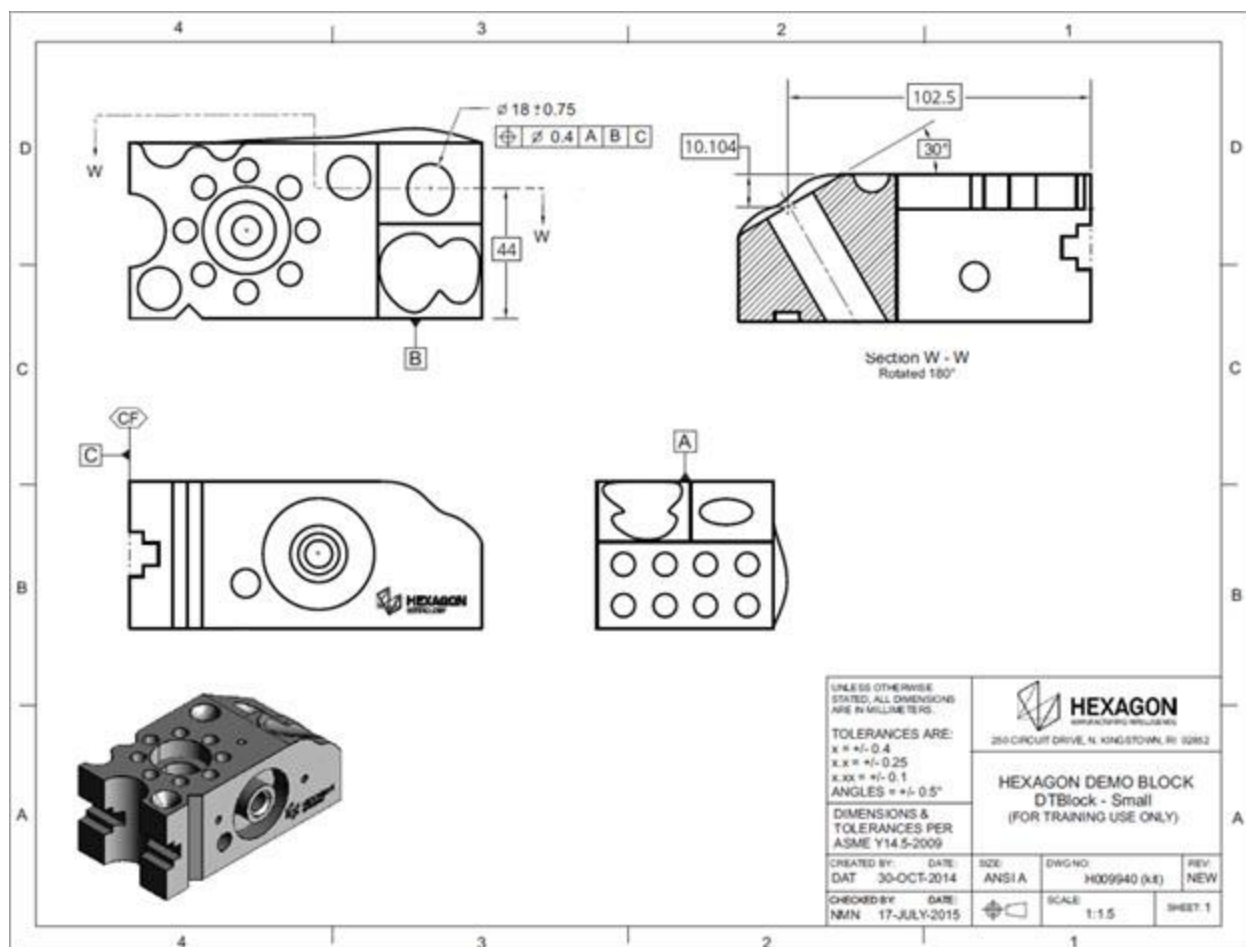
En la imagen del ejemplo anterior, el triedro de la alineación actual está en el centro de la pieza. El triedro del sistema de coordenadas del marco de referencia de dátum se muestra en el orificio superior.

La opción **Alineación actual** puede resultar útil en los casos en que la ubicación o la orientación del triedro de Marco de referencia de dátum no coincida con los ejes trazados en el dibujo. También puede servir para proporcionar información de ajuste a producción. Observe la ubicación y la orientación del triedro de Marco de referencia de dátum para la tolerancia de posición siguiente.



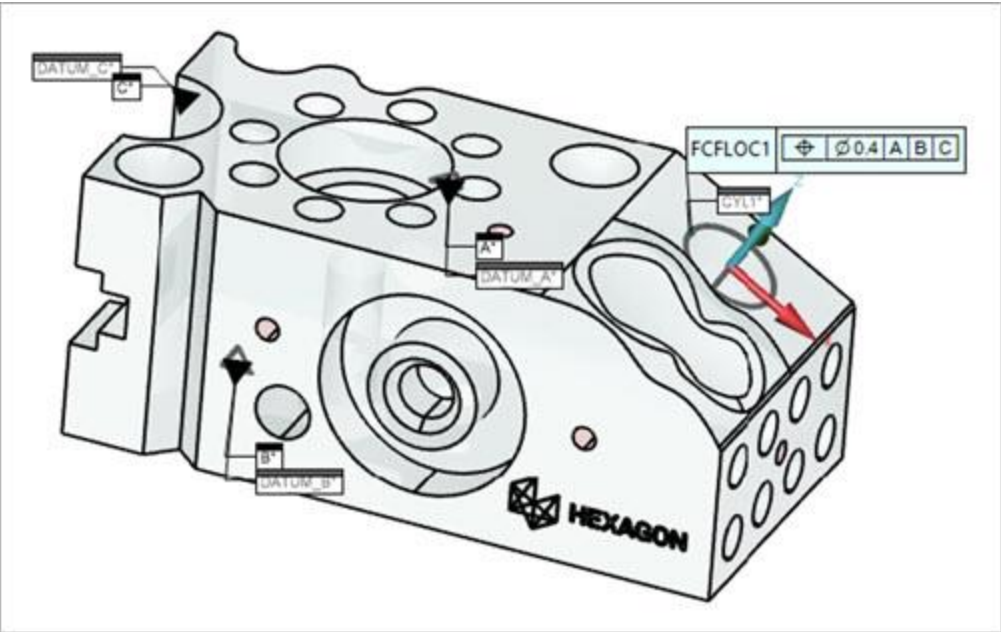
		PART NAME : POSITION_EXAMPLE				April 16, 2024		12:50	
		REV NUMBER :		SER NUMBER :		STATS COUNT : 1			
FCFLOC1 Size		MM	Ø 18 +0.75/-0.75				DEFAULT		ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
CYL10	18.000	0.750	0.750	18.000	0.000	0.000			
FCFLOC1		MM					DEFAULT		ASME Y14.5 2018
Feature	AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS	
	X	102.500			102.564	0.064			
	Y	44.000			43.980	-0.020			
	Z	-10.104			-10.141	-0.037			
CYL10 (START PT)	TP	0.000	0.400	0.000	0.154	0.154	0.000		





Usar tolerancias geométricas



Aunque las coordenadas X, Y y Z que se muestran en la tabla de resumen coinciden con las dimensiones básicas del dibujo, con frecuencia es más útil crear una alineación que esté centrada en el orificio y orientada hacia este. Una vez hecho esto, debe cambiar las coordenadas de visualización de **Marco de referencia de dátum** a **Alineación actual** como se muestra a continuación.


```
A1      =ALIGNMENT/START,RECALL:STARTUP,LIST=YES
        ALIGNMENT/TRANS_OFFSET,XAXIS,102.5
        ALIGNMENT/TRANS_OFFSET,YAXIS,44
        ALIGNMENT/TRANS_OFFSET,ZAXIS,-10.104
        ALIGNMENT/ROTATE_OFFSET,30,ABOUT,YPLUS
        ALIGNMENT/END
FCFLOC1 =GEOMETRIC_TOLERANCE/STANDARD=ASME Y14.5-2018,SHOWEXPANDED=YES,
        DESCRIPTION=OFF,,
        FEATURE_MATH=DEFAULT,DATUM_MATH=DEFAULT,DISPLAY_COORDS=CURRENT_ALIGNMENT,
        UNITS=MM,OUTPUT=BOTH,ARROWDENSITY=100,
        SIZE/NOMINAL=18,UPPER TOLERANCE=0.75,LOWER TOLERANCE=0.75,
        REPORT_LOCAL_SIZE=OFF,
        CYL1:
          UAME SIZE:18.000,
          SEGMENT_1,POSITION,DIAMETER,0.4,_,_,<len>,_,A,B,_,C,_,
          TEXT=OFF,CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF,MULT=10,
          MEASURED:
            CYL1:0.154,
          ADD
          FEATURES/CYL1,,
```



		PART NAME : POSITION_EXAMPLE				April 16, 2024		11:38		
		REV NUMBER :		SER NUMBER :		STATS COUNT : 1				
FCFLOC1 Size		MM	Ø 18 +0.75/-0.75				DEFAULT		ASME Y14.5 2018	
Feature		NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
CYL1		18.000	0.750	0.750	18.000	0.000	0.000			
FCFLOC1		MM					DEFAULT		ASME Y14.5 2018	
Feature		AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS	
CYL1 (END PT)		X	-0.000			0.074	0.074			
		Y	0.000			-0.020	-0.020			
		Z	0.000			0.000	0.000			
		TP	0.000	0.400	0.000	0.154	0.154	0.000		

Usar tolerancias geométricas

Los valores de desviación X, Y y Z ahora son mucho más útiles para los operarios, que ahora pueden ver cuánto ajuste es necesario en cada dirección para acercar la posición del orificio al nominal.

Observe que, en los dos ejemplos, el valor de TP de MED permanece igual (0,154 mm). Las coordenadas de visualización no afectan al ajuste del dátum ni al cálculo de la tolerancia geométrica, solo afectan a la manera como se presentan los datos en el informe.

El triedro no se actualiza dinámicamente mientras se está utilizando el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica**. Tiene que hacer clic en **Crear** o **Aceptar** para ver el triedro actualizado.

Tabla de nominales

La tabla de elementos permite hacer lo siguiente:

- Visualizar las ubicaciones nominales de los elementos considerados en las coordenadas de visualización elegidas.
- Controlar las tolerancias de tamaño de los elementos considerados y los elementos de dátum.
- Controlar los ejes que se deben incluir en el informe.

Seleccionar el elemento considerado

Puede controlar el elemento considerado que desea visualizar con las fichas de la izquierda. Cada elemento tiene una pequeña ficha en la que puede hacer clic, como se muestra a continuación.

Feature Control Frame		Reporting
Display Coordinates		Datum Refe
CYL2	Report Axis	Axis
CYL3	<input type="checkbox"/>	X
	<input checked="" type="checkbox"/>	Y
	<input type="checkbox"/>	Z

La ficha de cada elemento permite ver la ubicación nominal del elemento considerado.

Columna Informe de eje

La columna **Informe de eje** de la tabla de nominales determina si se debe incluir ese eje en el informe. Puede marcar las casillas de verificación para mostrar la información que desee.

Columna Eje

La columna **Eje** de la tabla de nominales contiene los nombres de los ejes que le puede interesar notificar. Esos nombres corresponden a los elementos siguientes:

- **X**: Corresponde a la coordenada X.
- **Y**: Corresponde a la coordenada Y.
- **Z**: Corresponde a la coordenada Z.
- **PR**: Corresponde al radio polar.
- **PA**: Corresponde al ángulo polar.
- **DF**: Corresponde al diámetro del elemento (o el tamaño).

Como puede ver en la imagen siguiente, los nombres de dátum también figuran en la columna Eje:

Report Axis	Axis	Nominal	+Tol	-Tol	
<input type="checkbox"/>	X	0			
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	10			
<input type="checkbox"/>	Z	0			
<input type="checkbox"/>	PR	10			
<input type="checkbox"/>	PA	180			
<input checked="" type="checkbox"/>	DF	6	0.1	0.2	
<input checked="" type="checkbox"/>	A	40	0.4	0.4	
<input checked="" type="checkbox"/>	B	5	0.03	0.02	

Solo aparecen los elementos de dátum de tamaño. La casilla de verificación **Informe de eje** no está disponible para esas filas.

Columna Nominal

La columna **Nominal** de la tabla de nominales contiene los valores nominales de los ejes notificables, y los tamaños nominales de los elementos de dátum de tamaño.

Columna Tol+

La columna **Tol+** de la tabla de nominales contiene las tolerancias de tamaño positivas de los elementos considerados y los elementos de dátum de tamaño. Consulte la nota siguiente si va a hacer cambios en este valor.

Columna Tol-

La columna **Tol-** de la tabla de nominales contiene las tolerancias de tamaño negativas de los elementos considerados y los elementos de dátum de tamaño. Consulte la nota siguiente si va a hacer cambios en este valor.



Si edita las tolerancias superior e inferior desde la ventana de edición o desde el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** (ficha **Marco de control de elementos o Nominales**), y el mismo elemento se utiliza como un dátum o como elemento considerado, PC-DMIS muestra un mensaje en el que le pregunta si desea aplicar los mismos cambios a todos los comandos posteriores que hacen referencia a ese elemento.

Por ejemplo:

Tolerancias

La tolerancia de tamaño de CIL1 ha cambiado. ¿Desea aplicar el mismo cambio a todos los comandos relacionados posteriores que hacen referencia a CIL1?

Sí No

Si hace clic en **Sí**, PC-DMIS actualiza las tolerancias de tamaño para cualquier comando de Tolerancia geométrica por debajo de la posición del cursor que haga referencia al mismo elemento, ya sea como elemento considerado o como dátum.

Si hace clic en **No**, PC-DMIS solo actualiza la tolerancia de tamaño editada. PC-DMIS no actualiza ninguna de las tolerancias de tamaño respectivas de ningún comando de Tolerancia geométrica por debajo de la posición del cursor que utilice el mismo elemento editado como elemento considerado o dátum.

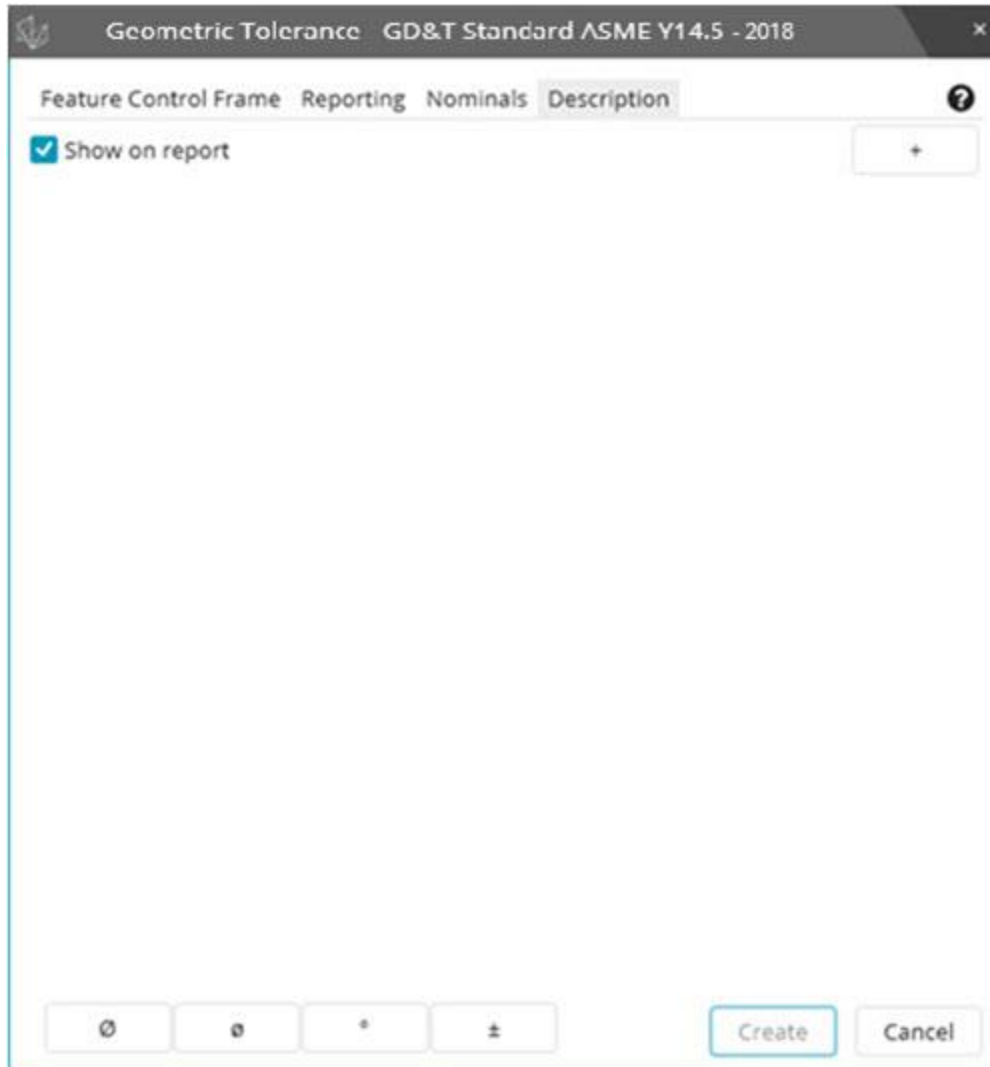
La casilla de verificación **Tolerancias negativas muestran signo -** en la ficha **Dimensión** del cuadro de diálogo **Opciones de configuración** aplica lo mismo aquí que en la ficha **Marco de control de elementos**. Para obtener información, consulte el tema "Ficha Marco de control de elementos".

- Cuando no está marcada, las tolerancias de signo menos suelen ser positivas.
- Cuando está seleccionada, las tolerancias de signo menos suelen ser negativas.

Ficha Descripción

Si tiene experiencia en la creación de comentarios en XactMeasure, la funcionalidad de la ficha **Descripción** del cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** puede resultarle familiar, pero es más útil que su predecesora. Ya no tiene que describir los elementos o las dimensiones en sus nombres de ID. Eso puede llegar a tomar mucho tiempo y puede resultar bastante engorroso. La ficha **Descripción** proporciona una manera de

vincular las dimensiones a las etiquetas en las impresiones sin necesidad de asignar nombres largos y descriptivos a los elementos o las dimensiones.



Esta ficha permite crear campos de texto puro que puede utilizar para vincular las dimensiones con las impresiones. Puede utilizar cualquier símbolo o carácter ya que son campos estrictamente de texto. Los botones de símbolo en la parte inferior del cuadro de diálogo permiten insertar los símbolos que se utilizan habitualmente.



Debe resolver los errores que haya en la ficha **Marco de control de elementos** para que PC-DMIS active el botón **Crear** en este cuadro de diálogo.

Para crear un texto de **Descripción**:

Usar tolerancias geométricas

1. Haga clic en el botón Añadir (+) de la esquina superior derecha del cuadro de diálogo para crear y abrir un nuevo campo de texto de descripción.
2. Introduzca el texto en el campo. Utilice los botones de símbolo según sea necesario para insertar símbolos específicos.
3. Pulse Intro o vuelva a hacer clic en el botón Añadir (+) para crear otro campo de texto de descripción. Para suprimir un campo, selecciónelo y haga clic en el botón Eliminar (-).
4. Seleccione la casilla de verificación **Mostrar en el informe** para incluir la descripción en el informe.
5. Haga clic en el botón **Crear** para crear el campo de descripción.

Tipos de tolerancia geométrica

Existen catorce tipos de tolerancias geométricas, con frecuencia agrupadas en estas cinco categorías: Forma, Orientación, Ubicación, Perfil y Descentramiento

En los temas sobre tolerancia siguientes se trata cada uno de los tipos de tolerancia. Esos temas proporcionan información detallada sobre qué implica cada tipo, sus modificadores permitidos y las opciones de comando permitidas.

Forma

Las tolerancias de forma son las más sencillas porque no hacen referencia a dátums:

- Circularidad
- Cilindricidad
- Planitud
- Rectitud

Orientación

- Angularidad
- Paralelismo
- Perpendicularidad

Ubicación

- Concentricidad
- Posición
- Simetría

Perfil

- Perfil de una línea
- Perfil de una superficie

Descentramiento

- Descentramiento circular
- Descentramiento total

Puede encontrar más información detallada en los temas siguientes:

- Tipos de elementos con y sin datos de superficie
- Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums
- Derivar el elemento con tolerancia

Valores reales y medidos

Para cada tipo de tolerancia geométrica, distinguimos entre "valores reales" y "valores medidos".

Un *valor real* responde a la especificación y se define según una norma de especificación como pueden ser ASME Y14.5.1 o ISO 1101. Un valor real utiliza todos los puntos de la superficie, sin incertidumbre de medición. Ese valor nos indica si la superficie se ajusta o no a su especificación. Nos da una ligera idea sobre hasta qué punto una superficie conforme está cerca de no ser conforme.

Un *valor medido* es una aproximación medida a un valor real. El valor medido utiliza un subconjunto de los puntos de la superficie. Cada punto medido de la superficie presenta incertidumbre de medición. Los algoritmos que utilizamos para derivar un valor medido pueden ser similares o no a la definición matemática del valor real. Esto se debe a que, en ocasiones, la mejor aproximación medida al valor real utiliza cálculos muy distintos a los del valor real.

Para obtener más información, consulte "Especificación frente a verificación".

Cilindricidad

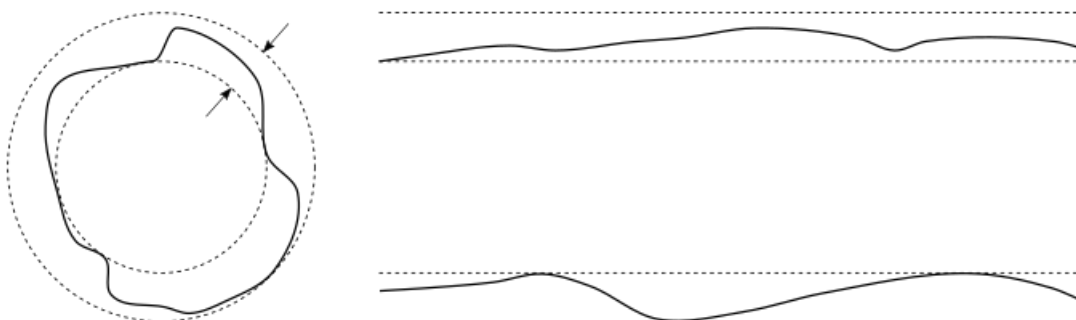
Introducción

Una especificación de cilindridad controla cuánto puede desviarse el elemento con respecto a un cilindro perfecto. En otras palabras, la cilindridad evalúa cuán cilíndrico es el elemento.

Usar tolerancias geométricas

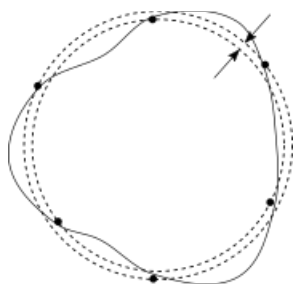
Valor real:

Es la distancia mínima entre dos cilindros concéntricos que contienen la superficie entera entre ellos:



Valor medido:

Es la distancia entre dos cilindros concéntricos que contienen todos los puntos medidos entre ellos. Una rutina de mejor ajuste define el eje de los dos cilindros. Según la incertidumbre de la medición, la cantidad de puntos que mida y el lugar donde tome los puntos, puede ser mayor o menor que el valor real. La ilustración siguiente muestra un caso en el que no se midieron suficientes puntos, y por ello el valor medido es menor que el valor real:



Tipos de elemento permitidos

Puede utilizar elementos cilíndricos con datos de superficie. Para obtener información detallada sobre los cilindros que tienen datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Modificadores permitidos

En el caso de la norma ASME, esta tolerancia geométrica no permite modificadores.

En el caso de la norma ISO, se permiten los modificadores C o G. Para obtener información detallada, consulte la sección "Modificadores de asociación de elementos de referencia (RFAM) ISO" en el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.

Opciones expuestas



El tipo de cálculo de la zona de tolerancia controla cómo calcular el eje de los dos cilindros concéntricos:

POR OMISIÓN: Efectúa un mejor ajuste de zona mínima (también llamado de mínimo y máximo). Este mejor ajuste busca el eje de los dos cilindros concéntricos que contienen los puntos entre ellos que tiene la distancia mínima entre ellos. Así pues, esta opción genera el valor medido más bajo para evaluar la cilindridad. Desde el punto de vista matemático también es muy parecido a la especificación, porque, si se miden los puntos con mucha densidad y alta precisión, el valor medido se aproxima mucho al valor real. En el caso de la norma ISO, si selecciona el modificador G, es equivalente al tipo de cálculo **POR OMISIÓN**.

LSQ: Efectúa un mejor ajuste de cuadrados mínimos. Minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones de un cilindro de cuadrados mínimos. Esta opción genera un valor medido más alto (es más conservadora que la opción **POR OMISIÓN**). Sin embargo, en general, esta opción calcula a mayor velocidad. En el caso de la norma ISO, si selecciona el modificador G, es equivalente a la opción de cálculo **LSQ**.

Informe

A continuación se ofrece un ejemplo de informe de tolerancia de cilindridad:

FCFCYL1		MM	 0.01		DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
CYL2	0.000000	0.010000		0.002315	0.002315	0.000000 

Planitud

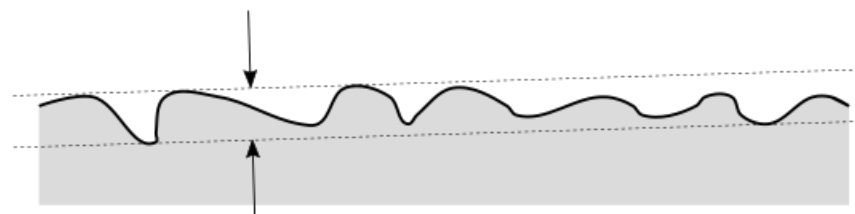
Introducción

Una especificación de planitud controla cuánto se puede desviar el elemento de ser perfectamente plano. Dicho de otro modo, la planitud evalúa hasta qué punto es plano el elemento. PC-DMIS solo admite especificaciones de planitud en los planos.

Valor real:

Es la distancia mínima entre dos planos paralelos que contienen toda la superficie entre ellos.

Usar tolerancias geométricas



Valor medido:

Es la distancia entre dos planos paralelos que contiene todos los puntos medidos entre ellos. Una rutina de mejor ajuste determina el normal a la superficie de los dos planos. Según la incertidumbre de la medición, la cantidad de puntos que mida y el lugar donde tome los puntos, puede ser mayor o menor que el valor real. La ilustración siguiente muestra un caso en el que no se midieron suficientes puntos, y por ello el valor medido es menor que el valor real:



Tipos de elemento permitidos

Se pueden utilizar elementos planares que tienen datos de superficie. Para obtener información detallada sobre los planos con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Modificadores permitidos

En el caso de la norma ASME, esta tolerancia geométrica no permite modificadores.

En el caso de la norma ISO, se permiten los modificadores C o G. Para obtener información detallada, consulte la sección "Modificadores de asociación de elementos de referencia (RFAM) ISO" en el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.

Opciones expuestas

En el caso de la norma ASME, el tipo de cálculo de la zona de tolerancia controla la rutina de mejor ajuste.

En el caso de la norma ISO, el modificador de asociación de elementos de referencia seleccionado o el tipo de cálculo de la zona de tolerancia controlan el mejor ajuste.


POR OMISIÓN: Calcula un plano de mejor ajuste de zona mínima (denominado también mín.-máx.). Busca el valor medido más pequeño dados los datos de superficie. Desde el punto de vista matemático, es muy similar a la especificación,

porque, si se han medido los puntos con mucha densidad y alta precisión, el valor medido será muy aproximado al valor real. En el caso de la norma ISO, si selecciona el modificador C, es equivalente al tipo de cálculo **POR OMISIÓN**.

LSQ: Calcula un plano de mejor ajuste de cuadrados mínimos, minimizando la suma de los cuadrados de las desviaciones con respecto al plano de mejor ajuste. Esta opción genera un valor medido más alto (es más conservadora que la opción **POR OMISIÓN**). Sin embargo, en general, esta opción calcula a mayor velocidad. En el caso de la norma ISO, si selecciona el modificador G, es equivalente al tipo de cálculo **LSQ**.

Informe

A continuación se muestra un informe de ejemplo de tolerancia de planitud:

FCFFLAT1		MM	 0.01		DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
PLN1	0.000000	0.010000		0.000221	0.000221	0.000000

Tolerancias de planitud por unidad

Si selecciona la casilla **Por unidad**, la planitud tiene dos segmentos. El primer segmento (superior) es la planitud total como se describía anteriormente. El segmento inferior es la planitud por unidad, que define el tamaño, la forma y la orientación de una unidad. Las tolerancias por unidad controlan lo plana que es cada unidad posible del elemento con tolerancia.

El usuario es responsable de lo siguiente:

- Seleccionar una unidad cuadrada o rectangular.
- Elegir los tamaños de cada unidad.
- Controlar la orientación de la unidad.

Controlar la orientación de la unidad

El vector de orientación de la unidad controla la manera en que la unidad se orienta en la superficie planar. Siempre es normalizado y perpendicular al normal a la superficie nominal del plano. Puede editar el vector con el botón **Orientación de la unidad** de la ficha **Marco de control de elementos** del cuadro de diálogo **Orientación de la unidad**. Para obtener más información, consulte "Orientación de la unidad" en "Ficha Marco de control de elementos". Con una unidad rectangular, el vector de orientación representa la dirección de la primera dimensión del área de unidad. Por ejemplo, si el área de unidad es 5x3, el vector de orientación de la unidad corresponde al 5. Con una unidad cuadrada, el vector representa la dirección de una de las caras del cuadrado.

Usar tolerancias geométricas

Valor real:

desde un punto de vista conceptual, todo el elemento con tolerancia se divide en un número infinito de unidades superpuestas. Cada unidad tiene un tamaño, forma y orientación de unidad definidos. Cada unidad tiene su propio valor real de planitud. El valor real de planitud de todo el elemento es el valor real de la peor unidad.

Valor medido:

Hay un número muy elevado de unidades superpuestas que contienen subconjuntos de los puntos medidos. Para cada unidad concreta, el valor medido es la distancia mínima entre dos planos paralelos. Esos planos contienen entre ellos el subconjunto de puntos medidos de la unidad. Esto es equivalente al tipo de cálculo de zona de tolerancia **POR OMISIÓN**. El tipo de cálculo de zona de tolerancia de cuadrados mínimos no está disponible para las tolerancias por unidad.

El valor medido de todo el elemento es el valor medido de la peor unidad.

El algoritmo que el comando de tolerancia geométrica utiliza no comprueba cada unidad posible. En lugar de ello, realiza una búsqueda inteligente de la peor unidad. Siempre encuentra la peor unidad. Puede hacerlo en mucho menos tiempo de cálculo que si comprobara cada unidad posible.

Comparación con las prácticas anteriores - 1


En PC-DMIS 2020 R2 y posteriores, se puede controlar la orientación de la unidad. Los vectores de orientación están en las coordenadas de pieza. En versiones anteriores, con la planitud por unidad de XactMeasure no se podía controlar la orientación de la unidad. Además, las unidades se alineaban con el sistema de coordenadas de la máquina en lugar de con el sistema de coordenadas de pieza.


Comparación con las prácticas anteriores - 2

En PC-DMIS 2020 R2 y posteriores, el algoritmo de planitud por unidad es conservador. Eso significa que el algoritmo encuentra la peor unidad. En versiones anteriores, la planitud por unidad de XactMeasure evaluaba un número elevado de unidades, pero no siempre encontraba la peor unidad.

Informe

A continuación se muestra un informe de ejemplo de tolerancia por unidad. La etiqueta superior corresponde a la planitud total y la etiqueta inferior corresponde a la planitud por unidad.

FCFFLAT1		MM	 0.01		DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
PLN1	0.000000	0.010000		0.000221	0.000221	0.000000

FCFFLAT1		MM	 0.01/0.10		DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
PLN1	0.000000	0.010000		0.000126	0.000126	0.000000

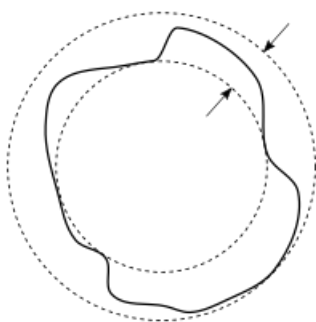
Circularidad

Introducción

Una especificación de circularidad controla cuánto pueden desviarse las secciones transversales del elemento con respecto a un círculo perfecto. En otras palabras, la circularidad evalúa cuán circular es el elemento. La circularidad se define a partir de las secciones transversales de un elemento.

Valor real:

Es la distancia mínima entre dos círculos concéntricos que contienen la sección transversal entera entre ellos:



El valor real para la circularidad de un elemento entero es el peor valor real de todas las secciones transversales posibles.

Tipos de elemento permitidos

Puede utilizar elementos circulares, cilíndricos, cónicos o esféricos que tengan datos de superficie. Para obtener información detallada sobre los círculos, los cilindros, los conos y las esferas que tienen datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

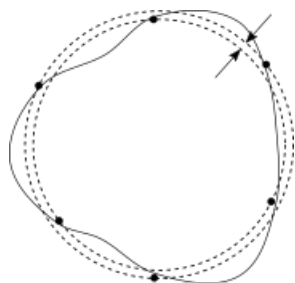
Elementos circulares

Los elementos circulares se interpretan como una única sección transversal.

Valor medido:

Es la distancia entre dos círculos concéntricos que contienen todos los

puntos medidos entre ellos. Una rutina de mejor ajuste define el punto central de los círculos. Según la incertidumbre de la medición, la cantidad de puntos que mida y el lugar donde tome los puntos, puede ser mayor o menor que el valor real. La ilustración siguiente muestra un caso en el que no se midieron suficientes puntos, y por ello el valor medido es menor que el valor real:



Elementos cilíndricos

Las tolerancias de circularidad en los elementos cilíndricos dividen los datos en secciones transversales. Las tolerancias evalúan la circularidad en cada sección transversal. El valor medido del elemento entero es el valor medido de la peor sección transversal. Para aumentar al máximo las posibilidades de encontrar la peor sección transversal real, le recomendamos medir el cilindro con muchas secciones transversales. Si PC-DMIS no puede extraer secciones transversales de los datos medidos, PC-DMIS da un error.

Elementos cónicos

Las tolerancias de circularidad en los elementos cónicos dividen los datos en secciones transversales. Las tolerancias evalúan la circularidad en cada sección transversal. El valor medido del elemento entero es el valor medido de la peor sección transversal. Para aumentar al máximo las posibilidades de encontrar la peor sección transversal real, le recomendamos medir el cono con muchas secciones transversales. Si PC-DMIS no puede extraer secciones transversales de los datos medidos, PC-DMIS da un error.

Otra manera de evaluar la forma de un elemento cónico es mediante la conicidad. La conicidad no divide los datos en secciones transversales. En lugar de ello, el valor medido es la distancia entre dos conos coaxiales con el mismo ángulo. Estos conos contienen todos los puntos medidos entre ellos. Una rutina de mejor ajuste define el eje y el ángulo del cono. La conicidad incluye los errores de circularidad y de rectitud. No requiere que los datos medidos se midan en secciones transversales.

Elementos esféricos

La circularidad de una esfera es equivalente a la esfericidad (véase ASME Y14.5.1 e ISO 1101). Esta tolerancia de esfericidad opera en todos los datos a la vez. El valor medido es la distancia entre dos esferas concéntricas que contienen los puntos medidos entre ellas. Una rutina de mejor ajuste define el punto central de las esferas. No requiere que los datos medidos se midan en secciones transversales.

Modificadores permitidos

En el caso de la norma ASME, esta tolerancia geométrica no permite modificadores.

En el caso de la norma ISO, se permiten los modificadores C o G. Para obtener información detallada, consulte la sección "Modificadores de asociación de elementos de referencia (RFAM) ISO" en el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.

Opciones expuestas

En el caso de la norma ASME, el tipo de cálculo de la zona de tolerancia controla la rutina de mejor ajuste.

En el caso de la norma ISO, el modificador de asociación de elementos de referencia seleccionado o el tipo de cálculo de la zona de tolerancia controlan el mejor ajuste.

POR OMISIÓN: Efectúa un mejor ajuste de zona mínima (también llamado de mínimo y máximo). Este mejor ajuste busca el valor medido más bajo dados los datos y la definición de valor medido. Desde el punto de vista matemático es muy parecido a la especificación, porque, si mide los puntos y las secciones transversales con mucha densidad y alta precisión, el valor medido se aproxima mucho al valor real. En el caso de la norma ISO, si selecciona el modificador C, es equivalente al tipo de cálculo **POR OMISIÓN**.

LSQ: Efectúa un mejor ajuste de cuadrados mínimos. Minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones de una forma de cuadrados mínimos. Esta opción genera un valor medido más alto (es más conservadora que la opción **POR OMISIÓN**). Sin embargo, en general, esta opción calcula a mayor velocidad. En el caso de la norma ISO, si selecciona el modificador G, es equivalente al tipo de cálculo **LSQ**.

El alternante **CIRCULARIDAD** y **CONICIDAD** controla el comportamiento en cuanto a circularidad de un cono.


Usar tolerancias geométricas

CIRCULARIDAD: Evalúa la circularidad de cada sección transversal. En el cuadro de diálogo, puede desmarcar la casilla de verificación **Conicidad** para utilizar este valor.

CONICIDAD: Evalúa la conicidad del elemento entero. La interpretación según la conicidad es más conservadora que la opción **CIRCULARIDAD**. En el cuadro de diálogo, puede marcar la casilla de verificación **Conicidad** para utilizar este valor.

Informe

A continuación se ofrece un ejemplo de informe de tolerancia de circularidad:

FCFCIRTY1		MM	 0.01		DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
CIR4	0.000000	0.010000		0.002759	0.002759	0.000000

Rectitud

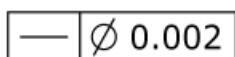
Introducción

Una especificación de rectitud controla cuánto se puede desviar el elemento de ser perfectamente recto. Dicho de otro modo, la rectitud evalúa hasta qué punto es recto el elemento.

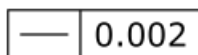
La rectitud puede ser de dos tipos genéricos:

- Rectitud de un eje
- Rectitud de una superficie

Una tolerancia de eje tiene un símbolo de zona diametral antes del valor de tolerancia:



Una tolerancia de superficie no tiene el símbolo de zona diametral:



Rectitud de un eje

La rectitud de un eje opera en una mediana derivada (o mediana extraída según los términos de la norma ISO 1101). Esa línea representa el error de forma de rectitud del eje de un cilindro o un cono.

Valor real:

Se trata del diámetro del cilindro más pequeño que contiene la mediana derivada.

Tipos de elemento permitidos

Puede usar estos elementos:

- Elementos cilíndricos o cónicos que tengan datos de superficie. Para obtener información detallada sobre los cilindros y los conos con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".
- Líneas MEJAJ construidas 3D en las que los puntos de entrada son los centros de los círculos



En las construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) o de mejor ajuste compensado (MEJAJRE), si bien puede utilizar cualquier tipo de elemento para los elementos de entrada, los tipos de ajuste MEJAJ y MEJAJRE suelen utilizarse con los elementos de punto o los conjuntos de puntos (un escaneado de puntos, un conjunto de elementos con puntos o una expresión que se resuelva en una matriz de puntos).

Para obtener información detallada sobre cómo utilizar los métodos Mejor ajuste y Mejor ajuste compensado para construir elementos, consulte el tema "Comprender construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) y mejor ajuste compensado MEJAJRE" en la documentación de PC-DMIS principal.

Elementos cilíndricos

En los elementos cilíndricos, las tolerancias de rectitud de un eje dividen los datos de superficie en secciones transversales. A continuación, se calcula el centro de cada sección transversal. Para aumentar al máximo las posibilidades de encontrar la peor sección transversal, le recomendamos medir el cilindro con muchas secciones transversales.

Valor medido:

Se trata del diámetro de un cilindro que contiene todos los centros de las secciones transversales. Una rutina de mejor ajuste determina el eje del cilindro. Si PC-DMIS no puede extraer secciones transversales de los datos medidos, PC-DMIS da un error.

Elementos cónicos

En los elementos cónicos, las tolerancias de rectitud de un eje dividen los datos de superficie en secciones transversales. A continuación, se calcula el centro de cada sección transversal. Para aumentar al máximo las posibilidades de encontrar la peor sección transversal, le recomendamos medir el cono con muchas secciones transversales.

Valor medido:

Se trata del diámetro de un cilindro que contiene todos los centros de las secciones transversales. Una rutina de mejor ajuste determina el eje del cilindro. Si PC-DMIS no puede extraer secciones transversales de los datos medidos, PC-DMIS da un error.

Elementos de línea

Solo puede usar líneas de mejor ajuste (MEJAJ) construidas 3D. No puede usar líneas de mejor ajuste compensado (MEJAJRE).



En las construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) o de mejor ajuste compensado (MEJAJRE), si bien puede utilizar cualquier tipo de elemento para los elementos de entrada, los tipos de ajuste MEJAJ y MEJAJRE suelen utilizarse con los elementos de punto o los conjuntos de puntos (un escaneado de puntos, un conjunto de elementos con puntos o una expresión que se resuelva en una matriz de puntos).

Para obtener información detallada sobre cómo utilizar los métodos Mejor ajuste y Mejor ajuste compensado para construir elementos, consulte el tema "Comprender construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) y mejor ajuste compensado MEJAJRE" en la documentación de PC-DMIS principal.

En los elementos de línea MEJAJ 3D, las tolerancias de rectitud de un eje presuponen que los puntos de entrada representan los centros de las secciones transversales circulares. Para aumentar al máximo las posibilidades de encontrar la peor sección transversal, le recomendamos medir muchas secciones transversales.

Valor medido:

Se trata del diámetro de un cilindro que contiene todos los puntos de entrada. Una rutina de mejor ajuste determina el eje del cilindro.

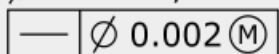
Modificadores permitidos

Cuando el elemento considerado es un cilindro, las tolerancias de rectitud permiten un modificador del material máximo (M) para indicar que la especificación está en la máxima condición del material (MMC). Como alternativa, permiten un modificador del material mínimo (L) para indicar que la especificación está en la mínima condición del material (LMC). Esto significa que, a medida que el tamaño del espacio seguro coincidente no vinculado (o el tamaño del espacio seguro de material mínimo no vinculado para LMC) se desvía respecto de MMC (o LMC), se añade tolerancia adicional o plus de tolerancia a la tolerancia en el marco de control de elementos, que da como resultado una tolerancia total. Para obtener más información sobre el plus de tolerancia, consulte "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica".



Este ejemplo se indica en pulgadas. Supongamos que un orificio cilíndrico tiene una tolerancia de rectitud de eje de 0,002 en la MMC:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



La tolerancia de tamaño es 0,675 más o menos 0,025. Esto significa que el rango de tamaño aceptable es de 0,650 a 0,700. La máxima condición del material es, pues, 0,650. Si el tamaño del espacio seguro coincidente medido no vinculado es 0,661, el plus de tolerancia es 0,011 y la tolerancia total es 0,013.

Opciones expuestas

El tipo de cálculo de la zona de tolerancia controla la rutina de mejor ajuste:

POR OMISIÓN: Calcula un eje de mejor ajuste de zona mínima (también llamado de mínimo y máximo) que busca el valor medido más pequeño según los centros de las secciones transversales. Desde el punto de vista matemático, es muy similar a la especificación, porque, si se han medido los puntos con mucha densidad y alta precisión, el valor medido será muy aproximado al valor real.

LSQ: Crea un eje de mejor ajuste de cuadrados mínimos. Minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones al eje de mejor ajuste. Esta opción genera un valor medido más alto (es más conservadora que la opción **POR OMISIÓN**). Sin embargo, en general, esta opción calcula a mayor velocidad.

Informe

A continuación se muestra un informe de ejemplo de una tolerancia de rectitud de un eje:

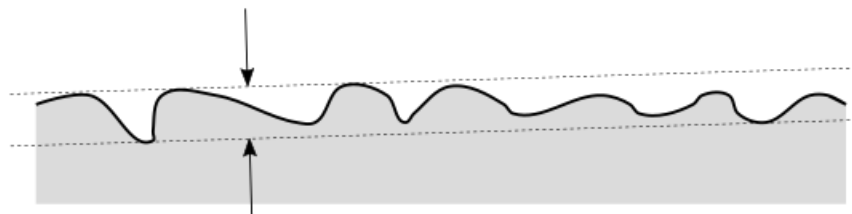
FCFSTRA2		MM	— $\varnothing 0.01$		DEFAULT	ASME Y14.5
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
CON1	0.000000	0.010000		0.000585	0.000585	0.000000

Rectitud de una superficie

La rectitud de una superficie opera en los elementos de línea de una superficie.

Valor real:

Es la distancia mínima entre dos líneas paralelas que contienen todo el elemento de línea real entre ellas. Las dos líneas paralelas reposan en un plano de trabajo implícito definido por la vista del dibujo. El valor real de una superficie entera es el peor valor real de todos los elementos de línea posibles en la superficie.



Tipos de elemento permitidos

Debe usar elementos de cono, cilindro o línea que tengan datos de superficie. Para obtener información detallada sobre los elementos con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie". Para aumentar al máximo las posibilidades de encontrar la peor sección transversal real, le recomendamos medir la superficie con muchas líneas.

Valor medido:

Es la distancia mínima entre dos líneas paralelas. Las líneas contienen los datos de superficie entre ellas. Una rutina de mejor ajuste busca la orientación de las líneas. Las dos líneas paralelas reposan en un plano de trabajo temporal (interno). El normal a la superficie del plano de trabajo temporal es perpendicular al vector de línea del elemento de línea y al normal a la superficie del elemento de línea.

Según la incertidumbre de la medición, la cantidad de puntos que haya medido, cuántas secciones transversales haya medido y el lugar donde haya tomado los puntos, el valor medido puede ser mayor o menor que el valor real. La ilustración

siguiente muestra un caso en el que no se midieron suficientes puntos, y por ello el valor medido es menor que el valor real:



Modificadores permitidos

En el caso de la norma ASME, esta tolerancia geométrica no permite modificadores.

En el caso de la norma ISO, se permiten los modificadores C o G. Para obtener información detallada, consulte la sección "Modificadores de asociación de elementos de referencia (RFAM) ISO" en el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.

Opciones expuestas

En el caso de la norma ASME, el tipo de cálculo de la zona de tolerancia controla la rutina de mejor ajuste.


En el caso de la norma ISO, el modificador de asociación de elementos de referencia seleccionado o el tipo de cálculo de la zona de tolerancia controlan el mejor ajuste.

POR OMISIÓN: Calcula una línea de mejor ajuste de zona mínima (también llamada de mínimo y máximo). Busca el valor medido más pequeño dados los datos de superficie. Desde el punto de vista matemático, es muy similar a la especificación, porque, si se han medido los puntos y las secciones transversales con mucha densidad y alta precisión, el valor medido será muy aproximado al valor real.

LSQ: Calcula una línea de mejor ajuste de cuadrados mínimos. Minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones a la línea de mejor ajuste. Esta opción genera un valor medido más alto (es más conservadora que la opción **POR OMISIÓN**). Sin embargo, en general, esta opción calcula a mayor velocidad.

Informe

A continuación se muestra un informe de ejemplo de una tolerancia de rectitud de una superficie:

FCFSTRA6		MM	 0.01		DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
LIN4	0.000000	0.010000		0.006471	0.006471	0.000000

Tolerancia de rectitud por unidad

Si selecciona la casilla de verificación **Por unidad**, la rectitud tiene dos segmentos: El primer segmento (el segmento superior) es la rectitud total como se describía anteriormente. El segmento inferior es la rectitud por unidad, que define una longitud de unidad. Las tolerancias por unidad controlan lo recta que es cada unidad posible del elemento con tolerancia.

Desde un punto de vista conceptual, todo el elemento con tolerancia se divide en un número infinito de longitudes de unidad superpuestas:

En el caso de un eje, los centros de las secciones transversales del cilindro se dividen en longitudes de unidad superpuestas.

En el caso de una superficie, la sección transversal de la superficie se divide en longitudes de unidad superpuestas.



Valor real:

Cada una de las unidades infinitas tiene su propio valor real, como se definía anteriormente. El valor real de todo el elemento es el valor real de la peor unidad.

Valor medido:

Hay muchas unidades superpuestas que contienen subconjuntos de los puntos medidos. Para cada unidad dada, el valor medido se define de la misma manera que la rectitud total, salvo que queda limitado al subconjunto de los puntos medidos. El valor medido de todo el elemento es el valor medido de la peor unidad.

A continuación se muestra una tolerancia de rectitud de eje por unidad. El segmento superior es la rectitud total y el segmento inferior es la rectitud por unidad.

	\varnothing 0.008
	\varnothing 0.002 / 1.2

A continuación se muestra una tolerancia de rectitud de superficie por unidad. El segmento superior es la rectitud total y el segmento inferior es la rectitud por unidad.

—	0.008
—	0.002 / 1.2

Opciones expuestas

No hay ninguna opción de cálculo de zona de tolerancia para el segmento **por unidad**; siempre utiliza los cálculos **POR OMISIÓN**.

Informe


A continuación se muestra un informe de una tolerancia de rectitud por unidad. La etiqueta superior corresponde a la rectitud total y la etiqueta inferior a la rectitud por unidad.

FCFSTRA1		IN	— 0.008			LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
LIN1	0.0000	0.0080		0.0007	0.0007	0.0000	<div><div></div></div>
FCFSTRA1		IN	— 0.002/1.2			DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
LIN1	0.0000	0.0020		0.0005	0.0005	0.0000	<div><div></div></div>

Perpendicularidad

Introducción

Una especificación de perpendicularidad controla cuánto se puede desviar el elemento de ser un ángulo de 90 perfecto con respecto a un datum. En ocasiones puede utilizar un datum secundario para tener un mayor control de la orientación de la zona de tolerancia.

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$
 $\varnothing 0.002 \text{ (M)}$ A

Para esta tolerancia geométrica, estos tres aspectos funcionan a la vez:

- Cada elemento considerado y cada elemento con tolerancia resultante
- Cada zona de tolerancia
- Los elementos de datum

Para evaluar esta tolerancia, PC-DMIS convierte cada elemento considerado en un elemento con tolerancia. Puede encontrar la descripción correspondiente en "Derivar el elemento con tolerancia".

Usar tolerancias geométricas

PC-DMIS optimiza, a continuación, cada elemento con tolerancia en su zona de tolerancia respectiva. El proceso de optimización respeta las restricciones que cada dátum impone.

Cada elemento con tolerancia se optimiza por separado.

Tipos de elemento permitidos

Puede usar estos tipos de elementos:

cilindros, conos, planos, líneas, anchuras 3D y anchuras 2D

Algunos tipos de elementos tienen un elemento con tolerancia que es distinto a los datos de superficie del elemento considerado. Se trata de las líneas MEJAJ construidas 3D, los cilindros, los conos, las anchuras 3D, las anchuras 2D y los planos con un modificador de plano de tangente. Para obtener más información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Modificadores permitidos

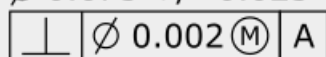


Las tolerancias que hacen referencia a la ISO 1101 permiten los modificadores de especificación de elementos con tolerancia asociados adicionales \textcircled{C} y \textcircled{G} para elementos que no son de tamaño. En el caso de elementos de tamaño, están disponibles \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} y \textcircled{X} . Para obtener información detallada, consulte el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.



Supongamos que un orificio cilíndrico tiene una tolerancia de perpendicularidad de 0,002 en la MMC, como se muestra a continuación:

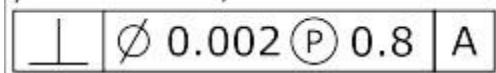
$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



La tolerancia de tamaño es 0,675 más o menos 0,025, lo que significa que el rango de tamaño aceptable es de 0,650 a 0,700. La máxima condición del material es, pues, 0,650. Si el tamaño del espacio seguro coincidente medido no vinculado es 0,661, el plus de tolerancia es 0,011 y la tolerancia total es 0,013.

Puede utilizar un modificador de zona proyectada \textcircled{P} como se muestra a continuación:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$

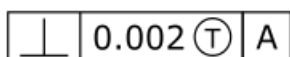


Esto proyecta (extrapola) el eje del elemento medido como se describe en "Derivar el elemento con tolerancia".



PC-DMIS solo permite utilizar zonas de tolerancia proyectadas en los elementos de cilindro automático. Si intenta añadir un modificador de zona proyectada para cualquier otro tipo de elemento, el comando de tolerancia geométrica genera un mensaje de error que indica que el tipo de elemento no es válido. Esto se debe a que la zona de tolerancia proyectada tiene que iniciarse en la cara final nominal del cilindro. Los cilindros medidos y los cilindros construidos no suelen colocar el punto de inicio nominal en la cara final nominal.

Cuando el elemento considerado es un plano con datos de superficie, puede utilizar un modificador de plano de tangente T como se muestra a continuación:



Esto hace que el elemento con tolerancia sea un plano de forma perfecta tangente a la superficie real, como se describe en "Derivar el elemento con tolerancia".

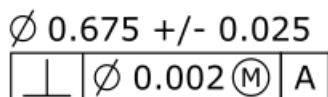
Formas de la zona de tolerancia

Cuando el elemento considerado tiene un eje, la forma de la zona de tolerancia puede ser diametral (con el símbolo de forma de zona de tolerancia \varnothing) o planar (sin símbolo de forma de zona de tolerancia). Estos son los elementos considerados axiales:

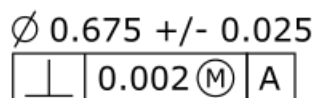
- Cilindro
- Cono
- Eje sin superficie

Para obtener información sobre los tipos de comandos de elemento que corresponden a estos tipos de elementos, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

A continuación se ofrece un ejemplo de una perpendicularidad en un cilindro con una zona de tolerancia diametral:



A continuación se ofrece un ejemplo de una perpendicularidad en un cilindro con una zona de tolerancia planar:



Las zonas de tolerancia planares en los elementos considerados axiales necesitan una orientación de zona de tolerancia especificada. Esto se debe a que el elemento no dispone de suficiente información para orientar la zona correctamente. En esos casos, el botón **Orientación de zona** en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** se hace visible. Para obtener información sobre cómo usar este botón para cambiar la orientación de la zona, consulte "Orientación de zona" en el tema "Ficha Marco de control de elementos".



Si una tolerancia controla el componente X de la orientación, el vector normal a la superficie de la zona de tolerancia debe ser X.

Cuando el elemento considerado es un plano, una línea de superficie, una anchura 3D o una anchura 2D, la forma de la zona de tolerancia siempre es planar. Está orientada en paralelo a las superficies nominales.

Puede tener más de un elemento considerado, pero esos elementos deben ser todos del mismo tipo.

Valor real y valor medido

Valor real:

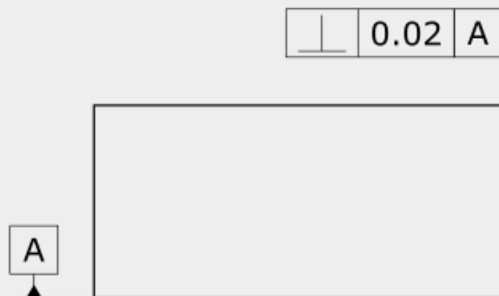
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real. La zona se orienta nominalmente con respecto a los dátums reales.

Valor medido:

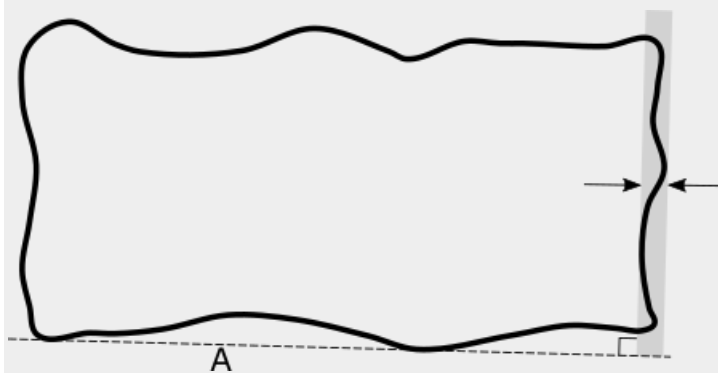
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia medido. La zona se orienta nominalmente con respecto a los dátums medidos.



Supongamos que tiene esta especificación de perpendicularidad:

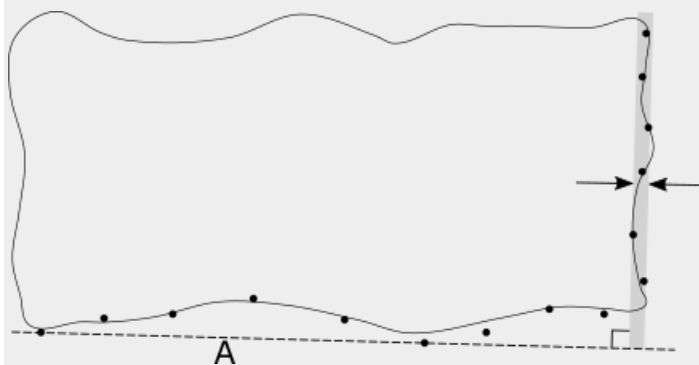


Para la especificación anterior, el valor real se ve así:



En la imagen anterior, la superficie real de la pieza corresponde a la línea continua, el dátum real corresponde a la línea discontinua y la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real se muestra en el área sombreada. La zona de tolerancia es exactamente perpendicular al dátum real.

Por último, el valor medido (con el cálculo de dátum **POR OMISIÓN**) se ve así:



En la imagen anterior, la zona de tolerancia es exactamente perpendicular al dátum medido. En este caso, puesto que los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente, el valor medido es menor que el valor real.

Reglas de validez

Los elementos considerados deben ser perpendiculares nominalmente al dátum principal.

Por ello, todos los elementos de entrada (considerados y de dátum) deben tener valores nominales especificados correctos. De este modo se garantiza que la zona de tolerancia se oriente correctamente a partir de los elementos de dátum. También se garantiza que el comando de tolerancia geométrica identifique correctamente los grados de libertad optimizables.

En el caso de una zona planar en los elementos axiales, el marco de referencia de dátum debe restringir por completo la orientación de zona de tolerancia. El normal a la superficie de la zona de tolerancia planar debe ser perpendicular al vector del eje del elemento considerado.

Comparación con las prácticas anteriores

En PC-DMIS versión 2020 R2 y posteriores, ya no se permiten los modificadores de material en los dátums.

Opciones expuestas

Cuando el elemento considerado tiene datos de superficie y el elemento con tolerancia difiere de los datos de superficie del elemento considerado (conos, cilindros y anchuras), el tipo de cálculo de elemento controla cómo se calcula el elemento con tolerancia a partir de los datos de superficie del elemento considerado. Para obtener información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Cuando al menos un elemento de dátum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de dátum controla cómo se calculan los dátums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de dátum. Para obtener información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".

Informe

A continuación se muestra un informe de ejemplo de tolerancia de perpendicularidad. La tolerancia de tamaño del cilindro está en la etiqueta superior y la perpendicularidad de zona diametral está en la etiqueta inferior.

Usar tolerancias geométricas

FCFPERP3 Size	MM	\varnothing 60.5 +0.025/-0.025				LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
D_CB	60.500000	0.025000	-0.025000	60.786416	0.286416	0.261416	
FCFPERP3	MM	\varnothing 0.05 A				LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
D_CB	0.021472	0.000000	0.050000	0.000000	0.021472	0.000000	0.000000

Paralelismo

Introducción

Una especificación de paralelismo controla cuánto se puede desviar el elemento de ser perfectamente paralelo a un datum. En ocasiones puede utilizar un datum secundario para controlar la orientación de la zona de tolerancia.

\varnothing 0.675 +/- 0.025
 \varnothing 0.002 (M) | A

Para esta tolerancia geométrica, estos tres aspectos funcionan a la vez:

- Cada elemento considerado y cada elemento con tolerancia resultante
- Cada zona de tolerancia
- Los elementos de datum

Para evaluar esta tolerancia, PC-DMIS convierte cada elemento considerado en un elemento con tolerancia. Puede encontrar la descripción correspondiente en "Derivar el elemento con tolerancia".

PC-DMIS optimiza, a continuación, cada elemento con tolerancia en su zona de tolerancia respectiva. El proceso de optimización respeta las restricciones que cada datum impone.

Cada elemento con tolerancia se optimiza por separado.

Tipos de elemento permitidos

Puede usar estos tipos de elementos:

cilindros, conos, planos, líneas, anchuras 3D y anchuras 2D

Algunos tipos de elementos tienen un elemento con tolerancia que es distinto a los datos de superficie del elemento considerado. Se trata de las líneas MEJAJ construidas 3D, los cilindros, los conos, las anchuras 3D, las anchuras 2D y los planos con un modificador de plano de tangente. Para obtener más información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Modificadores permitidos

Cuando el elemento considerado es un cilindro o una anchura, este tipo de tolerancia geométrica permite un modificador del material máximo \textcircled{M} para indicar que la especificación está en la máxima condición del material (MMC). Como alternativa, permite un modificador del material mínimo \textcircled{L} para indicar que la especificación está en la mínima condición del material (LMC). Esto significa que, a medida que el tamaño del espacio seguro coincidente no vinculado (o el tamaño del espacio seguro de material mínimo no vinculado para LMC) se desvía respecto de MMC (o LMC), se añade tolerancia adicional o un "plus" de tolerancia a la tolerancia en el marco de control de elementos, lo cual da como resultado una tolerancia total. Para obtener más información sobre el plus de tolerancia, consulte "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica".



Las tolerancias que hacen referencia a la ISO 1101 permiten los modificadores de especificación de elementos con tolerancia asociados adicionales \textcircled{C} y \textcircled{G} para elementos que no son de tamaño. En el caso de elementos de tamaño, están disponibles \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} y \textcircled{X} . Para obtener información detallada, consulte el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.



Supongamos que un orificio cilíndrico tiene una tolerancia de paralelismo de 0,002 en la MMC, como se muestra a continuación:

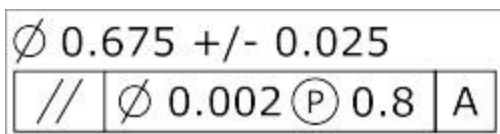
$\varnothing 0.675 \pm 0.025$

//	$\varnothing 0.002 \textcircled{M}$	A
----	-------------------------------------	---

La tolerancia de tamaño es 0,675 más o menos 0,025, lo que significa que el rango de tamaño aceptable es de 0,650 a 0,700. La máxima condición del material es, pues, 0,650. Si el tamaño del espacio seguro coincidente medido no vinculado es 0,661, el plus de tolerancia es 0,011 y la tolerancia total es 0,013.

Puede utilizar un modificador de zona proyectada \textcircled{P} como se muestra a continuación:

Usar tolerancias geométricas

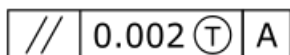


Esto proyecta (extrapola) el eje del elemento medido como se describe en "Derivar el elemento con tolerancia".



PC-DMIS solo permite utilizar zonas de tolerancia proyectadas en los elementos de cilindro automático. Si intenta añadir un modificador de zona proyectada para cualquier otro tipo de elemento, el comando de tolerancia geométrica genera un mensaje de error que indica que el tipo de elemento no es válido. Esto se debe a que la zona de tolerancia proyectada tiene que iniciarse en la cara final nominal del cilindro. Los cilindros medidos y los cilindros construidos no suelen colocar el punto de inicio nominal en la cara final nominal.

Cuando el elemento considerado es un plano con datos de superficie, puede utilizar un modificador de plano de tangente \textcircled{T} como se muestra a continuación:



Esto hace que el elemento con tolerancia sea un plano de forma perfecta tangente a la superficie real, como se describe en "Derivar el elemento con tolerancia".

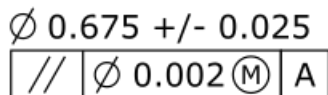
Formas de la zona de tolerancia

Cuando el elemento considerado tiene un eje, la forma de la zona de tolerancia puede ser diametral (con el símbolo de forma de zona de tolerancia \varnothing) o planar (sin símbolo de forma de zona de tolerancia). Estos son los elementos considerados axiales:

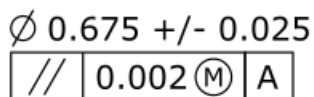
- Cilindro
- Cono
- Eje sin superficie

Para obtener información sobre los tipos de comandos de elemento que corresponden a estos tipos de elementos, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

A continuación se ofrece un ejemplo de un paralelismo en un cilindro con una zona de tolerancia diametral:



A continuación se ofrece un ejemplo de un paralelismo en un cilindro con una zona de tolerancia planar:



Las zonas de tolerancia planares en los elementos considerados axiales necesitan una orientación de zona de tolerancia especificada. Esto se debe a que el elemento no dispone de suficiente información para orientar la zona correctamente. En esos casos, el botón **Orientación de zona** en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** se hace visible. Para obtener información sobre cómo usar este botón para cambiar la orientación de la zona, consulte "Orientación de zona" en el tema "Ficha Marco de control de elementos".



Si una tolerancia controla el componente X de la orientación, el vector normal a la superficie de la zona de tolerancia debe ser X.

Cuando el elemento considerado es un plano, una línea de superficie, una anchura 3D o una anchura 2D, la forma de la zona de tolerancia siempre es planar. Está orientada en paralelo a las superficies nominales.

Puede tener más de un elemento considerado, pero esos elementos deben ser todos del mismo tipo.

Valor real y valor medido

Valor real:

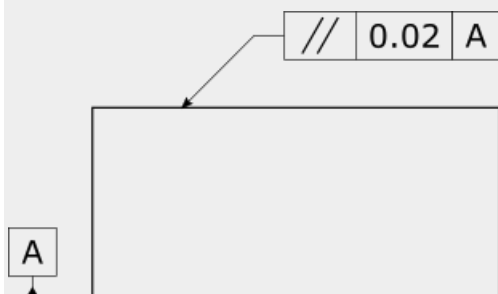
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real. La zona se orienta nominalmente con respecto a los dátums reales.

Valor medido:

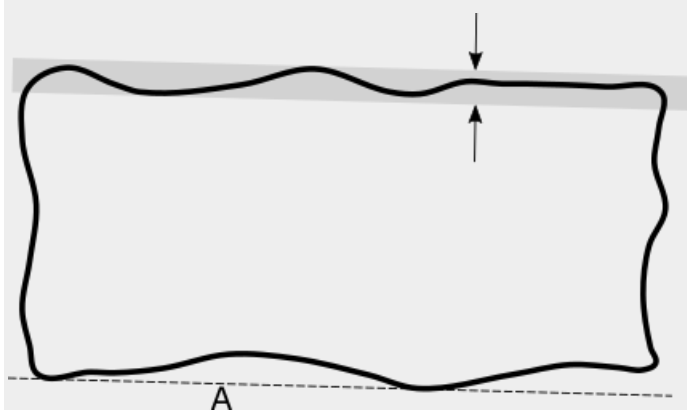
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia medido. La zona se orienta nominalmente con respecto a los dátums medidos.



Supongamos que tuviera esta especificación de paralelismo:

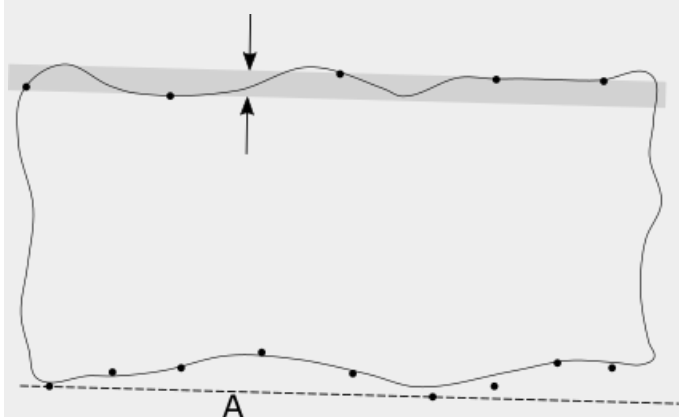


Para la especificación anterior, el valor real se ve así:



En la imagen anterior, la superficie real de la pieza corresponde a la línea continua, el dátum real corresponde a la línea discontinua y la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real se muestra en el área sombreada. La zona de tolerancia es exactamente paralela al dátum real.

Por último, el valor medido (con el cálculo de dátum **POR OMISIÓN**) se ve así:



La zona de tolerancia medida es exactamente paralela al eje de dátum medido. En este caso, puesto que los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente, el valor medido es menor que el valor real.

Reglas de validez

Cada elemento considerado debe ser paralelo nominalmente al dátum principal.

Por ello, todos los elementos de entrada (considerados y de dátum) deben tener valores nominales especificados correctos. De este modo se garantiza que la zona de tolerancia se oriente correctamente a partir de los elementos de dátum. También se garantiza que el comando de tolerancia geométrica identifique correctamente los grados de libertad optimizables.

En el caso de una zona planar en los elementos axiales, el marco de referencia de dátum debe restringir por completo la orientación de zona de tolerancia. El normal a la superficie de la zona de tolerancia planar debe ser perpendicular al vector del eje del elemento considerado.

Comparación con las prácticas anteriores

En PC-DMIS versión 2020 R2 y posteriores, ya no se permiten los modificadores de material en los dátums.

Opciones expuestas

Cuando el elemento considerado tiene datos de superficie y el elemento con tolerancia difiere de los datos de superficie del elemento considerado (conos, cilindros y anchuras), el tipo de cálculo de elemento controla cómo se calcula el elemento con tolerancia a partir de los datos de superficie del elemento considerado. Para obtener información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Cuando al menos un elemento de dátum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de dátum controla cómo se calculan los dátums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de dátum. Para obtener información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".

Informe

A continuación se muestra un informe de ejemplo de tolerancia de paralelismo: La tolerancia de tamaño del cilindro está en la etiqueta superior y el paralelismo de zona diametral está en la etiqueta inferior. La tolerancia de tamaño del cilindro

Usar tolerancias geométricas

está en la etiqueta superior y el paralelismo de zona diametral está en la etiqueta inferior.

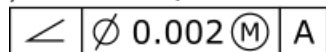
FCFPARL1 Size	MM	\varnothing 15 +0.025/-0.025					LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
CYL2	15.000000	0.025000	-0.025000	15.421644	0.421644	0.396644		
FCFPARL1	MM	// \varnothing 0.2 D					LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS	
CYL2	0.132449	0.000000	0.200000	0.000000	0.132449	0.000000	0.000000	

Angularidad

Introducción

Una especificación de angularidad controla cuánto puede desviarse el elemento respecto de un ángulo especificado de un dátum. En ocasiones puede utilizar un dátum secundario para controlar la orientación de la zona de tolerancia.

\varnothing 0.675 +/- 0.025



Para esta tolerancia geométrica, estos tres aspectos funcionan a la vez:

- Cada elemento considerado y cada elemento con tolerancia resultante
- Cada zona de tolerancia
- Los elementos de dátum

Para evaluar esta tolerancia, PC-DMIS convierte cada elemento considerado en un elemento con tolerancia. Puede encontrar la descripción correspondiente en "Derivar el elemento con tolerancia".

PC-DMIS optimiza, a continuación, cada elemento con tolerancia en su zona de tolerancia respectiva. El proceso de optimización respeta las restricciones que cada dátum impone.

Cada elemento con tolerancia se optimiza por separado.

Tipos de elemento permitidos

Puede usar estos tipos de elementos:

cilindros, conos, planos, líneas, anchuras 3D y anchuras 2D

Algunos tipos de elementos tienen un elemento con tolerancia que es distinto a los datos de superficie del elemento considerado. Se trata de las líneas MEJAJ

construidas 3D, los cilindros, los conos, las anchuras 3D, las anchuras 2D y los planos con un modificador de plano de tangente. Para obtener más información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Modificadores permitidos

Cuando el elemento considerado es un cilindro o una anchura, este tipo de tolerancia geométrica permite un modificador del material máximo \textcircled{M} para indicar que la especificación está en la máxima condición del material (MMC). Como alternativa, permite un modificador del material mínimo \textcircled{L} para indicar que la especificación está en la mínima condición del material (LMC). Esto significa que, a medida que el tamaño del espacio seguro coincidente no vinculado (o el tamaño del espacio seguro de material mínimo no vinculado para LMC) se desvía respecto de MMC (o LMC), se añade tolerancia adicional o un "plus" de tolerancia a la tolerancia en el marco de control de elementos, lo cual da como resultado una tolerancia total. Para obtener más información sobre el plus de tolerancia, consulte "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica".

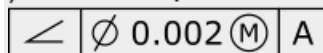


Las tolerancias que hacen referencia a la ISO 1101 permiten los modificadores de especificación de elementos con tolerancia asociados adicionales \textcircled{C} y \textcircled{G} para elementos que no son de tamaño. En el caso de elementos de tamaño, están disponibles \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} y \textcircled{X} . Para obtener información detallada, consulte el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.



Supongamos que un orificio cilíndrico tiene una tolerancia de angularidad de 0,002 en MMC, como se muestra aquí:

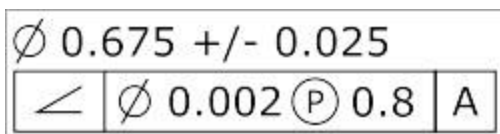
$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



La tolerancia de tamaño es 0,675 más o menos 0,025, lo que significa que el rango de tamaño aceptable es de 0,650 a 0,700. La máxima condición del material es, pues, 0,650. Si el tamaño del espacio seguro coincidente medido no vinculado es 0,661, el plus de tolerancia es 0,011 y la tolerancia total es 0,013.

Puede utilizar un modificador de zona proyectada \textcircled{P} como se muestra a continuación:

Usar tolerancias geométricas

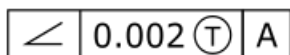


Esto proyecta (extrapola) el eje del elemento medido como se describe en "Derivar el elemento con tolerancia".



PC-DMIS solo permite utilizar zonas de tolerancia proyectadas en los elementos de cilindro automático. Si intenta añadir un modificador de zona proyectada para cualquier otro tipo de elemento, el comando de tolerancia geométrica genera un mensaje de error que indica que el tipo de elemento no es válido. Esto se debe a que la zona de tolerancia proyectada tiene que iniciarse en la cara final nominal del cilindro. Los cilindros medidos y los cilindros construidos no suelen colocar el punto de inicio nominal en la cara final nominal.

Cuando el elemento considerado es un plano con datos de superficie, puede utilizar un modificador de plano de tangente T como se muestra a continuación:



Esto hace que el elemento con tolerancia sea un plano de forma perfecta tangente a la superficie real, como se describe en "Derivar el elemento con tolerancia".

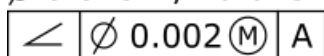
Formas de la zona de tolerancia

Cuando el elemento considerado tiene un eje, la forma de la zona de tolerancia puede ser diametral (con el símbolo de forma de zona de tolerancia \varnothing) o planar (sin símbolo de forma de zona de tolerancia). Estos son los elementos considerados axiales:

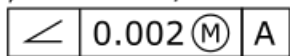
- Cilindro
- Cono
- Eje sin superficie

Para obtener información sobre los tipos de comandos de elemento que corresponden a estos tipos de elementos, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

A continuación se ofrece un ejemplo de angularidad en un cilindro con una zona de tolerancia diametral:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$


A continuación se ofrece un ejemplo de angularidad en un cilindro con una zona de tolerancia planar:

 $\varnothing 0.675 \pm 0.025$


Las zonas de tolerancia planares en los elementos considerados axiales necesitan una orientación de zona de tolerancia especificada. Esto se debe a que el elemento no dispone de suficiente información para orientar la zona correctamente. En esos casos, el botón **Orientación de zona** en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** se hace visible. Para obtener información sobre cómo usar este botón para cambiar la orientación de la zona, consulte "Orientación de zona" en el tema "Ficha Marco de control de elementos".



Si una tolerancia controla el componente X de la orientación, el vector normal a la superficie de la zona de tolerancia debe ser X.

Valor real y valor medido

Valor real:

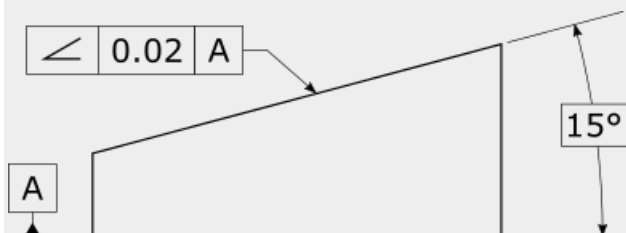
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real. La zona se orienta nominalmente con respecto a los dátums reales.

Valor medido:

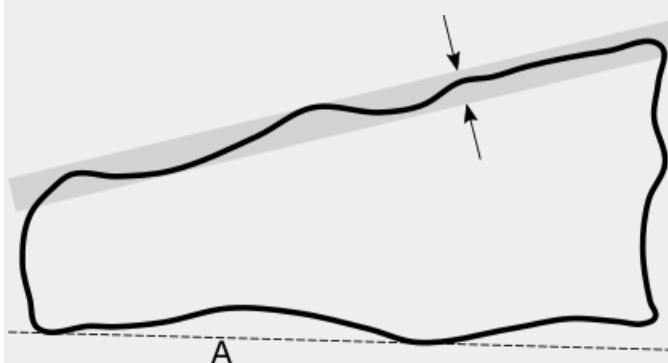
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia medido. La zona se orienta nominalmente con respecto a los dátums medidos.



Supongamos que tiene esta especificación de angularidad:

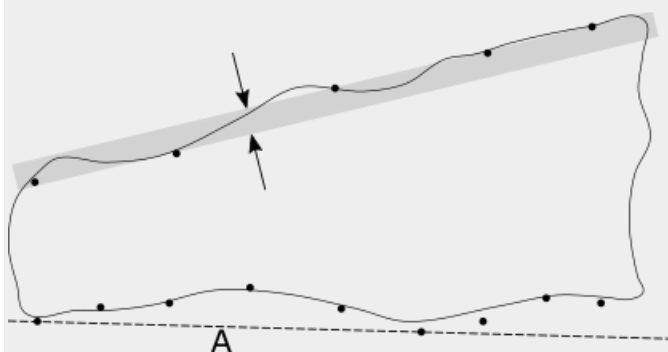


En la especificación anterior, el valor real se ve así:



En la imagen anterior, la superficie real de la pieza corresponde a la línea continua, el dátum real corresponde a la línea discontinua y la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real se muestra en el área sombreada. La zona de tolerancia está a exactamente 15° del dátum real.

Por último, el valor medido (con el cálculo de dátum **POR OMISIÓN**) se ve así:



En la imagen anterior, la zona de tolerancia está a exactamente 15° respecto del dátum medido. En este caso, los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente y, por ello, el valor medido es menor que el valor real.

Reglas de validez

Los elementos considerados se especifican en un ángulo nominal respecto de los elemento de dátum.

Por ello, todos los elementos de entrada (considerados y de dátum) deben tener valores nominales especificados correctos. De este modo también se garantiza que el comando de tolerancia identifica correctamente los grados de libertad optimizables.

En el caso de una zona planar en los elementos axiales, el marco de referencia de dátum debe restringir por completo la orientación de zona de tolerancia. El normal a la superficie de la zona de tolerancia planar debe ser perpendicular al vector del eje del elemento considerado.

Comparación con las prácticas anteriores - 1

En PC-DMIS versión 2020 R2 y versiones posteriores, ya no puede introducir el ángulo nominal del elemento considerado respecto del dátum principal. En lugar de ello, tiene que asegurarse de que los elementos (considerados y de dátum) tienen los valores nominales correctos.

Comparación con las prácticas anteriores - 2

En PC-DMIS versión 2020 R2 y posteriores, ya no se permiten los modificadores de material en los dátums.

Opciones expuestas

Cuando el elemento considerado tiene datos de superficie y el elemento con tolerancia difiere de los datos de superficie del elemento considerado (conos, cilindros y anchuras), el tipo de cálculo de elemento controla cómo se calcula el elemento con tolerancia a partir de los datos de superficie del elemento considerado. Para obtener información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Cuando al menos un elemento de dátum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de dátum controla cómo se calculan los dátums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de dátum. Para obtener información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".

Informe

A continuación se ofrece un ejemplo de informe de tolerancia de angularidad. La tolerancia de tamaño del cilindro figura en la etiqueta superior y la angularidad de la zona diametral figura en la etiqueta inferior.

Usar tolerancias geométricas

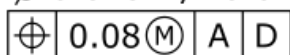
FCFANGLRITY1 Size	MM	\varnothing 10 +0.025/-0.025		LSQ	ASME Y14.5 2018		
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL1	10.000000	0.025000	-0.025000	10.012401	0.012401	0.000000	
FCFANGLRITY1	MM	\angle 0.05 A		LSQ	ASME Y14.5 2018		
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL1	0.068316	0.000000	0.050000	0.000000	0.068316	0.018316	0.000000

Posición

Introducción

Una especificación de posición controla cuánto se pueden desviar los elementos considerados de una posición especificada con respecto a cero o varios dátums.

\varnothing 0.675 +/- 0.025



Para esta tolerancia geométrica, estos tres aspectos funcionan a la vez:

- Cada elemento considerado y cada elemento con tolerancia resultante
- Cada zona de tolerancia
- Los elementos de datum (si alguno está referenciado)

Para evaluar esta tolerancia, PC-DMIS convierte cada elemento considerado en un elemento con tolerancia. Puede encontrar la descripción correspondiente en "Derivar el elemento con tolerancia".

PC-DMIS optimiza, a continuación, cada elemento con tolerancia en su zona de tolerancia respectiva. El proceso de optimización respeta las restricciones que cada datum impone. Cuando hay varios elementos considerados, el proceso de optimización considera simultáneamente todos los elementos para que todos los elementos con tolerancia se ajusten a sus zonas de tolerancia a la vez. Este proceso es similar a un calibre físico, en el que todos los resaltes de calibre deben ajustarse a los orificios de la pieza de trabajo a la vez.

Tipos de elemento permitidos



Puede usar estos tipos de elementos:

esferas, puntos sin superficie 3D, cilindros, círculos, conos, anchuras, ranuras, muescas, planos medios construidos, líneas medias construidas y puntos medios construidos.

Las tolerancias de posición según ASME también permiten líneas MEJAJ construidas 3D. Las tolerancias de posición según ISO también permiten planos, líneas y puntos de superficie.

Las líneas MEJAJ construidas 3D, las esferas, los cilindros, los conos, las anchuras, las ranuras y las muescas tienen un elemento con tolerancia que es distinto de los datos de superficie del elemento considerado. Para obtener información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Modificadores permitidos

Cuando el elemento considerado es un cilindro, una esfera o una anchura, las tolerancias de posición permiten un modificador del material máximo  para indicar que la especificación está en la máxima condición del material (MMC). Como alternativa, permiten un modificador del material mínimo  para indicar que la especificación está en la mínima condición del material (LMC). Esto significa que, a medida que el tamaño del espacio seguro coincidente no vinculado (o el tamaño del espacio seguro de material mínimo no vinculado para LMC) se desvía respecto de MMC (o LMC), se añade tolerancia adicional o plus de tolerancia a la tolerancia en el marco de control de elementos, que da como resultado una tolerancia total. Para obtener más información sobre el plus de tolerancia, consulte "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica".

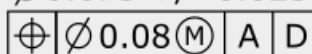


Las tolerancias que hacen referencia a la ISO 1101 permiten los modificadores de especificación de elementos con tolerancia asociados adicionales C y G para elementos que no son de tamaño. En el caso de elementos de tamaño, están disponibles C , G , N y X . Para obtener información detallada, consulte el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.



Este ejemplo se indica en pulgadas. Supongamos un orificio cilíndrico tiene una tolerancia de posición de 0,08 en la MMC, como se muestra a continuación:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



La tolerancia de tamaño es 0,675 más o menos 0,025, lo que significa que el rango de tamaño aceptable es de 0,650 a 0,700. La máxima condición del material es, pues, 0,650. Si el tamaño del espacio seguro coincidente medido no vinculado es 0,661, el plus de tolerancia es 0,011 y la tolerancia total es 0,091.

Puede utilizar un modificador de zona proyectada P como se muestra a continuación:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



Esto proyecta (extrapola) el eje del elemento medido como se describe en "Derivar el elemento con tolerancia".



PC-DMIS solo permite utilizar zonas de tolerancia proyectadas en los elementos de cilindro automático. Si intenta añadir un modificador de zona proyectada para cualquier otro tipo de elemento, el comando de tolerancia geométrica genera un mensaje de error que indica que el tipo de elemento no es válido. Esto se debe a que la zona de tolerancia proyectada tiene que iniciarse en la cara final nominal del cilindro. Los cilindros medidos y los cilindros construidos no suelen colocar el punto de inicio nominal en la cara final nominal.

Formas de la zona de tolerancia

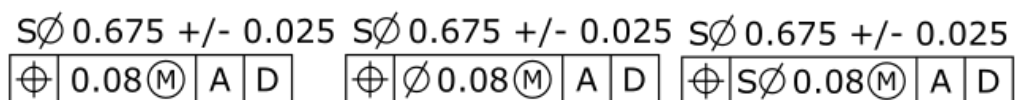
Se permiten distintas formas de zona de tolerancia para los diferentes tipos de elementos. Para obtener información sobre los tipos de comandos de elemento que hacen referencia a distintos tipos de elementos, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Elementos considerados con forma de punto

Cuando el elemento considerado tiene forma de punto, la forma de la zona de tolerancia puede ser planar, diametral o esférica. Estos son los elementos considerados con forma de punto:

esfera o punto sin superficie 3D

De izquierda a derecha, las imágenes siguientes muestran FCF con una zona de tolerancia planar, diametral y esférica cuando el elemento considerado es una esfera:



Las zonas de tolerancia planares y diametrales en los elementos considerados con forma de punto necesitan una orientación de zona de tolerancia especificada, porque el elemento no dispone de suficiente información para orientar la zona correctamente. En esos casos, el botón **Orientación de zona** en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** se hace visible. Para obtener información sobre cómo usar este botón para cambiar la orientación de la zona, consulte "Orientación de zona" en el tema "Ficha Marco de control de elementos".



Si una tolerancia de posición controla el componente X de la posición (zona de tolerancia planar), el vector normal a la superficie de la zona de tolerancia debe ser X.

Si una tolerancia de posición controla los componentes X e Y de la posición (zona de tolerancia diametral), el vector de eje de la zona de tolerancia debe ser Z.

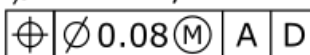
Elementos considerados axiales

Cuando el elemento considerado es axial, la zona de tolerancia puede ser planar, diametral, de arco radial o de perpendicular a radial. Estos son los elementos considerados axiales:

cilindro, sección transversal circular de un cilindro, cono o eje sin superficie

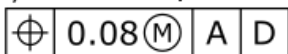
A continuación se muestra una zona de tolerancia diametral utilizando el símbolo de zona diametral.

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



Las zonas planares, las zonas de arco radial y de perpendicular a radial no usan el símbolo de forma de zona de tolerancia, y se muestran a continuación.

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



Las zonas de tolerancia planares en los elementos considerados axiales necesitan una orientación de zona de tolerancia especificada, porque el elemento no dispone de suficiente información para orientar la zona correctamente. En esos casos, el botón **Orientación de zona** en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** se hace visible. Para obtener información sobre cómo usar este botón para cambiar la orientación de la zona, consulte "Orientación de zona" en el tema "Ficha Marco de control de elementos". Este botón también permite que los usuarios especifiquen una zona de arco radial o de perpendicular a radial.



Si una tolerancia de posición controla el componente X de la posición, el vector normal a la superficie de la zona de tolerancia debe ser X.

Elementos considerados con forma de plano

Cuando el elemento considerado tiene forma de plano, la zona de tolerancia siempre es planar y está orientada en paralelo a las superficies nominales. Estos son los elementos considerados con forma de plano:

plano, línea de superficie, anchura, ranura, muesca, punto de superficie o punto medio

Puede tener más de un elemento considerado, pero esos elementos deben ser todos del mismo tipo.

Tenga cuidado con las ranuras y las muescas.



Solo deben usarse si ya sabe que la forma de los elementos es muy buena. Si sospecha que el error de forma de fábrica puede ser importante, no utilice un comando de ranura ni de muesca. En su lugar, mida un escaneado alrededor del perímetro del elemento y, a continuación, asigne la tolerancia de forma, orientación y ubicación del elemento con una tolerancia de perfil de una línea.

Valor real y valor medido

Valor real:

Cada elemento considerado tiene su propio valor real. Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real. La zona está orientada nominalmente a cada dátum real, con algunas excepciones que se detallan en "Cómo resuelve PC-DMIS los dátums". Cuando la tolerancia de posición contiene más de un elemento considerado y el marco de referencia de dátum no está totalmente restringido, un procedimiento de optimización debe ajustar simultáneamente todos los elementos con tolerancia en sus zonas de tolerancia respectivas, si es posible.

Valor medido:

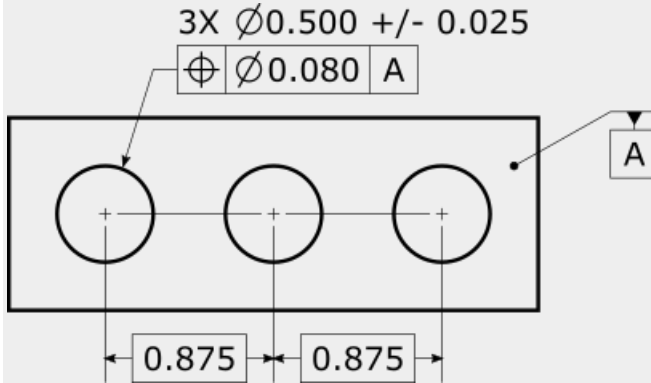
Cada elemento considerado tiene su propio valor medido. Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia medido. La zona está orientada nominalmente a cada dátum medido, con algunas excepciones que se detallan en "Cómo resuelve PC-DMIS los dátums". Cuando la tolerancia de posición contiene más de un elemento considerado y el marco de referencia de dátum no está totalmente restringido, el procedimiento de optimización de PC-

Usar tolerancias geométricas

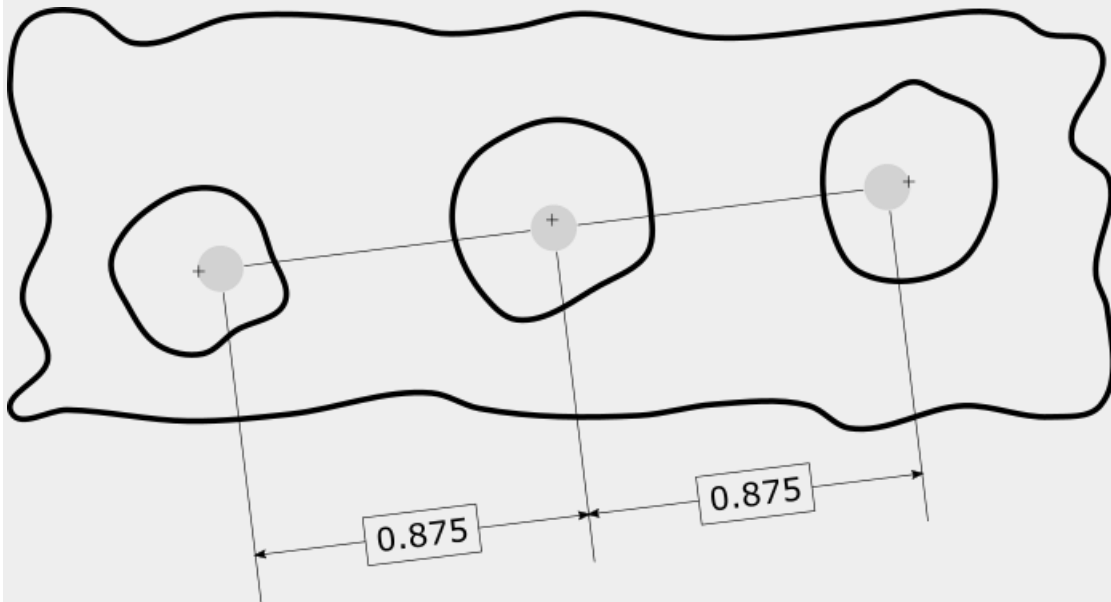
DMIS ajusta simultáneamente todos los elementos con tolerancia en sus zonas de tolerancia respectivas de manera proporcional, lo que garantiza que todos los elementos con tolerancia se ajusten en sus zonas de tolerancia respectivas si ello es posible.



Supongamos que tiene esta especificación de posición:



Con la especificación anterior, el valor real se ve así:



La superficie real de la pieza corresponde a la línea continua, los elementos con tolerancia son pequeñas cruces, y las zonas de tolerancia más pequeñas que contienen los elementos con tolerancia reales se muestran en las áreas sombreadas. Las zonas de tolerancia se ubican y orientan nominalmente las unas con respecto a las otras y con respecto al datum.

Reglas de validez

Los elementos considerados deben tener estar ubicados y orientados nominalmente de alguna con respecto a cada elemento de datum.

Usar tolerancias geométricas

Todos los elementos de entrada (considerados y de datum) deben tener valores nominales especificados correctos. De este modo se garantiza que los valores medidos se calculen correctamente y que el comando de tolerancia identifique correctamente los grados de libertad optimizables.

En el caso de una zona planar en los elementos axiales, el marco de referencia de datum debe restringir por completo la orientación de zona de tolerancia. El normal a la superficie de la zona de tolerancia planar debe ser perpendicular al vector del eje del elemento considerado.

En el caso de zonas de tolerancia de arco radial y perpendicular a radial en elementos axiales, debe cumplir los requisitos siguientes:

- El marco de referencia de datum debe establecer un origen polar y un eje polar claros.
- Los elementos axiales deben ser paralelos nominalmente al eje polar.

Opciones expuestas

Cuando el elemento considerado tiene datos de superficie y el elemento con tolerancia difiere de los datos de superficie del elemento considerado (esferas, conos, cilindros, círculos, anchuras), el tipo de cálculo de elemento controla cómo se calcula el elemento de tolerancia a partir de los datos de superficie del elemento considerado. Para obtener información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Cuando al menos un elemento de datum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de datum controla cómo se calculan los datums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de datum. Para obtener información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los datums".

Las ranuras se pueden considerar desde el punto de vista de la longitud o de la anchura, como se describe en "Ranuras de longitud frente a ranuras de anchura".

Segmentos inferiores de la posición compuesta

Una tolerancia de posición con varios segmentos se denomina "posición compuesta". Las tolerancias de posición compuesta suelen especificarse en un patrón de elementos. El primer segmento (o el segmento superior) de una posición compuesta es igual que una posición de segmento individual tal como se describe en las secciones anteriores de esta página. Todos los segmentos inferiores de una posición compuesta presentan sutiles diferencias. Esto se debe a que las zonas de tolerancia del patrón han desbloqueado la traslación con respecto al marco de referencia de datum. Sin embargo, las zonas de tolerancia permanecen ubicadas y orientadas nominalmente las unas respecto a las otras.

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025

\varnothing	\varnothing 0.08 (M)	A	D	B
	\varnothing 0.02 (M)	A	D	B

Los marcos de referencia de dátum de los segmentos inferiores de una posición compuesta siguen estas reglas:

- Cada marco de referencia de dátum debe usar únicamente los mismos dátums que el marco de referencia superior.
- Los dátums deben estar en el mismo orden.
- Los dátums deben tener los mismos modificadores.
- Un segmento inferior puede tener menos dátums que el segmento superior.



Supongamos que el segmento superior tiene dátums ABC. El segmento inferior podría no hacer referencia a ningún dátum, hacer referencia al dátum A, a los dátums AB o a los dátums ABC. No podría, sin embargo, hacer referencia a los dátums BA, AC ni ABD.

A continuación se proporcionan algunos ejemplos de tolerancias de posición compuesta permitidas:

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025

\varnothing	\varnothing 0.08 (M)	A	B	C
\varnothing	\varnothing 0.02 (M)	A	B	C

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025

\varnothing	\varnothing 0.08 (M)	A	B	C
\varnothing	\varnothing 0.02 (M)	A	B	

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025

\varnothing	\varnothing 0.08 (M)	A	B	C
\varnothing	\varnothing 0.02 (M)	A		

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025

\varnothing	\varnothing 0.08 (M)	A	B	C
\varnothing	\varnothing 0.02 (M)			

A continuación se proporcionan algunos ejemplos de tolerancias de posición compuesta no permitidas:

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025

\varnothing	\varnothing 0.08 (M)	A	B	C
\varnothing	\varnothing 0.02 (M)	B	A	

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025

\varnothing	\varnothing 0.08 (M)	A	B	C
\varnothing	\varnothing 0.02 (M)	A	C	

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025

\varnothing	\varnothing 0.08 (M)	A	B	C
\varnothing	\varnothing 0.02 (M)	A	B	D

Informe

A continuación se muestra un informe de ejemplo de una tolerancia de posición de dos cilindros. La tolerancia de tamaño de los cilindros está en la etiqueta superior y la posición de zona diametral está en la etiqueta inferior. La etiqueta inferior incluye información para las posiciones XY de los cilindros, en el marco optimizado (no en la alineación actual).

FCFLOC1 Size		MM	Ø 8 +0.1/-0.1				DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL		
CYL1	7.995	8.000	0.100	0.100	-0.005	0.000		
CYL2	7.990	8.000	0.100	0.100	-0.010	0.000		
FCFLOC1		MM	⊕ Ø 0.2 (M) A D E				DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	AX	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL1 (END PT)	Y	-6.912	-7.000			0.088		
	Z	-27.992	-28.000			0.008		
	TP	0.176	0.000	0.200	0.000	0.176	0.000	0.095
CYL2 (END PT)	Y	7.092	7.000			0.092		
	Z	-27.989	-28.000			0.011		
	TP	0.184	0.000	0.200	0.000	0.184	0.000	0.090

En la etiqueta inferior de la ilustración anterior, las filas Y, Z y TP correspondientes a CYL1 y CYL2 resumen la evaluación de la posición para cada elemento considerado. La fila inferior, con la etiqueta TP, tiene el mismo comportamiento que todos los informes de otras tolerancias geométricas. En el caso de CYL2, la fila TP contiene la tolerancia 0,200, el plus 0,090 y el valor medido 0,184.



En la etiqueta inferior del informe de ejemplo que figura anteriormente solo hay tres filas por elemento (Y, Z y TP). En sus informes, la columna de eje (AX) correspondiente a sus elementos podría incluir una combinación de varias filas con las etiquetas X, Y, Z, PR PA y TP. Cuando aparecen, las filas X, Y, Z, PR y PA facilitan la información suplementaria que se describe a continuación.

Las filas Y y Z correspondientes a CYL1 y CYL2 facilitar información suplementaria sobre la evaluación de la posición. Esas filas están concebidas para ofrecer una representación simplificada de cómo se desvía el elemento con respecto al ideal.

- La columna NOMINAL de las filas de información suplementaria muestra el punto inicial nominal del elemento en cuestión.
- La columna DESV de esas filas muestra el vector de peor desviación entre todos los puntos del elemento con tolerancia.
- La columna MED de esas filas es la columna NOMINAL más la columna DESV. En otras palabras, es el peor punto del elemento con tolerancia, tras proyectarlo para que estuviera lo más cerca posible al punto inicial nominal, conservando al mismo tiempo el vector de peor desviación.
- Debajo del nombre del elemento, el informe indica qué extremo o nivel del cilindro era el peor. Por ejemplo, podría indicar "(PUNTO INICIAL)", "(PUNTO FINAL)" o "N.º NIVEL3".

Usar tolerancias geométricas

La representación está simplificada porque, como se describe en Derivar el elemento con tolerancia, la mayoría de los tipos de elementos tienen más de un punto en el elemento con tolerancia. Por ejemplo, los cilindros normalmente tienen al menos dos puntos en el elemento con tolerancia, que son el punto inicial medido y el punto final medido. Por el contrario, los cilindros ISO en algunos casos tienen varios puntos en el elemento con tolerancia, uno para cada sección transversal medida.

Si activa el análisis textual o el análisis gráfico, puede ver todos los puntos del elemento con tolerancia, junto con sus desviaciones respectivas. Las filas de información suplementaria del informe tienen una columna MED que no aparece necesariamente en el análisis textual, porque la información suplementaria se ha simplificado para mostrar la desviación con respecto al punto inicial nominal.

Simetría

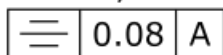
Introducción



Si se selecciona ASME Y14.5 – 2018 como estándar GDT, ya no son compatibles dos prácticas anteriores (el uso de la concentricidad y el uso de símbolos de simetría). Para obtener más información detallada, consulte el prólogo principal y los apartados A-5.3, A-8.4, D-3 y D4 de ASME Y14.5 - 2018.

Una especificación de simetría controla cuánto puede desviarse el elemento respecto de ser simétrico a uno o varios dátums.

0.80 +/- 0.02



Para esta tolerancia geométrica, estos tres aspectos funcionan a la vez:

- Cada elemento considerado y cada elemento con tolerancia resultante
- Cada zona de tolerancia
- Los elementos de datum

Para evaluar esta tolerancia, PC-DMIS convierte cada elemento considerado en un elemento con tolerancia. Puede encontrar la descripción correspondiente en "Derivar el elemento con tolerancia".

PC-DMIS optimiza, a continuación, cada elemento con tolerancia en su zona de tolerancia respectiva. El proceso de optimización respeta las restricciones que cada dátum impone.

Tipos de elemento permitidos

Puede usar estos tipos de elemento:

anchuras, planos medios contruidos, líneas medias contruidas y puntos medios contruidos

PC-DMIS construye el elemento con tolerancia de forma distinta en función de la norma que utilice (ASME Y14.5 o ISO 1101).

ISO 1101 (o con un elemento medio construido o una anchura 1D):

PC-DMIS construye el elemento con tolerancia de las mismas maneras que lo hacen los elementos de tolerancia de posición.

ASME Y14.5 con una anchura 2D o 3D:

PC-DMIS proporciona una opción para alternar entre PUNTO_MEDIANA y EJE:

EJE: El software construye el elemento con tolerancia como el eje (plano central) del espacio seguro coincidente no vinculado (igual que las tolerancias de posición).

PUNTO_MEDIANA: El software construye el elemento con tolerancia a partir de todos los puntos de la mediana de la anchura. Este comportamiento corresponde al párrafo 7.7.2 de la norma ASME Y14.5 2009.

Modificadores permitidos

Cuando el elemento considerado es una anchura, las tolerancias de simetría que hacen referencia a la norma ISO 1101 permiten un modificador del material máximo **(M)** para indicar que la especificación está en la máxima condición del material (MMC). Como alternativa, permiten un modificador del material mínimo **(L)** para indicar que la especificación está en la mínima condición del material (LMC). Esto significa que, a medida que el tamaño del espacio seguro coincidente no vinculado (o el tamaño del espacio seguro de material mínimo no vinculado para LMC) se desvía respecto de MMC (o LMC), se añade tolerancia adicional o un "plus" de tolerancia a la tolerancia en el marco de control de elementos, lo cual da como resultado una tolerancia total. Para obtener más información sobre el plus de tolerancia, consulte "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica".



Las tolerancias que hacen referencia a la ISO 1101 permiten los modificadores de especificación de elementos con tolerancia asociados adicionales \textcircled{C} y \textcircled{G} para elementos que no son de tamaño. En el caso de elementos de tamaño, están disponibles \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} y \textcircled{X} . Para obtener información detallada, consulte el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.

Formas de la zona de tolerancia

La forma de la zona de tolerancia siempre es planar. Está orientada en paralelo a las superficies nominales.

Valor real y valor medido

Valor real:

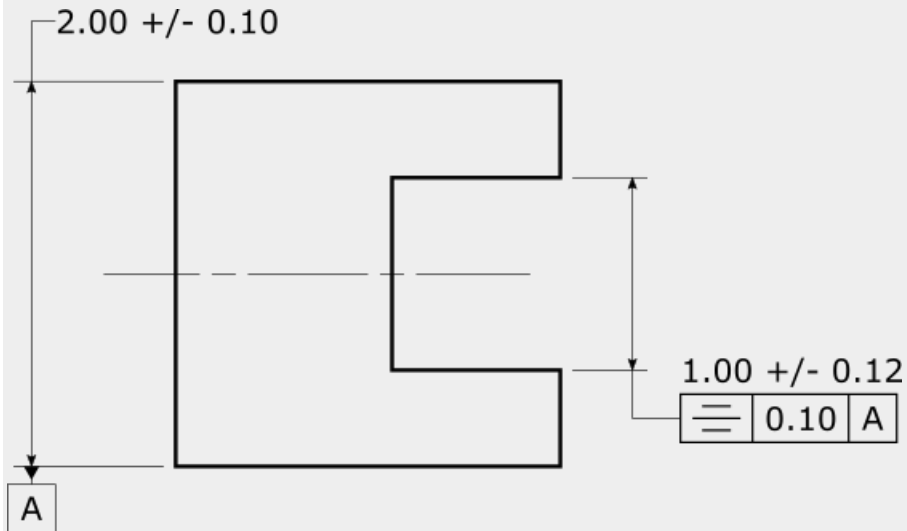
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real. La zona se orienta y ubica nominalmente con respecto a cada dátum real.

Valor medido:

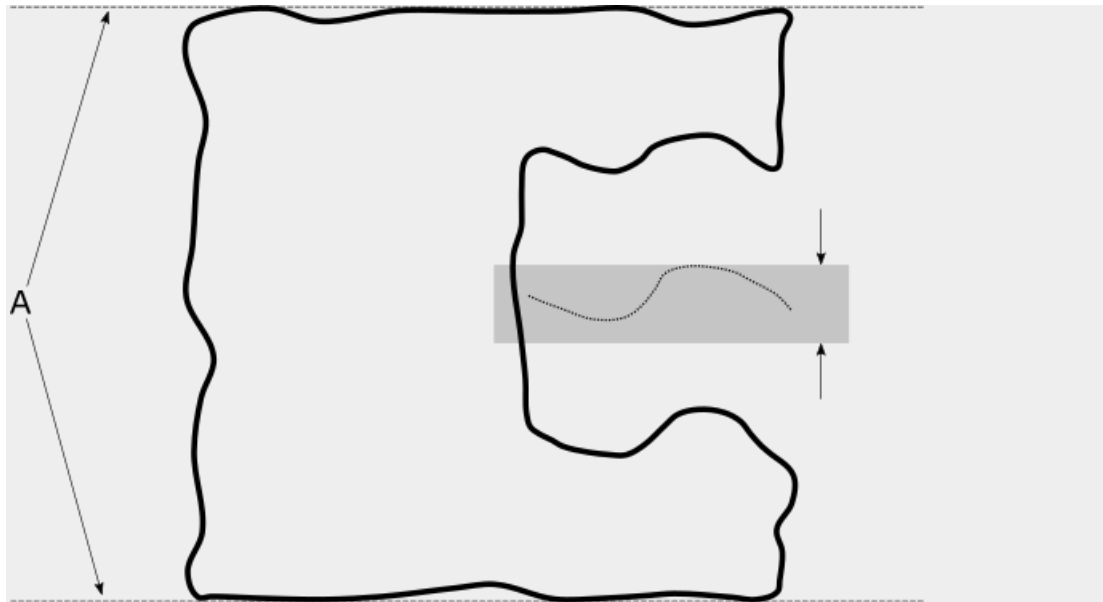
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia medido. La zona se orienta y ubica nominalmente con respecto a cada dátum medido.



Supongamos que tiene esta especificación de simetría:

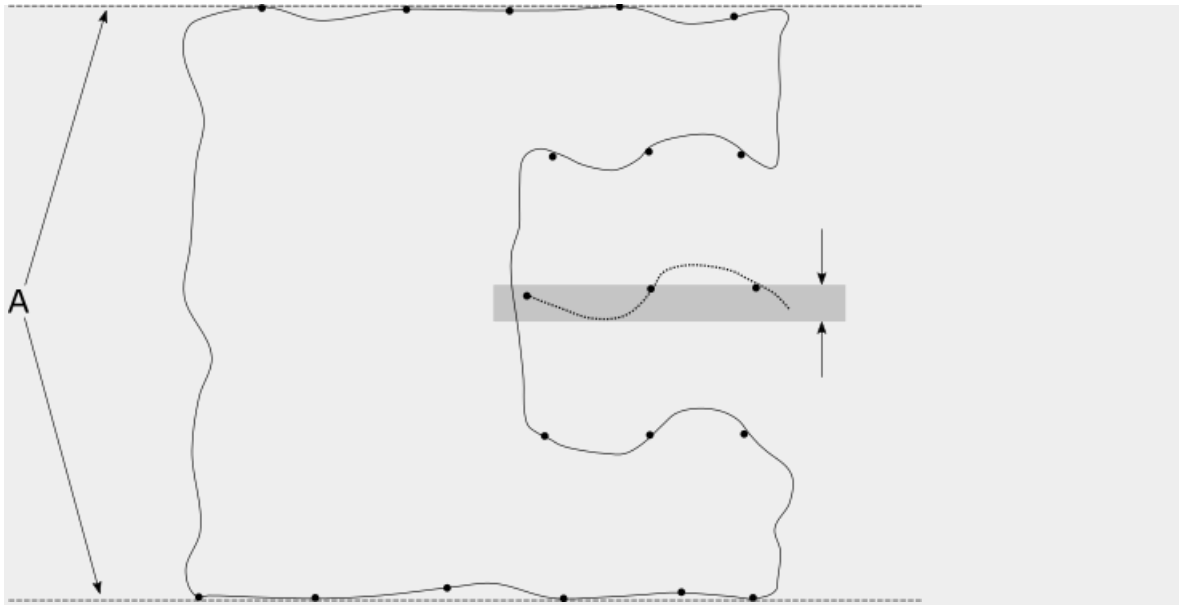


Con la especificación anterior, el valor real se ve así:



La superficie real de la pieza corresponde a la línea continua, el dátum real corresponde a la línea discontinua, el elemento con tolerancia utiliza la línea de puntos y la zona tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real se muestra en el área sombreada. La zona de tolerancia es exactamente simétrica al plano central del dátum real.

Por último, el valor medido (con el cálculo de dátum **POR OMISIÓN**) se ve así:



La zona de tolerancia medida es exactamente simétrica al plano central del dátum medido. En este caso, los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente y, por ello, el valor medido es menor que el valor real.

Reglas de validez

Todos los elementos de entrada (considerados y de dátum) deben tener valores nominales especificados correctos. De este modo se garantiza que los valores medidos se calculen correctamente y que el comando de tolerancia identifique correctamente los grados de libertad optimizables.

Las superficies de los elementos considerados deben ser simétricas nominalmente al marco de dátum de referencia.

Opciones expuestas

Las tolerancias de simetría tienen un tipo de cálculo de elemento cuando el elemento considerado es una anchura.

Este tipo de cálculo controla cómo se calcula el elemento con tolerancia a partir de los datos de superficie de los elementos considerados. Para obtener más información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Cuando al menos un elemento de dátum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de dátum controla cómo se calculan los dátums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de dátum. Para obtener información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".

Comparación con las prácticas anteriores

Durante muchos años, con las tolerancias de simetría de PC-DMIS podían introducirse pares de planos, pares de líneas, pares de puntos o pares de conjuntos. Inicialmente, esto se debía a que PC-DMIS no disponía de un comando de anchura. A partir de PC-DMIS 2020 R2, esas clases de pares de elementos considerados ya no están permitidas. Cada elemento considerado tiene su propio valor medido y eso significa que la mejor manera de usar un comando de simetría es con un elemento de anchura.

Informe

A continuación se muestra un informe de una tolerancia de simetría de una línea media.

FCFSYM1		MM	0.5 A B		AXIS	LSQ	ASME Y14.5 2009
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
LINE3	0.000000	0.500000	0.000000	0.007845	0.007845	0.000000	

Concentricidad

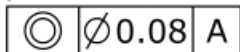
Introducción



Si se selecciona ASME Y14.5 – 2018 como estándar GDT, ya no son compatibles dos prácticas anteriores (el uso de la concentricidad y el uso de símbolos de simetría). Para obtener más información detallada, consulte el prólogo principal y los apartados A-5.3, A-8.4, D-3 y D4 de ASME Y14.5 – 2018.

Una especificación de concentricidad controla cuánto puede desviarse el elemento respecto de ser concéntrico a uno o varios dátums.

$\varnothing 0.80 \pm 0.02$



Para esta tolerancia geométrica, estos tres aspectos funcionan a la vez:

- Cada elemento considerado y cada elemento con tolerancia resultante
- Cada zona de tolerancia
- Los elementos de datum

Usar tolerancias geométricas

Para evaluar esta tolerancia, PC-DMIS convierte cada elemento considerado en un elemento con tolerancia. Puede encontrar la descripción correspondiente en "Derivar el elemento con tolerancia".

PC-DMIS optimiza, a continuación, cada elemento con tolerancia en su zona de tolerancia respectiva. El proceso de optimización respeta las restricciones que cada dátum impone.

Tipos de elemento permitidos

Puede usar estos tipos de elementos:

Líneas de mejor ajuste construidas 3D, líneas convertidas, líneas genéricas, cilindros, círculos, esferas y conos.

PC-DMIS construye el elemento con tolerancia en función de la norma que utilice (ASME Y14.5 o ISO 1101).

ISO 1101 (o con un elemento que no tenga datos de superficie):

PC-DMIS construye el elemento con tolerancia de la misma manera que las tolerancias de posición.



ASME Y14.5 con cilindros, círculos, esferas y conos con datos de superficie:

PC-DMIS proporciona una opción para alternar entre PUNTO_MEDIANA y EJE:

EJE: El software construye el elemento con tolerancia como el eje del espacio seguro coincidente no vinculado (igual que las tolerancias de posición).

PUNTO_MEDIANA: El software construye el elemento con tolerancia a partir de todos los puntos de la mediana del elemento. Este comportamiento corresponde al párrafo 7.6.4.2.2 de la norma ASME Y14.5 2009.

Modificadores permitidos

Cuando el elemento considerado es un cilindro, un círculo o una esfera, las tolerancias de concentricidad que hacen referencia a la norma ISO 1101 permiten un modificador del material máximo  para indicar que la especificación está en la máxima condición del material (MMC). Como alternativa, permiten un modificador del material mínimo  para indicar que la especificación está en la mínima condición del material (LMC). Esto significa que, a medida que el tamaño del espacio seguro coincidente no vinculado (o el tamaño del espacio seguro de material mínimo no vinculado para LMC) se desvía respecto de MMC (o LMC), se

añade tolerancia adicional o un "plus" de tolerancia a la tolerancia en el marco de control de elementos, lo cual da como resultado una tolerancia total. Para obtener más información sobre el plus de tolerancia, consulte "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica".



Las tolerancias que hacen referencia a la ISO 1101 permiten los modificadores de especificación de elementos con tolerancia asociados adicionales \textcircled{C} y \textcircled{G} para elementos que no son de tamaño. En el caso de elementos de tamaño, están disponibles \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} y \textcircled{X} . Para obtener información detallada, consulte el tema "Derivar el elemento con tolerancia" en la documentación de PC-DMIS principal.

Formas de la zona de tolerancia

En el caso de ISO, la forma de la zona de tolerancia es siempre diametral. Se orienta en paralelo al eje de dátum.

En el caso de ASME, las formas de tolerancia suelen ser diametrales, pero los elementos de esfera pueden tener una zona esférica o diametral.

Valor real y valor medido

Hay un caso especial que tener en cuenta. Si tiene una concentricidad de zona esférica de dos o más esferas (así pues, concentricidad según ASME), con la norma no queda claro si las esferas deben considerarse de manera simultánea o independiente. El comando de tolerancia geométrica de PC-DMIS las considera de manera simultánea, dado que es la opción más conservadora.

Valor real:

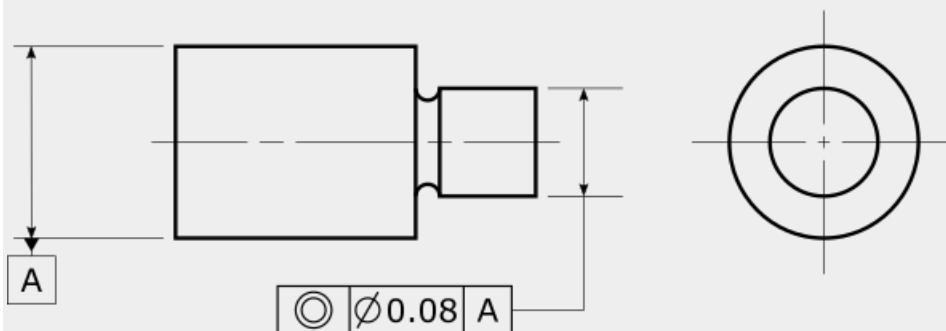
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real. La zona se orienta y ubica nominalmente con respecto a cada dátum real.

Valor medido:

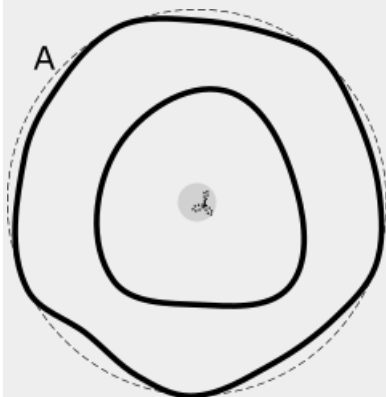
Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia medido. La zona se orienta y ubica nominalmente con respecto a cada dátum medido.



Supongamos que tiene esta especificación de concentricidad:

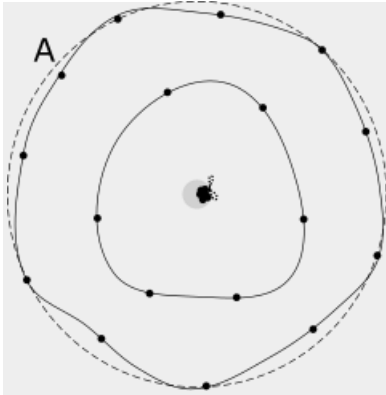


Con la especificación anterior, el valor real se ve así:



La superficie real de la pieza corresponde a la línea continua, el dátum real corresponde a la línea discontinua, el elemento con tolerancia utiliza la línea de puntos y la zona tolerancia más pequeña que contiene el elemento con tolerancia real se muestra en el área sombreada. La zona de tolerancia es exactamente concéntrica con respecto al eje del dátum real.

Por último, el valor medido (con el cálculo de dátum **POR OMISIÓN**) se ve así:



La zona de tolerancia es exactamente concéntrica con respecto al eje del dátum medido. En este caso, los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente y, por ello, el valor medido es menor que el valor real.

Reglas de validez

Todos los elementos de entrada (considerados y de dátum) deben tener valores nominales especificados correctos. De este modo se garantiza que los valores medidos se calculen correctamente y que el comando de tolerancia identifique correctamente los grados de libertad optimizables.

El marco de referencia de dátum debe ser axial y las superficies de los elementos considerados deben ser concéntricas nominalmente con el eje del dátum.

Opciones expuestas

Las tolerancias de concentricidad tienen un tipo de cálculo de elemento cuando el elemento considerado tiene datos de superficie.

Este tipo de cálculo controla cómo se calcula el elemento con tolerancia a partir de los datos de superficie de los elementos considerados. Para obtener más información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

Cuando al menos un elemento de dátum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de dátum controla cómo se calculan los dátums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de dátum. Para obtener información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".

Informe

A continuación se ofrece un ejemplo de informe de tolerancia de concentricidad de un cilindro. La tolerancia de tamaño del cilindro figura en la etiqueta superior y la concentricidad figura en la etiqueta inferior.

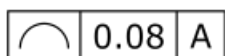
Usar tolerancias geométricas

FCFCONCEN1 Size		IN	\varnothing 0.8 +0.02/-0.02		LSQ	ASME Y14.5 2009	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL2	0.8000	0.0200	-0.0200	0.8027	0.0027	0.0000	
FCFCONCEN1		IN	0.08 A		LSQ	ASME Y14.5 2009	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL2	0.0000	0.0800	0.0000	0.0357	0.0357	0.0000	

Perfil de una línea

Introducción

Una especificación de perfil de una línea controla cuánto se pueden desviar de las formas nominales las secciones transversales de las superficies de los elementos. Esas secciones transversales están ubicadas y orientadas con respecto a cero o varios dátums.



Para esta tolerancia geométrica, estos tres aspectos funcionan a la vez:

- Los datos de superficie de cada elemento considerado
- La forma nominal de cada elemento considerado y cada zona de tolerancia resultante
- Los elementos de datum (si alguno está referenciado)

Para evaluar esta tolerancia, PC-DMIS optimiza los datos de superficie de cada elemento en su zona de tolerancia respectiva. El proceso de optimización respeta las restricciones que cada datum impone. Con varios elementos considerados, el proceso de optimización considera simultáneamente esos elementos. De esta manera ajusta todos los elementos con tolerancia a sus zonas de tolerancia a la vez.

Uso recomendado

Las especificaciones de perfil de una línea se aplican a las superficies. Esto significa que cada sección transversal de la superficie debe tener un valor real que sea inferior a la tolerancia especificada. Cada sección transversal debe considerarse por separado de las demás (en lugar de considerarse simultáneamente).

Para cada superficie que tenga una especificación de perfil de una línea, recomendamos medir varias secciones transversales:

- Es preciso tener suficientes secciones transversales para capturar adecuadamente el comportamiento de la superficie completa.

- Coloque cada sección transversal en un comando de tolerancia geométrica por separado, de modo que las secciones transversales se consideren y se optimicen por separado. (Si pone las secciones transversales en un solo comando de tolerancia geométrica, se considerarán simultáneamente y los valores medidos serán demasiado grandes.)

Sobre el comando Tolerancia simultánea

En sentido estricto, incluir una especificación de perfil de una línea en un comando de tolerancia simultánea no tiene razón de ser. Si lo hace, el comportamiento de la especificación de perfil de una línea cambia. En lugar de considerar cada sección transversal de manera individual, considera todas las secciones transversales simultáneamente. Esto es equivalente a un perfil de una superficie. Sin embargo, PC-DMIS no permite que las especificaciones de perfil de una línea que tengan al menos un dátum formen parte de un comando de tolerancia simultánea. En este caso, PC-DMIS muestra un mensaje de advertencia para indicar que el comportamiento ha cambiado por el de perfil de una superficie.

Tipos de elemento permitidos

Puede utilizar los tipos de elementos siguientes para representar las secciones transversales de superficie si tienen datos de superficie:

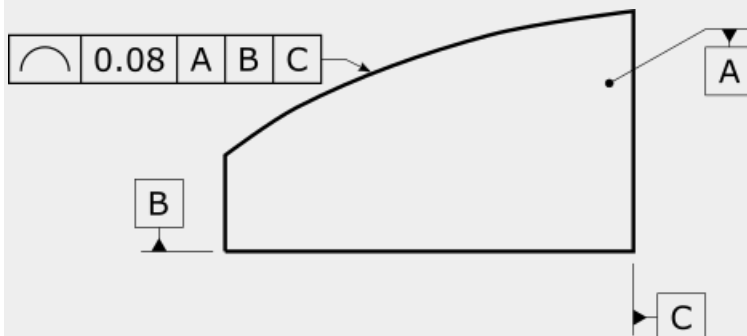
líneas, círculos, anchuras 2D y 1D, escaneados, elipses, muescas, ranuras y conjuntos.

Zonas de tolerancia y modificadores permitidos

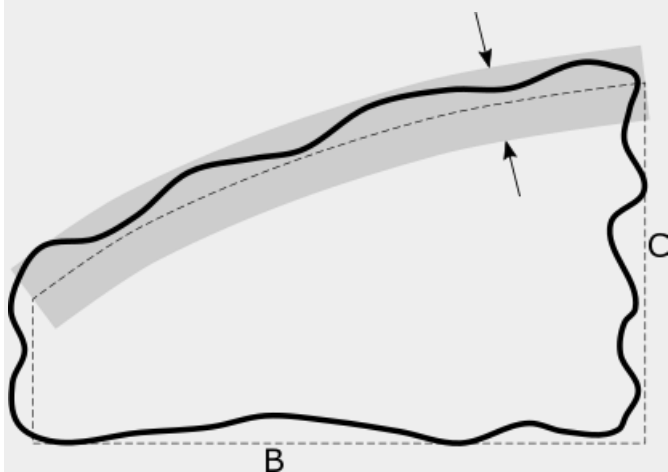
La zona de tolerancia se basa en la superficie nominal del elemento. Por omisión (sin modificadores), la zona de tolerancia es bilateral igual. Esto significa que la mitad del valor de tolerancia está en cada lado de la superficie nominal:



Supongamos que tiene esta especificación de perfil de una línea:

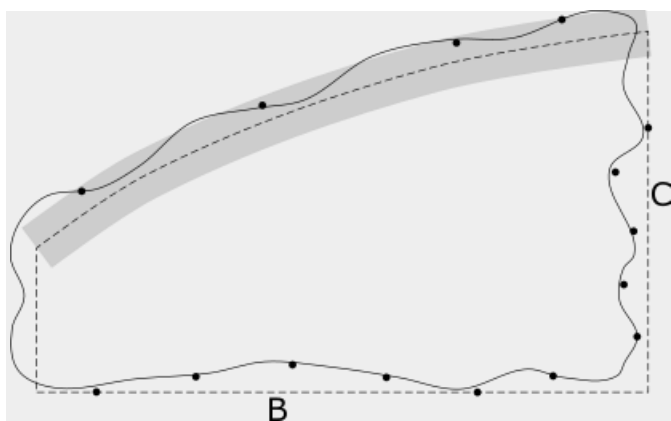


Con la especificación anterior, el valor real se ve así:



Puesto que no hay modificadores, la zona de tolerancia está centrada en la superficie nominal, que está orientada y ubicada nominalmente con respecto a cada datum. La línea sólida indica la superficie real, las líneas discontinuas representan las superficies nominales (incluidos los dátums reales) y el área sombreada en gris representa la zona de tolerancia de tamaño mínimo centrada en la superficie nominal que contienen la superficie real.

El valor medido (con el cálculo de datum **POR OMISIÓN**) se ve así:



El centro de la zona de tolerancia medida sigue siendo la superficie nominal, que está orientada y ubicada nominalmente con respecto a cada dátum medido. En este caso, los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente y, por ello, el valor medido es menor que el valor real.

Los modificadores pueden cambiar la naturaleza de la zona de tolerancia. A partir de ASME Y14.5 2009, PC-DMIS admite el modificador \textcircled{U} (perfil distribuido sin equidistancia) y, a partir de ASME Y14.5 2018, PC-DMIS admite el modificador Δ (perfil dinámico). Conforme a la norma ISO 1101, PC-DMIS admite el modificador UZ (offset de zona de tolerancia especificado) y el modificador OZ (offset de zona de tolerancia linear sin especificar). Aunque no son equivalentes, los modificadores \textcircled{U} y UZ tienen una funcionalidad similar. Aplican un offset al centro de la zona de tolerancia con respecto a la superficie nominal. De la misma manera, los modificadores Δ y OZ tienen una funcionalidad similar. Permiten que el centro de la zona de tolerancia avance en la dirección positiva o negativa del material. Estos modificadores no existían en ASME Y14.5 1994, aunque sí que se admitía el concepto de una zona de tolerancia distribuida sin equidistancia. Solía especificarse gráficamente en la impresión con líneas de puntos que mostraban el alcance de la tolerancia dentro y fuera del material. Por lo tanto, cuando se selecciona ASME Y14.5 1994 como estándar GDT para la rutina de medición de PC-DMIS, debe introducir tanto las tolerancias superiores como las inferiores al crear el marco de control de elementos. PC-DMIS notificará, a continuación, las desviaciones máxima y mínima que se comparan con los valores de tolerancia superior e inferior para evaluar la conformidad.



El perfil heredado incluye una opción "solo la forma" que solo permite introducir una tolerancia única positiva. Para lograr el mismo comportamiento utilizando un comando de perfil de tolerancia geométrica conforme con ASME Y14.5 1994, debe dividir la tolerancia permisible a la mitad e introducirla como valores bilaterales iguales.

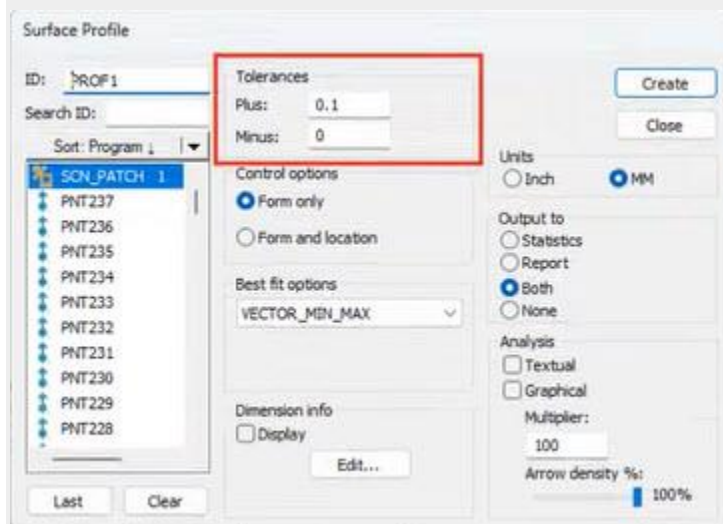
Los ejemplos siguientes muestran las diferencias entre el perfil de superficie heredado y el perfil de tolerancia geométrica de un comando de superficie. Aunque los ejemplos no son para el perfil de superficie, las reglas son idénticas para el perfil de línea.

Haga clic en el enlace siguiente para mostrar ejemplos de la definición, el resultado y el informe de un perfil de superficie heredado:

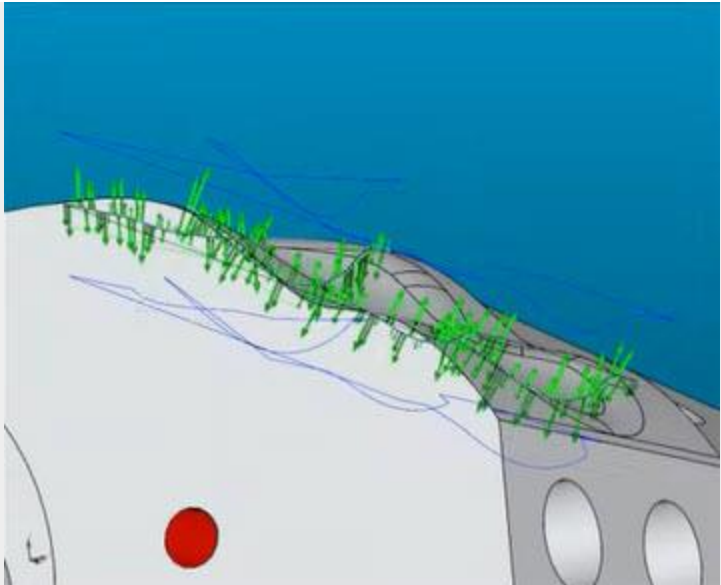
Ejemplo de perfil de superficie heredado, solo la forma



El ejemplo siguiente muestra un cuadro de diálogo Perfil de superficie con una definición Solo la forma:



Ejemplo de un cuadro de diálogo Perfil de superficie heredado definido solo para la forma con una tolerancia superior de 0,1 y una tolerancia inferior de 0.



Ejemplo de los resultados después de ejecutar el comando heredado.

	MM	PROF1 - SCN_PATCH FORMONLY VECTOR_MIN_MAX					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
M	0.000000	0.100000	0.000000	0.071202	0.035601	-0.035601	0.000000

Ejemplo del posible aspecto que puede tener la versión heredada del informe.

Haga clic en los enlaces siguientes para visualizar ejemplos correctos e incorrectos de las definiciones, los resultados y los informes de un perfil de tolerancia geométrica de una superficie:

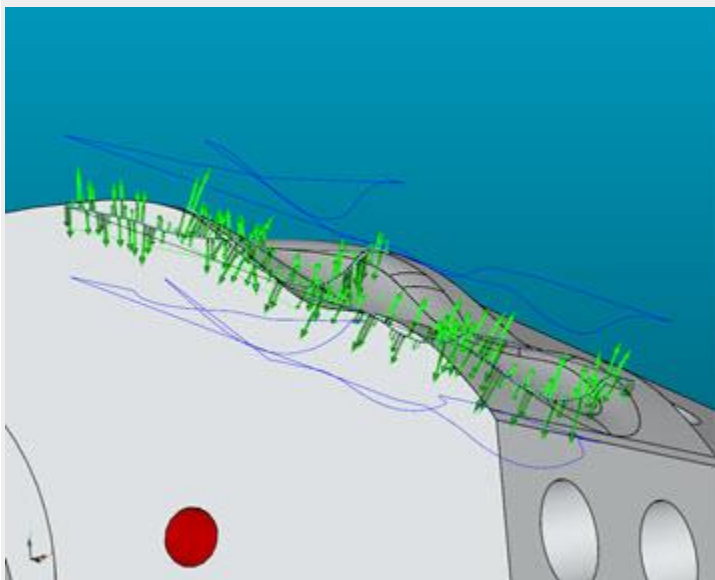
Ejemplo de perfil de tolerancia geométrica de una superficie conforme con ASME Y14.5 - 1994 definido correctamente




En este ejemplo, el perfil de tolerancia geométrica de una superficie utiliza un valor de tolerancia superior e inferior de +/-0,05:



Ejemplo de un cuadro de diálogo Tolerancia geométrica definido correctamente para el perfil de una superficie utilizando el estándar ASME Y14.5 - 1994.



Ejemplo de los resultados después de ejecutar un comando Tolerancia geométrica definido correctamente.

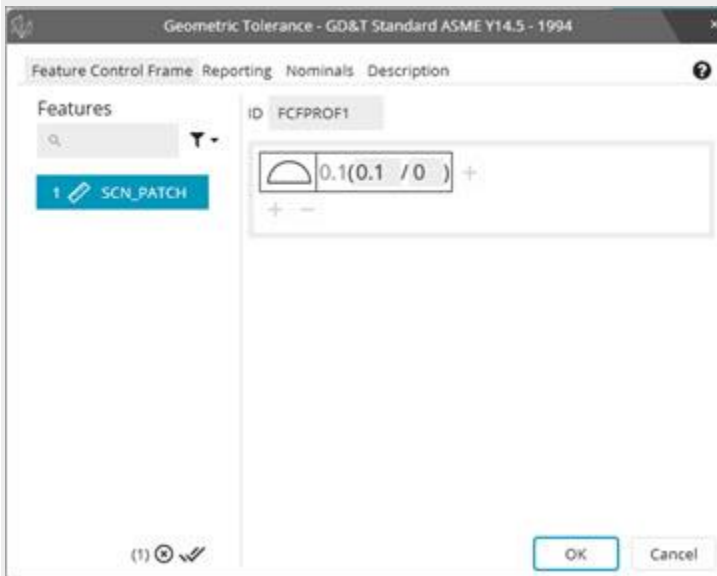
FCFPROF1		MM	 0.1	DEFAULT		ASME Y14.5 - 1994	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
SCN_PATCH	0.000000	0.050000	0.050000	0.071202	0.035601	-0.035601	0.000000

Ejemplo del posible aspecto que puede tener la versión de Tolerancia geométrica del informe de un comando definido correctamente.

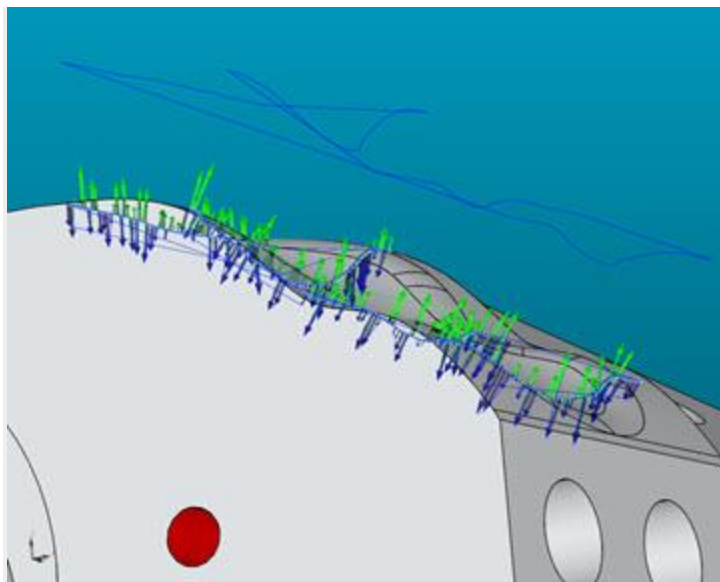
Ejemplo de perfil de tolerancia geométrica de una superficie conforme con ASME Y14.5 - 1994 definido incorrectamente



En este ejemplo, el perfil de tolerancia geométrica de una superficie utiliza incorrectamente un único valor de tolerancia superior de 0,1: Esto genera una zona de tolerancia desigual que hace que todas las desviaciones negativas queden fuera de tolerancia.



Ejemplo de un cuadro de diálogo Tolerancia geométrica definido incorrectamente para el perfil de una superficie utilizando el estándar ASME Y14.5 - 1994.



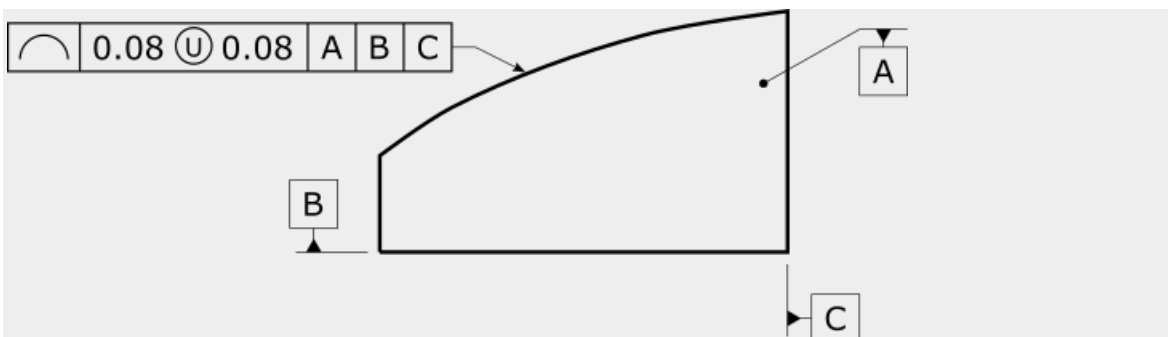
Ejemplo de los resultados después de ejecutar un comando Tolerancia geométrica definido incorrectamente.

FCFPROF1		MM	0.1		DEFAULT	ASME Y14.5 - 1994	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
SCN_PATCH	0.000000	0.100000	0.000000	0.086446	0.036446	-0.036446	0.000000

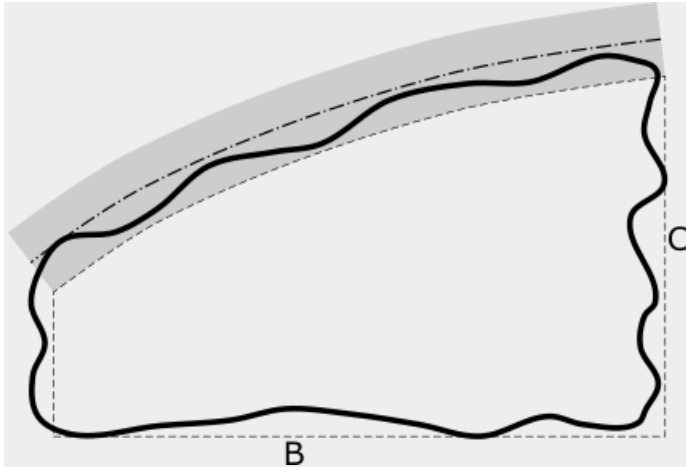
Ejemplo del posible aspecto que puede tener la versión de Tolerancia geométrica del informe de un comando definido incorrectamente.



Supongamos que tiene la especificación de modificador \textcircled{U} que se muestra a continuación. La especificación ISO equivalente sería 0,08 UZ+0,04.

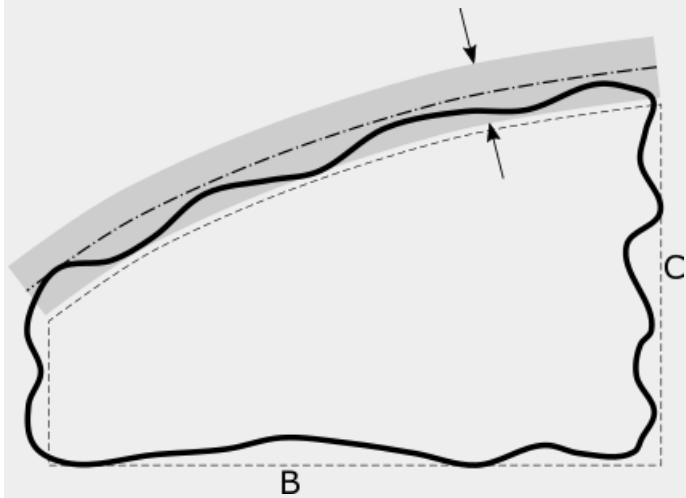


Con la especificación anterior, la zona de tolerancia especificada se ve así:



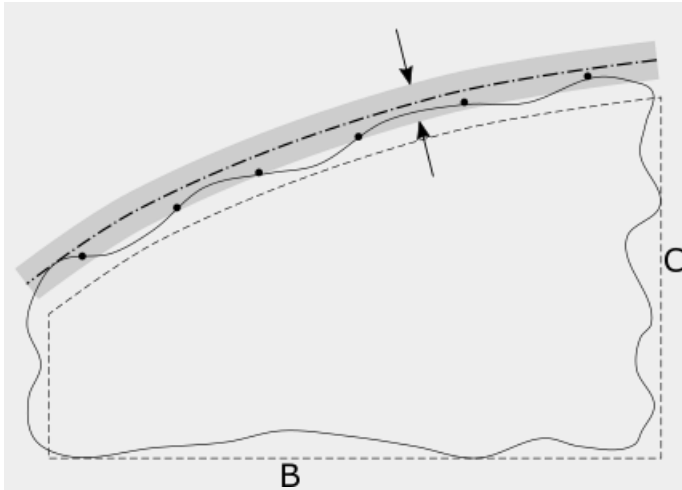
Puesto que es la zona de tolerancia especificada, la zona de tolerancia no está minimizada, por lo que no representa el valor real. El centro de la zona de tolerancia es un offset con respecto a la superficie nominal y se muestra en la línea discontinua de rayas y puntos.

El valor real se ve así:



El centro de la zona de tolerancia sigue siendo el mismo (offset de 0,04 respecto del nominal en este caso), pero la zona se minimiza hasta que contiene solamente la superficie real.

El valor medido (con el cálculo de dátum **POR OMISIÓN**) se ve así:




El centro de la zona de tolerancia sigue siendo el mismo (offset de 0,04 respecto del nominal en este caso), pero la zona se minimiza alrededor de ese centro hasta que contiene solamente los puntos de superficie medidos. En este caso, los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente y, por ello, el valor medido es menor que el valor real.

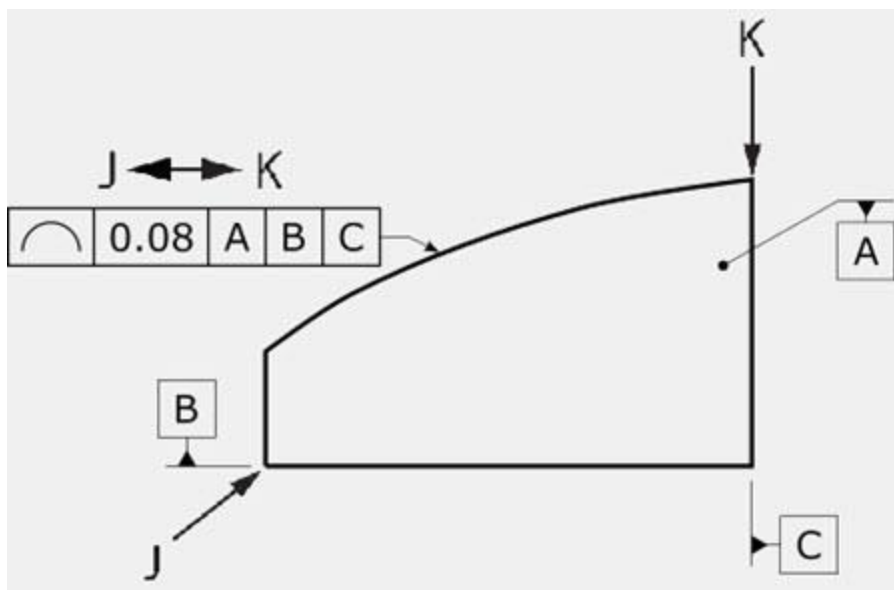
Puede serle de utilidad recordar que el valor medido equivale al doble del valor absoluto de la peor desviación, medido desde el centro de la zona de tolerancia.



Perfil Entre o perfil Alrededor

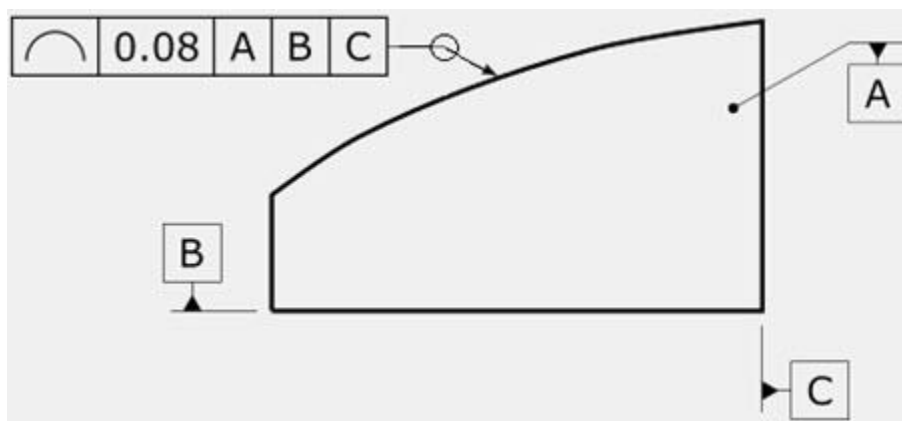
Perfil Entre

El símbolo **Entre**  se utiliza entre dos letras mayúsculas para identificar la extensión de la superficie con tolerancias. La superficie consta de todos los puntos de la superficie desde la superficie indicada mediante la primera letra (inicio) y finaliza con la superficie indicada mediante la segunda letra (fin). Esto incluye todos los segmentos y áreas entre estas áreas indicadas con letras, como se muestra a continuación.



Perfil Alrededor

El perfil Alrededor se aplica a los contornos de las secciones transversales de una pieza o a todos los elementos representados mediante un contorno cerrado. Se indica mediante el símbolo circular **Alrededor** colocado en la intersección de la línea de puntos y la línea de referencia del indicador de tolerancia, como se muestra a continuación.



Resumen

No se puede seleccionar un símbolo **Entre** o un símbolo **Alrededor** en el constructor de marcos de control de elementos del comando de tolerancia geométrica porque no forman parte del marco de control de elementos. En lugar de ello, para utilizar el comando de tolerancia geométrica para evaluar el perfil Entre o el perfil Alrededor, el usuario debe utilizar la estrategia de medición correcta. Para ello, tiene que medir varias secciones transversales que tal vez necesiten abarcar varias superficies. La manera más fácil de hacerlo es con el

comando Escaneado de línea abierta en el caso del perfil Entre o con el comando Escaneado de línea cerrada en el caso del perfil Alrededor.

Otro método consiste en crear varios escaneados o una serie de puntos vectoriales automáticos y combinarlos en un conjunto de elementos construido.

- En el caso del perfil Entre, cada escaneado de línea abierto o conjunto de elementos construido representaría una única sección transversal que va desde el punto indicado con la letra inicial hasta el punto indicado con la letra final.
- En el caso del perfil Alrededor, cada escaneado de línea cerrada o conjunto de elementos construido representaría una única sección transversal que se extiende alrededor de toda la pieza o contorno cerrado.

Debe evaluar cada sección transversal con un perfil distinto de un comando de línea y basar su decisión en cuanto a la conformidad en el peor valor de entre todas las secciones transversales.

Valor real y valor medido

Las zonas de tolerancia de perfil tienen un centro definido. También tienen un mecanismo para aumentar o reducir la zona alrededor de ese centro hasta que envuelva la superficie real.

Valor real:

Cada elemento considerado tiene su propio valor real. Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene la superficie real. La zona está orientada nominalmente a cada dátum real, con algunas excepciones que se detallan en "Cómo resuelve PC-DMIS los dátums".

Si tiene más de un elemento considerado y el marco de referencia de dátum no está totalmente restringido, el procedimiento de optimización debe ajustar simultáneamente todas las superficies de los elementos en sus zonas de tolerancia respectivas, si es posible.

Valor medido:

Cada elemento considerado tiene su propio valor medido. Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene los puntos de superficie medidos. La zona está orientada nominalmente a cada dátum medido, con algunas excepciones que se detallan en "Cómo resuelve PC-DMIS los dátums".

Si tiene más de un elemento considerado y el marco de referencia de dátum no está totalmente restringido, el procedimiento de optimización de PC-DMIS ajusta simultáneamente los puntos de superficie de todos los elementos a sus zonas de tolerancia respectivas. Lo hace de una manera proporcional. Esto garantiza que

todos los elementos con tolerancia se ajusten a sus zonas de tolerancia respectivas si eso es posible.



ASME Y14.5 2009 y ASME Y14.5 2018 utilizan el estándar de cálculo ASME Y14.5.1 2019, que define el valor real de una tolerancia de perfil como único valor medido, igual a dos veces la desviación más lejana con respecto al nominal. ASME Y14.5 1994 utiliza el estándar de cálculo ASME Y14.5.1M-1994, que define el valor real de una tolerancia de perfil como desviación mínima y máxima con respecto al nominal. La medición de perfil se define como la desviación más lejana con respecto al nominal en cada lado, dentro del material y fuera del material. Esto significa que, cuando se selecciona ASME Y14.5 1994 como estándar GD&T, ya no se obtiene un único valor medido, sino los valores mínimo y máximo. La única diferencia real es la manera en la que se presenta la información; los límites de tolerancia y la conformidad no se ven afectados. Para obtener más información, descargue el documento "ProfileReporting_Handout_V2" del repositorio de base de conocimientos de PC-DMIS.

Reglas de validez

Todos los elementos de entrada (considerados y de dátum) deben tener valores y formas nominales especificados correctos. De este modo se garantiza que PC-DMIS calcule los valores medidos correctamente y que el comando de tolerancia identifique correctamente los grados de libertad optimizables.

Opciones expuestas

Varios tipos de elementos exponen una opción ITERARYPERFORAR. Estos elementos son puntos, escaneados, elipses, muescas, ranuras y conjuntos (excepto los elementos automáticos de perfil 2D de Vision y los elementos de punto de borde) cuando hay un modelo de CAD disponible. Cuando está disponible, PC-DMIS establece la opción ITERARYPERFORAR en SÍ por omisión. Lo hace para garantizar que el centro de la zona de tolerancia sea la superficie del modelo de CAD. Cuando la opción no está disponible o cuando NO se ha seleccionado, esos tipos de elementos crean una zona de tolerancia planar independiente para cada punto medido. La zona se define según el punto teórico y el vector asociados con ese punto medido. Esto se denomina aproximación "planar cuasilineal", que es extremadamente útil en muchos casos. Es poco útil en estos casos:

- Si la alineación usada para buscar nominales es considerablemente distinta del marco de referencia de dátum optimizado.
- Si los datos medidos incluyen esquinas afiladas o radios.

Debido al comportamiento poco útil en ocasiones de la aproximación planar cuasilineal, en la mayor parte de los casos recomendamos utilizar un modelo de CAD y mantener la opción ITERARYPERFORAR establecida en SÍ. En algunas circunstancias, tiene sentido establecerla en NO si el tiempo de cálculo es demasiado largo. Si lo establece en NO, suele mejorar la velocidad de cálculo, pero tendrá que asegurarse de que la aproximación planar cuasilineal sea una buena aproximación.

Las líneas, los círculos y las anchuras no exponen la opción ITERARYPERFORAR porque el comando de tolerancia geométrica representa internamente las zonas de tolerancia de manera exacta. No es posible utilizar la aproximación planar cuasilineal para esos tipos de elemento. En cambio, los elementos automáticos de perfil 2D de Vision, los elementos de punto de borde y los escaneados formados por elementos de punto de borde y los elementos de conjunto contruidos de "filtro de ajuste" no exponen las opciones ITERARYPERFORAR porque siempre usan la aproximación planar cuasilineal.

Cuando no se hace referencia a ningún dátum, la opción de plano de trabajo sirve como un dátum que define el plano de la sección transversal y define los grados optimizables de libertad. Puede establecerse en Z+, Z-, X+, X-, Y+ o Y-.

Cuando al menos un elemento de dátum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de dátum controla cómo se calculan los dátums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de dátum.

Para obtener más información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".

Cuando no hay ningún elemento de dátum, el tipo de cálculo de zona de tolerancia controla cómo se optimizan los puntos de superficie medidos en sus zonas de tolerancia respectivas:

POR OMISIÓN: Efectúa un mejor ajuste de zona mínima (también llamado de mínimo y máximo). Este mejor ajuste busca la zona de tolerancia más pequeña que contiene los puntos de superficie. Por lo tanto, la opción **POR OMISIÓN** genera el valor medido más pequeño para evaluar el perfil de una línea. Desde el punto de vista matemático también es muy parecido a la especificación, porque, si se miden los puntos con mucha densidad y alta precisión, el valor medido se aproxima mucho al valor real.

LSQ: Efectúa un mejor ajuste de cuadrados mínimos. Minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones al centro de la zona. Esta opción genera un valor medido más alto (es más conservadora que la opción **POR OMISIÓN**). Sin embargo, en general, esta opción calcula a mayor velocidad.

Segmentos inferiores del perfil compuesto de una línea

Una tolerancia de perfil de una línea con varios segmentos se denomina "perfil compuesto de una línea". El primer segmento (o el segmento superior) de una tolerancia de perfil de una línea es igual que un perfil de segmento individual de una línea tal como se describe al principio de este tema. Todos los segmentos inferiores de un perfil compuesto de una línea presentan sutiles diferencias. Esto se debe a que las zonas de tolerancia han desbloqueado la traslación con respecto al marco de referencia de dátum. Sin embargo, las zonas de tolerancia permanecen ubicadas y orientadas nominalmente las unas respecto a las otras.

Los marcos de referencia de dátum de los segmentos inferiores de un perfil compuesto de una línea siguen estas reglas:

- Cada marco de referencia de dátum debe usar únicamente los mismos dátums que el marco de referencia superior.
- Los dátums deben estar en el mismo orden.
- Los dátums deben tener los mismos modificadores.
- Un segmento inferior puede tener menos dátums que el segmento superior.

Tolerancias de perfil de una línea por unidad

Cuando la tolerancia de perfil de una línea no tiene ningún dátum, se muestra una casilla de verificación **Por unidad**. Si selecciona esta casilla de verificación, el perfil de una línea tiene dos segmentos. El primer segmento (superior) es el perfil total de una línea se describía anteriormente. El segmento inferior es el perfil por unidad de una línea, que define una longitud de unidad. Las tolerancias por unidad controlan la forma de cada unidad posible del elemento con tolerancia.

Desde un punto de vista conceptual, toda la sección transversal de superficie se divide en un número infinito de longitudes de unidad superpuestas.

Valor real:





Cada una de las unidades infinitas tiene su propio valor real. En el caso del elemento entero, se trata del valor real de la peor unidad.

Valores medidos:

Un número muy elevado de unidades superpuestas contienen subconjuntos de los puntos medidos. Para cualquier unidad determinada, el valor medido es la desviación máxima menos la desviación mínima, donde las desviaciones se han calculado con el perfil total de una línea. El valor medido de todo el elemento es el valor medido de la peor unidad.

Informe

A continuación se muestra un informe de una tolerancia de perfil de una línea unidad. La etiqueta superior corresponde al perfil total de una línea y la etiqueta inferior corresponde al perfil de una línea por unidad.

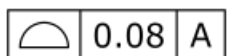
FCFPROF3		MM	 0.2		LSQ	ASME Y14.5 2018	
Feature	NOMINAL	+TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL	
CIR1	0.000	0.200	0.754	-0.161	-0.377	0.554	
FCFPROF3		MM	 0.05/5		LSQ	ASME Y14.5 2018	
Feature	NOMINAL	+TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL	
CIR1	0.000	0.050	0.167	0.083	-0.083	0.117	

Perfil de una superficie

Introducción

Una especificación de perfil de una superficie controla cuánto se pueden desviar las secciones transversales de las superficies de los elementos con respecto a las formas nominales, que están ubicadas y orientadas con respecto a cero o más dátums.

Usar tolerancias geométricas



Para esta tolerancia geométrica, estos tres aspectos funcionan a la vez:

- Los datos de superficie de cada elemento considerado
- La forma nominal de cada elemento considerado y cada zona de tolerancia resultante
- Los elementos de datum (si alguno está referenciado)

Para evaluar esta tolerancia, PC-DMIS optimiza los datos de superficie de cada elemento en su zona de tolerancia respectiva. El proceso de optimización respeta las restricciones que cada datum impone. Con varios elementos considerados, el proceso de optimización considera simultáneamente esos elementos. De esta manera ajusta todos los elementos con tolerancia a sus zonas de tolerancia a la vez.

Tipos de elemento permitidos

Puede utilizar los tipos de elementos siguientes si tienen datos de superficie:

cilindros, esferas, anchuras 3D y 1D, escaneados, planos, conos, conjuntos y toros.

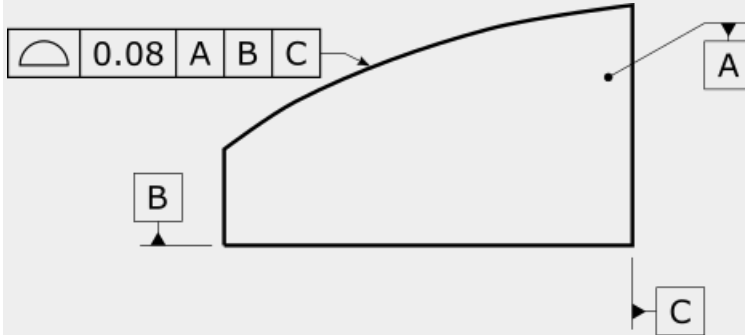
Cuando no hay ningún datum referenciado, no hay ninguna opción de plano de trabajo. En ocasiones, los datos medidos solo se han medido en una sección transversal. Este suele ser el caso cuando se ha especificado un perfil de una superficie con respecto a ningún datum, pero la superficie es demasiado reducida para medir más que una sección transversal. En ese caso, el comando de tolerancia geométrica detecta automáticamente el plano de trabajo de la sección transversal. También usa ese plano de trabajo como datum principal invisible para restringir los grados de libertad a ese plano de trabajo.

Zonas de tolerancia y modificadores permitidos

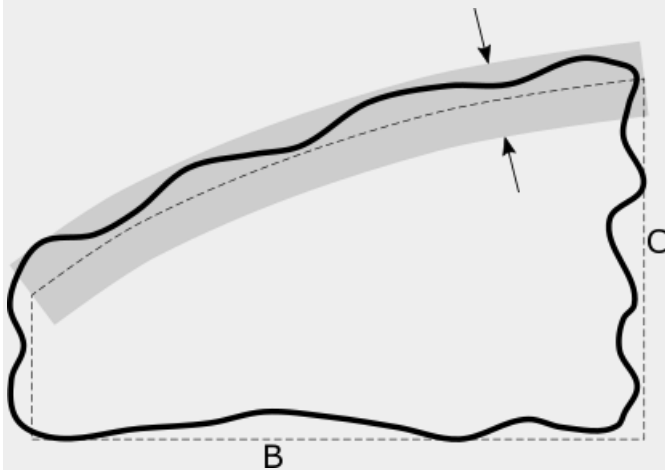
La zona de tolerancia se basa en la superficie nominal del elemento. Por omisión (sin modificadores), la zona de tolerancia es bilateral igual. Esto significa que la mitad del valor de tolerancia está en cada lado de la superficie nominal:



Supongamos que tiene esta especificación de superficie:

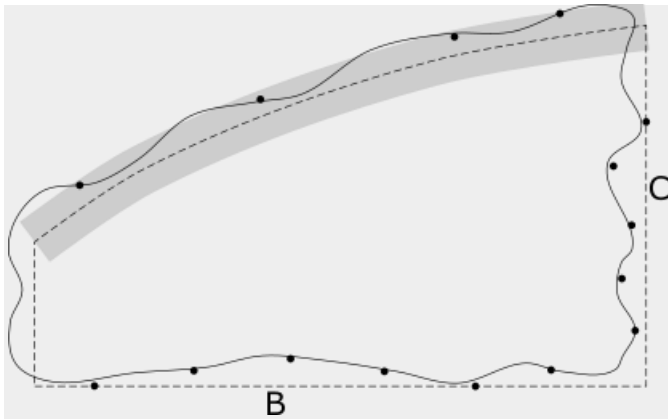


Con la especificación anterior, el valor real se ve así:



Puesto que no hay modificadores, la zona de tolerancia está centrada en la superficie nominal, que está orientada y ubicada nominalmente con respecto a cada datum. La línea sólida indica la superficie real, las líneas discontinuas representan las superficies nominales (incluidos los dátums reales) y el área sombreada en gris representa la zona de tolerancia de tamaño mínimo centrada en la superficie nominal que contienen la superficie real.

El valor medido (con el cálculo de datum **POR OMISIÓN**) se ve así:



El centro de la zona de tolerancia medida sigue siendo la superficie nominal, que está orientada y ubicada nominalmente con respecto a cada dátum medido. En este caso, los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente y, por ello, el valor medido es menor que el valor real.

Los modificadores pueden cambiar la naturaleza de la zona de tolerancia. A partir de ASME Y14.5 2009, PC-DMIS admite el modificador \textcircled{U} (perfil distribuido sin equidistancia) y, a partir de ASME Y14.5 2018, PC-DMIS admite el modificador Δ (perfil dinámico). Conforme a la norma ISO 1101, PC-DMIS admite el modificador UZ (offset de zona de tolerancia especificado) y el modificador OZ (offset de zona de tolerancia linear sin especificar). Aunque no son equivalentes, los modificadores \textcircled{U} y UZ tienen una funcionalidad similar. Aplican un offset al centro de la zona de tolerancia con respecto a la superficie nominal. De la misma manera, los modificadores Δ y OZ tienen una funcionalidad similar. Permiten que el centro de la zona de tolerancia avance en la dirección positiva o negativa del material. Estos modificadores no existían en ASME Y14.5 1994, aunque sí que se admitía el concepto de una zona de tolerancia distribuida sin equidistancia. Solía especificarse gráficamente en la impresión con líneas de puntos que mostraban el alcance de la tolerancia dentro y fuera del material. Por lo tanto, cuando se selecciona ASME Y14.5 1994 como estándar GDT para la rutina de medición de PC-DMIS, debe introducir tanto las tolerancias superiores como las inferiores al crear el marco de control de elementos. PC-DMIS notificará, a continuación, las desviaciones máxima y mínima que se comparan con los valores de tolerancia superior e inferior para evaluar la conformidad.



El perfil heredado incluye una opción "solo la forma" que solo permite introducir una tolerancia única positiva. Para lograr el mismo comportamiento utilizando un comando de perfil de tolerancia geométrica conforme con ASME Y14.5 1994, debe dividir la tolerancia permisible a la mitad e introducirla como valores bilaterales iguales.

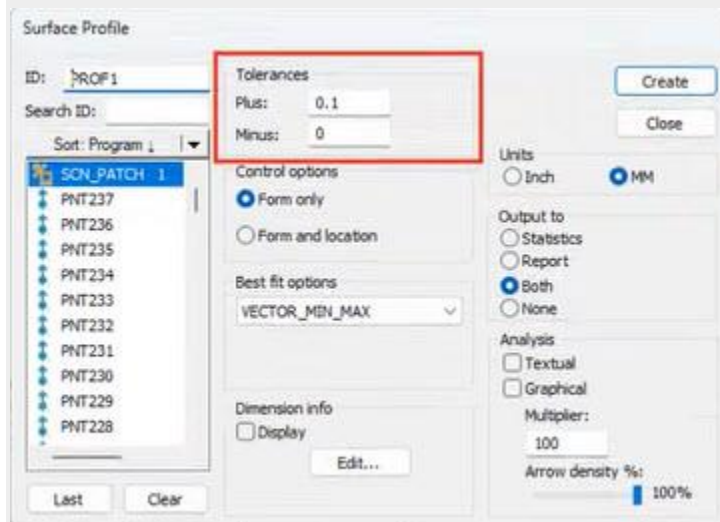
Los ejemplos siguientes muestran las diferencias entre el perfil de superficie heredado y el perfil de tolerancia geométrica de un comando de superficie. Aunque los ejemplos no son para el perfil de superficie, las reglas son idénticas para el perfil de línea.

Haga clic en el enlace siguiente para mostrar ejemplos de la definición, el resultado y el informe de un perfil de superficie heredado:

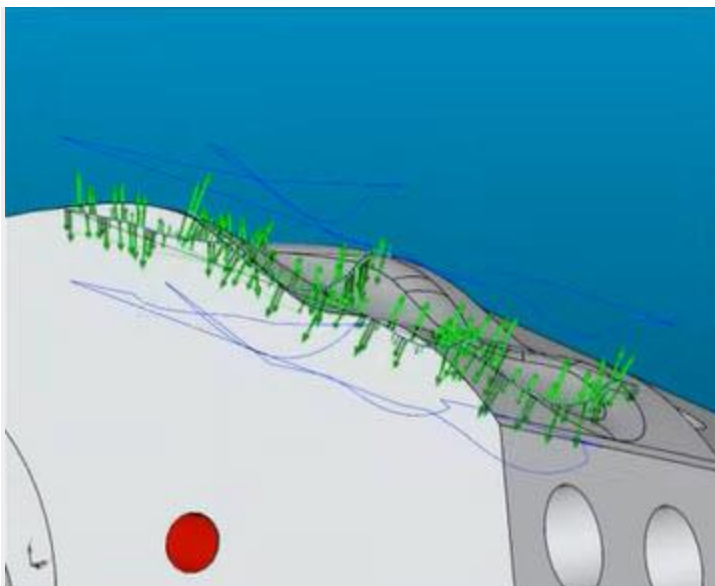
Ejemplo de perfil de superficie heredado, solo la forma



El ejemplo siguiente muestra un cuadro de diálogo Perfil de superficie con una definición Solo la forma:



Ejemplo de un cuadro de diálogo Perfil de superficie heredado definido solo para la forma con una tolerancia superior de 0,1 y una tolerancia inferior de 0.



Ejemplo de los resultados después de ejecutar el comando heredado.

	MM	PROF1 - SCN_PATCH FORMONLY VECTOR_MIN_MAX					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
M	0.000000	0.100000	0.000000	0.071202	0.035601	-0.035601	0.000000

Ejemplo del posible aspecto que puede tener la versión heredada del informe.

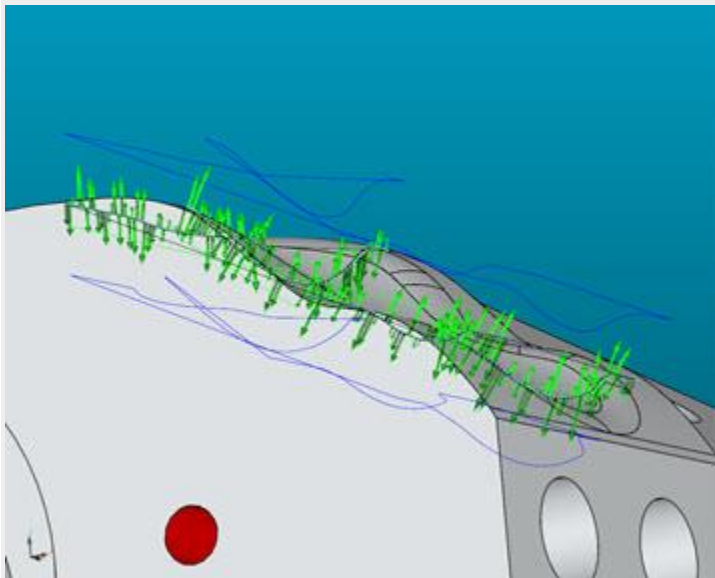
Haga clic en los enlaces siguientes para visualizar ejemplos correctos e incorrectos de las definiciones, los resultados y los informes de un perfil de tolerancia geométrica de una superficie:

Ejemplo de perfil de tolerancia geométrica de una superficie conforme con ASME Y14.5 - 1994 definido correctamente


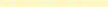
En este ejemplo, el perfil de tolerancia geométrica de una superficie utiliza un valor de tolerancia superior e inferior de +/-0,05:



Ejemplo de un cuadro de diálogo Tolerancia geométrica definido correctamente para el perfil de una superficie utilizando el estándar ASME Y14.5 - 1994.



Ejemplo de los resultados después de ejecutar un comando Tolerancia geométrica definido correctamente.

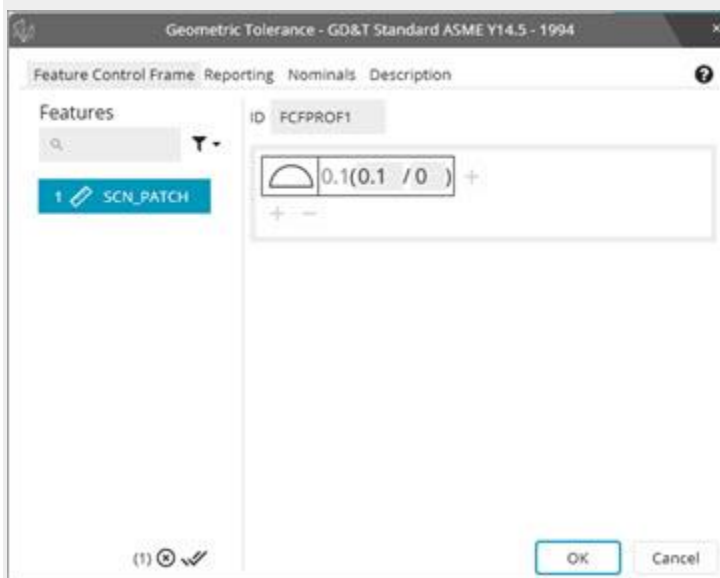
FCFPROF1	MM	 0.1	DEFAULT	ASME Y14.5 - 1994			
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
SCN_PATCH	0.000000	0.050000	0.050000	0.071202	0.035601	-0.035601	0.000000 

Ejemplo del posible aspecto que puede tener la versión de Tolerancia geométrica del informe de un comando definido correctamente.

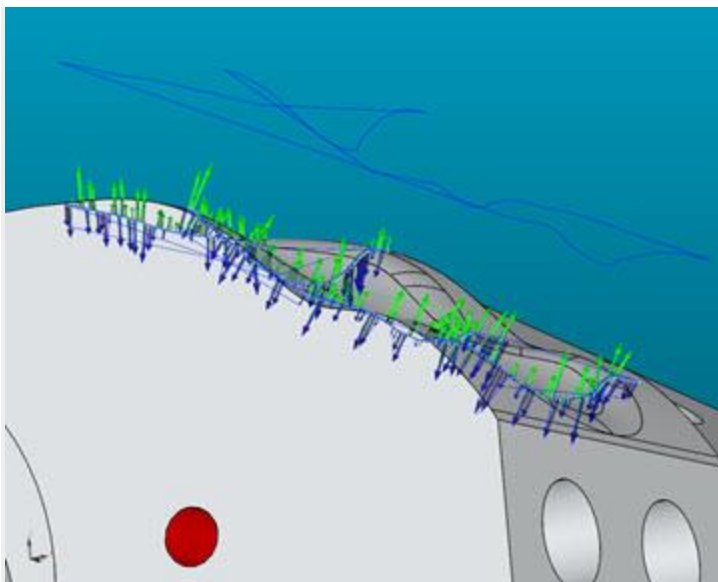
Ejemplo de perfil de tolerancia geométrica de una superficie conforme con ASME Y14.5 - 1994 definido incorrectamente



En este ejemplo, el perfil de tolerancia geométrica de una superficie utiliza incorrectamente un único valor de tolerancia superior de 0,1: Esto genera una zona de tolerancia desigual que hace que todas las desviaciones negativas queden fuera de tolerancia.



Ejemplo de un cuadro de diálogo Tolerancia geométrica definido incorrectamente para el perfil de una superficie utilizando el estándar ASME Y14.5 - 1994.



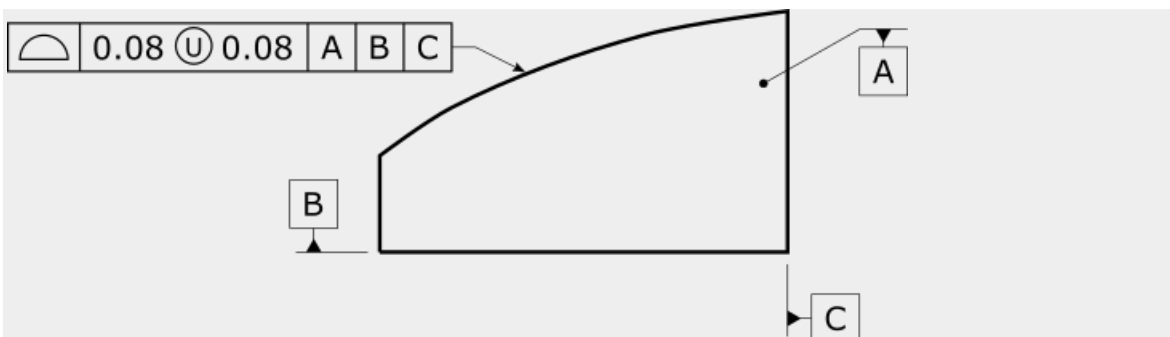
Ejemplo de los resultados después de ejecutar un comando Tolerancia geométrica definido incorrectamente.

FCFPROF1		MM	0.1		DEFAULT	ASME Y14.5 - 1994	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
SCN_PATCH	0.000000	0.100000	0.000000	0.086446	0.036446	-0.036446	0.000000

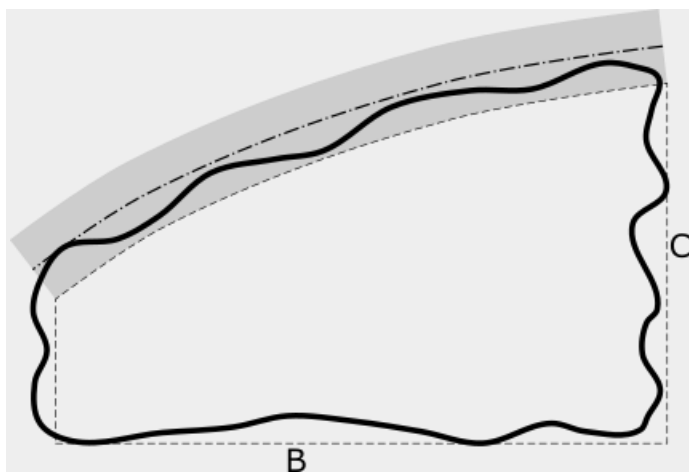
Ejemplo del posible aspecto que puede tener la versión de Tolerancia geométrica del informe de un comando definido incorrectamente.



Supongamos que tiene la especificación de modificador \textcircled{U} que se muestra a continuación. La especificación ISO equivalente sería 0,08 UZ+0,04.

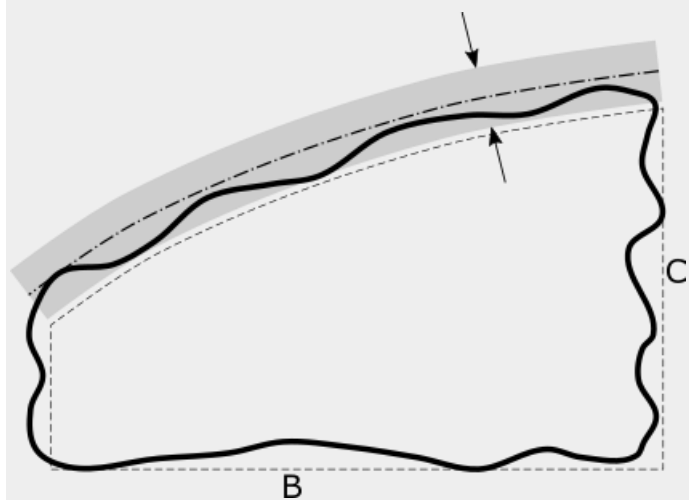


Con la especificación anterior, la zona de tolerancia especificada se ve así:



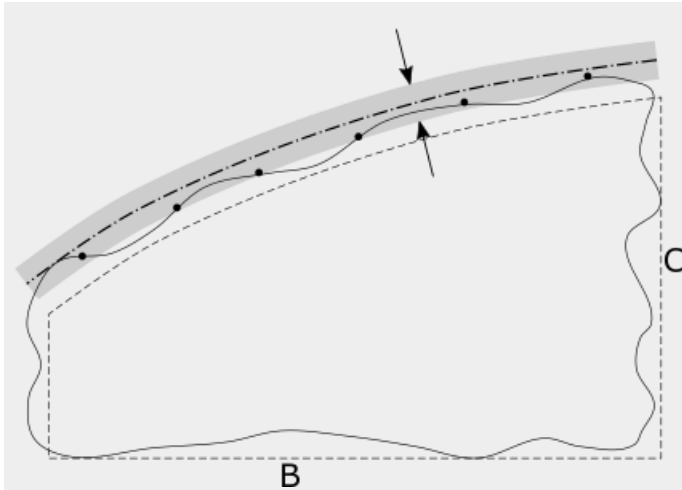
Puesto que es la zona de tolerancia especificada, la zona de tolerancia no está minimizada, por lo que no representa el valor real. El centro de la zona de tolerancia es un offset con respecto a la superficie nominal y se muestra en la línea discontinua de rayas y puntos.

El valor real se ve así:



El centro de la zona de tolerancia sigue siendo el mismo (offset de 0,04 respecto del nominal en este caso), pero la zona se minimiza hasta que contiene solamente la superficie real.

El valor medido (con el cálculo de dátum **POR OMISIÓN**) se ve así:




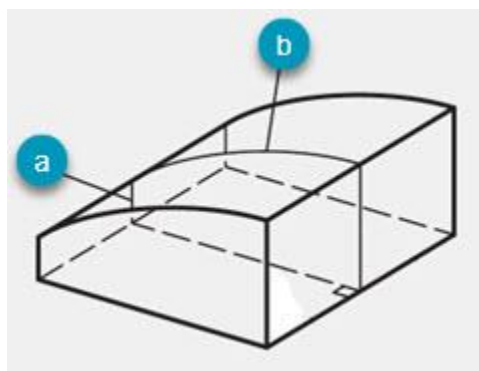
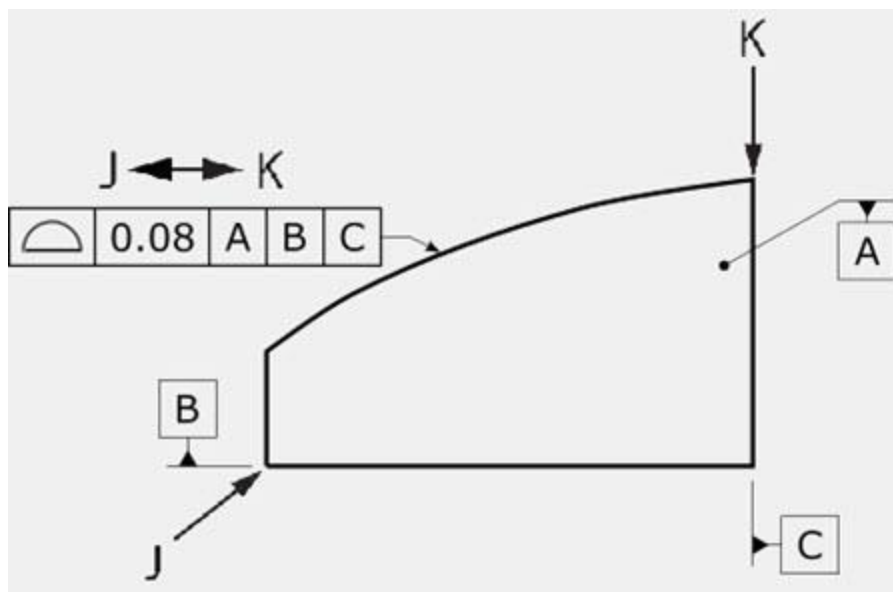
El centro de la zona de tolerancia sigue siendo el mismo (offset de 0,04 respecto del nominal en este caso), pero la zona se minimiza alrededor de ese centro hasta que contiene solamente los puntos de superficie medidos. En este caso, los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente y, por ello, el valor medido es menor que el valor real.

Puede serle de utilidad recordar que el valor medido equivale al doble del valor absoluto de la peor desviación, medido desde el centro de la zona de tolerancia.

Perfil Entre, perfil Alrededor y perfil En toda la pieza


Perfil Entre

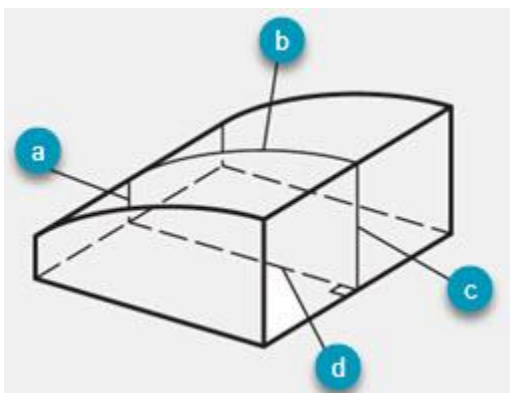
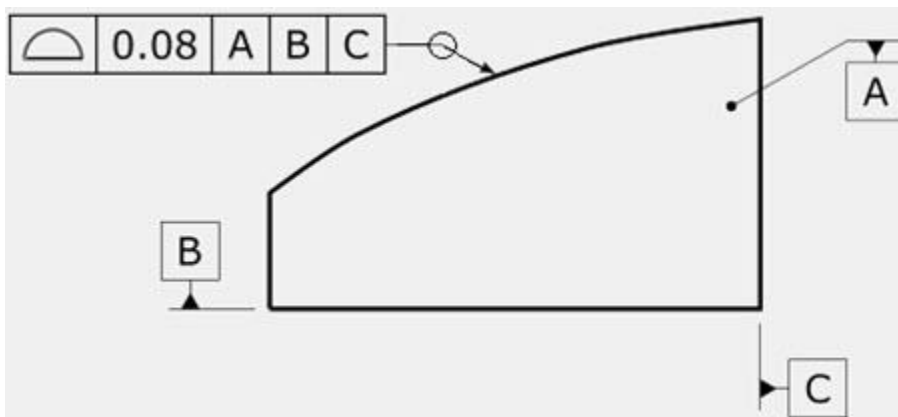
El símbolo **Entre**  se utiliza entre dos letras mayúsculas para identificar la extensión de la superficie con tolerancias. La superficie consta de todos los puntos de la superficie desde la superficie indicada mediante la primera letra (inicio) y finaliza con la superficie indicada mediante la segunda letra (fin). Esto incluye todos los segmentos y áreas entre estas áreas indicadas con letras, como se muestra a continuación.



El perfil Entre se aplica únicamente a las superficies indicadas por la orientación de la vista o el plano de recopilación, entre los puntos de inicio y fin especificados.


Perfil Alrededor

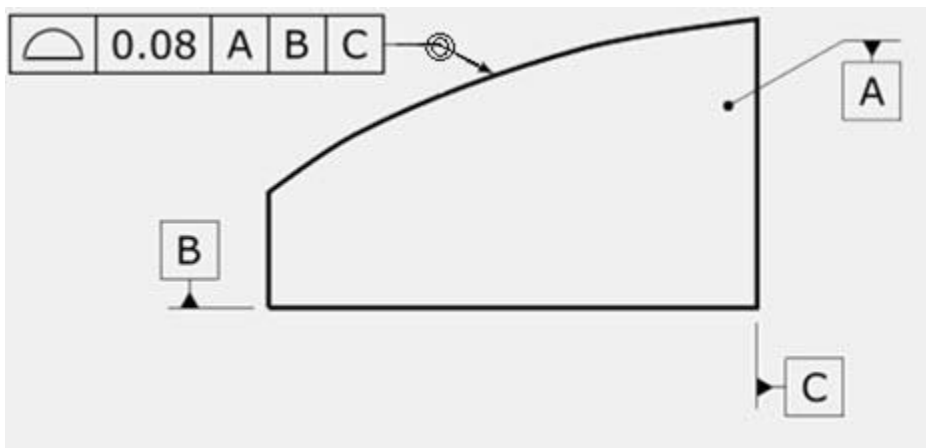
El perfil Alrededor se aplica a los contornos de las secciones transversales de una pieza o a todos los elementos representados mediante un contorno cerrado. Se indica mediante el símbolo circular **Alrededor**  colocado en la intersección de la línea de puntos y la línea de referencia del indicador de tolerancia, como se muestra a continuación.

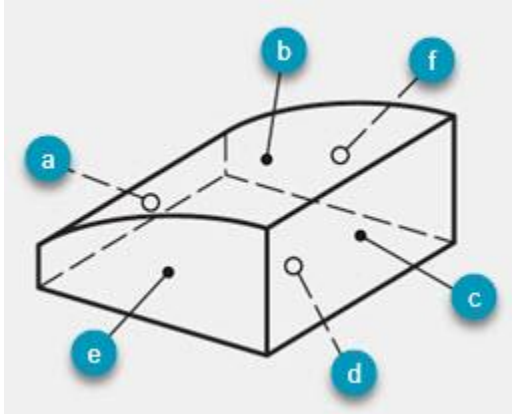


El perfil Alrededor se aplica únicamente a las superficies indicadas por la orientación de la vista o el plano de recopilación, no a toda la pieza.

Perfil En toda la pieza

El perfil En toda la pieza se aplica a todos los elementos que integran una pieza de trabajo y se indica mediante un símbolo formado por dos círculos concéntricos  colocado en la intersección de la línea de puntos y la línea de referencia del indicador de tolerancia, como se muestra a continuación.





El perfil En toda la pieza se aplica a todas las superficies de toda la pieza y es tridimensional.

Resumen

No se puede seleccionar un símbolo de perfil Entre, Alrededor o En toda la pieza en el constructor de marcos de control de elementos del comando de tolerancia geométrica porque no forman parte del marco de control de elementos. En lugar de ello, para utilizar el comando de tolerancia geométrica a fin de evaluar el perfil Entre, Alrededor o En toda la pieza, debe utilizar la estrategia de medición correcta. Debe medir todas las superficies aplicables, como las que se tratan como un solo elemento. La manera más fácil de hacerlo es con una serie de comandos Escaneado de línea abierta en el caso del perfil Entre o con una serie de comandos Escaneado de línea cerrada en el caso del perfil Alrededor o En Toda la pieza.

Otro método consiste en crear una serie de elementos automáticos (uno para cada superficie). Todos los escaneados o elementos automáticos que pertenezcan a las superficies que se vayan a evaluar deben combinarse a continuación en un solo conjunto de elementos construido.

- En el caso del perfil Entre, el conjunto de elementos construido representaría la extensión total de todas las superficies que van desde el punto indicado con la letra inicial hasta el punto indicado con la letra final.
- En el caso del perfil Alrededor, el conjunto de elementos construido representaría la extensión total de todas las superficies que se extienden alrededor de la pieza o el contorno cerrado.
- En el caso del perfil En toda la pieza, el conjunto de elementos construido representaría la extensión total de todas las superficies exteriores de toda la pieza.

Debe utilizar un solo perfil de un comando de superficie que haga referencia al conjunto de elementos construido establecido como elemento considerado para evaluar cualquiera de estos requisitos.

Valor real y valor medido

Las zonas de tolerancia de perfil tienen un centro definido. También tienen un mecanismo para aumentar o reducir la zona alrededor de ese centro hasta que envuelva la superficie real.

Valor real:

Cada elemento considerado tiene su propio valor real. Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene la superficie real. La zona está orientada nominalmente a cada dátum real, con algunas excepciones que se detallan en "Cómo resuelve PC-DMIS los dátums".

Si tiene más de un elemento considerado y el marco de referencia de dátum no está totalmente restringido, el procedimiento de optimización debe ajustar simultáneamente todas las superficies de los elementos en sus zonas de tolerancia respectivas, si es posible.

Valor medido:

Cada elemento considerado tiene su propio valor medido. Se trata de la zona de tolerancia más pequeña que contiene los puntos de superficie medidos. La zona está orientada nominalmente a cada dátum medido, con algunas excepciones que se detallan en "Cómo resuelve PC-DMIS los dátums".

Si tiene más de un elemento considerado y el marco de referencia de dátum no está totalmente restringido, el procedimiento de optimización de PC-DMIS ajusta simultáneamente los puntos de superficie de todos los elementos a sus zonas de tolerancia respectivas. Lo hace de una manera proporcional. Esto garantiza que todos los elementos con tolerancia se ajusten a sus zonas de tolerancia respectivas si eso es posible.



ASME Y14.5 2009 y ASME Y14.5 2018 utilizan el estándar de cálculo ASME Y14.5.1 2019, que define el valor real de una tolerancia de perfil como único valor medido, igual a dos veces la desviación más lejana con respecto al nominal. ASME Y14.5 1994 utiliza el estándar de cálculo ASME Y14.5.1M-1994, que define el valor real de una tolerancia de perfil como desviación mínima y máxima con respecto al nominal. La medición de perfil se define como la desviación más lejana con respecto al nominal en cada lado, dentro del material y fuera del material. Esto significa que, cuando se selecciona ASME Y14.5 1994 como estándar GD&T, ya no se obtiene un único valor medido, sino los valores mínimo y máximo. La única diferencia real es la manera en la que se presenta la información; los límites de tolerancia y la conformidad no se ven afectados. Para obtener más información, descargue el documento "ProfileReporting_Handout_V2" del repositorio de base de conocimientos de PC-DMIS.

Reglas de validez

Todos los elementos de entrada (considerados y de dátum) deben tener valores y formas nominales especificados correctos. De este modo se garantiza que PC-DMIS calcule los valores medidos correctamente y que el comando de tolerancia identifique correctamente los grados de libertad optimizables.

Opciones expuestas

Varios tipos de elementos exponen una opción ITERARYPERFORAR. Esos elementos son puntos, escaneados, conjuntos y toros (excepto los elementos automáticos de perfil 2D de Vision y los elementos de punto de borde) cuando hay un modelo de CAD disponible. Cuando está disponible, la opción está establecida en SÍ por omisión, porque eso garantiza que el centro de la zona de tolerancia sea la superficie del modelo de CAD. Cuando la opción no está disponible o cuando NO se ha seleccionado, esos tipos de elementos crean una zona de tolerancia planar independiente para cada punto medido, definida por el punto teórico y el vector asociado con ese punto medido. Esto se denomina aproximación "planar cuasilineal", que es extremadamente útil en muchos casos. Es poco útil en estos casos:

- Si la alineación usada para buscar nominales es considerablemente distinta del marco de referencia de dátum optimizado.
- Si los datos medidos incluyen esquinas afiladas o radios.

Debido al comportamiento poco útil en ocasiones de la aproximación planar cuasilineal, en la mayor parte de los casos recomendamos utilizar un modelo de CAD y mantener la opción ITERARYPERFORAR establecida en SÍ. En algunas

circunstancias, tiene sentido establecerla en NO si el tiempo de cálculo es demasiado largo. Si la establece en NO de esta manera, suele mejorar la velocidad de cálculo, pero tendrá que asegurarse de que la aproximación planar cuasilineal sea una buena aproximación.

Los cilindros, las esferas, las anchuras, los planos y los conos no exponen la opción ITERARYPERFORAR porque el comando de tolerancia geométrica representa internamente las zonas de tolerancia de manera exacta. No es posible utilizar la aproximación planar cuasilineal para esos tipos de elemento. En cambio, los elementos automáticos de perfil 2D de Vision, los elementos de punto de borde, los escaneados formados por elementos de punto de borde y los elementos de conjunto contruidos de "filtro de ajuste" no exponen las opciones ITERARYPERFORAR porque siempre usan la aproximación planar cuasilineal.

Cuando al menos un elemento de datum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de datum controla cómo se calculan los dátums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de datum.

Para obtener más información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".

Cuando no hay ningún elemento de datum, el tipo de cálculo de zona de tolerancia controla cómo se optimizan los puntos de superficie medidos en sus zonas de tolerancia respectivas:

POR OMISIÓN: Efectúa un mejor ajuste de zona mínima (también llamado de mínimo y máximo). Este mejor ajuste busca la zona de tolerancia más pequeña que contiene los puntos de superficie. Por lo tanto, la opción **POR OMISIÓN** genera el valor medido más pequeño para evaluar el perfil de una superficie. Desde el punto de vista matemático también es muy parecido a la especificación, porque, si se miden los puntos con mucha densidad y alta precisión, el valor medido se aproxima mucho al valor real.

LSQ: Efectúa un mejor ajuste de cuadrados mínimos. Minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones al centro de la zona. Esta opción genera un valor medido más alto (es más conservadora que la opción **POR OMISIÓN**). Sin embargo, en general, esta opción calcula a mayor velocidad.

Segmentos inferiores del perfil compuesto de una superficie

Una tolerancia de perfil de una superficie con varios segmentos se denomina "perfil compuesto de una superficie". El primer segmento (o el segmento superior) de una tolerancia de perfil de una superficie es igual que un perfil de segmento individual de una superficie tal como se describe al principio de este tema. Todos los segmentos inferiores de un perfil compuesto de una superficie presentan sutiles diferencias. Esto se debe a que las zonas de tolerancia han desbloqueado

Usar tolerancias geométricas

la traslación con respecto al marco de referencia de dátum. Sin embargo, las zonas de tolerancia permanecen ubicadas y orientadas nominalmente las unas respecto a las otras.

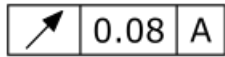
Los marcos de referencia de dátum de los segmentos inferiores de un perfil compuesto de una superficie siguen estas reglas:

- Cada marco de referencia de dátum debe usar únicamente los mismos dátums que el marco de referencia superior.
- Los dátums deben estar en el mismo orden.
- Los dátums deben tener los mismos modificadores.
- Un segmento inferior puede tener menos dátums que el segmento superior.

Descentramiento circular

Introducción

Una especificación de descentramiento circular controla cuánto pueden desviarse las secciones transversales del elemento con respecto a círculos perfectos centrados en algún eje de dátum.

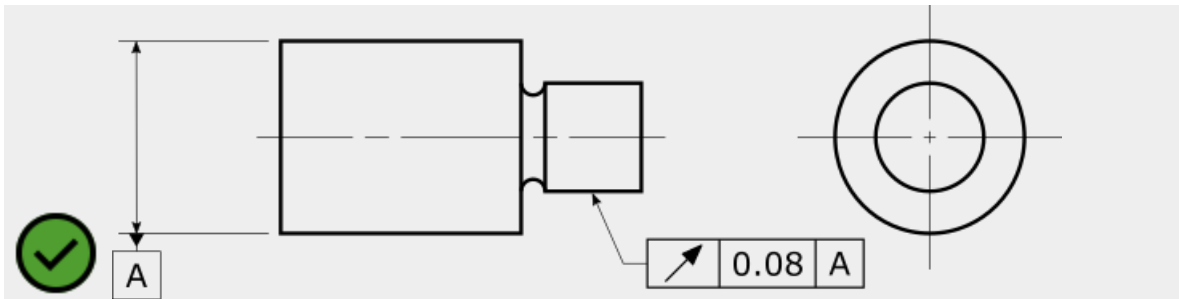


Valor real:

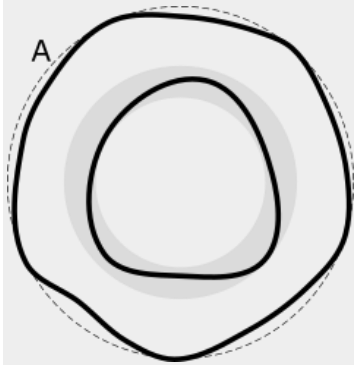
Para una sección transversal, es la distancia mínima entre dos círculos. Estos círculos están centrados en el eje de dátum y tienen una orientación perpendicular a este. Contienen la sección transversal entera entre ellos.

En un elemento entero, este es el peor valor real de todas las secciones transversales.

Supongamos que tiene esta especificación de descentramiento circular:

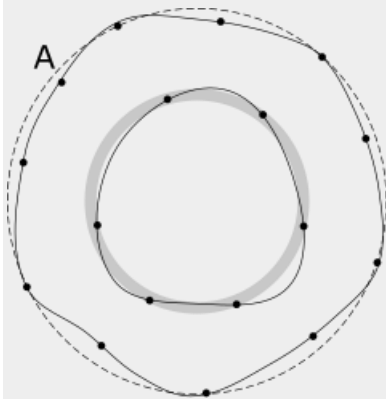


Con la especificación anterior, el valor real de una de las secciones transversales se ve así:



La superficie real de la pieza corresponde a la línea continua, el dátum real corresponde a la línea discontinua y la zona de tolerancia más pequeña que contiene la superficie de la sección transversal se muestra en el área sombreada. La zona de tolerancia es exactamente coaxial con respecto al eje de dátum real. El valor real para el elemento entero es el peor valor real de todas las secciones transversales.

Por último, el valor medido (con el cálculo de dátum POR OMISIÓN) para una de las secciones transversales se ve así:



La zona de tolerancia medida es exactamente coaxial con respecto al eje de dátum medido. En este caso, los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente y, por ello, el valor medido es menor que el valor real. El valor medido para el elemento entero sería el peor valor medido de todas las secciones transversales.

Tipos de elemento permitidos

Puede utilizar elementos circulares, cilíndricos, cónicos o planares que tengan datos de superficie. Para obtener información detallada sobre los círculos, los cilindros, los conos y los planos que tienen datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie". Estos elementos deben ser concéntricos nominalmente con el eje de dátum.

Elementos circulares

Esta tolerancia geométrica interpreta los elementos circulares como una única sección transversal.

Valor medido:

Es la distancia entre dos círculos. Los círculos contienen todos los puntos medidos entre ellos. Los círculos están centrados en el eje de dátum y tienen una orientación perpendicular a este.

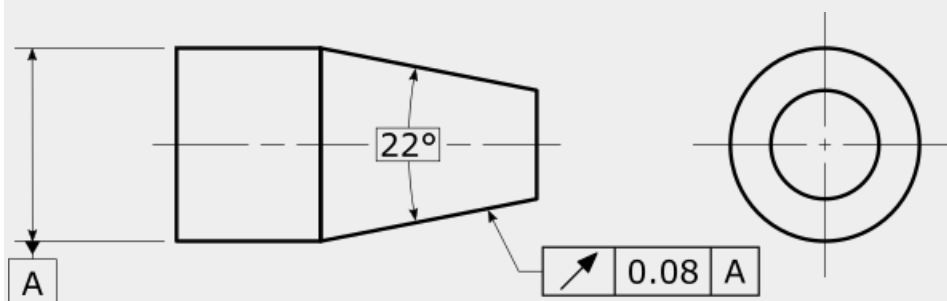
Normalmente, los dos círculos son coplanares. Esto significa que la superficie tiene un ángulo cónico de cero. Sin embargo, la opción "semiángulo del cono" del comando le permite especificar una superficie cónica. En ese caso, PC-DMIS inclina los dos círculos de manera que la zona de tolerancia sea perpendicular a la superficie nominal. El semiángulo del cono representa el ángulo de la superficie nominal, no de la zona de tolerancia.

- En los círculos exteriores, los ángulos positivos significan que el vector del círculo señala hacia el vértice del cono y los ángulos negativos significan que el vector del círculo señala en dirección contraria al vértice del cono.
- En los círculos interiores, los ángulos positivos significan que el vector del círculo señala en dirección contraria al vértice del cono y los ángulos negativos significan que el vector del círculo señala hacia el vértice del cono.

Estas convenciones para interior y exterior se eligieron para representar los valores por omisión habituales. Lo más frecuente es que los vectores de los círculos exteriores señalen hacia el vértice del cono —el caso del ángulo positivo. Además, lo más frecuente es que los vectores de los círculos interiores señalen en dirección contraria al vértice del cono —el caso del ángulo negativo.



Supongamos que tiene la especificación siguiente y decide medir el cono como una serie de círculos (aunque recomendamos utilizar un elemento de cono):



En ese caso, los círculos son exteriores, lo que significa que, si el vector del círculo señala hacia la derecha (hacia el vértice del cono), el semiángulo del cono debe establecerse en $+11^\circ$. Si el vector del círculo señala hacia la izquierda (en dirección contraria al vértice del cono), el semiángulo del cono debe establecerse en -11° .

Elementos cilíndricos

Esta tolerancia geométrica divide los datos de un elemento cilíndrico en varias secciones transversales. La tolerancia evalúa el descentramiento en cada sección transversal. Para aumentar al máximo las posibilidades de encontrar la peor sección transversal real, le recomendamos medir el cilindro con muchas secciones transversales.

Valor medido:

En el elemento entero, es el valor medido de la peor sección transversal. Si no midió los datos medidos en las secciones transversales, PC-DMIS muestra un error.

Elementos cónicos

Esta tolerancia geométrica divide los datos de un elemento cónico en varias secciones transversales. La tolerancia evalúa el descentramiento en cada sección transversal. Orienta cada zona de tolerancia como perpendicular a la superficie nominal. Para aumentar al máximo las posibilidades de encontrar la peor sección transversal real, le recomendamos medir el cono con muchas secciones transversales.

Valor medido:

En el elemento entero, es el valor medido de la peor sección transversal. Si no

Usar tolerancias geométricas

midió los datos medidos en las secciones transversales, PC-DMIS muestra un error.

Elementos planares

Esta tolerancia geométrica divide los datos de un elemento planar en una o varias secciones circulares alrededor del eje de datum. La tolerancia orienta cada zona de tolerancia como perpendicular a la superficie nominal. Para aumentar al máximo las posibilidades de encontrar la peor sección circular real, le recomendamos medir el plano con muchas secciones circulares

Valor medido:

En el elemento entero, es el valor medido de la peor sección circular. Si no midió los datos medidos en las secciones circulares que rodean al eje de datum, PC-DMIS muestra un error.

Reglas de validez

El marco de referencia de datum debe establecer un eje de datum claro.

Modificadores permitidos

Ninguno. La tolerancia geométrica no permite modificadores.

Opciones expuestas

En los elementos circulares, la opción "semiángulo del cono" permite que el círculo represente una sección transversal de una superficie cónica, en lugar de una superficie cilíndrica. De esta manera se ajusta la orientación de la zona de tolerancia. Tanto los semiángulos del cono positivos como negativos tienen sentido, lo que le permite controlar si la dirección de apertura del cono nominal es paralela o antiparalela al vector del círculo nominal.


En los círculos interiores con semiángulos de cono positivos, el vector del círculo señala desde los diámetros menores del cono hacia los diámetros mayores del cono. Los semiángulos de cono negativos hacen lo opuesto. Esta convención se eligió porque hace que los ángulos positivos sean el caso más habitual para la mayoría de los usuarios.

En los círculos exteriores con semiángulos de cono positivos, el vector del círculo señala desde los diámetros mayores del cono hacia los diámetros menores del cono. Los semiángulos de cono negativos hacen lo opuesto. Esta convención se eligió porque hace que los ángulos positivos sean el caso más habitual para la mayoría de los usuarios.

Cuando al menos un elemento de datum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de datum controla cómo se calculan los datums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de datum. Para obtener información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los datums".

Informe

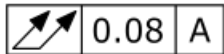
A continuación se ofrece un ejemplo de informe de tolerancia de descentramiento circular de un cilindro.

FCFRNOUT_ISO_4		MM	 0.01 A		LSQ	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
CYL2	0.000	0.010		0.024	0.024	0.014

Descentramiento total

Introducción

Una especificación de descentramiento total controla cuánto puede desviarse el elemento de tener una forma perfecta centrada en algún eje de datum.



Tipos de elemento permitidos

Puede utilizar elementos circulares, cilíndricos, cónicos o planares que tengan datos de superficie. Para obtener información detallada sobre los cilindros, los conos y los planos con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie". Deben ser concéntricos nominalmente con el eje del datum.

Elementos cilíndricos

Valor real:

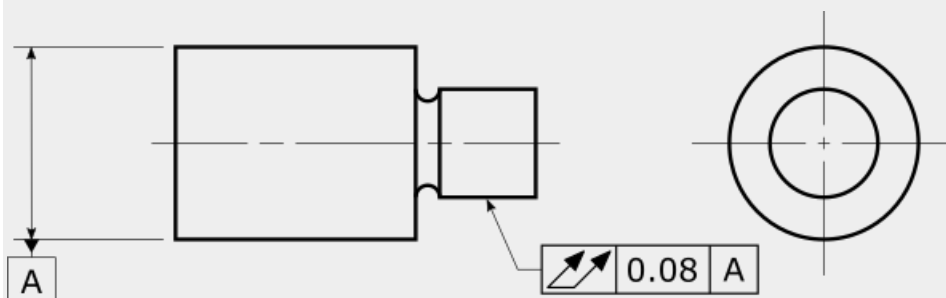
Es la distancia mínima entre dos cilindros concéntricos que contienen la superficie real entre ellos. Los cilindros son concéntricos con el eje del datum real.

Valor medido:

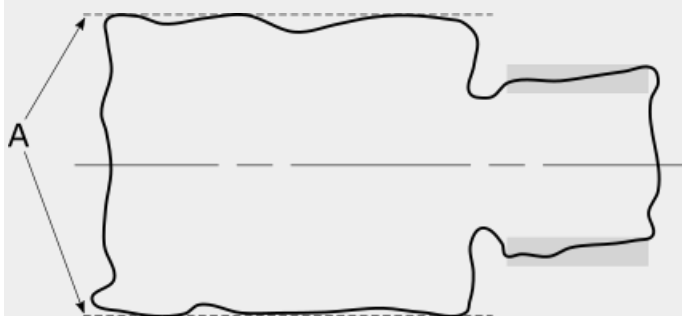
Es la distancia mínima entre dos cilindros concéntricos que contienen todos los puntos medidos entre ellos. Los cilindros son concéntricos con el eje del datum medido.



Supongamos que tuviera esta especificación de descentramiento total:

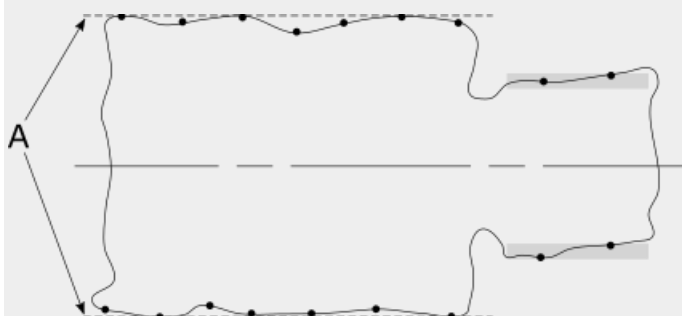


Con la especificación anterior, el valor real se ve así:



La superficie real de la pieza corresponde a la línea continua, el dátum real corresponde a la línea discontinua y la zona de tolerancia más pequeña que contiene la superficie del elemento real se muestra en el área sombreada. La zona de tolerancia es exactamente coaxial con respecto al eje de dátum real.

Por último, el valor medido (con el cálculo de dátum **POR OMISIÓN**) se ve así:



La zona de tolerancia medida es exactamente coaxial con respecto al eje de dátum medido. En este caso, los puntos medidos no se han medido con una densidad suficiente y, por ello, el valor medido es menor que el valor real.

Elementos cónicos

Valor real:

Es la distancia mínima entre dos conos concéntricos que contienen toda la superficie real entre ellos. Los conos son concéntricos con el eje del dátum real. También tiene el mismo ángulo de cono que la superficie de cono nominal.

Valor medido:

Es la distancia mínima entre dos conos concéntricos que contienen todos los puntos medidos entre ellos. Los conos son concéntricos con el eje del dátum medido. También tiene el mismo ángulo de cono que la superficie de cono nominal.

Elementos planares

Valor real:

Es la distancia mínima entre dos planos paralelos que contienen toda la superficie real entre ellos. Los planos son perpendiculares al eje del dátum real.

Valor medido:

Es la distancia mínima entre dos planos paralelos que contiene todos los puntos medidos entre ellos. Los planos son perpendiculares al eje del dátum medido.

Reglas de validez

El marco de referencia de dátum debe establecer un eje de dátum claro.

Modificadores permitidos



Ninguno. La tolerancia geométrica no permite modificadores.

Opciones expuestas

Cuando al menos un elemento de dátum tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de dátum controla cómo se calculan los dátums medidos a partir de los datos de superficie de los elementos de dátum. Para obtener información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".

Informe

A continuación se ofrece un ejemplo de informe de tolerancia de descentramiento total de un cono.

FCFRNOUT_ISO_115		MM	 0.01 A-B		LSQ	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
CON1	0.000	0.010		0.012	0.012	0.002 

Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums

Muchas tolerancias geométricas hacen referencia a uno o varios dátums. Los dátums sirven para alinear las superficies reales con la geometría nominal de manera que la posición, la perpendicularidad, el descentramiento y otras tolerancias se puedan evaluar con respecto a dichos dátums.

En primer lugar, PC-DMIS realiza un mejor ajuste de las superficies de datum principal real a sus respectivos simuladores de datum.

En segundo lugar, PC-DMIS realiza un mejor ajuste de las superficies de datum secundario reales a sus simuladores de datum conservando a la vez la relación (interacción) entre las superficies de datum principal real y sus simuladores de datum.

En tercer lugar, PC-DMIS realiza un mejor ajuste de las superficies de datum terciario real a sus simuladores de datum conservando a la vez la relación (interacción) entre las superficies de datum principal y secundario real y sus simuladores de datum.

Por último, todos los elementos con tolerancia se optimizan en sus zonas de tolerancia conservando a la vez la relación (interacción) entre las superficies de datum y sus simuladores.

Este proceso es muy parecido a utilizar un calibre funcional:

En primer lugar, la pieza se lleva al calibre y la superficie de datum principal real se alinea con el simulador de datum principal del calibre.

En segundo lugar, la superficie de datum secundario real se alinea con el simulado de datum secundario del calibre manteniendo la alineación de la superficie de datum principal real con el simulador de datum principal del calibre.

En tercer lugar, la superficie de datum terciario real se alinea con el simulador de datum terciario del calibre manteniendo la alineación de las superficies del datum principal y secundario reales.

Por último, se evalúan los elementos considerados, utilizando para ello varillas de calibre o una herramienta similar.



Nota sobre la terminología: En las normas GDT se utilizan varias expresiones para describir el concepto de simulador de dátum.

- En ASME Y14.5 - 1994 y 2009 se utiliza "simulador de dátum".
- En ASME Y14.5 - 2018 se utiliza "equivalente geométrico real".
- En ISO 5459 se utiliza "elemento de dátum asociado".

Son expresiones más o menos equivalentes. En esta documentación se utiliza la expresión "simulador de dátum" para abreviar.

El proceso de marco de referencia de dátum se puede abordar desde dos planteamientos que son equivalentes.

Desde el punto de vista del calibre

La pieza real se puede alinear a la geometría nominal como se describía anteriormente. La geometría nominal (o calibre) es fija y la pieza real está alineada con respecto a ella.

Desde el punto de vista de la pieza

La pieza real es fija y la geometría nominal (o calibre) está alineada con respecto a ella. Desde el punto de vista de la pieza, PC-DMIS realiza un mejor ajuste de los simuladores de dátum a la pieza real. Puede adoptar cualquiera de los dos puntos de vista para describir cómo se resuelven las tolerancias geométricas y los dátums en PC-DMIS.



En el resto de este tema se asume el punto de pista de la pieza para describir cómo PC-DMIS resuelve los dátums.



El estándar de cálculo ASME Y14.5.1 2019 introdujo la primera definición matemática de los dátums. Antes de eso, ASME Y14.5.1M 1994 utilizaba el concepto "conjunto de dátums candidatos". El cálculo de dátum POR OMISIÓN del comando de tolerancia geométrica genera un dátum candidato válido. Por lo tanto, el comportamiento de PC-DMIS que se describe en esta sección es el mismo para todas las versiones de ASME Y14.5 (1994, 2009 y 2018).

Comparación con las prácticas anteriores

Antes de PC-DMIS 2020 R2, con el comando XactMeasure, los marcos de referencia de dátum se manejaban más bien como una alineación de PC-DMIS, con un elemento de nivelar, un elemento de rotación y uno o varios elementos de origen. Todos esos elementos se seleccionaban de entre los elementos de dátum. A partir de la versión 2020 R2, en el comando de tolerancia geométrica no se utilizan conceptos de alineación para los marcos de referencia de dátum. En lugar de ello, se utilizan conceptos de calibre para los marcos de referencia de dátum. Esto permite la compatibilidad con más marcos de referencia de dátum poco habituales que no se pueden representar mediante la estructura de nivelar, rotación y origen.

Grados de libertad restringidos por un marco de referencia de dátum

Una tolerancia geométrica sin ninguna referencia de dátum no tiene ningún grado de libertad restringido: los tres grados de traslación y los tres grados de orientación son libres. Cada dátum sucesivo restringe más grados de libertad. En particular, una vez resuelto un dátum, no se permiten las traslaciones ni las rotaciones para alterar el simulador de dátum. Por ejemplo, después de que se resuelva un plano de dátum principal, no se permiten los dátums secundario y terciario para mover el plano de dátum principal. Eso significa que las traslaciones dentro del plano de dátum principal están permitidas y que las rotaciones dentro del plano de dátum principal están permitidas, pero la rotación o la traslación fuera del plano no están permitidas.

Estas restricciones se definen desde un punto de vista matemático en clases de invarianza. A continuación se define cada clase de invarianza, con algunos ejemplos de dátums que muestran la clase de invarianza. Los ejemplos no son exhaustivos: existen muchos más ejemplos que no se enumeran.

- **Invarianza esférica:** La clase de invarianza esférica restringe tres grados de libertad de traslación, y deja sin restringir las tres rotaciones alrededor de un punto central. Ello incluye tanto elementos esféricos como puntos 3D sin superficie.

- **Invarianza planar:** La clase de invarianza planar restringe la rotación alrededor de dos direcciones ortogonales al normal a la superficie, y la traslación a lo largo del normal a la superficie. Deja sin restricciones la rotación alrededor del normal a la superficie y la traslación a lo largo de las dos direcciones ortogonales al normal a la superficie. Ello incluye planos, secciones transversales de plano (líneas en una superficie) referenciadas como dátum secundario o terciario, muestras de plano (puntos en una superficie) y todos los tipos de anchura.
- **Invarianza cilíndrica:** La clase de invarianza cilíndrica restringe la rotación alrededor de las dos direcciones ortogonales al vector del eje y la traslación a lo largo de las dos direcciones ortogonales al vector del eje. Deja sin restricciones la rotación alrededor del eje y la traslación a lo largo del eje. Ello incluye cilindros, círculos referenciados como dátum secundario o terciario, ejes sin superficie y superficie cónicas que se tratan como solo de eje (consulte los subtemas sobre conos a continuación).
- **Invarianza de revolución:** La clase de invarianza de revolución restringe la rotación alrededor de las dos direcciones ortogonales al vector del eje y los tres grados de libertad de traslación. Deja sin restricciones la rotación alrededor del eje. Ello incluye los círculos referenciados como dátum principal (consulte "Secciones transversales de cilindro de dátum" a continuación) y los patrones de dos esferas no concéntricas.
- **Invarianza prismática:** La clase de invarianza prismática restringe los tres grados de libertad de orientación y la traslación a lo largo de dos direcciones ortogonales al vector de traslación. Deja sin restricciones la traslación a lo largo del vector de traslación. Ello incluye las secciones transversales de plano (líneas en una superficie) referenciadas como dátum principal (consulte "Secciones transversales de plano de dátum" a continuación) y los patrones de cilindros no coaxiales paralelos.
- **Invarianza compleja:** La clase de invarianza compleja restringe todos los grados de libertad. Ello incluye los patrones de cilindros no paralelos y los patrones de tres esferas no coaxiales. Los marcos de referencia de dátum con invarianza compleja se denominan con frecuencia marcos de referencia totalmente restringidos.

Cuando se hace referencia a más de un dátum, la clase de invarianza de cada dátum debe combinarse para que ninguno de los simuladores de dátum puedan moverse.



Ejemplo 1: Un plano de dátum principal combinado con un círculo de dátum secundario en ese plano genera una clase de invarianza de revolución. El plano de dátum principal restringe tres grados de libertad y el círculo de dátum secundario restringe dos grados de libertad más (traslación en el plano).

Ejemplo 2: Un plano de dátum principal, una línea de dátum secundario en una superficie y un punto de dátum terciario en una superficie generan una clase de invarianza compleja. El dátum principal restringe tres grados de libertad, con lo que se genera una clase de invarianza planar. La adición del dátum secundario restringe dos grados de libertad más, con lo que se genera una clase de invarianza prismática. La adición del dátum terciario restringe el grado de libertad de traslación restante, lo que genera una clase de invarianza compleja.

Ejemplo 3: Una esfera de dátum principal combinada con una esfera de dátum secundario (no concéntrico respecto del principal) tiene una clase de invarianza de revolución. La esfera de dátum principal restringe tres grados de traslación y la esfera de dátum secundario restringe dos grados de orientación. La línea entre las dos esferas es el eje de la clase de invarianza de revolución.

Comparación con las prácticas anteriores

A partir de PC-DMIS 2020 R2, el comando de tolerancia geométrica analiza el marco de referencia de dátum teniendo en cuenta las clases de varianza. Ello permite la manipulación correcta de marcos de referencia de dátum poco habituales en los que los vectores no cuadran entre sí. Por ejemplo, un plano de dátum principal que tenga un plano de dátum secundario a un ángulo de 30 grados con respecto al principal tiene una clase de invarianza prismática. Antes de esta versión, PC-DMIS no era totalmente compatible con esos marcos de referencia de dátum poco habituales.

Tipos de cálculo de dátum según la norma ASME Y14.5

Como se describe en "Especificación frente a verificación" en "Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos", ofrecemos varios tipos de cálculo para calcular dátums. PC-DMIS proporciona dos maneras de calcular un simulador de dátum medido según ASME utilizando datos de superficie medidos. Estos son los dos tipos de cálculo de dátum disponibles:

POR OMISIÓN: Realiza un filtrado de vacíos (solo superficies planares) y un mejor ajuste de cuadrados mínimos restringido. Este algoritmo es muy parecido al de la definición de simulador real, por lo que es una buena opción cuando la

incertidumbre de medición de cada punto es mucho menor que el error de forma de la superficie.

LSQ: Realiza un mejor ajuste de cuadrados mínimos simple a los datos de superficie. No se realiza ningún filtrado de vacíos. Este algoritmo es desde el punto de vista matemático algo diferente del de la definición de simulador real, pero es una mejor opción que **POR OMISIÓN** cuando la incertidumbre de medición de cada punto es mucho mayor que el error de forma de la superficie y mucho mayor que el error de orientación de la superficie a dátums de prioridad más alta.

Entre un extremo y el otro, donde la incertidumbre de medición de cada punto está, como mínimo, en el mismo orden de magnitud que el error de forma y, como máximo, en el mismo orden de magnitud que el error de orientación, puede resultar difícil predecir el tipo de cálculo que generará una aproximación medida más cercana al simulador de dátum real. La única manera de estar seguro del tipo que es mejor opción es efectuar un estudio cuidadoso:

En primer lugar, utilice una recopilación de piezas fabricadas que representen el rango de errores de fabricación que deben controlarse.

En segundo lugar, mida las piezas con mucha densidad, utilizando una gran cantidad de secciones transversales. Utilice equipo de gama alta con una incertidumbre de medición de cada punto muy inferior al error de forma. Calcule los dátums con el tipo de cálculo de dátum **POR OMISIÓN** que se describía anteriormente.

Finalmente, mida las piezas con el equipo y las estrategias de medición reales que se usan en producción.

Puede experimentar con los dos tipos de cálculo para ver cuál se acerca más al resultado de alta precisión.

Para cualquier opción de cálculo de dátum, recomendamos medir la superficie de dátum con mucha densidad para maximizar cuánto se aproxima el simulador de dátum al simulador de dátum real.

Tipos de cálculo de dátum según la norma ISO 1101

Como se describe en el subtema "Especificación frente a verificación" en "Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos", ofrecemos varios tipos de cálculo para calcular dátums. PC-DMIS proporciona tres maneras de calcular un simulador de dátum medido según ISO utilizando datos de superficie medidos. Estos son las tres opciones de cálculo de dátum disponibles:

POR OMISIÓN: Realiza un filtrado de vacíos (todos los tipos de superficie) y un mejor ajuste mín máx restringido, máximo inscrito o mínimo circunscrito (en función del tipo de elemento, de si la superficie es interior o exterior y del modificador de material). Este algoritmo es muy parecido al de la definición de simulador real, por lo que es una buena opción cuando la incertidumbre de medición de cada punto es mucho menor que el error de forma de la superficie.

LSQ: Realiza un mejor ajuste de cuadrados mínimos simple a los datos de superficie. No se realiza ningún filtrado de vacíos. Este algoritmo es desde el punto de vista matemático algo diferente del de la definición de simulador real, pero es una mejor opción que **POR OMISIÓN** cuando la incertidumbre de medición de cada punto es mucho mayor que el error de forma de la superficie y mucho mayor que el error de orientación de la superficie a dátums de prioridad más alta.

Entre un extremo y el otro, donde la incertidumbre de medición de cada punto está, como mínimo, en el mismo orden de magnitud que el error de forma y, como máximo, en el mismo orden de magnitud que el error de orientación, puede resultar difícil predecir el tipo de cálculo que generará una aproximación medida más cercana al simulador de dátum real. La única manera de estar seguro del tipo que es mejor opción es efectuar un estudio cuidadoso:

En primer lugar, utilice una recopilación de piezas fabricadas que representen el rango de errores de fabricación que deben controlarse.

En segundo lugar, mida las piezas con mucha densidad, utilizando una gran cantidad de secciones transversales. Utilice equipo de gama alta con una incertidumbre de medición de cada punto muy inferior al error de forma. Calcule los dátums con el tipo de cálculo de dátum **POR OMISIÓN** que se describía anteriormente.

Finalmente, mida las piezas con el equipo y las estrategias de medición reales que se usan en producción.

Puede experimentar con los dos tipos de cálculo para ver cuál se acerca más al resultado de alta precisión.

CL2: Realiza un filtrado de vacíos (todo tipo de superficies) y un mejor ajuste de cuadrados mínimos restringido. Al igual que la opción de cálculo de dátum **POR OMISIÓN**, esta opción requiere que la incertidumbre de medición de cada punto de superficie sea mucho menor que el error de forma de la superficie. Esta opción se desvía de lo que establece la norma ISO 5459 - 2011; los motivos de ello pueden ser los siguientes:

- Estabilidad: El algoritmo de mejor ajuste de cuadrados mínimos restringido proporciona un resultado más estable que los mejores ajustes mín máx, máximos inscritos o mínimos circunscritos.
- Comparación con métodos de inspección físicos: El algoritmo de mejor ajuste de cuadrados mínimos restringido es una aproximación más fiel a una placa de superficie que el de mín máx restringido.
- Comparación con ensamblaje: El algoritmo de mejor ajuste de cuadrados mínimos restringido es una aproximación más fiel al estado ensamblado que el de mín máx restringido.
- Compatibilidad con futuras normas: En los últimos borradores no publicados de ISO 5459 el mejor ajuste de cuadrados mínimos restringido se ha especificado como valor por omisión, por lo que parece probable que en la próxima edición de ISO 5459 se haga lo mismo.

Para cualquier opción de cálculo de dátum, recomendamos medir la superficie de dátum con mucha densidad para maximizar cuánto se aproxima el simulador de dátum al simulador de dátum real.

Modificadores para dátums

Los dátums pueden varios tipos de modificadores. La mayoría de los tipos habituales son los modificadores de material **(M)** y **(L)**. Estos modificadores se describen en "Dátums con un modificador de material". Cuando se marca la casilla de verificación **Modificadores avanzados** se puede acceder a los modificadores adicionales, entre ellos el modificador de traslación para ASME y el modificador [DF] para ISO.

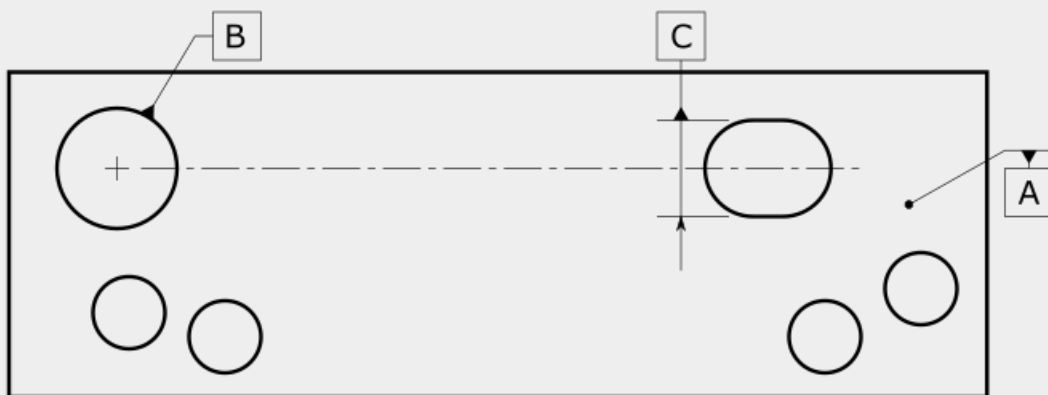
El modificador [DF]

El modificador [DF] no está normalizado. Esto significa que no figura en ninguna norma ISO publicada. El modificador se ha introducido en algunos borradores no publicados de la norma ISO 5459. En esos borradores, [DF] significa "distancia fija". Esto significa que la ubicación del dátum está restringida a cualquier dátum de mayor prioridad, pasando por alto la distancia variable por omisión. Aunque este modificador no forma parte de la norma, hemos concluido que es necesario para poder admitir varios requisitos funcionales de ISO, especialmente los marcos de referencia de dátum plano-círculo-anchura (y las variaciones de anchura como las ranuras y las líneas medias).

- Sin el modificador, la orientación de la ranura controla totalmente el ángulo de rotación en el plano. Esto da un resultado inestable, no funcional (especialmente cuando la ranura es corta).
- Sin el modificador, el ángulo real desde el círculo hasta la ranura controla el ángulo de rotación en el plano. Esta es la finalidad funcional.

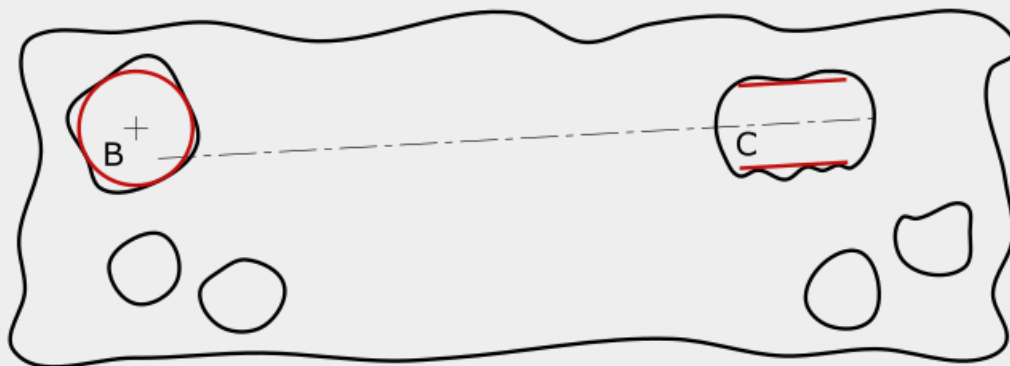


Supongamos que tiene la especificación ISO siguiente, en la que el dátum principal es A, el dátum secundario es B y el dátum terciario es C:



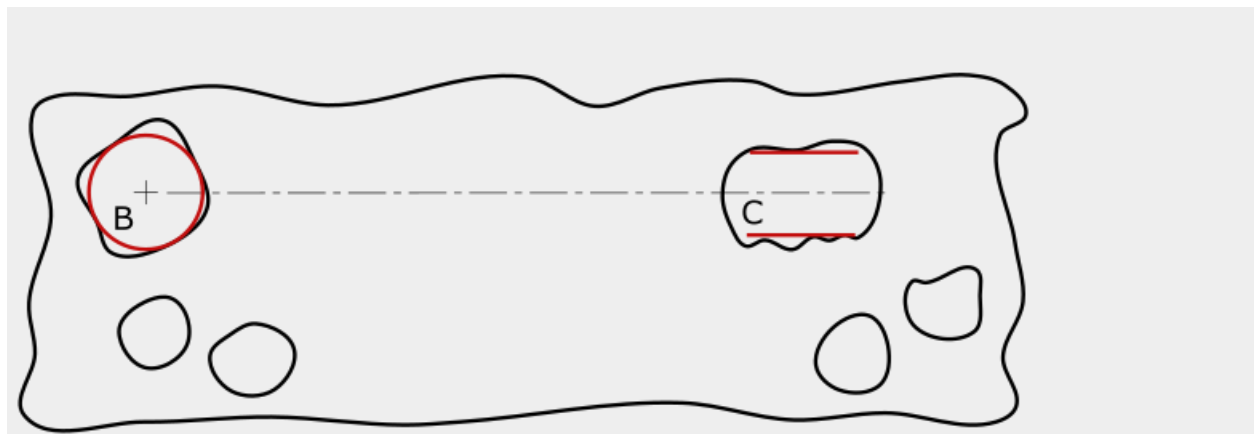
Sin modificadores

Por supuesto, la pieza real tiene errores de ubicación, orientación y forma en la superficie real. Sin modificadores, el marco de referencia de dátum se ve como en la imagen siguiente. El ángulo de rotación en el plano procede completamente de la orientación del dátum C. Con frecuencia, esto hace que el ángulo de rotación en el plano sea inestable. Esto se debe a que las pequeñas variaciones en C dan lugar a grandes cambios en el ángulo de rotación en el plano:



Con el modificador [DF]

Para este marco de referencia de dátum, normalmente el dátum C necesita un modificador [DF]. El modificador restringe la ubicación relativa de los dátums. Esta restricción hace que el dátum C sea coplanar con el datum B. Esto coincide con la finalidad funcional típica y hace que el marco de referencia sea más estable:



Planos de datum con datos de superficie según la norma ASME Y14.5

En el caso de los planos, el simulador de plano de datum real se define de acuerdo con la norma ASME Y14.5.1 - 2019. La superficie real se filtra para eliminar abolladuras y otros vacíos y, a continuación, se ajusta un plano perfecto en la superficie filtrada utilizando cuadrados mínimos con restricción. Este ajuste hace que el simulador sea externo al material, al tiempo que maximiza el contacto y la estabilidad. En los casos en los que la superficie real se balancea, la definición de cuadrados mínimos con restricciones genera una solución estabilizada.

Los simuladores de plano de datum real secundario y terciario se restringen nominalmente en orientación a simuladores de datum de prioridad más alta. Los planos de datum secundario y terciario no se restringen en ubicación a simuladores de datum de prioridad más alta. Esto significa que un modificador de traslación en un plano de datum es lo mismo que un modificador sin traslación.

Cuando los planos de datum tienen datos de superficie, PC-DMIS calcula una aproximación medida al datum real utilizando los datos de superficie y la opción de cálculo de datum elegida. Para obtener información detallada sobre los planos con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Planos de datum con datos de superficie según la norma ISO 1101

En el caso de los planos, el simulador de plano de datum real se define de acuerdo con la norma ISO 5459 - 2011 con la expresión "elemento de datum asociado". La superficie real se filtra para eliminar abolladuras y otros vacíos y, a continuación, se ajusta un plano perfecto en la superficie filtrada utilizando un ajuste mín máx

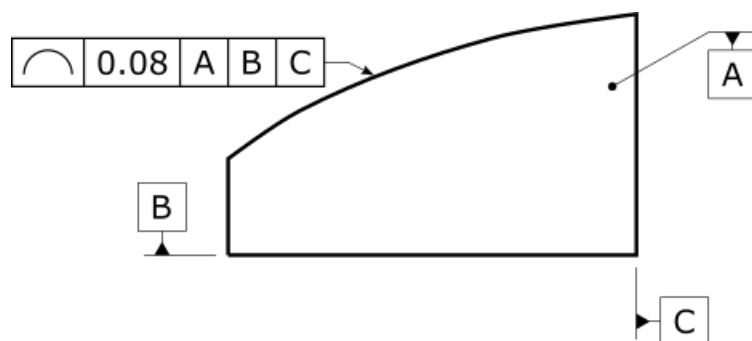
restringido. Este ajuste hace que el simulador sea externo al material, con los puntos bajos de la superficie filtrada lo más cercanos posible al simulador de dátum real.

Los simuladores de plano de dátum real secundario y terciario se restringen nominalmente en orientación a simuladores de dátum de prioridad más alta. No se restringen en ubicación con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta a menos que el dátum tenga un modificador [DF]. Si el dátum tiene un modificador [DF], los simuladores se restringen nominalmente en orientación y ubicación a los simuladores de dátum de prioridad más alta.

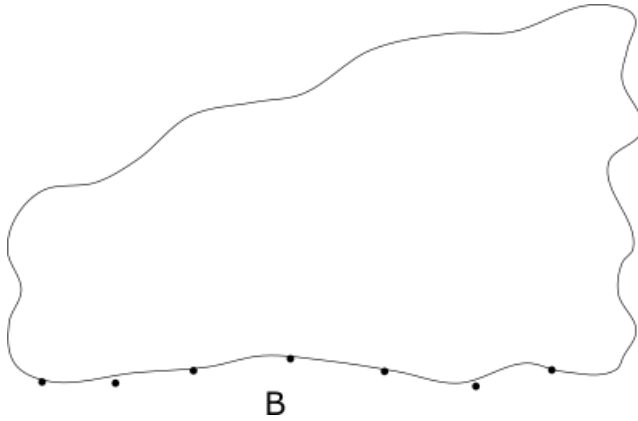
Cuando los planos de dátum tienen datos de superficie, PC-DMIS calcula una aproximación medida al dátum real utilizando los datos de superficie y la opción de cálculo de dátum elegida. Para obtener información detallada sobre los planos con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Ilustraciones de planos de dátum: Filtrado, mejor ajuste y restricciones de orientación

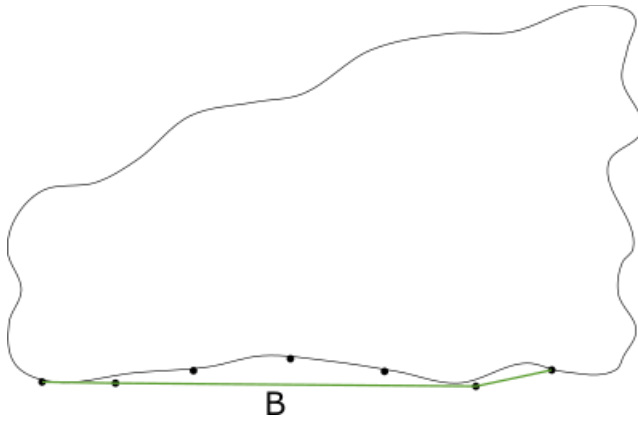
Como ejemplo de proceso de mejor ajuste, supongamos que tuviera la especificación siguiente:



Es más fácil ilustrar el filtrado de vacíos y el mejor ajuste en 2D que en 3D. Así, pues, supongamos que el dátum B se hubiera medido como línea y no como plano (aunque recomendamos medirlo como plano). Los puntos medidos podrían tener este aspecto:

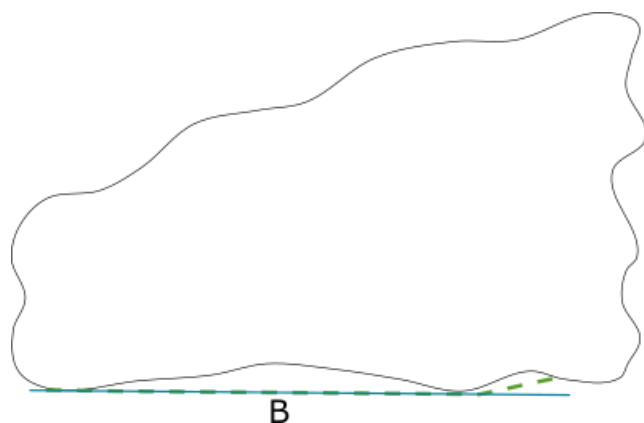


A continuación, la superficie con filtrado de vacíos tendría un aspecto como lo que se muestra a continuación en verde:

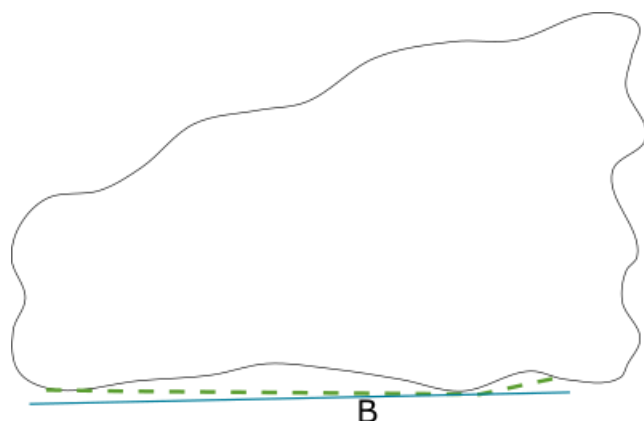


Después, a la línea de cuadros mínimos restringidos con mejor ajuste (el resultado de la opción de cálculo de dátum **POR OMISIÓN** en el caso de ASME o la opción de cálculo de dátum **CL2** en el caso de ISO) se le aplica el mejor ajuste a la superficie filtrada y tiene un aspecto como lo que se muestra en azul:

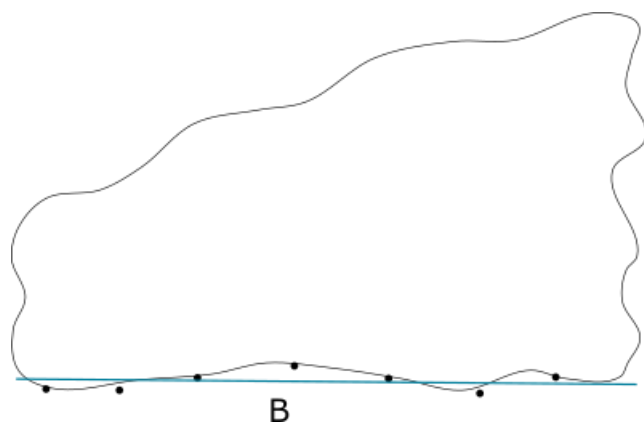
Usar tolerancias geométricas



En cambio, a la línea de ajuste mín máx restringido con mejor ajuste (el resultado de la opción de cálculo de dátum **POR OMISIÓN** en el caso de ISO) se le aplica el mejor ajuste a la superficie filtrada y tiene un aspecto como lo que se muestra en azul:



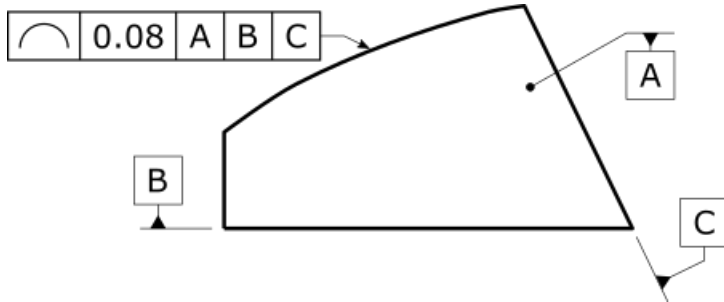
Mientras tanto, a la línea de cuadrados mínimos (sin restricciones) (el resultado de la opción de cálculo de dátum **LSQ**) se le aplica el mejor ajuste a los puntos medidos originales y tiene un aspecto como lo que se muestra en azul:



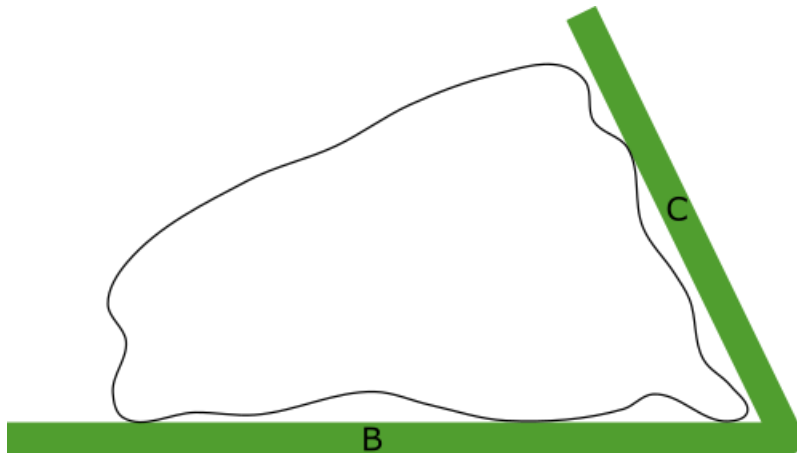
En este caso concreto, la opción de cálculo de dátum **POR OMISIÓN** es una mejor aproximación al dátum real que la opción de cálculo de dátum **LSQ**. Sin embargo,

como se explica en "Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos", la opción de cálculo de dátum **LSQ** es una mejor aproximación al dátum real cuando la incertidumbre de medición de cada punto medido es superior. Por su parte, el tipo de cálculo **CL2** según la norma ISO ofrece una mejor aproximación al comportamiento ensamblado del dátum, pero una aproximación más deficiente al dátum real (especificado).

Como ejemplo de restricciones de orientación, supongamos que tuviera la especificación siguiente:



Los dátums reales (especificados) para una pieza realista podrían tener un aspecto como el siguiente:



Tenga en cuenta que el simulador de dátum real C tiene el ángulo nominal con el simulador de dátum real B. Tenga en cuenta también que el simulador de dátum C entra en contacto con la superficie real en un punto exactamente.

Planos de dátum sin datos de superficie

Son contadas las aplicaciones en las que se define un plano de dátum que no tiene superficie. Por ejemplo, un plano que entra en contacto con tres esferas. PC-DMIS es compatible con aplicaciones de este tipo al permitir tipos de elementos de dátum que no tienen datos de superficie.

Cuando un plano de dátum principal no tiene datos de superficie, el comando de tolerancia geométrica utiliza los valores de MED del plano como simulador de dátum.

Cuando un plano de dátum secundario o terciario no tiene datos de superficie, el comando de tolerancia geométrica construye un plano medido lo más cerca posible del plano MED, mientras está orientado nominalmente a los simuladores de dátum de prioridad más alta. Como se describía anteriormente, los planos de dátum secundario y terciario según ASME e ISO no se ubican nominalmente con respecto a dátums de prioridad más alta (a menos que haya un modificador [DF]).

Como se explica en "Estructurar la rutina de medición para tolerancias geométricas", en la mayor parte de los casos no recomendamos utilizar planos de dátum sin datos de superficie, porque, en ese caso, se están asumiendo las fases 2 y 3 del proceso de evaluación conceptual. Si lo hace, deberá asumir la responsabilidad de construir el elemento conforme a las normas pertinentes.

Para obtener información detallada sobre los planos que no tienen datos de superficie, consulte "Tipos de elemento con y sin datos de superficie".

Secciones transversales de plano de dátum

Los elementos de línea de dátum pueden ser una sección transversal de una superficie planar (consulte "Tipos de elemento con y sin datos de superficie") o un eje sin superficie. En este subtema se describe el caso de la sección transversal. Los ejes sin superficie se describen en "Cilindros de dátum sin datos de superficie y ejes sin superficie".

Puesto que estos tipos de elementos de línea representan una sección transversal de una superficie planar, en este caso son aplicables los apartados anteriores sobre planos de dátum. Por ejemplo, el simulador de dátum real es una superficie planar entera. En cambio, el simulador de dátum medido es una sección transversal de una superficie planar porque solo se ha medido una sección transversal de la superficie. Así pues, recomendamos que no utilice elementos de línea que representen una sección transversal de plano como dátum principal. Solo debe usar estos elementos de línea como dátum si hay dátums de prioridad más alta que ya han definido el plano de trabajo de la línea. No obstante, PC-DMIS permite igualmente que estas líneas se utilicen como dátum principal. En tal caso, PC-DMIS nivela con la vista de la línea antes de considerar la línea de dátum propiamente dicha:

La vista de una línea medida o de mejor ajuste es su plano de trabajo.

La vista de una línea automática es su vector de superficie nominal.

Dado que no se recomienda el uso de las líneas como dátum principal, PC-DMIS muestra un mensaje de advertencia, como se describe en "Resolución de los

problemas de los mensajes de error y las advertencias". Puede parecer ilógico, pero una línea de datum principal en una superficie restringe cinco grados de libertad (clase de invarianza prismática), mientras que un plano de datum principal restringe solamente tres grados de libertad (clase de invarianza planar). Esto significa que si mide menos datos, en realidad está restringiendo más grados de libertad. Ello es debido a que lo que se hace es convertir la vista de la línea en un datum implícito que tiene una prioridad más alta que los demás datums del marco de control de elementos.

Si utiliza una línea en una superficie como datum principal, la advertencia no se puede desactivar. Esto se debe a que recomendamos encarecidamente no utilizar líneas de superficie como datums principales. No obstante, PC-DMIS admite ese supuesto para las aplicaciones heredadas. Recomendamos, en cambio, medir primero el plano de datum y utilizar esos datos como datum principal. A continuación, mida un plano o una línea como datum secundario.

La mayor parte de los elementos de línea referenciados como datum están en una superficie: tienen datos de superficie. Aunque en PC-DMIS es posible medir una línea en una superficie planar, el comando de tolerancia geométrica siempre maneja las líneas en las superficies como si procedieran de una superficie planar. Puesto que el simulador de datum medido solo es una sección transversal de la superficie planar, los algoritmos medidos (filtrado de vacíos y ajuste) son bidimensionales y no tridimensionales.

No recomendamos utilizar líneas que representen secciones transversales de superficies planares para elementos de datum a menos que ya se sepa que el error de orientación es muy pequeño entre los datums de prioridad más alta y la superficie planar representada por la línea. Recomendamos, en cambio, utilizar elementos de plano para representar la superficie planar secundaria o terciaria siempre que sea posible.

PC-DMIS maneja las líneas de datum que representan una sección transversal planar que no tienen datos de superficie en cierto modo como planos de datum que no tienen datos de superficie. Cuando un plano de datum secundario o terciario no tiene datos de superficie, el comando de tolerancia geométrica construye un plano medido lo más cerca posible de la sección transversal del plano MED, mientras está orientado nominalmente a los simuladores de datum de prioridad más alta. Como se explica en "Estructurar la rutina de medición para tolerancias geométricas", en la mayor parte de los casos no recomendamos utilizar elementos de datum sin datos de superficie, porque, en ese caso, se están asumiendo las fases 2 y 3 del proceso de evaluación conceptual. Si lo hace, deberá asumir la responsabilidad de construir el elemento conforme a las normas pertinentes.



El normal a la superficie medido de una línea es paralelo al producto transversal de su vector de línea y su vector de plano de trabajo.

Para obtener información detallada sobre las líneas que representan una sección transversal de plano y que tienen datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Muestras de plano de dátum

Los comandos de tolerancia geométrica tratan la mayor parte de los tipos de puntos como una sola muestra de una superficie planar. Aunque en PC-DMIS es posible medir un punto en una superficie planar, el comando de tolerancia geométrica siempre maneja los puntos de dátum en una superficie como si procedieran de una superficie planar. Por lo tanto, las secciones anteriores sobre los planos de dátum son aplicables en este caso. Por ejemplo, el simulador de dátum real es una superficie planar entera. En cambio, el simulador de dátum medido es una muestra individual de una superficie planar. Esto se debe a que solo se ha medido una muestra de la superficie. Eso significa que el filtrado de vacíos no tiene lugar. La orientación de la superficie planar debe estar totalmente restringida por dátums de prioridad más alta (no tiene lugar ningún ajuste). Solo se puede utilizar una muestra de superficie planar como dátum terciario.

No recomendamos utilizar puntos en una superficie para elementos de dátum a menos que ya se sepa que el error de orientación es muy pequeño entre los dátums de prioridad más alta y la superficie planar representada por el punto. Recomendamos, en cambio, utilizar elementos de plano para representar la superficie planar terciaria siempre que sea posible.

Para obtener información detallada sobre los puntos que representan una muestra de una superficie planar, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Cilindros de dátum con datos de superficie según la norma ASME Y14.5

En el caso de los cilindros, el simulador de dátum real se define de acuerdo con la norma ASME Y14.5.1 - 2019. Un cilindro perfecto se ajusta a la superficie real con cuadrados mínimos restringidos.

No hay filtrado de vacíos. Este ajuste hace que el simulador sea externo al material, al tiempo que maximiza el contacto y la estabilidad. En los casos en los que la superficie real se balancea, la definición de cuadrados mínimos con restricciones genera una solución estabilizada.

Los simuladores de cilindro de datum real secundario y terciario se restringen nominalmente en orientación y ubicación a los simuladores de datum de prioridad más alta. Cuando hay presente un modificador de traslación, los cilindros de datum secundario o terciario no se restringen en ubicación con respecto a los simuladores de datum de prioridad más alta, pero permanecen restringidos en orientación.

Cuando los cilindros de datum tienen datos de superficie, PC-DMIS calcula una aproximación medida al datum real utilizando los datos de superficie y la opción de cálculo de datum elegida. Para obtener información detallada sobre los cilindros con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Cilindros de datum con datos de superficie según la norma ISO 1101

En el caso de los cilindros, el simulador de datum real se define de acuerdo con la norma ISO 5459 - 2011 con la expresión "elemento de datum asociado". La superficie real se filtra para eliminar las abolladuras y otros vacíos y, a continuación, se ajusta un cilindro perfecto a la superficie filtrada utilizando una fórmula de máximo inscrito (cilindros interiores) o mínimo circunscrito (cilindros exteriores). Este ajuste hace que el simulador sea externo al material y que se pueda considerar un espacio seguro coincidente.

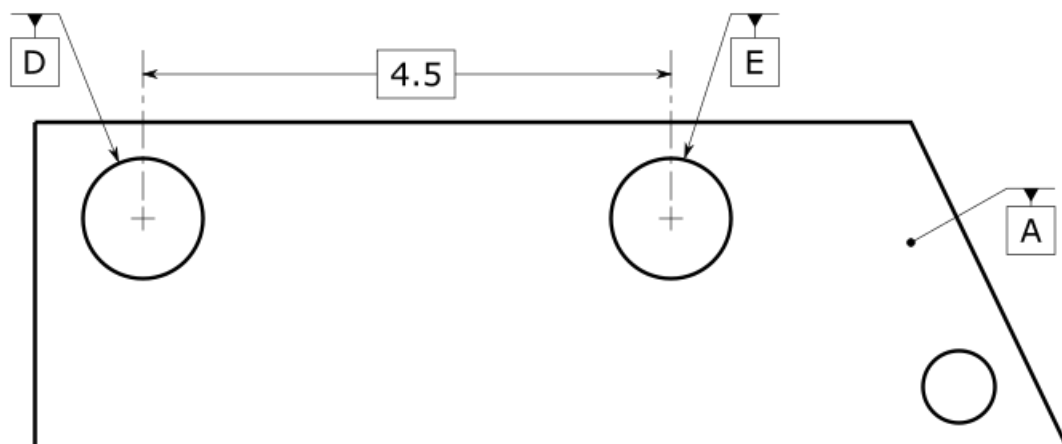
Lamentablemente, los algoritmos inscritos y circunscritos son notoriamente inestables, por lo que PC-DMIS, con el tipo de cálculo de datum **POR OMISIÓN**, usa un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para inscribir o circunscribir este tipo de elemento de datum. El algoritmo de cuadrados mínimos restringidos genera prácticamente el mismo diámetro que uno que simplemente inscriba o circunscriba, pero es mucho más estable. Por lo tanto, los tipos de cálculo de datum **POR OMISIÓN** y **CL2** son iguales para este tipo de elemento de datum.

Los simuladores de cilindro de datum real secundario y terciario se restringen nominalmente en orientación a los simuladores de datum de prioridad más alta. No se restringen en ubicación con respecto a los simuladores de datum de prioridad más alta a menos que el datum tenga un modificador [DF]. Si el datum tiene un modificador [DF], los simuladores se restringen nominalmente en orientación y ubicación a los simuladores de datum de prioridad más alta.

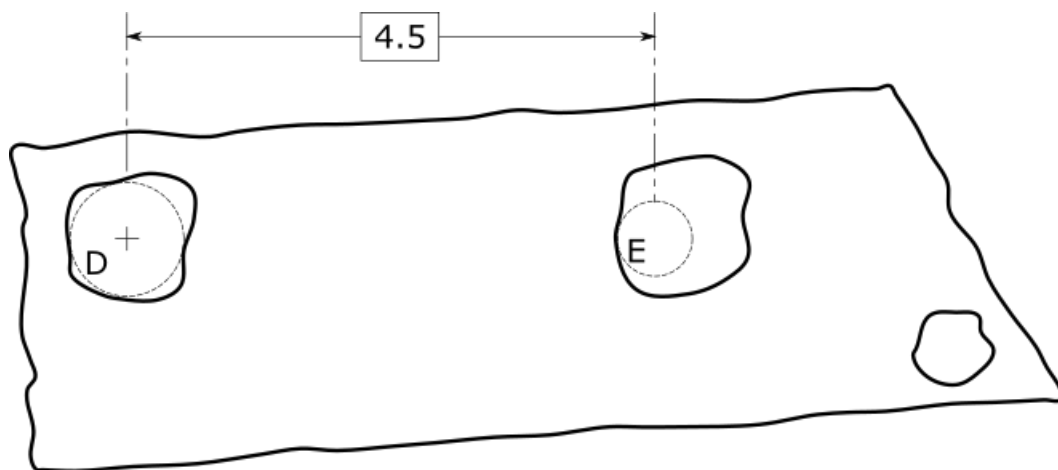
Cuando los cilindros de datum tienen datos de superficie, PC-DMIS calcula una aproximación medida al datum real utilizando los datos de superficie y la opción de cálculo de datum elegida. Para obtener información detallada sobre los cilindros con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Ilustraciones de cilindros de dátum: Con restricciones de ubicación y sin restricciones de ubicación

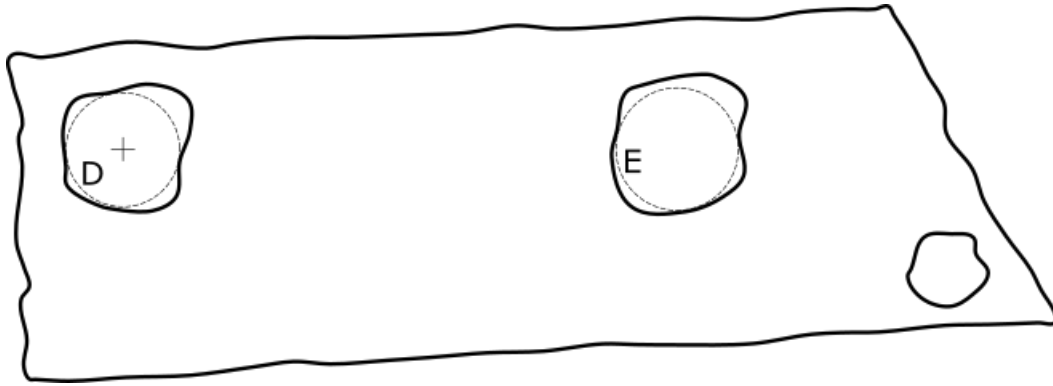
Un marco de referencia de dátum que se da con frecuencia es el plano de dátum principal, seguido por un cilindro de dátum secundario y, a continuación, un cilindro de dátum terciario. A continuación se proporciona una ilustración de una especificación en la que el plano de dátum principal es A, el cilindro de dátum secundario es D y el cilindro de dátum terciario es E:



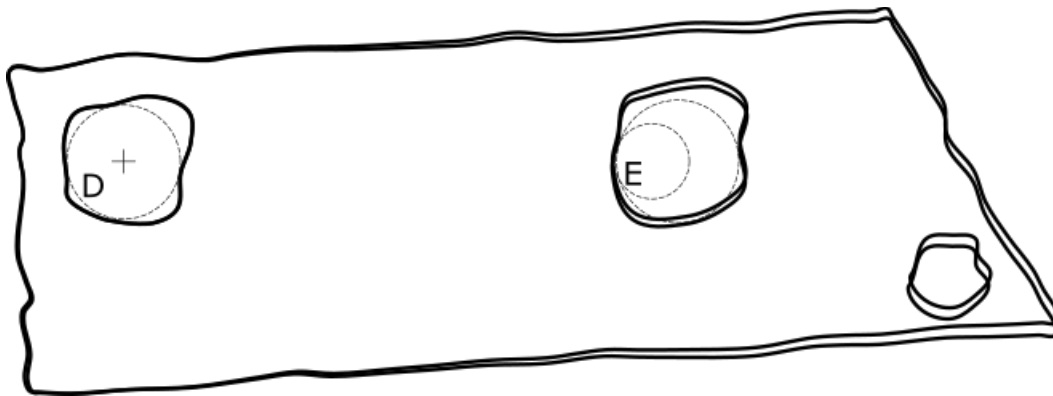
Según la norma ASME (o según la norma ISO con un modificador [DF] en el datum terciario), los datums secundario y terciario están ubicados nominalmente el uno con respecto al otro. Eso genera el marco de referencia de dátum siguiente:



Según la norma ISO (o según la norma ASME con un modificador de traslación en el datum terciario), no hay limitaciones de ubicación entre el datum secundario D y el datum terciario E. Eso genera el marco de referencia de dátum siguiente, que tiene una rotación distinta: Eso genera el marco de referencia de dátum siguiente, que tiene una rotación distinta:



La diferencia entre los dos marcos de referencia de dátum es más fácil de ver si estos están superpuestos:



Cilindros de dátum sin datos de superficie y ejes sin superficie

Son contadas las aplicaciones en las que se define un cilindro de dátum o eje que no tiene superficie. Por ejemplo, un cilindro de dátum que circunscribe tres resaltes. PC-DMIS es compatible con aplicaciones de este tipo al permitir tipos de elementos de dátum que no tienen datos de superficie.

Cuando un cilindro de dátum principal o un eje no tienen datos de superficie, el comando de tolerancia geométrica utiliza los valores de MED del cilindro o del eje como simulador de dátum.

Cuando un cilindro de dátum secundario o terciario no tiene datos de superficie, el comando de tolerancia geométrica construye un cilindro medido lo más cerca posible del plano MED, mientras está restringido nominalmente a los simuladores de dátum de prioridad más alta.

- En el caso de cilindros o ejes de dátum según la norma ASME sin datos de superficie que no tengan un modificador de traslación y de cilindros o ejes

de dátum según la norma ISO sin datos de superficie que tengan un modificador [DF], el simulador de dátum está ubicado nominalmente y orientado con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta.

- En el caso de cilindros o ejes de dátum según la norma ASME sin datos de superficie que tienen un modificador de traslación y de cilindros o ejes de dátum según la norma ISO sin datos de superficie, el simulador de dátum está orientado nominalmente con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta (a menos que haya un modificador [DF]).

Como se explica en "Estructurar la rutina de medición para tolerancias geométricas", en la mayor parte de los casos no recomendamos utilizar cilindros ni ejes de dátum sin datos de superficie, porque, en ese caso, se están asumiendo las fases 2 y 3 del proceso de evaluación conceptual. Si lo hace, deberá asumir la responsabilidad de construir el elemento conforme a las normas pertinentes.

Para obtener información detallada sobre los cilindros con y sin datos de superficie y los tipos de elementos que representan ejes sin superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Secciones transversales de cilindro de dátum

El comando de tolerancia geométrica trata los círculos de dátum como una sección transversal de una superficie cilíndrica. Aunque PC-DMIS puede medir un círculo en una superficie no cilíndrica, el comando de tolerancia geométrica siempre maneja los círculos de dátum como si procedieran de una superficie cilíndrica. Por lo tanto, las secciones anteriores sobre los cilindros de dátum son aplicables en este caso. Por ejemplo, el simulador de dátum real es una superficie cilíndrica entera. En cambio, el simulador de dátum medido es una sección transversal de una superficie cilíndrica. Esto se debe a que solo se ha medido una sección transversal de la superficie. Eso significa que los algoritmos medidos (filtrado de vacíos y ajuste) son todos bidimensionales en lugar de tridimensionales (los datos de superficie se filtran para los círculos de dátum según la norma ISO, no así según la norma ASME). También significa que no se recomienda utilizar un círculo como dátum principal. En concreto, no debe usar un círculo como dátum hasta que dátums de prioridad más alta hayan definido el vector del eje cilíndrico.

No obstante, PC-DMIS permite utilizar un círculo como dátum principal, en cuyo caso PC-DMIS nivela con la vista del círculo antes de considerar el dátum de círculo propiamente dicho. La vista de un círculo es su vector nominal. Dado que no se recomienda el uso de los círculos como dátum principal, verá una advertencia, como se describe en "Resolución de los problemas de los mensajes de error y las advertencias". Puede parecer ilógico, pero un círculo de dátum principal restringe cinco grados de libertad (clase de invarianza de revolución), mientras que un plano de dátum principal restringe solamente cuatro grados de libertad (clase de invarianza cilíndrica). Esto significa que si mide menos datos, en realidad está restringiendo más grados de

libertad. Ello es debido a que lo que se hace es convertir la vista del círculo en un dátum implícito que tiene una prioridad más alta que los demás dátums del marco de control de elementos.

Si utiliza un círculo como dátum principal, la advertencia no se puede desactivar. Esto se debe a que recomendamos encarecidamente no utilizar círculos como dátums principales. No obstante, PC-DMIS admite ese supuesto para las aplicaciones heredadas. Recomendamos, en cambio, medir primero el plano de dátum y utilizar esos datos como dátum principal. A continuación, recomendamos medir un cilindro o un círculo como dátum secundario.

Por los motivos que se describen en "Cilindros de dátum con datos de superficie según la norma ISO 1101", los círculos de dátum en el comando de tolerancia geométrica que hacen referencia a la norma ISO 1101 son iguales para los tipos de cálculo de dátum **POR OMISIÓN** y **CL2**.

No recomendamos utilizar círculos para elementos de dátum a menos que ya se sepa que el error de orientación es muy pequeño entre los dátums de prioridad más alta y la superficie cilíndrica representada por un círculo. Recomendamos, en cambio, utilizar elementos de cilindro para representar la superficie cilíndrica siempre que sea posible.

PC-DMIS maneja los círculos de dátum sin datos de superficie de una manera similar a los cilindros de dátum sin datos de superficie. El comando de tolerancia geométrica construye un plano medido lo más cerca posible de la sección transversal del cilindro MED, mientras está restringido nominalmente a los simuladores de dátum de prioridad más alta.

- En el caso de círculos de dátum según la norma ASME sin datos de superficie que no tengan un modificador de traslación y de círculos de dátum según la norma ISO sin datos de superficie que tengan un modificador [DF], el simulador de dátum está ubicado nominalmente y orientado con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta.
- En el caso de círculos de dátum según la norma ASME sin datos de superficie que tengan un modificador de traslación y de círculos de dátum según la norma ISO sin datos de superficie que no tengan un modificador [DF], el simulador de dátum está orientado nominalmente con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta.

Como se explica en "Estructurar la rutina de medición para tolerancias geométricas", en la mayor parte de los casos no recomendamos utilizar círculos de dátum sin datos de superficie, porque, en ese caso, se están asumiendo las fases 2 y 3 del proceso de evaluación conceptual. Si lo hace, deberá asumir la responsabilidad de construir el elemento conforme a las normas pertinentes.

Para obtener información detallada sobre los círculos con y sin datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Anchuras de dátum según la norma ASME Y14.5

En el caso de las anchuras, el simulador de dátum real se define de acuerdo con la norma ASME Y14.5.1 - 2019. Una anchura perfecta se ajusta a la superficie real con cuadrados mínimos restringidos.

No hay filtrado de vacíos. Este ajuste hace que el simulador sea externo al material, al tiempo que maximiza el contacto y la estabilidad. En los casos en los que la superficie real se balancea, la definición de cuadrados mínimos con restricciones genera una solución estabilizada.

Los simuladores de anchura de dátum real secundario y terciario se restringen nominalmente en orientación y ubicación a los simuladores de dátum de prioridad más alta. Cuando hay presente un modificador de traslación, las anchuras de dátum secundario o terciario no se restringen en ubicación con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta, pero permanecen restringidas en orientación.

Todas las anchuras en PC-DMIS tienen datos de superficie. PC-DMIS calcula una aproximación medida al dátum real utilizando los datos de superficie y la opción de cálculo de dátum elegida.

Cuando sea posible, utilice la anchura 3D. El motivo es que representa la superficie de la anchura real. Cuando la anchura es demasiado reducida para medirse como anchura 3D, puede usar una anchura 2D como dátum secundario o terciario. No debe usar una anchura 2D como dátum hasta que dátums de prioridad más alta hayan definido el plano de trabajo de la anchura 2D. Las anchuras 2D como dátum presentan las mismas precauciones que se describen en "Secciones transversales de plano de dátum".

Cuando la anchura es demasiado pequeña para usarse incluso como anchura 2D, puede usar una anchura 1D como dátum terciario. Los dátums de prioridad más alta deben haber definido por completo la orientación de la superficie de la anchura 1D. Las anchuras 1D presentan las mismas precauciones que se describen en "Muestras de plano de dátum".

Anchuras de dátum según la norma ISO 1101

En el caso de las anchuras, el simulador de dátum real se define en ISO 5459 - 2011 con la expresión "elemento de dátum asociado". La superficie real se filtra para eliminar las abolladuras y otros vacíos y, a continuación, se ajusta una anchura perfecta a la superficie filtrada utilizando una fórmula de máximo inscrito (anchuras interiores) o mínimo circunscrito (anchuras exteriores). Este ajuste hace que el simulador sea externo al material y que se pueda considerar un espacio seguro coincidente.

Lamentablemente, los algoritmos inscritos y circunscritos son notoriamente inestables, por lo que PC-DMIS, con el tipo de cálculo de datum **POR OMISIÓN**, usa un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para inscribir o circunscribir este tipo de elemento de datum. El algoritmo de cuadrados mínimos restringidos genera prácticamente el mismo diámetro que uno que simplemente inscriba o circunscriba, pero es mucho más estable. Por lo tanto, los tipos de cálculo de datum **POR OMISIÓN** y **CL2** son iguales para este tipo de elemento de datum.

Los simuladores de anchuras de datum real secundario y terciario se restringen nominalmente en orientación a los simuladores de datum de prioridad más alta. No se restringen en ubicación con respecto a los simuladores de datum de prioridad más alta a menos que el datum tenga un modificador [DF]. Si el datum tiene un modificador [DF], los simuladores se restringen nominalmente en orientación y ubicación a los simuladores de datum de prioridad más alta.

Todas las anchuras en PC-DMIS tienen datos de superficie. PC-DMIS calcula una aproximación medida al datum real utilizando los datos de superficie y la opción de cálculo de datum elegida.

Cuando sea posible, utilice la anchura 3D. El motivo es que representa la superficie de la anchura real. Cuando la anchura es demasiado reducida para medirse como anchura 3D, puede usar una anchura 2D como datum secundario o terciario. No debe usar una anchura 2D como datum hasta que datums de prioridad más alta hayan definido el plano de trabajo de la anchura 2D. Las anchuras 2D como datum presentan las mismas precauciones que se describen en "Secciones transversales de plano de datum".

Cuando la anchura es demasiado pequeña para usarse incluso como anchura 2D, puede usar una anchura 1D como datum terciario. Los datums de prioridad más alta deben haber definido por completo la orientación de la superficie de la anchura 1D. Las anchuras 1D presentan las mismas precauciones que se describen en "Muestras de plano de datum".

Ranuras y muescas de datum

En algunos casos tiene sentido utilizar un comando de ranura o de muesca como datum secundario o terciario. El comando de tolerancia geométrica trata las ranuras y las muescas de datum como anchuras 2D sin datos de superficie. Aunque los comandos de ranura y de muesca normalmente tienen datos de superficie, no recopilan suficientes datos en los lugares adecuados para utilizar esos datos de superficie en un contexto de tolerancia geométrica. Por consiguiente, el comando de tolerancia geométrica trata las ranuras y las muescas como anchuras 2D sin datos de superficie.

Si utiliza ranuras y muescas como datum sin ningún modificador, PC-DMIS las trata como una línea media: una sección transversal de plano de datum que no tiene datos de superficie. Si las utiliza como datum con el modificador de material **(M)** o **(L)**, PC-DMIS trata las ranuras y las muescas de manera muy parecida a cómo trataría una

anchura 2D sin datos de superficie. Para obtener más información, consulte "Dátums con un modificador de material".



Tenga cuidado con las ranuras y las muescas de dátum.

Solo deben usarse si ya sabe que la forma de los elementos es muy buena. Si sospecha que el error de forma de fábrica puede ser importante, no utilice un comando de ranura ni de muesca. En su lugar, mida un escaneado alrededor del perímetro del elemento y, a continuación, asigne la tolerancia de forma, orientación y ubicación del elemento con una tolerancia de perfil de una línea.

Si necesita hacer referencia al elemento como dátum, utilice una anchura 2D o 3D construida (con datos de superficie) en lugar de una ranura o una muesca.

Conos de dátum con datos de superficie según la norma ASME Y14.5

En el caso de los conos, el simulador de dátum real se define de una manera incompleta de acuerdo con la norma ASME Y14.5.1 - 2019. Un cono perfecto se ajusta a la superficie real con cuadrados mínimos restringidos.

No hay filtrado de vacíos. Este ajuste hace que el simulador sea externo al material, al tiempo que maximiza el contacto y la estabilidad. En los casos en los que la superficie real se balancea, la definición de cuadrados mínimos con restricciones genera una solución estabilizada.

En ASME Y14.5 se especifica que los conos de dátum principal restringen cinco grados de libertad: tres grados de traslación y dos de rotación. Solo se deja un grado de rotación (rotación alrededor del eje del cono). Lamentablemente, ASME Y14.5 y Y14.5.1 presentan ambigüedad por lo que se refiere al modo como se restringe la traslación a lo largo del eje (existen varias posibles interpretaciones y cada una de ellas da como resultado una traslación restringida distinta a lo largo del eje). Además, nuestra experiencia nos dice que la mayor parte de los dibujos que hacen referencia a conos de dátum están pensados para utilizar solo el eje de los conos como dátum. Por lo tanto, el comando de tolerancia geométrica de PC-DMIS trata todos los conos de dátum como solo de eje. Eso significa que estos restringen como máximo cuatro grados de libertad (sin traslación a lo largo del cono).

Según la norma ASME Y14.5, el comando de tolerancia geométrica ajusta conos de dátum de tal manera que tanto el diámetro central como el ángulo del cono se optimizan.

Los simuladores de cono de dátum real secundario y terciario se restringen nominalmente en orientación y ubicación a los simuladores de dátum de prioridad más alta. Cuando hay presente un modificador de traslación, los conos de dátum secundario o terciario no se restringen en ubicación con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta, pero permanecen restringidos en orientación.

Cuando los conos de dátum tienen datos de superficie, PC-DMIS calcula una aproximación medida al dátum real utilizando los datos de superficie y la opción de cálculo de dátum elegida. Para obtener información detallada sobre los conos con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Conos de dátum con datos de superficie según la norma ISO 1101

En el caso de los conos, el simulador de dátum real se define de acuerdo con la norma ISO 5459 : 2011. Un cono perfecto se ajusta a la superficie real utilizando el ajuste mín máx restringido. La superficie real se filtra para eliminar abolladuras y otros vacíos y, a continuación, se ajusta un cono perfecto a la superficie filtrada utilizando un ajuste mín máx restringido. Este ajuste hace que el simulador sea externo al material, con los puntos bajos de la superficie filtrada lo más cercanos posible al simulador de dátum real. La norma ISO 5459 : 2011 especifica además que el ángulo del cono esté fijado en el nominal (no optimizado).

En la norma ISO 5459 se especifica que los conos de dátum principal restringen cinco grados de libertad: tres grados de traslación y dos de rotación. Solo se deja un grado de rotación (rotación alrededor del eje del cono). Lamentablemente, eso da lugar a una traslación inestable a lo largo del eje del cono. Ello se debe a que los pequeños cambios en el diámetro real del cono dan lugar a grandes cambios en la traslación definida a lo largo del eje del cono. Además, nuestra experiencia nos dice que la mayor parte de los dibujos que hacen referencia a conos de dátum están pensados para utilizar solo el eje de los conos como dátum. Por lo tanto, el comando de tolerancia geométrica de PC-DMIS trata todos los conos de dátum como solo de eje: solo restringen como máximo cuatro grados de libertad (la traslación a lo largo del cono es libre). Esto equivale a decir que PC-DMIS presupone que el modificador [SL] está presente en todos los conos de dátum (implícita o explícitamente).

Los simuladores de cono de dátum real secundario y terciario se restringen nominalmente en orientación a los simuladores de dátum de prioridad más alta. No se restringen en ubicación con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta a menos que el dátum tenga un modificador [DF]. Si el dátum tiene un modificador [DF], los simuladores se restringen nominalmente en orientación y ubicación a los simuladores de dátum de prioridad más alta.

Cuando los conos de dátum tienen datos de superficie, PC-DMIS calcula una aproximación medida al dátum real utilizando los datos de superficie y la opción de

Usar tolerancias geométricas

cálculo de dátum elegida. Para obtener información detallada sobre los conos con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Conos de dátum sin datos de superficie

Cuando un cono sin datos de superficie se referencia como dátum, al tratarse los conos como solo de eje, el comportamiento es el mismo que el que se describía anteriormente en "Cilindros de dátum sin datos de superficie y ejes sin superficie". Como se explica en "Estructurar la rutina de medición para tolerancias geométricas", en la mayor parte de los casos no recomendamos utilizar conos de dátum sin datos de superficie, porque, en ese caso, se están asumiendo las fases 2 y 3 del proceso de evaluación conceptual. Si lo hace, deberá asumir la responsabilidad de construir el elemento conforme a las normas pertinentes.

Para obtener información detallada sobre los conos sin datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Esferas de dátum con datos de superficie según la norma ASME Y14.5

En el caso de las esferas, el simulador de dátum real se define de acuerdo con la norma ASME Y14.5.1 - 2019. Una esfera perfecta se ajusta a la superficie real con cuadrados mínimos restringidos.

No hay filtrado de vacíos. Este ajuste hace que el simulador sea externo al material, al tiempo que maximiza el contacto y la estabilidad. En los casos en los que la superficie real se balancea, la definición de cuadrados mínimos con restricciones genera una solución estabilizada.

Los simuladores de esfera de dátum real secundario y terciario se restringen nominalmente en ubicación a los simuladores de dátum de prioridad más alta precedencia a menos que haya un modificador de traslación presente. Esto se debe a que las esferas no tienen orientación y, por lo tanto, no se restringen en orientación a los dátums de prioridad más alta.

Cuando las esferas de dátum tienen datos de superficie, PC-DMIS calcula una aproximación medida al dátum real utilizando los datos de superficie y la opción de cálculo de dátum elegida. Para obtener información detallada sobre qué esferas tiene datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Esferas de dátum con datos de superficie según la norma ISO 1101

En el caso de las esferas, el simulador de dátum real se define de acuerdo con la norma ISO 5459 - 2011 con la expresión "elemento de dátum asociado". La superficie real se filtra para eliminar las abolladuras y otros vacíos y, a continuación, se ajusta una esfera perfecta a la superficie filtrada utilizando una fórmula de máximo inscrito (esferas interiores) o mínimo circunscrito (esferas exteriores). Este ajuste hace que el simulador sea externo al material y que se pueda considerar un espacio seguro coincidente.

Lamentablemente, los algoritmos inscritos y circunscritos son notoriamente inestables, por lo que PC-DMIS, con el tipo de cálculo de dátum **POR OMISIÓN**, usa un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para inscribir o circunscribir este tipo de elemento de dátum. El algoritmo de cuadrados mínimos restringidos genera prácticamente el mismo diámetro que uno que simplemente inscriba o circunscriba, pero es mucho más estable. Por lo tanto, los tipos de cálculo de dátum **POR OMISIÓN** y **CL2** son iguales para este tipo de elemento de dátum.

Las esferas de dátum real secundario y terciario no se restringen en ubicación u orientación con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta, a menos que el dátum tenga un modificador [DF]. Esto se debe a que las esferas no tienen orientación y, por lo tanto, no se restringen en orientación a los dátums de prioridad más alta. Si el dátum tiene un modificador [DF], los simuladores se restringen nominalmente en ubicación a los simuladores de dátum de prioridad más alta.

Cuando las esferas de dátum tienen datos de superficie, PC-DMIS calcula una aproximación medida al dátum real utilizando los datos de superficie y la opción de cálculo de dátum elegida. Para obtener información detallada sobre las esferas con datos de superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Esferas de dátum sin datos de superficie y puntos 3D sin superficie

Son contadas las aplicaciones en las que se define una esfera o punto 3D que no tiene superficie. Por ejemplo, una esfera de dátum que circunscriba tres esferas. PC-DMIS es compatible con aplicaciones de este tipo al permitir tipos de elementos de dátum que no tienen datos de superficie.

Cuando una esfera de dátum principal o un punto 3D sin superficie no tienen datos de superficie, el comando de tolerancia geométrica utiliza los valores de MED de la esfera como simulador de dátum.

Cuando una esfera de dátum secundario o terciario o un punto 3D sin superficie no tienen datos de superficie, el comando de tolerancia geométrica utiliza los

valores de MED de la esfera como simulador de dátum. En el caso de esferas de dátum o puntos 3D sin superficie según la norma ASME sin datos de superficie que no tienen un modificador de traslación, y para esferas de dátum según la norma ISO con un modificador [DF], se lleva a cabo una reubicación de modo que el centroide se traslada lo mínimo y se garantiza que el simulador de dátum está ubicado nominalmente con respecto a los simuladores de dátum de prioridad más alta.

Como se explica en "Estructurar la rutina de medición para tolerancias geométricas", en la mayor parte de los casos no recomendamos utilizar esferas de dátum ni puntos tridimensionales sin superficie sin datos de superficie, porque, en ese caso, se están asumiendo las fases 2 y 3 del proceso de evaluación conceptual. Si lo hace, deberá asumir la responsabilidad de construir el elemento conforme a las normas pertinentes.

Para obtener información detallada sobre las esferas que no tienen datos de superficie y los tipos de elemento que representan puntos 3D sin superficie, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

Patrones de dátum

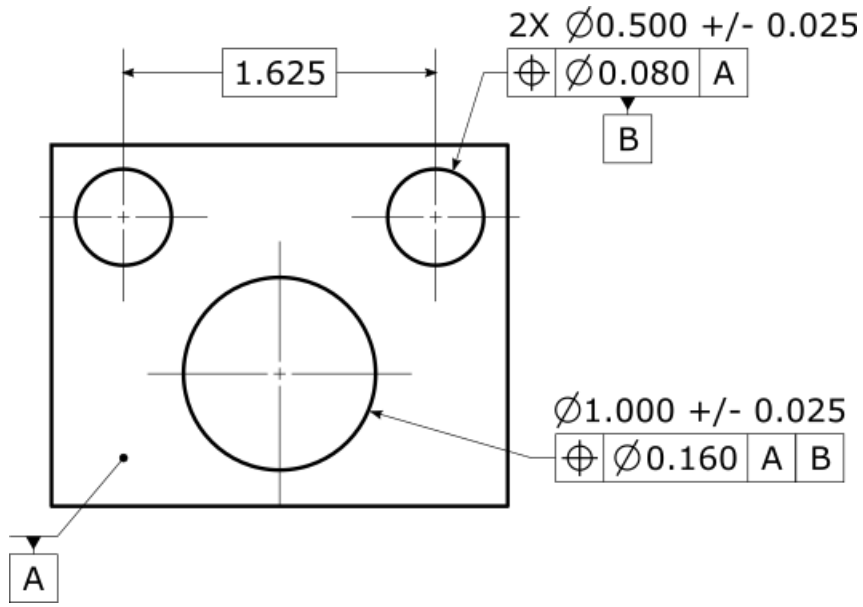
Los patrones de dátum constan de elementos de tamaño (cilindros, círculos, anchuras y esferas) que tienen el mismo tamaño nominal, tolerancia de tamaño y que son o bien todos internos, o bien todos externos. Los simuladores de dátum para el patrón se orientan y ubican nominalmente los unos con respecto a los otros.

Según la norma ASME Y14.5, los tamaños de los simuladores coinciden entre sí porque los tamaños nominales y las tolerancias de tamaño en las opciones Dentro y Fuera son iguales. Esto se debe a que el párrafo 7.12.4 de la norma ASME Y14.5 2018 indica que los simuladores deben aumentarse y reducirse de forma simultánea. El conjunto de simuladores de dátum real se define mediante un ajuste de cuadrados mínimos restringido. El ajuste se aplica a las superficies de los elementos simultáneamente manteniendo la ubicación y la orientación entre cada simulador, así como la coincidencia de los tamaños. No hay filtrado de vacíos.

La norma ISO 5459 no indica con claridad si los simuladores deben tener tamaños coincidentes o independientes. En nuestra interpretación, los tamaños son independientes para los simuladores de dátum ISO dentro de un patrón. Consulte el ejemplo que sigue al párrafo 6.2.3 de la norma ISO 5459 : 2011, así como la Figura A.8 en la que se basa nuestra interpretación. El conjunto de simuladores de dátum real se define mediante un ajuste mín máx restringido. El ajuste se aplica a las superficies con filtrado de vacíos simultáneamente manteniendo la ubicación/orientación entre cada simulador, pero permitiendo que los tamaños varíen de forma independiente.

Ilustraciones de patrones de dátum

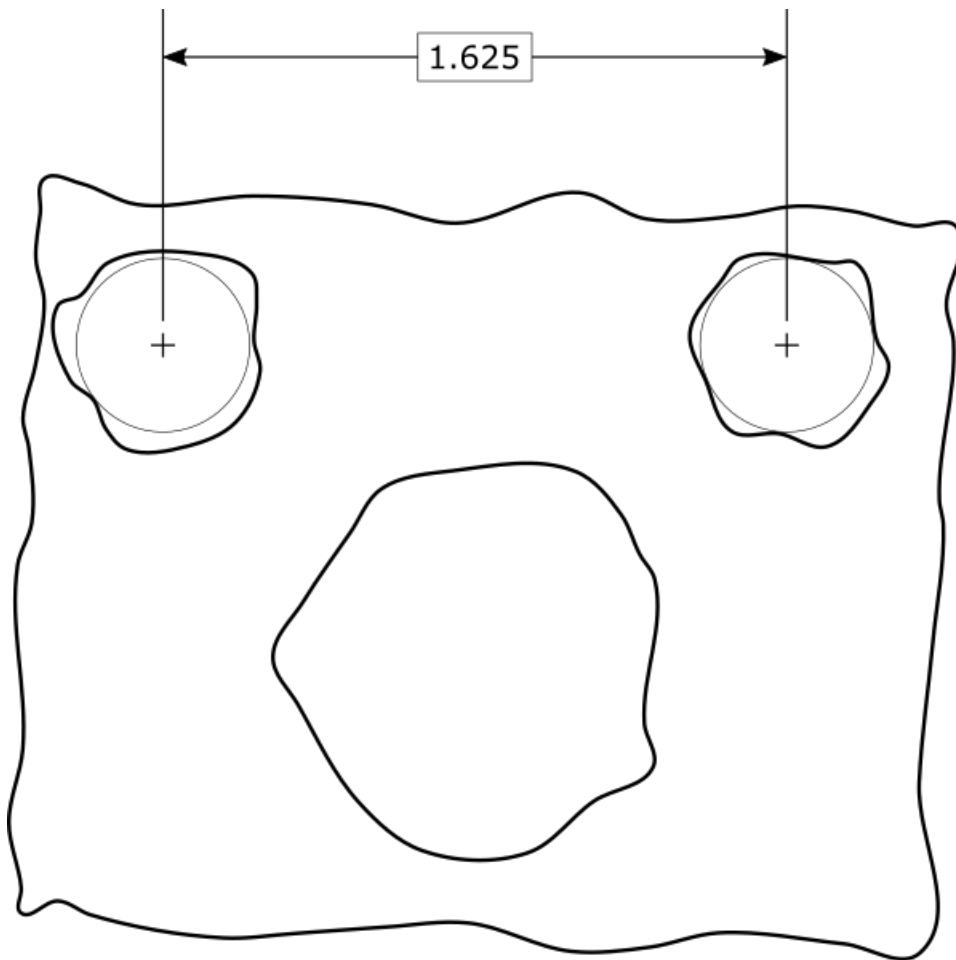
Supongamos que tuviera la especificación siguiente:



ASME

Dada la especificación anterior, el marco de referencia de datum A | B real según la norma ASME está totalmente restringido y tiene el aspecto siguiente:

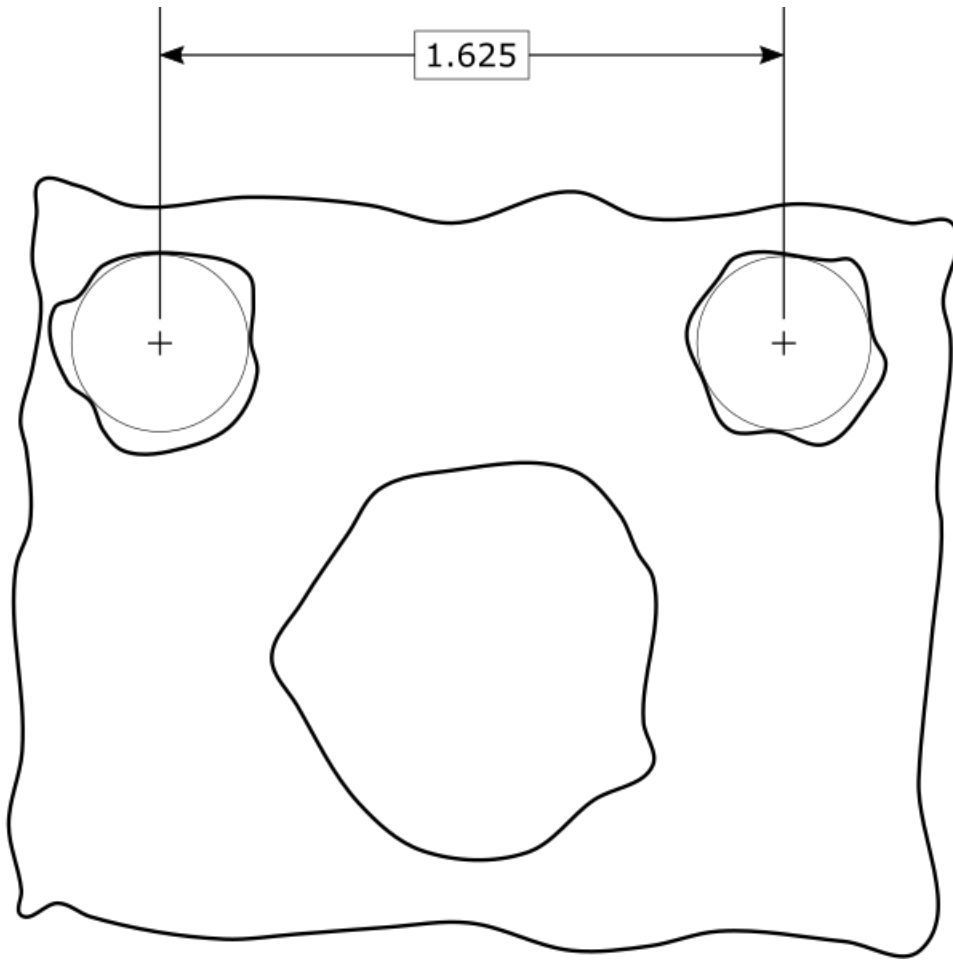
Usar tolerancias geométricas



Observe que los simuladores de datum del patrón se ubican nominalmente los unos con respecto a los otros y tienen el mismo tamaño.

ISO

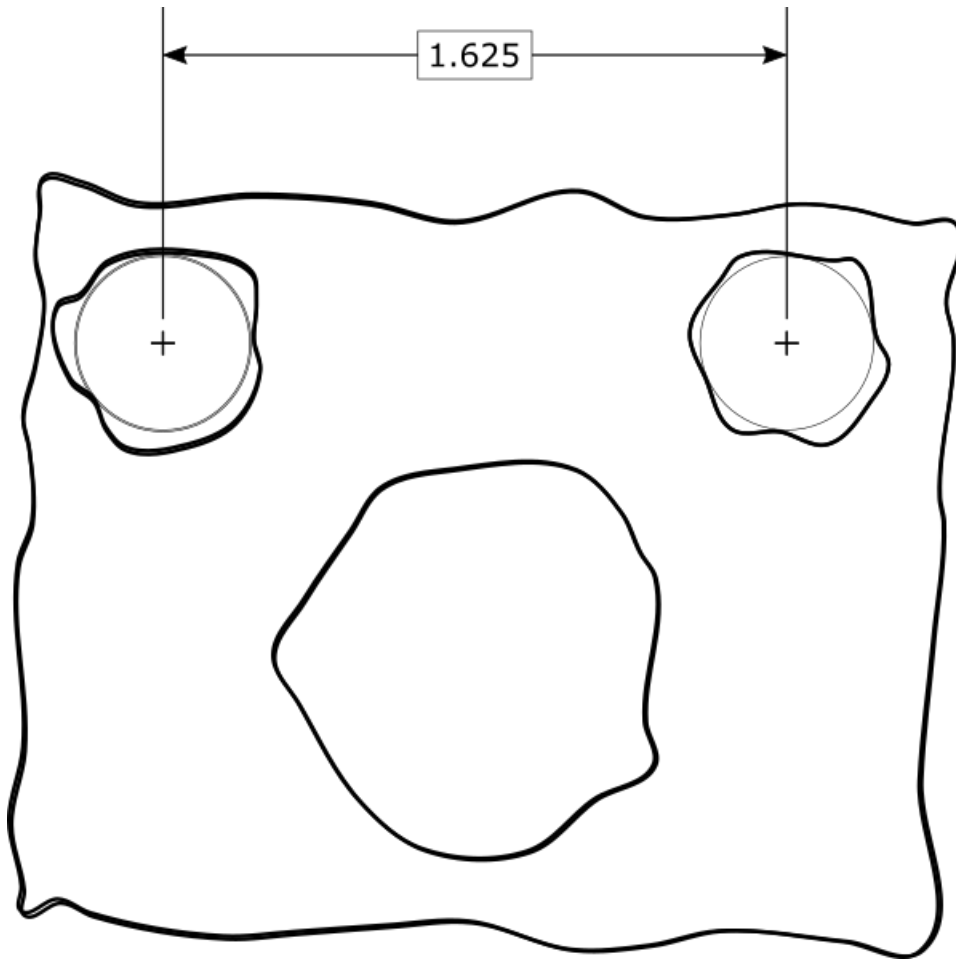
Dada la especificación anterior, el marco de referencia de datum A | B real según la norma ISO también está totalmente restringido y tiene el aspecto siguiente:



Observe que los simuladores de dátum del patrón se ubican nominalmente los unos con respecto a los otros y no tienen el mismo tamaño. La rotación total es varía entre las normas ASME e ISO porque los tamaños de dátum son diferentes.

ASME e ISO superpuestos

Es más fácil ver la diferencia entre ASME e ISO cuando las dos imágenes anteriores se superponen:



Datos comunes: Cilindros coaxiales

En un dátum común de varios cilindros coaxiales se utiliza un guion en la referencia de dátum (por ejemplo, A-B o A-D-F). Esos elementos suelen variar de un cilindro a otro: los tamaños nominales, la tolerancia de tamaño o el estado de dentro o fuera. Los simuladores de dátum para el patrón se orientan y ubican nominalmente los unos con respecto a los otros. Eso significa que los simuladores serán coaxiales.

Según la norma ASME Y14.5, los tamaños de los simuladores están relacionados entre sí, pero normalmente no coinciden. El párrafo 7.12.4 de la norma ASME Y14.5 2018 indica que los simuladores deben aumentarse y reducirse de sus MMB a sus LMB respectivos de manera simultánea. El conjunto de simuladores de dátum real se define mediante un ajuste de cuadrados mínimos restringidos a las superficies de los elementos simultáneamente. El ajuste también mantiene lo siguiente: la ubicación y la orientación nominal entre cada simulador y los tamaños relacionados a raíz del aumento o la reducción simultánea del MMB al LBM. No hay filtrado de vacíos.



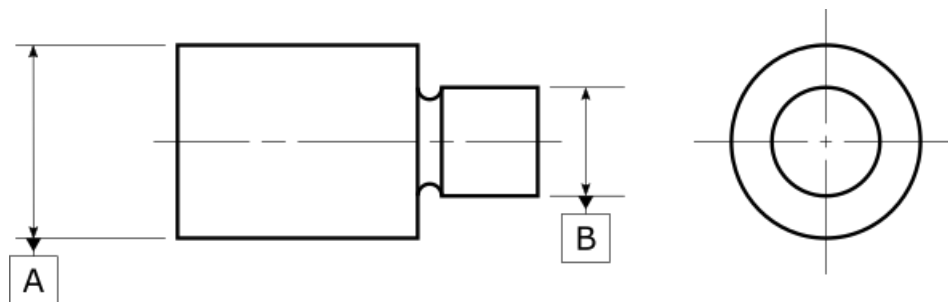
Para que PC-DMIS aumente o reduzca correctamente los tamaños de simulador de forma simultánea, debe crear las tolerancias de tamaño y las tolerancias geométricas en los dátums *antes* de permitir que ninguna tolerancia geométrica haga referencia a esos dátums. Dicho de otro modo, las tolerancias sobre el datum deben ir antes en la rutina de medición que las tolerancias geométricas que hacen referencia al datum.

Si más adelante edita alguna tolerancia de tamaño sobre un datum, debe asegurarse de que todas las tolerancias geométricas posteriores que hagan referencia a ese datum tengan la información de tolerancia de tamaño correcta para el datum.

La norma ISO 5459 no indica con claridad si los simuladores deben tener tamaños relacionados o independientes. En nuestra interpretación, los tamaños son independientes para los simuladores de datum según la norma ISO dentro de un datum común. Consulte el ejemplo que sigue al párrafo 6.2.3 de la norma ISO 5459 : 2011, así como la Figura A.8 en la que se basa nuestra interpretación. El conjunto de simuladores de datum real se define mediante un ajuste mín máx restringido a las superficies con filtrado de vacíos de los elementos simultáneamente. Este ajuste también mantiene la ubicación y la orientación nominal entre cada simulador, pero permite que los tamaños varíen de forma independiente.

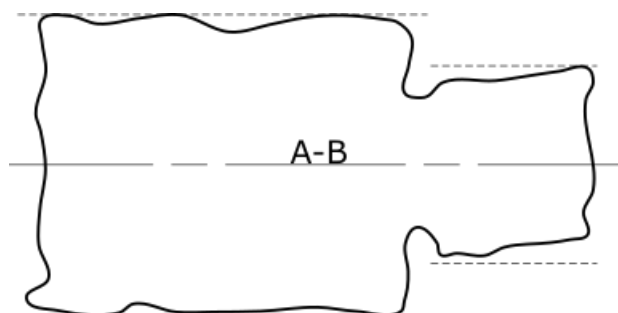
Ilustraciones de dátums coaxiales

Supongamos que tuviera la especificación siguiente:



ASME

En ese caso, el datum común A-B según la norma ASME tendría este aspecto:



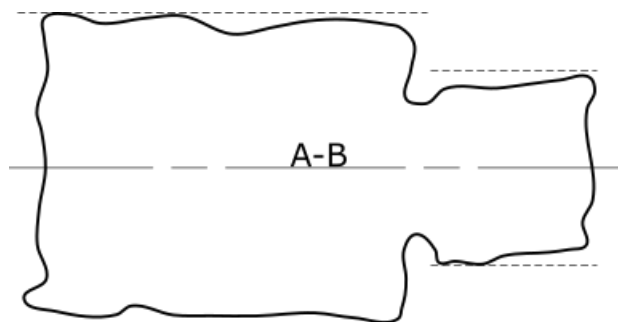
Observe que los simuladores A y B son exactamente coaxiales.

ISO

Con la especificación anterior, el datum común A-B según la norma ISO sería distinto por dos motivos:

1. El motivo menos importante es que el correspondiente a la norma ISO tiene tamaños independientes.
2. El motivo más importante es que en la asociación según la norma ISO para dátums comunes se aplica por omisión un ajuste mín máx restringido. Eso minimiza la distancia entre los puntos bajos de las superficies de datum filtradas y los simuladores.

El datum común según la norma ISO tiene el aspecto siguiente:



Dátums comunes: Planos paralelos de offset

En un datum común de planos paralelos de offset se utiliza un guion en la referencia de datum (por ejemplo, A-B o A-D-F). Los simuladores de datum para el patrón se orientan y ubican nominalmente los unos con respecto a los otros. Eso significa que los simuladores serán paralelos y tendrán un offset equivalente a sus distancias nominales.

Según la norma ASME Y14.5, el conjunto de simuladores de datum real se define mediante un ajuste de cuadrados mínimos restringido a las superficies con filtrado de

vacíos de los elementos simultáneamente. Este ajuste también mantiene la ubicación/orientación nominal entre cada simulador.

Según la norma ISO 1101, el conjunto de simuladores de datum real se define mediante un ajuste mín máx restringido a las superficies con filtrado de vacíos de los elementos simultáneamente, manteniendo la ubicación y la orientación nominal entre cada simulador.

Dátums con un modificador de material

Los cilindros, los círculos, las esferas, las anchuras, las ranuras y las muescas de datum pueden tener los modificadores de material \textcircled{M} o \textcircled{L} . Un modificador de material hace que el comando de tolerancia geométrica maneje el datum de manera distinta a como lo haría con dátums que no lo tienen.

Sin modificador de material, el datum restringe por completo los grados normales de libertad.

Con un modificador de material, el datum simplemente requiere que se ajuste un límite del material dentro de la superficie del elemento o que la superficie del elemento se ajuste dentro de un límite de material.

El comportamiento es muy parecido al de un calibre funcional: Por lo tanto, los grados normales de libertad no están totalmente restringidos. Por lo tanto, los grados normales de libertad no están totalmente restringidos. Por lo tanto, los grados normales de libertad no están totalmente restringidos.

El comando de tolerancia geométrica aproxima la interacción entre el límite y la superficie medida. Lo hace con una aproximación de eje en zona. En primer lugar, se calcula un espacio seguro de superficie. A continuación, el eje del espacio seguro de superficie se restringe para quedar dentro de una zona de forma perfecta. El tamaño del espacio seguro de superficie y el tamaño de límite del material determinan el tamaño de la zona. La zona se orienta y ubica nominalmente con respecto a los dátums de prioridad más alta. La zona es como el elemento en cuestión: esférica en el caso de elementos esféricos, diamétrica en el caso de elementos cilíndricos y circulares, y planar en el caso de elementos de anchura, ranura y muesca. Aquí utilizamos el concepto de "eje del espacio seguro de superficie" de una manera más bien no estricta:

En el caso de una esfera de datum, es un solo punto.

En el caso de un cilindro de datum, es el eje.

En el caso de una anchura de datum, es el plano central.

Esta aproximación de eje en zona suele ser conservadora, a menos que el error de orientación del espacio seguro coincidente sea extremadamente elevado. Suele ser

una muy buena aproximación salvo en el caso de que el error de forma de la superficie sea extremadamente elevado. La naturaleza conservadora de la aproximación se materializa en el hecho de que, aunque el error de forma de la superficie sea extremadamente elevado, el comando de tolerancia geométrica no aceptará piezas no conformes siempre que el error de orientación del espacio seguro coincidente no sea extremadamente elevado. PC-DMIS utiliza esta aproximación por dos motivos principales: (1) los tiempos de cálculo son mucho más rápidos, y (2) no requiere una superficie de datum medida con mucha densidad (aunque siempre recomendamos que mida las superficies de datum con mucha densidad).

Con los datos de superficie, está disponible el tipo de cálculo de datum. En el caso del tipo de cálculo de datum **POR OMISIÓN** (y el tipo de cálculo de datum **CL2** según la norma ISO), con un modificador de material máximo, PC-DMIS calcula el espacio seguro de superficie externamente con respecto al material. Utiliza cuadrados mínimos restringidos (es un espacio seguro coincidente). Con un modificador de material mínimo, el espacio seguro de superficie es interno con respecto al material, pero PC-DMIS utiliza igualmente cuadrados mínimos restringidos (es un espacio seguro de material mínimo). Los datums según la norma ISO con la opción de cálculo de datum **POR OMISIÓN** o **CL2** filtran los vacíos de la superficie antes del ajuste, pero no así los datum según la norma ASME. En el caso del tipo de cálculo de datum **LSQ**, independientemente del modificador de material, el espacio seguro de superficie utiliza cuadrados mínimos simples sin filtrar.

Cuando no hay datos de superficie, el elemento de MED se utiliza como espacio seguro de superficie. Consulte el tema "Tipos de elementos con y sin datos de superficie" para conocer las listas de tipos de elementos que no tienen datos de superficie. Como se explica en "Estructurar la rutina de medición para tolerancias geométricas", en la mayor parte de los casos no recomendamos utilizar elementos de datum sin datos de superficie, porque, en ese caso, se están asumiendo las fases 2 y 3 del proceso de evaluación conceptual. Si lo hace, deberá asumir la responsabilidad de construir el elemento conforme a las normas pertinentes.

Las reglas para calcular el tamaño del límite del material son complejas; consulte "Determinar el tamaño del límite del material". Una impresión raras veces especifica un tamaño de límite del material. Cuando se especifica, sobrescribe las reglas que calculan el tamaño del límite del material. El comando de tolerancia geométrica admite lo siguiente: en primer lugar, hacer clic en **Modificadores avanzados** y, a continuación, escribir un tamaño de límite del material.



Para que PC-DMIS determine correctamente el tamaño del límite del material, debe crear las tolerancias de tamaño y las tolerancias geométricas en los dátums *antes* de permitir que ninguna tolerancia geométrica haga referencia a esos dátums. Dicho de otro modo, las tolerancias sobre el datum deben ir antes en la rutina de medición que las tolerancias geométricas que hacen referencia al datum.

Si más adelante edita alguna tolerancia de tamaño sobre un datum, debe asegurarse de que todas las tolerancias geométricas posteriores que hagan referencia a ese datum tengan la información de tolerancia de tamaño correcta para el datum.

Una vez que PC-DMIS calcula el espacio seguro de la superficie y el tamaño del límite del material, el tamaño de la zona corresponde a la diferencia entre el tamaño del espacio seguro de superficie y el tamaño del límite del material:

En el caso de elementos interiores con un modificador de material máximo y elementos exteriores con un modificador de material mínimo, corresponde al tamaño del espacio seguro de superficie menos el tamaño del límite del material.

En el caso de elementos exteriores con un modificador de material máximo y elementos interiores con un modificador de material mínimo, corresponde al tamaño del límite del material menos el tamaño del espacio seguro de superficie.

El eje del espacio seguro de superficie del datum debe permanecer en la zona para todos los dátums de prioridad más baja y para los cálculos de zona de tolerancia que utilizan ese datum. No obstante, el eje no se optimiza en la zona. El eje solo tiene que estar en la zona.

Un tamaño de zona cero o negativo implica que el datum infringe su tolerancia de tamaño. En el contexto de los calibres funcionales, en un caso como este, el resalte del calibre no se ajustaría a su orificio de pieza real. En ese caso, el comando de tolerancia geométrica no incumple la posición ni la tolerancia de perfil simplemente porque el datum está fuera de tolerancia, sino que deja que la tolerancia de tamaño del datum no se ajuste al datum. En lugar de incumplir la tolerancia de posición o perfil, el datum se reevalúa sin un modificador de material.

En algunos casos, un datum secundario o terciario con un modificador de material tiene una traslación disponible. Esto siempre es así de acuerdo con la norma ISO y también de acuerdo con la norma ASME cuando hay un modificador de traslación presente. En ese caso, la zona de tolerancia puede moverse con respecto a los dátums de prioridad más alta hasta que contenga de forma óptima el eje del espacio seguro de superficie. Después de eso, su posición es fija con respecto a los dátums de prioridad más alta. La

Usar tolerancias geométricas

orientación de la zona sigue siendo nominal con respecto a dátums de prioridad más alta.

El alcance del "eje del espacio seguro coincidente" se define de la manera siguiente:

En el caso de esferas de dátum, es el punto central del espacio seguro de superficie.

En el caso de cilindros de dátum, el eje del espacio seguro de superficie se extrapola a las caras finales de la misma manera que se extrapola el elemento con tolerancia. Para obtener información, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".

En el caso de círculos de dátum, es el punto central del espacio seguro de superficie.

En el caso de anchuras de dátum, los puntos de superficie medidos se proyectan al plano central del espacio seguro de superficie, y el eje del espacio seguro coincidente es el polígono convexo mínimo que contiene todos los puntos proyectados.

En el caso de ranuras de dátum, la línea media medida se extrapola a la longitud de la ranura.

En el caso de muescas de dátum, la línea media medida se extrapola a la anchura de la ranura.

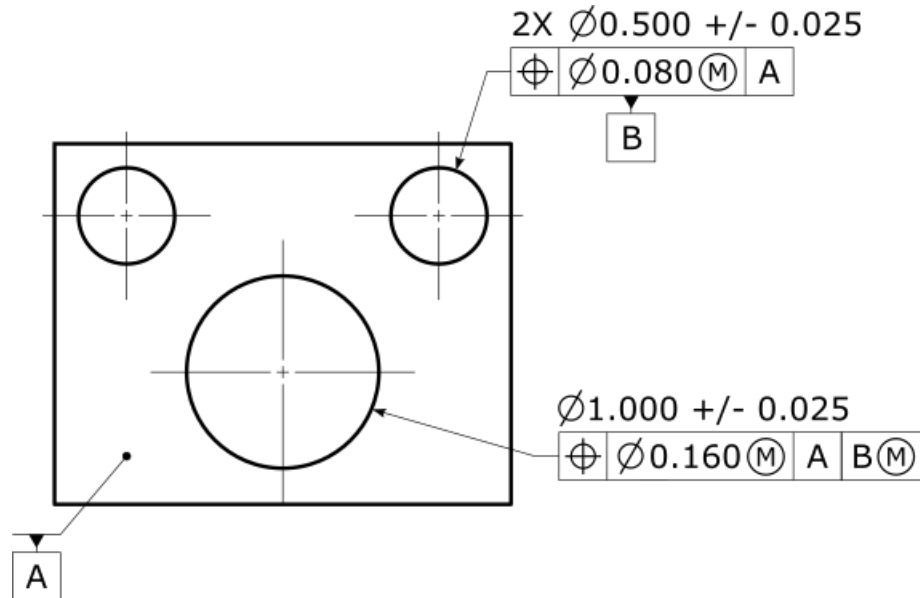
Los patrones de dátum y los dátums comunes de cilindros coaxiales también pueden tener un modificador de material. En ese caso, cada espacio seguro de superficie y tamaño de zona se calculan por separado. Eso maximiza la precisión de la aproximación de eje en zona. Las zonas se orientan y ubican nominalmente las unas con respecto a las otras.

Cuando no hay traslación disponible (según la norma ASME sin modificador de traslación), las zonas se orientan y ubican nominalmente con respecto a los dátums de prioridad más alta.

Cuando hay traslación disponible (tanto en el caso de la norma ASME con un modificador de traslación como en el caso de la norma ISO), las zonas de tolerancia pueden trasladarse juntas hasta que contengan de manera óptima los ejes del espacio seguro de superficie. No obstante, las zonas permanecen orientadas y ubicadas nominalmente las unas con respecto a las otras, y permanecen orientadas a los dátums de prioridad más alta.

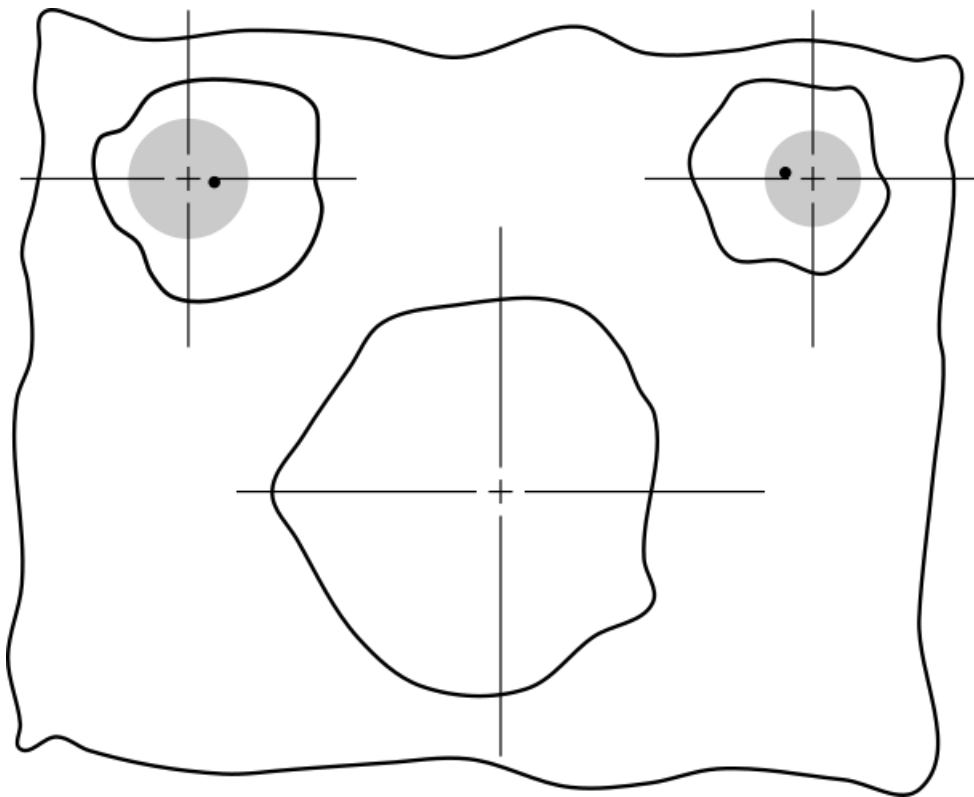
Ilustraciones de dátums con un modificador de material

Supongamos que tuviera la especificación siguiente en la que se utiliza un patrón de datum secundario referenciado en el MMB:



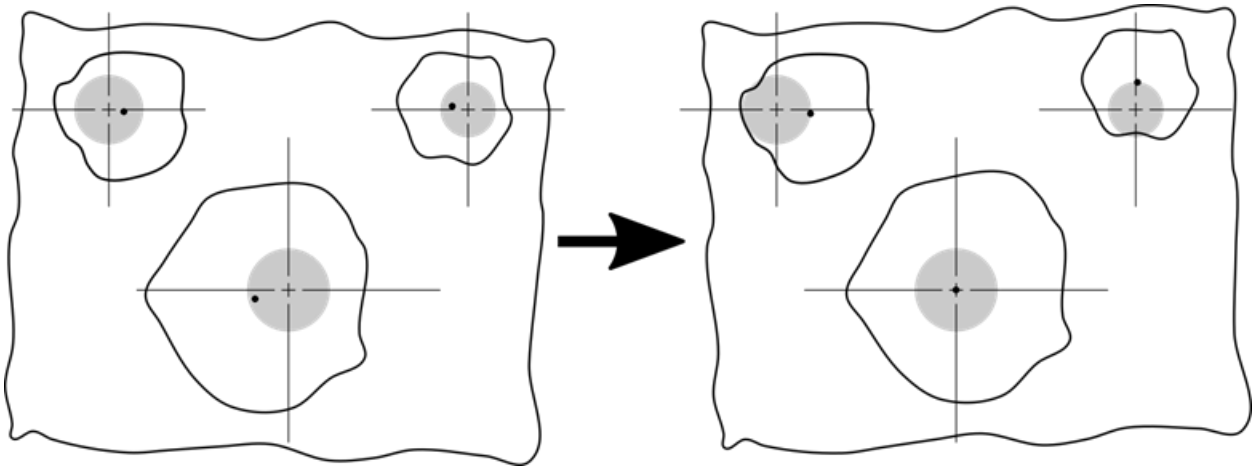
La resolución del marco de referencia de datum podría dar lugar a esta ilustración:

Usar tolerancias geométricas



Las líneas sólidas son la superficie real, las áreas sombreadas en gris representan las zonas de datum y los puntos pequeños representan el eje de datum que debe estar en la zona. El datum izquierdo tiene una zona más grande porque el orificio del datum real izquierdo es más grande. Los tamaños de las zonas se han exagerado para mostrar cómo funciona todo.

Puesto que los ejes de los datum pueden moverse dentro de las zonas de datum (pero no salirse de ellas), eso significa que el valor real para la tolerancia de posición puede ser cero. A continuación se ofrece una ilustración sobre dicho funcionamiento:

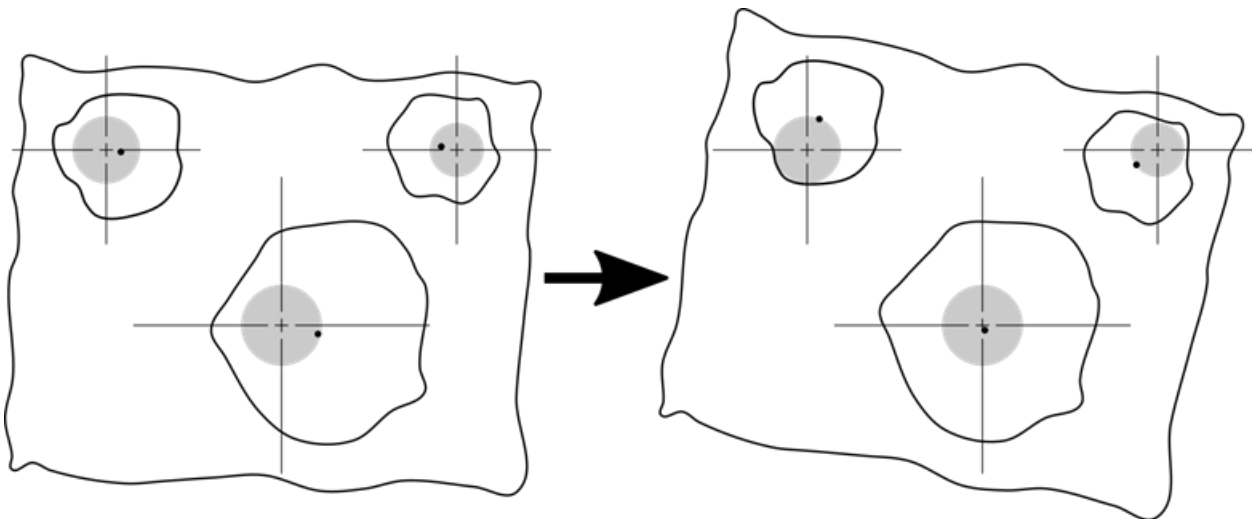


A la izquierda se muestra antes de la optimización, con la visualización del eje y la zona de tolerancia del orificio grande. A la derecha se muestra después de la optimización, donde el eje del orificio grande se ha optimizado a una ubicación perfecta (con un valor real cero como resultado) mientras que los ejes de dátum se han forzado para permanecer dentro de su zona, pero no se han optimizado.



Las superficies se muestran para facilitar la comprensión, pero no participan en la optimización. En la optimización solo se usan las zonas y los ejes.

No obstante, si el orificio grande tiene un error de posición lo suficientemente grande, el valor medido no será cero. A continuación se ofrece una ilustración de este último caso:



El valor real del orificio grande se ha optimizado para ser lo más pequeño posible, pero los dátums tienen que permanecer en sus zonas y, por lo tanto, el valor real no es cero.

Determinar el tamaño del límite del material

Cuando se hace referencia a un dátum con un modificador de límite del material, el comando de tolerancia geométrica tiene que calcular el tamaño del límite del material a menos que este se especifique. El tamaño del límite de material se basa en la tolerancia de tamaño del elemento de dátum y las tolerancias geométricas aplicables.

En el caso de dátums con un modificador de material máximo, se empieza por el tamaño de la máxima condición del material. Se trata del límite superior de tamaño para los elementos exteriores y del límite inferior de tamaño para los elementos interiores. A continuación, se ajusta el tamaño según la tolerancia geométrica aplicable.

En el caso de dátums con un modificador de material mínimo, se empieza por el tamaño de la mínima condición del material. Se trata del límite inferior de tamaño para los elementos exteriores y del límite superior de tamaño para los elementos interiores. A continuación, se ajusta el tamaño según la tolerancia geométrica aplicable.

En el caso de límites del material que contienen la superficie del elemento, la tolerancia geométrica aplicable aumenta el tamaño del límite del material. Esto es así para elementos exteriores con un modificador de material máximo y para elementos interiores con un modificador de material mínimo.

En el caso de límites del material contenidos por la superficie del elemento, la tolerancia geométrica aplicable reduce el tamaño del límite del material. Esto es así para elementos interiores con un modificador de material máximo y para elementos exteriores con un modificador de material mínimo.

Reglas para determinar la tolerancia geométrica

Las reglas que determinan la tolerancia geométrica que debe aplicarse, si la hay, son complicadas. Se describen en la norma ISO 2692:2014 (sección 4) y en la norma ASME Y14.5-2018 (sección 7.9). Las reglas de PC-DMIS se muestran a continuación. En el caso de la norma ISO, las reglas se adaptan a los tipos de tolerancia que PC-DMIS admite.

Dátums principales según la norma ISO 1101

En el caso de dátums primarios con la norma ISO, ajustamos el límite del material según la tolerancia de forma en la misma condición del material, si existe:

Si el dátum principal es un cilindro, utilizamos la rectitud de eje en la misma condición del material, si existe.

Si el dátum principal es una esfera o una anchura, pasamos por alto la tolerancia de forma y no ajustamos el límite del material.



Si el dátum principal es A \textcircled{M} y el cilindro de dátum A es un vástago y tiene una rectitud de eje en \textcircled{M} , el límite máximo del material es el tamaño máximo del vástago más la tolerancia de rectitud de eje.

Dátums secundarios según la norma ISO 1101

En el caso de dátums secundarios con la norma ISO, ajustamos el límite del material según la tolerancia de orientación o ubicación en la misma condición del material que hace referencia al mismo dátum principal, con los mismos modificadores de dátum, y que no tiene ningún dátum secundario. Todas las demás tolerancias se pasan por alto. Si existe más de una tolerancia de ese tipo, el ajuste del límite del material utiliza la más pequeña de dichas tolerancias.

Dátums terciarios según la norma ISO 1101

En el caso de dátums terciarios con la norma ISO, ajustamos el límite del material según la tolerancia de orientación o ubicación en la misma condición del material que hace referencia al mismo dátum principal, con los mismos modificadores de dátum, y que hace referencia al mismo dátum secundario, con el mismo modificador de dátum, y que no tiene ningún dátum terciario. Todas las demás tolerancias se pasan por alto. Si existe más de una tolerancia de ese tipo, el ajuste del límite del material utiliza la más pequeña de dichas tolerancias.

Dátums primarios según la norma ASME Y14.5

En el caso de dátums primarios con la norma ASME, ajustamos el límite del material según la tolerancia de forma de rectitud de eje, si existe. No ajustamos el límite del material para las esferas y las anchuras.



Si el dátum principal es A \textcircled{M} y el cilindro de dátum A es un vástago y tiene una rectitud de eje, el límite máximo del material es el tamaño máximo del vástago más la tolerancia de rectitud de eje.

En contadas ocasiones, se utiliza un patrón como dátum principal con un modificador de límite del material. En esos casos, buscamos primero una tolerancia de posición en el patrón sin dátums. Si la tolerancia de posición existe, PC-DMIS ajusta el límite del material según el valor de tolerancia de posición. Si

no existe dicha tolerancia de posición, buscamos una tolerancia de rectitud de eje.

Dátums secundarios según la norma ASME Y14.5

En el caso de dátums secundarios con la norma ASME, ajustamos el límite del material según la tolerancia de orientación o posición en el dátum secundario.

- En el caso de un solo dátum, utilizamos la tolerancia de orientación del dátum respecto del dátum principal.
- Si no existe esa tolerancia de orientación, utilizamos la tolerancia de posición del patrón de dátum con respecto al dátum principal con los mismos modificadores de dátum.
- En el caso de un patrón de dátum, utilizamos la tolerancia de posición del patrón de dátum con respecto al dátum principal con los mismos modificadores de dátum.
- En el caso de un dátum común, utilizamos la tolerancia de posición simultáneas de los elementos de dátum comunes con respecto al dátum principal con los mismos modificadores de dátum.
- Las únicas tolerancias geométricas que se consideran se especifican con la misma condición del material que el dátum secundario en cuestión, y no tienen dátum secundario.

Dátums terciarios según la norma ASME Y14.5

En el caso de dátums terciarios con la norma ASME, ajustamos el límite del material según una tolerancia de posición en el dátum terciario (no de orientación). La tolerancia de posición debe hacer referencia a los mismos dátums principal y secundario, con los mismos modificadores de dátum, sin un dátum terciario. La tolerancia de posición debe estar en la misma condición del material que el dátum terciario en cuestión. Si esa tolerancia de posición no existe, el límite del material no se ajusta según una tolerancia geométrica. En el caso de un solo dátum, la tolerancia de posición debe hacer referencia a ese elemento. En el caso de un patrón de dátum, la tolerancia de posición debe hacer referencia al patrón. En el caso de un dátum común, debe haber una posición simultánea de los elementos de dátum comunes.

Mensajes sobre referencia de dátum

Cuando se hace referencia a un dátum con un modificador, PC-DMIS muestra este mensaje en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica**:

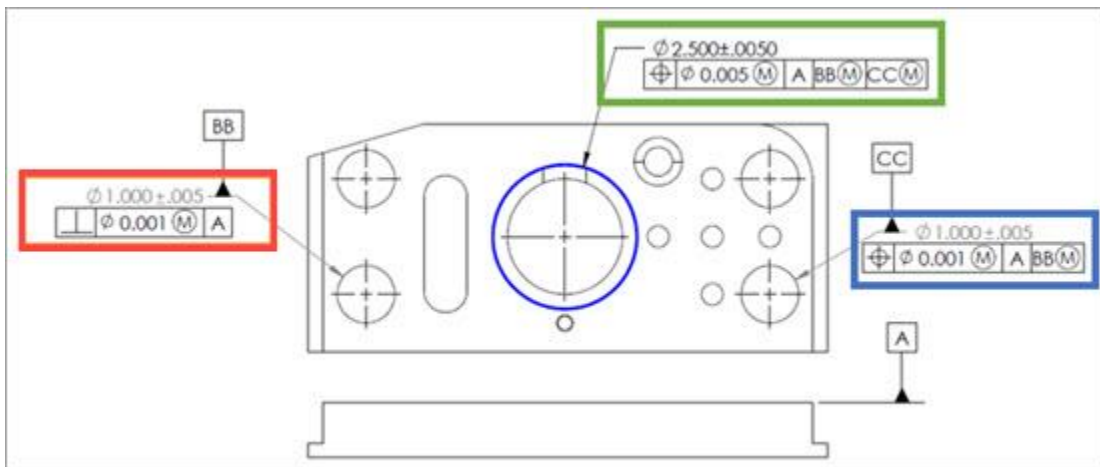
Para los dátums referenciados en MMB/LMB debe haberse definido previamente una tolerancia en MMC/LMC con respecto a sus dátums de

mayor prioridad. Si no se encuentra dicha tolerancia, se aplica el valor cero en MMC/LMC.

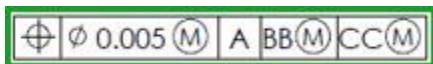
Se trata de un recordatorio de que los comandos de tolerancia geométrica aplicables deben haberse creado ya para cualquier elemento de dátum que tenga un modificador de condición. Si no ha creado las tolerancias geométricas aplicables para el dátum referenciado con modificador de condición de material, PC-DMIS utiliza una tolerancia geométrica de 0.0 MMC para determinar el valor de MMB/LMB (límite de material máximo/mínimo).



Este mensaje de recordatorio no se puede desactivar ni deshabilitar.



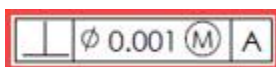
En este ejemplo, la etiqueta de posición que se debe evaluar es:



Ejemplo de la tolerancia geométrica para un elemento de posición.

Además del modificador del elemento, los dátums secundario y terciario también tienen modificadores.

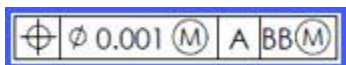
Según las reglas de dátum secundario, el dátum BB tiene tolerancia geométrica aplicable al dátum A:



Ejemplo de la tolerancia geométrica para el dátum BB.

Usar tolerancias geométricas

Según las reglas de datum terciario, el datum CC tiene tolerancia geométrica aplicable a los datums A y BB:

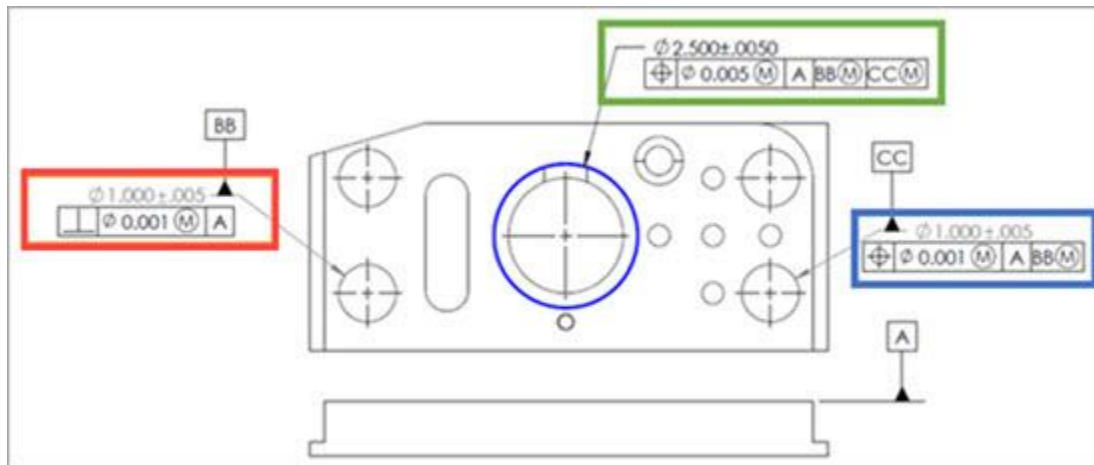


Ejemplo de la tolerancia geométrica para el datum CC.

Debe añadir la tolerancia geométrica para el datum BB a la rutina de medición **en primer lugar**. Una vez que la tolerancia geométrica se ha añadido, puede añadir la tolerancia geométrica para el datum CC.

Una vez que ha definido las tolerancias geométricas para esos datums, puede añadir la tolerancia geométrica para el elemento Posición en la rutina de medición. PC-DMIS utiliza las tolerancias geométricas para los datums BB y CC (tolerancias geométricas aplicables) a fin de determinar el plano de seguridad (desplazamiento de datum).

Cuando se crea la tolerancia geométrica para el elemento Posición anterior, por ejemplo, PC-DMIS analiza la rutina de medición para localizar las tolerancias geométricas aplicables para los datums con modificadores de condición de material. Si PC-DMIS no encuentra ninguna, utiliza 0.0 @ MMC para los datums secundario y terciario.



Si PC-DMIS utiliza 0.0 @ MMC, en muchos casos es posible que vea que PC-DMIS aplica un desplazamiento de datum limitado. Si el dibujo no especifica ninguna tolerancia geométrica aplicable, es posible que se trate de un error de diseño o dibujo.



Aunque PC-DMIS aplica tolerancias 0.0 @ MMC para determinar un cálculo conservador para desplazamientos de dátum, estas no aparecen en los informes de PC-DMIS. Para confirmar si los dátums son conformes con esas tolerancias conservadoras, puede añadir las tolerancias a la rutina de medición.

Usar modificadores en dátums y sus resultados de medición notificados

Si se usan modificadores en dátums, PC-DMIS evalúa el plano de seguridad disponible en el marco de referencia de dátum (DRF) utilizando las tolerancias aplicables proporcionadas en los dátums. Si sucede esto, se resuelve con uno de estos dos resultados posibles:

Resultado n.º 1

El DRF **es conforme** con las tolerancias y PC-DMIS determina que existe un plano de seguridad disponible en el DRF.

En ese caso, PC-DMIS optimiza el ajuste del DRF, aplica el desplazamiento de dátum y proporciona los resultados de la medición.

Resultado n.º 2

El DRF **no es conforme** con las tolerancias y PC-DMIS determina que no hay **ningún plano de seguridad disponible** en el DRF.

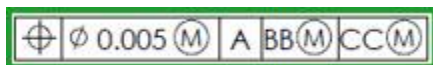
Si intenta utilizar un calibre funcional para la pieza, **este no cabrá**. Eso deja a PC-DMIS con dos opciones de informe:

Opción de informe n.º 1: PC-DMIS podría generar un informe con un mensaje de error, pero sin resultados de medición.

Opción de informe n.º 2: PC-DMIS podría generar un informe con una solución de medición conservadora sin desplazamiento de dátum.

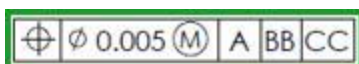
PC-DMIS utiliza la Opción de informe n.º 2 y sigue evaluando la tolerancia geométrica **sin** utilizar modificadores en los dátums:

- PC-DMIS utiliza la tolerancia de posición original



y evalúa esa tolerancia eliminando los modificadores de los elementos de dátum. PC-DMIS efectuaría a continuación la evaluación final de la manera siguiente:

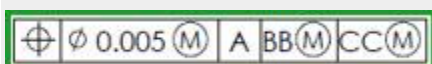
Usar tolerancias geométricas



- PC-DMIS no aplicaría un desplazamiento de dátum.

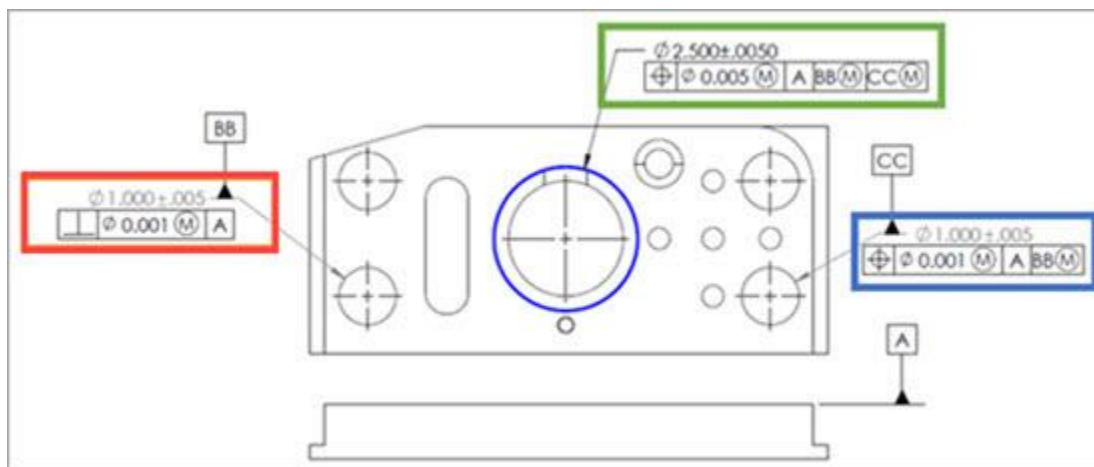


PC-DMIS sigue indicando el requisito de tolerancia de posición original en el informe:



Ambos resultados son posibles aunque no se encuentren tolerancias geométricas aplicables y PC-DMIS utilice 0.0 @ MMC para las tolerancias geométricas aplicables. Para obtener información adicional, consulte las "Reglas para determinar la tolerancia geométrica" en este capítulo de la documentación de PC-DMIS principal.

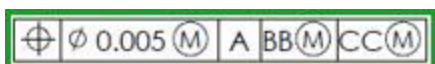
Tenga en cuenta de nuevo este ejemplo:



Si los dátums no son conformes con sus tolerancias geométricas aplicables, PC-

DMIS evalúa la tolerancia $\oplus \phi 0.005 (M) A BB (M) CC (M)$ y notifica los resultados de la medición después de los desplazamientos de dátum, tal como se describe en el **Resultado n.º 1** anterior.

Sin embargo, si alguno de los dátums no es conforme con sus tolerancias geométricas aplicables, PC-DMIS evalúa la tolerancia original



sin los modificadores de ninguno de los dátums



como . PC-DMIS notifica los resultados de la medición **sin** desplazamiento de dátum, tal como se describe en el **Resultado n.º 2** anterior.

Con el resultado n.º 2, una revisión de las tolerancias geométricas aplicables para los dátums mostrará, como mínimo, una de ellas como no conforme. En este

ejemplo, las tolerancias no conformes serían en el dátum BB

o en el dátum CC.

Dátums con ubicación sin restricciones comparados con dátums de prioridad más alta

Un dátum según la norma ASME con un modificador de traslación, o un dátum según la norma ISO sin un modificador [DF], tiene traslación sin restricciones si se compara con simuladores de dátum de prioridad más alta. Las normas tanto ASME como ISO no son claras en cuanto a lo que esto significa cuando hay dátums referenciados con un modificador del material.

Por estos motivos, recomendamos lo siguiente:

- En el caso de una norma ASME, cuando utilice un modificador en un dátum, no recomendamos utilizar el modificador de traslación en el marco de referencia de dátum (DRF).
- En el caso de una norma ISO, cuando utilice un modificador en un dátum, recomendamos utilizar siempre el modificador [DF] en el DRF.

Si decide pasar por alto estas recomendaciones, PC-DMIS resuelve el DRF como se señala a continuación y el ajuste del calibre simulado de PC-DMIS probablemente tendrá un plano de seguridad disponible en el DRF.



Supongamos que tomamos un plano de datum principal, un círculo de datum secundario con material máximo y un círculo de datum terciario sin un modificador de material, pero con traslación permitida. Existen dos interpretaciones posibles:

1. Podríamos evaluar el marco de referencia de datum independientemente de la tolerancia de posición; optimizamos la distancia B-C para que B esté centrado de forma óptima en su orificio y, a continuación, mantenemos esa distancia constante al evaluar la tolerancia de posición.
2. Podríamos evaluar el marco de referencia de datum simultáneamente con la tolerancia de posición; al tiempo que optimizamos la tolerancia de posición, permitimos que la distancia B-C varíe hasta que el valor medido de tolerancia de posición sea lo más bajo posible.

En PC-DMIS, utilizamos la primera interpretación porque es más conservadora (los valores medidos son superiores).

Tipos de elementos con y sin datos de superficie

Introducción

El comando de tolerancia geométrica tiene reglas detalladas para los tipos de elementos con datos de superficie, para los tipos de elementos sin datos de superficie y para los tipos de elementos que no se pueden utilizar de ningún modo en un comando de tolerancia geométrica. Lamentablemente, algunos tipos de elementos solo pueden utilizarse con un pequeño número de tipos de tolerancia, y dicha información no se detalla en esta documentación. Además, existen unas cuantas excepciones a las reglas descritas aquí que hemos pasado por alto por motivos de claridad, pero se dan en tan contadas ocasiones que no las hemos documentado.

Con el comando de tolerancia geométrica se pueden utilizar varios tipos de elementos:

- Plano
- Sección transversal de un plano (línea de superficie)
- Muestra de un plano (punto de superficie)
- Cilindro
- Sección transversal de un cilindro (círculo de superficie)
- Eje sin superficie

- Anchura
- Cono
- Esfera
- Punto 3D sin superficie
- Forma libre

En la documentación que se ofrece a continuación se trata el tipo de elemento de PC-DMIS y se ofrecen ejemplos de las clases de elementos de PC-DMIS que pertenecen a los tipos de comando de tolerancia geométrica.



En las construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) o de mejor ajuste compensado (MEJAJRE), si bien puede utilizar cualquier tipo de elemento para los elementos de entrada, los tipos de ajuste MEJAJ y MEJAJRE suelen utilizarse con los elementos de punto o los conjuntos de puntos (un escaneado de puntos, un conjunto de elementos con puntos o una expresión que se resuelva en una matriz de puntos).

Para obtener información detallada sobre cómo utilizar los métodos Mejor ajuste y Mejor ajuste compensado para construir elementos, consulte el tema "Comprender construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) y mejor ajuste compensado MEJAJRE" en la documentación de PC-DMIS principal.

Planos

Con datos de superficie

Los tipos de elementos de plano con datos de superficie son:

Planos medidos, planos automáticos (cualquier estrategia de medición),
planos MEJAJ contruidos y planos MEJAJRE contruidos

Sin datos de superficie

Los tipos de elementos de plano sin datos de superficie son:

Planos de alineación, planos convertidos, planos medios, planos
perpendiculares, planos paralelos, planos de dátum principal, planos con
offset, planos trasladados y planos genéricos

Solo permitidos para dátums

Usar tolerancias geométricas

Algunos tipos de plano solo se pueden utilizar como dátums, pero no como elementos considerados. Dichos elementos son:

Planos de alineación, planos convertidos, planos perpendiculares, planos paralelos, planos de datum principal, planos con offset, planos trasladados y planos genéricos

Líneas

En el cuadro de diálogo Tolerancia geométrica se muestra un mensaje de interpretación cada vez que se utiliza una línea construida como elemento construido o como datum, lo que le permite saber si la línea construida se trata como una línea en una superficie (una sección transversal de una superficie planar) o como un eje de revolución (un eje sin superficie).

Con datos de superficie

El comando de tolerancia geométrica siempre trata un elemento de línea en una superficie como sección transversal de una superficie planar. Aunque en PC-DMIS se puede medir una línea en una superficie planar, el comando de tolerancia geométrica siempre maneja las líneas en la superficie como si procedieran de una superficie planar. Esos tipos de líneas tienen datos de superficie. Corresponden a los elementos siguientes:

Líneas medidas, líneas automáticas (cualquier estrategia de medición), líneas MEJAJ 2D construidas, líneas MEJAJRE construidas y líneas de escaneado de segmento



Con frecuencia, las líneas MJAJRE 3D construidas tienen valores nominales incorrectos, aunque la rutina se programe a partir de un modelo de CAD. En particular, el plano de trabajo nominal de la línea MJAJRE 3D construida contiene tanto el normal a la superficie nominal como el vector de línea nominal. A menudo está desalineado nominalmente con respecto al dibujo. Si lo utiliza como dátum, con frecuencia se puede generar el mensaje de error siguiente:

"El elemento de dátum <nombre del elemento> es 2D. Necesita un dátum de mayor prioridad para restringir su plano de trabajo".

En la mayor parte de los casos, recomendamos utilizar líneas MEJAJRE 2D construidas, en lugar de líneas MEJAJRE 3D construidas, para que el plano de trabajo nominal de la línea sea correcto.

Para obtener información sobre la manera en que PC-DMIS maneja los vectores de superficie de línea en el caso de las líneas 2D y 3D construidas, consulte la sección "Vectores de superficie de línea construida" del tema "Migración desde versiones anteriores de PC-DMIS" de la documentación de PC-DMIS principal.

Sin datos de superficie

Algunos elementos de línea son secciones transversales de un plano, pero no tienen datos de superficie. Son estos:

Líneas medias, líneas proyectadas y líneas de dátum secundario

Algunos elementos de línea son ejes sin superficie. Estos representan un eje de revolución y no tienen superficie. No tienen datos de superficie. Dichos elementos de línea son:

Líneas de alineación, líneas MEJAJ 3D construidas, líneas de intersección, líneas paralelas, líneas perpendiculares, líneas de offset y líneas genéricas

Casos especiales

Algunos elementos de línea se desvían de la interpretación anterior en estos casos especiales:

- Las líneas MEJAJ 3D construidas y las líneas de offset son secciones transversales de un plano y tienen datos de superficie cuando se construyen a partir de los puntos medidos en una superficie.

Usar tolerancias geométricas

- Las líneas paralelas y perpendiculares son secciones transversales de un plano, pero no tienen datos de superficie cuando la normal de superficie nominal resultante coincide con la referencia de la ubicación (la segunda entrada para la construcción).

Puntos

Con datos de superficie

Un elemento de punto en una superficie siempre se trata como muestra de una superficie planar. Aunque en PC-DMIS se puede medir un punto en una superficie planar, el comando de tolerancia geométrica siempre maneja los puntos en las superficies como si procedieran de una superficie planar. Esos tipos de puntos tienen datos de superficie. Dichos elementos de punto son:

Puntos medidos, puntos de vector (estrategia por omisión, no la de autocentrado), puntos de superficie, puntos de borde, puntos altos, puntos medios y puntos de dátum terciario

Sin datos de superficie

Algunos elementos de punto no tienen superficie y quedan restringidos en tres dimensiones, como el punto central de una esfera. Son puntos 3D sin superficie. Dichos elementos de punto son:

Puntos convertidos, puntos de esquina, puntos proyectados a línea, puntos genéricos, puntos de intersección, puntos de offset, puntos de origen, puntos de proyección y puntos de distancia vectorial.

Un punto de perforación queda restringido en dos dimensiones, con lo cual es un eje sin superficie con una longitud cero. Para obtener información sobre los ejes sin superficie, consulte el tema "Líneas" anterior.

No permitidos

PC-DMIS no permite los elementos de punto de ángulo automático como entradas para el comando de tolerancia geométrica, ya sea como elementos considerados o como dátums.

Cilindros

Con datos de superficie

Los tipos de elementos de cilindro con datos de superficie son:

Cilindros medidos, cilindros automáticos (cualquier estrategia de medición), cilindros MEJAJ contruidos y cilindros MEJAJRE contruidos

Sin datos de superficie

Los tipos de elementos de cilindro sin datos de superficie son:

Cilindros y cilindros genéricos

No permitidos

Los cilindros de proyección no están permitidos como entradas para el comando de tolerancia geométrica, ya sea como elementos considerados o como dátums.

Círculos

Con datos de superficie

Los elementos de círculo se tratan como una sección transversal de una superficie cilíndrica. Aunque en PC-DMIS se puede medir un círculo en una superficie no cilíndrica, el comando de tolerancia geométrica siempre maneja los círculos como si procedieran de una superficie cilíndrica (con una excepción que se describe en "Descentramiento circular").

Los tipos de elementos de círculo con datos de superficie son:

Círculos medidos, círculos automáticos (excepto la estrategia de medición de calibración de escaneado de calibre), círculos MEJAJ contruidos, círculos MEJAJRE contruidos y círculos de escaneado de segmento

Sin datos de superficie

Los tipos de elementos de círculo que no tienen datos de superficie son:

Círculos de intersección, círculos de proyección, círculos de cilindro, círculos de cono, círculos de esfera, círculos convertidos, círculos de 2 líneas tangentes, círculos de 3 líneas tangentes, 3 círculos tangentes, círculos mínimos de escaneado y círculos genéricos

No permitidos

Algunos tipos de elementos de círculo no están permitidos como entradas para el comando de tolerancia geométrica, ya sea como elementos considerados o como dátums. Son estos:

Usar tolerancias geométricas

Círculos automáticos con la estrategia de medición de calibración de escaneado de calibre

Además, los círculos de esfera se permiten como elementos considerados, pero no como dátums.

Anchuras

Todos los elementos de anchura tienen datos de superficie.

Ranuras y muescas

Con datos de superficie

Las ranuras y las muescas tienen datos de superficie cuando las utiliza en un perfil de una tolerancia de línea.

Sin datos de superficie

Las ranuras y las muescas no tienen datos de superficie cuando las utiliza en una tolerancia de posición o como datum.



Tenga cuidado con los elementos de ranura y de muesca.

Solo deben usarse si ya sabe que la forma de los elementos es muy buena. Si sospecha que el error de forma de fábrica puede ser importante, no utilice un comando de ranura ni de muesca. En su lugar, mida un escaneado alrededor del perímetro del elemento y, a continuación, asigne la tolerancia de forma, orientación y ubicación del elemento con una tolerancia de perfil de una línea.

Conos

Con datos de superficie

Los elementos de cono con datos de superficie son:

Conos medidos, conos automáticos (cualquier estrategia de medición),
conos MEJAJ contruidos y conos MEJAJRE contruidos

Sin datos de superficie

Los conos convertidos representan una superficie cónica, pero no tienen datos de superficie.

Los conos genéricos no tienen un diámetro en PC-DMIS, por lo que representan un eje sin superficie y no tienen datos de superficie.

No permitidos

Los conos de proyección no están permitidos como entradas para el comando de tolerancia geométrica, ya sea como elementos considerados o como dátums.

Esferas

Con datos de superficie

Los elementos de esfera con datos de superficie son:

Esferas medidas, esferas automáticas, esferas MEJAJ construidas y esferas MEJAJRE construidas

Sin datos de superficie

Los elementos de esfera sin datos de superficie son:

Esferas convertidas y esferas genéricas

No permitidos

Las esferas de proyección no están permitidas como entradas para el comando de tolerancia geométrica, ya sea como elementos considerados o como dátums.

Tipos de elementos de forma libre

El comando de tolerancia geométrica permite elementos de forma libre como elementos considerados para tolerancias de perfil. Estos elementos tienen varios puntos medidos con puntos nominales y vectores nominales coincidentes.

Si no hay un modelo de CAD presente o no se utiliza la opción de iteración y reperforación, PC-DMIS calcula las desviaciones simplemente como desviación del vector del punto medido con respecto a la superficie planar nominal definida por el punto nominal y el vector nominal. Es lo que se denomina la aproximación "planar cuasilineal".

Cuando la rutina de medición utiliza un modelo de CAD y se utiliza la iteración y la reperforación, PC-DMIS calcula las desviaciones con respecto al modelo de CAD (no

Usar tolerancias geométricas

hay aproximación planar cuasilineal). Para obtener más información, consulte "Perfil de una línea" y "Perfil de una superficie".

PC-DMIS considera estos tipos de elementos como elementos de forma libre considerados:

Comandos de escaneado, conjuntos contruidos, conjuntos filtrados contruidos, objetos de filtro de ajuste contruidos, elementos de perfil bidimensional automáticos (Visión) y toros

Datos de superficie posibles

PC-DMIS considera algunos polígonos como elementos de forma libre (con datos de superficie) cuando se utilizan en una tolerancia de perfil, pero los considera elementos de círculo (sin datos de superficie) cuando se utilizan en una tolerancia de posición. Estos tipos de elementos en realidad no están diseñados para tolerancias de posición, sino que se incluyen como círculos (sin datos de superficie) para poder realizar migraciones.

PC-DMIS considera las ranuras y las muescas como elementos de forma libre (con datos de superficie) cuando se utilizan en una tolerancia de perfil, pero los considera elementos de anchura (sin datos de superficie) cuando se utilizan en una tolerancia de posición.

No permitidos

Estos elementos o tipos de elementos no están permitidos como entradas para el comando de tolerancia geométrica, ya sea como elementos considerados o como dátums:

Conjuntos medidos, escaneados de zona, elipses proyectadas, muescas proyectadas, ranuras proyectadas, blobs automáticos, elementos flush y gap, elementos de carga de fixture, elementos de cara, elementos de objeto, elementos de curva construida, elementos de superficie construida y elementos de calibre

Elementos invertidos

Varios tipos de elementos son elementos "invertidos". Son estos:

Planos invertidos, cilindros invertidos, etc.

Datos de superficie posibles

Los elementos invertidos pueden tener datos de superficie. Ello depende de la entrada que se realice para el elemento invertido. Si la entrada tiene datos de superficie, también los tendrá el elemento invertido.

Posiblemente permitidos

Es posible utilizar elementos invertidos como elementos considerados o elementos de dátum. Ello depende de la entrada que se realice para el elemento invertido. El manejo de la superficie del elemento invertido es igual que para el elemento de la entrada. Por ejemplo, una línea invertida puede ser un eje sin superficie o una sección transversal de plano. Ello depende de la entrada que se realice para el elemento invertido.

No permitidos

No se pueden utilizar elementos invertidos que se hayan construido a partir de un tipo de elemento distinto al elemento invertido como entradas para el comando de tolerancia geométrica, ya sea como elementos considerados o como dátums. Por ejemplo, no se puede utilizar una línea invertida construida a partir de un cilindro como entrada para el comando de tolerancia geométrica.

Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica

Muchos comandos de tolerancia geométrica contienen una tolerancia de tamaño. En esta página se describe la manera en que el comando de tolerancia geométrica calcula los valores de tamaño medido y los valores de tamaño local medido.

Especificaciones de tamaño

El comando de tolerancia geométrica admite solamente un número reducido de especificaciones de tamaño. Hay otro comando de tamaño para las especificaciones de tamaño más complejas. Para obtener información, consulte "" en la documentación de PC-DMIS principal.

Según ASME, el comando de tolerancia geométrica utiliza la especificación de tamaño siguiente. El espacio seguro coincidente real no vinculado (UAME) controla la superficie del elemento en la dirección positiva del material y los tamaños locales controlan la superficie del elemento en la dirección negativa del material. Los tamaños locales son tamaños de puntos opuestos a menos que el elemento sea un cilindro y se utilice la opción de tamaño local [ELEMENTOS_CIRCULARES](#). Dicho esto, el comando de tolerancia geométrica no informa de los tamaños locales si no activa la generación de informes sobre los tamaños locales, ya que muchos sistemas de medición no tienen la

precisión suficiente para verificar que los tamaños locales cumplen la tolerancia de tamaño.

Conforme a las normas ISO, a partir de PC-DMIS 2025.1, el cálculo de tamaño y el cálculo de elemento son independientes entre sí (para obtener información detallada, consulte la sección "Comparación con las prácticas anteriores - Tipos de cálculo ISO" en el tema "Estructurar la rutina de medición para las tolerancias geométricas" de la documentación de PC-DMIS principal). La mayoría de las tolerancias de tamaño conforme a las normas ISO son tamaños de espacio seguro según la definición de la norma ISO 14405-1. Esto significa que la dirección positiva del material está controlada por un espacio seguro coincidente y la dirección negativa del material está controlada por tamaños locales de puntos opuestos. Sin embargo, cuando se aplica la norma ISO 17450-3, como se describe en "Derivar el elemento con tolerancia", la tolerancia de tamaño es un tamaño sin modificadores (por omisión). Esto significa que la tolerancia de tamaño no controla ningún espacio seguro coincidente y que los únicos tamaños son los tamaños locales de dos puntos.

Tamaño global

Siempre que la especificación de tamaño contenga un tamaño de espacio seguro coincidente, la tolerancia de tamaño tendrá un tamaño global. Las tolerancias ISO llaman a esto TAMAÑO GLOBAL en la ventana de edición, mientras que las tolerancias ASME lo llaman UAME en la ventana de edición. El único caso en que la tolerancia de tamaño no tiene un tamaño global es cuando se aplica la norma ISO 17450-3 como se describía anteriormente o cuando se selecciona un modificador de tamaño ISO (LP).

Si el elemento considerado no tiene datos de superficie, el tamaño global es el tamaño [MED](#) del elemento de entrada. Los modificadores de tamaño ISO no están disponibles para elementos que no tienen datos de superficie.

Si el elemento considerado tiene datos de superficie y el cálculo de tamaño ISO o la opción de cálculo de elemento ASME es **LSQ** (cuadrados mínimos), el tamaño global es el tamaño del mejor ajuste de cuadrados mínimos (sin restricciones).

Si el elemento considerado tiene datos de superficie y el cálculo de tamaño ISO o la opción de cálculo de elemento ASME es **POR OMISIÓN**, el tamaño global es el tamaño del mejor ajuste inscrito o circunscrito (el que sea externo al material). Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable.

Como se describe en la sección "Especificación frente a verificación" del tema "Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos" de la documentación de PC-DMIS principal, PC-DMIS ofrece las dos opciones de cálculo de elemento **LSQ** y **POR OMISIÓN** porque los diferentes sistemas de medición tienen niveles distintos de incertidumbre de la medición. Si su sistema de medición es

suficientemente preciso y exacto para medir el error de forma del elemento —si la incertidumbre de la medición es mucho menor que el error de forma— tiene sentido utilizar el cálculo **POR OMISIÓN**. Si la incertidumbre de la medición es mayor que el error de forma, debe utilizar el cálculo **LSQ**. Para obtener más información, consulte "Especificación frente a verificación".

Tamaño local

Si se aplica la norma ISO 17450-3 como se ha descrito anteriormente, la especificación de tamaño es la especificación de tamaño ISO por omisión (sin modificadores), lo que significa que solo hay tamaños locales y no hay tamaño global. El comando de tolerancia geométrica informa tanto del tamaño local máximo como del mínimo.

Si la norma ISO 17450-3 no se aplica y el elemento considerado tiene datos de superficie, tiene la opción de informar de los tamaños locales. Esto es útil principalmente cuando la opción de cálculo de elementos es **POR OMISIÓN**, ya que el comando de tolerancia geométrica informa solo del *peor* tamaño local en la dirección interna al material. Cuando se combina con el cálculo de tamaño **POR OMISIÓN**, el tamaño global controla la superficie en la dirección externa al material, mientras que el tamaño local controla la superficie en la dirección interna al material. Por el contrario, el cálculo de tamaño **LSQ** tiene un tamaño global de cuadrados mínimos, que no controla las desviaciones de la superficie en ninguna dirección. En tal caso, la superficie no estará controlada en la dirección externa al material.

Con las tolerancias de tamaño ISO, y con las tolerancias de tamaño ASME en esferas y anchuras, los tamaños locales se evalúan con puntos opuestos. Cada tamaño local es esencialmente una medición de dos puntos con un pie de rey. Asegúrese de que todos los puntos medidos tengan un punto directamente opuesto, ya que de lo contrario la precisión de la medición puede verse perjudicada. Esto es especialmente complicado con las esferas.

Con las tolerancias de tamaño ASME en cilindros, puede elegir entre usar la interpretación [PUNTOS_OPUESTOS](#) o la interpretación [ELEMENTOS_CIRCULARES](#). Estas interpretaciones se especifican en la norma ASME Y14.5.1 - 2019. El comportamiento con la interpretación de puntos opuestos es el que se acaba de describir.

La interpretación de elementos circulares requiere que los datos de superficie se hayan medido en secciones transversales circulares. Realiza un mejor ajuste de un círculo con cada sección transversal; los tamaños de los círculos son los tamaños locales. Cuando el tipo de cálculo de elementos es **LSQ**, los círculos se calculan con cuadrados mínimos. Cuando el tipo de cálculo de elementos es **POR OMISIÓN**, los círculos están inscritos o circunscritos (los que sea internos al material). Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable.

Usar tolerancias geométricas

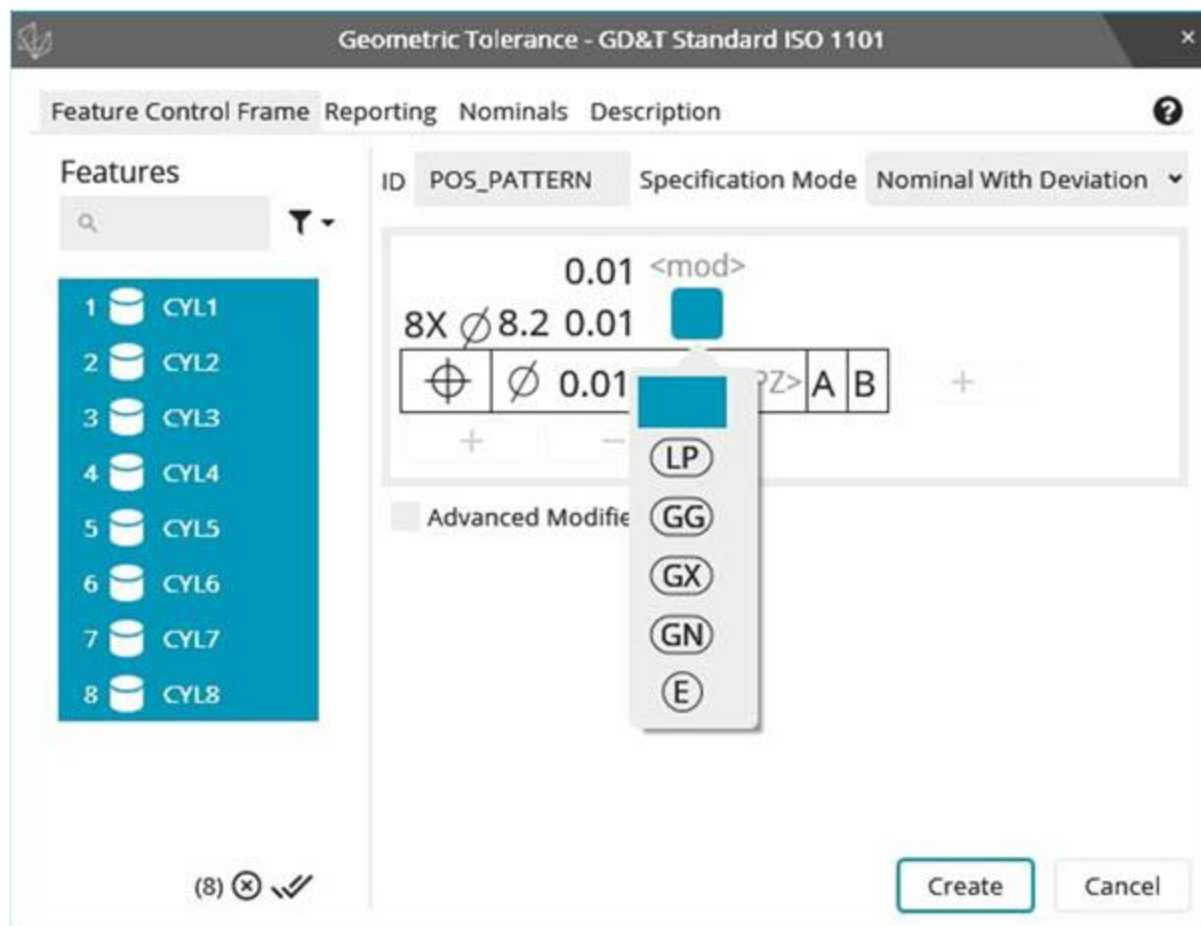
No es recomendable informar de los tamaños locales a menos que su sistema de medición sea suficientemente preciso y exacto para medir el error de forma del elemento.

Modificadores de tamaño ISO

A partir de PC-DMIS 2025.1, el comando Tolerancia geométrica admite alguno de los modificadores de tamaño ISO 14405-1 más comunes, como pueden ser:

- (LP): Tamaño de dos puntos
- (GG): Criterio de asociación de cuadrados mínimos
- (GX): Criterio de asociación de máximo inscrito
- (GN): Criterio de asociación de mínimo circunscrito
- (E): Requisito de espacio seguro

Estos modificadores están disponibles en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica**.




También puede añadir o eliminar modificadores de tamaño directamente en la ventana de edición. Puede escribirlo o seleccionarlo en una lista como se muestra a continuación:

Usar tolerancias geométricas

```

POS_PATTERN=GEOMETRIC,TOLERANCE/STANDARD=ISO 1101,SHOWEXPANDED=YES,
DESCRIPTION=ON,,
FEATURE_MATH=DEFAULT,SIZE_MATH=DEFAULT,DATUM_MATH=DEFAULT,DISPLAY_COORDS=DRF,
UNITS=M,OUTPUT=BOTH,ARROWDENSITY=100,
SIZE/NOMINAL=0.2,TOLERANCE SPECIFICATION MODE=NOMINAL_WITH_DEVIATIONS,
UPPER TOLERANCE=0.01,LOWER TOLERANCE=0.01,
UPPER_SPECIFICATION_MODIFIER=
LOWER_SPECIFICATION_MODIFIER=
CYL1:
MIN LOCAL SIZE:0.200,
MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL2:
MIN LOCAL SIZE:0.200,
MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL3:
MIN LOCAL SIZE:0.200,
MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL4:
MIN LOCAL SIZE:0.200,
MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL5:
MIN LOCAL SIZE:0.200,
MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL6:
MIN LOCAL SIZE:0.200,
MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL7:
MIN LOCAL SIZE:0.200,
MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL8:
MIN LOCAL SIZE:0.200,
MAX LOCAL SIZE:0.200,
SEGMENT_1,POSITION,DIAMETER,0.0
TEXT=OFF,CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF
MEASURED:
CYL1:0.000,
CYL2:0.000,
CYL3:0.000,
CYL4:0.000,
CYL5:0.000,
CYL6:0.000,
CYL7:0.000,
CYL8:0.000,
ADD
FEATURES/CYL1,CYL2,CYL3,CYL4,CYL5,CYL6,CYL7,CYL8,,

```

 Puesto que la lista MODIFICADOR DE ESPECIFICACIÓN SUPERIOR y MODIFICADOR DE ESPECIFICACIÓN INFERIOR de la ventana de edición del comando de tolerancia geométrica se comparte con el comando de tamaño, se muestran todos los modificadores de tamaño ISO. Eso no significa, no obstante, que todos estén disponibles para seleccionarse. Solo puede añadir modificadores compatibles con el comando de tolerancia geométrica. Si intenta añadir un modificador no compatible, PC-DMIS pasa por alto la selección y conserva la selección existente de MODIFICADOR DE ESPECIFICACIÓN INFERIOR o MODIFICADOR DE ESPECIFICACIÓN SUPERIOR aplicable.

Puede ver un ejemplo típico sobre cómo aparece la información en el comando de la ventana de edición y en el informe cuando se selecciona la opción de incluir los modificadores de tamaño en el informe:

```
FCFLOC1 =GEOMETRIC_TOLERANCE/STANDARD=ISO 1101,SHOWEXPANDED=YES,
DESCRIPTION=OFF,,
FEATURE_MATH=DEFAULT,SIZE_MATH=MODIFIER_SELECTED,DISPLAY_COORDS=DRF,
UNITS=MM,OUTPUT=BOTH,ARROWDENSITY=100,
SIZE/NOMINAL=20,TOLERANCE SPECIFICATION MODE=NOMINAL_WITH_DEVIATIONS,
UPPER TOLERANCE=0.1,LOWER TOLERANCE=0.1,
UPPER_SPECIFICATION_MODIFIER=(LP),
LOWER_SPECIFICATION_MODIFIER=(GX),
CYL2:
  UPPER SIZE:20.033115,
  LOWER SIZE:19.965135,
SEGMENT_1,POSITION,DIAMETER,0.500039,__,__,<len>,<dat>,<dat>,<dat>,
TEXT=OFF,CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF,MULT=10,
MEASURED:
  CYL2:0.015947,
ADC
FEATURES/CYL2,,
```

FCFLOC1 Size	MM	Ø 20 [+0.1 LP] - [-0.1 GX]				MODIFIER	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL2 - LP	20.000000	0.100000	0.100000	20.033115	0.033115	0.000000	
CYL2 - GX	20.000000	0.100000	0.100000	19.965135	-0.034865	0.000000	
FCFLOC1	MM	Ø 0.500039				DEFAULT NONE	ISO 1101
Feature	AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	BONUS
CYL2 (LEVEL# 1)	TP	0.000000	0.500039	0.000000	0.015947	0.015947	0.000000

Cálculos del plus

Algunas tolerancias geométricas tienen un modificador de máxima condición del material \textcircled{M} (MMC) o de mínima condición del material \textcircled{L} (LMC). Esto significa que, a medida que el tamaño del espacio seguro coincidente no vinculado (o el tamaño del espacio seguro de material mínimo no vinculado para LMC) se desvía respecto de MMC (o LMC), se añade tolerancia adicional o plus de tolerancia a la tolerancia en el marco de control de elementos, que da como resultado una tolerancia total. En el caso del cálculo de elementos **POR OMISIÓN**, la tolerancia adicional medida es la diferencia entre el mejor ajuste inscrito o circunscrito y uno de los límites de tamaño. Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable. En el caso del cálculo de elementos **LSQ**, la tolerancia adicional medida es la diferencia entre el tamaño global de cuadrados mínimos y uno de los límites de tamaño.

La tolerancia adicional medida se calcula de la manera siguiente.

- Para las tolerancias de MMC en los elementos externos, el plus es el límite superior del tamaño (el tamaño MMC) menos el tamaño circunscrito (externo al espacio seguro del material) o el tamaño de cuadrados mínimos (en función del tipo de cálculo de elementos).

Usar tolerancias geométricas

- Para las tolerancias de MMC en los elementos internos, el plus es el tamaño inscrito (externo al espacio seguro del material) o el tamaño de cuadrados mínimos (en función del tipo de cálculo de elementos) menos el límite inferior de tamaño (el tamaño MMC).
- Para las tolerancias de LMC en los elementos externos, el plus es el tamaño inscrito (interno al espacio seguro del material) o el tamaño de cuadrados mínimos (en función del tipo de cálculo de elementos) menos el límite inferior de tamaño (el tamaño LMC).
- Para las tolerancias de LMC en los elementos internos, el plus es el límite superior del tamaño (el tamaño MMC) menos el tamaño circunscrito (interno al espacio seguro del material) o el tamaño de cuadrados mínimos (en función del tipo de cálculo de elementos).

En todos los casos, el plus está limitado de manera que nunca sea negativo y nunca exceda de la tolerancia de tamaño total (el límite superior de tamaño menos el límite inferior de tamaño).

La selección de modificadores de tamaño ISO no afecta al cálculo del plus. Los valores de plus siempre se calculan como se describe más arriba.

Informe

Sin tamaño local

Cuando no se informa del tamaño local, la etiqueta de tamaño del informe se ve así:

FCFLOC5 Size		MM	S \varnothing 31.75 +0.025/-0.025			LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
SPH1	31.750000	0.025000	-0.025000	31.751629	0.001629	0.000000	
SPH2	31.750000	0.025000	-0.025000	31.748836	-0.001164	0.000000	

La barra del encabezado muestra la ID de dimensión de la tolerancia, las unidades de dimensión (MM o PULG), la especificación de tamaño, el tipo de cálculo (**LSQ** en este caso) y la norma (ASME Y14.5 en este caso). En la tabla que figura más adelante se muestran los tamaños medidos de cada esfera.

Con tamaños globales y locales

Cuando se informa de los tamaños globales y los tamaños locales, la etiqueta de tamaño tiene más filas y se añade el sufijo LS a los peores tamaños locales. Por ejemplo, "SPH1 - LS". En el caso de las tolerancias ASME en los cilindros, en la barra del encabezado también se indica si la interpretación del tamaño local es OPUESTOS o CIRCULAR. Cuando se informa de los tamaños globales y los tamaños locales, el informe se ve así:

FCFLOC5 Size		MM	SØ 31.75 +0.025/-0.025 OPPOSED			LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
SPH1	31.750000	0.025000	-0.025000	31.751629	0.001629	0.000000	
SPH1 - LS	31.750000	0.025000	-0.025000	31.731449	-0.018551	0.000000	
SPH2	31.750000	0.025000	-0.025000	31.748836	-0.001164	0.000000	
SPH2 - LS	31.750000	0.025000	-0.025000	31.734986	-0.015014	0.000000	

Sin tamaño global

Cuando se aplica la norma ISO 17450-3, no se informa de los tamaños globales. En su lugar, se añade el sufijo MÍN y MÁX a los peores tamaños locales en ambas direcciones. El informe se ve así:

LOC12 Size		MM	Ø 152.4 +/- 5			DEFAULT	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL2 - MIN	152.400	5.000	-5.000	152.477	0.077	0.000	
CYL2 - MAX	152.400	5.000	-5.000	152.830	0.430	0.000	
CYL3 - MIN	152.400	5.000	-5.000	152.490	0.090	0.000	
CYL3 - MAX	152.400	5.000	-5.000	152.848	0.448	0.000	

Con modificadores de tamaño ISO 14405

Cuando se aplican modificadores de tamaño ISO 14405, los detalles se indican en el encabezado con el sufijo adecuado añadido al nombre del elemento como se muestra a continuación:

FCFLOC3 Size		MM	Ø 30 [+0.1 LP] - [-0.1 GX]			MODIFIER	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL1 - LP	30.000000	0.100000	0.100000	29.957540	-0.042460	0.000000	
CYL1 - GX	30.000000	0.100000	0.100000	29.919873	-0.080127	0.000000	

Derivar el elemento con tolerancia

Introducción

Con la mayoría de los tipos de especificaciones, el elemento con tolerancia son los datos de superficie del elemento considerado. Sin embargo, con las tolerancias geométricas de ubicación y orientación (posición, concentricidad, simetría, perpendicularidad, paralelismo y angularidad), el elemento con tolerancia se deriva de los datos de superficie del elemento considerado. Esto se aplica a los círculos, los conos, los cilindros, las muescas, las ranuras, las esferas y las anchuras. También se aplica a los elementos planares de modificador de plano de tangente. Cada tipo de elemento considerado se gestiona de manera diferente. Este tema abarca los

Usar tolerancias geométricas

elementos que tienen datos de superficie, los elementos sin datos de superficie (incluidos los planos medios y las líneas medias) y, por último, el modificador de plano de tangente. Para obtener información sobre los tipos de comandos que tienen datos de superficie y los que no los tienen, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".

En varias ocasiones más adelante se describe el plano de muestra. Los elementos automáticos de círculo, cono y cilindro pueden tener un plano de muestra:



- Cuando el elemento tiene un elemento de muestra, el elemento de muestra es el plano de muestra.
- Cuando el elemento tiene un solo contacto de muestra, el plano de muestra pasa a través de ese contacto y se orienta nominalmente a los dátums medidos.
- Cuando el elemento tiene tres o más contactos de muestra, el plano de muestra es el plano de cuadrados mínimos correspondiente a esos contactos de muestra.
- Cuando el elemento no tiene contactos de muestra ni elementos de muestra seleccionados, no hay plano de muestra.

Cuando hay un plano de muestra, también hay un plano inicial que intersecciona con el eje en el punto inicial. El plano de muestra nominal puede tener un offset respecto del plano inicial nominal, porque el plano de muestra nominal podría no interseccionar con el eje nominal en el punto inicial. El plano inicial medido es paralelo al plano de muestra medido, y tiene un offset nominal respecto de este.

Modificadores de elemento con tolerancia asociado (ATFM) ISO

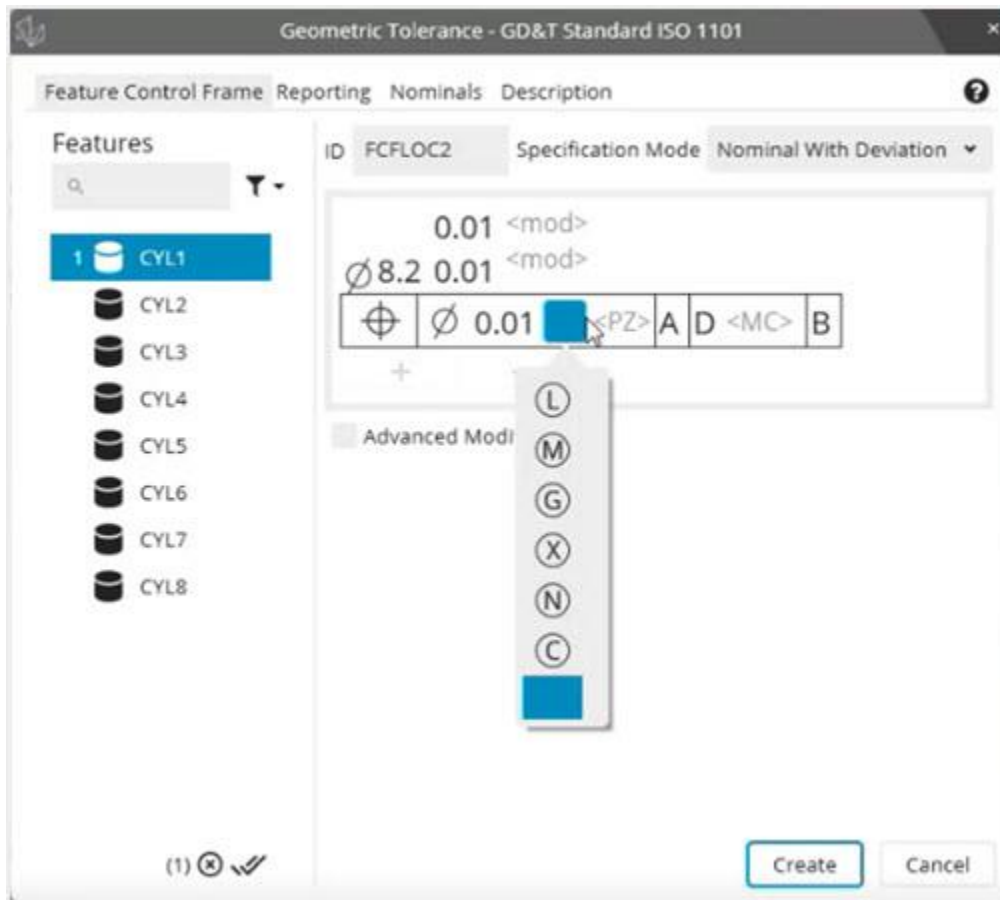
Para obtener información detallada sobre los ATFM ISO, consulte la norma ISO 1101:2017, sección 8.2.2.2.2

A partir de PC-DMIS 2025.1, el comando de tolerancia geométrica admite los siguientes modificadores de elemento con tolerancia asociado (ATFM) ISO:

-  Modificador de elemento **MínMáx (Chebyshev)**: Este modificador de elemento está disponible para los tipos de elementos considerados círculo, cono, cilindro, línea, plano y anchura.
-  Modificador de elemento **Cuadrados mínimos (gaussiano)**: Este modificador de elemento está disponible para los tipos de elementos considerados círculo, cono, cilindro, línea, plano y anchura.

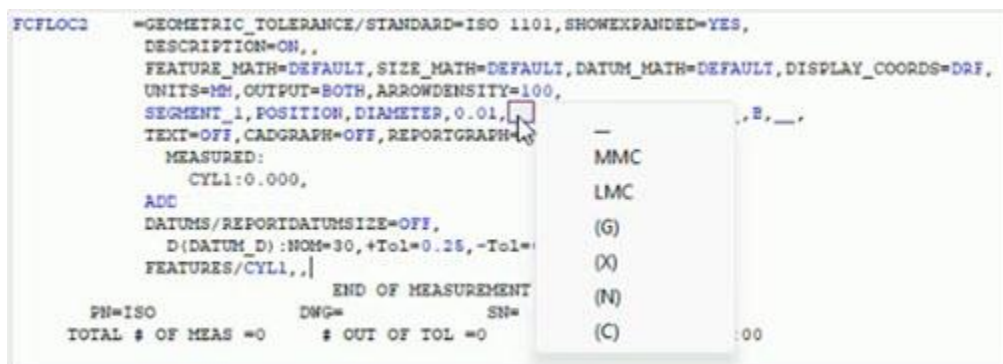
- (N) Modificador de elemento **Mínimo circunscrito**: Este modificador de elemento está disponible para los tipos de elementos considerados círculo, cilindro, línea, plano y anchura.
- (X) Modificador de elemento **Máximo inscrito**: Este modificador de elemento está disponible para los tipos de elementos considerados círculo, cilindro, línea, plano y anchura.
- (T) Modificador de elemento **Tangente**: Este modificador de elemento solo está disponible para el tipo de elemento considerado plano.

Puede añadir el modificador de elemento con tolerancia asociado a la sección de tolerancia del Marco de control de elementos en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica**.



También puede seleccionar el modificador de elemento con tolerancia asociado en la ventana de edición en modo Comando:

Usar tolerancias geométricas



Cuando se selecciona el modificador en la ventana de edición, el CÁLCULO_ELEMENTO muestra "MODIFICADOR_SELECCIONADO" y el modificador seleccionado sobrescribe el ajuste de elemento habitual **POR OMISIÓN** o **LSQ**.



No puede combinar un modificador de elemento con tolerancia asociado con un modificador de condición de material (MMC o LMC).

El informe resultante muestra los modificadores seleccionados y los tipos de cálculo aplicables:

FCFLOC2 Size		MM	Ø 8.2 +/- 0.01				DEFAULT	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
CYL1 - MAX	8.200000	0.010000	0.010000	8.200000	0.000000	0.000000		
CYL1 - MIN	8.200000	0.010000	0.010000	8.200000	0.000000	0.000000		
FCFLOC2		MM	Φ 0.1 (G) A D B				MODIFIER DEFAULT	ISO 1101
Feature	AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL1 (START PT)	TP	0.000000	0.100000	0.000000	0.13112	0.01112	0.000000	0.000000

1. Tipo de cálculo **TAMAÑO**
2. Tipo de cálculo **ELEMENTO** (que indica que se ha seleccionado un modificador)
3. Tipo de cálculo **DÁTUM**

Modificadores de asociación de elemento de referencia (RFAM) ISO



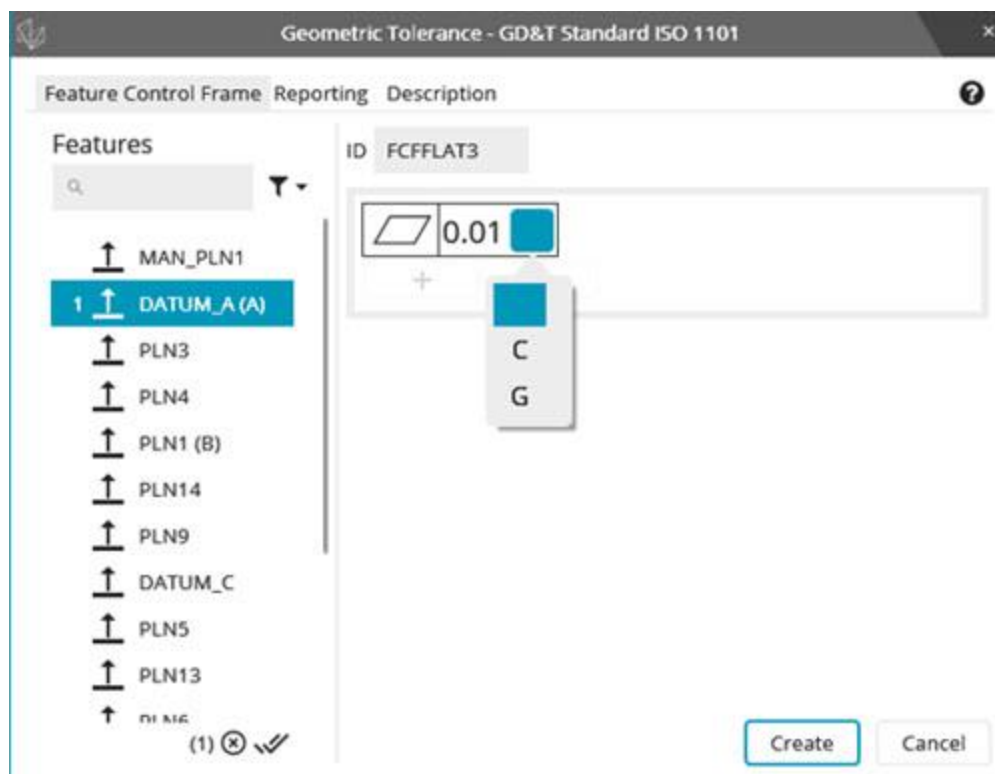
Para obtener información detallada sobre los modificadores de asociación de elemento de referencia (RFAM) ISO, consulte la norma ISO 1101:2017, sección 8.2.2.3.1.

A partir de PC-DMIS 2025.1, el comando de tolerancia geométrica admite estos modificadores de asociación de elemento de referencia (RFAM) ISO:

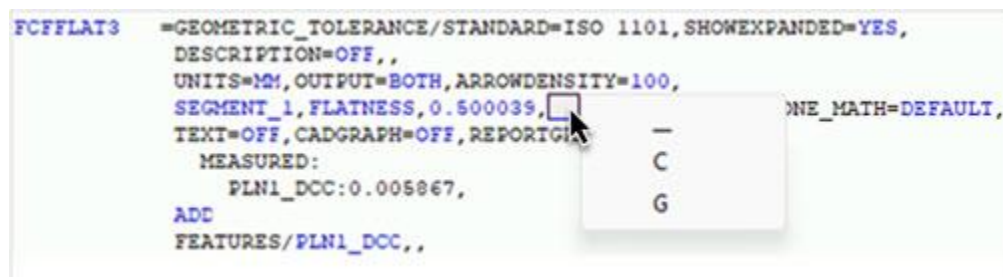
- **C** - Elemento **MínMáx (Chebyshev)** sin restricción: Este modificador de asociación de elemento de referencia está disponible para tolerancias de circularidad, cilindridad, planitud y rectitud de superficie.
- **G** - Elemento **Cuadrados mínimos (gaussiano)** sin restricción: Este modificador de asociación de elemento de referencia está disponible para tolerancias de circularidad, cilindridad, planitud y rectitud de superficie.

Los RFAM ISO no son aplicables a la rectitud de un eje. Puede añadir un RFAM a la sección de tolerancia del Marco de control de elementos en el cuadro de diálogo **Tolerancia geométrica** como se muestra a continuación:

Usar tolerancias geométricas



También puede seleccionar el RFAM en la ventana de edición en modo Comando:

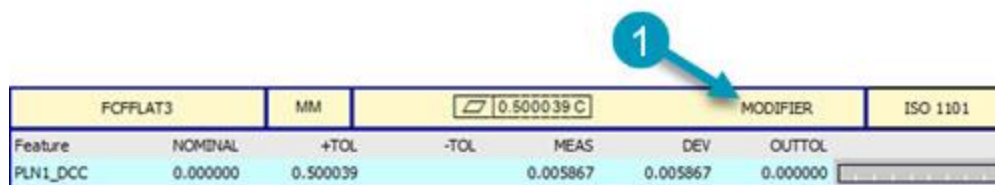


Cuando se selecciona el modificador en la ventana de edición, el CÁLCULO_ZONA_TOLERANCIA muestra "MODIFICADOR_SELECCIONADO" y el modificador seleccionado sobrescribe el ajuste de elemento habitual **POR OMISIÓN** o **LSQ**.



No puede combinar un modificador de elemento de referencia con un modificador de condición de material (MMC o LMC).

El informe resultante muestra los modificadores seleccionados y los tipos de cálculo aplicables:



Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
PLN1_DCC	0.000000	0.500039		0.005867	0.005867	0.000000

1. *CÁLCULO_ZONA_ELEMENTO* (que indica que se ha seleccionado un modificador)

Tipos de cálculo de elemento

Como se describe en la sección "Especificación frente a verificación" del tema "Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos", ofrecemos varios tipos de cálculo matemático para el cálculo de elementos con tolerancia. PC-DMIS proporciona dos tipos de cálculo matemático para los elementos que tienen datos de superficie medidos: **POR OMISIÓN** y **LSQ**. Lo que hacen se detalla a continuación. En la mayoría de los casos, **POR OMISIÓN** es una buena opción cuando la incertidumbre de la medición de los datos de superficie es mucho menor que el error de forma de la superficie, porque los cálculos matemáticos son similares a la especificación.

La opción de cálculo de elemento **LSQ** realiza un mejor ajuste de cuadrados mínimos normal respecto de los datos de superficie. Este algoritmo es matemáticamente bastante diferente de la especificación, pero es una opción mejor que **POR OMISIÓN** cuando la incertidumbre de la medición de cada punto es mucho mayor que el error de forma de la superficie.

Para obtener información más detallada, consulte "Especificación frente a verificación".

Elementos esféricos con datos de superficie

El elemento con tolerancia es un punto 3D cuando el elemento considerado es una esfera. Cuando el elemento esférico tiene datos de superficie, el elemento con tolerancia se construye así:

Se selecciona un tipo de ajuste, según el tipo de cálculo de elemento (**POR OMISIÓN** o **LSQ**) y según el modificador de material. El tipo de cálculo **LSQ** siempre produce un mejor ajuste de cuadrados mínimos. El tipo de cálculo **POR OMISIÓN** realiza un mejor ajuste inscrito o circunscrito. Cuando el modificador de material es RFS (no hay modificador de material) o MMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es externo al material. Cuando el modificador de material es LMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es interno al material. Así, por lo general el tipo de cálculo **POR OMISIÓN** genera el espacio seguro coincidente real no vinculado (UAME) a menos que el modificador sea LMC. En ese caso, el tipo de cálculo produce el espacio seguro de material mínimo real no vinculado (UAMME). Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo

Usar tolerancias geométricas

de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable.

El punto central de la esfera ajustada es el elemento con tolerancia.

Elementos cilíndricos con datos de superficie según la norma ASME Y14.5

El elemento con tolerancia es un eje cuando el elemento considerado es un cilindro. Según la norma ASME Y14.5, cuando un elemento cilíndrico tiene datos de superficie, el elemento con tolerancia se construye así:

En primer lugar, se selecciona un tipo de ajuste, según el tipo de cálculo de elemento (**POR OMISIÓN** o **LSQ**) y según el modificador de material. El tipo de cálculo **LSQ** siempre produce un mejor ajuste de cuadrados mínimos. El tipo de cálculo **POR OMISIÓN** realiza un mejor ajuste inscrito o circunscrito. Cuando el modificador de material es RFS (no hay modificador de material) o MMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es externo al material. Cuando el modificador de material es LMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es interno al material. Así, por lo general el tipo de cálculo **POR OMISIÓN** genera el espacio seguro coincidente real no vinculado (UAME) a menos que el modificador sea LMC. En ese caso, el tipo de cálculo produce el espacio seguro de material mínimo real no vinculado (UAMME). Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable.

En segundo lugar, se selecciona una extrapolación. Se basa en si hay un plano de muestra disponible y si hay un modificador de zona proyectada:

- Cuando no hay plano de muestra ni modificador de zona proyectada, el eje de mejor ajuste se extrapola a las caras finales nominales del cilindro. Las caras finales nominales del cilindro se orientan y ubican nominalmente con respecto a los dátums medidos. Si hay un modificador de zona proyectada, la extrapolación se inicia en la cara inicial nominal del cilindro. A continuación, se aleja de la cara final hasta que entra en contacto con el plano de proyección nominal paralelo al plano inicial en la distancia proyectada respecto de este.
- Cuando hay un plano de muestra, la extrapolación se inicia en el plano inicial medido.

El eje con mejor ajuste extrapolado es el elemento con tolerancia.

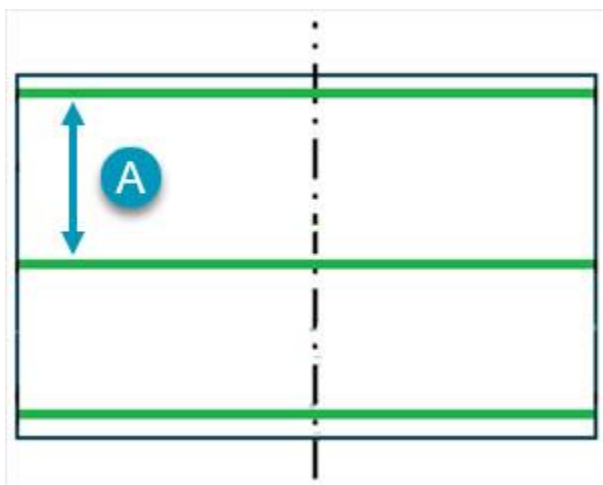
Elementos cilíndricos con datos de superficie según la norma ISO 1101

El elemento con tolerancia es un eje cuando el elemento considerado es un cilindro. Según la norma ISO 1101, cuando un elemento cilíndrico tiene datos de superficie, el elemento con tolerancia se construye así:

En primer lugar, PC-DMIS determina si se aplica o no la norma ISO 17450-3 : 2016. En PC-DMIS, se aplica cuando no hay ningún modificador de material, ningún modificador de elemento con tolerancia asociado ni ningún modificador de zona proyectada y el tipo de cálculo de elemento es **POR OMISIÓN**.

Cuando se aplica la norma ISO 17450-3 y los datos de superficie se han medido en secciones transversales, el elemento con tolerancia es un eje imperfecto. Cada sección transversal tiene un círculo de cuadrados mínimos ajustado a él. El vector de cada círculo es el vector del eje de cuadrados mínimos del cilindro entero. Los puntos centrales de los círculos forman el elemento con tolerancia. Este proceso se corresponde en gran medida con la especificación que figura en la norma ISO 17450-3. Cuando los datos de superficie no se han medido en las secciones transversales, PC-DMIS intenta seccionar los datos automáticamente de la manera siguiente:

- Si el cilindro se ha medido en secciones transversales limpias, lo que implica distintos niveles con un gap fácilmente detectable entre cada nivel, PC-DMIS utiliza esas secciones transversales limpias.

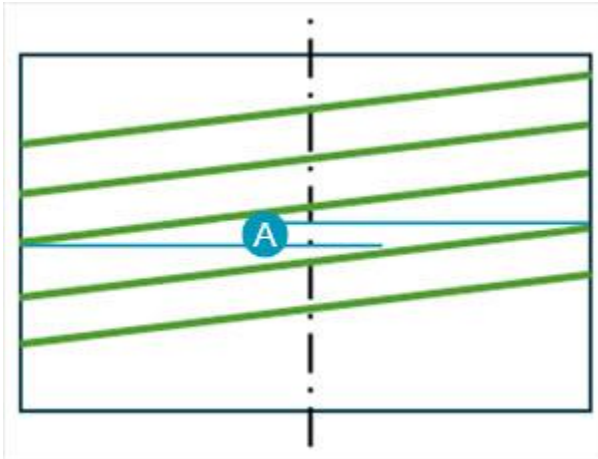


A :Gap

Gap fácilmente detectable entre el final de un nivel y el inicio del siguiente. Se devuelven tres secciones transversales.

Usar tolerancias geométricas

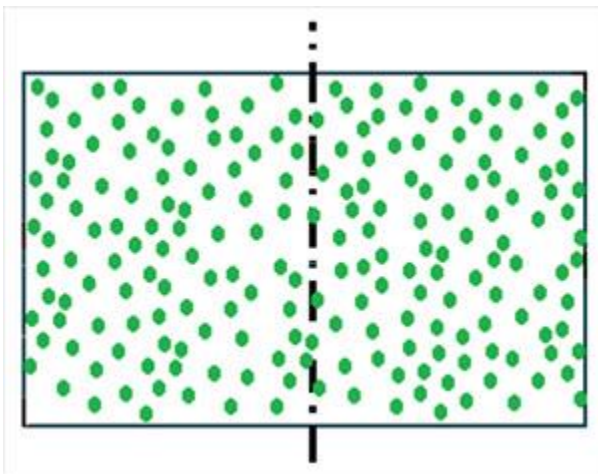
- Si el cilindro no se ha medido en secciones transversales limpias, pero los datos siguen un patrón en espiral limpio, PC-DMIS divide la espiral en varias secciones transversales, en una cantidad equivalente al número de revoluciones en la espiral (siempre que la espiral tenga más de dos revoluciones).



A: Sin gap

En este ejemplo puede ver una espiral continua o puntos iniciales y finales en superposición. Se devuelven cinco secciones transversales.

- Si el cilindro no se ha medido en secciones transversales limpias o un patrón en espiral limpio, PC-DMIS hace todo lo posible para dividir los datos en secciones transversales.



En este ejemplo puede ver que no hay ningún patrón discernible. El número de secciones transversales devueltas depende de la distribución y la densidad de puntos.

Después de que PC-DMIS haya dividido el cilindro en secciones transversales, rechaza cualquier sección que tenga menos de 90 grados de arco. El centro del círculo correspondiente no se incluye en el elemento con tolerancia.

En algunos casos, el procedimiento siguiente no genera centros de círculo. Por ejemplo, se ha detectado que los escaneados en espiral con dos o menos revoluciones o todas las secciones transversales tienen menos de 90 grados de arco. En tales casos, no es posible ajustarse con tanta precisión a la descripción de la ISO 17450-3 y, por lo tanto, PC-DMIS emplea una aproximación. Concretamente, el elemento con tolerancia es el eje del cilindro de cuadrados mínimos, extrapolado a los puntos finales de los datos de superficie medidos.

Cuando no se aplica la norma ISO 17450-3, se selecciona un tipo de ajuste según el tipo de cálculo de elemento (**POR OMISIÓN** o **LSQ**) y según el modificador de material. El tipo de cálculo LSQ siempre produce un mejor ajuste de cuadrados mínimos. El tipo de cálculo **POR OMISIÓN** realiza un mejor ajuste inscrito o circunscrito. Cuando el modificador de material es RFS (no hay modificador de material) o MMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es externo al material. Cuando el modificador de material es LMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es interno al material. Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable.

Cuando la norma ISO 17450-3 no se aplica y después de haber calculado un ajuste, se selecciona una extrapolación. La extrapolación se basa en si hay un plano de muestra disponible y si hay un modificador de zona proyectada:

- Cuando no hay plano de muestra ni modificador de zona proyectada, el eje de mejor ajuste se extrapola a las caras finales nominales del cilindro. Las caras finales nominales del cilindro se orientan y ubican nominalmente con respecto a los dátums medidos. Si hay un modificador de zona proyectada, la extrapolación se inicia en la cara inicial nominal del cilindro. A continuación, se aleja de la cara final hasta que entra en contacto con el plano de proyección nominal paralelo al plano inicial en la distancia proyectada respecto de este.
- Cuando hay un plano de muestra, la extrapolación se inicia en el plano inicial medido.

El eje con mejor ajuste extrapolado es el elemento con tolerancia.

Elementos circulares con datos de superficie según la norma ASME Y14.5

El elemento con tolerancia es un punto 2D cuando el elemento considerado es un círculo. Según la norma ASME Y14.5, cuando un elemento circular tiene datos de superficie, el elemento con tolerancia se construye así:

En primer lugar, se selecciona un tipo de ajuste, según el tipo de cálculo de elemento (**POR OMISIÓN** o **LSQ**) y según el modificador de material. El tipo de cálculo **LSQ** siempre produce un mejor ajuste de cuadrados mínimos. El tipo de cálculo **POR OMISIÓN** realiza un mejor ajuste inscrito o circunscrito. Cuando el modificador de material es RFS (no hay modificador de material) o MMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es externo al material. Cuando el modificador de material es LMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es interno al material. Así, por lo general el tipo de cálculo **POR OMISIÓN** genera el espacio seguro coincidente real no vinculado (UAME) a menos que el modificador sea LMC. En ese caso, el tipo de cálculo produce el espacio seguro de material mínimo real no vinculado (UAMME). Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable.

En segundo lugar, se selecciona una proyección, en función de si hay un plano de muestra:

- Cuando no hay plano de muestra, el punto central de mejor ajuste se proyecta al plano inicial nominal del círculo. El plano inicial nominal se orienta y ubica nominalmente con respecto a los dátums medidos.
- Cuando hay un plano de muestra, el punto central de mejor ajuste se proyecta al plano inicial medido.

El punto proyectado es el elemento con tolerancia.

Elementos circulares con datos de superficie según la norma ISO 1101

El elemento con tolerancia es un punto 2D cuando el elemento considerado es un círculo. Según la norma ISO 1101, cuando un elemento circular tiene datos de superficie, el elemento con tolerancia se construye así:

Todas las posibilidades incluyen el ajuste de un círculo.

En primer lugar, PC-DMIS determina si se aplica o no la norma ISO 17450-3 : 2016. En PC-DMIS, se aplica cuando no hay ningún modificador de material, ningún modificador

de elemento con tolerancia asociado y el tipo de cálculo de elemento es **POR OMISIÓN**.

Cuando se aplica la norma ISO 17450-3, el elemento con tolerancia es el punto central del círculo de cuadrados mínimos.

Cuando no se aplica la norma ISO 17450-3, se selecciona un tipo de ajuste según el tipo de cálculo de elemento (**POR OMISIÓN** o **LSQ**) y el modificador de material. El tipo de cálculo **LSQ** siempre produce un mejor ajuste de cuadrados mínimos. El tipo de cálculo **POR OMISIÓN** realiza un mejor ajuste inscrito o circunscrito. Cuando el modificador de material es MMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es externo al material. Cuando el modificador de material es LMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es interno al material. Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable.

El vector del eje del círculo de mejor ajuste se orienta nominalmente a los dátums medidos. Si hay un plano de ejemplo, controla el vector del eje del círculo de mejor ajuste hasta tal punto que los dátums medidos no controlan los vectores de eje.

A continuación, se selecciona una proyección, en función de si hay un plano de muestra:

- Cuando no hay plano de muestra, el punto central de mejor ajuste se proyecta al plano inicial nominal del círculo. El plano inicial nominal se orienta y ubica nominalmente con respecto a los dátums medidos.
- Cuando hay un plano de muestra, el punto central se proyecta al plano inicial medido. La orientación del plano inicial depende del número de contactos de ejemplo tomados. Si solo hay un contacto de ejemplo, el plano inicial medido hereda la orientación nominal. Si hay tres o más contactos de ejemplo, el plano inicial medido hereda su orientación del plano de ejemplo medido.

El punto proyectado es el elemento con tolerancia.

Elementos cónicos con datos de superficie según la norma ASME Y14.5

El elemento con tolerancia es un eje cuando el elemento considerado es un cono. Según la norma ASME Y14.5, cuando un elemento cónico tiene datos de superficie, el elemento con tolerancia se construye así:

En primer lugar, se selecciona un tipo de ajuste, según el tipo de cálculo de elemento (**POR OMISIÓN** o **LSQ**). El tipo de cálculo **LSQ** siempre produce un mejor ajuste de cuadrados mínimos. El tipo de cálculo **POR OMISIÓN** realiza un mejor ajuste inscrito o

circunscrito y se elige que sea externo al material. Así, el tipo de cálculo **POR OMISIÓN** genera el espacio seguro coincidente real no vinculado (UAME). Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable. En todos estos ajustes, es posible optimizar el ángulo del cono a partir del ángulo nominal.

En segundo lugar, se selecciona una extrapolación. Se basa en si hay contactos de muestra disponibles:

- Cuando no hay plano de muestra, el eje de mejor ajuste se extrapola a las caras finales nominales del cono. Las caras finales nominales del cono se orientan y ubican nominalmente con respecto a los dátums medidos.
- Cuando hay un plano de muestra, la extrapolación se inicia en el plano inicial medido.

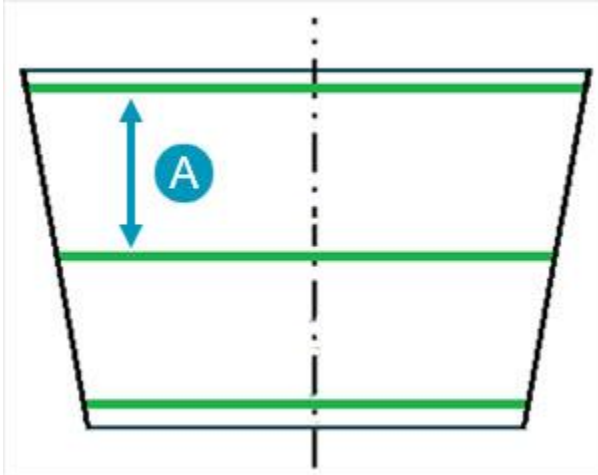
El eje con mejor ajuste extrapolado es el elemento con tolerancia.

Elementos cónicos con datos de superficie según la norma ISO 1101

El elemento con tolerancia es un eje cuando el elemento considerado es un cono. Según la norma ISO 1101, cuando un elemento cilíndrico tiene datos de superficie, el elemento con tolerancia se construye así:

Cuando el tipo de cálculo de elemento es **POR OMISIÓN**, PC-DMIS decide que se aplica una generalización de la ISO 17450-3 : 2016, por lo que el elemento con tolerancia es un eje imperfecto derivado de varias secciones transversales. Cada sección transversal tiene un círculo de cuadrados mínimos ajustado a él. El vector de cada círculo es el vector del eje de cuadrados mínimos del cono entero. Los puntos centrales de los círculos forman el elemento con tolerancia. Este proceso se corresponde en gran medida con la especificación que figura en la norma ISO 17450-3. PC-DMIS determina las secciones transversales de la manera siguiente:

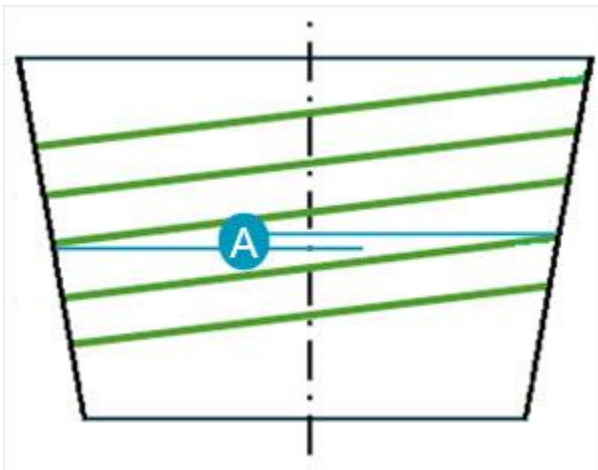
- Si el cono se ha medido en secciones transversales limpias, lo que implica distintos niveles con un gap fácilmente detectable entre cada nivel, PC-DMIS utiliza esas secciones transversales limpias.



A :Gap

Gap fácilmente detectable entre el final de un nivel y el inicio del siguiente. Se devuelven tres secciones transversales.

- Si el cono no se ha medido en secciones transversales limpias, pero los datos siguen un patrón en espiral limpio, PC-DMIS divide la espiral en varias secciones transversales, en una cantidad equivalente al número de revoluciones en la espiral (siempre que la espiral tenga más de dos revoluciones).

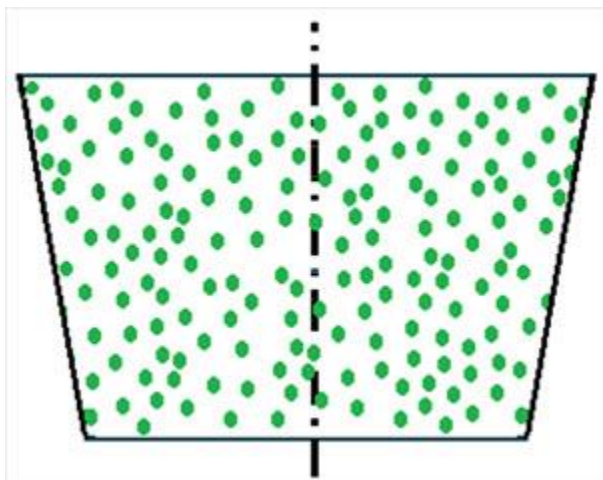


A: Sin gap

En este ejemplo puede ver una espiral continua o puntos iniciales y finales en superposición. Se devuelven cinco secciones transversales.

- Si el cono no se ha medido en secciones transversales limpias o un patrón en espiral limpio, PC-DMIS hace todo lo posible para dividir los datos en secciones transversales.

Usar tolerancias geométricas



En este ejemplo puede ver que no hay ningún patrón discernible. El número de secciones transversales devueltas depende de la distribución y la densidad de puntos.

Después de que PC-DMIS haya dividido el cono en secciones transversales, rechaza cualquier sección que tenga menos de 90 grados de arco. El centro del círculo correspondiente no se incluye en el elemento con tolerancia.

En algunos casos, el procedimiento siguiente no genera centros de círculo. Por ejemplo, se ha detectado que los escaneados en espiral con dos o menos revoluciones o todas las secciones transversales tienen menos de 90 grados de arco. En tales casos, no es posible ajustarse con tanta precisión a la descripción de la ISO 17450-3 y, por lo tanto, se emplea una aproximación. Concretamente, el elemento con tolerancia es el eje del cono de cuadrados mínimos, extrapolado a los puntos finales de los datos de superficie medidos.

Cuando el tipo de cálculo de elemento es **LSQ**, PC-DMIS decide que no se aplica una generalización de ISO 17450-3 : 2016. Se calcula un ajuste de cuadrados mínimos para producir un eje de cuadrados mínimos. Es posible optimizar el ángulo del cono a partir del ángulo nominal. A continuación, se selecciona una extrapolación, en función de si hay contactos de muestra disponibles:

- Cuando no hay plano de muestra, el eje de mejor ajuste se extrapola a las caras finales nominales del cono. Las caras finales nominales del cono se orientan y ubican nominalmente con respecto a los dátums medidos.
- Cuando hay un plano de muestra, la extrapolación se inicia en el plano inicial medido.

El eje con mejor ajuste extrapolado es el elemento con tolerancia.

Elementos de anchura con datos de superficie según la norma ASME Y14.5

El elemento con tolerancia es un plano cuando el elemento considerado es una anchura. Tenga en cuenta que todos los elementos de anchura de PC-DMIS tienen datos de superficie. Según la norma ASME Y14.5, cuando el elemento considerado es una anchura, el elemento con tolerancia se construye así:

En primer lugar, se selecciona un tipo de ajuste, según el tipo de cálculo de elemento (**POR OMISIÓN** o **LSQ**) y según el modificador de material. El tipo de cálculo **LSQ** siempre produce un mejor ajuste de cuadrados mínimos. El tipo de cálculo **POR OMISIÓN** realiza un mejor ajuste inscrito o circunscrito. Cuando el modificador de material es RFS (no hay modificador de material) o MMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es externo al material. Cuando el modificador de material es LMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es interno al material. Así, por lo general el tipo de cálculo **POR OMISIÓN** genera el espacio seguro coincidente real no vinculado (UAME) a menos que el modificador sea LMC. En ese caso, el tipo de cálculo produce el espacio seguro de material mínimo real no vinculado (UAMME). Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable.

En segundo lugar, todos los puntos de superficie se proyectan al plano central de la anchura ajustada. El elemento con tolerancia es entonces el polígono convexo que describe el perímetro de esos puntos de superficie proyectados. Desde el punto de vista matemático, el elemento con tolerancia es el casco convexo de los puntos de superficie proyectados.

Elementos de anchura con datos de superficie según la norma ISO 1101

El elemento con tolerancia es un plano cuando el elemento considerado es una anchura. Tenga en cuenta que todos los elementos de anchura de PC-DMIS tienen datos de superficie. Según la norma ISO 1101, cuando el elemento considerado es una anchura, el elemento con tolerancia se construye así:

En primer lugar, PC-DMIS decide si se aplica o no la norma ISO 17450-3 : 2016. En PC-DMIS, se aplica la norma ISO 17450-3 : 2016 cuando no hay modificador de material y el tipo de cálculo de elemento es **POR OMISIÓN**.

Cuando se aplica la norma ISO 17450-3, el elemento con tolerancia es un plano imperfecto. El elemento con tolerancia son los puntos centrales de los dos tamaños de puntos opuestos según lo descrito en ISO 17450-3 e ISO 14405-1. Este proceso se corresponde en gran medida con la especificación que figura en la norma ISO 17450-3.

Cuando no se aplica la norma ISO 17450-3, se selecciona un tipo de ajuste según el tipo de cálculo de elemento (**POR OMISIÓN** o **LSQ**) y el modificador de material. El tipo de cálculo **LSQ** siempre produce un mejor ajuste de cuadrados mínimos. El tipo de cálculo **POR OMISIÓN** realiza un mejor ajuste inscrito o circunscrito. Cuando el modificador de material es RFS (no hay modificador de material) o MMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es externo al material. Cuando el modificador de material es LMC, el ajuste inscrito o circunscrito que se elige es interno al material. Dado que los ajustes inscritos y circunscritos tradicionales son notoriamente inestables, PC-DMIS utiliza un algoritmo de cuadrados mínimos restringidos para calcular el ajuste inscrito o circunscrito de manera estable.

Cuando la norma ISO 17450-3 no se aplica, y después de haber calculado un ajuste, todos los puntos de superficie se proyectan al plano ajustado. El elemento con tolerancia es entonces el polígono convexo que describe el perímetro de esos puntos de superficie proyectados. Desde el punto de vista matemático, el elemento con tolerancia es el casco convexo de los puntos de superficie proyectados.

Elementos sin datos de superficie

Varios tipos de elementos considerados no tienen datos de superficie (para obtener información, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie"). Cuando el elemento considerado no tiene datos de superficie, el tipo de cálculo de elemento no está disponible en el comando de tolerancia geométrica. En la mayoría de los casos, no debe utilizar elementos que no tengan datos de superficie. Esto es así porque el comando de tolerancia geométrica no es capaz de construir el elemento con tolerancia a partir de los datos de superficie de manera que cumpla la norma ASME Y14.5 o ISO 1101. En su lugar, usted es responsable de definir el elemento con tolerancia según las normas aplicables.

En el caso de los elementos axiales o lineales sin datos de superficie, el elemento con tolerancia es el segmento de línea que va desde el punto inicial medido hasta el punto final medido. En el caso de los elementos circulares, esféricos y de punto sin datos de superficie, el elemento con tolerancia es el centroide medido del elemento.

Las líneas de mejor ajuste construidas 3D son más complicadas de gestionar. PC-DMIS las interpreta como elementos sin datos de superficie. En su lugar, interpreta los puntos de entrada como centros de círculo de secciones transversales circulares. Según la norma ISO 1101, esta interpretación cumple la norma ISO 17450-3 : 2016, y el elemento con tolerancia es el conjunto de centroides. Sin embargo, según ASME Y14.5, PC-DMIS interpreta las líneas de mejor ajuste construidas 3D de la misma manera que otros elementos axiales o lineales sin datos de superficie. En ese caso, el elemento con tolerancia es el segmento de línea inicial a final (excepto en el caso de las tolerancias de rectitud de un eje que utilizan todos los centroides de entrada).

El plano medio es el único elemento planar sin datos de superficie que se puede utilizar como elemento considerado. En la mayoría de los casos, debe utilizar anchuras 3D en

lugar de planos medios (y anchuras 2D en lugar de líneas medias, y anchuras 1D en lugar de puntos medios). El comando de plano medio aún se admite para que los programas antiguos puedan seguir funcionando tras migrar a PC-DMIS 2020 R2 o una versión posterior. Dado que PC-DMIS aún admite el plano medio para estas aplicaciones heredadas, su interpretación en el comando de tolerancia geométrica es similar a la interpretación de XactMeasure. Concretamente, PC-DMIS interpreta que los planos medios tienen cuatro esquinas que se hallan en el plano medio, y el elemento con tolerancia consiste en el rectángulo entre esas cuatro esquinas.

Ranuras y muescas

Las ranuras y las muescas se tratan como anchuras 2D sin datos de superficie. Es decir, el elemento con tolerancia es una línea centrada en el centroide del elemento. En el caso de las ranuras, los usuarios pueden decidir si la ranura se considera desde el punto de vista de la anchura o de la longitud, como se describe en "Ranuras de longitud frente a ranuras de anchura":

En el caso de una ranura de anchura, su tamaño es la anchura de la ranura, y la zona de tolerancia controla la posición en la dirección de la anchura. Esto significa que la línea del elemento con tolerancia es paralela a la longitud de la ranura y su longitud es la misma que la longitud de la ranura.

En el caso de una ranura de longitud, su tamaño es la longitud de la ranura, y la zona de tolerancia controla la posición en la dirección de la longitud. Esto significa que la línea del elemento con tolerancia es paralela a la anchura de la ranura y su longitud es la misma que la anchura de la ranura.

En el caso de las muescas, el tamaño de la muesca es la longitud de la muesca, y la zona de tolerancia controla la posición en la dirección de la longitud. Esto significa que la línea del elemento con tolerancia es paralela a la anchura de la muesca y su longitud es la misma que la anchura de la muesca.

Modificador de plano de tangente

En la mayoría de los casos, con los elementos considerados de tipo plano, el elemento con tolerancia son los datos de superficie del elemento considerado. Sin embargo, el modificador de plano de tangente hace que el elemento con tolerancia sea diferente de los datos de superficie. Las tolerancias de angularidad, paralelismo, perpendicularidad y posición en los planos pueden utilizar el modificador de plano de tangente. El elemento con tolerancia se deriva así:

En primer lugar, se ajusta un plano de cuadrados mínimos restringido externo al material de manera que se contrarreste la influencia de los espacios vacíos de la superficie. Es la misma manera en que los planos de datum principal se ajustan según ASME Y14.5 con el cálculo de datum **POR OMISIÓN**, y la misma manera en que los planos de datum principal se ajustan según ISO 1101 con el cálculo de datum **CL2**.

Utilizamos este cálculo porque 1) es externo al material, 2) imita bastante bien el comportamiento de una placa de superficie y 3) es estable en comparación con otros ajustes externos al material.

A continuación, todos los puntos de superficie se proyectan al plano de cuadrados mínimos restringido. El elemento con tolerancia es entonces el polígono convexo que describe el perímetro de esos puntos de superficie proyectados. Desde el punto de vista matemático, el elemento con tolerancia es el casco convexo de los puntos de superficie proyectados.

Tolerancias simultáneas

Muchas tolerancias geométricas están pensadas para considerarlas simultáneamente. Por ejemplo, cuando las especificaciones de posición y/o perfil de una superficie hacen referencia al mismo marco de referencia de datum restringido parcialmente, por lo general debe considerarlas simultáneamente. Para obtener más información detallada, consulte las normas siguientes:

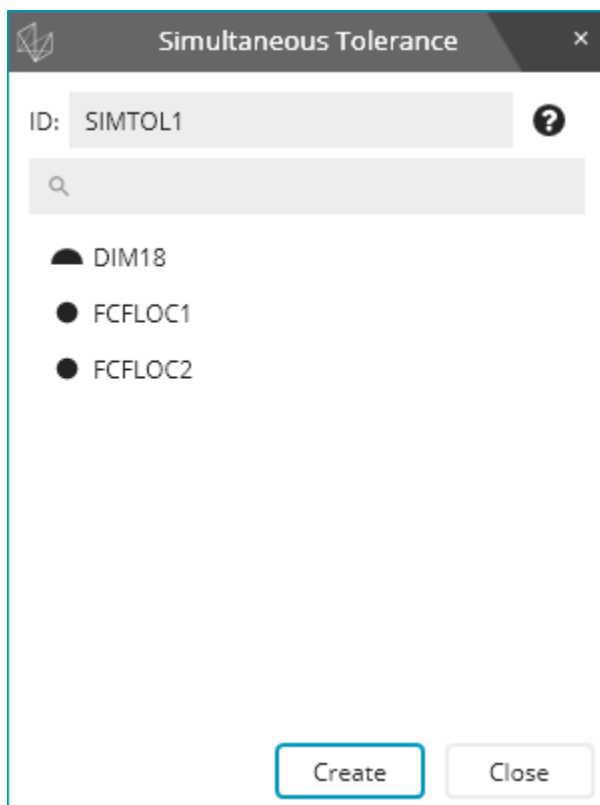
- ASME Y14.5 - 1994 secciones 4.5.12 y 5.3.6
- ASME Y14.5 - 2009 sección 4.19
- ASME Y14.5 - 2018 sección 7.19
- ISO 5458 - 1998

Debe encargarse de elegir las tolerancias geométricas que se deben considerar simultáneamente. Para ello, cree un comando de tolerancia simultánea para cada conjunto de tolerancias geométricas simultáneas.

PC-DMIS puede considerar las especificaciones de perfil de una línea simultáneamente siempre y cuando tengan un solo datum, pero no se recomienda. Para obtener más información, consulte "Perfil de una línea".

Definir una tolerancia simultánea

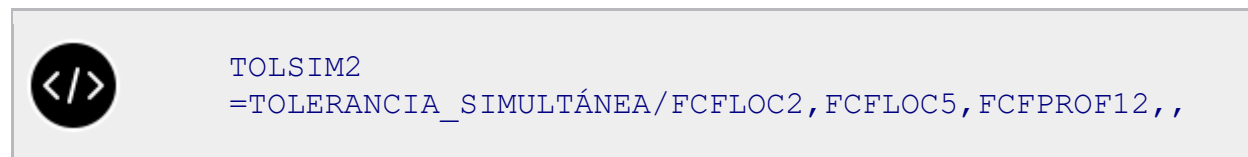
1. En el menú, elija **Insertar | Dimensión | Tolerancia simultánea** para abrir el cuadro de diálogo **Tolerancia simultánea**:



2. Modifique la ID de la dimensión si es necesario.
3. Seleccione los comandos de tolerancia geométrica que pertenezcan a la tolerancia simultánea.
4. Tras seleccionar un comando de tolerancia geométrica, la lista se filtra automáticamente para mostrar solo las dimensiones que tienen el mismo marco de referencia de dátum que el primer comando de tolerancia que haya seleccionado.

Sintaxis del modo Comando

La sintaxis del modo Comando en la ventana de edición tiene este aspecto:



Como en el cuadro de diálogo, los únicos controles de la ventana de edición son para la ID de dimensión y los comandos de tolerancia geométrica que pertenecen a la tolerancia simultánea.

Comportamiento

Considere el comando de tolerancia simultánea como si fuera una anotación o directiva. No sucede nada si lo ejecuta. Tampoco aparece en el informe. Sin embargo, el comando de tolerancia simultánea cambia cómo se evalúan las tolerancias geométricas.

Durante la ejecución, los comandos de tolerancia geométrica saben que pertenecen al comando de tolerancia simultánea. También saben cuáles de los demás comandos de tolerancia geométrica forman parte así mismo del comando de tolerancia simultánea. Si ha medido todas las entradas de todas las tolerancias simultáneas (por lo tanto, la tolerancia está lista para evaluarse), tiene lugar el cálculo simultáneo. Si no ha medido todos los elementos de entrada, la tolerancia no está lista para evaluarse. En ese caso, PC-DMIS muestra temporalmente un mensaje "Esperando evaluación" en todos los comandos de tolerancia geométrica del conjunto simultáneo. El mensaje identifica la tolerancia geométrica que está ocasionando la demora y los elementos sin medir que pueda haber. El informe muestra también temporalmente "Esperando" en lugar de un valor medido. Una vez medidos todos los elementos de entrada, PC-DMIS actualiza la ventana de edición y el informe con los valores medidos.

El informe de una tolerancia que pertenece a un conjunto simultáneo tiene el aspecto siguiente:

FCFLOC8		MM	⊕ ∅ 0.1 (M) D N (M) O (M) : SIMTOL2 LSQ				ASME Y14.5 2018	
Feature	AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	BONUS	OUTTOL
DAT_Y1_Z1	X	57.150000			57.211490	0.061490		
	Z	101.600000			101.529825	-0.070175		
	TP	0.000000	0.100000	0.000000	0.186606	0.186606	0.024326	0.062280
DAT_Y2	X	-209.550000			-209.559500	-0.009500		
	Z	-25.400000			-25.493130	-0.093130		
	TP	0.000000	0.100000	0.000000	0.187227	0.187227	0.024740	0.062487

El informe es básicamente el mismo que el de cualquier otra tolerancia geométrica. PC-DMIS muestra la etiqueta en el informe en el mismo lugar que estaría si no hubiera ninguna tolerancia simultánea. Puede saber si una tolerancia se ha considerado simultáneamente por el texto en el encabezado de la etiqueta. Por ejemplo, en la imagen anterior, SIMTOL2 es ese texto. Indica el comando de tolerancia simultánea al que pertenece el comando de tolerancia geométrica.

PC-DMIS no considera los segmentos inferiores de las tolerancias de posición compuesta o de perfil simultáneamente. El segmento superior es simultáneo con respecto a otros comandos de tolerancia, pero PC-DMIS considera los segmentos inferiores por separado del resto.

Recomendaciones de estructuración de la rutina de medición

Tenga en cuenta que durante la ejecución, cuando PC-DMIS ejecuta cada tolerancia geométrica en el conjunto simultáneo, muestra un mensaje "Esperando" temporal hasta que todas las tolerancias que pertenecen al conjunto simultáneo se han ejecutado. La manera más sencilla de evitar ese mensaje "Esperando" temporal es medir todos los elementos primero y, a continuación, colocar todas las tolerancias después de todos los elementos. De esta manera se garantiza que todas las tolerancias estén listas para evaluarse y no se muestra nunca el mensaje "Esperando".

Si utiliza expresiones con los comandos de tolerancia geométrica, colóquelos lo suficientemente tarde en la rutina de medición para que no aparezca un mensaje "Esperando".

Por último, mientras la rutina de medición no necesite ninguna estructura especial para utilizar tolerancias simultáneas, lo más seguro es tener la misma "alineación activa" para todos los comandos de tolerancia geométrica y el comando "Tolerancia simultánea". Cuando sea posible, coloque el comando "Tolerancia simultánea" directamente después del comando de tolerancia geométrica final de ese grupo de FCF (no espere hasta el final de la rutina de medición). Si hay cambios de alineación en la rutina de medición, los valores medidos no se verán afectados, pero es posible que sea necesario añadir comandos "Recuperar alineación" para evitar problemas con la información de resumen de XYZ.

Comparación con las prácticas anteriores

PC-DMIS 2020 R2 ha introducido el comando de tolerancia simultánea ([TOLERANCIA_SIMULTÁNEA](#)). Este comando funciona con el nuevo comando de tolerancia geométrica. Antes, PC-DMIS disponía del comando de evaluación simultánea ([EVALUACIÓN_SIMULTÁNEA](#)). Estaba pensado para funcionar con el comando XactMeasure. El nuevo comando de tolerancia simultánea funciona de manera distinta al comando de evaluación simultánea:

Evaluación simultánea (Funcionamiento de 2020 R1 y anteriores)	Tolerancia simultánea (Funcionamiento de 2020 R2 y posteriores)
Las tolerancias de XactMeasure no estaban seleccionadas para ejecutarse (se mostraban en azul)	Las tolerancias geométricas están seleccionadas para ejecutarse (se muestran en blanco en el modo

en el modo Comando de la ventana de edición).	Comando de la ventana de edición).
Las tolerancias de XactMeasure no mostraban nada en el informe.	Las tolerancias geométricas se notifican de la forma habitual, y una pequeña nota en el informe indica que pertenecen a un conjunto simultáneo.
El informe de evaluación simultánea tenía todos los resultados de todas las tolerancias en el conjunto simultáneo.	La tolerancia simultánea no genera nada en el informe.

Migración

Si abre un programa de la versión 2020 R1 o anterior, PC-DMIS hace lo siguiente:

- Convierte los comandos de evaluación simultánea en comandos de tolerancia simultánea.
- Convierte las tolerancias de XactMeasure en comandos de tolerancia geométrica.
- Selecciona los comandos de tolerancia geométrica para ejecutarlos (en blanco en el modo Comando en la ventana de edición).
- Si se incluye alguna especificación de perfil de una línea en un comando de evaluación simultánea que no haga referencia a ningún dátum, PC-DMIS la convierte a perfil de una superficie.

Para obtener información adicional sobre la migración, consulte "Migración desde versiones anteriores de PC-DMIS".

Salida de los resultados de las tolerancias geométricas

Hay muchas maneras de generar la salida de resultados de los comandos de tolerancia geométrica.

Datos estadísticos

Los datos estadísticos son una de las maneras más habituales de acceder a los resultados de las tolerancias geométricas. Para obtener más información, consulte el capítulo "Seguimiento de datos estadísticos".



Solo los métodos de salida estadística [ESTAD/ACT](#), [Datapage+](#) o [ESTAD/ACT, QDAS](#) admiten los comandos de tolerancia geométrica.

Salida Excel

La salida Excel es otra manera habitual de acceder a los resultados de las tolerancias geométricas. Para obtener más información, consulte "Salida a un archivo Excel" en el capítulo "Usar opciones de archivo básicas" de la documentación de PC-DMIS principal.



También puede exportar el contenido con Informe en formulario Excel (**Insertar | Comando de informes | Informe en formulario Excel**). Para obtener información detallada, consulte la sección "Utilizar el comando Informe en formulario Excel" de la documentación de los módulos del juego de herramientas (Toolkit Modules) de PC-DMIS.

Expresiones

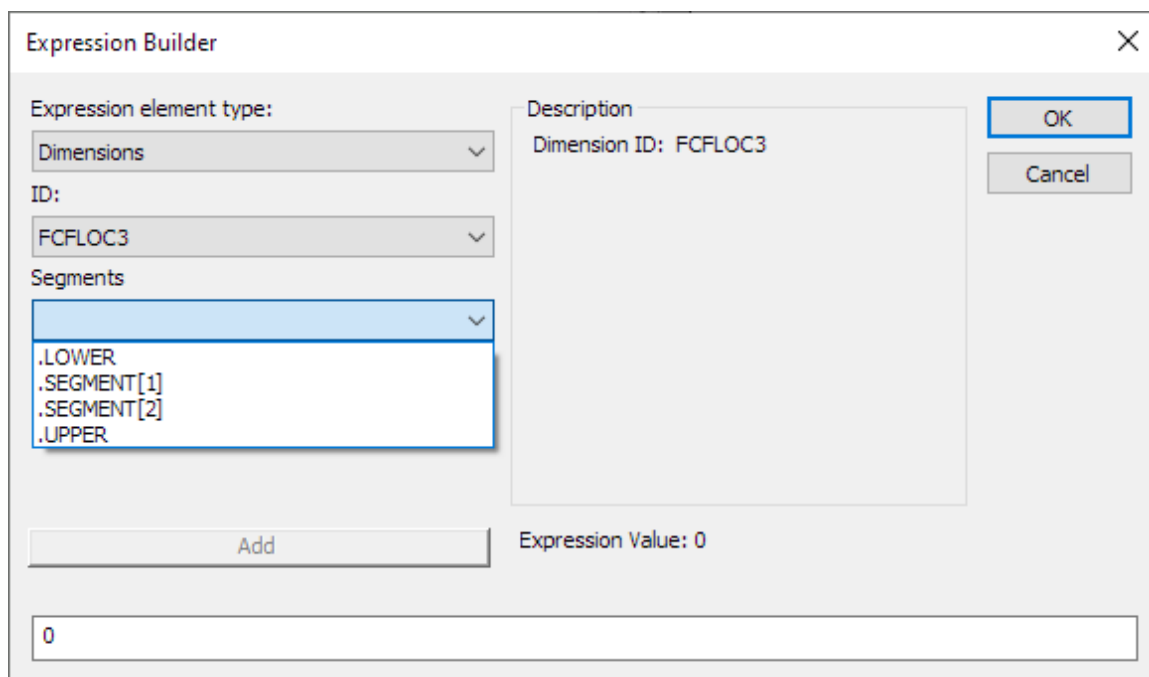
Las expresiones son también otra manera habitual de acceder a los resultados de las tolerancias geométricas. Para obtener una descripción general sobre cómo funcionan las expresiones, consulte el capítulo "Usar expresiones y variables".

La manera más sencilla de construir una expresión que haga referencia a una tolerancia geométrica es con el cuadro de diálogo **Constructor de expresiones**.

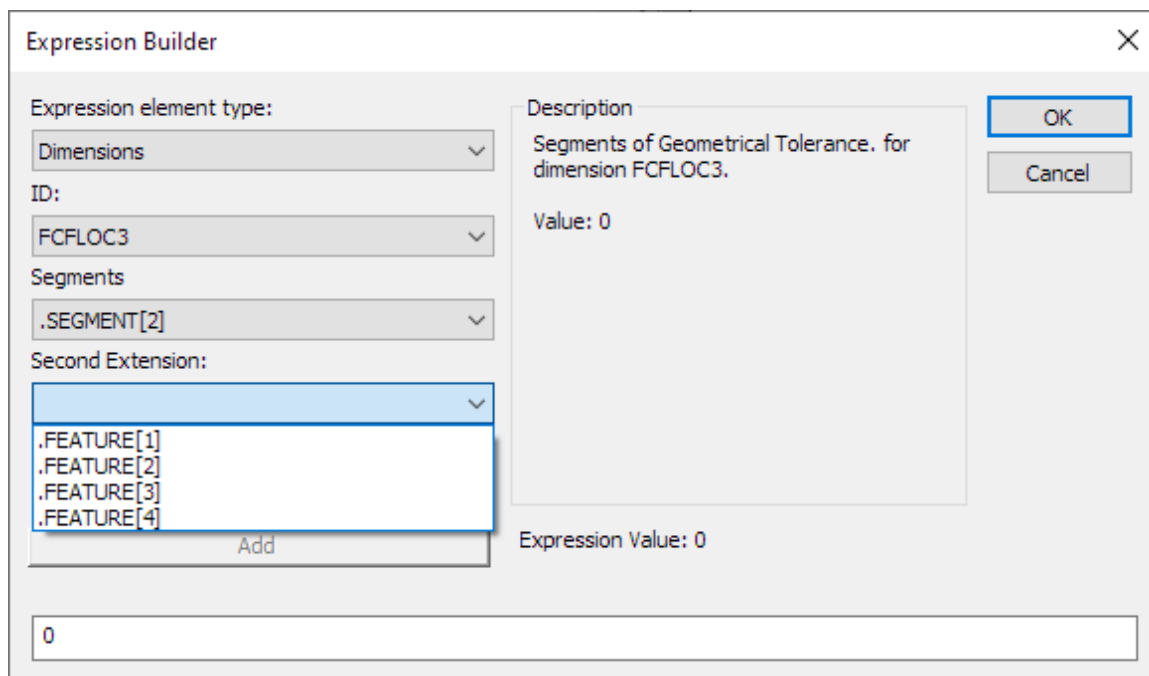
1. Elija la opción de menú **Editar | Expresión** para acceder al cuadro de diálogo **Constructor de expresiones**. Si la opción de menú no está visible, el cursor de la ventana de edición debe estar en un campo que pueda aceptar una expresión, como el valor de una asignación de variable.
2. En la lista **Tipo de elemento de expresión**, seleccione las dimensiones en **Dimensiones**.
3. En la lista **ID**, seleccione el nombre de la ID de la dimensión.

Usar tolerancias geométricas

4. En la lista **Segmentos**, seleccione el segmento que deba usarse en la expresión. Verá todos los comandos de tolerancia geométrica que se enumeran a continuación:

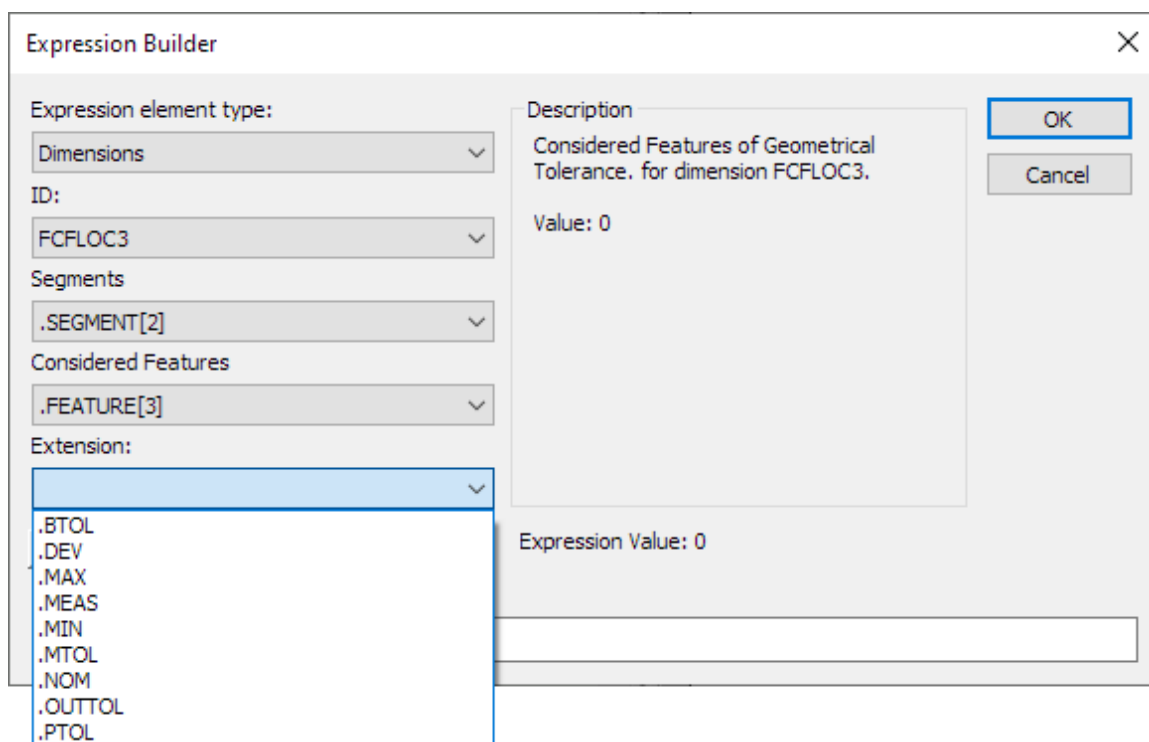


- **.LOCAL_SIZE** accede al tamaño local.
 - **.UAME** accede al tamaño del espacio seguro coincidente no vinculado.
 - **.SEGMENT[1]** accede al primer segmento.
 - **.SEGMENT[2]** accede al segundo segmento.
5. Después de seleccionar el segmento, aparece la lista **Segunda extensión**. Elija en esa lista el elemento del que desee conocer los resultados:



PC-DMIS muestra todos los elementos de los comandos de tolerancia geométrica que se enumeran a continuación.

6. Tras elegir el elemento, aparece la lista **Extensión**. Elija la extensión en esa lista.



Para obtener información sobre esas extensiones y la información que contienen, consulte "Ejemplos de extensiones válidas para referencias a dimensiones de tipo Doble" en "Referencias de tipo Doble" en el capítulo "Usar expresiones y variables".

7. Haga clic en **Aceptar** para insertar la expresión en la ventana de edición.

Notas sobre las etiquetas de los informes de tolerancia geométrica

Etiquetas GEOTOL_SUMMARY

Debido al diseño de las etiquetas de tolerancia geométrica GEOTOL_SUMMARY (GEOTOL_SUMMARY.tbl, GEOTOL_SUMMARY1.tbl, GEOTOL_SUMMARY2.tbl, GEOTOL_SUMMARY3.tbl y GEOTOL_SUMMARY4.tbl), no debe personalizar la alineación vertical y horizontal.

La razón por la que no debe personalizar las etiquetas GEOTOL_SUMMARY es que utilizan una única fila para cada elemento. Por ello, el contenido (por ejemplo, X, Y, Z, PR, PA y TP) utiliza retornos de carro que no se pueden eliminar para definir cada fila de datos. Si intenta establecer una alineación horizontal para la etiqueta GEOTOL_SUMMARY, solo afecta a la primera fila. Si intenta establecer una alineación

vertical para la etiqueta GEOTOL_SUMMARY, se genera un informe escalonado, ya que Tol+ y Tol- no se muestran para X, Y, Z, PR ni PA.

Etiqueta SIZE_GEOTOLERANCE.LBL

El contenido de las etiquetas SIZE_GEOTOLERANCE.LBL de tolerancia geométrica son filas individuales, que son únicas porque agrupan los tamaños superior e inferior de cada elemento. Por este motivo, no debe personalizar la etiqueta SIZE_GEOTOLERANCE.LBL.



El informe de dimensión en modo texto no admite los comandos de tolerancia geométrica. Para obtener información detallada sobre la edición de texto en los informes de tolerancia geométrica, consulte "Editar informes de texto" en la sección "Cambiar el contenido de la ventana de informe" de la documentación de PC-DMIS principal.

Migración desde XactMeasure

En este tema *MostrarOcultar*

Introducción

Cuando se abre una rutina de medición de una versión anterior, PC-DMIS intenta migrar los comandos. En función de la versión en la que se hubiera guardado anteriormente la rutina, los tipos de comandos de tolerancia geométrica que contiene y los elementos a los que hacen referencia, es posible que encuentre un informe de migración. El informe de migración detalla los errores que se han encontrado y los cambios que se han tenido que aplicar para que la rutina de medición sea compatible con PC-DMIS 2026.1.



Antes de la migración, cuando abra la rutina en esta versión de PC-DMIS, el software creará una copia de seguridad de la rutina de medición en esta carpeta:

`C:\Users\Public\Documents\Hexagon\PC-DMIS\2026.1\MigrationBackup`

No abra nunca esta rutina de medición desde esta ubicación de copia de seguridad. Si desea utilizar la copia de seguridad de la rutina de medición, cópiela antes en otra carpeta.



Si hace clic en el botón **Cancelar** en el informe de migración, PC-DMIS descarta la rutina de medición migrada y restaura automáticamente la versión original.

Puede controlar si PC-DMIS crea o no una copia de seguridad de la rutina de medición con la entrada `MigrationBackup` del Editor de la configuración. Por omisión, esta entrada está establecida en **True**. Si la establece en **False**, PC-DMIS sigue presentándole un informe de migración, pero no crea una copia de seguridad de la rutina de medición. Por ello, PC-DMIS no muestra la opción **Cancelar** en el informe de migración, ya que no hay una copia de seguridad para restaurarla.

Para obtener información detallada sobre la entrada `MigrationBackup`, consulte el tema "MigrationBackup" de la sección "FileMan" de la documentación del Editor de la configuración de PC-DMIS.

Flujo de trabajo sugerido

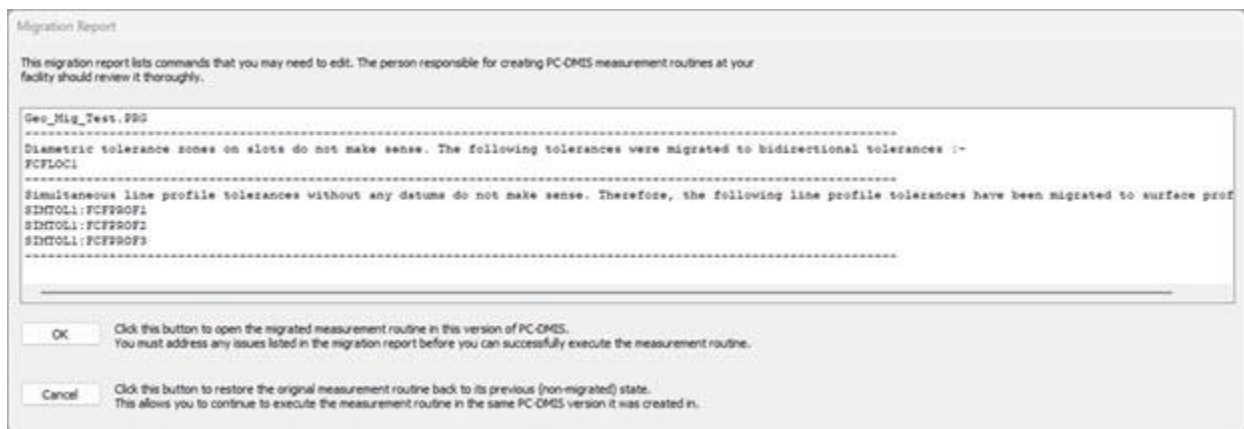
La migración es básicamente automática, pero, en algunos casos, es posible que tenga que personalizar la migración según sus necesidades. Puede utilizar algunas opciones para controlar cómo tiene lugar la migración. Sugerimos el flujo de trabajo siguiente para migrar las rutinas de medición de una versión anterior de PC-DMIS:

- Haga una copia de seguridad de las rutinas de medición anteriores en un lugar seguro y no las abra nunca con la versión 2020 R2 o posteriores.
- Haga una copia de la copia de seguridad de las rutinas de medición en una carpeta específica para hacer pruebas.
- Abra las copias para hacer pruebas de las rutinas de medición en esta versión de PC-DMIS.

- Examine detenidamente los resultados de la migración. Verifique que la migración haya funcionado como deseaba y que los nuevos valores medidos se ajusten a sus necesidades.
- Es posible, en muy pocos casos, que una migración no funcione en un pequeño número de ubicaciones. En esos casos, edite manualmente esas ubicaciones en el programa para actualizar los comandos.
- Es posible, en muy pocos casos, que los tipos de cálculos migrados no funcionen en un gran número de ubicaciones. Si ocurre esto, ajuste las opciones de migración, haga otras copias de la copia de seguridad de las rutinas de medición, y coloque dichas copias en la carpeta para hacer pruebas. A continuación, abra esas copias nuevas con esta versión.
- Repita este flujo de trabajo hasta que todas las rutinas de medición funcionen como espera.

Informe de migración

Cuando PC-DMIS detecta problemas durante la migración, la herramienta de creación crea un informe en un cuadro de diálogo **Informe de migración**. El informe de migración tiene el aspecto siguiente:



Cuadro de diálogo Informe de migración con un informe de migración.

PC-DMIS guarda automáticamente el informe de migración en la misma ubicación que la rutina de medición con el mismo nombre que la rutina de medición, pero añade al nombre `_migratedReport.txt`.

La mayor parte de los informes de migración son más sencillos que el del ejemplo de la imagen anterior. En la imagen anterior, el informe comunica estos fragmentos principales de información:

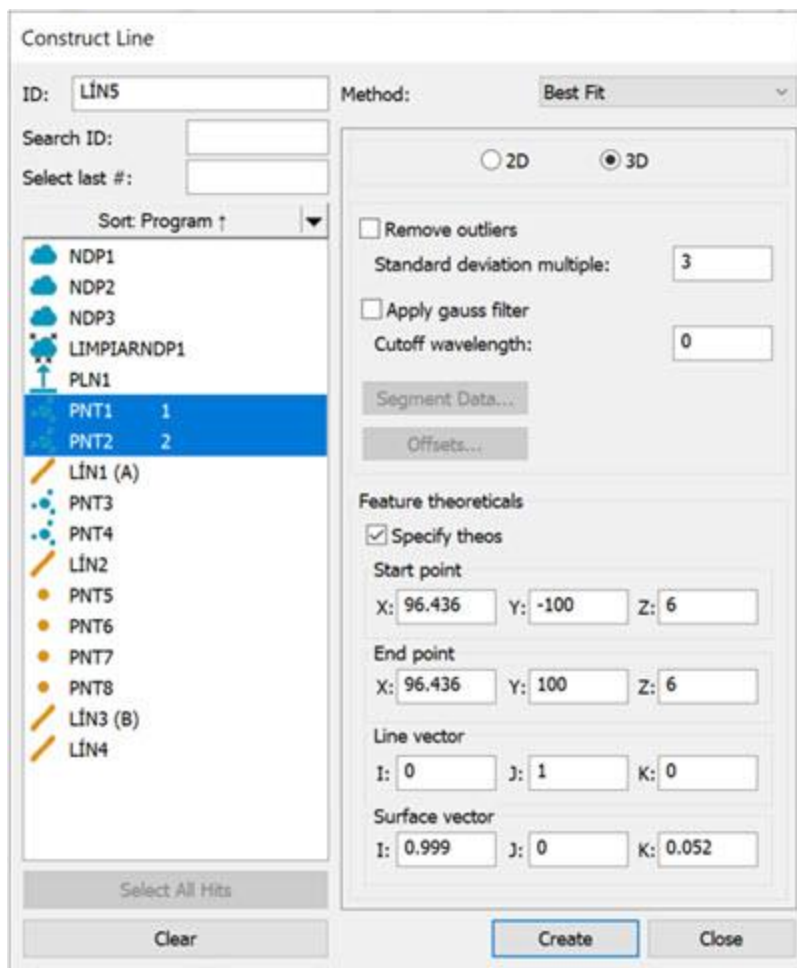
Usar tolerancias geométricas

- PC-DMIS ha cambiado FCFLOC1 de una única posición diametral de una ranura a dos posiciones planares independientes de la ranura: una para la orientación en sentido longitudinal de la ranura y la otra para la orientación en sentido transversal de la ranura. Esto se debe a que la compatibilidad con las posiciones diametrales de las ranuras se eliminó en PC-DMIS 2020 R2 SP1.
- PC-DMIS detectó que varias tolerancias de perfil de una línea sin datum se evaluaban de forma simultánea. La compatibilidad con tolerancias de perfil de línea simultáneas sin datums se eliminó en PC-DMIS 2022.1 y los service packs siguientes: 2020 R2 SP11, 2021.1 SP8 y 2021.2 SP3. Para obtener información detallada, consulte el apartado "Tolerancias simultáneas de perfil de una línea" en este tema.

Notas importantes

Vectores de superficie de línea construida

Todas las líneas MEJAJ y MEJAJRE construidas tienen un vector de línea y un vector de superficie que son importantes para la tolerancia geométrica. Sin embargo, mientras que el vector de línea se puede ver y editar en la ventana de edición cuando se trabaja en modo Comando, a la información del vector de superficie solo se puede acceder a través de la sección **Especificar teóricos** del cuadro de diálogo **Construir línea** correspondiente a la línea.



Si edita el vector de línea manualmente, PC-DMIS ajusta el vector de superficie manualmente para que siga siendo ortogonal. En versiones anteriores de PC-DMIS, esto no siempre era así, y el vector de superficie podía ser incorrecto (donde los vectores de línea teóricos se habían corregido en la ventana de edición después de enseñar puntos manualmente en la máquina o cuando una rutina de medición se había creado sin un modelo de CAD, por ejemplo). XactMeasure no utilizaba el vector de superficie de la línea, por lo que antes esto no representaba un problema. Sin embargo, en el caso del comando de tolerancia geométrica, que los vectores de superficie sean correctos es importante en muchos casos. Por lo tanto, a partir de PC-DMIS versión 2024.1, PC-DMIS comprueba si hay líneas con vectores de línea y superficie no ortogonales cuando abre las rutinas de medición. Si se encuentra algún error, PC-DMIS automáticamente considerará perpendicular el vector de superficie y le informará de ello con un mensaje de advertencia en el informe de migración.

Tolerancias simultáneas de perfil de una línea

Si un conjunto de tolerancias de perfil de una línea forma parte de un comando de evaluación simultánea, y si esas tolerancias de perfil de una línea no hacen referencia a ningún dátum, se migran a perfil de una superficie. Esto se debe a que no tiene

sentido (desde el punto de vista de la conformidad con las normas) evaluar simultáneamente las tolerancias de perfil de una línea. En el informe de migración se informa de la migración cuando se produce. Para obtener más información, consulte "Perfil de una línea" y "Tolerancias simultáneas".

Opciones para controlar la migración

Cuando migra rutinas de medición de versiones anteriores de PC-DMIS que contienen comandos de tolerancia geométrica, PC-DMIS intenta seleccionar automáticamente el estándar GD&T adecuado utilizando las reglas siguientes:

- Si la suma total combinada de los comandos Tamaño ISO y Tolerancia geométrica **es mayor** que la suma total combinada de los comandos Tamaño ASME y Tolerancia geométrica, **todos** los comandos Tamaño y Tolerancia geométrica migrados utilizan ISO 1101 (consulte la nota).
- Si la suma total combinada de los comandos Tamaño ISO y Tolerancia geométrica **es menor** que la suma total combinada de los comandos Tamaño ASME y Tolerancia geométrica, **todos** los comandos Tamaño y Tolerancia geométrica migrados utilizan ASME Y14.5, sin perjuicio de las reglas adicionales para la selección del año (consulte la nota).
- Si la suma total combinada de los comandos Tamaño ISO y Tolerancia geométrica **es igual** a la suma total combinada de los comandos Tamaño y Tolerancia geométrica, **todos** los comandos Tamaño y Tolerancia geométrica migrados utilizan la entrada GDTStandard de la sección Dimensions del Editor de la configuración de PC-DMIS. Para obtener información detallada, consulte "GDTStandard" en la documentación del Editor de la configuración de PC-DMIS (consulte la nota).

Reglas adicionales para determinar el año de ASME Y14.5 al que debe migrarse una rutina:

- Si los comandos de tolerancia geométrica de ASME incluyen tolerancias de concentricidad o de simetría, la rutina de medición migrada utilizará ASME Y14.5 – 2009.
- Si los comandos de tolerancia geométrica de ASME no incluyen ninguna tolerancia de concentricidad o de simetría, la rutina de medición migrada utilizará ASME Y14.5 – 2018.



A partir de PC-DMIS versión 2023.2, no puede haber distintos estándares GD&T en una misma rutina de medición. Por lo tanto, PC-DMIS no permite migrar una rutina de medición de la versión 2023.2 (o posterior) de ISO a ASME o vice versa.

ASME Y14.5 – 1994 no permite el uso del modificador de traslación, el modificador de perfil dinámico, los marcos de referencia de dátum personalizados o un tamaño de límite de material especificado. También utiliza la definición anterior de perfil de dos valores (consulte ASME Y14.5.1M – 1994).

ASME Y14.5 – 2009 no permite el uso del modificador de perfil dinámico.

ASME Y14.5 – 2018 no permite el uso de concentricidad o simetría.

En algunos casos, quizá no desee utilizar el estándar que PC-DMIS elige durante la migración. Puede controlar el estándar migrado que debe aplicarse. Para ello, cree un archivo `fcfMigrationPreferences.json` y colóquelo en la carpeta `"C:\ProgramData\Hexagon\PC-DMIS\2026.1\"`. Tenga en cuenta que, por omisión, la carpeta `C:\ProgramData\` está oculta.

El archivo `"fcfMigrationPreferences.json"` debe tener formato JSON (consulte <https://en.wikipedia.org/wiki/JSON>).

A continuación se muestra un archivo de ejemplo:



```
"default standard migrates to": "ASME Y14.5-2018"
}
```

`"default standard migrates to"` es la única clave válida para el archivo `"fcfMigrationPreferences.json"`. Si el archivo `"fcfMigrationPreferences.json"` no existe (o existe, pero no es un archivo con un formato JSON válido), PC-DMIS selecciona las opciones de cálculo migradas según las reglas descritas anteriormente. Si el archivo `"fcfMigrationPreferences.json"` existe y PC-DMIS determina que se trata de un archivo JSON válido y que tiene la clave y los valores válidos para controlar la migración, PC-DMIS utiliza las opciones de cálculo definidas por el archivo `fcfMigrationPreferences.json`.

Se permiten claves no válidas en el archivo `"fcfMigrationPreferences.json"`, pero se pasan por alto. Si el archivo `"fcfMigrationPreferences.json"` existe y PC-DMIS determina que se trata de un archivo JSON válido, pero que no tiene la clave o el valor válidos, el comportamiento de esa clave es el mismo que si no hubiera archivo `"fcfMigrationPreferences.json"`.

Usar tolerancias geométricas

Los valores válidos para la clave "default standard migrates to" del archivo "*fcfMigrationPreferences.json*" son:

- "ASME Y14.5-1994"
- "ASME Y14.5-2009"
- "ASME Y14.5-2018"
- "ISO 1101"

Las claves y los valores válidos del archivo "*fcfMigrationPreferences.json*" deben indicarse en inglés.

Usar el comando Tamaño

El comando Tamaño (**Insertar | Dimensión | Tamaño**) facilita el cálculo y la notificación de tamaños locales y globales según las normas ISO 14405-1 o ASME Y14.5. Las normas ISO 14405-1 y ASME Y14.5 definen los tamaños reales locales y globales.

Para ASME Y14.5, los elementos permitidos son cilindros, planos paralelos opuestos (también conocidos como anchuras 3D), esferas, círculos (secciones transversales de cilindros), anchuras 2D (3D con secciones transversales). En ASME Y14.5 se define el espacio seguro coincidente real no vinculado y el tamaño local.

Para ISO 14405-1, los elementos permitidos son cilindros, anchuras 3D y sus secciones transversales. Hay más de veinte modificadores definidos en la norma ISO 14405-1. Puede combinar estos modificadores de diversas formas para crear un operador de especificación para tamaño. Se permiten operadores de especificación separados para los límites de tamaño superior e inferior. Esto significa que existen miles de tipos de cálculos de tamaño diferentes.

Modos de comando

El comando Tamaño define cuatro modos diferentes. Estos modos le permiten introducir, calcular y notificar diferentes tipos de cálculos de tamaño:

1. **ASME Y14.5**

El comando Tamaño en este modo hace lo siguiente:

- Registra un tamaño nominal, un límite de desviación superior y un límite de desviación inferior.

- Calcula el espacio seguro coincidente real no vinculado. El comando también calcula una larga lista de tamaños locales.
- Notifica el espacio seguro coincidente real. El comando también notifica el peor de los tamaños locales.

2. **ISO 14405-1, Nominal con desviación**

El comando Tamaño en este modo registra un tamaño nominal, un límite de desviación superior y un límite de desviación inferior.

- Si hay un único operador de especificación, el operador se aplica a ambos límites.
- Si hay dos operadores de especificación, cada operador se aplica solamente a un límite.
- Si un operador de especificación es un tamaño global, ese tamaño global se calcula, y en el informe se compara el tamaño global con los límites aplicables.
- Si un operador de especificación es un tamaño local, se calcula una larga lista de tamaños locales y se notifica el peor tamaño local para cada límite aplicable.

3. **ISO 14405-1, Código ISO**

El comando Tamaño en este modo registra un tamaño nominal y un código ISO. Esta información, junto con ISO 286-1, define los límites de tamaño.

La norma ISO 286-1 define cientos de códigos de tolerancia que se parecen un poco a "E9" y "H7". Todos estos códigos de tolerancia son compatibles con el comando de tamaño. La notificación es como el modo ISO nominal con desviaciones.

4. **ISO 14405-1, Rango de tamaños**

Debe utilizar este modo con el modificador de rango de tamaños definido por ISO 14405-1 (el texto SR incluido en un óvalo).

El comando Tamaño en este modo hace lo siguiente:

- Solo registra un operador de especificación.
- No registra un tamaño nominal ni límites de desviaciones.
- Registra un único valor de tolerancia porque el modificador de rango de tamaños genera operadores de especificación similares para formar tolerancias. Para ver un ejemplo, consulte la figura 17 en la norma ISO

14405-1. La notificación en este modo es similar a la notificación para formar tolerancias.

Elementos de entrada

El comando Tamaño permite un solo elemento de entrada cada vez.

En los modos ASME Y14.5 e ISO 14405-1, los tipos de elementos de entrada válidos son anchuras 1D, anchuras 2D, anchuras 3D, círculos, cilindros y esferas.

Los elementos de entrada que utilice con el comando Tamaño deben contener suficientes puntos como para representar bien la superficie real. Para imitar del mejor modo posible la intención de las normas, esos puntos deben ser puntos opuestos.

Límites de elementos de entrada para tamaños de sección

Varios operadores de especificación ISO de tamaño se denominan "tamaños de sección". Por ejemplo, "(GG) ACS" y "(LP) ACS (SX)" son tamaños de sección. Los tamaños de sección son tamaños locales en los que cada sección transversal del cilindro o de la anchura 3D tiene un tamaño. Entonces, el peor tamaño de sección se notifica para cada límite aplicable.

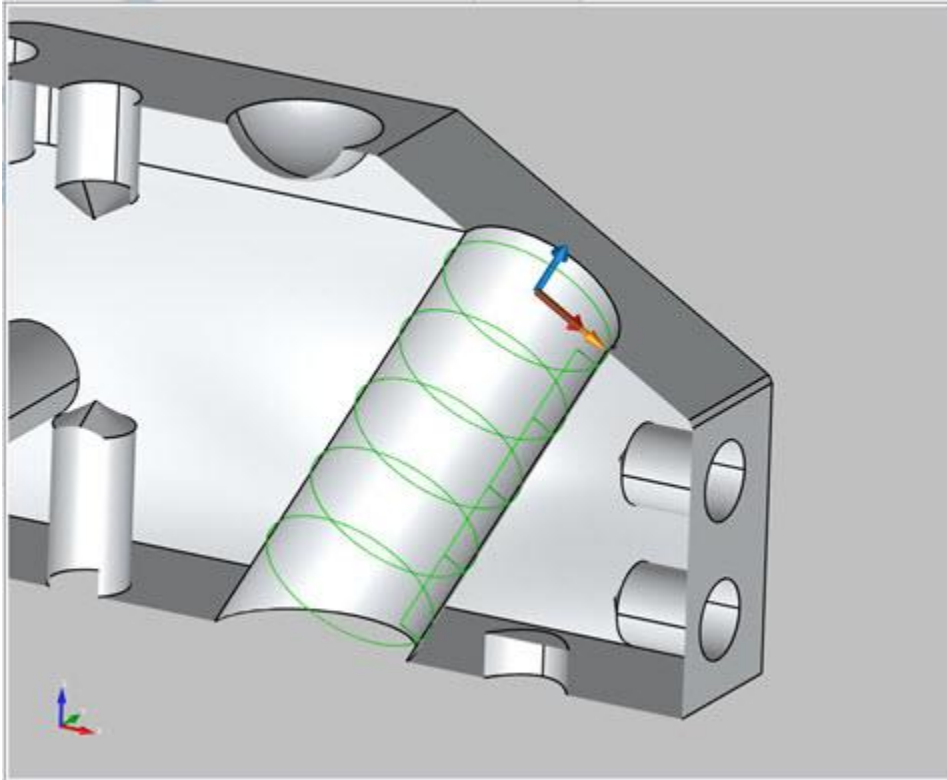
Una posibilidad para generar datos en secciones es utilizar elementos de sección transversal 2D como círculos y anchuras 2D. La otra posibilidad es utilizar una estrategia de medición que genere datos en secciones, como "Estrategia de medición de PC-DMIS por omisión" o "Escaneado de círculo concéntrico de cilindro adaptativo". Para obtener más información acerca de las estrategias de medición, consulte el tema "Trabajar con estrategias de medición" en la documentación "PC-DMIS CMM".

Al evaluar los tamaños de sección, el comando divide los datos en secciones conforme a estas reglas:

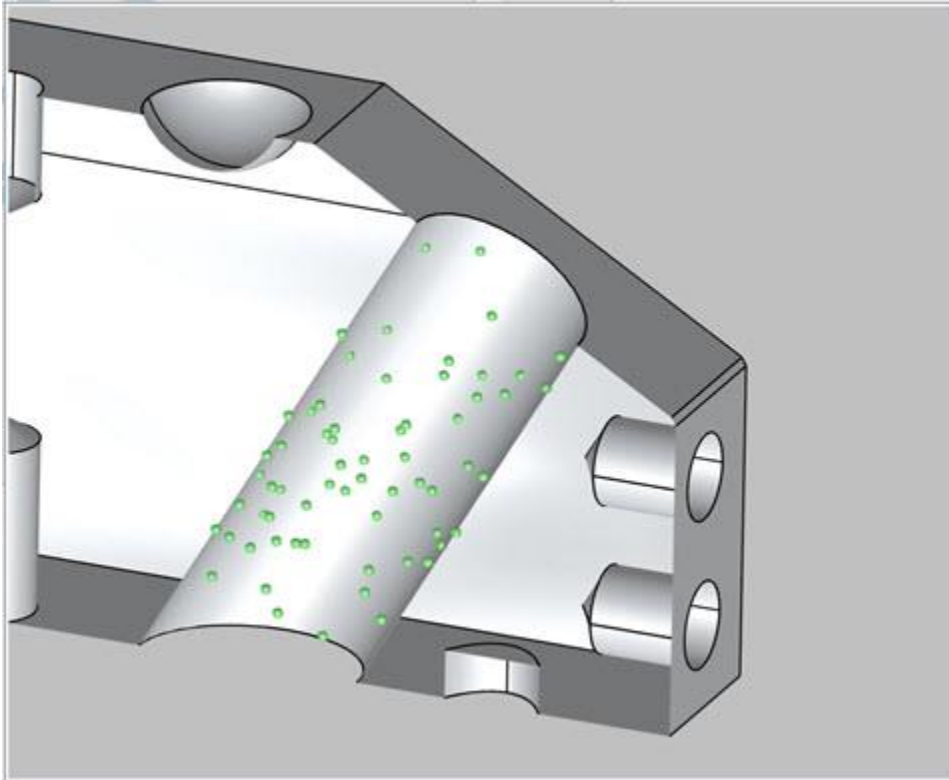
- Para elementos de círculo y anchuras 2D, el comando utiliza los datos sin particiones porque el elemento ya es una sección transversal.
- Para cilindros, el comando intenta dividir los datos en secciones transversales circulares. Los datos deben disponerse en círculos; de lo contrario, el comando fallará.
- Para anchuras 3D, el comando falla.

Cuando divide datos cilíndricos, el comando primero proyecta los puntos en el eje del cilindro. Luego identifica los racimos de puntos proyectados como pertenecientes a la misma sección transversal.

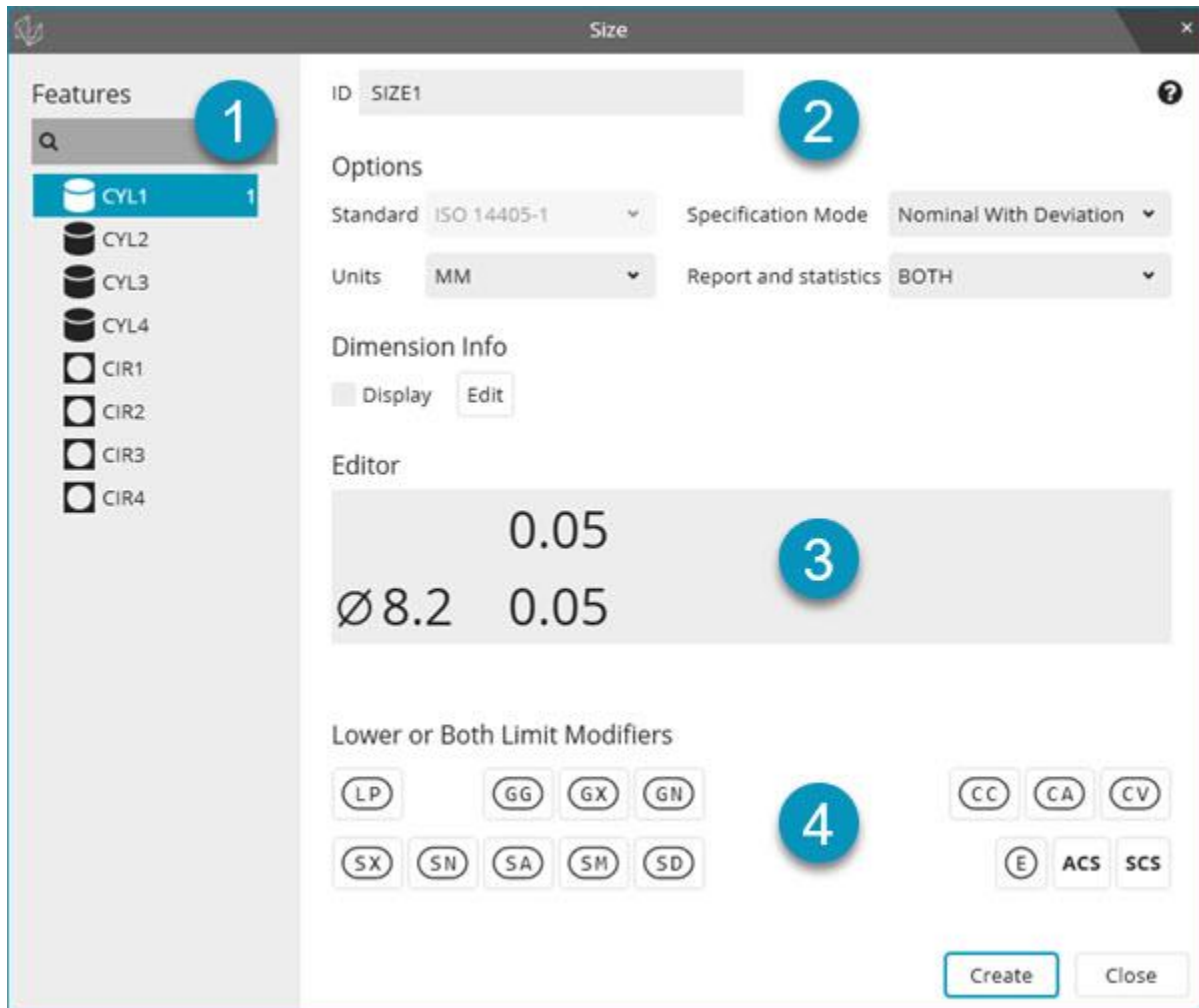
Ejemplo de entradas buenas



Ejemplo de entradas malas



Para dimensionar un elemento con la opción TAMAÑO



Los componentes principales del cuadro de diálogo Dimensión de tamaño son:

- 1 - Área de lista de elementos
- 2 - Área de opciones
- 3 - Área del editor
- 4 - Área de modificador de límites



Para obtener información sobre cómo mostrar la información sobre las dimensiones, consulte el tema "Mostrar información sobre las dimensiones" en la documentación de PC-DMIS principal.

Para dimensionar un elemento utilizando la opción TAMAÑO, haga lo siguiente:

1. Seleccione **Insertar | Dimensión | Tamaño** para abrir el cuadro de diálogo **Tamaño**.
2. La lista **Estándar** en el área **Opciones** muestra el estándar actual que se debe utilizar en la tolerancia. Debe coincidir con el estándar utilizado en la impresión. PC-DMIS admite las impresiones conformes con ASME Y14.5 e ISO 1101.
3. En el área **Opciones**, elija las opciones que desee:
 - a. En la lista **Estándar**, seleccione el estándar que se va a utilizar para calcular el tamaño.
 - b. Si utiliza el estándar ISO 14405-1, en la lista **Modo de especificación** debe seleccionar el modo Comando. Para obtener información, consulte "Modos de comando". El requisito de impresión determina qué selección debe realizarse.
 - c. Si utiliza la norma ASME Y14.5, aparece la lista **Opciones de tamaño local** en la que figura **Modo de especificación**. Seleccione el tipo de tamaño local, que puede ser **Puntos opuestos** o **Elementos circulares** (el valor por omisión).



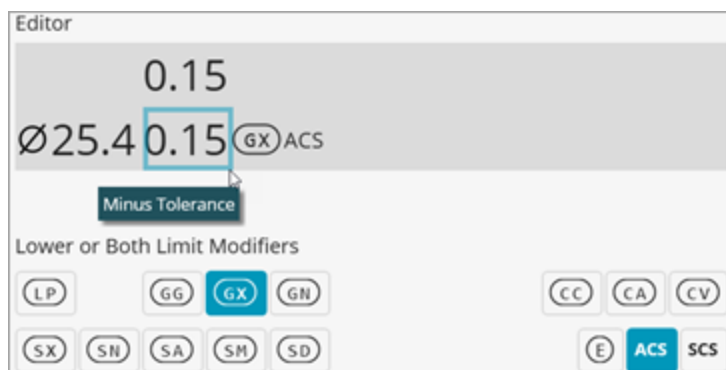
Puede consultar información detallada sobre las interpretaciones de Puntos opuestos y Elementos circulares de Tamaño local en la sección "Tamaño local" del tema "Evaluar el tamaño con el comando Tolerancia geométrica" de la documentación de PC-DMIS principal.

- d. Establezca **Unidades** así como **Informe y estadísticas** según sea necesario. Para obtener información sobre estas opciones, consulte el tema "Opciones comunes de los cuadros de diálogo Dimensión" en el capítulo "Utilizar dimensiones heredadas".
4. En el área **Editor**, siga los pasos que se indican a continuación para definir la tolerancia.



El área **Editor** se ajusta para adaptarse a los requisitos de modo que elija en las listas **Estándar** y **Especificación**. Esto significa que los cambios que haya podido hacer en el cuadro de diálogo se perderán cuando seleccione un nuevo modo de especificación.

- Seleccione la región que desee editar e introduzca el valor.
- Para añadir un operador de especificación superior, haga clic en el valor de tolerancia superior. En el área **Modificadores de límites inferiores o ambos**, entonces puede hacer clic en los botones de modificador para añadir modificaciones en el operador de especificación superior.
- Para añadir un operador de especificación inferior, haga clic en el valor de tolerancia inferior. En el área **Modificadores de límites inferiores o ambos**, entonces puede hacer clic en los botones de modificador para añadir modificaciones en el operador de especificación inferior. Si solo hay un operador de especificación, ponga los modificadores en el operador de especificación inferior.
- Si quiere eliminar un modificador, seleccione el botón de nuevo para borrar el resaltado.



Ejemplo que muestra los modificadores seleccionados.

- Haga clic en el botón **Crear** para crear el comando Tamaño en la ventana de edición.

Usar tolerancias geométricas

Leer el informe

ISO 14405-1: Nominal con desviaciones

Con el modo NOMINAL_CON_DESVIACIONES, PC-DMIS compara el tamaño medido por el operador de especificación superior con el límite superior de tamaño. También compara el tamaño medido por el operador de especificación inferior con el límite inferior de tamaño. Por lo tanto, el comando Tamaño genera dos valores medidos para un elemento de tamaño dado:

SIZE1-CYL1			MM	Ø 25.4 [+0.15 GN] - [-0.15 GX]		
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL
GN	25.500	25.400	0.150		0.100	0.000
GX	25.300	25.400		0.150	-0.100	0.000

ISO 14405-1: Códigos de tolerancia

Con el modo CÓDIGO_DE_TOLERANCIA, el informe PC-DMIS imita en todo el modo NOMINAL_CON_DESVIACIONES, excepto porque muestra el código de tolerancia en el encabezado de dimensión:

SIZE2-CYL1			MM	Ø 25.4 JS14 [GN] - [GX]		
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL
GN	25.500	25.400	0.260		0.100	0.000
GX	25.300	25.400		0.260	-0.100	0.000

ISO 14405-1 Rango de tamaños

Con el modo RANGO_DE_TAMAÑOS, PC-DMIS compara un tamaño medido máximo con un tamaño medido mínimo y notifica la diferencia. Este modo requiere un único valor medido. El software compara ese valor medido con una tolerancia superior.

SIZE3-CYL1			MM	Ø 0.25 SR		
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL
SR	0.200	0.000	0.250		0.200	0.000

ASME Y14.5: Tamaño local

Con ASME Y14.5, se notifican dos características de tamaño: el espacio seguro coincidente real no vinculado ("Unrelated Actual Mating Envelope" o UAME) y el tamaño local.

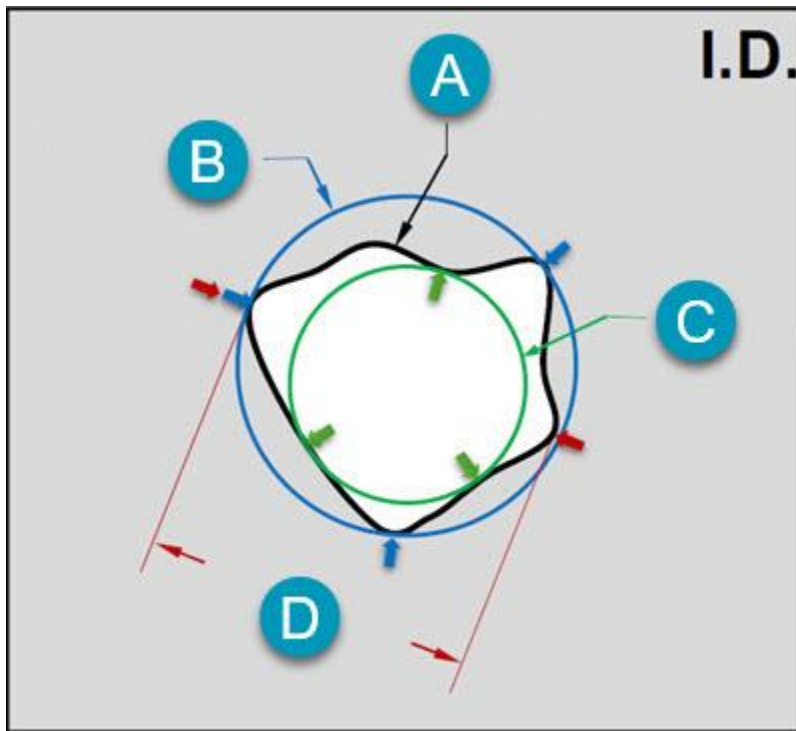
El UAME es el tamaño mínimo circunscrito para los elementos externos (por ejemplo, un resalte) y el tamaño máximo inscrito para los elementos internos (por ejemplos, un orificio).

Tamaño local:

1. **Elementos circulares** (la opción por omisión) notifica el elemento circular circunscrito más pequeño (elemento interno/orificio) o el elemento circular inscrito más grande (elemento externo/resalte) de entre todos los tamaños locales.
2. **Puntos opuestos** notifica la distancia más grande entre puntos opuestos (elemento interno/orificio) y la distancia más pequeña entre puntos opuestos (elemento externo/resalte) de entre todos los tamaños locales.

SIZE4-CYL1			MM	Ø 25.4 +0.15/-0.15 OPPOSED POINTS		
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL
UAME	25.300	25.400	0.150	0.150	-0.100	0.000
Local Size	25.500	25.400	0.150	0.150	0.100	0.000

Ejemplo de Tamaño Local con ASME Y14.5



- A. Forma real de la sección transversal del elemento
- B. Tamaño local (Elementos circulares): $\varnothing 44,2659$

Usar tolerancias geométricas

C. **UAME:** \varnothing 43,8849

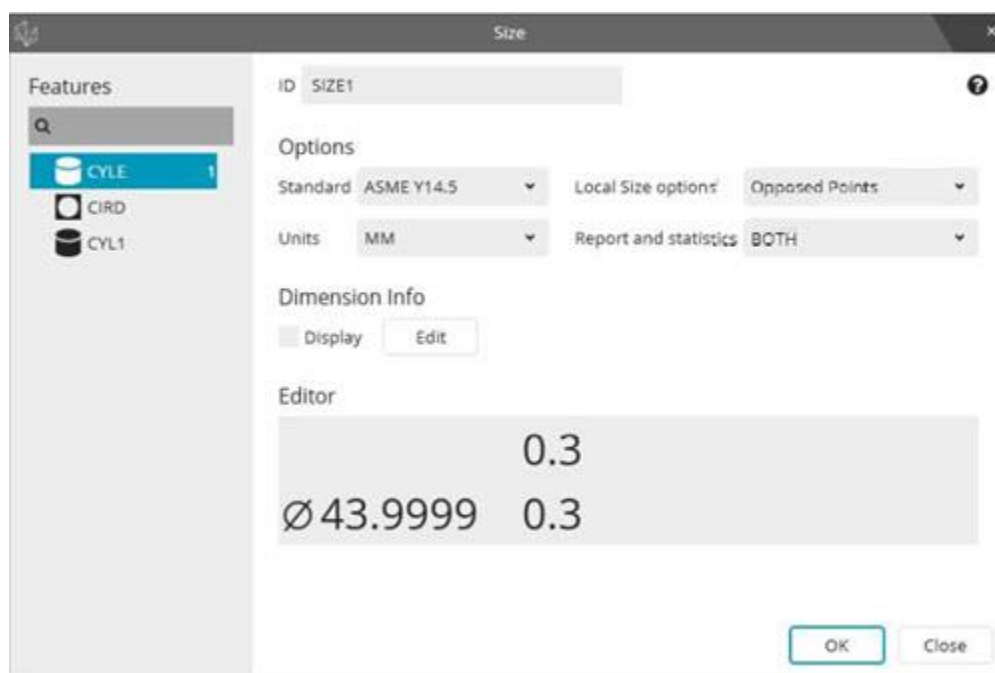
D. **Tamaño local (Puntos opuestos):** \varnothing 44,2656



El símbolo " \varnothing " significa **diámetro**.

Para un elemento de diámetro interior (DI) que utilice el estándar ASME Y14.5, en la imagen anterior verá que

- El espacio seguro coincidente real no vinculado (UAME) es el círculo inscrito más grande posible.
- El tamaño local depende de la opción que seleccione en la lista **Opciones de tamaño local** del cuadro de diálogo **Tamaño** de tolerancia geométrica (consulte las descripciones proporcionadas anteriormente).



Si selecciona **Puntos opuestos** en la lista **Opciones de tamaño local** como se muestra en la imagen anterior del cuadro de diálogo **Tamaño** de tolerancia geométrica, PC-DMIS notifica el resultado así:

SIZE I-CYLE				MM			Ø 43.9999 +0.3/-0.3 OPPOSED POINTS	
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL		
UAME	43.8849	43.9999	0.3000	0.3000	-0.1150	0.0000		
Local Size	44.2656	43.9999	0.3000	0.3000	0.2656	0.0000		

Si selecciona la opción **Elementos circulares**, PC-DMIS notifica el elemento así:

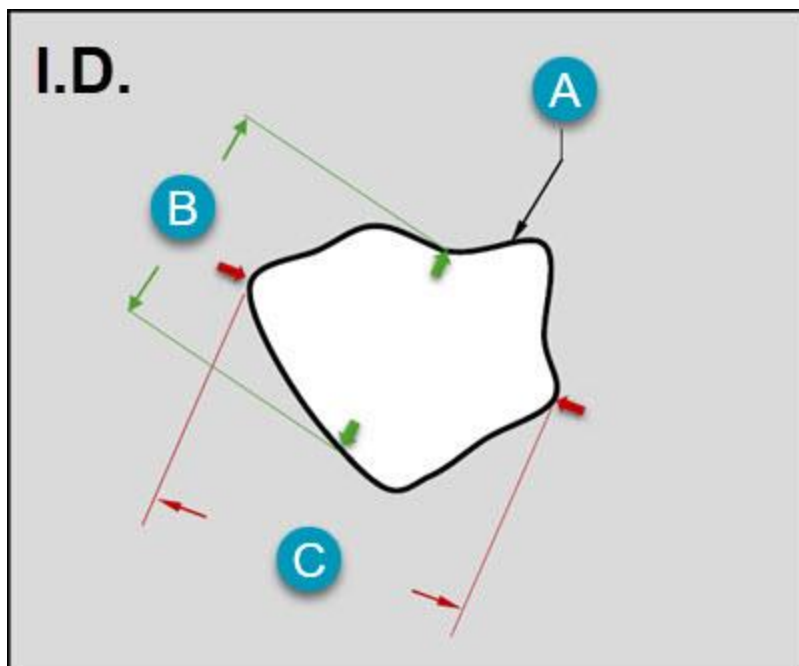
SIZE 10-CYLE				MM			Ø 43.9999 +0.3/-0.3 CIRCULAR ELEMENTS	
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DCV	OUTTOL		
UAME	43.8849	43.9999	0.3000	0.3000	-0.1150	0.0000		
Local Size	44.2659	43.9999	0.3000	0.3000	0.2660	0.0000		



En todos los casos que se refieren a los detalles relacionados con los estándares ASME, debe consultar la fuente principal en el sitio web The American Society of Mechanical Engineers (ASME).

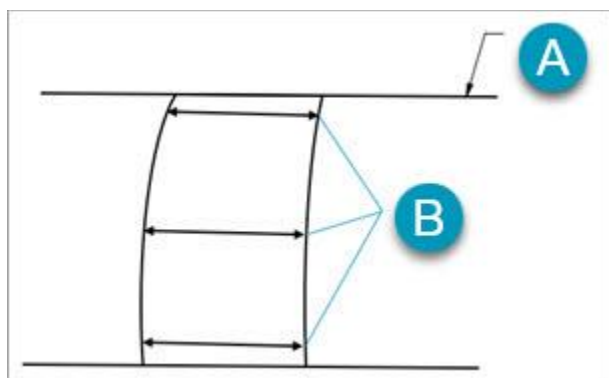
ISO 1101: *Tamaño local*

Cuando PC-DMIS notifica el tamaño con el estándar ISO, se basa en Tamaño local solamente. A causa de la regla de la independencia, no se basa en el espacio seguro coincidente real no vinculado o vinculado. Para obtener información detallada sobre la regla de independencia ISO, consulte la sección 5.5, "Principio de independencia" ("Principle of Independence") de la norma ISO 8015: 2011.



- A. *Forma real de la sección transversal del elemento*
- B. *Tamaño de 2 puntos local mínimo*
- C. *Tamaño de 2 puntos local máximo*

Por ejemplo, cuando mide un elemento de cilindro en varios niveles, PC-DMIS evalúa cada sección transversal por separado y, a continuación, notifica el tamaño de dos puntos máximo y mínimo, de forma similar a cuando se realiza una comprobación con un pie de rey.



- A. *Simulador de elemento de datum del elemento de datum A (plano)*
- B. *Tamaños locales reales (cualquier distancia individual en cualquier sección transversal de un elemento de tamaño)*



En todos los casos que se refieren a los detalles relacionados con los estándares ISO 1101, debe consultar la fuente principal en el sitio web de la Organización Internacional de Normalización (ISO).


Modificadores ISO 14405-1 compatibles

El comando Tamaño es compatible con los siguientes modificadores definidos en la norma ISO 14405-1:

- (LP): Tamaño de dos puntos
- (GG): Criterio de asociación de cuadrados mínimos
- (GX): Criterio de asociación de máximo inscrito
- (GN): Criterio de asociación de mínimo circunscrito
- (CC): Diámetro de circunferencia (tamaño calculado)
- (CA): Diámetro de área (tamaño calculado)
- (CV): Diámetro de volumen (tamaño calculado)
- (SX): Tamaño máximo
- (SN): Tamaño mínimo
- (SA): Tamaño medio
- (SM): Tamaño de la mediana
- (SD): Tamaño de rango medio
- (SR) Rango de tamaños
- (E): Requisito de espacio seguro
- ACS: Cualquier sección transversal
- SCS: Secciones transversales fijas específicas

Usar el modo Selección de GD&T para crear FCF

PC-DMIS proporciona las siguientes maneras de insertar marcos de control de elementos (FCF) en PC-DMIS a partir de tolerancias de GD&T de otras fuentes:

Modo Selección de GD&T (a partir de CAD) (


Puede acceder a **Modo Selección de GD&T (a partir de CAD)** desde la barra de herramientas **Modos gráfico** o la barra de herramientas **QuickMeasure**.

Modo Selección de GD&T (desde archivo) (

Puede acceder a **Modo Selección de GD&T (a partir de archivo)** desde una de las ubicaciones siguientes:


- Barra de herramientas **Modos Gráfico**
- Barra de herramientas **QuickMeasure**
- Menú **Archivo | Importar**

Usar Modo Selección de GD&T (a partir de CAD)

Modo Selección de GD&T (a partir de CAD) () importa las etiquetas GD&T seleccionadas de los modelos de CAD que las contengan como definiciones de datum o dimensiones de tolerancia geométrica generadas dinámicamente.

Para obtener información sobre cómo hacerlo, consulte el apartado "Importar etiquetas GD&T de CAD" del tema "Trabajar con etiquetas GD&T de CAD" en el capítulo "Editar la presentación de modelos CAD".

Usar Modo Selección de GD&T (a partir de archivo)

PC-DMIS puede reconocer e importar tolerancias de GD&T presentes en planos en la rutina de medición con la opción **Modo Selección de GD&T (desde archivo)** (.

PC-DMIS utiliza el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para importar tolerancias de GD&T. PC-DMIS puede importar un archivo .pdf o un archivo de imagen.



Puede encontrar algunos ejemplos de archivos .pdf de plano que corresponden a modelos de CAD de bloque de demostración de Hexagon en la subcarpeta **Training** de la ubicación de instalación de PC-DMIS.

Cuando se importa un archivo de plano, el software analiza el contenido del archivo. A continuación, muestra la ventana **GD&T desde captura** y aplica un resaltado en color naranja a todos los elementos admitidos que se pueden importar.

A continuación, decida qué elementos admitidos se importarán:

- Un elemento a la vez: Para ello, haga clic en una tolerancia de color naranja.
- Varios elementos: Para ello, seleccione mediante un cuadro varias tolerancias de color naranja.
- Todos los elementos en una página: Para ello, en la barra de herramientas de la ventana **GD&T desde captura**, haga clic en la opción **Procesar página**

completa (.


Si elige procesar varios elementos admitidos o todos los elementos admitidos en una página, el software abre el Widget de OCR y pasa por cada tolerancia de GD&T de la selección.

Tenga en cuenta que el reconocimiento OCR no maneja todos los elementos del archivo. Para obtener información sobre los elementos que se admiten y los que no se admiten, consulte el tema "Acerca del reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para crear FCF" en la documentación de PC-DMIS principal.

PC-DMIS también analiza las unidades de medida y las tolerancias por omisión del bloque de título y les aplica un resaltado azul claro. Para obtener más información sobre el bloque de título, consulte "Acerca del reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para crear FCF". Si PC-DMIS no determina correctamente los valores de tolerancia por omisión del bloque de título, puede utilizar el botón de pausa del widget y corregir manualmente una tolerancia en cualquier elemento creado. Para obtener información sobre el uso del botón de pausa, consulte "Widget de OCR".


Procedimiento

En este procedimiento se explica cómo importar una o más etiquetas.

1. En la barra de herramientas **Modos Gráfico** o la barra de herramientas **QuickMeasure**, haga clic en la opción **Modo Selección de GD&T (a partir de archivo)** ().
2. Importe un modelo de CAD en la ventana gráfica que corresponda al plano.
3. En el cuadro de diálogo **Abrir**, acceda al archivo de plano electrónico. Puede ser un archivo de imagen o un archivo .pdf. La detección OCR funciona de manera óptima con imágenes de una resolución de 300 ppp como mínimo. Con resoluciones más bajas, los resultados pueden ser menos precisos.
4. Seleccione el archivo y haga clic en **Abrir** para analizar el archivo y mostrar todo el contenido reconocido como elementos resaltados en naranja en la ventana **GD&T desde captura**.



Tenga en cuenta que, con esta ventana abierta, la ventana de edición inicialmente no está disponible para seleccionarse. Esto significa que no puede suprimir los elementos que cree a menos que los cree con el widget OCR o que haga clic en botón de pausa del widget para hacer una pausa en el proceso de importación.

5. Realice una de las acciones siguientes para importar uno o más elementos en PC-DMIS y mostrar el widget de OCR:
 - Haga clic en una sola etiqueta. Puede ser una tolerancia de GD&T o bien una dimensión base de distancia lineal, de ángulo o de ubicación.
 - Seleccione varias etiquetas mediante cuadros en la página.
 - En la barra de herramientas de la ventana GD&T desde captura, haga clic en **Procesar página completa** ().
6. Siga las instrucciones en el Widget de OCR.



Durante el procedimiento, tiene que elegir los elementos para los dátums o los elementos de entrada para las tolerancias geométricas. Puede crear esos elementos con QuickFeatures. También puede seleccionar elementos existentes desde la ventana gráfica si hace clic en sus ID de elemento. PC-DMIS no permite hacer clic la ventana de edición para seleccionar elementos.

ID de características

Si el archivo importado tiene ID de características y ha activado la casilla de verificación **Usar nomenclatura de ID de característica** de la ficha **General** del cuadro de diálogo **Opciones de configuración**, PC-DMIS asigna automáticamente una ID en el widget OCR que coincide con la ID de característica. Cualquier elemento que defina a continuación con el widget OCR para la etiqueta que hay junto a esa ID utilizará esta nomenclatura:

<ID_globo>__1, <ID_globo>__2, y así sucesivamente.

Por ejemplo, si tiene la ID de característica 3 en el archivo y tiene que crear dos elementos para la tolerancia que tiene esa ID, PC-DMIS asigna a los elementos que cree las ID 3__1 y 3__2.



Si una etiqueta tiene un multiplicador, como por ejemplo una etiqueta para un patrón de orificios para pernos, PC-DMIS asigna la ID de característica al primer elemento o dimensión del patrón. Los demás elementos o dimensiones de ese patrón siguen la nomenclatura por omisión para ese elemento o dimensión.

Definición de objetivos de dátum

Si el widget de OCR le solicita que defina puntos de destino de dátum, siga este procedimiento:


1. Pulse Ctrl + Mayús y haga clic en el modelo de CAD para crear un QuickFeature de punto vectorial para cada destino.
2. A medida que defina cada objetivo de dátum, el elemento de punto vectorial aparece en la ventana de edición.
3. Una vez que se definen los objetivos para un elemento de dátum, se muestra "Completado" para ese elemento de dátum. Es posible que el análisis de OCR del archivo no determine el número necesario de objetivos. Si sucede esto, puede crear elementos de punto vectorial

adicionales, aunque los objetivos de un elemento de datum muestren el estado "Completado".

4. Cuando haya acabado de crear todos los puntos de un objetivo, haga clic en **Siguiente** para ir al siguiente conjunto de objetivos de datum.
5. Siga definiendo los objetivos de datum hasta que el texto que se muestra en el widget indique "Definición de objetivos de dátums finalizada".
6. Entonces puede utilizar el botón **Pausa** () en el widget para hacer una pausa en el proceso de importación de GD&T que le permita trabajar con PC-DMIS para finalizar la definición de dátums. Puede ser un proceso complejo que abarque alineaciones, elementos construidos o realizar otras acciones en PC-DMIS.
7. Utilice la ventana de edición y pulse F9 en cada definición de datum (comando DEFDAT en modo Comando) para que se muestre el cuadro de diálogo **Definición de datum**.
8. Vincule los objetivos de datum con la letra de datum.
9. Después de usar PC-DMIS para definir los dátums a partir de los objetivos, haga clic en **Reanudar** () en el widget.






Definición de dátums

Si el widget de OCR muestra **Definición de dátums**, tiene que usar QuickFeatures para crear elementos de datum para esos comandos Tolerancia geométrica. Si ya ha creado un elemento de datum, puede hacer clic en su ID de elemento en la ventana gráfica para seleccionarlo.

10. Cree o seleccione un elemento de datum o haga clic en **Omitir definición de elemento actual** () si desea omitir de momento la definición de un datum.
11. Haga clic en **Siguiente** y seleccione más elementos de datum.
12. Repita los pasos anteriores hasta que el widget muestre "Definición de dátums finalizada".
13. A continuación, haga clic en **Aplicar** para definir la información de GD&T restante.

Definición de tolerancias


Si el widget de OCR muestra **TOLGEOM1**, tiene que definir la información de GD&T restante. Si ha omitido alguna definición de datum en el procedimiento anterior, el widget le solicita que la defina ahora durante la definición de GD&T.




14. Una vez que los dátums estén totalmente definidos, tiene que crear o seleccionar los elementos considerados. Utilice QuickFeatures para crear el número mínimo de elementos del modelo de CAD para el paso actual. Si ya ha creado un elemento considerado, puede hacer clic en su ID de elemento en la ventana gráfica para seleccionarlo.
15. Si no desea importar una tolerancia de GD&T, haga clic en **Omitir**  **GEOTOL1** (). Puede volver a un elemento omitido con el botón **Atrás** () siempre que dicho elemento no esté en una página anterior del archivo .pdf.
16. Una vez definidos los elementos del modelo de CAD para un paso, haga clic desde el widget en **Siguiente** (). Se proseguirá con el siguiente paso de la definición de GD&T. El botón **Siguiente** se activa tras definir el número mínimo de elementos.
17. Una vez que se hayan definido los elementos y que el widget haya informado de que la definición de tolerancias se ha completado, haga clic en **Aplicar** (). Al pulsarlo se aceptan los cambios y se pasa a la siguiente tolerancia de GD&T en la ventana GD&T desde captura.
18. Repita los pasos anteriores hasta que haya definido todas las tolerancias de GD&T seleccionadas.

Definiciones de distancia lineal, distancia de ángulo o ubicación base

Al importar dimensiones base, como las de distancia lineal, distancia de ángulo o ubicación, tiene que seleccionar o crear elementos de la manera habitual para cumplir los requisitos de definición de estas dimensiones base.

En el caso de las dimensiones de distancia lineal o distancia de ángulo, puede ser un proceso complejo que abarque alineaciones, elementos contruidos o la realización de otras acciones en PC-DMIS. En esos casos, utilice el botón **Pausa** disponible como ayuda. Este es el procedimiento correspondiente:

19. Para esos dos tipos de dimensiones, seleccione los elementos de distancia o ángulo.
20. En el widget, haga clic en **Siguiente** (). Se proseguirá con el siguiente paso de la definición y en el widget se indicará "Definición de tolerancias finalizada".

21. En este punto, si tiene que realizar alguna acción en PC-DMIS para dar por finalizada la definición, haga clic en el pequeño botón **Pausa** () del widget OCR. De esta manera se detiene temporalmente el proceso de importación y se le da prácticamente control total sobre PC-DMIS.
22. Realice las acciones que sean necesarias en PC-DMIS para finalizar la definición de etiquetas.
23. En el widget, haga clic en el botón **Reanudar** () para reanudar el proceso de importación y haga clic en **Aplicar** () para aceptar la definición. Si las etiquetas tiene valores de tolerancia definidos en el plano, esos valores también se analizan y se asignan a las dimensiones creadas que haya en la ventana de edición.

Mejores prácticas

La detección OCR funciona de manera óptima con imágenes de una resolución de 300 ppp como mínimo. Con resoluciones más bajas, los resultados pueden ser menos precisos.

Cuando haya importado las tolerancias de GD&T que desee, vuelva a comprobar los comandos de tolerancia geométrica que PC-DMIS ha generado.

Temas relacionados:

Acerca del reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para crear FCF

Ventana GD&T desde captura

Widget de OCR

Acerca del reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para crear FCF

El método **Modo Selección de GD&T (a partir de archivo)** () utiliza OCR para identificar la información de tolerancia de GD&T que debe importarse.

Para obtener más información, consulte el tema "Usar el modo Selección de GD&T (a partir de archivo)".

Resolución

La detección OCR funciona de manera óptima con imágenes de una resolución de 300 ppp como mínimo. Con resoluciones más bajas, los resultados pueden ser menos precisos.

Tipos de tolerancia geométrica compatibles


Los métodos OCR descritos admiten estos tipos de tolerancia geométrica:

- Los 14 símbolos característicos
- El símbolo de diámetro
- M, L, P y otros símbolos de modificar delimitados por círculos
- Datos dentro de cuadros y datos de tamaño sobre los cuadros
- Tolerancias de una sola línea, tolerancias no compuestas de varias líneas, tolerancias compuestas
- Dimensiones lineales, angulares y de ubicación

PC-DMIS resalta en color naranja los elementos compatibles con los que puede interactuar.



Cuando se importa GD&T a través de OCR, PC-DMIS comprueba el texto del bloque de título para ver si hay algún estándar GD&T declarado.

UNLESS OTHERWISE STATED, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.		 HEXAGO MANUFACTURING INTELLIGENCE	
TOLERANCES ARE: x = +/- 0.4 x.x = +/- 0.25 x.xx = +/- 0.1 ANGLES = +/- 0.5°		250 CIRCUIT DRIVE, N. KINGSTOWN	
DIMENSIONS & TOLERANCES PER ASME Y14.5-2009		HEXAGON DEMO BL DTBlock - Large (FOR TRAINING USE ON	
CREATED BY: DAT	DATE: 30-OCT-2014	SIZE: ANSI A	DWG NO: H009945

De haberlo, PC-DMIS lo compara con el que se haya definido en la rutina de medición. Si los estándares no coinciden, PC-DMIS muestra un mensaje de advertencia en el que se le solicita si desea continuar con la importación o cancelarla.

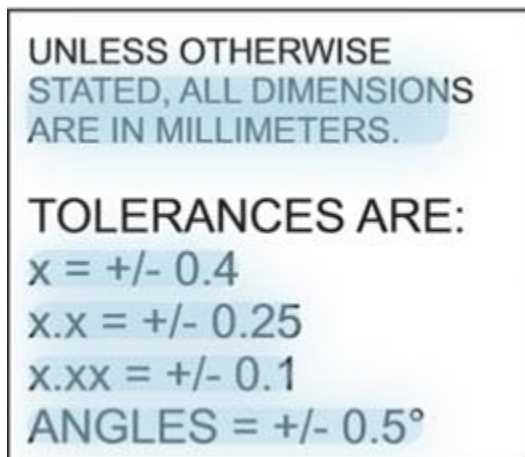


Mensaje de advertencia de ejemplo que muestra la discrepancia entre los estándares GD&T actual e importado

- Si hace clic en **Aceptar**, PC-DMIS aplica el estándar GD&T declarado en el bloque de título y establece todos los comandos de tolerancia geométrica de la rutina de medición como no válidos. Puede utilizar los comandos no válidos para volver a crear versiones nuevas de los comandos a partir del estándar GD&T actualizado. A continuación, puede suprimir los comandos no válidos tras crear los nuevos comandos.
- Si hace clic en **Cancelar**, PC-DMIS cancela la importación y nada cambia en la rutina de medición.

Otros elementos compatibles

- La detección OCR también analiza algunas tolerancias por omisión y unidades de medida del bloque de título. Esta acción se realiza de manera automática; para indicar visualmente que se ha analizado, PC-DMIS resalta el texto del bloque de título en color azul claro, como se muestra a continuación:



Ejemplo de un bloque de título con texto analizado (resaltado en azul).

PC-DMIS compara las unidades de medida en el plano con las unidades de medida de la rutina. Si son diferentes, PC-DMIS convierte los valores de tolerancia del plano a las unidades utilizadas en la rutina. Si el plano no indica claramente las unidades de medida, PC-DMIS presupone que las tolerancias se corresponden con las unidades de medida de la rutina. PC-DMIS aplica las tolerancias por omisión analizadas a todas las dimensiones del dibujo que no tengan tolerancias ya definidas de manera explícita.

- La detección OCR también admite las ID de característica. Para ello, es necesario activar la casilla de verificación **Usar nomenclatura de ID de característica** de la ficha **General** del cuadro de diálogo **Opciones de configuración** antes de utilizar la detección OCR. Para obtener más información sobre esa casilla de verificación, consulte "Usar nomenclatura de ID de característica" en el capítulo "Establecer preferencias". Para obtener información sobre la detección OCR de las ID de característica, consulte el tema "Usar el modo Selección de GD&T (a partir de archivo)", en el que se describen las ID de característica.

Elementos incompatibles

Los métodos OCR anteriores no admiten algunos elementos complejos. Entre dichos elementos destacan los corchetes, los caracteres ampliados, las flechas de doble cabeza, etc.

Preguntas frecuentes

Pregunta: ¿Qué sucede si mi rutina de medición ya tiene un dátum definido con la misma etiqueta que un dátum definido en el dibujo?

Respuesta: Si ya existe una definición de dátum con el mismo nombre en la rutina de medición, PC-DMIS no solicita que se cree un nuevo elemento de dátum con el mismo nombre. En su lugar, PC-DMIS utiliza el elemento de dátum existente de la rutina de medición.

Pregunta: ¿Tengo que utilizar OCR para que se pueda reconocer un dátum por sí mismo?

Respuesta: No. Puesto que los dátums siempre se definen para una tolerancia de GD&T, el OCR no los reconoce como notas de GD&T independientes. Solo tiene que definir las tolerancias de GD&T, y PC-DMIS le solicitará que seleccione los elementos de dátum que sean necesarios.

Pregunta: ¿Qué sucede si hay texto de tamaño justo encima de la tolerancia de GD&T?


Respuesta: PC-DMIS analiza la línea adicional y asigna los datos a la tolerancia geométrica creada.

Pregunta: ¿Qué ocurre con las tolerancias de GD&T no compuestas de varias líneas?

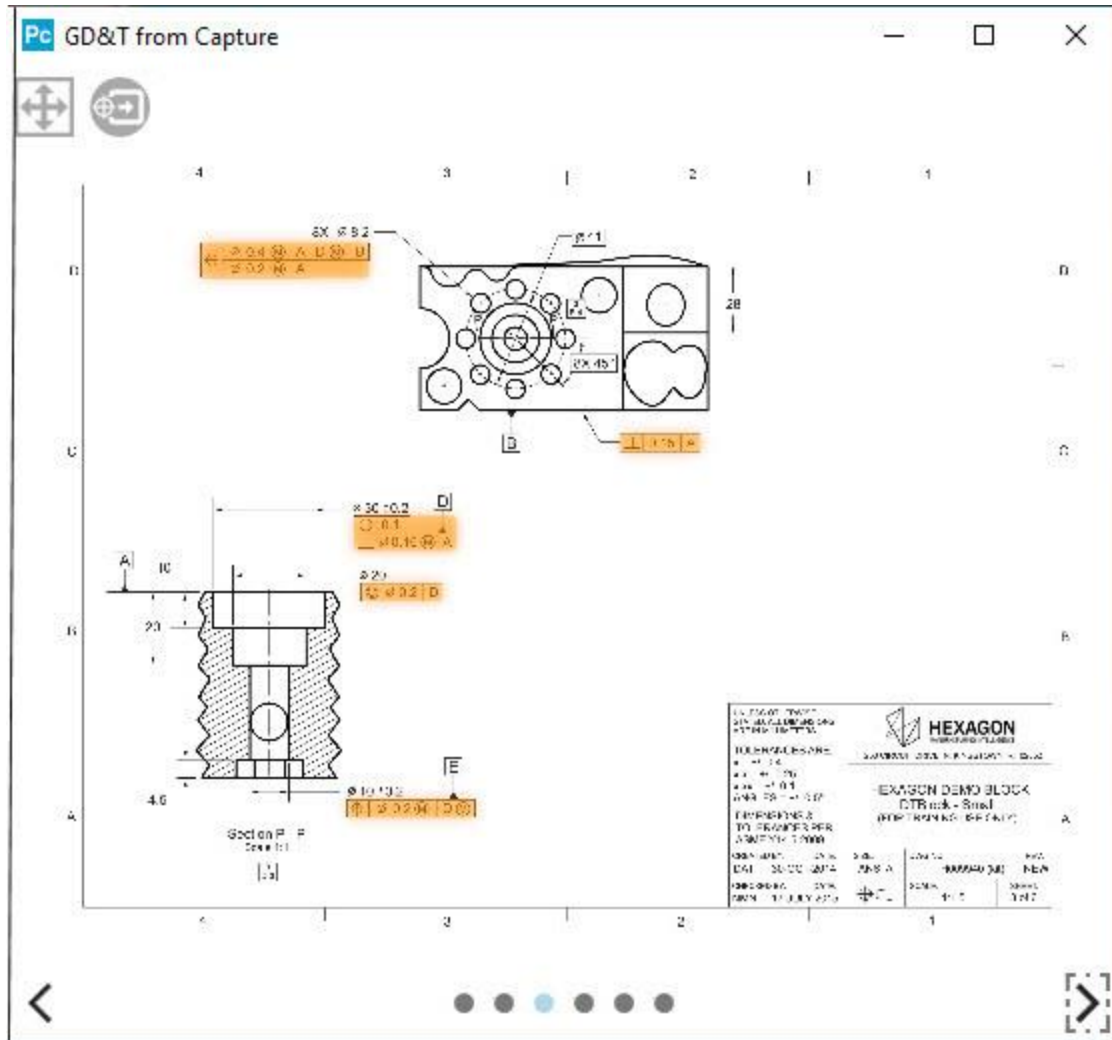
Respuesta: PC-DMIS las importa como dos comandos de tolerancia geométrica independientes.

Ventana GD&T desde captura

Cuando se importa una imagen o un archivo .pdf que contiene información de

tolerancia de GD&T con la opción **Modo Selección de GD&T (desde archivo)** () , PC-DMIS utiliza el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para procesar el archivo.

PC-DMIS muestra, a continuación, la ventana **GD&T desde captura** y las tolerancias detectadas:



Ventana GD&T desde captura con tolerancias de GD&T detectadas en color naranja

Se trata de una ventana desplazable cuyo tamaño se puede ajustar. Puede hacer doble clic en la barra de título para maximizar la ventana o restablecer el tamaño anterior. La imagen en cada página del archivo se amplía para ocupar la ventana.

Elementos en pantalla



Ajustar a página: Este elemento ajusta el tamaño del contenido de la página actual a las dimensiones de la ventana.



Procesar página completa: Este elemento procesa todas las tolerancias de GD&T resaltadas en color naranja en todas las páginas.

Resalte naranja: Una tolerancia de GD&T con este color indica que se ha identificado mediante OCR y se puede importar en la rutina.

Resalte amarillo: Una tolerancia de GD&T con este color indica que es la tolerancia activa y que el widget de OCR espera que lleve a cabo una acción para continuar. El software crea una etiqueta GD&T temporal en la ventana gráfica y el widget de OCR proporciona unas breves instrucciones sobre qué se debe hacer.

Resalte verde: Una tolerancia de GD&T con este color se ha procesado, y existe un comando de tolerancia geométrica adecuado u otro comando similar para ella en la rutina.

● ● ● ● ● ●: Los puntos grises al final de la ventana muestran las páginas totales. El punto azul muestra la página actual.



: Los botones en la parte inferior de la ventana permiten acceder a las páginas siguientes y anteriores.

Desplazamiento y zoom

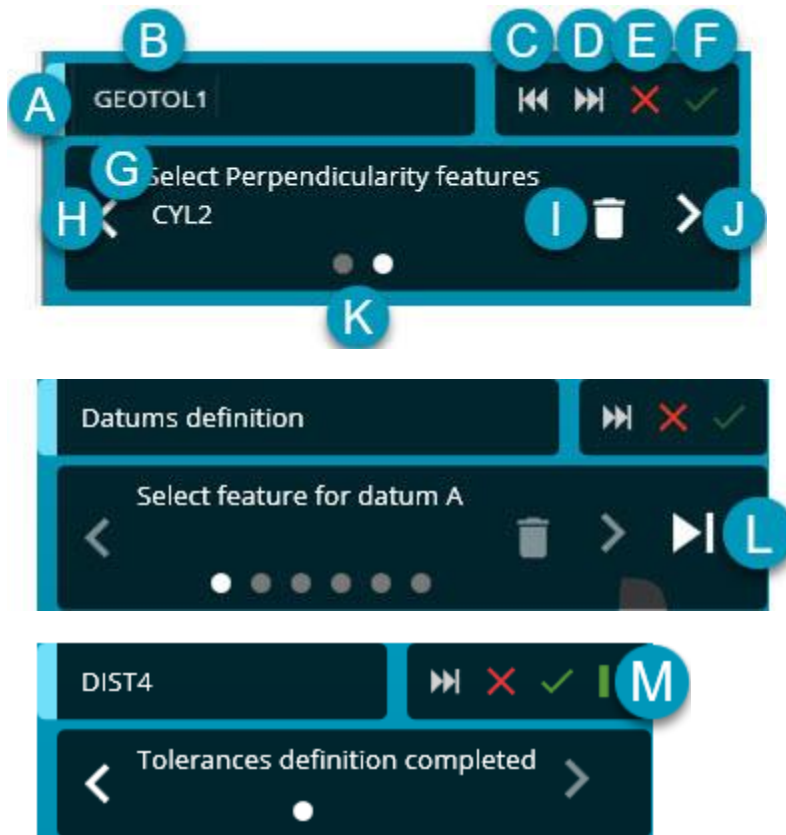
Como sucede en la ventana gráfica, puede utilizar la rueda del ratón para acercar y alejar el dibujo. Puede pulsar el botón derecho del ratón y arrastrar para desplazar el dibujo.

Widget de OCR

PC-DMIS utiliza este widget para importar tolerancias de GD&T de un dibujo a través del reconocimiento óptico de caracteres (OCR). El widget aparece si se selecciona el

modo **Selección de GD&T a partir de archivo** () y, a continuación, se selecciona una o varias tolerancias de GD&T para importarlas desde la ventana GD&T desde captura.

A menudo, existen varios pasos con instrucciones sobre el widget de OCR para una definición de tolerancia de GD&T determinada. Por ejemplo, con frecuencia es necesario seleccionar primero uno o varios elementos de datum del modelo de CAD y, más tarde, seleccionar los elementos considerados. Esas instrucciones y las selecciones que se realizan se repiten en varios pasos.

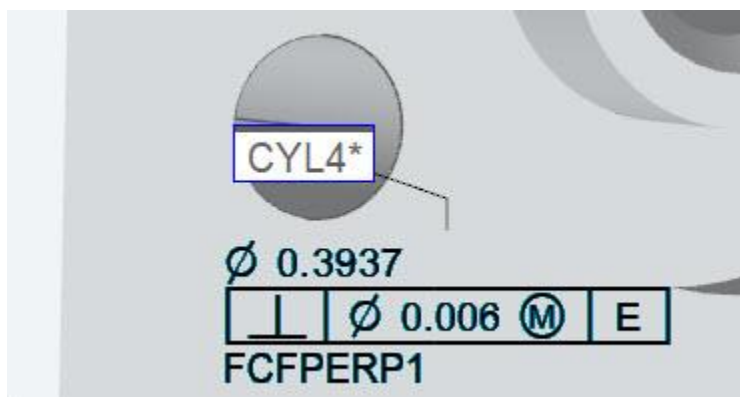


Ejemplo del widget de OCR para la tolerancia de GD&T resaltada.


- A. Esta asa permite arrastrar y recolocar el widget.
- B. **Elemento:** Este cuadro define el nombre de la tolerancia o el paso de GD&T.
- C. **Atrás:** Este botón solo aparece si hay varias tolerancias de GD&T en una página de archivo .pdf o una captura de varias tolerancias, y ha omitido una o más de ellas con el botón **Omitir**. Si, a continuación, hace clic en **Atrás**, el software vuelve a la tolerancia omitida y la resalta en la ventana [Vista previa de la selección](#).
- D. **Omitir:** Este botón aparece con una importación de archivo .pdf o con una captura de una o varias tolerancias de GD&T. Por omisión, para cada tolerancia, primero se definen los dátums (o los objetivos de datum). En este caso, este botón omite la definición del datum actual (o la definición de objetivos del datum). Una vez que se haya desplazado a la fase de definición del resto de la tolerancia de GD&T, este botón omite la tolerancia de GD&T resaltada. A continuación, resalta la siguiente tolerancia de GD&T en una página de archivo .pdf o captura. En el caso de una importación de archivo, si solo hay una tolerancia de GD&T en una página, el software le solicita si desea proseguir en la página siguiente. Si ya no hay más páginas de archivo .pdf con tolerancias de GD&T, el software le solicita si desea salir del proceso de importación de GD&T.

En el caso de un archivo importado, si tiene que volver a un elemento omitido en una página anterior, debe volver a iniciar la importación del archivo.

- E. **Cancelar:** Este botón cancela el proceso de OCR y cierra el widget de OCR y la ventana **Vista previa de la selección**.
- F. **Aplicar:** Este botón acepta los objetivos de dátum o los elementos para la tolerancia de GD&T y los desplaza a la siguiente pieza de la importación o a la siguiente tolerancia.
- G. Este campo muestra las instrucciones para el paso actual. Tiene que utilizar QuickFeatures para seleccionar el elemento indicado en la ventana gráfica.
- H. **Anterior:** Este botón retrocede un paso.
- I. **Eliminar:** Este botón elimina el elemento seleccionado del paso actual.
- J. **Siguiente:** Este botón acepta la selección del paso y avanza al paso siguiente de la definición. El software activa este botón una vez que se ha definido el número mínimo de elementos. La etiqueta temporal en la ventana gráfica se actualiza a medida que se avanza en la definición:



Ejemplo de una etiqueta temporal.

- K. Estos puntos muestran el número de pasos para definir uno o varios datos o para definir una sola tolerancia de GD&T. El punto blanco indica el paso actual.
- L. **Omitir definición de elemento actual:** Omite la definición del dátum actual.
- M. **Pausa/Reanudar:** El botón **Pausa** () solo aparece si está procesando estos tipos de etiquetas:
 - Objetivos de dátum
 - Dimensiones de distancia lineal
 - Dimensiones de distancia de ángulo

Definir estos elementos puede ser un proceso complejo. Es posible que tenga que trabajar con alineaciones, elementos construidos o realizar otras acciones en PC-DMIS. El botón **Pausa** resulta de utilidad, porque hace una pausa en el

proceso de importación para poder tener un acceso prácticamente total a PC-DMIS para finalizar la definición de la etiqueta.

En el caso de los objetivos de datum, el software activa este botón después de que se hayan definido los diversos puntos de objetivo de datum y de que el widget muestre "Definición de objetivos de datums finalizada".

En el caso de las dimensiones de distancia, aparece una vez que se hayan definido ambos elementos y que el widget muestre "Definición de tolerancias finalizada".

Una vez acabada la definición de la etiqueta, puede hacer clic en **Reanudar** (



) para continuar el proceso de importación.

Resolución de los problemas de los mensajes de error y las advertencias

PC-DMIS facilita la correcta creación del comando de tolerancia geométrica gracias a los mensajes de error y las advertencias que muestra. Esos mensajes pueden ayudarlo a entender los problemas que se plantean en su rutina de medición. En este tema se proporciona información detallada adicional sobre muchos de esos mensajes.

Mensaje	Descripción	Solución
Advertencia: Los datums principales 2D no restringen la orientación, por lo que la vista del elemento de datum se utilizará como datum principal implícito.	<p>Se trata de un mensaje de advertencia y no un error.</p> <p>Los círculos, las líneas y las anchuras 2D son elementos 2D, y no pueden restringir suficientemente la orientación. No se recomienda su uso como datums principales.</p> <p>Cuando utiliza un elemento 2D como datum principal, PC-DMIS nivela con la vista del datum</p>	<p>Puede seguir utilizando las tolerancias geométricas con normalidad con este mensaje de advertencia. Sin embargo, recomendamos utilizar un datum principal 3D en su lugar, como un plano, un cilindro, una anchura 3D o una esfera.</p>


	<p>principal. En otras palabras, la vista se convierte en un dátum principal implícito y el dátum principal especificado se convierte en el dátum secundario.</p> <p>Para obtener información, consulte "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums".</p>	
<p>Advertencia: Este tipo de punto construido no tiene información de superficie. Por lo tanto, se trata de manera similar al centro de una esfera. Tenga cuidado y asegúrese de que el resultado representa la especificación.</p>	<p>Se trata de un mensaje de advertencia y no un error.</p> <p>Esta advertencia aparece cuando se dan estas condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando el punto construido se trata como un punto 3D sin superficie. • Cuando el punto se utiliza como dátum o como elemento considerado. <p>Como se explica en "Estructurar la rutina de medición para tolerancias geométricas", en la mayor parte de los casos no recomendamos utilizar puntos tridimensionales sin superficie, porque, en ese caso, se están asumiendo las fases 2 y 3 del proceso de evaluación conceptual.</p> <p>Si lo hace, deberá asumir la responsabilidad de construir el</p>	<p>Puede seguir utilizando las tolerancias geométricas con normalidad con este mensaje de advertencia. Sin embargo, en la mayoría de los casos recomendamos utilizar un elemento que conserve la información de superficie. De esta manera, el comando de tolerancia geométrica puede garantizar la compatibilidad con el estándar aplicable.</p>

	<p>elemento conforme a las normas pertinentes. Dado que el punto se trata como el centro de una esfera, es fácil que el comportamiento no sea el deseado.</p> <p><i>(Más información)</i></p> <p>Para obtener más información sobre la manipulación de dátums con puntos 3D sin superficie, consulte Cómo resuelve PC-DMIS los dátums.</p> <p>Para obtener más información sobre la manipulación de elementos considerados con puntos 3D sin superficie, consulte Derivar el elemento con tolerancia.</p> <p>Para obtener más información sobre el proceso de evaluación conceptual, consulte Introducción a las tolerancias geométricas y los marcos de control de elementos.</p>	
<p>Advertencia: Las tolerancias simultáneas de perfil de una línea se tratan igual que el perfil de una superficie.</p>	<p>Se trata de un mensaje de advertencia y no un error.</p> <p>Las tolerancias de perfil de una línea tienen un significado diferente del que tienen las tolerancias de perfil de una</p>	<p>Puede seguir utilizando las tolerancias geométricas con normalidad con este mensaje de advertencia. Sin embargo, en la mayoría de los casos recomendamos lo siguiente:</p>

	<p>superficie, y no tiene razón de ser (en sentido estricto) considerar las tolerancias de perfil de una línea de manera simultánea. Para obtener más información, consulte "Perfil de una línea".</p> <p>Sin embargo, PC-DMIS permite incluir las tolerancias de perfil de una línea en las tolerancias simultáneas. Para ello, las trata igual que el perfil de una superficie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando las secciones transversales se consideran de manera individual, utilice las especificaciones de perfil de una línea. • Cuando es necesario considerar simultáneamente varias tolerancias de perfil, utilice el perfil de una superficie.
<p>Advertencia: El modificador [DF] no existe en ISO 5459:2011. El modificador [DF] (distancia fija) añade una restricción de ubicación al datum. La ausencia de modificador [DF] elimina la restricción de ubicación.</p>	<p>Se trata de un mensaje de advertencia y no un error.</p> <p>El modificador [DF] no está normalizado, como se indica en "Modificadores para dátums". Sin embargo, es necesario desde el punto de vista funcional en determinados tipos de marcos de referencia de datum, de modo que PC-DMIS permite el uso de este modificador no normalizado. Para obtener más información sobre el comportamiento de [DF], consulte "Modificadores para dátums".</p>	<p>Puede seguir utilizando las tolerancias geométricas con normalidad con este mensaje de advertencia. Sin embargo, en la mayoría de los casos recomendamos hacer lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Póngase en contacto con los representantes de la familia de normas ISO TC/213 de su país, e infórmeles de que necesita que el modificador [DF] esté normalizado en la norma ISO 5459. • Verifique que la funcionalidad lograda con el modificador [DF] cumple sus necesidades funcionales.

<p>Las especificaciones de posición compuesta necesitan más de un elemento.</p>	<p>Las especificaciones de posición compuesta están concebidas para controlar la ubicación de un patrón a sí mismo. La especificación de la posición compuesta de un solo elemento no tiene razón de ser.</p>	<p>Le sugerimos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se asegure de que la especificación de posición compuesta incluye al menos dos elementos. • Cambie la especificación de posición compuesta para que sean dos especificaciones de posición por separado. • O sustituya el segmento inferior de la especificación de posición compuesta por una especificación de orientación, porque los segmentos inferiores de las especificaciones de posición compuesta no tienen restricciones de ubicación con respecto al marco de referencia de dátum.
<p>No se admiten las tolerancias simultáneas de perfil de una línea sin dátums.</p>	<p>Como se indica en "Perfil de una línea", incluir tolerancias de perfil de una línea en comandos de tolerancia simultánea, en sentido estricto, no tiene razón de ser. Si no hay dátums referenciados, aún tiene menos razón de ser, ya que</p>	<p>Le sugerimos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambie la especificación de perfil de una línea para que sea de perfil de una superficie.

	no hay dátums ni planos de trabajo que se puedan seleccionar para controlar la orientación de las secciones transversales. Por lo tanto, las especificaciones de perfil de una línea, sin dátums en los comandos de tolerancia simultánea, no se admiten.	<ul style="list-style-type: none"> O asegúrese de que las especificaciones de perfil de una línea no se consideran simultáneamente.
El elemento de datum <nombre del elemento> es 2D. Necesita un datum de mayor prioridad para restringir su plano de trabajo.	<p>Caso 1: Como se describe en "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums", algunos tipos de elementos son 2D y su plano de trabajo tiene que corresponder a dátums restringidos de prioridad más alta.</p> <p>Caso 2: A veces este error aparece porque se ha usado una línea MEJAJRE 3D como datum secundario. Es muy habitual que el vector de línea teórico de esas líneas no sea paralelo al plano del datum principal. Eso significa que el plano de trabajo nominal de la línea no es paralelo al plano del datum principal y, por lo tanto, que el plano del datum principal no restringe el plano de trabajo de la línea del datum secundario.</p>	<p>En el Caso 1, las soluciones más habituales a este problema son:</p> <p>(1) medir el elemento de datum como elemento 3D, y (2) usar uno o varios dátums de prioridad más alta para restringir el plano de trabajo del elemento de datum.</p> <p>En el Caso 2, cambie la línea MEJAJRE 3D construida a una línea MEJAJRE 2D construida para que el plano de trabajo nominal de la línea sea paralelo al plano del datum primario.</p>

		 <p>En las construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) o de mejor ajuste compensado (MEJAJRE), si bien puede utilizar cualquier tipo de elemento para los elementos de entrada, los tipos de ajuste MEJAJ y MEJAJRE suelen utilizarse con los elementos de punto o los conjuntos de puntos (un escaneado de puntos, un conjunto de elementos con puntos o una expresión que se resuelva en una matriz de puntos).</p> <p>Para obtener información detallada sobre cómo utilizar los métodos Mejor ajuste y Mejor ajuste compensado para construir elementos, consulte el tema "Comprender construcciones de mejor ajuste (MEJAJ) y mejor ajuste compensado MEJAJRE" en la documentación de PC-DMIS principal.</p>
El elemento <nombre del elemento> tiene muy pocos puntos para un ajuste único.	Este error indica que el elemento considerado no tiene los puntos suficientes para una forma ajustada única. Por ejemplo, PC-DMIS no puede ajustar de forma única un cilindro con solo cuatro puntos de superficie.	Incrementa el número de puntos medidos.

	<p>Los elementos con un número de puntos inferior al número mínimo absoluto generan este error.</p> <p><i>(Más información)</i></p> <p>Por lo general, recomendamos medir los elementos con tanta densidad como resulte práctico. No obstante, a continuación se enumera el número mínimo absoluto de puntos para cada clase de elemento:</p> <ul style="list-style-type: none">• Plano: 3 puntos• Línea de superficie: 2 puntos• Círculo de superficie: 3 puntos• Cilindro: 5 puntos• Cono: 6 puntos• Esfera: 4 puntos• Anchura 3D: 4 puntos• Anchura 2D: 3 puntos <p>Los elementos con el número mínimo absoluto de puntos tienen todas las desviaciones con un valor igual a cero (con algunas excepciones muy raras y complejas para documentarlas aquí). Por lo tanto, esos elementos tienen un error de forma medido igual a cero.</p>	
--	---	--

<p>El dátum <referencia de dátum> tiene muy pocos puntos para un ajuste único.</p>	<p>La manera más habitual por la que se genera este error es cuando los puntos de superficie del elemento no están colocados de una manera que restringen algún grado de libertad.</p> <p><i>(Más información)</i></p>	<p>Mida el elemento de dátum como un elemento 3D completo (plano, cilindro, cono, esfera, anchura 3D, etc.) en lugar de un elemento 2D o 1D (línea de superficie, círculo de superficie, anchura 2D, punto de superficie, anchura 1D).</p> <p>Si eso no es posible, asegúrese de que el elemento de dátum y sus puntos de superficie restrinjan realmente los grados necesarios de libertad.</p>
	<div data-bbox="480 632 561 716" data-label="Image"> </div> <p>Supongamos que un marco de referencia de dátum tiene un plano de dátum principal, con normal a la superficie Z+. El dátum secundario es un cilindro con el vector de eje Z+, y el dátum terciario es un punto de superficie. La orientación del punto de superficie terciario determina si se produce o no este error. Si el normal a la superficie del punto es paralelo al vector entre el cilindro y el punto de superficie, obtendrá este error porque el punto no restringe la rotación alrededor del cilindro. No obstante, si el normal a la superficie del punto tiene cualquier otra dirección, no se mostrará este error.</p>	
	<p>También puede aparecer este error si el elemento de dátum tiene menos puntos que el número mínimo absoluto de puntos, aunque no es lo habitual que se muestre este error de esa manera.</p>	

<p>Los elementos de forma libre necesitan puntos en más lugares para un ajuste único.</p>	<p>Este error aparece cuando el comando de tolerancia geométrica no puede determinar los grados de libertad que son optimizables para los elementos considerados de forma libre, en función del marco de referencia de dátum.</p> <p>Para conocer los tipos de comandos de elemento que se consideran de forma libre, consulte el tema "Tipos de elementos con y sin datos de superficie" de la documentación de PC-DMIS principal.</p> <p>Una de las situaciones en que puede aparecer este error es cuando no mide suficientemente la superficie completa para ayudar al comando de tolerancia geométrica a comprender la superficie. Puede que únicamente haya medido un solo punto en la superficie o una sola sección transversal.</p> <p>Otra situación en que puede aparecer este error es cuando los vectores nominales de los puntos medidos no son teóricamente correctos. Por ejemplo, si mide un plano, pero los vectores nominales no son exactamente planares. En este caso, el</p>	<p>Puede resolver el error de las maneras siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtenga una muestra más grande de la superficie. Por ejemplo, si ha medido solo en una sección transversal, mida en más de una sección transversal. • Asegúrese de que todos los vectores nominales de los puntos medidos son exactamente correctos. • Si la superficie nominal es casi simétrica, de manera que los grados de libertad no están claros, restrinja los grados de libertad inciertos con dátums adicionales en el marco de referencia de dátum. • Si no tiene dátums referenciados, asegúrese de que el plano de trabajo elegido (en la ficha Generar informe del cuadro de diálogo Tolerancia geométrica) coincida con el plano de trabajo del elemento considerado 2D.
---	---	--

	<p>comando de tolerancia geométrica determina que la superficie no es del todo planar, pero no es capaz de determinar si es cilíndrica, esférica, cónica o compleja.</p> <p>Una tercera situación en la que puede darse este error es cuando la superficie nominal es casi simétrica en parte, pero no del todo. Por ejemplo, tal vez sea casi planar o casi cilíndrica. En estos casos, el comando de tolerancia geométrica no puede determinar los grados de libertad óptimos.</p> <p>Por último, este error también puede darse con el perfil de una línea con respecto a ningún dátum cuando se selecciona un plano de trabajo incorrecto.</p>	
<p>Los elementos de forma libre necesitan puntos en más lugares para un ajuste único.</p>	<p>Este error aparece cuando el comando de tolerancia geométrica no puede determinar los grados de libertad que son optimizables para los elementos considerados de forma libre, en función del marco de referencia de dátum.</p> <p>Para conocer los tipos de comandos de elemento que se consideran de forma libre,</p>	<p>Puede resolver el error de las maneras siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtenga una muestra más grande de la superficie. Por ejemplo, si ha medido solo en una sección transversal, mida en más de una sección transversal. • Asegúrese de que todos los vectores nominales

	<p>consulte el tema "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".</p> <p>Una de las situaciones en que puede aparecer este error es cuando no mide suficientemente la superficie completa para ayudar al comando de tolerancia geométrica a comprender la superficie. Puede que únicamente haya medido un solo punto en la superficie o una sola sección transversal.</p> <p>Otra situación en que puede aparecer este error es cuando los vectores nominales de los puntos medidos no son teóricamente correctos. Por ejemplo, si mide un plano, pero los vectores nominales no son exactamente planares. En este caso, el comando de tolerancia geométrica cree que la superficie no es del todo planar, pero no será capaz de determinar si es cilíndrica, esférica, cónica o compleja.</p> <p>Una tercera situación en la que puede darse este error es cuando la superficie nominal es casi simétrica en parte, pero no del todo. Por ejemplo, tal vez sea casi planar o casi cilíndrica. En</p>	<p>de los puntos medidos son exactamente correctos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la superficie nominal es casi simétrica, de manera que los grados de libertad no están claros, restrinja los grados de libertad inciertos con dátums adicionales en el marco de referencia de datum.
--	---	---

	estos casos, el comando de tolerancia geométrica no puede determinar los grados de libertad óptimos.	
Las tolerancias de perfil de una línea necesitan que su plano de trabajo esté definido por el marco de referencia de dátum.	Las tolerancias de perfil de una línea tienen elementos considerados 2D. Su plano de trabajo tiene que estar restringido por el marco de referencia de dátum.	<p><i>Si tiene uno más dátums referenciados</i>, asegúrese de que el marco de referencia de dátum restrinja el plano de trabajo de los elementos considerados 2D.</p> <p><i>Si no tiene dátums referenciados</i>, asegúrese de que el plano de trabajo elegido (en la ficha Generar informe en el cuadro de diálogo) coincida con el plano de trabajo de los elementos considerados 2D.</p>
Esta tolerancia requiere que los datos se midan en secciones transversales circulares.	Algunas tolerancias, como la circularidad de un cilindro o la interpretación de tamaño local de ELEMENTOS_CIRCULARES, necesitan que sus datos se midan en secciones transversales circulares.	<p>Vuelva a medir el elemento considerado para que los datos se organicen en círculos.</p> <p>Puede que le resulte útil disponer de una estrategia de medición, pero no es necesario usar una.</p>
Esta tolerancia de tamaño local requiere que los datos se midan en secciones transversales circulares. Para corregir esto,	Al informar de la posición, la orientación y el descentramiento de algunas tolerancias de tamaño local (como ELEMENTOS_CIRCULARES según ASME) requieren que mida los datos en secciones transversales circulares.	Desactive el tamaño local (si no lo necesita) o vuelva a medir el elemento considerado para que los datos se dispongan en secciones transversales circulares.

mida el elemento con secciones transversales circulares o desactive el tamaño local en la ficha Informe.		
La tolerancia necesita un dátum como mínimo.	Algunas tolerancias, como la perpendicularidad, requieren como mínimo un dátum.	Añada un dátum principal a la tolerancia.
Un dátum de varios elementos no puede mezclar elementos con datos de superficie y elementos sin datos de superficie.	<p>Los dátums de varios elementos incluyen patrones de dátum y dátums comunes. O bien todos deben tener datos de superficie, o bien todos deben carecer de datos de superficie.</p> <p>Para obtener información sobre los tipos de comandos de elemento que tienen datos de superficie y los que no los tienen, consulte "Tipos de elementos con y sin datos de superficie".</p>	Elija dátums que tengan todos datos de superficie o dátums que no tengan ningún dato de superficie.
La orientación de los elementos debe ser compatible con sus zonas de tolerancia polares.	Las zonas de tolerancia polar son las zonas de tolerancia de arco radial y las zonas de tolerancia de perpendicular a radial. Los elementos considerados deben ser paralelos al eje polar definido por el marco de referencia de dátum.	Asegúrese de que todos los elementos considerados sean paralelos nominalmente al eje polar, o deje de usar zonas de tolerancia polar.

Los elementos con zonas de tolerancia polares no pueden centrarse en el origen polar.	Las zonas de tolerancia polar son las zonas de tolerancia de arco radial y las zonas de tolerancia de perpendicular a radial.	<p>Los elementos considerados deben ser coaxiales con el eje polar.</p> <p>Si tiene un elemento considerado que es coaxial con el eje del dátum, se tiene que usar, por lo general, una zona de tolerancia diametral en lugar de una zona de tolerancia polar.</p>
El marco de referencia de dátum debe definir claramente un origen polar.	Las zonas de tolerancia polar son las zonas de tolerancia de arco radial y las zonas de tolerancia de perpendicular a radial. Solo tienen sentido cuando el marco de referencia de dátum define un eje polar claro.	Asegúrese de que el marco de referencia de dátum defina un eje polar claro.
Los dátums de varios elementos en RMB deben tener datos de superficie.	Los dátums de varios elementos incluyen patrones de dátum y dátums comunes. Si el dátum de varios elementos no tiene un modificador del material, los elementos de dátum deben tener datos de superficie.	Vuelva a medir los elementos de dátum de manera que tengan datos de superficie.
En el caso de las tolerancias de perpendicularidad, los elementos nominales considerados deben ser perpendiculares	La causa más habitual de este error son valores teóricos incorrectos en los elementos considerados y/o en los elementos de dátum.	Asegúrese de que los elementos considerados sean perpendiculares nominalmente al dátum principal.

al dátum nominal principal.		
En el caso de las tolerancias de paralelismo, los elementos nominales considerados deben ser paralelos al dátum nominal principal.	La causa más habitual de este error son valores teóricos incorrectos en los elementos considerados y/o en los elementos de dátum.	Asegúrese de que los elementos considerados sean paralelos nominalmente al dátum principal.
La orientación de una zona de tolerancia planar debe estar totalmente definida por el marco de referencia de dátum.	<p>Este error aparece en caso de zonas de tolerancia planares en elementos axiales como los cilindros, los conos y los círculos.</p> <p>En concreto, cuando el marco de referencia de dátum no restringe la orientación de la zona de tolerancia, el valor real no está bien definido.</p>	<p>Puede resolver el error de las maneras siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese de que el marco de referencia de dátum restrinja por completo la orientación de la zona de tolerancia. • Use una zona de tolerancia diametral.
Estas tolerancias simultáneas deben utilizar el tipo de cálculo de zona de tolerancia POR OMISIÓN.	<p>Este error aparece cuando se cumplen todas estas condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiene varias tolerancias de perfil. • Ningún dátum pertenece a un comando de tolerancia simultánea. • Las tolerancias de perfil tienen distintos tipos de 	Establezca todos los tipos de cálculo de zona de tolerancia de perfil en POR OMISIÓN .

	cálculo de zona de tolerancia.	
No se admite que los dátums en RMB sin datos de superficie sigan a los dátums en MMB o LMB.	El comando de tolerancia geométrica permite dátums sin un modificador del material para seguir dátums que tienen un modificador del material. Sin embargo, el dátum sin modificador del material debe tener datos de superficie.	Vuelva a medir el dátum de prioridad más baja de manera que tenga datos de superficie.
Cuando una tolerancia específica más de un elemento considerado, todos los elementos deben ser compatibles en cuanto al patrón. Eso significa que deben tener el mismo tipo de forma, el mismo tamaño nominal y el mismo interior/exterior.	Cuando hay varios elementos considerados, deben ser idénticos, salvo las ubicaciones y las orientaciones, que pueden ser distintas. Por eso, los cilindros, por ejemplo, deben ser todos interiores o exteriores y deben tener todos el mismo tamaño nominal.	Use comandos de tolerancia geométrica independientes para los elementos que no sean idénticos. Si es necesario, use un comando de tolerancia simultánea para considerar todos los elementos simultáneamente.
El elemento se ha utilizado dos veces de dos maneras fundamentalmente diferentes,	Se trata de un error poco habitual. La manera más habitual de obtener este error es con una posición y un perfil simultáneos de una ranura, muesca o elipse.	Puede resolver el error de las maneras siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Use solo un perfil y no una posición para

<p>donde la forma nominal (o la falta de ella) debe considerarse de manera distinta en los dos contextos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La posición trata el elemento como círculo sin datos de superficie. • El perfil trata el elemento como elemento de forma libre con datos de superficie. <p>El error se produce porque la tolerancia simultánea tiene que tratar el mismo elemento de dos maneras distintas a la vez.</p>	<p>controlar la posición de la ranura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cree un círculo convertido o un círculo genérico de la ranura, muesca o elipse, y ejecute la posición simultánea del círculo convertido con el perfil de la ranura.
<p>Las tolerancias simultáneas deben tener marcos de referencia de dátum idénticos.</p>	<p>Este error se produce si las tolerancias geométricas de la tolerancia simultánea tienen marcos de referencia distintos, o los datos de esas tolerancias no son idénticos, no siguen el orden habitual o usan modificadores distintos.</p>	<p>Asegúrese de que todas las tolerancias geométricas del comando de tolerancia simultánea tengan marcos de referencia de dátum idénticos. Los dátums deben ser iguales, tener el mismo orden y los mismos modificadores.</p>
<p>Las tolerancias simultáneas deben ser tolerancias de posición o de perfil.</p>	<p>Este error aparece si no se usan las tolerancias geométricas correctas para la tolerancia simultánea.</p>	<p>Asegúrese de que todas las tolerancias geométricas del comando de tolerancia simultánea sean de posición o de perfil.</p>
<p>Error de dátum de varios elementos. Este error puede producirse por nominales incorrectos (vector X, Y, Z o</p>	<p>Este error aparece cuando se intenta hacer referencia a una combinación de elementos no admitida como dátum común.</p>	<p>Consulte la tabla de combinaciones de elementos admitidas y las directrices generales para los dátums comunes. Compruebe también los nominales de elemento para el dátum de varios elementos en cuestión y</p>

I, J, K) o por una combinación de elementos no admitida.		efectúe las correcciones que sean necesarias.
La especificación requiere una zona de tolerancia totalmente restringida.	Algunas tolerancias, como las de simetría y concentricidad, requieren que la zona de tolerancia quede restringida por completo por el marco de referencia de dátum.	Asegúrese de que el marco de referencia de dátum restrinja por completo la zona de tolerancia.
El modificador de traslación no es válido porque el dátum no tiene grados de libertad de traslación que se puedan desbloquear.	Son muchas las circunstancias en las que el comando de tolerancia geométrica permite colocar un modificador de traslación en un dátum donde no tiene sentido que esté.	Elimine del dátum el modificador de traslación.
El dátum no es válido porque no restringe ningún grado de libertad.	Si el dátum secundario o terciario no restringe ningún grado de libertad, se produce este error. Lo más probable es que esto signifique que o bien (a) la impresión es incorrecta, o bien (b) hay un error en la rutina de medición.	Si este error se produce con una tolerancia geométrica nueva, vuelva a comprobar la impresión y los tipos de elementos. Preste especial atención a las líneas de mejor ajuste, como se describe en Tipos de elementos con y sin datos de superficie.
Las tolerancias de descentramiento requieren elementos que		Asegúrese de que todos los elementos considerados sean concéntricos nominalmente con el marco de referencia de dátum.

sean concéntricos al marco de referencia de dátum.		
Demasiados puntos para este tipo de cálculo.	Este error se produce cuando se usa una opción de cálculo POR OMISIÓN con demasiados puntos. Puede deberse a la opción de cálculo de elemento, la opción de cálculo de dátum o la opción de cálculo de zona de tolerancia. El valor de corte para saber cuántos puntos son "demasiados" es varias decenas de miles de puntos.	<p>Puede resolver el error de las maneras siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Use solo unos cuantos miles de puntos. • Use la opción de cálculo LSQ.
Las tolerancias de concentricidad requieren elementos de entrada que sean concéntricos al marco de referencia de dátum.		Asegúrese de que todos los elementos considerados sean concéntricos nominalmente con el marco de referencia de dátum.
Las tolerancias de simetría requieren elementos de entrada que sean simétricos al marco de referencia de dátum.		Asegúrese de que todos los elementos considerados sean simétricos nominalmente con el marco de referencia de dátum.

Alcance por unidad no válido.		Asegúrese de que la longitud por unidad y/o la anchura por unidad sean correctas.
La densidad de puntos es insuficiente para la tolerancia por unidad.		Vuelva a medir el elemento considerado con una densidad de puntos incrementada.
La personalización del dátum no es válida.	El comando de tolerancia geométrica permite marcos de referencia de dátum ASME. Este error se produce cuando la personalización no tiene sentido desde un punto de vista matemático. Es muy habitual cometer errores con DRF personalizados, lo que puede dar lugar a este error.	<p>Puede resolver el error de las maneras siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deje de usar la personalización de dátums. • Para cada dátum del marco de referencia de dátum, asegúrese de que la personalización dé como resultado una invarianza única y totalmente definida.
Los círculos utilizados para calcular la mediana extraída deben incluir al menos un arco de 90 grados.	<p>Como se explica en "Derivar el elemento con tolerancia", varias tolerancias geométricas ISO usan la mediana extraída como elemento con tolerancia. Todas las secciones transversales circulares deben tener, como mínimo, un arco de 90 grados.</p> <p>Este error también puede producirse con la rectitud de un eje (ASME o ISO). Como se</p>	Asegúrese de que todas las secciones transversales del elemento considerado contengan un arco de 90 grados como mínimo.

	indica en el tema "Rectitud", la rectitud de un eje requiere medir los datos de superficie de las secciones transversales circulares. Si alguna de las secciones transversales tiene un arco de menos de 90 grados, PC-DMIS muestra este mensaje de error.	
Al utilizar un plano de muestra, debe ser nominalmente ortogonal con respecto al elemento considerado.		Asegúrese de que el plano de muestra del elemento sea nominalmente perpendicular al eje del elemento considerado. Para obtener información sobre cómo se define el plano de muestra, consulte "Derivar el elemento con tolerancia".
El elemento <nombre_elemento> y sus elementos secundarios no están sincronizados. Repita la ejecución para sincronizarlos.	Si cambia la estrategia de medición de un elemento, o si cambia el número de filas en la estrategia de medición, el elemento puede quedar desincronizado con sus elementos secundarios hasta que el elemento se ejecute de nuevo.	Ejecute el elemento.
El segmento <número de segmento> contiene un marco de referencia de dátum no válido	Como se explica en "Posición", "Perfil de una línea" y "Perfil de una superficie", los segmentos inferiores de las tolerancias compuestas tienen reglas estrictas que rigen su marco de referencia de dátum.	Asegúrese de que los marcos de referencia de dátum de los elementos inferiores cumplan las reglas.

para el segmento inferior de una tolerancia compuesta.		
Para los dátums referenciados en MMB/LMB debe haberse definido previamente una tolerancia en MMC/LMC con respecto a sus dátums de mayor prioridad. Si no se encuentra dicha tolerancia, se aplica el valor cero en MMC/LMC.	Esta es una advertencia para informarle de que debería haber creado ya los comandos de Tolerancia geométrica pertinentes para los elementos de dátum con un modificador de condición de material. Si no ha creado las tolerancias geométricas aplicables para el dátum referenciado con modificador de condición de material, PC-DMIS utiliza una tolerancia geométrica de 0,0 MMC para determinar el valor de MMB/LMB (límite de material máximo/mínimo).	<p>Puede seguir utilizando las tolerancias geométricas con normalidad con este mensaje de advertencia. No obstante, debe comprobar el dibujo y asegurarse de que la rutina ya incluye todas las tolerancias geométricas relativas a los elementos de dátum.</p> <p>Consulte la sección "Mensajes sobre referencia de dátum" del tema "Cómo resuelve y utiliza PC-DMIS los dátums" para obtener información detallada.</p>
El cálculo de la tolerancia geométrica ha fallado.	<p>Esto indica que hay un problema interno en el cálculo.</p> <p>Envíe una solicitud para abrir una incidencia de soporte al servicio técnico de Hexagon (support.hexagonmi.com).</p>	<p>En la solicitud de incidencia, facilite la información siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los pasos para reproducir el mensaje de error • La rutina de medición (archivo .prg) • El modelo de CAD (archivo .cad) • Una copia del dibujo y la etiqueta que intenta verificar • Los archivos de sonda utilizados (archivos .prb)

Usar tolerancias geométricas

		<ul style="list-style-type: none">• El archivo de depuración
--	--	--