

Análisis del Sistema de Medición (MSA) “Errores en la medición”

Claudia Alejandra Arreguín Gutiérrez, *Universidad Politécnica De Aguascalientes*

Alejandro Ávalos, *Universidad Politécnica De Aguascalientes*

Abstracto— Para el control de los procesos, independientemente de si se trata de una organización industrial o un laboratorio, es necesario realizar mediciones. Los datos obtenidos permitirán conocer si el proceso es adecuado y por lo tanto, el producto o resultado obtenido es válido.

Para poder confiar en la información que aportan estos sistemas de control, tendremos que asegurarnos de que las mediciones y los equipos que las realizan son adecuados. Por este motivo, no sólo debemos validar los procesos, sino que además es imprescindible garantizar que los sistemas de medición empleados son óptimos

Se debe de tener presente que el análisis de sistemas de medición MSA va a permitir conocer la calidad de nuestras mediciones y, por lo tanto, el grado de control de nuestras actividades.

I. NOMENCLATURA

MSA (Análisis del Sistema de Medición)
R&R (Repetibilidad & Reproducibilidad)
Cgk (Capability Gage Katayori)

II. INTRODUCCIÓN

Al hacer las mediciones para los estudios de MSA, las lecturas que se obtienen nunca son exactamente iguales, aun cuando las efectúe la misma persona, sobre la misma pieza, con el mismo instrumento, el mismo método, y el mismo ambiente (repetibilidad); si las mediciones las hacen diferentes personas con distintos instrumentos o métodos o en ambientes diferentes, entonces las variaciones en las lecturas son mayores (reproducibilidad). Esta variación puede ser relativamente grande o pequeña, pero siempre existirá.

En sentido estricto, es imposible hacer una medición totalmente exacta, por lo tanto, siempre se enfrentarán errores al hacer las mediciones. Los errores pueden ser despreciables o significativos, dependiendo, entre otras circunstancias de la aplicación que se le dé a la medición.

Los errores surgen debido a la imperfección de los sentidos, de los medios, de la observación, de las teorías, que se aplican, de los aparatos de medición, de las condiciones ambientales y de otras causas.

III. DESARROLLO

Para poder determinar los errores en una medición se recomienda un Análisis del Sistema de Medición (MSA), es un experimento de diseño especial que busca identificar los componentes de la variación en la medición. Así como los procesos que producen un producto pueden variar, el proceso de obtención de las mediciones y de los datos puede tener variaciones y producir defectos.

Uno de los estudios empleados habitualmente en el MSA es el de Repetibilidad y Reproducibilidad de los equipos y sistemas de medida, conocidos como estudios R&R.

Este método examina el comportamiento de variación relacionado con el equipo del sistema de medición en la ubicación de la aplicación. Aquí se hacen 50 mediciones que se realizan en condiciones idénticas (mediciones realizadas por el mismo operador en la misma pieza, o estándar, y se debe de contar con un punto definido con precisión), después se registran las desviaciones de la indicación nominal.

Si el valor es ≥ 1.33 , se puede calcular el índice de capacidad Cgk (este valor también debe ser ≥ 1.33).

Se sabe que las variaciones a la hora de tomar medidas no se pueden evitar, pero es importante conocer que es lo que afecta o altera su resultado.

Atendiendo al origen donde se produce el error, puede hacerse una clasificación general de estos en: errores causados por el instrumento de medición, causados por el operador o el método de medición (errores humanos) y causados por el medio ambiente en que se hace la medición.

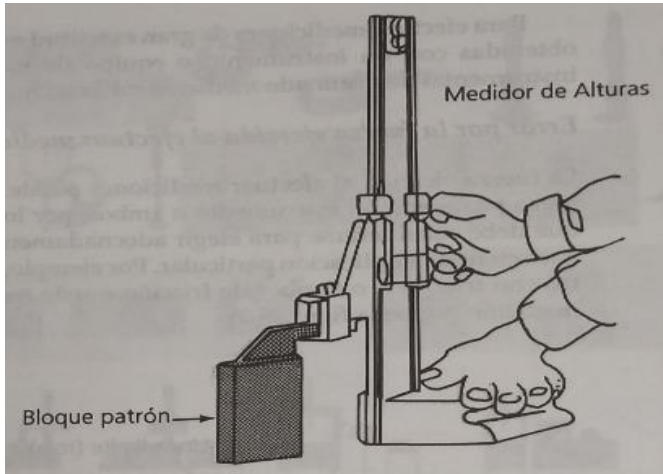
A continuación se muestra la clasificación de errores en cuanto a su origen.

A) Errores por el instrumento o equipo de medición

Las causas de errores atribuibles al instrumento, pueden deberse a defectos de fabricación (dado que es imposible construir aparatos perfectos). Estos pueden ser deformaciones, falta de linealidad, imperfecciones mecánicas, falta de paralelismo, etcétera.

El error instrumental tiene valores máximos permisibles, establecidos en normas o información técnica de fabricantes de instrumentos, y puede determinarse mediante calibración. Esta es la comparación de las lecturas proporcionadas por un instrumento o equipo de medición contra un patrón de mayor exactitud conocida. (Véase la TABLA I).

TABLA I



Debe contarse con un sistema de control que establezca, entre otros aspectos, periodos de calibración, criterios de aceptación y responsabilidades para la calibración de cualquier instrumento y equipo de medición.

B) Errores del operador o por el método de medición

Muchas de las causas del error aleatorio se deben al operador, por ejemplo: Falta de agudeza visual, descuido, cansancio, alteraciones emocionales, etcétera. Para reducir este tipo de errores, es necesario adiestrar al operador.

Otro tipo de errores son debidos al método o procedimiento con que se efectúa la medición, el principal es la falta de un método definido y documentado.

Los errores mencionados en los siguientes párrafos debe conocerlos y controlarlos el operador.

C) Error por el uso de instrumentos no calibrados

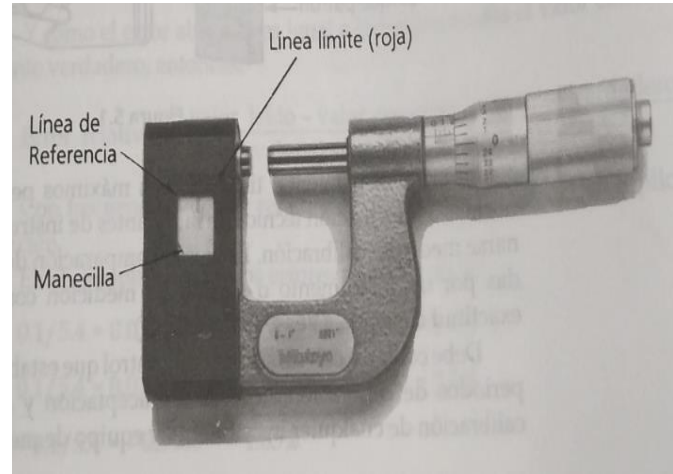
Instrumentos no calibrados o cuya fecha de calibración esta vencida, así como instrumentos sospechosos de presentar alguna anomalía en su funcionamiento no deben utilizarse para realizar mediciones hasta que no sean calibrados y autorizados para su uso.

Para efectuar mediciones de gran exactitud es necesario corregir las lecturas obtenidas con un instrumento o equipo de medición, en función del error instrumental determinado mediante calibración.

D) Error por la fuerza ejercida al efectuar mediciones

La fuerza ejercida al efectuar mediciones puede provocar deformaciones en la pieza por medir, el instrumento o ambos, por lo tanto es un factor importante que debe considerarse para elegir adecuadamente el instrumento de medición para cualquier aplicación particular. Por ejemplo, en vez de utilizar un micrómetro con trinquete o tambor de fricción puede requerirse uno de baja fuerza de medición (Véase la TABLA II).

TABLA II



E) Error por el instrumento inadecuado

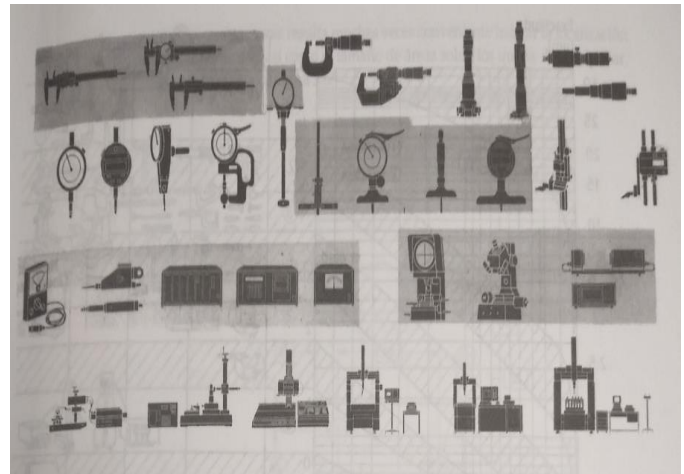
Antes de realizar cualquier medición es necesario determinar cuál es el instrumento o equipo de medición más adecuado para la aplicación de que se trate.

Además de la fuerza de medición, deben tenerse presente otros factores tales como:

- Cantidad de piezas por medir
- Tipo de medición (Externa, interna, altura, profundidad, etcétera)
- Tamaño de la pieza y exactitud deseada.

Existe una gran variedad de instrumentos y equipos de medición, como se muestra esquemáticamente en la TABLA III abarcando desde un simple calibrador vernier hasta la avanzada tecnología de las máquinas de medición por coordenadas de control numérico, comparadores ópticos, micrómetros laser y rugosímetros, entre otros.

TABLA III



Cuando se miden las dimensiones de una pieza de trabajo la exactitud de la medida depende del instrumento de medición elegido. Por ejemplo, si se ha de medir el diámetro exterior de un producto de hierro fundido, un calibrador vernier sería suficiente; sin embargo, si se va a medir un perno patrón, aunque tenga el mismo diámetro del ejemplo anterior, ni siquiera un micrómetro de exteriores tendría la exactitud

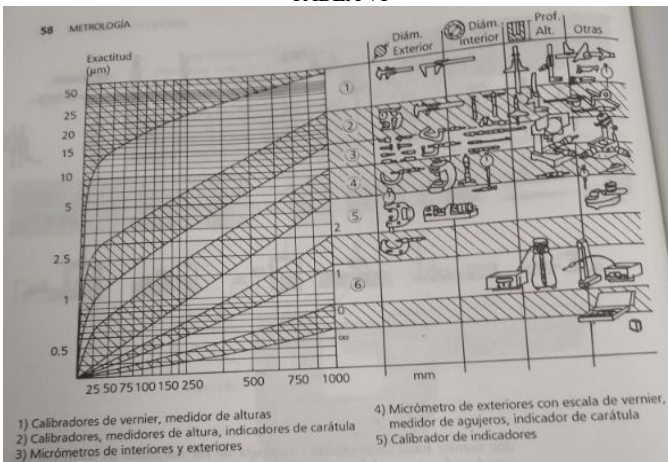
suficiente para este tipo de aplicaciones, por tanto, debe usarse un equipo de mayor exactitud.

Se recomienda que la razón de tolerancia de una pieza de trabajo a la resolución legibilidad o valor de mínima división de un instrumento sea de 10 a 1 para un caso ideal y de 5 a 1 en el peor de los casos. Si no es así la tolerancia se combina con el error de medición y por tanto un elemento bueno puede diagnosticarse como defectuoso o viceversa.

Cuando la razón antes mencionada no es satisfactoria, se requiere repetir las mediciones para asegurar la confiabilidad de las mediciones.

La tabla IV muestra en forma esquemática la exactitud que puede obtenerse con diversos instrumentos de medición en función de la dimensión medida.

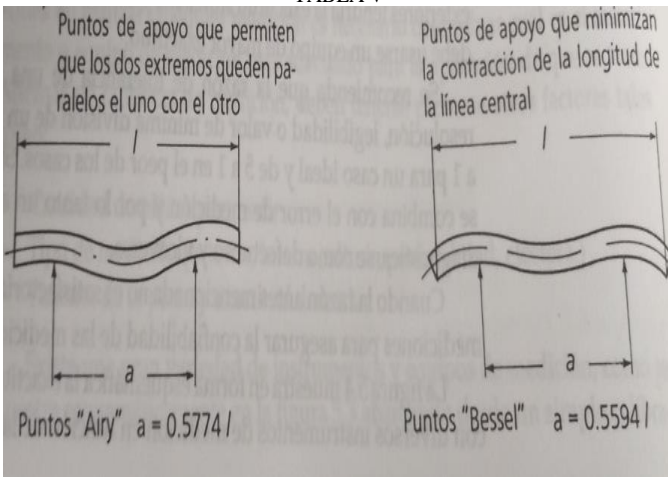
TABLA VI



F) Error por puntos de apoyo

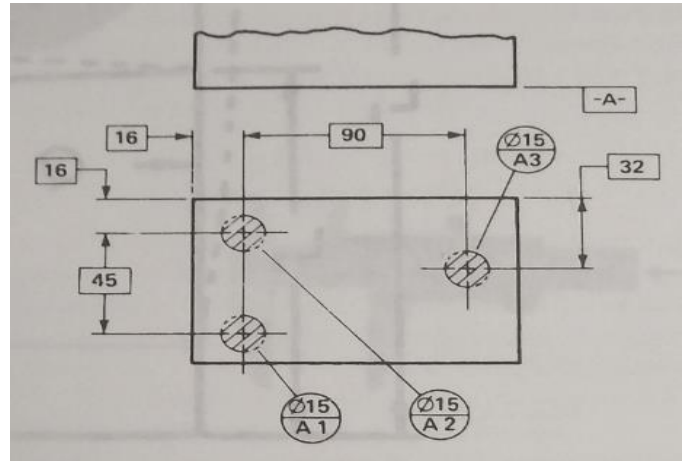
Especialmente en los instrumentos de gran longitud, la manera como se apoya el instrumento provoca errores de lectura. En estos casos deben utilizarse puntos de apoyo especiales, como puntos Airy o los puntos Bessel (Véase la TABLA V)

TABLA V



Para ciertas piezas resulta muchas veces conveniente indicar la localización de puntos o líneas, así como el tamaño de áreas sobre los que se deben apoyar, tal como lo ilustra la TABLA VI

TABLA VI

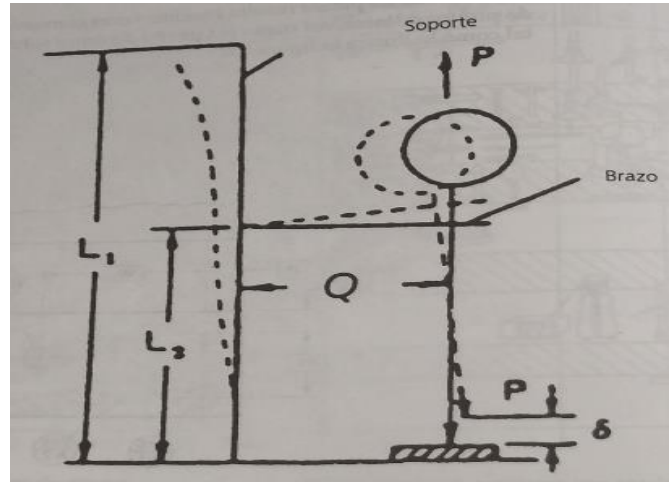


G) Error por método de sujeción del instrumento

El método de sujeción del instrumento puede causar errores como los que se muestra en la TABLA VII. En esta, un indicador de caratula está sujeto a una distancia muy grande del soporte y al hacer la medición la fuerza ejercida provoca una desviación del brazo.

La mayor parte del error se debe a la deflexión del brazo, no del soporte; para minimizarlo se debe colocar siempre el eje de medición lo más cerca posible al eje del soporte.

TABLA VII



H) Error por distorsión

Gran parte de la inexactitud que causa la distorsión de un instrumento puede evitarse manteniendo en mente la ley de Abbe: La máxima exactitud de medición es obtenida si el eje de medición es el mismo del eje del instrumento.

La TABLA VIII muestra un micrómetro tipo calibrador. Puede verse que los errores los provoca la distorsión debido a la fuerza de medición aplicada y el hecho de que tal vez los toques no se muevan paralelos uno respecto del otro.

Por otro lado en la TABLA IX se ilustra cómo algunos instrumentos, como el micrómetro normal, inherentes satisfacen la ley de Abbe, mientras que otros, como el calibrador no.

TABLA VIII

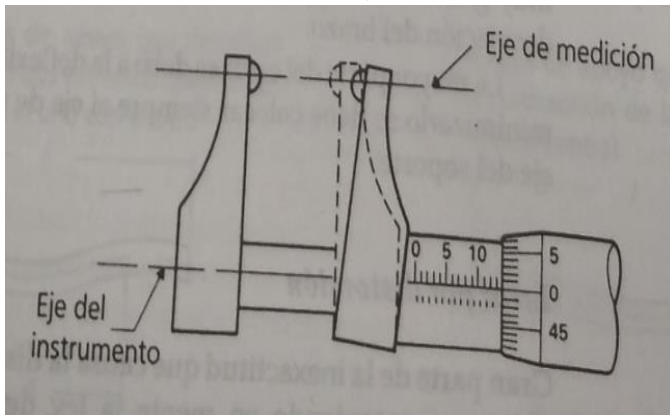
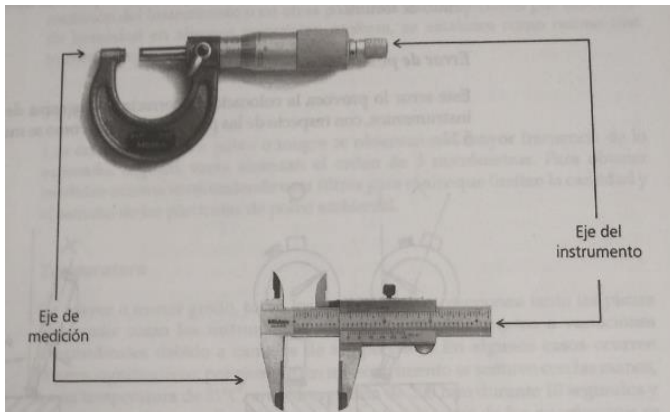


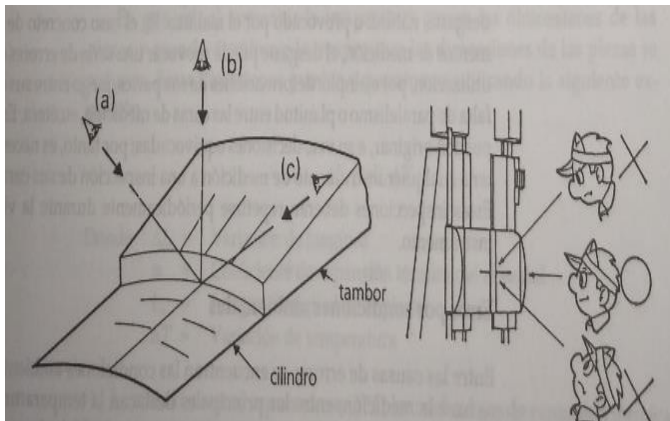
TABLA IX



I) Error de paralaje

Este error ocurre debido a la posición incorrecta del operador con respecto a la escala graduada del instrumento de medición, la cual está en un plano diferente (Véase la TABLA X)

TABLA X

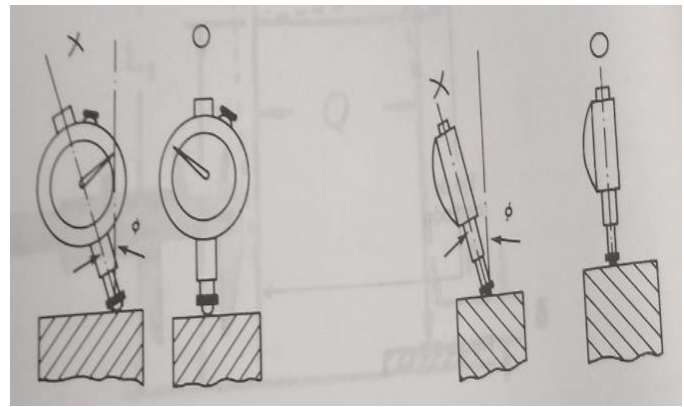


El error de paralaje es más común de lo que se cree. En una muestra de 50 personas que usan calibradores con vernier la dispersión fue de 0.004 mm. Este defecto se corrige mirando perpendicularmente el plano de medición a partir del punto de lectura.

J) Error de posición

Este error lo provoca la colocación incorrecta de las caras de medición de los instrumentos, con respecto de las piezas por medir, como se muestra en la TABLA XI

TABLA XI



K) Error por desgaste

Los instrumentos de medición, como cualquier otro objeto, son susceptibles de desgaste, natural o provocado por el mal uso. En el caso concreto de los instrumentos de medición, el desgaste puede provocar una serie de errores durante su utilización, por ejemplo: deformaciones de sus partes, juego entre sus ensambles, falta de paralelismo o planitud entre las caras de medición, etcétera. Estos errores pueden originar, a su vez, decisiones equivocadas; por tanto, es necesario someter a cualquier instrumento de medición a una inspección de sus características.

Estas inspecciones deberán repetirse periódicamente durante la vida útil del instrumento.

L) Error por condiciones ambientales

Entre las causas de errores se encuentran las condiciones ambientales en que se hace la medición; entre las principales destacan la temperatura, la humedad, el polvo y las vibraciones o interferencias (ruido) electromagnéticas extrañas.

Humedad

Debido a los óxidos que se pueden formar por humedad excesiva en las caras de medición del instrumento o en otras partes o a las expansiones por absorción de humedad en algunos materiales, etcétera, se establece como norma una humedad relativa de 55% +/- 10%.

Polvo

Los errores debido a polvo o mugre se observan con mayor frecuencia de lo esperado, algunas veces alcanzan el orden de 3 micrómetros. Para obtener medidas exactas se recomienda usar filtros para aire que limiten la cantidad y el tamaño de las partículas de polvo ambiental.

Temperatura

En mayor o menor grado, todos los materiales que componen tanto las piezas por medir como los instrumentos de medición, están sujetos a variaciones longitudinales debido a cambios de temperatura. En algunos casos ocurren errores significativos.

IV. CONCLUSIONES

Para el control de los procesos, independientemente de si se trata de una organización industrial o un laboratorio, es necesario realizar mediciones. Los datos obtenidos permitirán conocer si el proceso es adecuado y por lo tanto, el producto o resultado obtenido será válido.

Pero para poder confiar en la información que aportan estos sistemas de control, tendremos que asegurarnos de que las mediciones y los equipos que las realizan son adecuados.

Por tal motivo se debe hacer un análisis de los instrumentos, se recomienda que para mediciones críticas es mejor que dos personas trabajen juntas ya que una se dedica a medir y otra se especializa en registrar la medición ya que así se puede evitar uno de los errores típicos por parte del operador.

Por otra parte no debemos de olvidar que la persona que este tomando las medidas siempre debe pararse en el mismo lugar, de otra manera las condiciones producidas por la radiación del calor del cuerpo en los instrumentos de medición y las piezas de trabajo, y por la alteración del alineamiento del piso debido al movimiento del cuerpo, pueden afectar de alguna manera la exactitud de la medición.

V. REFERENCIAS

Libros:

- [1] Gonzalez Carlos, Vázquez Zeleny Ramón (2006) En "Metrología". México: Mc Graw Hill Editorial.