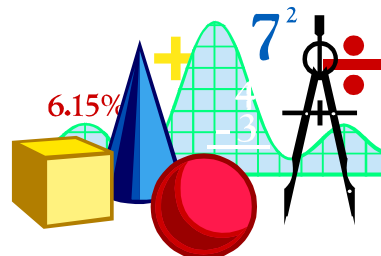


Cartas de Control para Instrumentos de Medición

Las cartas de control son una importante herramienta utilizada en control estadístico de procesos (SPC). Básicamente, una carta de control es un gráfico de mediciones realizadas durante el funcionamiento de un proceso continuo, y que sirve para controlar dicho proceso. Aplicado en metrología, las encontramos en: el control de equipo de monitoreo y medición utilizado en procesos industriales y el aseguramiento de las mediciones de laboratorios de calibración y prueba, representando el comportamiento de los valores de: mediciones directas, magnitudes de influencia, resultado y cálculos de medición o las características metrologías de un instrumento.



Una gráfica puede servir como una mera ilustración del comportamiento de un sistema físico o bien ser la clave para evaluar un experimento y calcular el resultado. Las gráficas, deben permitirle al usuario ver el comportamiento del sistema de medición, y con ello facilitarle su propia apreciación de la validez de los resultados. Los gráficos y cartas de control son muy útiles en metrología al momento de:

- ☒ Presentar y analizar resultados de informes (certificados) de calibración y prueba,
- ☒ Presentar y analizar resultados de ensayos de aptitud,
- ☒ Presentar y analizar resultados de estudios de r&R,
- ☒ Llevar el control metrologico de patrones de referencia, trabajo y verificación,
- ☒ Verificaciones intermedias de instrumentos y patrones,
- ☒ Análisis de intervalos de medición de instrumentos y patrones,
- ☒ Validar métodos de calibración y prueba,
- ☒ Validar resultados de mediciones y cálculos,
- ☒ Verificar la adecuada captura de datos,
- ☒ Evaluación de conformidad de resultados,
- ☒ Evaluar características metrologías como: errores, incertidumbres, linealidad, deriva, estabilidad, reproducibilidad, repetibilidad, distribución estadística, etc.

Somos su Relevo a la Calidad

La Guía MetAs, es el boletín periódico de MetAs & Metrologos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrologos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23, 4 14 69 12 & 4 13 16 91
E-mail: metas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

Servicios Metrologicos:

Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica y Vibraciones

Ingeniería:

Selección de Instrumentos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación-Mantenimiento

Gestión Metrologica:

Subcontratación de Servicios, Selección de Proveedores

Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento y Asesoría en Metrología y su Relación con Sistemas de Calidad

Los diferentes tipos de gráficos de control de instrumentos que se mostrarán, son una de las herramientas más prácticas al momento de realizar el análisis de los sistemas de medición (MSA), aplicados en el control metrológico de patrones de referencia.

Mostraremos como ejemplo, las cartas de control metrológico de una balanza de presión de tipo pesos muertos con alcance de 70 MPa, de la cual se muestran cuatro calibraciones, la primera con el fabricante AMETEK en 1999, la segunda con el CENAM en 1999, la tercera con el CENAM en el 2001, y la cuarta en el CENAM en el 2003, en intervalos de calibración de 2 años de una con respecto a la otra. En cada calibración se han incluido 10 puntos de 7 a 70 MPa.

Los gráficos de control que se presentarán en esta edición de *La Guía MetAs*, son:

- ☒ Cartas de deriva y estabilidad del error y la incertidumbre, mediante los llamados gráficos de desarrollo o "run-chart",
- ☒ Carta de control de errores, mediante los llamados gráficos de promedios,
- ☒ Carta de control de incertidumbres, mediante los llamados gráficos de rangos estadísticos,
- ☒ Carta de control de errores e incertidumbres, mediante una combinación de los llamados gráficos de promedios y rangos estadísticos, combinación llamada gráficos de bigotes ó "whiskers".

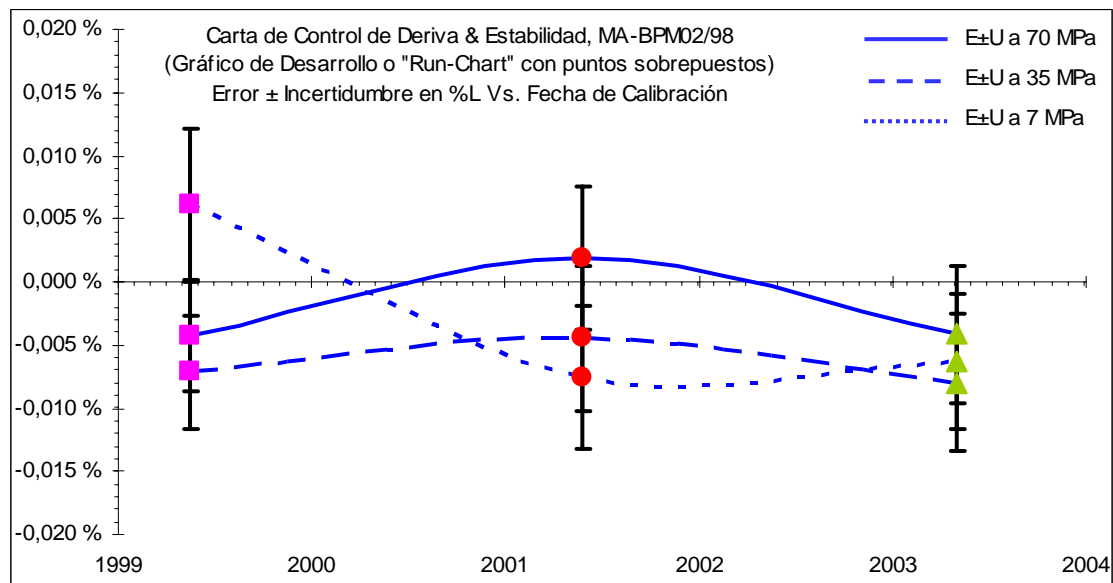
Deriva & Estabilidad
G. Desarrollo
"run-chart"

CARTA DE CONTROL DERIVA & ESTABILIDAD (GRÁFICO DE DESARROLLO Ó "RUN-CHART")

Para llevar la carta de control de deriva, hemos utilizado una gráfica de desarrollo de lo errores e incertidumbres con respecto a la fecha de calibración (tiempo calendario) del instrumento, en la cual se muestran sobrepuestos los errores en forma de puntos y las incertidumbres en forma de bigotes, resultados encontrados en cada calibración.

La gráfica de deriva & estabilidad se logra mediante la técnica de gráficas llamadas de desarrollo o "run-chart" son usados para representar datos visualmente. Se utiliza para monitorear un sistema con el fin de observar si el promedio a largo plazo ha cambiado.

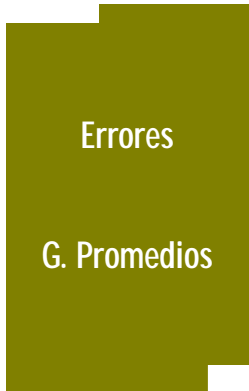
Los gráficos de desarrollo son la herramienta más simple de construir y de usar. Los puntos son graficados de acuerdo a como se fueron obteniendo.



En esta gráfica podemos observar los puntos de control de: 7, 35 y 70 MPa, que corresponden al 10, 50 y 100 % del alcance de medición, considerando solo las calibraciones realizadas por el CENAM, con un intervalo de 2 años entre ellas. En esta gráfica se observa la tendencia de los errores, con lo cual se puede determinar la deriva; y se observa la dispersión de los errores e incertidumbres, con lo cual se puede determinar la estabilidad.

Para fines de una fácil visualización en el ejemplo, solo hemos presentado los resultados para los puntos indicados, en la práctica la carta de control debe realizarse para todos los puntos calibrados.

Un peligro que existe al emplear un gráfico de este tipo, es la tendencia a creer que cada variación en la información es importante. El gráfico de desarrollo, al igual que las otras técnicas gráficas, debe ser usado para enfocar la atención en los verdaderos cambios vitales del sistema o instrumento.

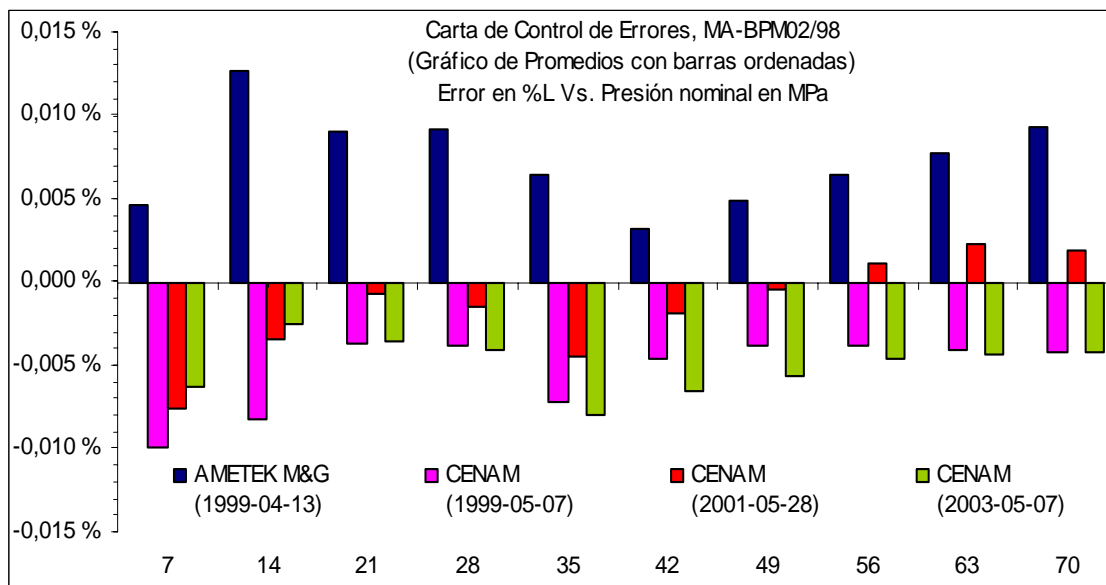


CARTA DE CONTROL DE ERRORES (GRÁFICO DE PROMEDIOS)

Para llevar a cabo la carta de control de errores, hemos utilizado una gráfica de promedios, en la cual se muestran los errores encontrados en cada calibración en forma de barras ordenadas.

Este tipo de gráfico nos permite determinar:

- ☒ La consistencia gráfica entre los errores para cada punto de calibración,
- ☒ Si el sistema de medición continua siendo útil, al encontrarlo dentro de los límites del error máximo tolerado,
- ☒ El área dentro de los límites de control (en caso de calcularlos y graficarlos) representa la sensibilidad de la medición o "ruido" de la medición,
- ☒ En este tipo de gráfica podemos ver claramente si se ha sufrido algún cambio drástico en los errores.



CARTA DE CONTROL DE INCERTIDUMBRES (GRÁFICO DE RANGOS)

Para llevar la carta de control de incertidumbres, hemos utilizado una gráfica de rangos, en la cual se muestran las incertidumbres encontrados en cada calibración en forma de barras ordenadas. Este tipo de gráfico nos permite determinar:

- ☒ Si el instrumento se encuentra bajo control estadístico con respecto a la repetibilidad,
- ☒ Consistencia de las mediciones entre una calibración y otra,
- ☒ Si alguna de las calibraciones esta fuera de control,
- ☒ Si el método entre una calibración y otra es diferente.

CARTA DE CONTROL DE ERRORES & INCERTIDUMBRES (GRÁFICO DE PROMEDIOS & RANGOS)

Para llevar la carta de control de errores e incertidumbres, hemos utilizado una gráfica de desarrollo de lo errores con respecto al alcance de medición del instrumento, en la cual se muestran los errores encontrados en cada calibración en forma de barras ordenadas, con lo cual se puede revisar la consistencia gráfica en los resultados para cada punto de calibración.

Este tipo de gráfico nos muestra fácilmente como se ha comportado el instrumento o proceso con respecto a la última calibración, se puede apreciar si el error aumentó, si sufrió un cambio drástico ocasionado por mal uso del instrumento. Ya que contamos con dos calibraciones anteriores, podemos predecir los resultados esperados del instrumento en la próxima calibración, lo cual nos lleva al análisis de intervalos de re-calibración del instrumento.

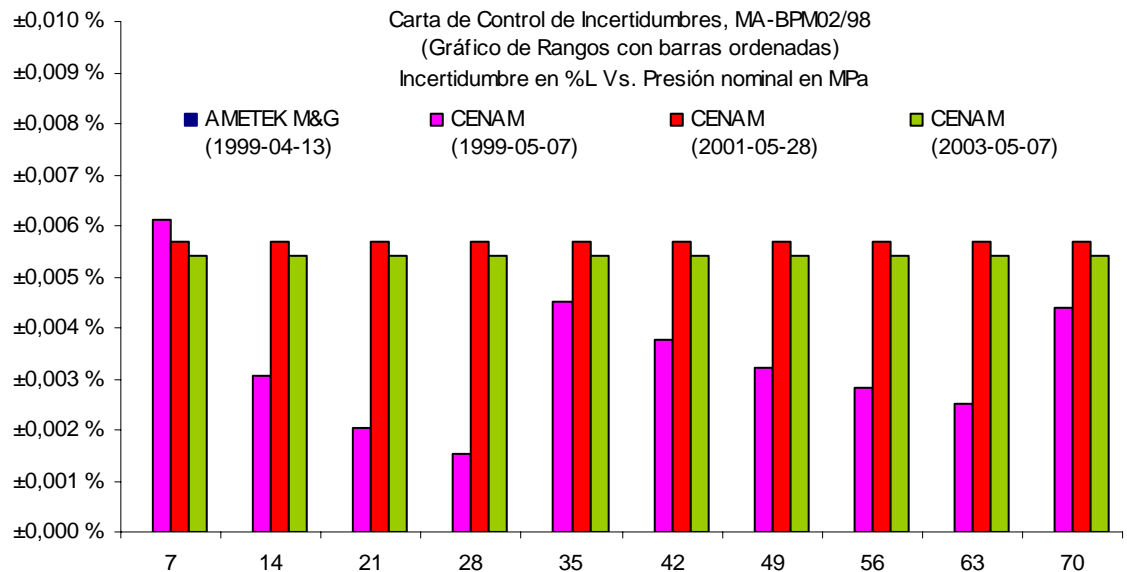
OTROS TIPOS DE GRÁFICOS DE CONTROL

De los gráficos de control se pueden tener otras combinaciones o tipos de presentación, como son:

- ☒ Sobrepuestos o apilados,
- ☒ No-sobrepuestos u ordenados,
- ☒ Barras, puntos, bigotes o barras de error,
- ☒ Dispersión,
- ☒ Error normalizado
- ☒ Histograma normalizado,
- ☒ Gráficos X-Y de correlación, etc.

Incertidumbres

G. Rangos

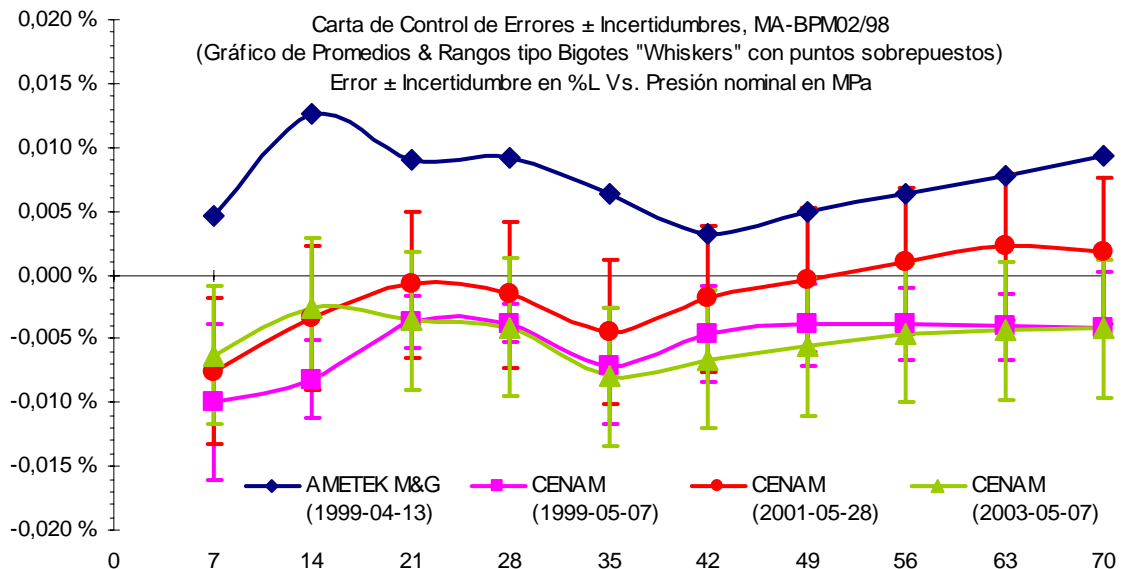


En los ejemplos puramente gráficos que se han mostrado, no se han representado ni calculado los límites de control de los resultados. El área dentro de los límites de control representa la sensibilidad o “ruido” de las mediciones. En la práctica estos límites de control son interpretados y sustituidos por el error máximo tolerado por los instrumentos, error máximo tolerado en función de la capacidad de medición requerida para instrumentos instalados en aplicaciones específicas (por ejemplo, aplicaciones industriales), o en función de la incertidumbre de medición para patrones de referencia, trabajo y verificación, utilizados en laboratorios de calibración y prueba industriales.

Para realizar las gráficas de control mostradas, se ha utilizado el programa de hoja de cálculo Excel® 2003 de Microsoft Office® en la sección de *Insertar-Gráfico...*

Error ±
Incertidumbre

G. Bigotes
“whiskers”



REFERENCIAS

AIAG. (1995). SPC, Statistical process control. First Edition, Second printing, AIAG Automotive Industry Action Group, Chrysler, Ford Motor & General Motors.

AIAG. (2003). MSA, Measurement Systems Analysis. Third Edition, Second Printing, AIAG Automotive Industry Action Group, Daimler-Chrysler, Ford Motor & General Motors.

Aranda, Víctor. (2001). Curso: Control de equipo de monitoreo y medición. MetAs & Metrólogos Asociados, México.

Baird, D. C. (1991). Experimentación: Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos. Pearson Educación, México.

GOAL/QPC. (1990). Manual de herramientas básicas para el análisis de datos, Guía de bolsillo con las herramientas para el mejoramiento continuo. Tercera edición en español.

ISO 9001. (2000). International standard : Quality management systems - requirements. International Organization for Standardization.

ISO 10012. (2003). International Standard. Measurement management systems - Requirements for measurement processes and measuring equipment. First edition 2003-04-15. International Organization for Standardization.

ISO/IEC 17025. (1999). International standard: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization. International Electrotechnical Commission.

OIML D 10. (1984). International document: Guidelines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment used in testing laboratories. Organisation Internationale de Métrologie Légale.