

# MEDIDA Y ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS LEY DE OHM (CIRCUITO R)

## PRÁCTICA 1

CURSO 2017/2018

	Nombres y Apellidos
1	
2	
3	
4	
5	

<b>1</b>	<b>MEDIDA DE RESISTENCIAS</b>
----------	-------------------------------

(1) Medir el valor de cada resistencia,  $R$ , usando los polímetros como ohmímetros.

**Pasos:** Tras encender el polímetro si tiene un botón para ello...

- Insertar sucesivamente cada resistencia entre los terminales  $\Omega$  y COM.
- Elegir con el mando giratorio (selector de funciones) la 1ª escala de resistencia, de  $\Omega$ , que no dé un "1" a la izqda., la 1ª que mida  $R$  (es la que da más cifras).
- Si la escala tiene una letra, p.ej. "k", se tienen  $k\Omega$ ; si no, son  $\Omega$  (ohmios).
- Anotar la unidad entre los paréntesis, y los valores en las celdas vacías.
- Apagar el polímetro al final. **Nota:** El caracter decimal (, o .) se pone abajo.

<b>RESISTENCIAS</b>	<b><math>R_1</math></b>	<b><math>R_2</math></b>	<b><math>R_3</math></b>
<b><math>R_{OHMÍMETRO}</math> (       )</b>			

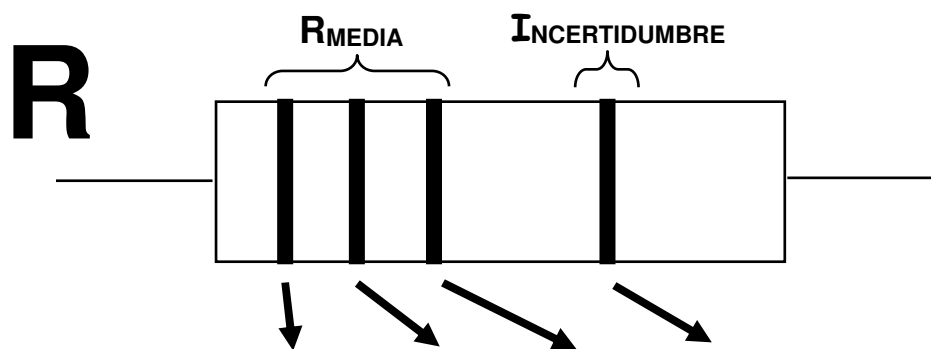
(2) A continuación, determinar el valor que tiene cada resistencia,  $R$ , según el fabricante, es decir, concretar el intervalo de valores  $[R_{\text{mínima}}, R_{\text{máxima}}]$  en que se encuentra su valor usando el código de colores que aparece más abajo.

$$R = [R_{\text{MÍN}}, R_{\text{MÁX}}] = R_{\text{NOMINAL}} \pm \text{TOLERANCIA}(\Omega)$$

$\downarrow$  +: MÁXIMA  
 $\uparrow$  -: MÍNIMA  
 VALOR MEDIO «REDONDO»

INCERTIDUMBRE  
 EXPANDIDA AL 100 %  
 «REDONDA»

### CÓDIGO DE COLORES



COLOR	1ª CIFRA	2ª CIFRA	$10^N$	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	$10^0$	
MARRÓN	1	1	$10^1$	1 %
ROJO	2	2	$10^2$	2 %
NARANJA	3	3	$10^3$	
AMARILLO	4	4	$10^4$	
VERDE	5	5	$10^5$	
AZUL	6	6	$10^6$	
VIOLETA	7	7	$10^7$	
GRIS	8	8	$10^8$	
BLANCO	9	9	$10^9$	
ORO			$10^{-1}$	5 %
PLATA			$10^{-2}$	10 %
SIN COLOR				20 %

<b>RESISTENCIAS</b>	<b><math>R_1</math></b>	<b><math>R_2</math></b>	<b><math>R_3</math></b>
---------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

<b>1ª CIFRA</b>			
<b>2ª CIFRA</b>			
<b><math>10^N</math></b>			

$$R_{\text{MEDIA}} = \{\text{Número formado por 1ª CIFRA y 2ª CIFRA}\} \times 10^N (\Omega)$$

<b><math>R_{\text{MEDIA}}</math> (      )</b>			
---	--	--	--

<b>TOLERANCIA (      )</b>			
----------------------------	--	--	--

$$R_{\text{MÍNIMA}} = R_{\text{MEDIA}} - \text{TOL}(\Omega) \quad \Rightarrow \quad R_{\text{MÍNIMA}} = R_{\text{MEDIA}} \left( 1 - \frac{\text{TOL}(\%)}{100} \right)$$

↑

Ej.: - 5 %:  $\times (1 - 0,05) = \times 0,95$

$$R_{\text{MÁXIMA}} = R_{\text{MEDIA}} + \text{TOL}(\Omega) \quad \Rightarrow \quad R_{\text{MÁXIMA}} = R_{\text{MEDIA}} \left( 1 + \frac{\text{TOL}(\%)}{100} \right)$$

↑

Ej.: + 5 %:  $\times (1 + 0,05) = \times 1,05$

$$\text{TOL}(\Omega) = R_{\text{MEDIA}} \frac{\text{TOL}(\%)}{100}$$

Ej.: 5 %  $\Rightarrow \times 5/100 = \times 0,05$

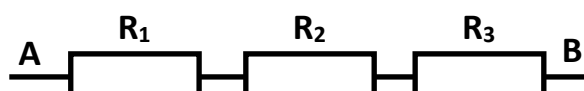
<b><math>R_{\text{MÍNIMA}}</math> (      )</b>			
<b><math>R_{\text{MÁXIMA}}</math> (      )</b>			

① **Debe haber coherencia con las medidas realizadas en el Apartado 1** (ni aquí, ni en el resto de la práctica consideraremos la incertidumbre de dichas medidas, que cuenta, como mínimo, con la contribución asociada a la resolución del polímetro).

## 2 ASOC. EN SERIE Y PARALELO DE RESISTENCIAS

(3) Insertar en el tablero las tres resistencias de manera que queden conectadas en serie: un terminal de la 1ª conectado a uno de la 2ª, y el otro de la 2ª a uno de la 3ª.

- Quedan conectados si están conectados a una misma cruz del tablero.
- La resistencia,  $R$ , entre los puntos de la cruz la consideramos nula.



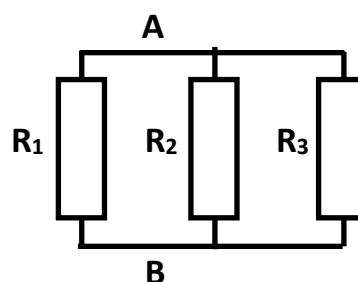
(4) Medir y calcular la resistencia equivalente: la resistencia entre A y B.

- Usar un polímetro como ohmímetro y dos cables para conectarlo a A y B.
- La resistencia de los cables,  $R$ , la consideramos nula.
- $R_{Eq} = R_1 + R_2 + R_3$ . Emplear los valores obtenidos en el apartado (1).

$R_{Eq}(\text{medida})$ (      )		$R_{Eq}(\text{calculada})$ (      )	
----------------------------------	--	-------------------------------------	--

(5) Insertar en el tablero las tres resistencias de manera que queden conectadas en paralelo: con sus terminales correspondientes conectados entre sí.

- Conectar los terminales utilizando los conectores o puentes. Su resistencia,  $R$ , la consideramos nula.
- Esto supone para puentes, cables y cruces que están a potencial constante:  $\Delta V = RI = 0 \Rightarrow \Delta V = 0 \Rightarrow V = \text{cte.}$   
 $\Rightarrow$  Todos los puntos de cada cable en forma de "E" que conecta  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  están al mismo potencial, el de A o el de B. Son eléctricamente el mismo punto.



(6) Medir y calcular la resistencia equivalente: la resistencia entre A y B.

- Actuar igual que en el apartado 4.
- $1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ .

$R_{Eq}(\text{medida})$ (      )		$R_{Eq}(\text{calculada})$ (      )	
----------------------------------	--	-------------------------------------	--

### 3 COMPROBACIÓN EXPERIMENTAL DE LA LEY DE OHM

#### (7) PUESTA A PUNTO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Nota: Transforma tensión alterna ("~", la del enchufe) en continua ("–").

1º) Conectar la fuente a la red, si no lo está.

2º) Cortocircuitar la fuente con un cable, es decir, conectar con UN CABLE los terminales + y – de la fuente.

3º) Encender la fuente.

4º) Situar el mando de tensión al máximo y el de intensidad tal que  $I = 0,2 \text{ A}$ .

Nota: Como está cortocircuitada indica una diferencia de potencial nula entre sus terminales (Cable  $R = 0 \Rightarrow \Delta V = R I = 0 \times \text{número finito} = 0$ ).

5º) Retirar el cable (circuito abierto  $\Rightarrow \Delta V = R I = \infty \times 0 = \text{número finito}$ ).

6º) Situar el mando de tensión a cero.

7º) Apagar la fuente.

• Esto garantiza que no circularán más de 0,2 A entre sus terminales. Así queda protegido el fusible de un polímetro si como amperímetro se conecta en paralelo.

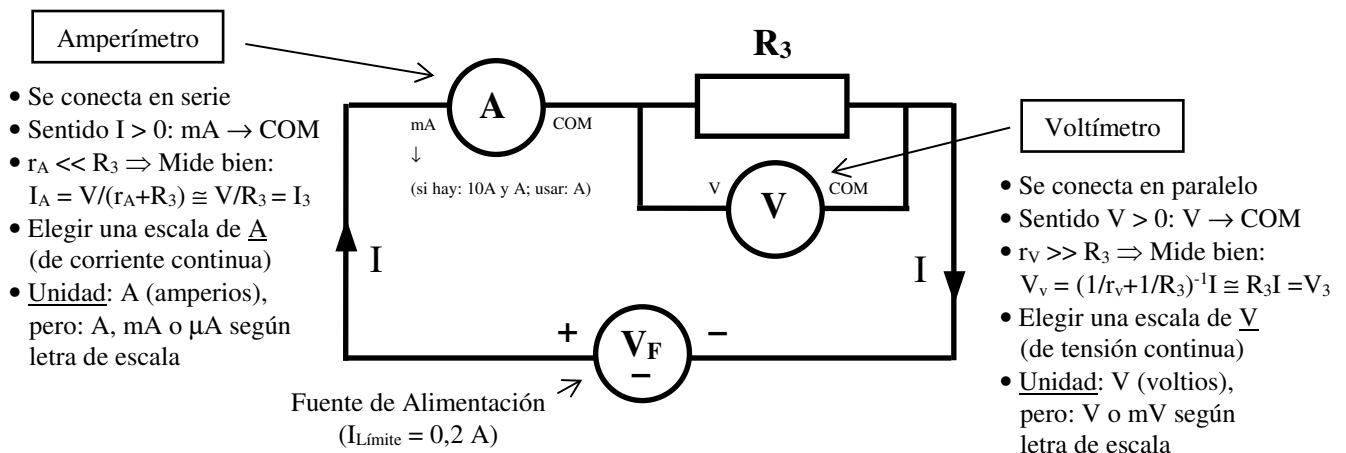
• La fuente está preparada para ser cortocircuitada, un enchufe no: Su  $\Delta V$  la garantiza la compañía, y como la  $R$  del cable será despreciable, la  $I$  es enorme y el calentamiento enorme. Además, al acercar el cable se produce ruptura dieléctrica en el enchufe y se quema. La subida de  $I$  hace saltar las protecciones del sistema.

(8) Montar un circuito como el de la figura utilizando la tercera resistencia,  $R_3$ .

• No encender nada hasta que el/la profesor/a revise el montaje.

• El amperímetro debe estar en serie para no fundirse si tiene una escala de A.

• El voltímetro no debe tener una escala de  $\Omega$ , sino de V, para no dañar el aparato cuando esté encendida la fuente.



(9) Completar la siguiente tabla. Para ello:

- **Aplicar con la fuente de alimentación las tensiones  $V_F$  de forma aproximada.**
- **Medir la corriente  $I$  que circula por  $R_3$  con el amperímetro y la tensión entre sus terminales  $V$  con el voltímetro (dan más cifras significativas que la fuente).**
- **Utilizar las escalas adecuadas del amperímetro y del voltímetro en cada medida: la primera que no se sature, la 1ª que no dé un "1" a la izquierda en pantalla.**

<b>Punto Experimental</b>	<b><math>V_F</math> ( V )</b>	<b><math>I</math> (      )</b>	<b><math>V</math> (      )</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>2</b>	<b>5</b>		
<b>3</b>	<b>10</b>		
<b>4</b>	<b>15</b>		
<b>5</b>	<b>20</b>		
<b>6</b>	<b>25</b>		
<b>7</b>	<b>30</b>		

(10) **Situar los mandos de la fuente a cero, apagar todo y desmontar el circuito.**

(11) **Introducir los puntos (I,V) en un PC del laboratorio, incluido el (0,0).**

- **¡Ojo!, «I» se corresponde con «X»  
y «V» con «Y».**

$$\begin{array}{ccc}
 V & = & R I \\
 \downarrow & & \downarrow \\
 Y & = & b X + a
 \end{array}$$

- **Al introducir y anotar tener presente que, por ejemplo:  $6.9E-03 = 6,9 \cdot 10^{-3}$ .**
- **Descartar «puntos anómalos», si los hay, junto al/a la profesor/a.**

**DESGRAPAR EL BOLETÍN Y REPARTIRSE EL TRABAJO:**

**UNOS AL APARTADO 12 Y OTROS A LA GRÁFICA (PÁG. 9)**

(12) Para ganar tiempo, fotografiar los resultados de la regresión lineal que da el PC con un móvil y luego anotarlos desde la foto en la siguiente tabla.

$r =$	$r^2 =$
$\bar{b} =$	$u_b =$
$\bar{a} =$	$u_a =$

(13) Expresar los resultados del ajuste lineal correctamente. Para ello:

• **Truncar (cortar)  $r$ , el coeficiente de regresión, y  $r^2$ , reteniendo hasta la primera cifra distinta de nueve tras la coma decimal, incluyendo esa cifra. Pero si hay tres nueves, retener 0,999. Nota: Se corta, no se redondean.**

$r =$	$r^2 =$
-------	---------

• **Redondear, a continuación, la incertidumbre típica de « $b$ »,  $u_b$ , y luego con ella, su respectivo valor medio,  $\bar{b}$ . Y después, hacer lo mismo con « $a$ ».**

① **Redondeo incertidumbre (a 2 cifras significativas: la 1ª no nula y la siguiente):** Cortar en la cifra que esté tras la 1ª no nula. Si el pico (lo que sobra)  $> 5$ , sumar 1 a esa cifra; si pico  $< 5$ , no sumarle nada; si pico  $= 5$ , sumarle 1 si es impar (nada, si es par). Si tras sumar se tiene 1|0|0 (tres cifras), tomar 1|0 (dos cifras).

① **Redondeo valor medio:** Cortar en el orden de magnitud de la última cifra de la incertidumbre redondeada, y aplicar al pico del valor medio (a lo que sobra) el criterio del «5» (el criterio que se ha aplicado al pico de la incertidumbre).

	Cifras del valor medio redondeado		Entre paréntesis SÓLO las dos cifras significativas de la incertidumbre		Potencia del valor medio redondeado, si no es $10^0$
$b = \bar{b} \pm u_b =$	$\pm$	$= \bar{b} (u_b) =$	( )		
$a = \bar{a} \pm u_a =$	$\pm$	$= \bar{a} (u_a) =$	( )		

Indicar las unidades de « $b$ » y « $a$ »

(14) Calcular las abscisas,  $I_1$  e  $I_2$  (las «x»), de los puntos «1» y «2» de la recta [promedio] de mejor ajuste ( $Y = \bar{b} X + \bar{a}$ ). Se dan sus ordenadas,  $V_1$  y  $V_2$  (las «y»).

- Usar los valores medios de «a» y «b» que corresponden a esa recta (Apdo. 13).
- Redondear las abscisas a un número de cifras «adecuado» atendiendo a la resolución de la gráfica: al orden de magnitud de la centésima parte del eje.

<b>PUNTO 1</b>	$x_1$ :	$I_1 =$	$y_1$ :	$V_1 = 2,5 \text{ V}$
<b>PUNTO 2</b>	$x_2$ :	$I_2 =$	$y_2$ :	$V_2 = 27,5 \text{ V}$

## PREGUNTAS

① Atendiendo a los resultados de la regresión (Apdo. 13), a la gráfica vista en el PC, y sin calcular nada, ¿parece verificarse la Ley de Ohm, es decir, el material parece ser óhmico en el rango de tensiones aplicado? ¿Por qué? (Dar 2 motivos)

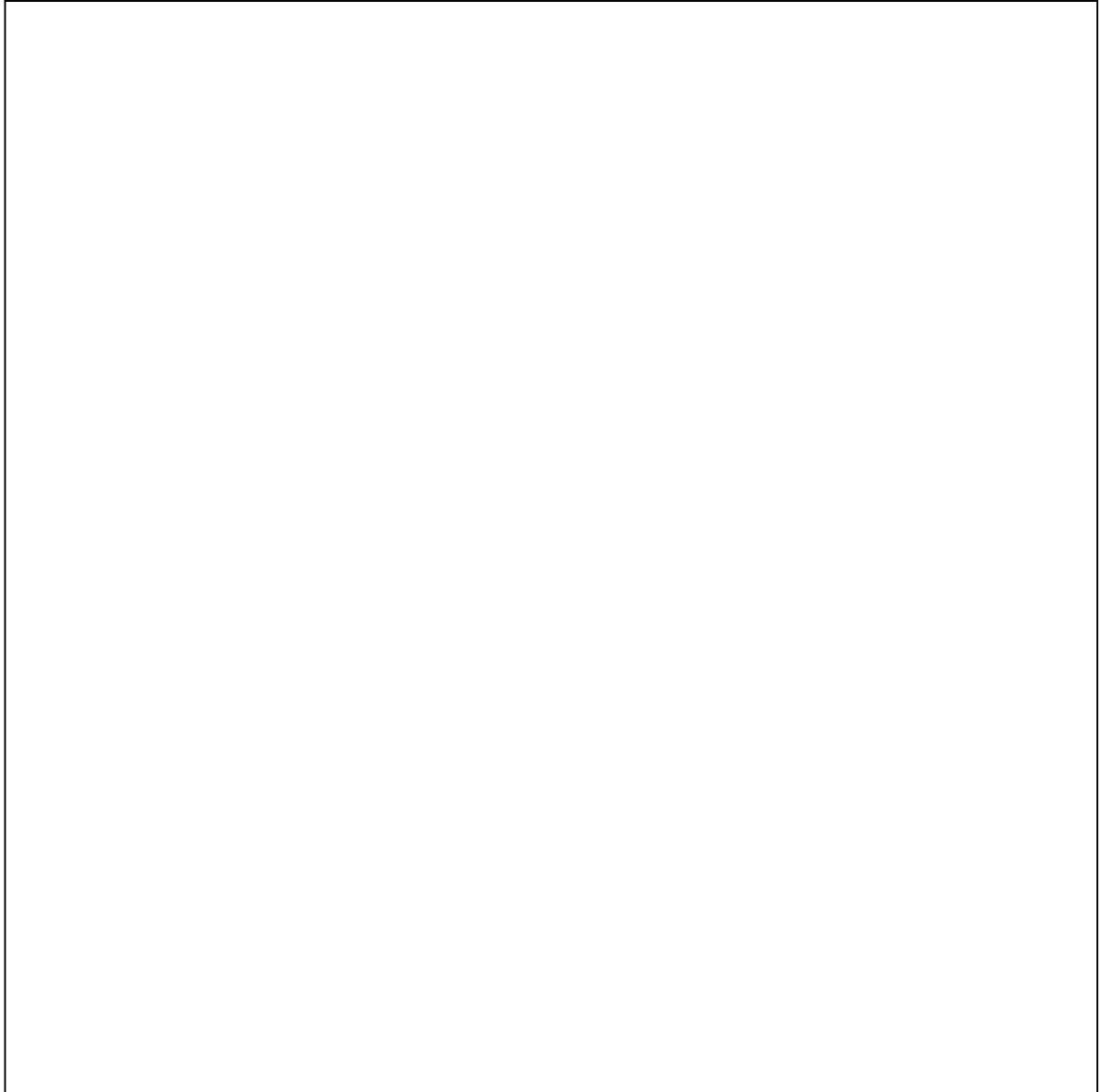
② ¿Cuál es el valor de la resistencia, según los resultados finales de la regresión (Apdo. 13) y sin calcular nada?

$R = \bar{R} \pm u_R = \bar{R} (u_R) = \quad \pm \quad =$
---



(15) Representar gráficamente  $V$  frente a  $I$ , es decir, los puntos experimentales  $(I, V)$  obtenidos en el Apdo. 9, incluyendo el  $(0,0)$ . Y luego, trazar en la gráfica la recta [promedio] de mejor ajuste (la que pasa por los puntos «1» y «2» –Apdo. 14–).

- **Rodear los puntos anómalos, si los hay, con una circunferencia.**



③ Evaluar el error y la incertidumbre relativos asociados a la medida de  $R$ , en %.

- **Reflejar los cálculos y redondear los resultados a un número de cifras significativas adecuado: a dos (como en el caso de la incertidumbre).**
- **Tomar como  $R_{\text{verdadera}}$  la obtenida con el ohmímetro (Apdo. 1).**
- **Tomar para  $R_{\text{media}}$  y  $u_R$  los valores indicados en la pregunta ②.**
- **Tomar de incertidumbre la expandida al 95 % (2 veces la típica):  $U = 2 u$ .**

$$\varepsilon_{\text{relativo}} = \varepsilon_{\text{absoluto}} / |R_{\text{verdadera}}| = (R_{\text{media}} - R_{\text{verdadera}}) / |R_{\text{verdadera}}| =$$

$$\varepsilon_{\text{relativo}} =$$

$$U_{\text{relativa}}(95\%) = U_{\text{absoluta}}(95\%) / |R_{\text{media}}| = 2 u_R / |R_{\text{media}}| =$$

$$U_{\text{relativa}} =$$

Tras marcar en la siguiente tabla con «X» lo que corresponda, responder a:  
¿Se ha obtenido un valor adecuado para R? ☐ Sí | ☐ Es aceptable | ☐ No

Valor	1ª Condición (error pequeño)	2ª Condición (intervalo pequeño)	3ª Condición (valor verdadero en intervalo)
Bueno	$ \varepsilon  \leq 1\%$ <input type="checkbox"/>	$U \leq 1\%$ <input type="checkbox"/>	$U >  \varepsilon $ <input type="checkbox"/>
Aceptable	$1\% <  \varepsilon  < 10\%$ <input type="checkbox"/>	$1\% < U < 10\%$ <input type="checkbox"/>	$U =  \varepsilon $ <input type="checkbox"/>
Malo	$ \varepsilon  \geq 10\%$ <input type="checkbox"/>	$U \geq 10\%$ <input type="checkbox"/>	$U <  \varepsilon $ <input type="checkbox"/>

④ Evaluar cuánto representa «a» respecto a la ordenada «Y», en %.

- Es decir, cuánto representa  $|a_{\text{media}}|$  y  $U_a (=2u_a)$  respecto a  $|Y_{\text{media}}| (\cong 15)$ , en %.
- Reflejar las operaciones y redondear los resultados obtenidos a 2 cifras.

$$|a_{\text{media}}| / |Y_{\text{media}}| = |a_{\text{media}}| / 15 =$$

$$U_a / |Y_{\text{media}}| = 2u_a / |Y_{\text{media}}| =$$

**Nota:** Teóricamente «a» debería ser un valor concreto y «cero». Como tenemos un rango o intervalo de valores, lo deseable, a nivel experimental, es que incluya el «cero» y que cualquier valor en él sea despreciable frente a  $|Y_{\text{media}}|$ . Esto último se cumple si  $|a_{\text{media}}|$  y  $U_a \ll |Y_{\text{media}}|$ .

¿Se ha obtenido una ordenada en el origen adecuada? ☐ Sí | ☐ Aceptable | ☐ No

Ordenada	1ª Condición ( valor medio  despreciable)	2ª Condición (incertidumbre despreciable)	3ª Condición (valor verdadero en intervalo)
Buena	$\leq 1\%$ <input type="checkbox"/>	$\leq 1\%$ <input type="checkbox"/>	$U_a >  a_{\text{media}} $ <input type="checkbox"/>
Aceptable	Entre 1 y 10 % <input type="checkbox"/>	Entre 1 y 10 % <input type="checkbox"/>	$U_a =  a_{\text{media}} $ <input type="checkbox"/>
Mala	$\geq 10\%$ <input type="checkbox"/>	$\geq 10\%$ <input type="checkbox"/>	$U_a <  a_{\text{media}} $ <input type="checkbox"/>