



# CURSO: BUENAS PRACTICAS DE MEDICIÓN

# BALANZAS

Por: Dr-Ing. Fidel Fernández



visitenos en:

[www.messen.com.ve](http://www.messen.com.ve)

Prohibida la reproducción total o parcial de este material sin la debida autorización escrita de Messen C.A.

## Otros Cursos:



Inscritos en el  
Ministerio del Poder Popular  
para la **Educación y el INCES**



Ministerio  
del Poder Popular  
para la **Educación**



**NOMBRE DEL CURSO:** BUENAS PRÁCTICAS DE MEDICIÓN

**ELABORADO POR:** FIDEL FERNÁNDEZ

Copyright© Messen C.A. 2005-2015

**Autoedición**

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización Escrita de **MESSEN C.A.**  
Todos los derechos de propiedad intelectual reservados.





## Capítulo 1

### CONCEPTOS Y DEFINICIONES

La masa es una de las magnitudes físicas fundamentales de la mecánica. El concepto de masa, tal y como aparece en la mecánica clásica, fue introducido en la física por el físico-matemático inglés Isaac Newton en el año de 1687. Newton consideraba que la masa era una medida de la cantidad de materia en los cuerpos, y la definía como el producto de la densidad por el volumen. Esta definición, que reinó durante algún tiempo, fue anulada en tiempos posteriores, ya que la densidad es la relación entre la masa y el volumen.

#### Concepto de Masa:

El concepto de masa, como el de cualquier otra magnitud física, puede establecerse estudiando las leyes generales y objetivas de las relaciones mutuas de esta magnitud con otras magnitudes físicas. Con respecto a la masa, una de estas relaciones mutuas la expresa la ley de la inercia. Hay que tener en cuenta al hablar de la inercia de los cuerpos, que estos se diferencian entre sí por cierta propiedad objetiva que se revela en la adquisición de diferentes aceleraciones, siendo iguales las acciones exteriores a que se someten. Esta propiedad inherente a todos los cuerpos la caracteriza una determinada magnitud física: **La Masa.**

Un contenido más amplio del concepto de masa se revela al examinar un conjunto de hechos. Uno de los fundamentales es la ley de la gravitación universal por Newton en 1687.

Partiendo de las leyes antes indicadas se puede dar la siguiente definición de la magnitud física de masa: **La masa caracteriza la cantidad de materia en los cuerpos y es una medida de las propiedades inerciales y gravitacionales de estos.**

Matemáticamente, el segundo principio de la mecánica se expresa:

$$F = m \cdot a$$

Es decir, que la fuerza que actúa sobre un cuerpo es igual a la masa de este multiplicada por la aceleración que se le imprime.

De la expresión anterior resulta que

$$m = \frac{F}{a}$$

De esta se deduce que, conociendo el valor de la fuerza (F) que actúa sobre un cuerpo y el valor de la aceleración (a), podemos determinar su masa. Pero este procedimiento no es muy preciso.

La ley de gravitación universal se expresa por la relación:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Donde:

**F** = fuerza con que se atraen los cuerpos.

**m<sub>1</sub> · m<sub>2</sub>** = producto de la masa de dos cuerpos diferentes.

**r** = distancia entre los dos cuerpos.

**G** = constante de gravitación universal.

Como podemos observar, la magnitud masa forma parte de dos leyes fundamentales e independientes una de otra: la segunda ley de Newton y la ley de gravitación universal.

En la segunda ley de Newton, la masa es la medida de las propiedades inerciales de los cuerpos. En la ley de gravitación universal, esta es una medida de la propiedad de los cuerpos que crea campos de gravitación y está sometida a la acción de estos campos.

### Concepto de Peso:

Una consecuencia inmediata de la gravitación universal, observada en la superficie de la tierra es el peso de los cuerpos. Se **denomina Peso de un cuerpo: a la fuerza con la cual es atraído por la Tierra**, presiona sobre el apoyo o “tracciona” del hilo del que este cuelga (en el caso en que el apoyo o colgante son inmóviles respecto a la tierra, el peso del cuerpo es igual a la fuerza de gravedad).

El peso, como cualquier otra fuerza, es una magnitud vectorial. La dirección de este vector es la dirección de la fuerza de gravedad, o sea, hacia el centro de la Tierra.

La fuerza de gravedad se puede expresar de la forma siguiente:

$$F = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

Donde:

M = masa de la Tierra.

m = masa del cuerpo.

r = distancia del centro de gravedad del cuerpo al centro de la Tierra.

G = constante denominada, constante gravitacional.

De esta manera, la fuerza de gravedad de un mismo cuerpo es dependencia del lugar de la superficie terrestre donde este se encuentre, a causa de que la tierra, por su forma geométrica, se aproxima a un elipsoide de revolución, será diferente, disminuyendo a medida que se aleja de los polos hacia el Ecuador, ya que  $r$  respecto a los polos es menor que  $r$  respecto al Ecuador.

### Determinación de la Masa en los Cuerpos

Los instrumentos de medir masa son medios que sirven para la determinación de la masa de los cuerpos y son muy solicitados; existe una gran variedad de tipos y formas constructivas de dichos instrumentos.

Para la comprensión más fácil se hará una descripción del más simple y más viejo de los aparatos para pesar: la balanza simple.

La balanza simple (fig. 1) tiene como partes esenciales la palanca o astil y el cuchillo (O) llamado cuchillo central, fijado en el centro de la palanca. A distancias iguales del vértice del cuchillo central se encuentran dos cuchillos (A y B), llamados cuchillos marginales. En los vértices de estos dos cuchillos están suspendidos los platos (2) de la balanza, por medio de unos tirantes de soporte (3) y de unas piezas llamadas bridas (4). Una aguja indicadora (5) unida con el astil, se desplaza delante de una escala graduada (6) que permite señalar su posición.

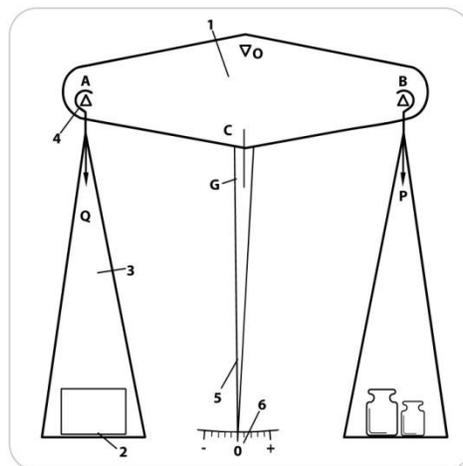


Fig.1 – Partes esenciales de una balanza simple

Otros instrumentos de pesar de mucha utilización son las básculas que tienen dos o más palancas. En una o dos de ellas (palancas receptoras de carga) se ubica el dispositivo receptor de carga, es decir, aquella parte del instrumento en la cual se carga el cuerpo cuya masa debe ser determinada.

La fuerza representada por el peso de este cuerpo, está generalmente reducida por las palancas receptoras de carga y transmitida a una palanca, llamada palanca de equilibrio, con la cual se equilibra la masa del cuerpo respectivo. Es decir, también en las básculas, instrumentos con varias palancas, la determinación de la masa de un cuerpo se hace al final en una sola palanca.

Todos los instrumentos para pesar con palancas determinan directamente la masa de los cuerpos.

### Empuje del Aire:

El aire es un fluido, como tal, ejerce una fuerza de empuje sobre todos los objetos que rodea actuando contra la atracción gravitacional.

El empuje del aire es consecuencia directa del principio de Arquímedes que dice que cualquier objeto inmerso en un fluido (aire en este caso), experimenta una pérdida de peso igual al peso del fluido que desplaza el objeto medido.

$$f = \rho_{aire} \cdot V \cdot g$$

**Por ejemplo:** Una pesa de acero inoxidable de 1 kg con un volumen de 125 cm<sup>3</sup>, y una densidad de aire de 1,2 kg.m<sup>-3</sup>, se ejerce una fuerza de empuje 150 mg sobre la pesa de acero inoxidable y si la densidad de aire varía entre 1,1 kg.m<sup>-3</sup> y 1,3 kg.m<sup>-3</sup>, es equivalente a un cambio de ± 12,5 mg en el peso de la pesa de acero inoxidable.

### Masa Convencional:

La recomendación internacional OIML D 28 esencialmente provee un conjunto de condiciones de referencia, las cuales definen la masa aparente, masa convencional o valor convencional del resultado del peso en el aire de una pesa, a 20 °C, como la masa “real” de una pesa de referencia de densidad 8 000 kg.m<sup>-3</sup>, que justamente se balancea cuando la densidad de aire es 1,2 kg.m<sup>-3</sup> (aire de composición típica, exactamente a 20 °C, presión atmosférica de 1 013,25 hPa), y una humedad relativa de 50% hr). En la práctica estas condiciones no se realizarán exactamente y pequeñas correcciones matemáticas para temperatura, densidad del material y densidad del aire tendrán que ser aplicadas para presentar los resultados de manera hipotética con aire “normal” bajo condiciones “perfectas”.

### Masa Aparente:

La masa aparente de un objeto, es la masa que, a condiciones ambientales (20 °C, y densidad del aire de 1,2 kg.m<sup>-3</sup>), ejerce la misma fuerza sobre un instrumento para pesar como la misma de una masa de un material de referencia de densidad especificada. La densidad especificada son 8 000 kg.m<sup>-3</sup> (aproximadamente la densidad del acero inoxidable), y 8 390,9 kg.m<sup>-3</sup> (20 °C, aproximadamente la densidad del bronce) que corresponden a las dos escalas de masa en uso actual.

El bronce fue el material más común para las pesas de los laboratorios estableciendo la densidad de referencia de  $8\,400\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , estableciendo una nueva densidad de referencia. En el mundo real, la densidad ideal de  $8\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  es raramente realizado. La mayoría de las pesas de acero inoxidable tienen densidades de  $7\,840$  a  $7\,950\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , aunque algunas de las nuevas pesas en el mercado están muy cercas a la densidad ideal de  $8\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

La masa de un cuerpo relaciona la cantidad de materia que contiene, y no existe diferencia entre masa y masa real. La palabra “real” es algunas veces adheridos a la palabra masa donde es importante hacer claro que un valor particular de masa no es masa convencional y particularmente importante para evitar esta ambigüedad potencial.

Masa es una medida de la cantidad de materia que tiene un objeto, siendo directamente relacionado al número y tipo de átomo que se presentan en un objeto. La masa no cambia con la posición del cuerpo, movimiento o alteración de su forma al menos que material es adherido o removido.



## INSTRUMENTOS DE PESAR

En la historia, los primeros instrumentos de pesar fueron balanzas de un solo brazo; le siguieron las balanzas romanas y luego las básculas de plataforma, aéreas, de deflexión, resorte y muchos otros tipos de instrumentos mecánicos que fueron perfeccionándose hasta la aparición de las balanzas electromecánicas y electrónicas que conocemos hoy con diferentes tipos de celda de pesar incorporadas.

Si tenemos en cuenta el modo de operación, la gran variedad de instrumentos de pesar que conocemos, estos podemos agruparlos en dos grandes categorías:

1. *Instrumentos automáticos.*
2. *Instrumentos no-automáticos.*

Los automáticos son aquellos que no requieren de la intervención del operador durante la pesada; ejemplo: instrumentos que controlan automáticamente el contenido neto en una línea de pre-ensados; mientras que los no automáticos son los que durante la pesada, se requiere del operador ya sea para colocar o retirar la carga o para obtener el resultado de la pesada; ejemplo: una balanza de mostrador para la venta al público.

### TERMINOLOGÍA:

**INSTRUMENTO DE PESAR:** son instrumentos que sirven para determinar la masa de un cuerpo, por la acción de la gravedad sobre ese cuerpo. También son usados para determinar otros parámetros o características como una función de masa.

**UNIDAD DE MEDICIÓN:** La unidad de medición básica para las masas es el kilogramo (símbolo kg) y las unidades de medición de masa generalmente empleadas son: el gramo (g), el miligramo (mg) y la tonelada (t).

**CARGA MÁXIMA (C<sub>max</sub>):** es la capacidad máxima de pesada, sin tomar en cuenta la capacidad aditiva de la tara; también suele llamársele Límite Superior de Pesada.

**ESCALÓN (d):** es el valor expresado en unidades de masa de la diferencia entre los valores correspondientes a dos marcas de la escala consecutivas; es decir la división más pequeña de la escala. También suele llamársele Valor de división. En los instrumentos de indicación discontinua el escalón se denota con el símbolo (dd).



**NÚMERO DE ESCALONES (n):** es el cociente entre la carga máxima ( $C_{max}$ ) y el valor del escalón ( $e$ ) correspondiente.

$$n = \frac{C_{max}}{e}$$

**ESCALÓN DE VERIFICACIÓN (e):** es el valor expresado en unidades de masa, usado para la clasificación, verificación ó calibración de instrumentos de pesar. Este valor deberá ser suministrado por el fabricante; para balanzas clase III y IIII, el escalón de verificación es igual a valor de división ( $d$ ) y en la mayoría de los casos para balanzas clase I y II este difiere del valor de división ( $d$ ).

**CARGA MÍNIMA ( $C_{min}$ ):** es el valor de la carga por debajo del cual los resultados de las pesadas pueden estar sujetos a un excesivo error relativo; también suele llamársele Límite Inferior de Pesada. El valor de la carga mínima será determinado al momento de clasificar la balanza.

### Instrumentos de Pesar No Automáticos:

Los conceptos fundamentales relacionados con los instrumentos no automáticos, Así como de los requisitos metrológicos que se establecen a nivel internacional por la OIML, pueden ser encontrados en la Recomendación Internacional N° 76 de la O.I.M.L.(Instrumentos de pesar).



## CLASIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS DE PESAR NO AUTOMATICOS

**SEGÚN LA NATURALEZA DE SU FUNCIONAMIENTO:** los instrumentos de pesar No automáticos se dividen en:



Fig. 3.1.- Instrumento de Pesar de funcionamiento Automático

**Automáticos:** son aquellos en los cuales la posición de equilibrio se logra sin la intervención del operador (ej.: balanza de resorte). El operador solo interviene para colocar la carga en el plato.



Fig. 3.2.- Instrumento de Pesar de funcionamiento No Automático

**No Automáticos:** son aquellos en los cuales la posición de equilibrio es buscada por el operador, (ej: balanza Romana). El operador solo interviene para colocar la carga en el plato y desplazar los contrapesos en una escala.



Fig. 3.3.- Instrumento de Pesar de funcionamiento Semi-Automático

**Semi-Automáticos:** son aquellos que presentan una extensión de pesada de equilibrio automático y en la cual el operador interviene para aumentar esos límites (ej: balanza de cuadrante).



SEGÚN EL GRADO DE EXACTITUD: los instrumentos se clasifican en cuatro Clases de exactitud, cuya denominación y representación es la siguiente:

- |                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| <i>a) Clase I.</i>    | <i>Precisión Especial.</i>          |
| <i>b) Clase II.</i>   | <i>Precisión Alta o Fina.</i>       |
| <i>c) Clase III.</i>  | <i>Precisión Media o Comercial.</i> |
| <i>d) Clase IIII.</i> | <i>Precisión Ordinaria.</i>         |

La clase Especial agrupa a los instrumentos de mayor exactitud, mientras que algunas balanzas analíticas y de laboratorio, así como los instrumentos usados para la comercialización de metales y piedras preciosas se agrupan en la clase Alta. El resto de los instrumentos que se usan normalmente en el comercio se agrupan en la clase media mientras que los de menor exactitud se agrupan en la clase ordinaria.



Los dispositivos auxiliares de indicación se utilizan únicamente en los instrumentos de las clases I y II. Los más comunes son:

Tipo de Instrumento	Valor de división
Graduado sin dispositivo auxiliar de indicación	$e = d$
Graduado con dispositivo auxiliar de indicación	e se selecciona por el fabricante
No Graduado	e se selecciona por el fabricante

- a. Los jinetillos.
- b. Los interpoladores de lectura.
- c. Los dispositivos de indicación complementaria y
- d. Los dispositivos con  $d$  diferenciado.

Para los instrumentos con dispositivo auxiliar de indicación (fig.3.4) el valor de (e) se determina teniendo en cuenta lo siguiente:

$$d \leq e \leq 10 d$$



Fig. 3.4.- Dispositivo auxiliar de indicación



En la tabla 6 se muestra un ejemplo de selección de (e) para diferentes valores de (d) en el caso de instrumentos con dispositivos auxiliares de indicación.

**Tabla 6**

<b>d</b>	0,1 g	0,2 g	0,5 g
<b>e</b>	1 g	1 g	1 g
	e = 10d	e = 5d	e = 2d

**Tabla 7**

Clase de Exactitud	Escalón de Verificación (e)	Número de divisiones $n = C_{\max} / e$		Carga Mínima $C_{\min}$
		min	max	
Especial I	$0,001 \text{ g} \leq e$	50 000	-----	100 e
Alta II	$0,001 \text{ g} \leq e \leq 0,05 \text{ g}$	100	100 000	20 e
	$0,1 \text{ g} \leq e$	5 000	100 000	50 e
Media III	$0,1 \text{ g} \leq e \leq 2 \text{ g}$	100	10 000	20 e
	$5 \text{ g} \leq e$	500	10 000	20 e
Ordinaria IIII	$5 \text{ g} \leq e$	100	1 000	10 e

El escalón de verificación representa la exactitud absoluta de los instrumentos mientras que el número de divisiones ( $n = \max/e$ ), representa la precisión relativa.

Para calcular el número de divisiones de verificación de un instrumento se divide la carga máxima por el valor de división, por ejemplo: un instrumento con  $\text{Max} = 60 \text{ t}$  y  $d = 20 \text{ g}$  tiene 3 000 divisiones. Nótese que en la tabla 7, la carga mínima se da en valores de división como un límite mínimo.

Existen casos particulares de instrumentos que poseen varios rangos de la escala (de 0 a max) y por lo tanto, varios rangos de pesar (de min a max), cada uno de los cuales posee valores de d, e,  $C_{\min}$  y  $C_{\max}$  diferentes. Esos instrumentos se denominan multirango.

Los valores parciales de (e) en los instrumentos multirango deben ser tales que satisfagan la condición ( $e_1 < e_2 \dots < e_n$ ); donde n es el número de rangos. Para los efectos legales, cada rango se puede considerar como un instrumento particular.

También existen instrumentos de intervalos múltiples, que cuentan con un solo rango de la escala (de 0 a  $C_{\max}$ ) que se divide automáticamente en dos o más rangos parciales durante el ascenso o descenso de la carga, cada uno con diferente e,  $C_{\min}$ ,  $C_{\max}$ .



## Capítulo 3

### USO CORRECTO DE INSTRUMENTOS DE PESAJE

Quien trabaja con instrumentos de pesaje sabe el cuidado que hay que tener en su manejo para conseguir resultados fiables. Actualmente, las balanzas electrónicas se han simplificado mucho en su manejo y son capaces de soportar ciertos efectos ambientales perturbadores.

Con la presente información queremos referirnos a los puntos más importantes que deben tenerse en cuenta cuando se trabaja con este tipo de medios de medición de masa.

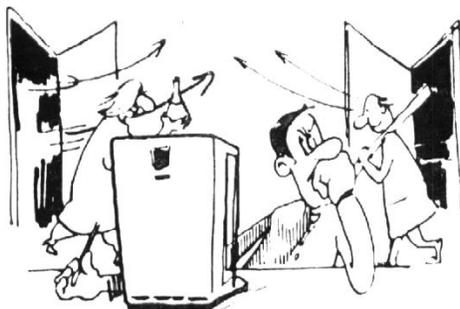
El tema está dividido en los apartados siguientes:

- a) Elección del emplazamiento de una balanza.
- b) Mesa de pesar.
- c) Manejo de la balanza.
- d) Errores de pesada debido a efectos físicos.

#### ELECCION DEL EMPLAZAMIENTO DE UNA BALANZA

La exactitud de los resultados de pesada depende no sólo de un trabajo de medida preciso, también guarda estrecha relación con el emplazamiento de la balanza. Por ello, para configurar un puesto de pesada óptimo hay que aclarar previamente los puntos siguientes y las consecuencias que de ellos se derivan:

1. Siempre que sea posible, la habitación en donde se monta la balanza sólo debe tener un acceso para que no pueda usarse como habitación de paso. Como puesto de trabajo son particularmente idóneos los rincones de una habitación que son, dentro de un edificio, los lugares más firmes con las menores vibraciones.



Nunca deben instalarse las balanzas cerca de ventanas, pues existe el peligro de que los rayos solares directos la calienten irregularmente. Lo mismo ocurre con los radiadores próximos que, además de la radiación térmica directa, suelen producir corrientes de aire bastantes fuertes. La balanza no debe montarse cerca de acondicionadores de aire, ni de ventiladores, los cuales producen turbulencias del aire.



2. Variación de la temperatura. Cuando cambia la temperatura en la habitación, cambia también con algún retraso la temperatura del interior de la balanza. Ella se traduce en un desplazamiento de la indicación de la balanza. Cuando se trabaja con balanzas de alta exactitud se deben tener el cuidado de mantener la temperatura con sistemas de control que en algunos casos llegan a ser muy sofisticados.



3. Humedad del aire. Cuanto mayor sea la resolución en la indicación de una balanza, más importantes son las diferencias en la humedad atmosférica, por lo que es



preciso controlarla o mantenerla constante. Se recomienda mantenerla entre 45% y 60 % de humedad relativa.



4. Iluminación. Lo más conveniente es una iluminación artificial en una habitación sin ventanas. Los aparatos de iluminación deben estar instalados a suficiente distancia de la mesa de pesar. Para evitar radiación térmica perturbadora, no deben instalarse lámparas de gran potencia, son recomendables tubos fluorescentes.

### MESA DE PESAR:

Los resultados de pesada de balanzas tienen la misma calidad que la mesa de pesar. Por ello, a la hora de elegir ésta debe prestarse atención a los puntos siguientes:

1. *No debe estar sometida a excesivas oscilaciones y vibraciones.*
2. *No deben ceder cuando se trabaja sobre ella.*
3. *Deben ser de material antimagnético.*
4. *Debe estar protegida contra la carga estática.*

No es conveniente la sujeción simultánea a pared y suelo, pues las vibraciones de uno se transmiten al otro. La mesa tampoco debe usarse para depositar objetos pesados. Su superficie no debe estar recubierta de placas de plástico, vidrio o metal a fin de evitar errores de pesada.





### MANEJO DE LA BALANZA:

Las balanzas son instrumentos de medida de máxima exactitud. Por este motivo, cuando se trabaja con ellas una regla general es: hacer la pesada con cuidado y tener en cuenta las exigencias reseñadas a continuación, aplicables al objeto y al manejo de la balanza, pero tardando el menor tiempo posible en la pesada.

#### Exigencias detalladas que han de tenerse en cuenta:

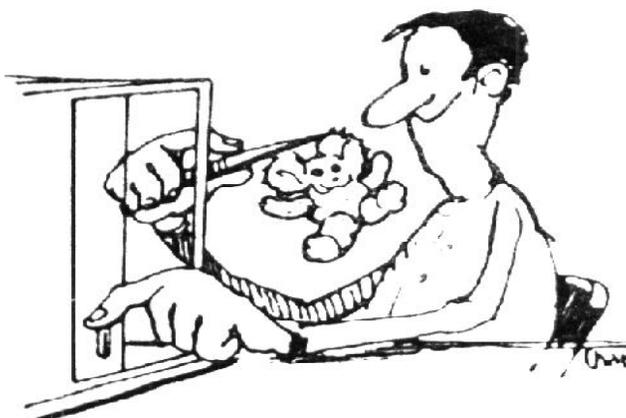
1. Conecte la balanza por lo menos 30 minutos antes de la primera pesada. Mejor aún, siempre que sea posible, deje la balanza conectada de modo permanente; así se eliminan las posibles derivas del cero y de sensibilidad, producidas por la fase de calentamiento de la balanza. Este tiempo de calentamiento se suprime, siempre que no se separen de la red por cortes de corriente eléctrica.



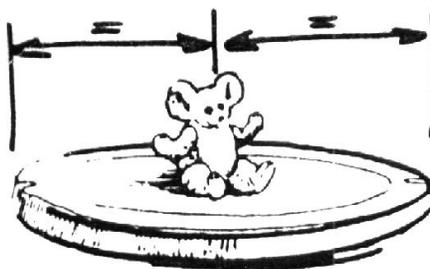
2. Antes de abrir la cámara de pesada, vea si la balanza señala exactamente cero; en otro caso, pueden introducirse errores del cero en su pesada.
3. No toque con los dedos el recipiente de tara ni la carga. Utilice pinzas largas o algo parecido; con el contacto puede variar la temperatura, así como la humedad del recipiente de tara y de la carga.



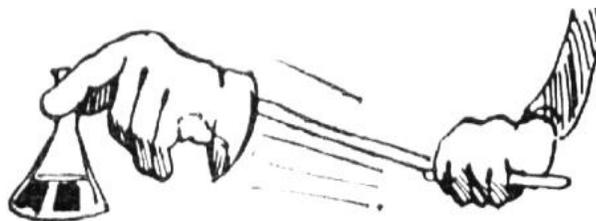
4. No abra la ventanilla de la cámara de pesada más que para poner el recipiente de tara y la carga sobre el platillo y sólo lo necesario para colocarlas cómodamente sobre el platillo; cada vez que se abre la cámara de pesada pueden originarse cambios de temperatura y turbulencias de aire.



5. Coloque su carga en el centro del platillo; así evita usted posibles errores por carga descentrada.



6. Tampoco meta las manos en la cámara de pesada, utilice pinzas largas o algo parecido. Puede usted cambiar la temperatura y la humedad de la cámara.





7. Cierre la cámara de pesada inmediatamente después de colocar el recipiente de tara o la carga en el platillo; cuanto más tiempo se mantenga abierta la cámara de pesada, mayor peligro hay de que varíe su temperatura, humedad y se originen turbulencias de aire.
8. Haga la lectura en cuanto el resultado de la pesada sea estable; su carga puede ceder o absorber humedad y así podría cambiar el peso.
9. Retire la carga del platillo en cuanto termine la pesada y cierre la cámara; la carga podría absorber calor y humedad de la cámara de pesada.
10. Mantenga limpios la cámara de pesada y el platillo. Utilice para pesar exclusivamente recipientes de tara limpios; el peso de cuerpos extraños y la suciedad pueden falsear su resultado de pesada.



11. No use recipientes de plástico, ni tampoco de vidrio, si la humedad del aire es inferior a 30% a 40% de humedad relativa; se corre el riesgo de que el recipiente de tara se cargue electrostáticamente.



12. Utilice en cualquier caso, el menor recipiente de tara que pueda.



13. Tenga en cuenta los posibles efectos de las películas acuosas; por esta razón, siempre que sea posible, no pese hasta que la carga no haya alcanzado la temperatura ambiente. Cualquier objeto tiene una película acuosa, que depende de la humedad del aire. El grosor de esta película depende a su vez de la temperatura del objeto con respecto a la del entorno, es decir, cuanto más baja es la temperatura del objeto frente a la temperatura ambiente, más gruesa es la película acuosa. Por ello, un objeto frío parece tener más peso, mientras que uno caliente, parece tener menos.
14. Tenga presentes los posibles efectos de la humedad sobre su carga. Seque primero las sustancias higroscópicas en un secador y procure enfriar la sustancia en un recipiente cerrado. Evite además, que la sustancia pueda absorber humedad ambiental otra vez cuando se lleva al platillo. Cuando se pese una sustancia húmeda, la proporción de humedad influye en el resultado de pesada; es decir, la sustancia parece tener demasiado peso. Las sustancias higroscópicas pueden cambiar también su peso durante la pesada. Lo manifiestan en el indicador de la balanza, que no puede equilibrarse en un valor estable.
15. Tenga en cuenta que una balanza electrónica micro, semimicro o analítica es un aparato de compensación de fuerzas, el cual ha de ser calibrado en su lugar de instalación. Deje su aparato conectado por lo menos una hora antes de la calibración. La calibración debe repetirse también periódicamente. La fuerza requerida para compensar una masa dada depende principalmente de la situación geográfica, por un lado, y de la altura sobre el mar, por otro. Si un instrumento de este tipo no se calibra o se calibra mal en su lugar de instalación, pueden aparecer serios errores de sensibilidad.

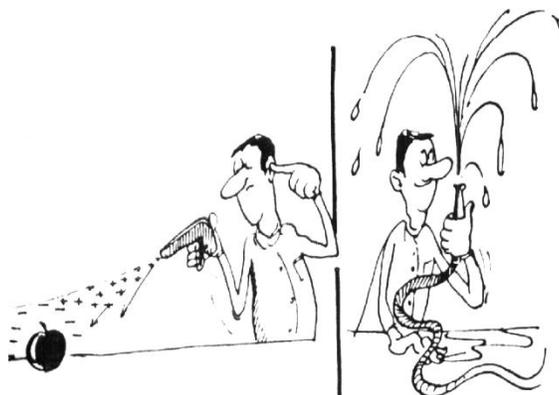


## ERRORES DE PESADAS DEBIDOS A EFECTOS FISICOS

1. Efectos Electrostáticos: los materiales de alto grado de aislamiento eléctrico (por ejemplo: el plástico, el vidrio, etc.) pueden cargarse electrostáticamente. Este proceso de carga es debido fundamentalmente a fricciones durante la manipulación o el transporte de los materiales (especialmente de polvos, granulados, etc.). Cuando se pesa el material cargado electrostáticamente, pueden surgir graves errores de pesada, producidos precisamente por las fuerzas electrostáticas que se originan entre estos materiales y su entorno (por ejemplo: caja de la balanza, cámara de pesada, etc.). Cuando el material y su entorno presentan la misma carga, las cargas de ambas se repelen. Pero si las cargas son diferentes, material y entorno se atraen. Por ello es puro azar el que el peso de un material cargado electrostáticamente sea demasiado alto o demasiado bajo.

Corrección: Es posible reducir en gran parte el efecto de fuerzas electrostáticas sobre el resultado de la pesada con precauciones como:

- .-Poner a tierra el platillo.
- .-Aumentar la humedad del aire.
- .-Evitar que el personal operador lleve ropa de nylon.

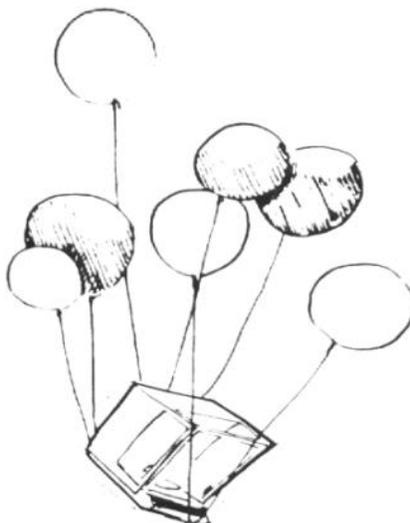


2. Empuje del aire: tomando por base la ley de Arquímedes, “un cuerpo pierde un peso equivalente al medio que desplaza.” Puesto que un metro cúbico de aire a 20 °C corresponde un peso de 1,2 mg, pueden producirse errores, sobre todo en el caso de cuerpos con peso específico bajo.

Corrección: Después de la pesada, el peso del aire desplazado se agrega al resultado. Dicho peso del aire desplazado se calcula multiplicando el volumen del material por el peso del aire (unos 1,2 miligramos por centímetros cúbicos). Con



pesos más altos se recomienda una determinación más precisa de la densidad del aire, que depende de la presión atmosférica y de la temperatura, así como, en cierto grado, de la humedad.



3. Efectos magnéticos: Las balanzas electrónicas micro, semimicro y analíticas son instrumentos de máxima resolución. Por esta razón la pesada de piezas magnéticas será siempre problemática, pues debido a las partes ferromagnéticas próximas (caja de la balanza, armaduras de la mesa, etc.) se originan fuerzas magnéticas que influyen sobre el resultado de la pesada.

Corrección: Desmagnetización de la pieza o blindaje completo en micrometal de grosor adecuado.



## BIBLIOGRAFIA:

- Organización Internacional de Metrología Legal (OIML). R.I. 111. Pesas de Clases las E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>1-2</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub> y M<sub>3</sub>. 2004.
- Organización Internacional de Metrología Legal (OIML). R.I. 76. Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático. 2006.
- H. Beens, Physikalisch Balanzas. (1990). Technische Bundesanstalt
- Norma Covenin N° 2550-8. Instrumentos de Pesar. (1988)
- Norma Covenin N° 2960-92. Pesas Paralelepipedicas. (1992)
- Norma Covenin N° 2961-92. Pesas Cilíndricas. (1992)
- Physikalisch Technische Bundesanstalt. (1990). Reglamento de Verificación de balanzas.