



## Evaluación de la calidad de los sistemas de medición.

Hugo Hernández Tapia.  
Jefe de Unidad de Metrología  
Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo de Celaya,  
CRODE-Celaya  
[Hugo\\_hernandez@crodecelaya.edu.mx](mailto:Hugo_hernandez@crodecelaya.edu.mx);  
tel. (01) 461 61 4 68 67, ext 134

### Resumen.

El cumplimiento de un producto o servicio con normas, referencias técnicas y de proceso obligan a evaluar las variables que intervienen para generarlo. A través de estudios la habilidad del proceso ( $C_p$  y  $C_{pk}$ ) y con las herramientas de seguimiento del producto, con el objetivo de monitorear el comportamiento de éste, como el control estadístico del proceso, podemos visualizar las fortalezas y debilidades del un sistema de producción, sin embargo pocas veces se hace un análisis del impacto que tiene un sistema de medición en los procesos de producción ya sea en líneas de producción y/o laboratorios de metrología de planta.

### Definición de Calidad y sistema de medición.

La calidad como lo define la ISO 9000, en su versión mexicana NMX-CC-9000-IMNC-2000, es el grado en que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos, ante esta definición es claro que cualquier producto o servicio es medido o inspeccionado en sus características mas relevantes o criticas para el productor y el cliente, esto implica tener **instrumentos de medición** adecuados para medir que cumplan con determinadas **características metrológicas**, los cuales deben tener una **calibración** vigente y adecuada a las necesidades del producto y del proceso; se debe considerar que una medición, en el mayor de los casos, es medida por una persona, (**inspector**) quien ha sido designada a realizar esta actividad por sus "**características de medición**" ya que tiene conocimientos y habilidades que lo caracterizan para medir, pasar o rechazar piezas; **el método de medición** que se utiliza en las **mediciones**, así como existe un método para colocar la pieza en el torno, fresadora, troqueladora y otras maquinas, también existe un método para medir, que ayuda a disminuir **errores sistemáticos** generados en el proceso de medición; finalmente una medición también es afectada por el medio ambiente en que se rodea, lo que comúnmente en los laboratorios de metrología se llama condiciones ambientales, que normalmente esta compuesta por la temperatura, la humedad y en algunos casos, como en **metrología de masa**, por la presión barométrica.

**Nota 1:** El termino calidad puede acompañarse de adjetivos tales como pobre, buena o excelente

**Nota 2:** Inherente en composición a "asignado" significa que existe algo, especialmente como una característica.

## Factores que afectan las mediciones.

Los cuatro principales factores y básicos (instrumento, persona, método y condiciones ambientales) son quienes intervienen de manera directa en las mediciones y que por lo tanto son susceptibles de ser cuantificadas a fin de obtener la calidad de las mediciones. Para el caso de las variables en la metrología industrial el Measurement Systems Análisis menciona la variación de la pieza de trabajo.

Existen otros factores que intervienen, derivados de estos cuatro mencionados anteriormente, en las mediciones y que en el manual “Análisis de los Sistemas de Medición” MSA por sus siglas en inglés (Measurement Systems Analices) se mencionan, a continuación se muestra un diagrama de Ishikawua acerca de estos.

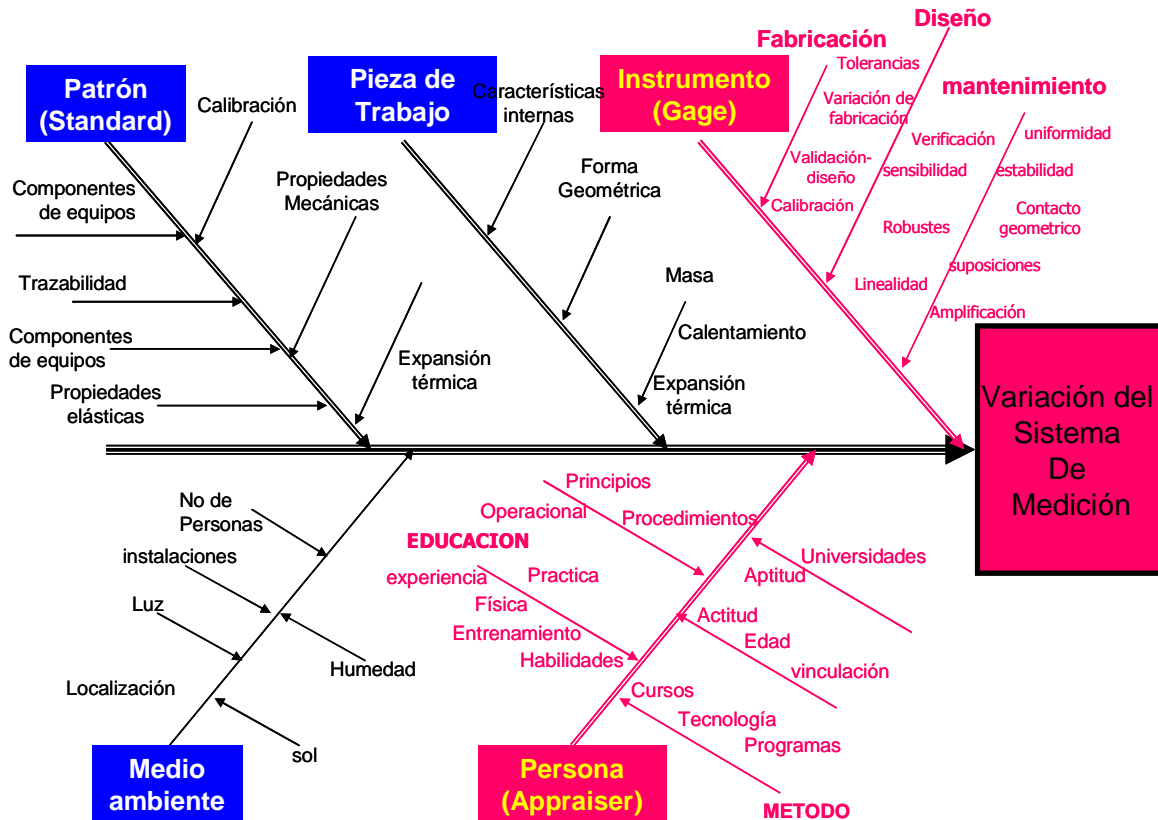


Figura 1 Factores que intervienen en las mediciones

## La evaluación a sistemas de medición

La evaluación a los sistemas de medición dependerá del tipo de medición, su magnitud, el objetivo de los resultados y de las políticas establecidas para



realizarlos. Por ejemplo el sector automotriz ha establecido, para la aprobación de números de parte en el proceso llamado PPAP, que los sistemas de medición utilizados para medir las piezas en las líneas de producción y/o en los laboratorios deberían tener una evaluación del **gage R&R** con un resultado menor del 10% en cuanto a variación del sistema se refiere, además de aplicarles un estudio de **Bias**, en algunos casos. En el sector automotriz, así como en otros que aplican la metrología dimensional el gage R&R es muy común realizarlo, ya que un resultado de este estudio muestra si tu sistema es repetible, en este caso hablamos del instrumento de medición, y si es reproducible, donde se evalúan las habilidades de las personas que miden y de las condiciones de uso.

### **Mejor capacidad de medición.**

Para los laboratorios secundarios de calibración de instrumentos de medición, así como par los laboratorios primarios la capacidad de un sistema de medición esta dado por el termino “la mejor capacidad de medición” , que se entiende como **el nivel mas alto** que un **laboratorio puede ofrecer en un servicio especifico de calibración**, [1] el cual se **determina considerando todos los factores que contribuyen a la incertidumbre** de las mediciones realizadas en un servicio especifico de calibración y que **se expresa en términos de la incertidumbre** de las mediciones realizadas en una calibración y del alcance del servicio de calibración. Entiéndase el nivel mas alto de medición ofrecido por el laboratorio como la menor incertidumbre de medición de un laboratorio que se reporta en un informe de calibración considerando la incertidumbre del patrón de referencia, la incertidumbre del proceso de calibración y la incertidumbre del comportamiento de un instrumento típico cuando es sometido al proceso de calibración.

La determinación de la mejor capacidad de medición y la intercomparación con otros laboratorios nos puede dar una referencia acerca de la calidad de los sistemas de medición utilizados en los laboratorios para los instrumentos a calibrar.

### **Practica. (Bias, MSA y Calibración balanza)**

Objetivo. Llevar a la practica las pruebas del bias y gage R&R y calibración de la balanza para determinar la consistencia Metrologica.

#### **Bias.**

Es la diferencia entre el valor verdadero (valor de referencia) y el promedio de mediciones en la misma característica en la misma parte.

- **Método.**
- **Numero de personas.**
- **Numero de piezas.**
- **Tolerancia.**

- **Equipo.**
- **Cálculos**
- **Resultados.**
- **Conclusiones de la prueba.**

### **Gage R&R**

- **Método.**
- **Numero de personas.**
- **Numero de piezas.**
- **Tolerancia.**
- **Equipo.**
- **Cálculos**
- **Resultados.**
- **Conclusiones de la prueba.**

### **Calibración de instrumentos para pesar.**

- **Método.**
  - **Repetibilidad.**
  - **Excentricidad.**
- **Numero de personas.**
- **Numero de piezas.**
- **Tolerancia.**
- **Equipo.**
- **Cálculos**
- **Resultados.**
- **Conclusiones de la prueba.**

### **Evaluación de la consistencia.**

Para determinar si los resultados de las calibraciones de los instrumentos son adecuados para las necesidades específicas del proceso se requiere determinar la consistencia metrológica. Ésta característica nos indicara lo fino o lo burdo que es el instrumento de medición para las necesidades del proceso.

$$Consistencia = \frac{U_{actual}}{U_{requerida}}$$

$$(fino) 1 < consistencia > 1 (burdo)$$

### Incertidumbre actual ( $U_{actual}$ )

La incertidumbre actual se obtiene a partir de la calibración realizada al instrumento de medición, que puede ser fácilmente obtenida de los informes o certificados de calibración.

La capacidad de medición del proceso esta directamente relacionada con las características y especificaciones metrologicas de los instrumentos de medición que se utilizan en el control y monitoreo del proceso o en las pruebas de control de calidad del mismo. Esta capacidad de medición, como se menciona anteriormente puede evaluarse mediante la incertidumbre actual de medición de los instrumentos o en una forma mas amplia con la clase de exactitud o el error máximo tolerado de los mismos.

### Incertidumbre requerida. ( $U_{requerida}$ )

La incertidumbre requerida esta directamente relacionada con las características de los factores que intervienen en el sistema de medición, como es el caso del instrumento de medición, la habilidad y competencia de la persona que mide y de las características o especificaciones de la característica que se mide. Bajo estos criterios, para obtener la Incertidumbre requerida es necesario considerar las tolerancias del producto o los limites de control bajo condiciones normalizadas que representa la variabilidad máxima aceptable; un factor de riesgo  $fr$  que permite ponderar el grado de atención que se debe tener en el control metrológico de los instrumentos de medición relacionados debe ser obtenido, utilizando los criterios de la tabla 1, para determinar la Incertidumbre requerida con la siguiente formula.

$$U_{requerida} = 1/3 \cdot LC / fr$$

Riesgo	Factor de Riesgo fr
Pone en peligro la vida	10
Pone en peligro la salud	8
Viola disposiciones legales	
Causa perdidas de clientes	6
Causa perdidas mayores	
Causa reclamaciones serias de clientes	4
Causa perdidas moderadas	
Causa reclamaciones del clientes	2
Causa Perdidas leves	

Tabla 1. Factores de riesgo