

# ISO 10360 GANA ACEPTACIÓN

Ing. José Ramón Zeleny Vázquez  
Instituto de metrología Mitutoyo  
Mitutoyo Mexicana, S.A. de C.V.

## INTRODUCCIÓN

ISO la Organización Internacional de Normalización ([www.iso.org](http://www.iso.org)), desarrolla normas sobre muy diversos temas, a través del trabajo de comités técnicos (TC) de normalización, uno de estos es el TC 213, que desde hace varios años ha estado trabajando en la elaboración de normas bajo el título genérico de Especificaciones Geométricas de Producto (GPS) teniendo publicadas a la fecha más de 100, destacando entre ellas las del grupo de trabajo 10 (WG), relacionadas con máquinas de medición por coordenadas (CMM) bajo la denominación ISO 10360, de la que se han publicado seis partes sobre ensayos de aceptación y verificación periódica para máquinas de medición por coordenadas como sigue:

Parte 1 Vocabulario (2000) con Technical Corrigendum 1 (2000) y Amendment 1 (2002)

Parte 2 CMMs usadas para medición de dimensiones lineales (2001)

Nueva versión a ser publicada en futuro cercano.

Parte 3 CMMs con el eje de una mesa giratoria como un cuarto eje (2000)

Parte 4 CMMs usadas en modo de medición de palpado continuo (2000) Corrigendum 1(2002)

Parte 5 CMMs usando sistemas de palpado con múltiples puntas (2000)

Nueva versión bajo desarrollo.

Parte 6 Estimación de errores al calcular elementos Gaussianos asociados (2000)

Parte 7 CMMs equipadas con sistemas de palpado usando imagenes que esta actualmente bajo desarrollo.

Con fecha 11 de Julio de 2008 ([www.asme.org](http://www.asme.org)) la norma ASME B89.4.10360.2 fue publicada descontinuando la anterior ASME B89.4.1 (1997) y basandose en FDIS 10360-2 a ser publicada proxiamamente por ISO.

Las partes 1 y 2 han sido publicadas en México en español por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C. ([imnc.org.mx](http://imnc.org.mx)), además de otras normas desarrolladas por ISO/TC 213.

Una breve descripción de las diferentes partes de ISO10360, la nueva norma ASME B89.4.1.10360.2, así como otras normas relacionadas es dada a continuación.

### **Parte 1 Vocabulario (2000) con Technical Corrigendum 1 (2000) y Amendment 1 (2002)**

Como en cualquier disciplina un vocabulario es necesario

### **Parte 2 CMMs usadas para medición de dimensiones lineales (2001)**

Esta ha sido la más ampliamente utilizada, dado que tradicionalmente el uso más frecuente de las CMM ha sido la medición de tamaño.

La evaluación debe ser realizada utilizando un patrón materializado de tamaño para 5 diferentes tamaños colocados en 7 diferentes localizaciones y/u orientaciones en el volumen de medición de la CMM. Cada tamaño debe ser medido 3 veces, lo cual es un total de 105 mediciones. Los valores obtenidos del error de indicación E deben estar dentro del Error Máximo Permitido  $MPE_E$ .

El error de palpado  $P$ , es determinado sobre una esfera patrón calibrada en tamaño y forma midiendo 25 puntos distribuidos uniformemente sobre la mitad de la esfera.  $P$ , es la diferencia entre el radio máximo y mínimo determinados y debe ser menor que el Error Máximo Permitido -  $MPE_P$ .

Este ensayo será incluido en la nueva parte 5, cuando se publique la nueva ISO 10360-2 estará disponible como: ISO/PAS 99999 Geometrical Product Specification (GPS) – Coordinate measuring machine (CMM): Testing the performance of CMMs using single stylus contacting probing systems

### **Parte 3 CMMs con el eje de una mesa giratoria como un cuarto eje (2000)**

Esta no es tan frecuentemente utilizada dado que pocas CMM están provistas con mesas giratorias. Para verificar la conformidad con la especificación, dos esferas calibradas en tamaño y forma son colocadas sobre la mesa giratoria en posición diametralmente opuesta y con una diferencia en altura  $h$ , después de establecer el origen del sistema de coordenadas en una de las esferas, estas son medidas en 28 posiciones angulares diferentes abarcando cuando menos  $720^\circ$  la mitad de ellas, girando en un sentido y la otra mitad girando en sentido contrario.

Los errores de indicación definidos para el cuarto eje (mesa giratoria) como FR (radial), FT (tangencial) y FA (axial) no pueden exceder el valor del *Error Máximo Permitido* –  $MPE_{FR}$ ,  $MPE_{FT}$ ,  $MPE_{FA}$  para cada uno de ellos.

### **Parte 4 CMMs usadas en modo de medición de palpado continuo (2000)**

Esta es importante cuando se evalúan tolerancias de forma (rectitud, planitud, redondez, cilindricidad, perfil) mediante palpado continuo que cada vez es más frecuentemente utilizado sobre trayectorias predefinidas o no predefinidas con alta y baja densidad de puntos.

La evaluación es realizada sobre una esfera calibrada en tamaño y forma, haciendo cuatro recorridos predefinidos en modo de palpado continuo, midiendo el tiempo empleado.

El error de palpado  $THP$ , no debe exceder el valor del *Error Máximo Permitido* –  $MPE_{THP}$   
El tiempo de escaneado en segundos  $\tau$ , no debe exceder el *Tiempo máximo permitido para escaneado* –  $MPT_\tau$

### **Parte 5 CMMs usando sistemas de palpado con múltiples puntas (2000)**

Esta parte especifica los ensayos a realizar cuando se usan sistemas de palpado con múltiples puntas, ya sea un sistema fijo de palpado con un arreglo en estrella (5 puntas) o un sistema articulado de palpado (en cinco posiciones).

Para el sistema fijo de palpado cada punta toca 25 puntos sobre la esfera de prueba (calibrada en tamaño y forma) para un total de 125 puntos.

Para el sistema articulado de palpado en cada una de las 5 posiciones la punta toca 25 puntos sobre la esfera de prueba para un total de 125 puntos.

Si un cambiador de puntas o palpadores es usado con la CMM, entonces deben ser realizados 5 cambios, uno antes de usar cada punta para palpar 25 puntos sobre la esfera de ensayo. Si diferentes longitudes de punta son usadas estas deben ser verificadas.

El error de indicación de sistemas con múltiples palpadores o palpador articulado  $MF$ ,  $MS$ ,  $ML$  y  $AF$ ,  $AS$ ,  $AL$  respectivamente, no debe exceder el Error Máximo Permissible  $MPE_{MF}$ ,  $MPE_{MS}$ ,  $MPE_{ML}$ , y  $MPE_{AF}$ ,  $MPE_{AS}$ ,  $MPE_{AL}$ .

Una nueva versión de esta parte 5 esta en desarrollo y quedará limitada a sistemas de palpado con contacto. Algunos cambios en los símbolos y definiciones serán hechos.

### **Parte 6 Estimación de errores al calcular elementos Gaussianos asociados (2000)**

Junto con ASME B89.4.10-2000 Methods for performance evaluation of coordinate measuring system software, de interes para los desarrolladores de software.

### **Parte 7 CMMs equipadas con sistemas de palpado usando imagenes (bajo desarrollo).**

Los equipos de medición usando imagenes se han estado haciendo muy populares en los últimos años, en algunos casos para medición en 2D y en otros casos para medición en 3D. Las estructuras de estos equipos de medición es similar, en muchos casos, a las de las CMM, teniendo capacidad en algunos casos de utilizar un palpador, de señal de contacto tal y como se usa en una CMM convencional, otro tipo de palpador puede ser usado también en estos equipos, tal como, un palpador láser u otro tipo de palpadores para medición de microcaracterísticas, constituyendose en equipos de medición multisensor o hibridos. Las CMM tradicionales también tienen en la actualidad la posibilidad de medición usando imagenes o palpadores láser (medición sin contacto).

### **ASME B89.4.10360.2**

Publicado como reporte técnico, con el propósito de armonizar la norma ASME B89.4.1 con ISO 10360-2 incorporando todo el texto de ISO 10360-2, adicionando ciertos requerimientos que son identificados dentro de rectángulos, resultando un documento con casi el doble de páginas que el original de ISO.

Algunas adiciones importantes son el tratamiento de los efectos termicos, las guías para la incertidumbre, guías para las verificaciones intermedias y mayor información sobre CMMs de grandes dimensiones incluidas como anexos.

Se mencionan ASME B89.410360.3 y ASME B89.4.10360.5 que seguramente apareceran publicadas en el futuro basadas en las respectivas normas ISO.

En el texto de ISO 10360-2, se incluye la posibilidad de utilizar diferentes artefactos que representan una longitud de ensayo calibrada, tales como, bloques patrón, maestros de longitudes fijas, barras con esferas, placas con esferas, interferometro láser, considerando algunos como teniendo coeficiente de expansión termica (CTE) con un valor normal y otros uno bajo. Se describe también como tratar con CMM operando en modo duplex.

### **Otros documentos relacionados**

ISO/TS 23165:2006, es una guía para la evaluación de la incertidumbre cuando se ensayan las CMM de acuerdo con ISO 10360-2. Para la determinación de incertidumbre en mediciones con CMM, se han publicado ISO/TS 15530-3 e ISO/TS 15530-4 sobre técnicas para determinar la incertidumbre de medición, la primera mediante el uso de piezas o patrones calibrados y la segunda, usando simulación para determinar la incertidumbre para tareas específicas de medición.

Otros documentos realizados por otros grupos de trabajo dentro del ISO/TC 213 son:  
ISO 14253-1:1998, 14253-2:199, ISO/TS 14253-3 sobre reglas de decisión para determinar conformidad, guía para la determinación de incertidumbre en medición de GPS  
ISO14660-1:1999, ISO 14660-2:1999 sobre elementos geométricos  
ISO/TS 17450-1:2005, ISO 17450-2:2002 sobre conceptos generales, modelo para especificación y verificación, principios básicos, operadores e incertidumbres

### **Conclusiones**

El objetivo de la normalización internacional, es lograr una norma sobre un tema particular que sea la misma en todo el mundo. Los organismos Nacionales de normalización, en muchos casos, tienen como propósito traducir las normas ISO al idioma de cada país para adoptarlas como normas nacionales, así, tenemos como ejemplos las normas BS EN ISO 10360, DIN EN ISO 10360, UNE EN ISO 10360 que basadas en las normas ISO son inicialmente adoptadas como normas europeas y luego como normas nacionales.

La publicación de la norma ASME B89.4.10360.2-2008, representa un paso importante en la globalización de la normalización dada la importancia de la economía estadounidense.

Las tecnologías aplicables a las CMMs, han evolucionado rápidamente en los últimos años así como el uso cada vez mayor en el ámbito industrial de ellas, resultando importante el esfuerzo desarrollado por el TC213 especialmente de su WG 10, así como, el de otros organismos nacionales de normalización para mantenerse a la par de los desarrollos tecnológicos, produciendo oportunamente las normas requeridas.

# VERIFICACIONES PERIÓDICAS Y VERIFICACIONES INTERMEDIAS DE MÁQUINAS DE MEDICIÓN POR COORDENADAS

Ing. José Ramón Zeleny Vázquez  
Instituto de metrología Mitutoyo  
Mitutoyo Mexicana, S.A. de C.V.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de calibración periódica de equipo de medición a ido arraigandose en la industria a través de los años, sin embargo, el de verificaciones intermedias, no es cabalmente comprendido en la actualidad, ni llevado a la práctica adecuadamente en muchos casos.

En caso de calibración de patrones de dimensión fija y cierto tipo de instrumentos normalmente se calibran, se encuentran dentro de las especificaciones metrológicas y se continúan usando sin ningún problema hasta la siguiente calibración programada. Resulta claro cuando un instrumento está descompuesto o desgastado y se procede a repararlo, ajustarlo o reponerlo sin mayor problema.

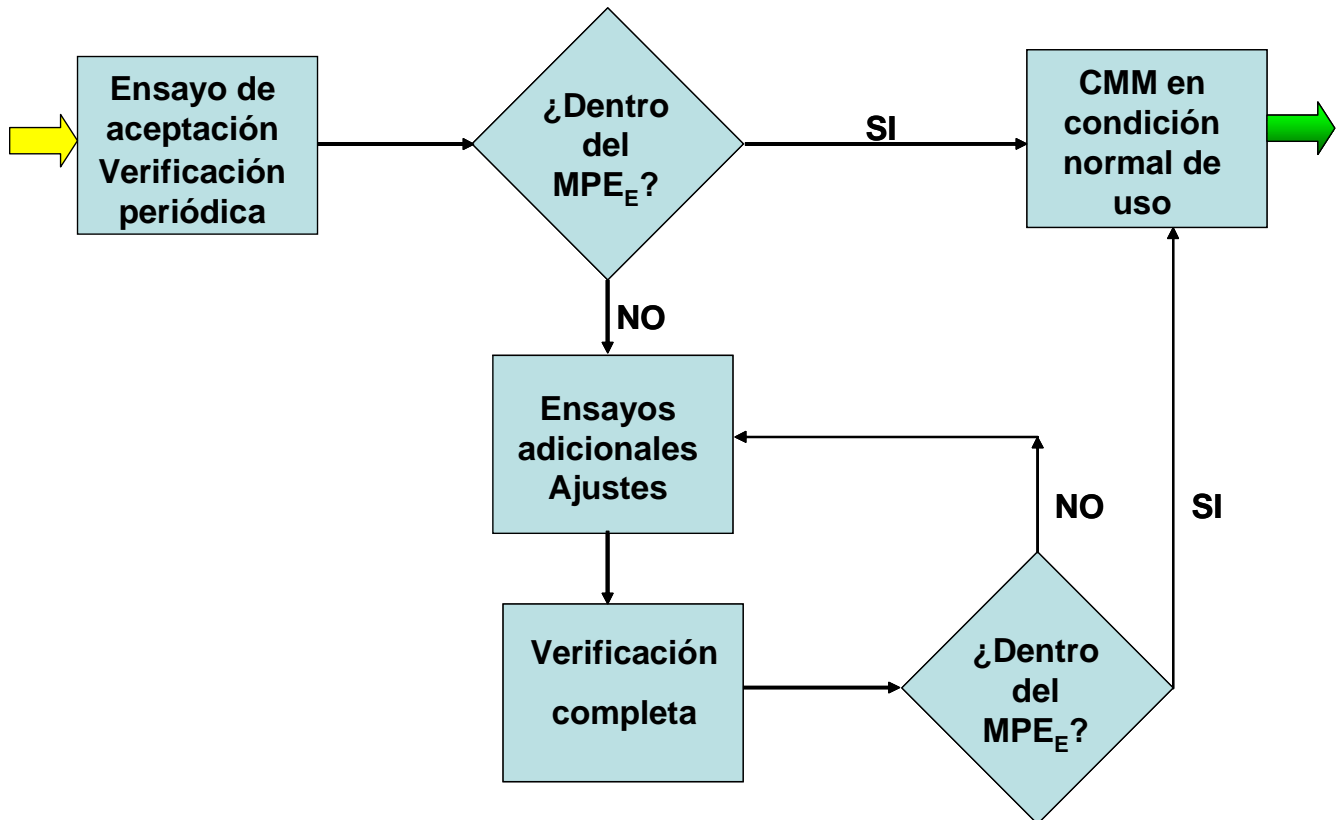
Sin embargo en el caso de las máquinas de medición por coordenadas (CMMs) y algunos otros equipos de medición el asunto no es tan sencillo. A veces, se tienen problemas con los sistemas de computo que no afectan las características metrológicas del equipo de medición. En otros casos, las CMM parecen operar sin problema, sin embargo, no se puede detectar algún problema relacionado con la exactitud de la medición ocasionado por el uso natural, problemas con el aire requerido para los cojinetes, las condiciones ambientales en que están instaladas y eventuales colisiones del sistema de palpado durante el uso.

Las normas generalmente utilizadas para el ensayo de las CMM, tal como, las ISO 10360 ó la ASME B89.4.1-1997, tienen en su título las palabras verificación periódica y tienen como propósito armonizar la especificación del desempeño de las CMM y proporcionar un método bien definido para verificarlo rápida y confiablemente.

Los laboratorios que calibran las CMM, utilizan alguno de los métodos descritos en alguna de las normas antes mencionadas, determinan los errores de indicación y emiten un certificado o informe de calibración, en el que reportan gráficamente los resultados obtenidos, siendo responsabilidad del usuario, verificar si estos están dentro del Error Máximo Permisible para el uso determinado de una CMM en particular.

Si el usuario considera que los resultados son aceptables, continúa utilizando la CMM, solicitando una nueva verificación de acuerdo a su programa interno de calibración, típicamente cada año. Si la máquina falla entre calibraciones, normalmente acude al fabricante para que la deje operando nuevamente, esto, en algunos casos, involucra ajustes y eventualmente cambio de piezas. Una verificación periódica completa, debería ser solicitada por el usuario para asegurar que la CMM queda operando dentro del Error Máximo Permisible para el uso determinado de una CMM en particular.

En la figura 1, se muestra en la parte superior el caso en el que el desempeño de la CMM es ensayado y está dentro del  $MPE_E$  establecido, estando la CMM en condición normal de uso se programaría una nueva verificación de acuerdo al programa de calibración del usuario.

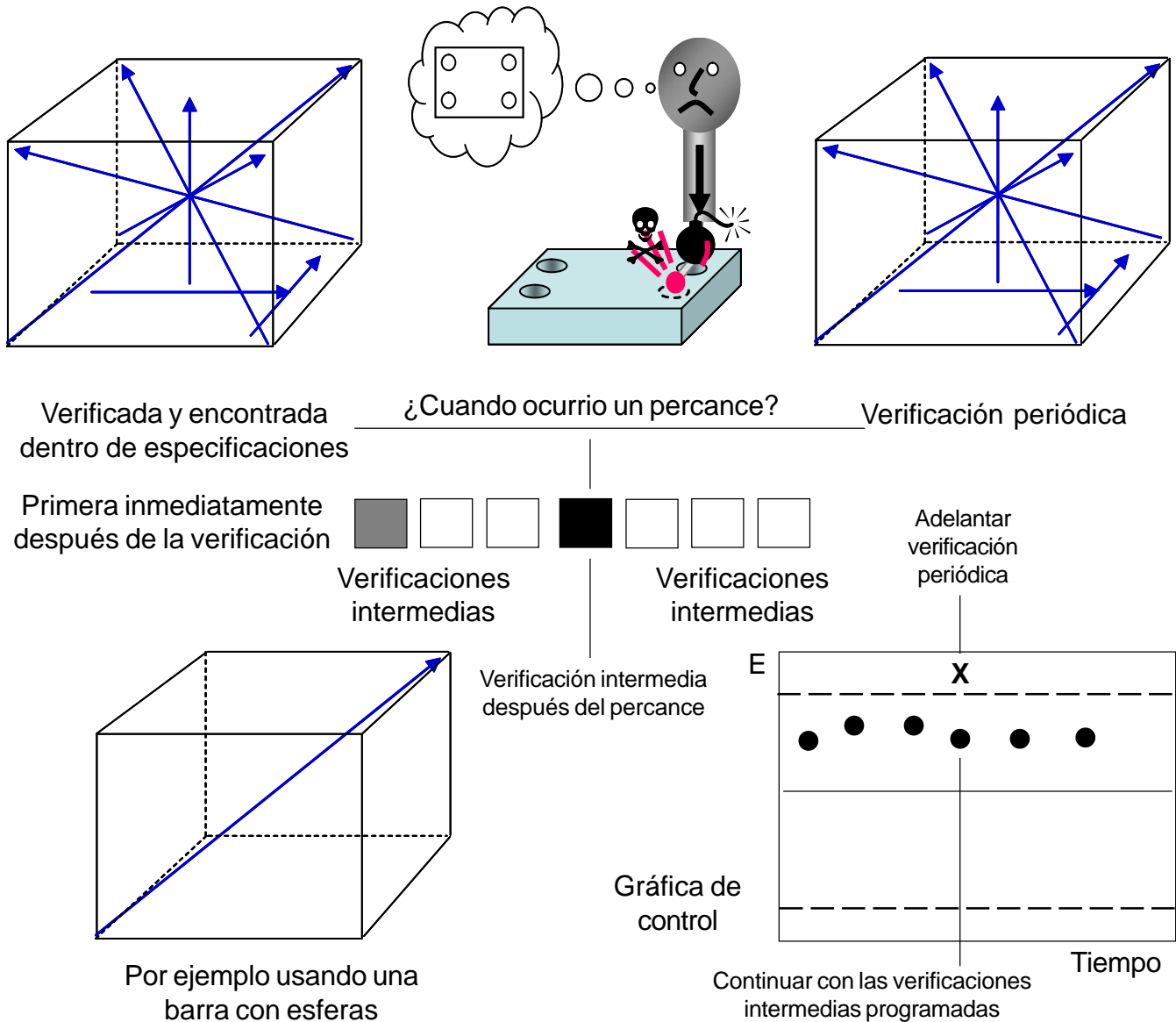


**Figura 1**

En la parte central de la figura 1, se representa el caso en el que al hacer el ensayo de verificación periódica, se encuentra que la CMM no está dentro del  $MPE_E$  establecido. En estos casos, es necesario realizar ensayos adicionales para determinar el origen de los errores y eventualmente corregirlos. El uso de patrones adicionales puede ser requerido. En la parte inferior de la figura 1, se indica que después de hacer los ensayos adicionales y los ajustes necesarios una nueva verificación completa debe ser realizada si el resultado encontrado está dentro del  $MPE_E$  establecido la máquina está en condición normal de uso, un certificado o informe de calibración es requerido para documentar el estado en que quedó la CMM.

Si después de la verificación del desempeño indicada en la parte inferior de la figura 1 la CMM no ha quedado dentro del  $MPE_E$  establecido, es necesario realizar pruebas adicionales y hacer los ajustes necesarios, después de lo cual, una nueva verificación del desempeño debe ser realizada si el resultado encontrado está dentro del  $MPE_E$  establecido la máquina está en condición normal de uso un certificado o informe de calibración es requerido para documentar el estado en que quedó la CMM. Eventualmente, además de ajustes, pudiera requerirse cambio de alguna parte de la CMM. Este proceso, debe repetirse cuantas veces sea necesario hasta que la CMM quede en condición normal de uso. Es muy recomendable que las pruebas adicionales, los ajustes requeridos y el eventual cambio de partes sea realizado directamente por el fabricante de la CMM que es quien mejor conoce la forma de hacer este trabajo correctamente.

El proceso indicado en la figura 1, siempre dará como resultado una CMM en condición normal de uso. La figura 2 parte de este punto (arriba izquierda) con una CMM ensayada y encontrada dentro de especificaciones, a la derecha se muestra la verificación periódica de acuerdo al programa de calibración del usuario. Volviendo a la parte superior de la figura 1.



**Figura 2**

Cuando en la verificación periódica se encuentra una CMM fuera del  $MPP_E$  establecido, la pregunta obligada es, ¿desde cuándo está así?, la respuesta generalmente no es posible darla. No puede esperarse hasta que el tiempo de la verificación periódica llega para descubrir que la máquina está excediendo los requerimientos especificados para medir partes. ¿Una manera de evitar esta situación, es establecer un programa de verificaciones intermedias.

Estas comprobaciones intermedias para mantener la confianza en las mediciones realizadas con la CMM, deben ser efectuadas según un procedimiento definido y documentado.

En la figura 2, se ilustra un ejemplo utilizando una barra con esferas, esta es medida varias veces inmediatamente después de que la CMM ha sido ensayada y encontrada dentro de especificaciones, registrando los datos obtenidos (cuadro gris) y después, es medida periódicamente de acuer-

do a la frecuencia y severidad de uso (cuadros blancos). Es muy recomendable que los resultados obtenidos de las verificaciones realizadas por el usuario sean registradas usando gráficas de control que puedan alertarlo en el momento que la máquina pierde su exactitud.

Por ejemplo en la parte superior central de la Figura 2 se ilustra el caso de una colisión, aunque la CNC CMM se detiene cuando esto ocurre, lo más conveniente ante un percance de este tipo es hacer la verificación intermedia inmediatamente después del percance.

Si el resultado esta dentro de los límites establecidos en la gráfica de control, la máquina puede seguir siendo utilizada, caso contrario, una verificación completa debe ser solicitada regresando a la situación representada en la figura 1.

Aunque hacer comprobaciones intermedias puede requerir periódicamente algo de tiempo, tener los artefactos adecuados y un procedimiento documentado, la seguridad de estar realizando siempre mediciones confiables, bien vale la pena. Por otro lado, proveedores como los de la industria automotriz que deben utilizar ISO 17025:2005 deben realizar verificaciones periódicas (especificadas en 5.6.3.3 de esta norma).

Guiás sobre como hacer comprobaciones intermedias pueden ser encontradas en ASME B89.4.10360.2- 2008.