

# CAPÍTULO 4

## Balanzas

Código (s) ECRI	Denominación (es) ECRI
10-261	Balanzas
10-263	Balanzas electrónicas
18-449	Balanzas electrónicas analíticas
18-451	Balanzas microelectrónicas, microanalíticas

### BALANZAS

La balanza es un instrumento que mide la masa de un cuerpo o sustancia, utilizando como medio de comparación la fuerza de la gravedad que actúa sobre el cuerpo. La palabra proviene de los términos latinos *bis* que significa *dos* y *linx, plato*. Se debe tener en cuenta que el peso es la fuerza que el campo gravitacional ejerce sobre la masa de un cuerpo, siendo tal fuerza el producto de la masa por la aceleración local de la gravedad. [ $F = m \times g$ ]. El término *local* se incluye para destacar que la aceleración depende de factores como la latitud geográfica, la altura sobre el nivel del mar y la densidad de la tierra, en el lugar donde se efectúa la medición. Dicha fuerza se mide en Newton. La balanza tiene otros nombres, entre los que destacan *báscula* y *pesa*.

### FOTOGRAFÍAS DE BALANZAS<sup>1</sup>



Balanza mecánica



Balanza electrónica

### PROPÓSITO DE LA BALANZA

La balanza se utiliza para medir la masa de un cuerpo o sustancia o también el peso de los mismos, dado que entre masa y peso existe una relación bien definida. En el laboratorio se utiliza la balanza para efectuar actividades de control de calidad –con dispositivos como las pipetas–, para preparar mezclas de componentes en proporciones predefinidas y para determinar densidades o pesos específicos.

### PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

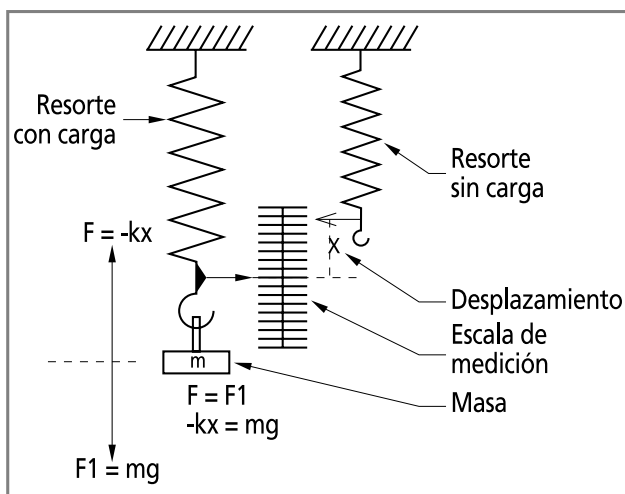
Las balanzas se diferencian entre sí por el diseño, los principios utilizados y los criterios de metrología que utilizan. En la actualidad podría considerarse que existen dos grandes grupos: las balanzas mecánicas y las balanzas electrónicas.

<sup>1</sup> [http://www.ohaus.com/input/media/picture\\_s/EP64C\\_s.jpg](http://www.ohaus.com/input/media/picture_s/EP64C_s.jpg) / <http://www.ohaus.com/products/ind/mechanical.asp>

## Balanzas mecánicas

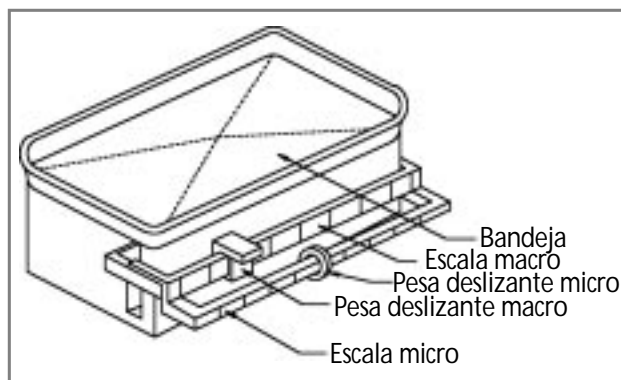
Algunas de las más comunes son las siguientes:

**1. Balanza de resorte.** Su funcionamiento está basado en una propiedad mecánica de los resortes, que consiste en que la fuerza que ejerce un resorte es proporcional a la constante de elasticidad del resorte [k] multiplicada por la elongación del mismo [x] [ $F = -kx$ ]. Lo anterior implica que mientras más grande sea la masa [m] que se coloca en el platillo de la balanza, mayor será la elongación, siendo la misma proporcional a la masa y a la constante del resorte. La calibración de una balanza de resorte depende de la fuerza de gravedad que actúa sobre el objeto, por lo que deben calibrarse en el lugar de empleo. Se utilizan si no se requiere gran precisión.



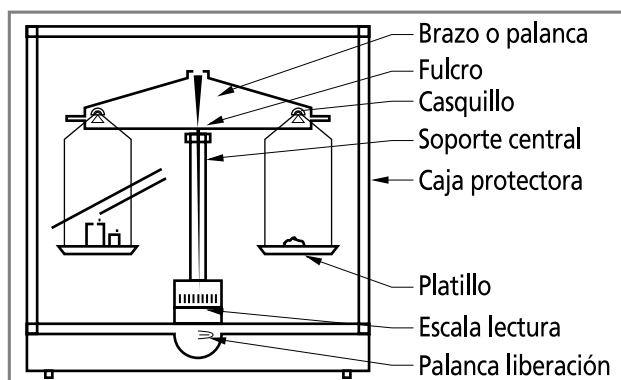
**Ilustración 7:** Balanza de resorte

**2. Balanza de pesa deslizante.** Dispone de dos masas conocidas que se pueden desplazar sobre escalas –una con una graduación macro y la otra con una graduación micro–; al colocar una sustancia de masa desconocida sobre la bandeja, se determina su peso deslizando las masas sobre las escalas mencionadas hasta que se obtenga la posición de equilibrio. En dicho momento se toma la lectura sumando las cantidades indicadas por la posición de las masas sobre las escalas mencionadas.



**Ilustración 8:** Balanza de pesa deslizante

**3. Balanza analítica.** Funciona mediante la comparación de masas de peso conocido con la masa de una sustancia de peso desconocido. Está construida con base en una barra o palanca simétrica que se apoya mediante un soporte tipo cuchilla en un punto central denominado *fulcro*. En sus extremos existen unos estribos o casquillos que también están soportados mediante unas cuchillas que les permiten oscilar suavemente. De allí se encuentran suspendidos dos platillos. En uno se colocan las masas o pesas certificadas y en el otro aquellas que es necesario analizar. Todo el conjunto dispone de un sistema de aseguramiento o bloqueo que permite a la palanca principal reposar de forma estable cuando no es utilizada o cuando se requieren modificar los contrapesos. Dispone de una caja externa que protege la balanza de las interferencias, como corrientes de aire, que pudieran presentarse en el lugar donde se encuentra instalada. En la actualidad, se considera que una balanza analítica es aquella que puede pesar diez milésimas de gramo (0,0001 g) o cien milésimas de gramo (0,00001 g); tienen una capacidad que alcanza generalmente hasta los 200 gramos.

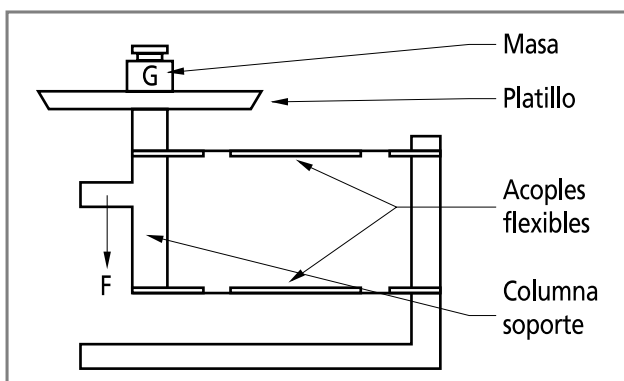


**Ilustración 9:** Balanza analítica

Para utilizarlas se requiere disponer de un juego de masas certificadas, el cual dispone de piezas con masa de diversa magnitud. El juego está por lo general compuesto por las siguientes piezas:

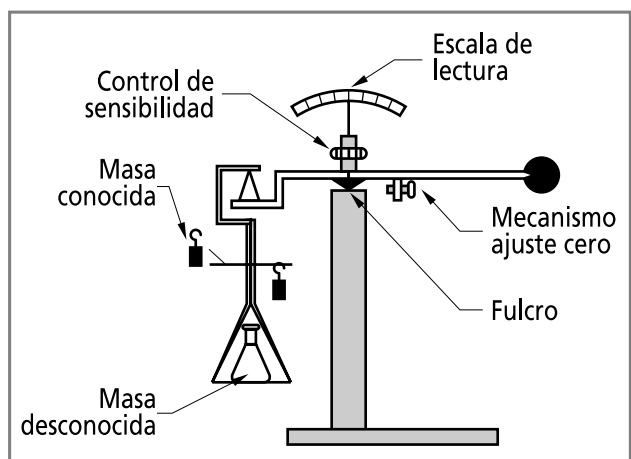
Tipo de masa	Capacidad <sup>2</sup>
Piezas simples	1 g, 2 g, 5 g, 10 g, 20 g, 50 g, 100 g, 200 g y 500 g
Piezas fraccionales	2 mg, 5 mg, 10 mg, 20 mg, 50 mg, 100 mg, 200 mg y 500 mg

**4. Balanza de plato superior.** Este tipo de balanza dispone de un platillo de carga colocado en la parte superior, el cual es soportado por una columna que se mantiene en posición vertical por dos pares de guías que tienen acoples flexibles. El efecto de la fuerza, producido por la masa, es transmitido desde algún punto de la columna vertical o bien directamente o mediante algún mecanismo a la celda de carga. La exigencia de este tipo de mecanismo consiste en mantener el paralelismo de las guías con una exactitud de hasta  $\pm 1 \mu\text{m}$ . Las desviaciones de paralelismo causan un error conocido como de carga lateral que se presenta cuando la masa que está siendo pesada muestra diferencias, si la lectura se toma en el centro del platillo o en uno de sus extremos. El esquema que se incluye a continuación explica el principio de operación, el cual algunos fabricantes han introducido a las balanzas electrónicas.



**Ilustración 10:** Balanza de plato superior

**5. Balanza de sustitución.** Es una balanza de platillo único. Se coloca sobre el platillo de pesaje una masa desconocida que se equilibra al retirar, del lado del contrapeso, masas de magnitud conocida, utilizando un sistema mecánico de levas hasta que se alcance una posición de equilibrio. El fulcro generalmente está descentrado con relación a la longitud de la viga de carga y colocado cerca del frente de la balanza. Cuando se coloca una masa sobre el platillo de pesaje y se libera la balanza del mecanismo de bloqueo, el movimiento de la viga de carga se proyecta mediante un sistema óptico a una pantalla localizada en la parte frontal del instrumento.



**Ilustración 11:** Balanza de sustitución

### Verificación de operación

A continuación, se describe el procedimiento utilizado para verificar el funcionamiento de una balanza mecánica típica. La descripción del proceso se basa en la balanza de sustitución.

1. Verificar que la balanza esté nivelada. La nivelación se logra mediante mecanismos de ajuste roscado, ubicados en la base de la balanza. El nivel se logra centrando una burbuja sobre una escala visible en la parte frontal de la base de la balanza.
2. Comprobar el punto cero. Colocar en cero los controles y liberar la balanza. Si la escala de lectura no se mantiene en cero, es necesario

<sup>2</sup> Manual of Basic Techniques for a Health Laboratory, Geneva, World Health Organization, 2nd. Edition, 2003.

ajustar el mecanismo de ajuste de cero que es un tornillo estriado ubicado en posición horizontal cerca al fulcro. Para esto es necesario bloquear la balanza y ajustar suavemente el citado mecanismo. El proceso continúa hasta que el cero ajuste correctamente en la escala de lectura.

3. Verificar y ajustar la sensibilidad. Esta se reajusta siempre que se haya efectuado algún ajuste interno. Se efectúa con una pesa patrón conocida y se procede siguiendo estos pasos:

- a) Bloquear la balanza.
- b) Colocar un peso patrón en el platillo, equivalente al rango de la escala óptica.
- c) Colocar la graduación de la década de peso inferior en uno (1).
- d) Liberar la balanza.
- e) Ajustar el punto cero.
- f) Colocar nuevamente la graduación de la década de peso inferior en cero (0). La balanza deberá marcar 100. Si la escala marca menos o más que 100, se debe ajustar el control de sensibilidad. Esto supone bloquear la balanza, levantar la cubierta superior y girar el tornillo de sensibilidad: si la escala marca más de 100, girar el tornillo en el sentido de las agujas del reloj, es decir, hacia abajo. Si la escala marca menos de 100, es necesario desenroscar el tornillo. Luego se repite el proceso hasta que quede ajustada la balanza (ajustar en cero y la sensibilidad).

4. Confirmar el freno del platillo. Este se encuentra montado sobre un eje roscado que, cuando está bloqueada la balanza, toca el platillo para evitar que oscile. En caso de desajuste se debe rotar suavemente el eje, hasta que la distancia entre el freno y el platillo sea cero cuando la balanza está bloqueada.

### Mantenimiento de la balanza mecánica

El mantenimiento de las balanzas mecánicas está limitado a las siguientes rutinas:

#### Frecuencia: Diaria

1. Verificar el nivel.
2. Verificar la graduación de cero.

3. Verificar el ajuste de sensibilidad.
4. Limpiar el platillo de pesaje.

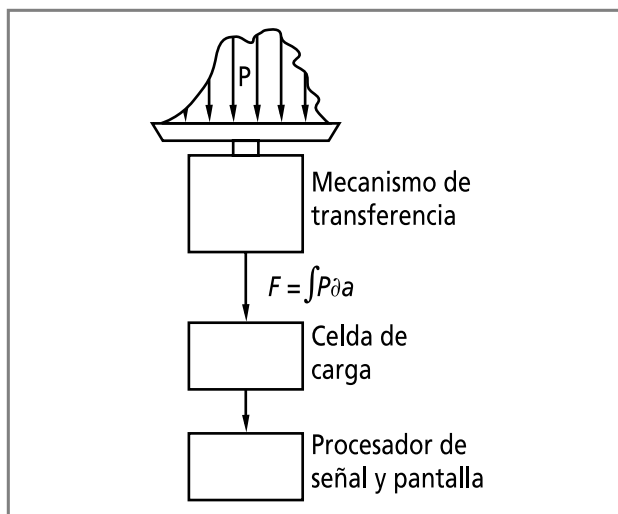
#### Frecuencia: Anual

1. Calibrar la balanza y documentar el proceso.
2. Desensamblar y limpiar los componentes internos. Se debe seguir el proceso definido por el fabricante, o contratarse una firma especializada para el efecto.

### Balanzas electrónicas

Las balanzas electrónicas involucran tres elementos básicos<sup>3</sup>:

1. El objeto a ser pesado que se coloca sobre el platillo de pesaje ejerce una presión que está distribuida de forma aleatoria sobre la superficie del platillo. De allí, mediante un mecanismo de transferencia –palancas, apoyos, guías–, se concentra la carga del peso en una fuerza simple [F] que puede ser medida.  $[F = \int P \partial a]$  La integral de la presión sobre el área permite calcular la fuerza.
2. Un transductor de medida, conocido con el nombre de *celda de carga*, produce una señal de salida proporcional a la fuerza de carga, en forma de cambios en el voltaje o de frecuencia.
3. Un circuito electrónico análogo digital que finalmente presenta el resultado del pesaje en forma digital.



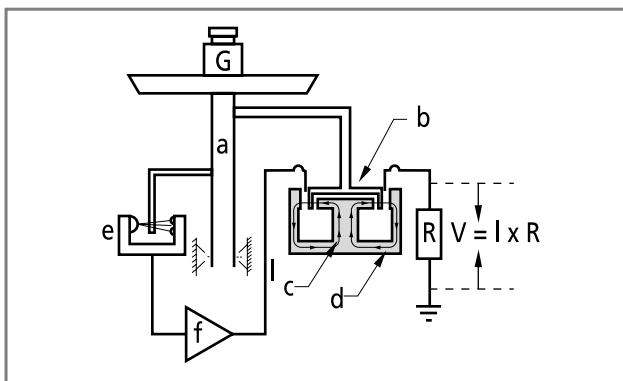
**Ilustración 12:** Elementos de las balanzas electrónicas

<sup>3</sup> Kupper, W., *Balances and Weighing*, Mettler Instrument Corp., Princeton-Hightstown, NJ.

Las balanzas de laboratorio operan de acuerdo al principio de compensación de fuerza electromagnética, aplicable a desplazamientos o torques donde se combina la exactitud de los componentes mecánicos con los sistemas automáticos de lectura.

**Funcionamiento.** Las partes móviles (platillo de pesaje, columna de soporte [a], bobina, indicador de posición y carga [G] –objeto en proceso de pesaje–) son mantenidas en equilibrio –en flotación– por una fuerza de compensación [F] que es igual al peso. La fuerza de compensación es generada por el flujo de una corriente eléctrica, a través de una bobina ubicada en el espacio de aire existente en un electroimán –magneto–cilíndrico. La fuerza  $F$  es calculada mediante la ecuación  $[F = I \times l \times B]$ , donde:  $I$  = corriente eléctrica,  $l$  = longitud total del alambre de la bobina y  $B$  = intensidad de flujo magnético en el espacio de aire del electroimán.

Con cualquier cambio en la carga –peso/masa–, el sistema móvil –mecánico– responde, desplazándose verticalmente una fracción de distancia, detectada por un fotosensor [e], que como resultado envía una señal eléctrica al servoamplificador [f] que cambia el flujo de corriente eléctrica que pasa por la bobina del magneto [c], de forma que el sistema móvil retorne a la posición de equilibrio al ajustarse el flujo magnético en el electroimán. En consecuencia, el peso de la masa  $G$  se puede medir de forma indirecta, a partir del flujo de corriente eléctrica que pasa por el circuito midiendo el voltaje [V], a través de una resistencia de precisión [R].  $[V = I \times R]$ . A la fecha han sido desarrollados muchos sistemas que utilizan la electrónica para efectuar mediciones muy exactas de masa y peso. El esquema que se presenta a continuación explica la forma en que funciona la balanza electrónica.



**Ilustración 13:** Principio fuerza de compensación

### Sistema de procesamiento de la señal

El sistema de procesamiento de la señal está compuesto por el circuito que transforma la señal eléctrica, emitida por el transductor de medida en datos numéricos que pueden ser leídos en una pantalla. El proceso de la señal comprende las siguientes funciones:

1. *Tara.* Se utiliza para colocar en cero el valor de la lectura, con cualquier carga dentro del rango de capacidad de la balanza. Se controla con un botón ubicado generalmente en el frente de la balanza.
2. *Control para ajuste del tiempo de integración.* Los valores de peso son promediados durante un período predefinido de tiempo. Dicha función es muy útil cuando se requiere efectuar operaciones de pesaje en condiciones inestables. Por ejemplo: presencia de corrientes de aire o vibraciones.
3. *Redondeo del resultado.* En general las balanzas electrónicas procesan datos internamente de mayor resolución que aquellos que se presentan en la pantalla. De esta forma se logra centrar exactamente la balanza en el punto cero, cuando la balanza es tarada. El valor interno neto se redondea en la pantalla.
4. *Detector de estabilidad.* Se utiliza en operaciones de pesaje secuencial y permite comparar los resultados entre sí. Cuando el resultado se mantiene, es liberado y puesto en pantalla, aspecto que se detecta al encenderse el símbolo de la unidad de peso seleccionada.
5. *El procesamiento electrónico de las señales* permite disponer de otras funciones tales como conteo de partes, valor porcentual, valor objetivo, entre otras. Dichos cálculos son realizados por el microprocesador, de acuerdo con las instrucciones que el operador ingresa a través del teclado de la balanza.

### Clasificación de balanzas

La Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) ha clasificado las balanzas en cuatro grupos:

1. Grupo I: balanzas de exactitud especial
2. Grupo II: balanzas de exactitud alta
3. Grupo III: balanzas de exactitud media
4. Grupo IV: balanzas de exactitud ordinaria

La gráfica que se presenta a continuación muestra dicha clasificación.

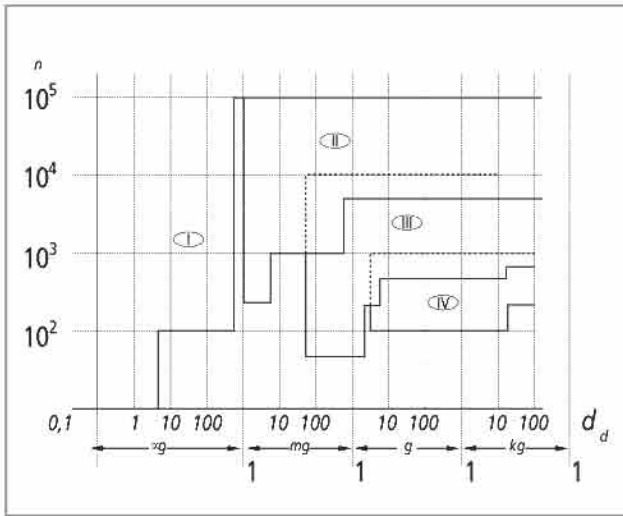


Ilustración 14: Clasificación de balanzas por grupos de exactitud

1. La carga máxima [Máx.]
2. El valor de la división digital [ $d_d$ ]<sup>4</sup>

El número de divisiones de la escala se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\text{Máx.}}{d_d}$$

La OIML acepta la siguiente convención para las balanzas de laboratorio:

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Ultramicroanalíticas | $d_d = 0,1 \mu\text{g}$ |
| 2. Microanalíticas      | $d_d = 1 \mu\text{g}$   |
| 3. Semimicroanalíticas  | $d_d = 0,01 \text{ mg}$ |
| 4. Macroanalíticas      | $d_d = 0,1 \text{ mg}$  |
| 5. De carga superior    | $d_d \geq 1 \text{ mg}$ |

**Control balanza electrónica**

A continuación, se ofrece un esquema del control típico que puede tener una balanza electrónica moderna.

En la clasificación metrológica de las balanzas electrónicas solo dos parámetros son de importancia:

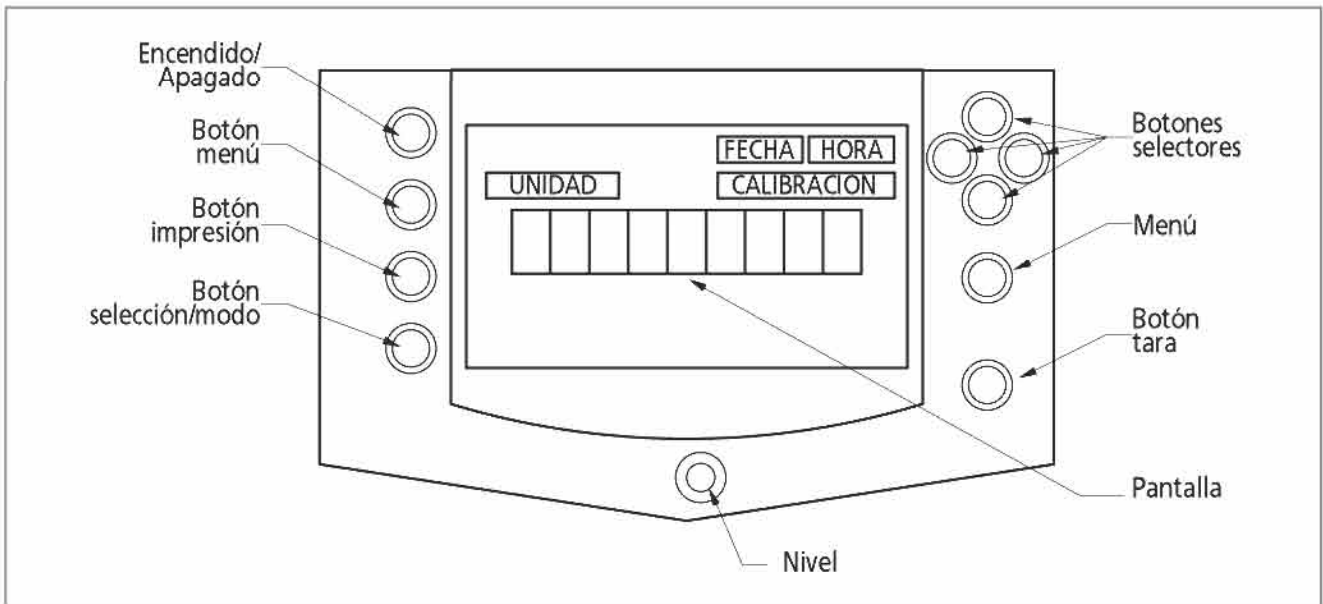


Ilustración 15: Control balanza analítica

<sup>4</sup> Kupper, W., *Balances and Weighing*, Mettler Instrument Corp., Princeton-Hightstown, NJ.

De este esquema es necesario destacar lo siguiente:

1. Las funciones incorporadas pueden llegar a ser numerosas.
2. Se pueden seleccionar diversas unidades de medida.
3. Es posible conocer la fecha y la hora en las cuales se realizan las mediciones.
4. Se pueden imprimir y documentar los procedimientos realizados.
5. Es posible seleccionar el idioma.

### SERVICIOS REQUERIDOS

Para instalar y utilizar satisfactoriamente una balanza, se requiere lo siguiente:

1. Disponer de un ambiente que no presente corrientes de aire, cambios bruscos de temperatura y que esté libre de polvo.
2. Tener un mesón perfectamente nivelado. Es ideal una plataforma de alta inercia, aislada de las estructuras ubicadas en la vecindad, para reducir el efecto de las vibraciones que emiten ciertos equipos como centrífugas y refrigeradores. La misma debe tener un área suficiente para instalar la balanza y aquel equipo auxiliar con el que se interactúa en los procesos de pesaje. De igual manera se debe prever el espacio requerido por los cables de interconexión, corriente eléctrica, conexión al sistema de información, a la impresora, etc.
3. Evitar que en la vecindad se encuentren instalados equipos que produzcan campos magnéticos elevados o vibraciones como centrífugas, motores eléctricos, compresores y generadores.
4. Evitar que se encuentre bajo la influencia directa de los sistemas de aire acondicionado –corrientes de aire– y de la luz solar.
5. Disponer de una toma eléctrica en buen estado, dotada con polo a tierra provista de interruptores, que cumpla con la normatividad eléctrica vigente en el país o el laboratorio.

### Operación de la balanza electrónica

La operación de una balanza electrónica moderna está claramente definida en el manual de operación que suministran los fabricantes. En general se debe cumplir el siguiente procedimiento:

1. Permitir que la balanza equilibre sus condiciones con las del ambiente donde de encuentra instalada.
2. Permitir que la balanza se precaliente antes de iniciar las actividades. Normalmente basta que la misma se encuentre conectada al sistema de alimentación eléctrico. Algunos fabricantes sugieren que se deje transcurrir un período de tiempo de al menos 20 minutos, desde el momento en que se energiza hasta el momento en que se inicia la utilización de la misma. Las balanzas analíticas Clase I requieren al menos 2 horas antes de iniciar su utilización.
3. Verificar que la balanza se encuentre calibrada. Las balanzas electrónicas por lo general disponen de una calibración hecha en fábrica, almacenada en la memoria, la cual puede utilizarse si no se dispone de masas de calibración. Si se requiere realizar la calibración, se debe disponer de masas calibradas para poder efectuar el procedimiento que indique el fabricante. Las masas calibradas utilizadas deben cumplir o exceder las tolerancias ASTM. Como información general se incluye a continuación una tabla que presenta las tolerancias aceptadas para las masas ASTM Clase 1<sup>5</sup>.

Peso (gramos)	Límite superior (g)	Límite inferior (g)
100	100,0003	99,9998
200	200,0005	199,9995
300	300,0008	299,9993
500	500,0013	499,9988
1 000	1000,0025	999,9975
2 000	2000,0050	1999,9950
3 000	3000,0075	2999,9925
5 000	5000,0125	4999,9875

<sup>5</sup> *Field Services Handbook for High Precision Scales*, IES Corporation, Portland, Oregon, 2004.

4. Seguir las instrucciones que indica el fabricante en el manual de operación.

**Calibración de las balanzas**

El proceso de calibración de balanzas debe ser realizado por personal capacitado específicamente en esta actividad. Como aspecto

fundamental se destaca que la calibración se debe realizar con base en los lineamientos de la OIML o de otra entidad equivalente como puede ser la Sociedad Americana para Ensayo de Materiales (ASTM), instituciones que han desarrollado metodologías para clasificar las pesas o masas patrón, utilizadas en los procesos mencionados. A continuación, se incluye la tabla de clasificación de pesas de referencia que utiliza la OIML.

**Tabla de clasificación de pesos de referencia OIML<sup>6</sup>**

CLASE	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA	INCERTIDUMBRE PERMITIDA	FRECUENCIA DE RECALIBRACIÓN
E1	Pesas de acero inoxidable sin marcas o cámara de ajuste	± 0,5 ppm en 1 kg	± 1/3 de la tolerancia	2 años
E2	Pesas de acero inoxidable sin marcas o cámara de ajuste	± 1,5 ppm en 1 kg	± 1/3 de la tolerancia	2 años
F1	Pesas de acero inoxidable con botón roscado para proteger cámara de ajuste	± 5 ppm en 1 kg	± 1/5 de la tolerancia	1 año
F2	Pesas de bronce plateado	± 15 ppm en 1 kg	± 1/5 de la tolerancia	1 año
M1	Pesas de bronce –que no se corroan o manchen– o de fundición de hierro con terminado en pintura de buena calidad	± 50 ppm en 1 kg	± 1/5 de la tolerancia	1 año
M2	Pesas de bronce o fundición de hierro (pesas de comercio)	± 200 ppm en 1 kg	± 1/5 de la tolerancia	1 año

Cualquier proceso de calibración debe realizarse utilizando un peso patrón, y los resultados obtenidos se analizarán para determinar si se encuentran dentro de las tolerancias aceptables. Se deben seleccionar los pesos patrón, dependiendo de la capacidad de la

balanza. La tabla que se muestra a continuación complementa la anterior y es una guía que ayuda a determinar el tipo de peso patrón que debe utilizarse en los procesos de calibración de una balanza en función de su capacidad.

**Tabla de pesos patrón a utilizar según capacidad de la balanza**

CAPACIDAD	RESOLUCIÓN							
	100 g	10 g	1 g	100 mg	10 mg	1 mg	0,1 mg	≤0,01 mg
Hasta 200 g	-	-	-	M1	M1	F2	F1	E2
200 g a 1 kg	-	-	M1	M1	F2	F1/E2	E2	E2
1 kg a 30 kg	M2	M2	M1	F2	E2	E2	E2	-
30 kg a 100 kg	M2	M1	F2	F1	E2	-	-	-
Más de 100 kg	M2	M1/F2	F1	E2	-	-	-	-

<sup>6</sup> Guidelines for calibration in laboratories, Drinking Water Inspectorate By LGC (Teddington) Ltd., December 2000.



## RUTINAS DE MANTENIMIENTO

La balanza se caracteriza por ser un instrumento de alta precisión. Por tal motivo las rutinas de mantenimiento a cargo del operador son mínimas y se encuentran limitadas a las siguientes:

### Actividades diarias

1. Limpiar el platillo de pesaje, para que este se encuentre libre de polvo o suciedad. La limpieza se efectúa con una pieza de tela limpia que puede estar humedecida con agua destilada. Si es necesario retirar alguna mancha, se puede aplicar un detergente suave. También se puede usar un pincel de pelo suave para remover las partículas o el polvo que se hubiesen depositado sobre el platillo de pesaje.

2. Limpiar externa e internamente la cámara de pesaje. Verificar que los vidrios estén libres de polvo.
3. Verificar que los mecanismos de ajuste de la puerta frontal de la cámara de pesaje funcionen adecuadamente.

**Muy importante:** Nunca lubricar una balanza a menos que el fabricante lo indique expresamente. Cualquier sustancia que interfiera con los mecanismos de la balanza retardan su respuesta o alteran definitivamente la medida.

**Nota:** Por lo general, el fabricante o el representante en instalaciones especializadas realiza el mantenimiento de las balanzas, siguiendo procedimientos que varían dependiendo del tipo y modelo de balanza.

**Tabla de solución de problemas (balanza electrónica)**

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	REMEDIO
La balanza no enciende.	Cable de interconexión desconectado o mal ajustado en la balanza.	Revisar conexión. Ajustar cable conector si es del caso.
	La toma eléctrica desenergizada.	Verificar alimentación eléctrica.
La lectura del peso es incorrecta.	La balanza no fue puesta en cero antes de la lectura.	Colocar en cero la balanza; repetir la medida.
	La balanza mal calibrada.	Calibrar de acuerdo con el procedimiento recomendado por el fabricante.
	La balanza desnivelada.	Nivelar la balanza.
La balanza no muestra en pantalla las unidades deseadas de medida.	Unidades mal seleccionadas.	Revisar el procedimiento definido por el fabricante para seleccionar la unidad de medida requerida.
	La unidad requerida no habilitada.	Habilitar la unidad de medida de acuerdo al procedimiento definido por el fabricante.
No se puede cambiar la configuración del menú de la balanza.	El menú puede estar bloqueado.	Verificar si el interruptor de bloqueo está activado. Desactivar si es del caso.
La balanza es incapaz de guardar las selecciones o cambios.	No se ha oprimido la tecla Fin, para terminar el proceso.	Verificar la forma en que se realizan los cambios o selecciones, de acuerdo con el manual del fabricante. Repetir la selección o cambio.
		Apagar, esperar un momento y encender nuevamente.
La lectura de la balanza es inestable.	Vibración en la superficie del mesón.	Colocar la balanza sobre una superficie estable.
	Puerta frontal de la balanza abierta.	Cerrar la puerta frontal para efectuar la medición.

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	REMEDIO
La interfase RS232 no funciona.	Cable de interconexión mal ajustado.	Verificar la conexión del cable de interconexión.
La pantalla presenta lecturas incompletas o se encuentra bloqueada.	Microprocesador bloqueado.	Apagar la balanza y un momento después encenderla. Si la situación persiste, solicitar servicio técnico al representante.
La pantalla presenta un código de error.		Verificar los códigos de error en el manual de la balanza.

**Tabla de errores funcionales y sus posibles causas**

ERROR FUNCIONAL	CAUSA PROBABLE
Lecturas no reproducibles (histéresis).	Suciedad en la celda de medición.
	La celda de medición mal ensamblada.
Lecturas no lineales.	Sistema electrónico defectuoso.
	Sistema mecánico en malas condiciones.
Lectura digital avanza continuamente en una dirección.	Sistema electrónico defectuoso.
	Cambia la temperatura del ambiente.
La lectura digital avanza y retrocede continuamente.	Celda de medición sucia.
	Sistema electrónico defectuoso.
	Problemas ambientales como corrientes de aire, electricidad estática o vibraciones.
La pantalla digital en blanco o muestra signos sin sentido.	Sistema electrónico defectuoso.
La pantalla indica condición de sobrecarga o carga negativa sin que exista carga aplicada.	Celda de medición dañada por sobrecarga.
	Celda de medición ensamblada de forma errónea.
La balanza no puede calibrarse.	Batería de calibración defectuosa.
	Sistema electrónico defectuoso.
	Celda de medición ensamblada de forma incorrecta.

**DEFINICIONES BÁSICAS**

**ASTM.** Sociedad Americana de Ensayo de Materiales (American Society for Testing and Materials).

**Calibración.** Determinación del valor correcto de la lectura de un instrumento, por medición o comparación de la misma contra un estándar o patrón. Una balanza se calibra mediante la utilización de pesas patrón.

**Carga lateral.** Habilidad de una balanza para leer de forma consistente el valor de las masas, sin importar la posición de las mismas sobre el platillo de pesaje. En inglés se denomina *cornerload*.

**Error de carga lateral.** Desviación que se presenta en los resultados cuando se pesa un objeto, colocándolo en diferentes posiciones del platillo de pesaje. Por ejemplo: entre el centro del platillo y luego en uno de sus bordes.

**Error de linealidad.** Diferencia que se presenta cuando la balanza se carga de manera sucesiva, incrementando la cantidad de peso en igual magnitud hasta lograr su máxima capacidad, para luego descargarla siguiendo un proceso análogo al mencionado. Las diferencias que se presentan entre las lecturas obtenidas y los valores aritméticos, correspondientes a las pesas utilizadas, se interpretan como la no-linealidad.

**Error de sensibilidad.** Desviación constante a través del rango de pesaje o capacidad de una balanza.

**Exactitud.** Suma de todos los errores de la balanza. Se le denomina *banda tota de error*.

**Histéresis.** Diferencia que se presenta en los resultados cuando se aumenta o disminuye la carga en la balanza.

**Linealidad.** Concepto que aplica a la capacidad o habilidad de una balanza para lograr lecturas exactas de peso de masas menores a la de su capacidad total. Si se dibujara una gráfica entre peso, comparado con la indicación de peso en una balanza perfectamente lineal, el resultado final sería una línea recta. Para determinar el error de linealidad de una balanza, se deben utilizar masas certificadas. El procedimiento que permite calcular las diferencias de linealidad consiste en efectuar lecturas con masas certificadas –la misma masa– con y sin precarga. La diferencia entre las dos lecturas permite calcular el error de linealidad.

**Masa.** Propiedad de la materia que se manifiesta a través de fenómenos tales como la atracción de los cuerpos, mediante la fuerza de gravedad o mediante la inercia –resistencia a cambiar el estado de reposo o movimiento bajo–. La unidad fundamental para expresar el concepto de masa es el kilogramo [kg].

**Masas certificadas.** Masas que cumplen con las tolerancias definidas por los entes de certificación. Los estándares ASTM clases 1 a 4 son de amplia utilización y son referencia obligada para realizar las rutinas de calibración.

**OIML.** Oficina Internacional de Metrología Legal.

**Sensibilidad.** Masa más pequeña que puede ser detectada por la balanza. También se entiende como la masa más pequeña que la balanza medirá correctamente.

**Trazabilidad.** Posibilidad de relacionar el grupo de medidas de un instrumento con un estándar definido.

## ***Bibliografía***

---

*Explorer Pro. Instruction Manual*, Ohaus Corporation, Part N° 80250955, 2003.  
(www.ohaus.com)

*Field Services Handbook for High Precision Scales*, IES Corporation, Portland, Oregon, 2004.

*Guidelines for calibration in laboratories*, Drinking Water Inspectorate By LGC (Teddington) Ltd., December 2000.  
(<http://www.dwi.gov.uk/regs/crypto/..%5Ccrypto%5Cpdf%5CCalibration%20guidelines.pdf>)

Kupper, W., *Balances and Weighing*, Mettler Instrument Corp., Princeton-Hightstown, NJ.

*Mantenimiento y reparación del equipo de laboratorio, diagnóstico por imagen y hospital*, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1996.

*Manual of Basic Techniques for a Health Laboratory*, Geneve, World Health Organization, 2nd. Edition, 2003.

Universal Medical Device Nomenclature System™ (UMDNS), *Product Categories Thesaurus*, ECRI, 5200 Butler Pike, Plymouth Meeting, PA, USA, 2000.

*Voyager Pro®. Instruction Manual*, Ohaus Corporation, Part N° 80251000, 2003.  
(www.ohaus.com)