



RED NACIONAL DE METROLOGIA

**UNIDAD DE COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN -
LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES NACIONALES
MAGNITUD MASA**

**INFORME DE
INTERCOMPARACIÓN NACIONAL**

INFORME A

CALIBRACIÓN DE BALANZAS

2018

M-18

CESMEC S.A.

1. INTRODUCCIÓN

La División de Metrología del Instituto Nacional de Normalización (INN), coordina las actividades involucradas en la operación de un Programa de Ensayo de Aptitud Nacional (Proficiency Testing – PT's), a cargo de la Red Nacional de Metrología (RNM), con la finalidad de disponer esta actividad al servicio de los laboratorios de ensayo y calibración del país.

Desde el año 2010, la RNM ofrece un Programa de Ensayos de Aptitud el cual es parte del "Programa de Fortalecimiento y Reconocimiento de las Mejores Capacidades de Medición en la Red Nacional de Metrología", Programa desarrollado con aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Los Institutos Designados y Candidatos que componen la RNM cuentan con sistemas de calidad ajustados a los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025, con el objeto de establecer la confianza necesaria en sus actividades. Adicionalmente, la organización de los ensayos de aptitud ofertados, se basa en los requisitos establecidos en la norma NCh-ISO 17043.

El Programa anual de Ensayos de Aptitud, se planifica considerando las capacidades de medición y calibración de las organizaciones que componen la RNM, las necesidades de los laboratorios de calibración y ensayos nacionales, en algunos casos, estas son establecidas por un determinado organismo del Estado.

La oferta de los ensayos de aptitud es publicada a través de una programación anual en el sitio web www.metrologia.cl.

Aquellos ensayos de aptitud organizados por la Red Nacional de Metrología, que cuenten con financiamiento del Fondo de Innovación para la Competitividad del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, no tendrán costos de inscripción para los participantes y el número de cupos quedará sujeto al diseño del Ensayo de Aptitud y los fondos disponibles. Cualquier otro ensayo de aptitud o intercomparación organizado por la RNM, que no cuenten con este financiamiento, tendrán costo de inscripción para los participantes.

2. OBJETIVO

Evaluar el desempeño y competencia de los participantes en la calibración de balanza.

3. IDENTIFICACIÓN DEL PROVEEDOR DE ENSAYO DE APTITUD.

El proveedor del ensayo de aptitud fue el Instituto Designado en la Magnitud de Masa, (LCPN-Masa en CESMEC S.A.). Sus instalaciones se ubican en Av. Marathon 2595 Macul, Santiago.

Contacto jefe de LCPN-Masa : Sr. Fernando García G.
Teléfono : (+56 2) 2350 2100 anexo 9739
Email : fernando.garcia@cesmec.cl

4. COORDINACIÓN

Este programa fue coordinado por la División de Metrología del Instituto Nacional de Normalización (INN). Sus instalaciones están ubicadas en Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449, Torre Santiago Downtown N° 7, piso 17, Santiago.

Contacto:

Coordinador de ensayo de aptitud : Gerardo Gonzalez V.
Teléfono : (+56 2) 2445 8831
Email : gerardo.gonzalez@inn.cl

El Coordinador realizó las siguientes funciones:

- Difusión de la actividad, en la que participaron todos los laboratorios acreditados o en etapa de acreditación, inscritos de acuerdo con las bases y plazos informados en el sitio web.
- Organizó y coordinó con el LCPN-Masa, un taller de cierre del Ensayo de Aptitud.
- Asignó a cada participante un código, con el cual se identifican e informan sus resultados.

- Recopiló los resultados de cada laboratorio, para su consolidación codificada y posterior envío al LCPN-Masa para su análisis.
- Informó a los laboratorios participantes, sus respectivos resultados y los del LCPN-Masa.
- Distribuyó entre los participantes el informe de la intercomparación entregado por el LCPN-Masa (Informe A, Informe B, final)

Fue mandatorio para los participantes:

- Respetar lo indicado en el presente protocolo.
- Asumir económicamente los daños debidos a problemas de manipulación o golpes, durante el uso del equipo; de acuerdo a lo indicado en el protocolo de comparación.
- Informar diligentemente, dentro del programa que definió el Coordinador, los resultados de sus mediciones.
- Designar un representante, directamente involucrado con las actividades técnicas del laboratorio, para el intercambio de información con el Coordinador.

LCPN-Masa se encargó de:

- Definir un programa para la ronda de comparación, con fechas, nombres de los laboratorios participantes y un representante directamente involucrado con las actividades técnicas del laboratorio.
- Realizar mediciones de la balanza y enviar al Coordinador los resultados correspondientes.
- Preparar un Informe B (borrador) y A (final) con los resultados de la comparación consolidados por el Coordinador.
- Participar como relator en el taller de Inicio y cierre de la intercomparación.

5. SUBCONTRATACIÓN DE ACTIVIDADES

No se subcontrató ninguna de las actividades relacionadas con esta intercomparación.

6. REQUISITOS DE PARTICIPACION

El laboratorio participante debía contar con los patrones de masa necesarios para ejecutar el ejercicio.

Los requisitos técnicos que debía cumplir cada participante son los que indica OIML R 76, respecto a la calibración de balanzas, en la clase que corresponda a las capacidades del laboratorio.

Si en el caso que algún laboratorio no cumpliera con los requisitos técnicos en relación con sus capacidades de medición y calibración del Ensayo de Aptitud y haya enviado su ficha de inscripción, se le notificaría su no incorporación, explicando los motivos que respaldan dicha decisión.

El Formulario de Inscripción, la Carta de Compromiso firmada y los demás antecedentes solicitados para postular, fueron enviados por correo electrónico al Coordinador del ensayo de aptitud dentro del plazo establecido en el protocolo de comparación.

No se aceptó la incorporación, en el ensayo de aptitud, de laboratorios cuya Carta de Compromiso no se haya recibido en el plazo dado anteriormente.

7. DESCRIPCIÓN DE ÍTEM DE ENSAYO CORRESPONDIENTE AL MENSURANDO

Los objetos calibrados fueron 2 balanzas cuyas características satisfacen los requisitos de OIML para la clase (I) y (III) y de la cual se entrega información en la Tabla 1.

Objeto a ser calibrado	Balanza electrónica
Fabricante	Sartorius
Modelo	Entris 224I-1S
Capacidad Máxima	220 g
Resolución (d)	0,1 mg

Tabla 1. Características de la primera balanza.



Figura 1. Balanza objeto de la comparación Sartorius Entris 224I-1S

Objeto a ser calibrado	Balanza electrónica
Fabricante	Sartorius
Modelo	Midrics MW1P-1-15DCLA
Capacidad Máxima	15 kg
Resolución (d)	1 g

Tabla 2. Características de la segunda balanza.

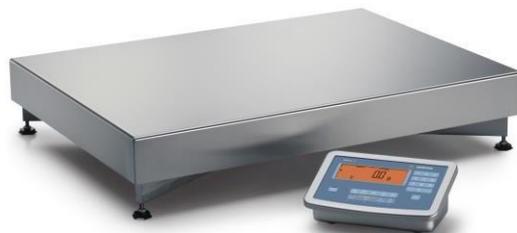


Figura 2. Balanza objeto de la comparación Sartorius Midrics MW1P-1-15DCLA

Las calibraciones se realizaron en las instalaciones del Instituto de Salud Pública (ISP) en Av. Marathon N°1000, Ñuñoa, Santiago. A partir del programa de comparación, los participantes acudieron al ISP en la fecha y horario indicado, y realizaron la calibración de la balanza sin interferir en ningún caso con la configuración interna del instrumento; de la misma forma, no realizaron ajustes externos. El laboratorio piloto realizó mediciones al inicio de la ronda de comparación, entre cada una de las mediciones de los laboratorios participantes, y al final de la ronda de comparación, como indica la Figura 3.

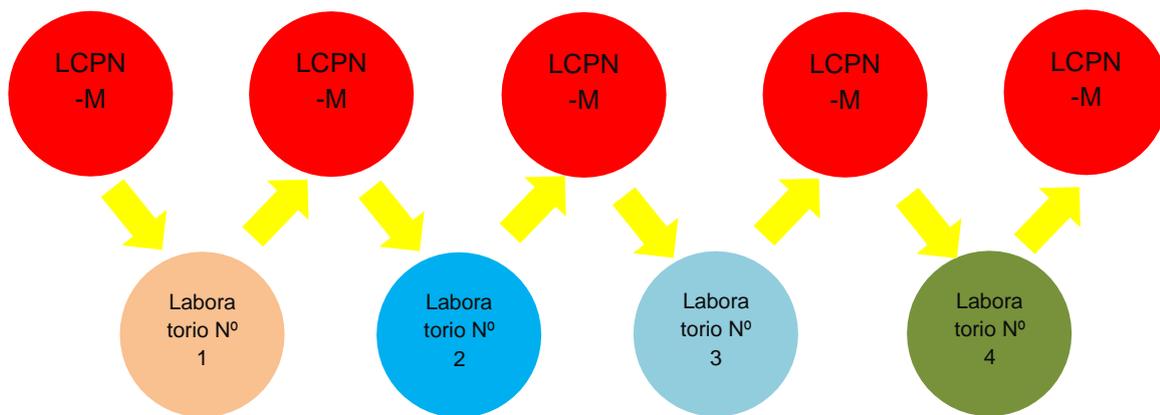


Figura 3. Esquema del desarrollo del Ensayo de Aptitud.

8. PUNTOS DE MEDICION

Previo a la calibración, los laboratorios participantes podían ejecutar el ajuste interno del instrumento, pero no el externo.

Los laboratorios determinaron el error de indicación de la balanza, y la incertidumbre asociada en los siguientes valores nominales:

Valores nominales balanza modelo Midrics / g	Valores nominales balanza modelo Entris / g
1	0,001
20	0,05
500	0,2
1000	10
5000	100
10000	200

Tabla 3. Valores nominales en los cuales se realizó el ejercicio de comparación.

9. INSTRUCCIONES SOBRE CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y MANIPULACION DEL PATRÓN

La balanza fue conservada en un ambiente libre de polvo, con una temperatura ambiental entre 10 °C a 30 °C, y humedad relativa no mayor al 60%. Era responsabilidad de cada laboratorio participante revisar que dichas condiciones se cumplan al momento de realizar las mediciones.

10. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA EN LAS MEDICIONES Y/O ANÁLISIS

El método de calibración y las condiciones ambientales referidas a dicho método se abordaron en el taller de inicio, el que fue convocado por el coordinador y desarrollado por el proveedor del ensayo de aptitud. La participación de los laboratorios inscritos en el ensayo de aptitud fue obligatoria. La no asistencia fue causal de exclusión de su participación en el ensayo de aptitud.

El método de calibración o ensayo fue indicado en el protocolo, no reemplazo los procedimientos rutinarios de calibración o ensayo utilizados por cada uno de los participantes. Tampoco reemplazo las normas, guías o recomendaciones internacionales bajo las cuales se han acreditado los participantes. Sin embargo, el protocolo entregó herramientas que podrían ser adoptadas por los participantes e incorporadas en sus sistemas de gestión de calidad en la medida que no se contraponga a los documentos oficiales.

A fin de asegurar la confianza en los resultados entregados, cada participante debía entregar al coordinador del ensayo (o a quien éste designe), una copia del Anexo 2, en donde se detallan los resultados obtenidos en la calibración. Los valores informados serían contrastados con la información que posteriormente envíen los laboratorios participantes, tal que los cálculos y desarrollo de los resultados finales sean consistentes con el valor informado al momento de la calibración.

11. DESARROLLO

El presente ensayo de aptitud se desarrolló conforme a las etapas en la tabla siguiente:

a.-Fecha de inicio de la convocatoria
b.-Plazo de inscripción
d.-Desarrollo del EA
e.-Recepción de resultados del EA
f.- Entrega estimada del Informe B
g.- Taller de cierre
h.- Entrega prevista del Informe Final

Tabla 4. Etapas y fechas del desarrollo del Ensayo de Aptitud.

12. RESULTADOS INFORMADOS POR CADA PARTICIPANTE

Cada laboratorio participante debió elaborar un informe con los resultados obtenidos. El resumen de dichos resultados se presenta a continuación.

Participante	Error de la balanza reportado por cada laboratorio según el valor nominal /g					
	0,001 g	0,05 g	0,2 g	10 g	100 g	200 g
600	--	--	--	--	--	--
601	--	--	-0,000079	-0,00002	0,0012	0,0044
602	--	--	--	--	--	--
603	--	0,0000	-0,0005	0,0000	0,0000	0,00017
604	0	0	0	0,0001	0,0004	0,0008
605	0,00010	-0,00009	0,00001	0,00011	0,00038	0,00090
606	--	--	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
607	0,0001	0,0000	0,0001	-0,0001	-0,0002	-0,0002
609	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0001
610	0	0	0,001	0	0	0,001
611	-0,00006	-0,00013	-0,00014	0,00001	0,00149	-0,00213
612	--	--	--	--	--	--
613	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0009	0,0019
614	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
616	--	--	--	--	--	--
617	-0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,0008
619	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002	-0,0001	0,0004
620	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0006
621	-0,00012	-0,00014	0,00003	-0,00003	0,00009	0,00046
622	-0,0001	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0002	0,0003
623	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0004
624	-0,0002	0	-0,0001	0	0,0001	0,0002
625	0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002
LCPNM	-0,0002	-0,0001	0,0000	0,00000	0,0000	0,0003

Tabla 5. Correcciones informadas por cada participante, en los valores nominales indicados en el protocolo de comparación. Se respetó tanto el valor numérico, como la cantidad de cifras significativas informadas. (Balanza Entris)

Participante	Error de la balanza reportado por cada laboratorio según el valor nominal /g					
	1 g	20 g	500 g	1000 g	5000 g	10000 g
600	0	0	0	0	-1	-1
601	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
602	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001
603	0,000002	-0,000022	-0,000170	0,000200	-0,623800	0,189000
604	0	0	0	0	--	--
605	0,000	0,000	-0,001	-0,001	-0,010	0,993
606	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
607	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
609	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
610	0	0	0	0	0	-1
611	0	0	0	0	0	0
612	0	0	0	0	0	-1
613	0	0	0	0	0	0
614	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
616	0	0	0	0	0	0
617	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,002
619	0	0	0	0	0	0
620	0	0	0	0	0	0
621	0,00004	0,00009	0,00030	0,00140	-0,78900	-1,17100
622	0	0	0	0	0	-1
623	0	0	0	0	0	0
624	0	0	0	0	0	0
625	0	0	0	0	0	1
LCPN-M	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,001

Tabla 6. Correcciones informadas por cada participante, en los valores nominales indicados en el protocolo de comparación. Se respetó tanto el valor numérico, como la cantidad de cifras significativas informadas. (Balanza Midrics)

Participante	Incertidumbre estándar (k=1) según el valor nominal /mg					
	0,001 g	0,05 g	0,2 g	10 g	100 g	200 g
600	--	--	--	--	--	--
601	--	--	0,01	0,03	0,08	0,15
602	--	--	--	--	--	--
603	--	0,155	0,155	0,119	0,121	0,170
604	0,14	0,14	0,14	0,15	0,17	0,21
605	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,18
606	--	--	0,09	0,09	0,11	0,15
607	0,16	0,16	0,15	0,16	0,17	0,18
609	0,04	0,04	0,04	0,05	0,22	0,42
610	0,029	0,029	0,029	0,042	0,038	0,058
611	0,0517	0,0799	0,1269	0,3626	0,9661	1,8103
612	--	--	--	--	--	--
613	0,04	0,05	0,05	0,07	0,11	0,13
614	0,47	0,47	0,47	0,47	0,48	0,50
616	--	--	--	--	--	--
617	0,08	0,08	0,08	0,08	0,12	0,20
619	0,069538	0,069551	0,069587	0,070238	0,073881	0,085635
620	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,10
621	0,093	0,095	0,093	0,095	0,097	0,101
622	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
623	0,08	0,09	0,09	0,14	0,27	0,51
624	0,00006	0,00006	0,00006	0,00006	0,00006	0,00006
625	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,17
LCPNM	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,25

Tabla 7. Incertidumbres estándar informadas para cada corrección determinada en los valores nominales definidos en el Ensayo de Aptitud. (Balanza Entris)

Participante	Incertidumbre estándar (k=1) según el valor nominal /mg					
	1 g	20 g	500 g	1000 g	5000 g	10000 g
600	1756	1756	1756	1778	1778	1780
601	0,0015	0,04	0,4	0,8	0,125	0,25
602	1472	1472	1472	1472	1473	1474
603	912,9	912,9	912,9	912,9	945,7	969,3
604	288	288	288	288	--	--
605	1,2E+03	1,2E+03	1,2E+03	1,2E+03	1,2E+03	1,2E+03
606	1471,96	1471,96	1471,96	1471,96	1471,97	1471,98
607	1224,75	1224,75	1224,75	1224,75	1224,76	1340,64
609	400	400	400	400	500	800
610	289	289	289	289	1756	2614
611	288,7	288,7	288,7	300,5	662,6	1159,1
612	1015	1015	1015	1015	1016	1021
613	3702	3702	3702	3702	3702	3702
614	641,2	641,2	641,2	641,2	641,2	641,2
616	3000	3000	3000	3000	3000	3000
617	920	920	920	920	920	920
619	1471,96014	1471,96014	1471,96015	1471,96036	1471,96558	1471,98188
620	1756	1756	1756	1756	1756	1756
621	2014,242	2014,242	2014,242	2014,242	2051,054	2051,168
622	408	408	408	408	408	408
623	1472	1472	1472	1472	1473	1491
624	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
625	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
LCPN-M	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Tabla 8. Incertidumbres estándar informadas para cada corrección determinada en los valores nominales definidos en el Ensayo de Aptitud. (Balanza Midrics)

Participante	Condiciones Ambientales					
	Max T	Min T	u(T) (k=1)	Max h%	Min h%	u(h%) (k=1)
600	27,9	27,4	0,5	30	30	4
601	27,01	27,01	0,012	38,8	37,5	0,75
602	27,4	27,4	0,5	34	34	2,1
603	26,8	26,5	1	40	36	4
604	27,6	27,5	0,5	37,6	28,3	1,5
605	21,6	25,9	0,25	53	52	2,5
606	27,2	26,9	0,25	31	30	2,5
607	24,2	24,1	0,11	36	36	1,53
609	26,9	26,2	0,25	30	31	2,5
610	25,6	24,5	0,5	40,2	40,6	2
611	27,3	26,2	0,1416	37,5	34,2	0,376
612	26,5	26,5	0,5	36	36	2,3
613	28,1	26,7	0,25	34,5	33,5	2,8
614	25	23	0,5	43	46	3
616	26,3	26,2	0,55	47	37	1,35
617	27,1	26,3	0,5	54,9	52,4	1,8
619	24,4	23,7	0,5	51,6	46,8	1,5
620	24,9	24,9	0,9	44	45	2,1
621	26,8	26,3	0,6	32,2	32,4	4,1
622	27,3	25,2	0,3	39,2	36,4	1,5
623	25,7	24,1	0,3	35	33	1,5
624	24,4	24,3	0,25	41,7	40,8	0,25
625	25	25	0,05	43	41	2
LCPN-M	26,1	25,8	1,0	47,7	47,4	3,0

Tabla 9. Temperatura ambiental (T) y humedad relativa (h) reportada por cada laboratorio participante, junto con los valores de incertidumbres estándar (u) de cada una de ellas.

Participante	Corrección de la pesa respecto al valor nominal /mg					
	0,001 g	0,05 g	0,2 g	10 g	100 g	200 g
600	--	--	--	--	--	--
601	--	--	0,011	-0,07	1,13	1,9
602	--	--	--	--	--	--
603	--	0,0	0,2	-0,003	0,040	0,030
604	0,001	0,01	0,020	0,02	0,23	0,0
605	-0,001	-0,014	-0,005	-0,01	0,22	0,1
606	--	--	-0,002	0,012	0,26	0,12
607	0,003	-0,005	0,003	0,014	-0,04	0,12
609	-0,001	0,001	0,002	0,00	0,03	-0,1
610	0,003	0,000	0,002	0,015	0,100	0,140
611	-0,035	-0,30	-0,56	-0,82	-3,2	3,1
612	--	--	--	--	--	--
613	0,0026	0,0031	0,0077	0,0020	0,070	0,204
614	0	-0,008	0,026	0,03	0,06	0,3
616	--	--	--	--	--	--
617	0,003	0,005	0,003	0,016	0,05	0,00
619	0,00221	0,00009	0,0043	0,0282	0,070	0,025
620	0,002	0,004	0,003	0,024	0,06	0,10
621	-0,0036	-0,0045	-0,0109	-0,011	0,011	-0,079
622	0,001	0,000	-0,004	0,127	0,31	0,49
623	-0,000018	0,00002	0,00000	0,00011	-0,0003	0,0005
624	0,002	0,002	-0,002	-0,011	-0,010	-0,06
625	0,003	-0,004	-0,007	0,011	0,05	0,00
LCPNM	0,0016	-0,0040	0,0003	0,006	-0,017	-0,025

Tabla 10. Correcciones de los patrones utilizados en la calibración de la balanza, según los certificados de calibración de los mismos.

Participante	Corrección de la pesa respecto al valor nominal /mg					
	1 g	20 g	500 g	1000 g	5000 g	10000 g
600	0,1	0,1	-0,1	-2,3	40	180
601	0,22	0,32	6,2	1,2	0,25	0,57
602	0	-0,3	-5,7	30	170	150
603	-0,002	0,001	0,170	-0,200	23,80	211,00
604	0,01	0,07	0,5	1,6	--	--
605	0,01	0,02	0,9	1,1	9,6	7
606	-0,004	0,002	-0,28	0,7	4,6	2
607	0,008	0,026	0,0	0,0	1,3	94
609	0,02	0,01	0,1	-0,9	4,4	9
610	0,01	0,10	1,30	3,10	14,20	25,50
611	-0,01	0,9	3,5	-19,1	-56	-59
612	999,96	19999,96	499999,6	1000000,7	5000020	10000000
613	0,02	0,14	-0,5	2,8	-13	-55
614	0,01	0,16	1,9	0,5	2,8	-0,1
616	0,0	0,0	0,3	15	14	20
617	0,008	0,035	0,15	0,28	3,1	5
619	0,0147	0,0231	0,493	1,1	9,7	16
620	0,05	-0,39	-0,4	-6,7	30	43
621	0,04	0,09	0,3	1,4	11	29
622	0,052	0,063	0,60	-1,4	9,5	10,8
623	-0,00003	0,00006	0,0008	0,0055	0	0,0355
624	0,01	0,0016	-0,19	0,03	2,8	0,9
625	0,03	0,05	0,3	0,6	28	-15
LCPN-M	0,0006	0,000	0,020	-0,03	1,08	1,1

Tabla 11. Correcciones de los patrones utilizados en la calibración de la balanza, según los certificados de calibración de estos

Participante	Clase de la pesa utilizada en la calibración											
	0,001	0,05	0,2	10	100	200	1	20	500	1000	5000	10000
600	--	--	--	--	--	--	M1	M1	M1	M1	M1	M1
601	--	--	F1	F1	F2	F2	F2	F2	F2	F1	M2	M1
602	--	--	--	--	--	--	M1	M1	M1	M1	M1	M1
603	--	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	M3/M1	M3/M1
604	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	--	--
605	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1
606	--	--	1 (ASTM)	F1	F1							
607	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	4 (ASTM)
609	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	E2	E2
610	E2	E2	E2	E2	E2	E2	F1	F1	F1	F1	F1	F1
611	F2	F2	F2	F2	M1	F2	F2	M1	M1	F2	M1	F2
612	--	--	--	--	--	--	F2	F2	F2	F2	M1	M1
613	E2	E2	E2	E2	E2	E2	F1	F1	F1	F1	F1	F1
614	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1
616	--	--	--	--	--	--	M1	M1	M1	M1	M1	M1
617	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2
619	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	F1	F1	F1
620	E2	E2	E2	E2	E2	E2	F1	F1	F1	F1	F2	F2
621	E2	E2	E2	E2	E2	E2	F1	F1	F1	F1	F1	F1
622	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2
623	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	M1	M1
624	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2
625	E2	E2	E2	E2	E2	E2	F1	F1	F1	F1	F2	F2
LCPNM	E1	E1	E1	E1	E1	E1	E1	E1	E1	E1	E1	E1

Tabla 12. Clase de las pesas patrones utilizadas en la calibración de la balanza.

Participante	Nombre del INM o LC de donde se obtiene la trazabilidad de cada pesa patrón, según su valor nominal											
	0,001	0,05	0,2	10	100	200	1	20	500	1000	5000	10000
600	--	--	--	--	--	--	Pesamatic	Pesamatic	Pesamatic	Pesamatic	Pesamatic	Pesamatic
601	--	--	LCPN-M	LCPN-M								
602	--	--	--	--	--	--	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
603	--	Cesmec	Cesmec									
604	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	--	--
605	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	Lab. Calib. KERN (Dakks- DKD)	LCPN MASA
606	--	--	LC-Cesmec	LC- Cesmec								
607	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M
609	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
610	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
611	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
612	--	--	--	--	--	--	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	LMT	LMT
613	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
614	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
616	--	--	--	--	--	--	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
617	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER	HÄFNER
619	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Rice Lake	Cesmec	Cesmec	Cesmec
620	Masscal	Masscal	Masscal	Masscal	Masscal	Masscal	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
621	Mettler Toledo	Mettler Toledo	Mettler Toledo	Mettler Toledo	Mettler Toledo	Mettler Toledo	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	IDIC	IDIC
622	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
623	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Pesamatic	Pesamatic
624	Sartorius	Sartorius	Sartorius	Sartorius	Sartorius	Cesmec	Sartorius	Sartorius	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M
625	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	LCPN-M	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec	Cesmec
LCPNM	PTB	PTB	PTB	PTB	PTB	PTB	PTB	PTB	PTB	PTB	PTB	PTB

Tabla 13. Trazabilidad de las pesas patrones utilizadas en el ejercicio de comparación.

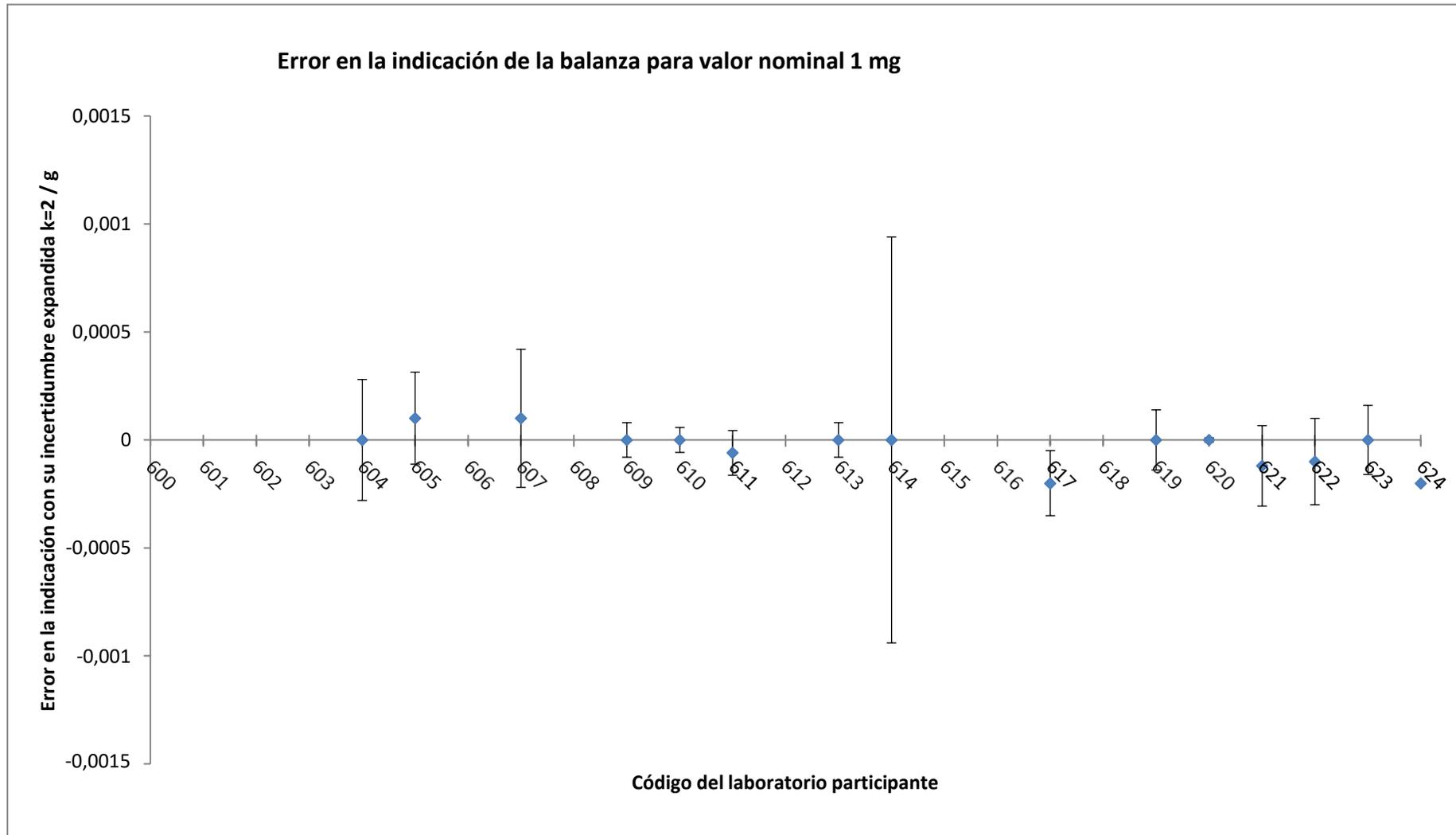
Participante	Fecha del último certificado de calibración de los patrones utilizados											
	0,001	0,05	0,2	10	100	200	1	20	500	1000	5000	10000
600	--	--	--	--	--	--	29/05/2018	29/05/2018	29/05/2018	29/05/2018	29/05/2018	29/05/2018
601	--	--	23/09/2016	23/09/2016	23/09/2016	23/09/2016	23/09/2016	23/09/2016	23/09/2016	23/09/2016	07/06/2017	07/06/2017
602	--	--	--	--	--	--	10/05/2018	10/05/2018	10/05/2018	10/05/2018	29/06/2018	29/06/2018
603	--	20/11/2018	20/11/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018	24/05/2018	24/05/2018
604	15/11/2016	15/11/2016	15/11/2016	15/11/2016	15/11/2016	15/11/2016	15/11/2016	15/11/2016	15/11/2016	15/11/2016	--	--
605	19/06/2017	19/06/2017	19/06/2017	19/06/2017	19/06/2017	19/06/2017	19/06/2017	19/06/2017	19/06/2017	19/06/2017	19/06/2017	09/02/2018
606	--	--	13/07/2017	13/07/2017	13/07/2017	13/07/2017	13/07/2017	13/07/2017	13/07/2017	13/07/2017	20/04/2018	20/04/2018
607	01/07/2018	01/07/2018	01/07/2018	01/07/2018	01/07/2018	01/07/2018	01/07/2018	01/07/2018	01/09/2018	01/09/2018	01/11/2017	01/11/2017
609	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017	01/02/2017	24/01/2017
610	08/08/2013	08/08/2013	08/08/2013	08/08/2013	08/08/2013	08/08/2013	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018
611	22/06/2017	22/06/2017	22/06/2017	22/06/2017	02/09/2016	22/06/2017	22/06/2017	02/09/2016	02/09/2016	22/06/2017	02/09/2016	02/09/2016
612	--	--	--	--	--	--	11/12/2017	11/12/2017	11/12/2017	11/12/2017	10/08/2018	10/08/2018
613	23/03/2017	23/03/2017	23/03/2017	23/03/2017	23/03/2017	23/03/2017	12/06/2018	12/06/2018	12/06/2018	12/06/2018	03/10/2018	03/10/2018
614	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018	17/10/2018
616	--	--	--	--	--	--	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	29/11/2018	29/11/2018
617	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018
619	08/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	30/07/2018	31/05/2018	31/05/2018
620	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	21/12/2017	21/12/2017	21/12/2017	21/12/2017	19/12/2017	19/12/2017
621	25/06/2018	25/06/2018	25/06/2018	25/06/2018	25/06/2018	25/06/2018	14/05/2018	14/05/2018	14/05/2018	14/05/2018	09/01/2018	09/01/2018
622	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018
623	10/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	10/07/2018	04/12/2018	04/12/2018
624	01/08/2018	01/08/2018	01/08/2018	01/08/2018	01/08/2018	05/09/2018	01/08/2018	01/08/2018	05/09/2018	05/09/2018	17/05/2018	18/05/2016
625	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018

Tabla 14. Fechas del último certificado de calibración emitido para las pesas patrones utilizadas para la calibración de la balanza

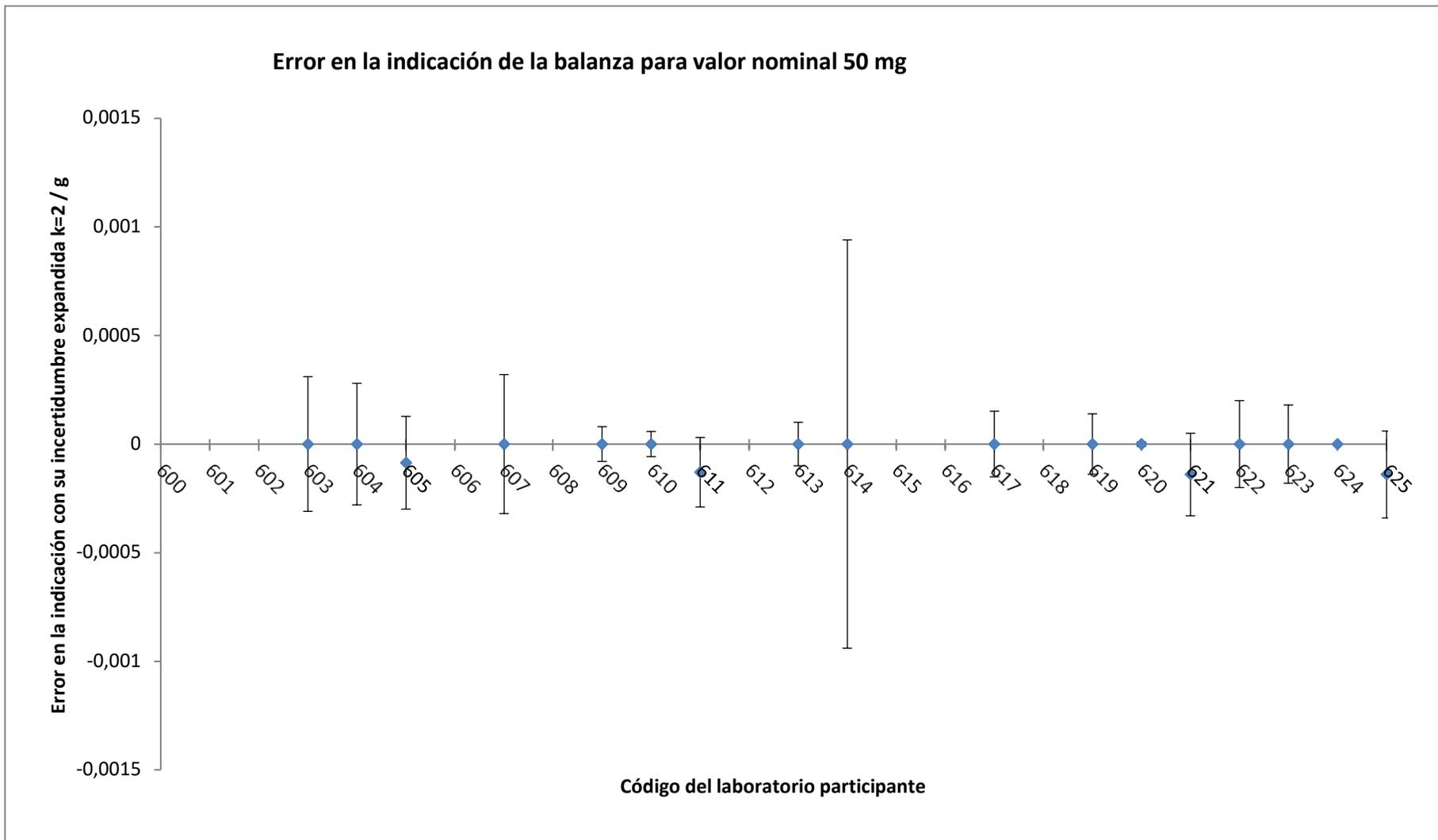
12. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

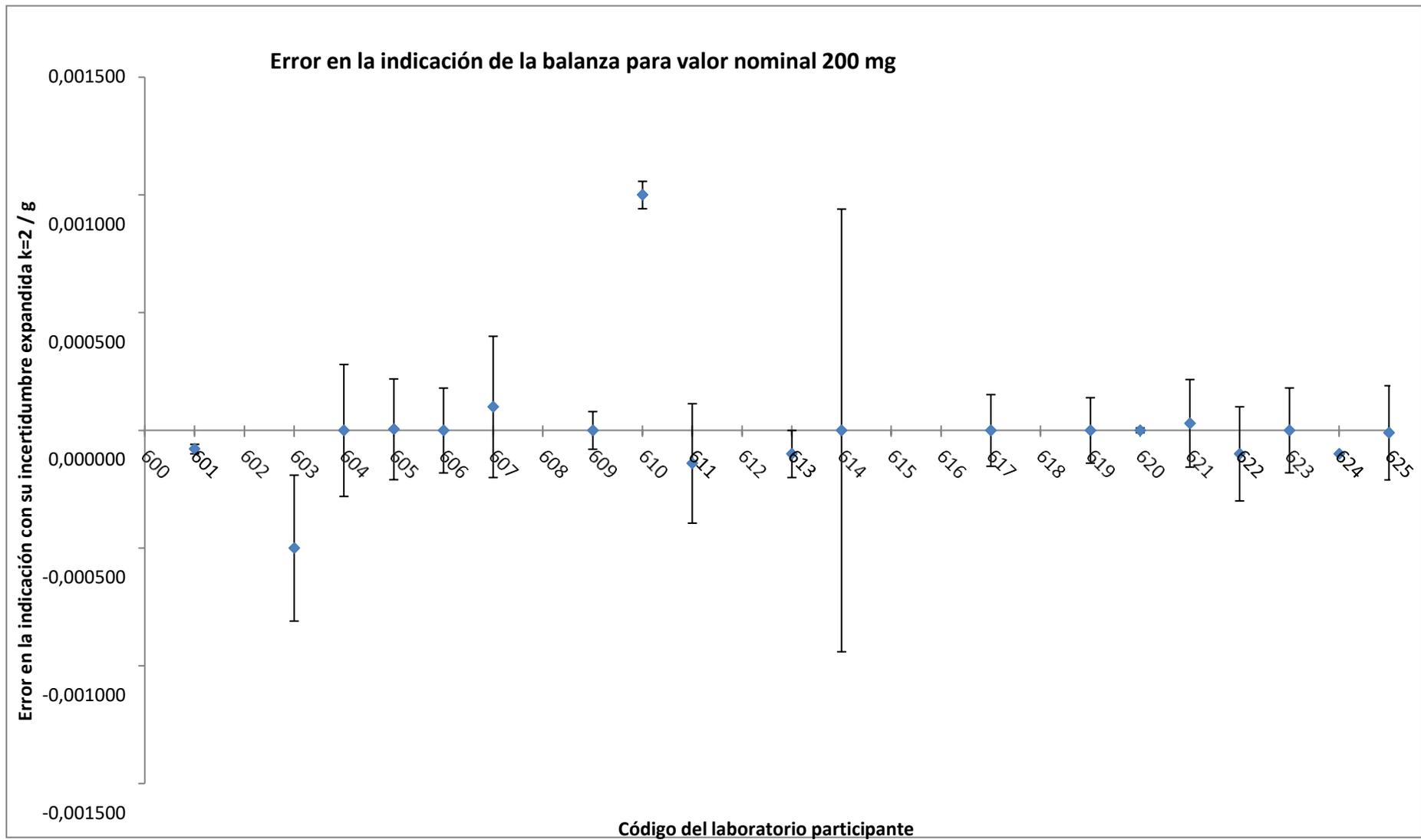
De acuerdo con las Tablas 4 y 5, los errores de indicación de la balanza se presentan en los gráficos precedentes, de acuerdo con el valor nominal de la pesa utilizada.

1. BALANZA ENTRIS

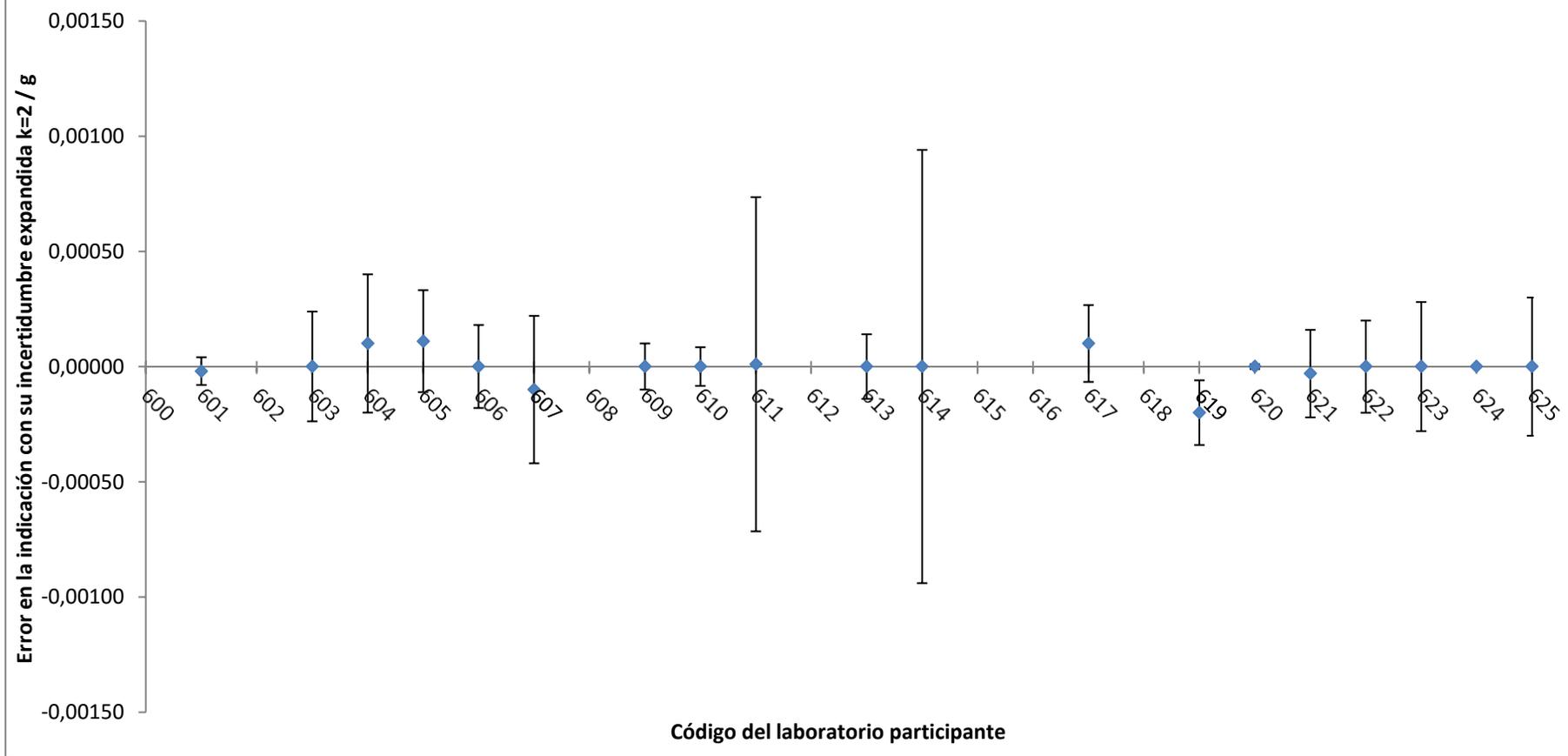


Error en la indicación de la balanza para valor nominal 50 mg

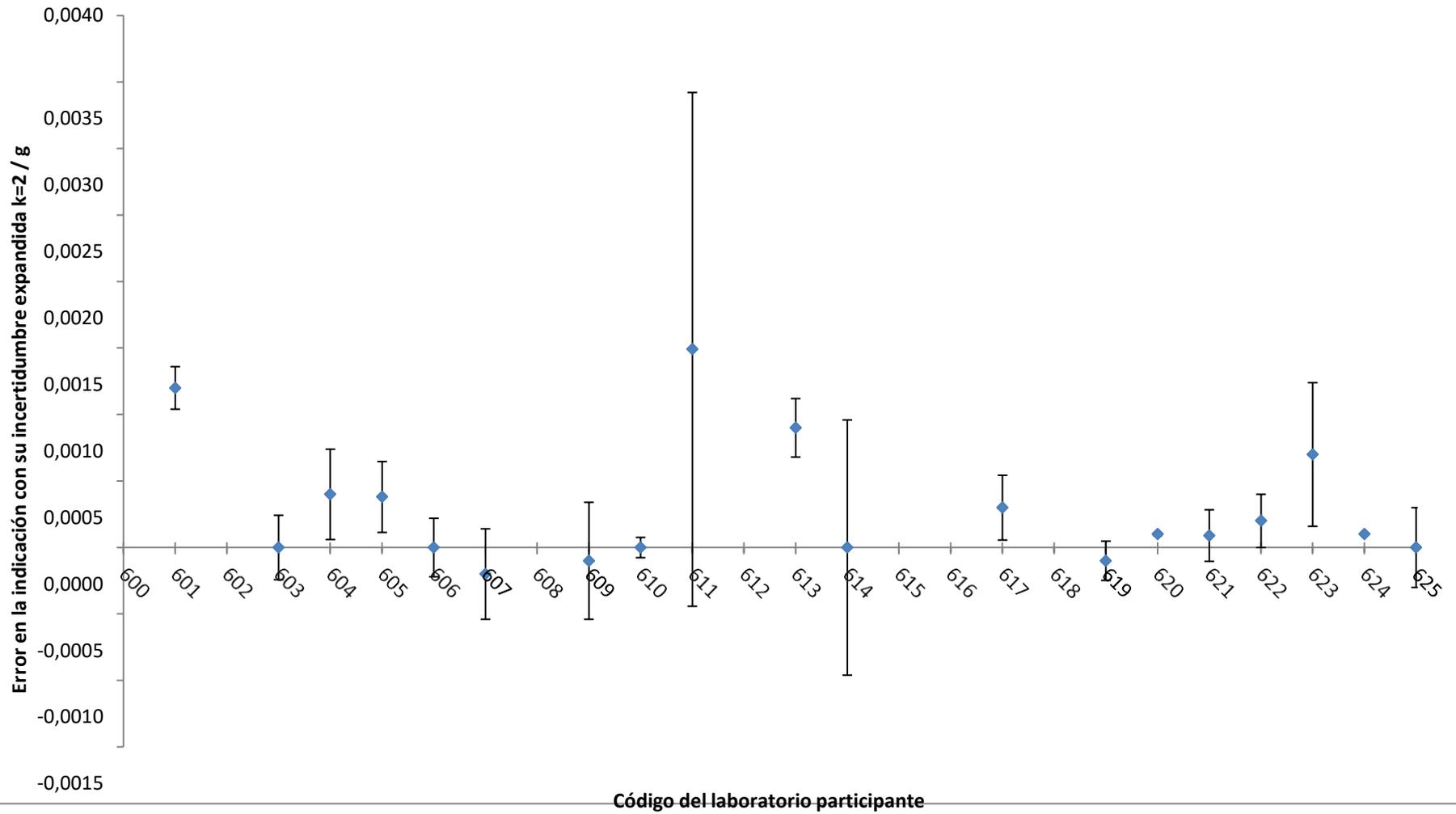




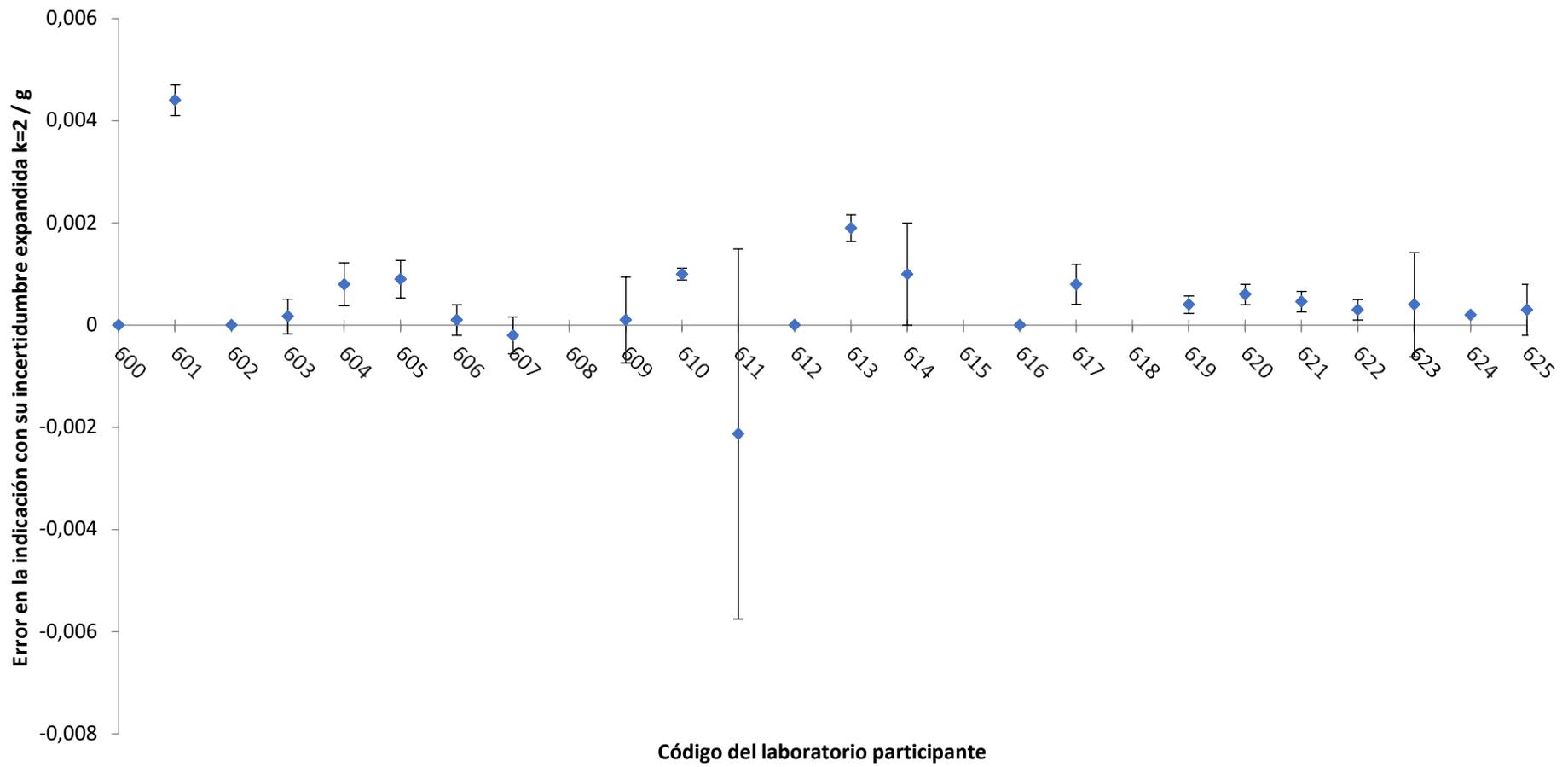
Error en la indicación de la balanza para valor nominal 10 g



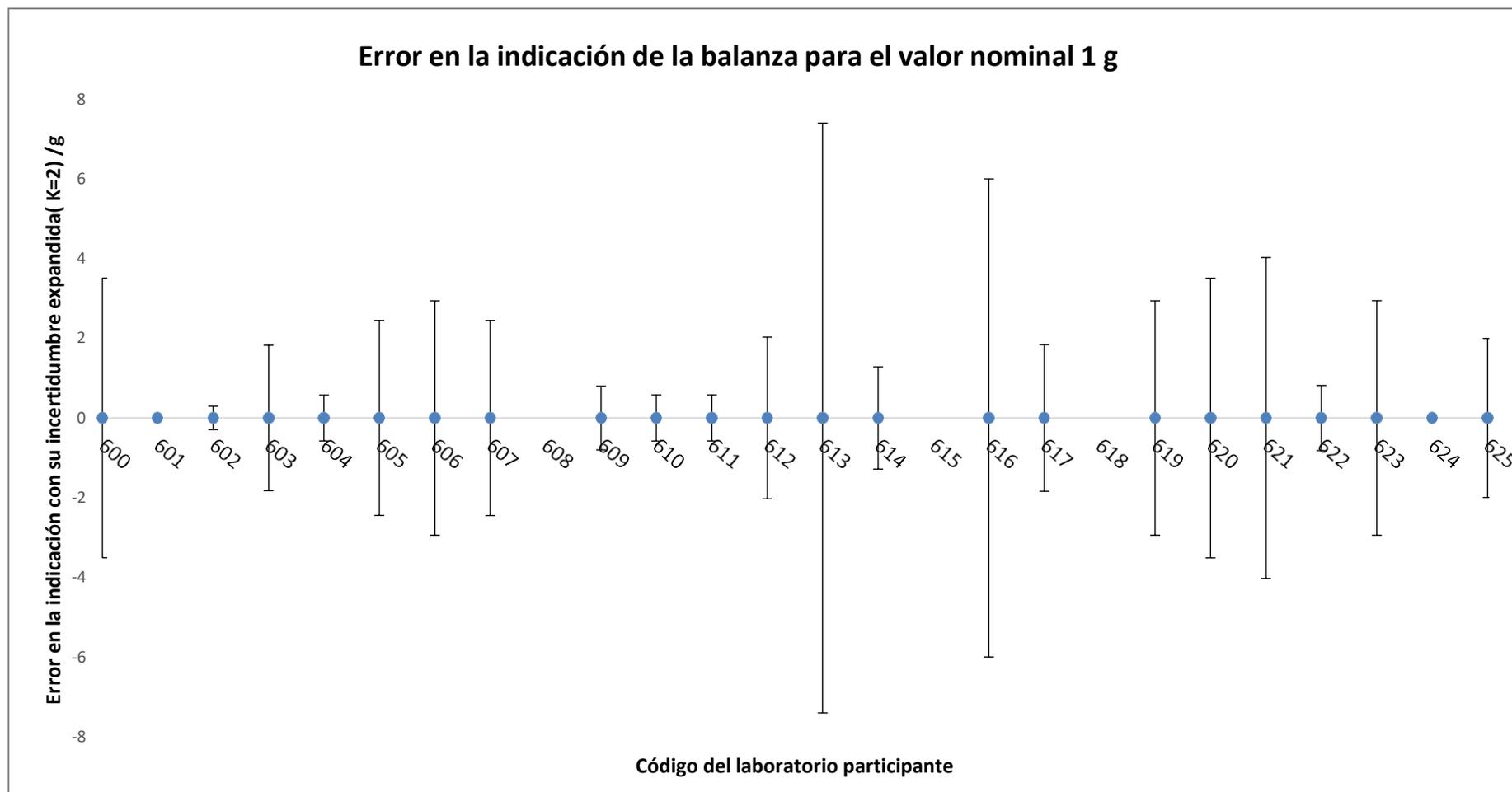
Error en la indicación de la balanza para valor nominal 100 g



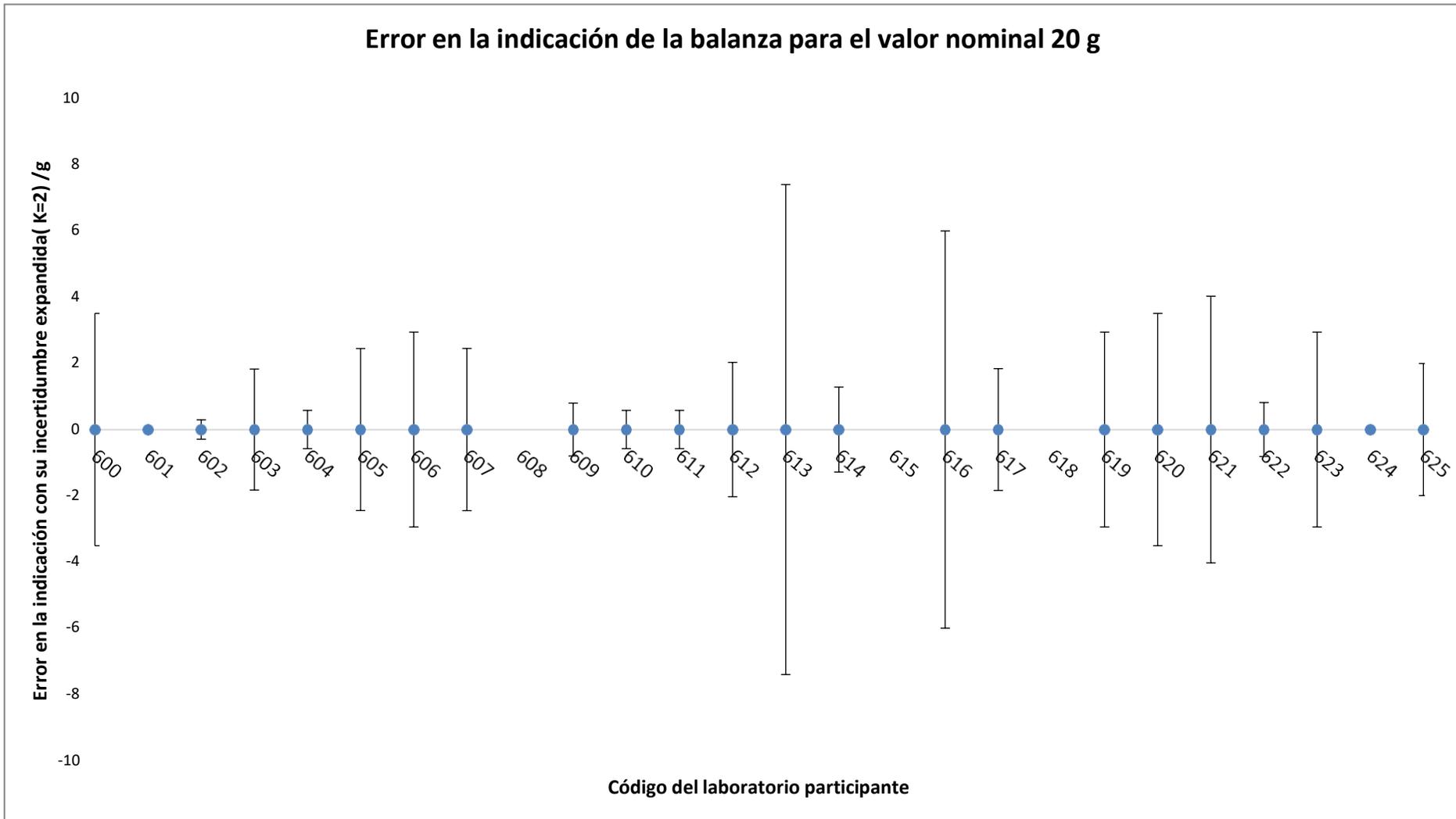
Error en la indicación de la balanza para valor nominal 200 g



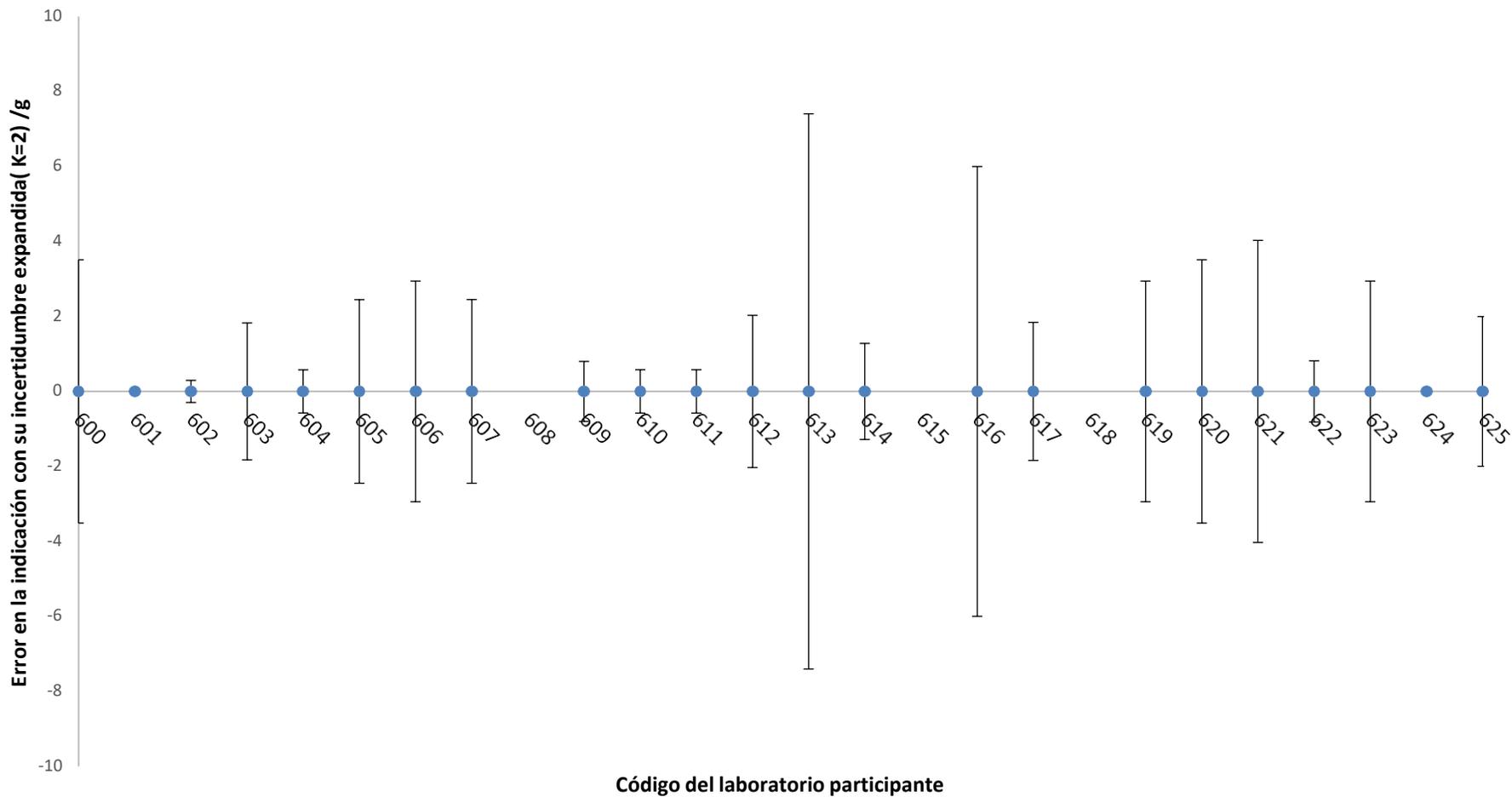
2.- Balanza Midrics



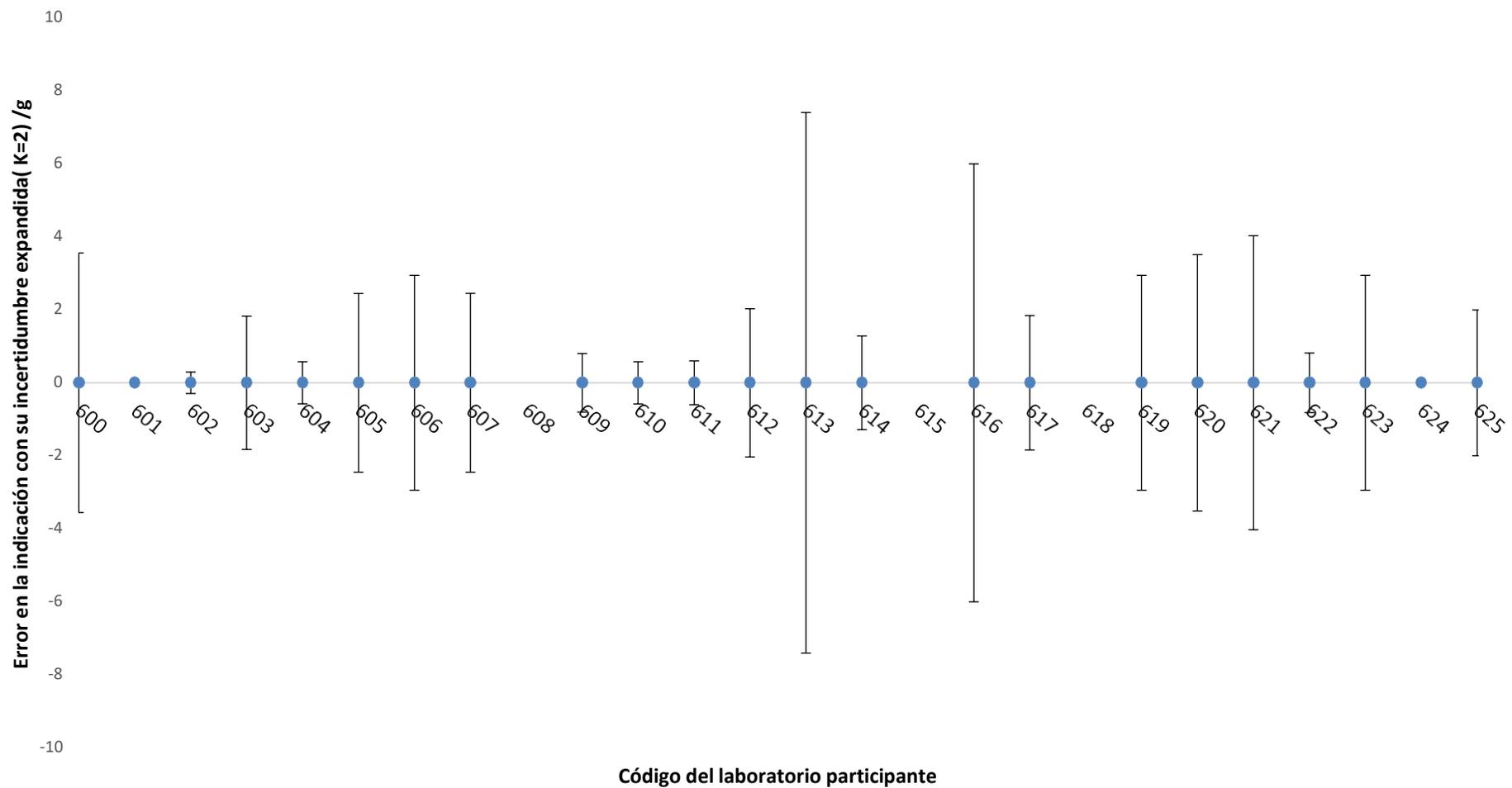
Error en la indicación de la balanza para el valor nominal 20 g



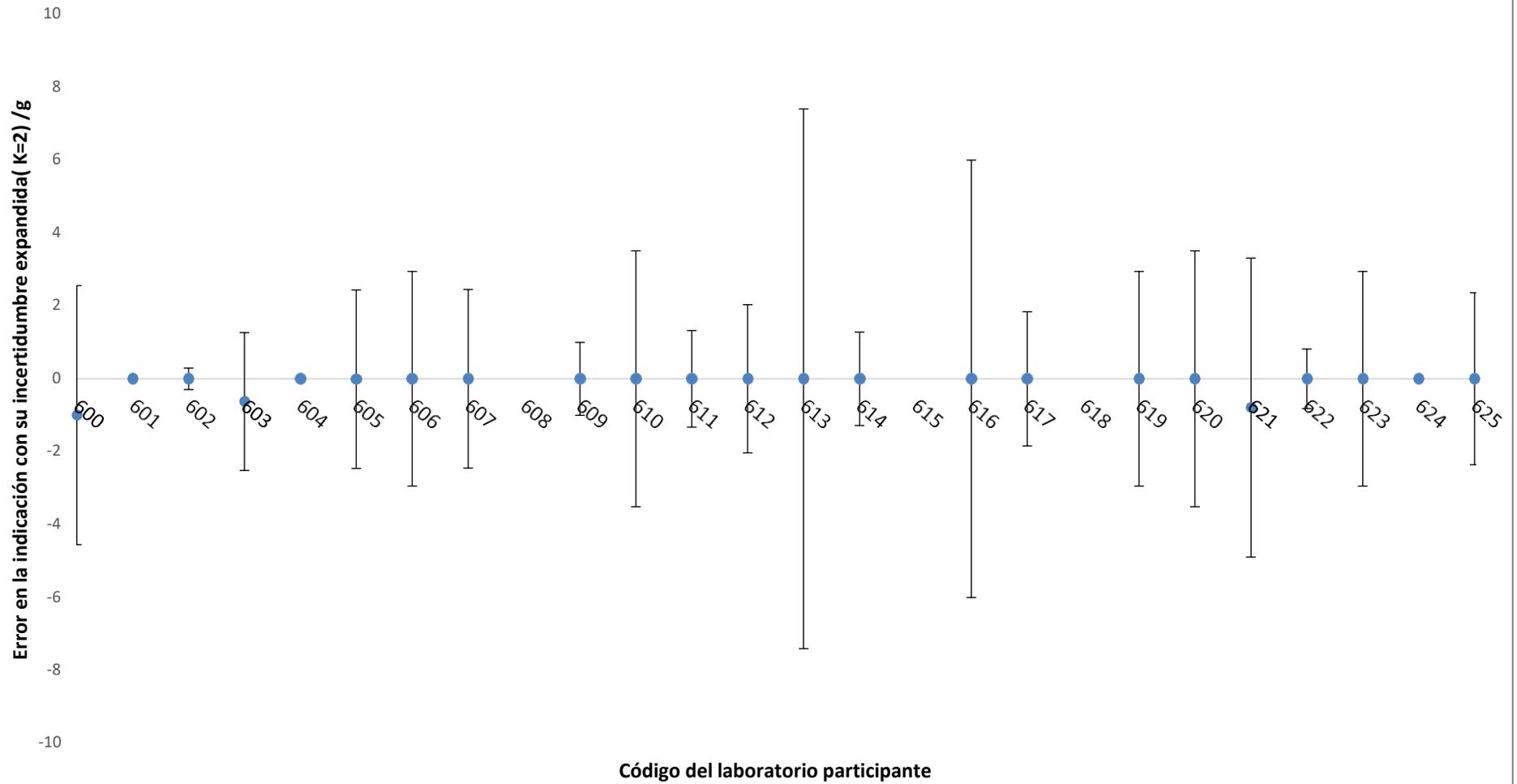
Error en la indicación de la balanza para el valor nominal 500 g



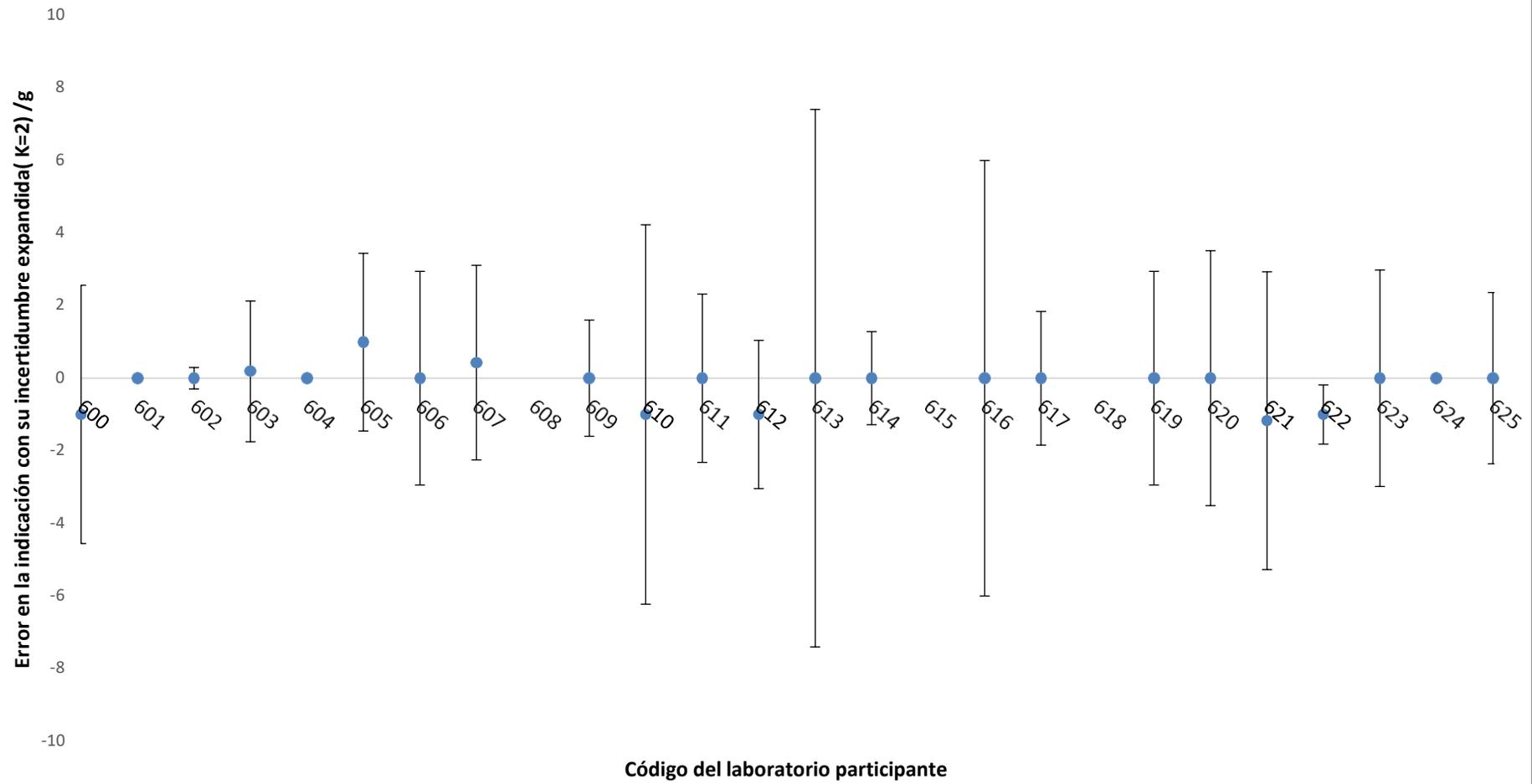
Error en la indicación de la balanza para el valor nominal 1000 g



Error en la indicación de la balanza para el valor nominal 5000 g



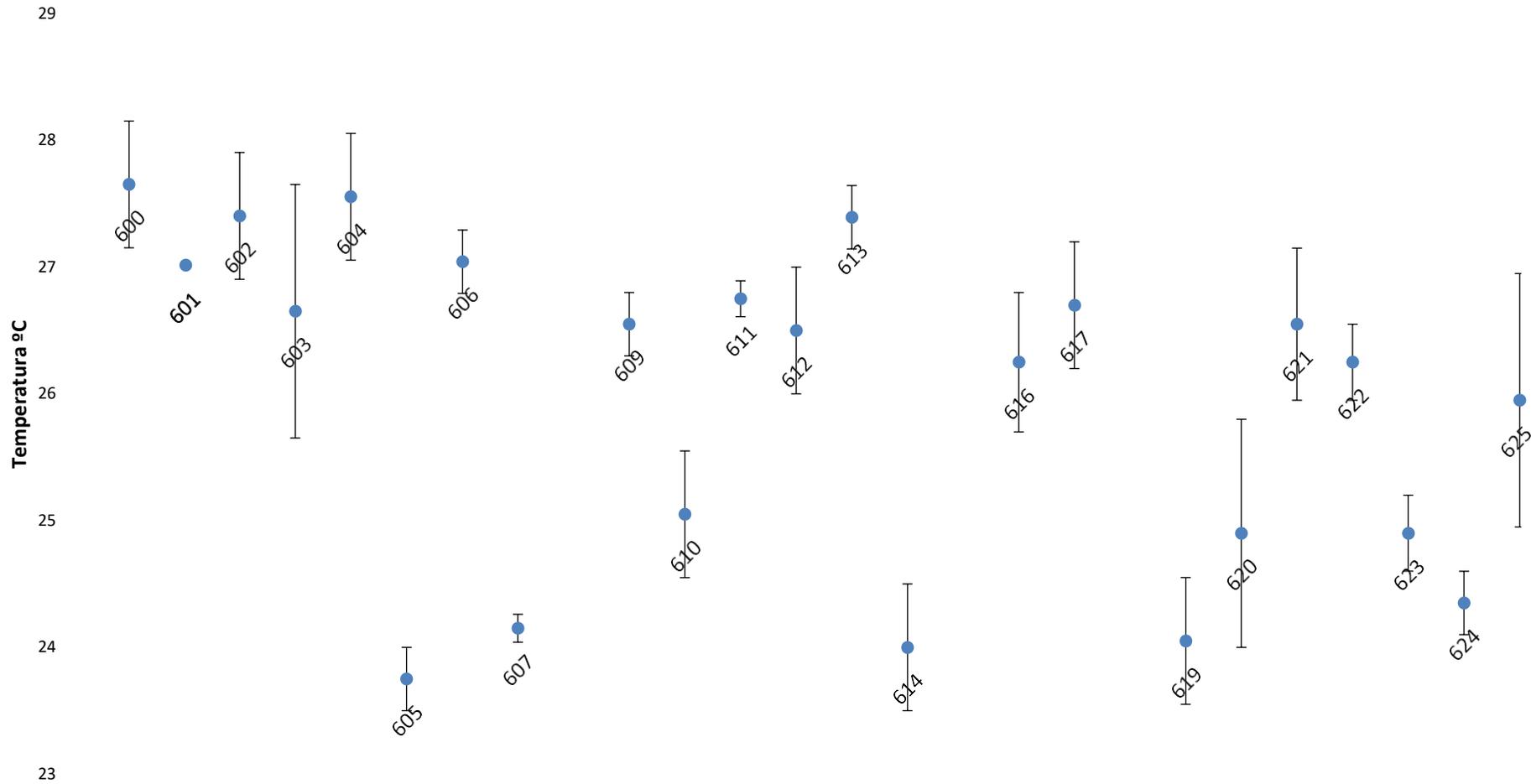
Error en la indicación de la balanza para el valor nominal 10000 g



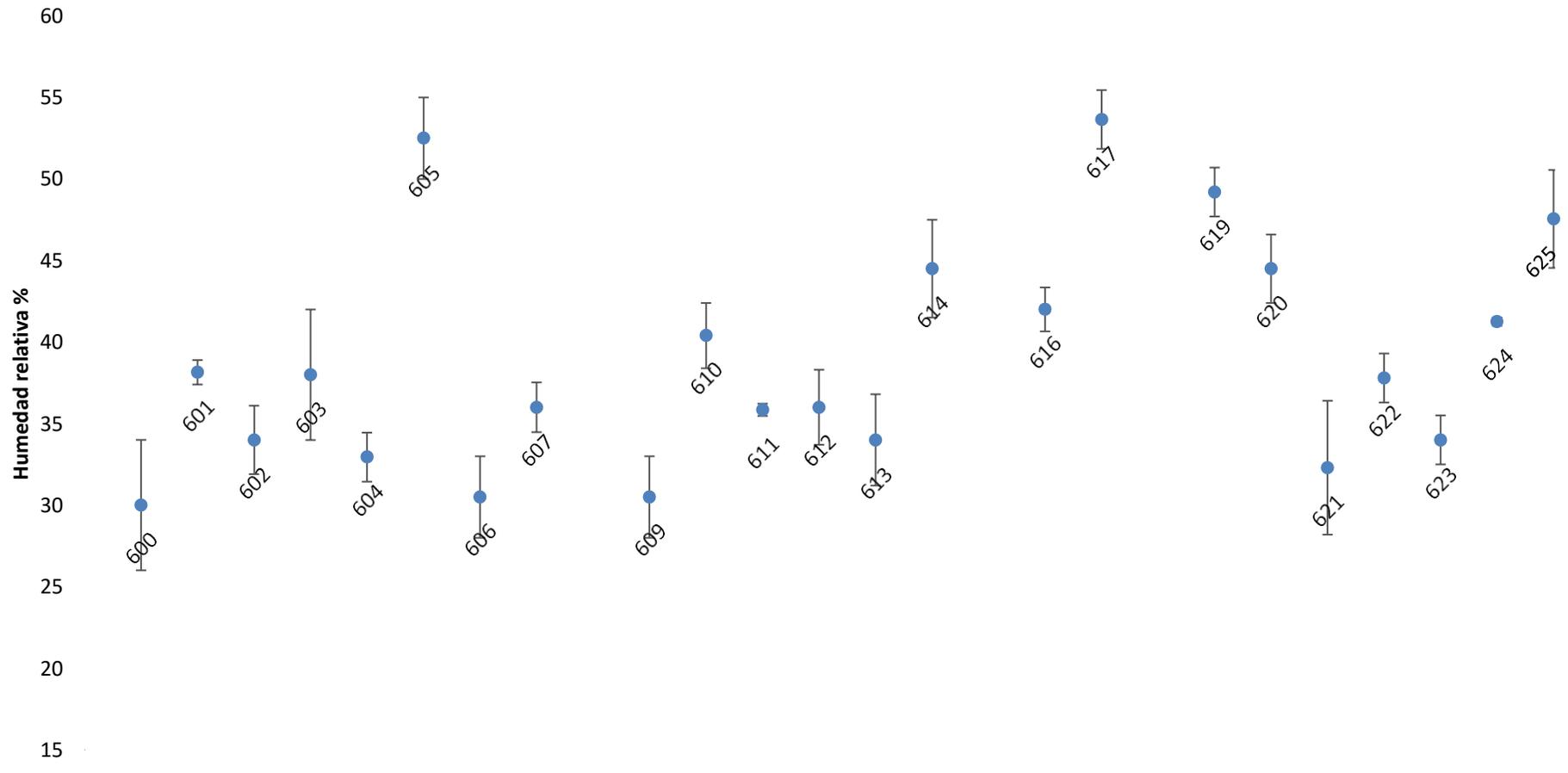
En los gráficos anteriores se puede evidenciar que, en líneas generales, existe un acuerdo entre las mediciones de los participantes, principalmente en la balanza de mayor capacidad (MIDRICS) No obstante, existen laboratorios con incertidumbres que no se ajustan a la calibración en el punto nominal en específico, si bien la mayoría de ellos informa una incertidumbre similar en cada uno de los valores nominales en los cuales se realiza la calibración, existen algunos casos en los cuales se aprecian diferencias significativas o incertidumbres elevadas con respecto al valor medido.

A continuación, se presentan los resultados de las condiciones ambientales (temperatura ambiental y humedad relativa) reportadas por los participantes, en los siguientes gráficos.

Temperatura ambiental promedio reportada por los participantes

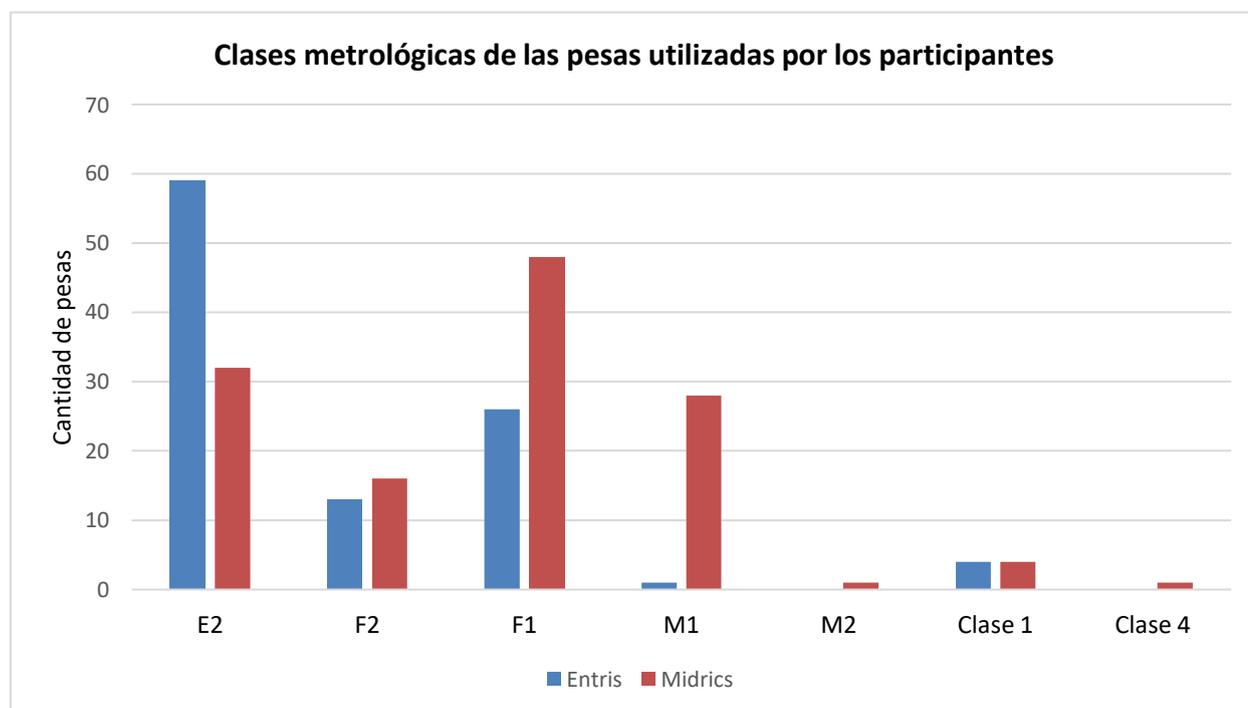


Humedad relativa ambiental promedio reportada por los participantes



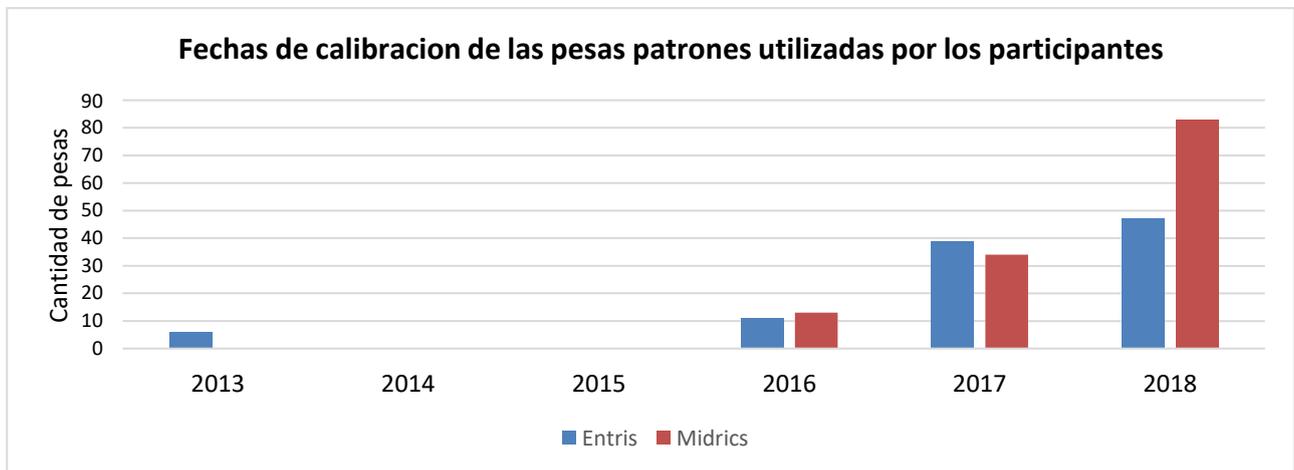
De acuerdo con lo informado por los laboratorios, la dispersión de los datos de temperatura ambiental y humedad relativa del ambiente se mantuvo dentro de las recomendaciones de OIML R 76 respecto a la calibración de instrumentos de pesaje no automáticos.

Respecto a las clases de las pesas utilizadas por los participantes, se tiene la siguiente estadística.



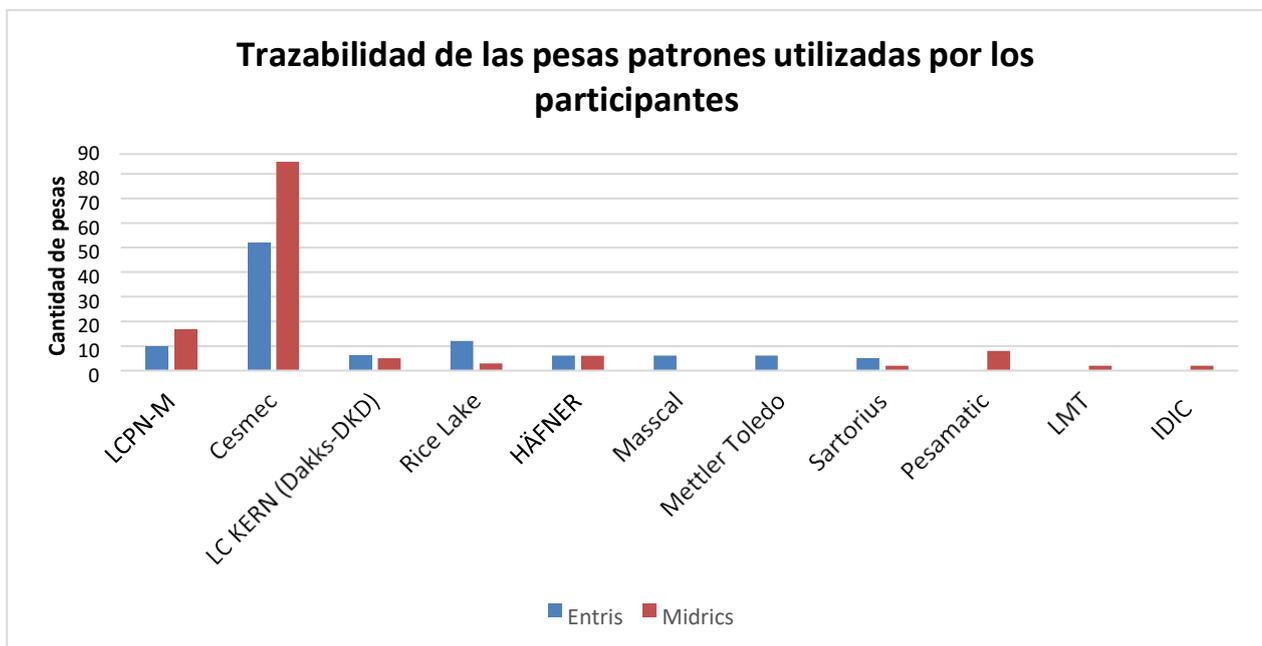
Se observa que la clase de la pesa más utilizada en este ejercicio fue la OIML E2, seguido de OIML F1 y en tercer lugar OIML M1.

Según las fechas de calibración de los certificados de calibración de las pesas utilizadas en esta actividad, se tiene lo siguiente.



La mayoría de los participantes utilizó pesas calibradas en el año 2018. Cabe señalar que esta estadística está basada en la información que los mismos participantes entregaron.

Sobre la trazabilidad de las pesas utilizadas, la información se resume en el siguiente gráfico.



Se observa que la mayoría de las pesas utilizadas en este ejercicio tienen trazabilidad al laboratorio de calibración de Cesmec, en segundo lugar, al

LCPN-M. Respecto a los estos últimos, cabe la duda si los certificados a los que hacen referencia los participantes son certificados de calibración acreditados en ISO/IEC 17025, o corresponden a certificados emitidos por fabricantes, los cuales no están acreditados en la norma antes mencionada.

Error Normalizado

El desempeño de cada laboratorio fue evaluado de acuerdo al error normalizado.

La evaluación mediante el uso del error normalizado es un criterio especificado en la NCh-ISO 17043 'Ensayos de aptitud mediante comparaciones interlaboratorio – Parte 1: Desarrollo y operación de los programas de ensayos de aptitud'. Dicho error normalizado es calculado de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{|LAB - REF|}{\sqrt{U_{LAB}^2 + U_{REF}^2}}$$

Dónde:

E_n : Error normalizado

LAB, U_{LAB} : Resultado e incertidumbre expandida del laboratorio participante

REF, U_{REF} : Resultado e incertidumbre expandida del laboratorio de referencia

El criterio de evaluación del error normalizado indica que:

- Si $E_n \leq 1$, existe acuerdo entre las mediciones.
- Si $E_n > 1$, no existe acuerdo entre las mediciones

De los resultados expresados en el capítulo anterior, se tiene que los errores normalizados calculados para cada laboratorio son los que se muestran en las Tablas 15 y 16. Balanza ENTRIS

Participante	Error normalizado					
	1 mg	50 mg	200 mg	10 g	100 g	200 g
600	--	--	--	--	--	--
601	--	--	0,34	0,07	3,53	7,03
602	--	--	--	--	--	--
603	--	0,38	1,33	0,00	0,00	0,22
604	0,58	0,41	0,03	0,24	0,88	0,77
605	1,03	0,18	0,05	0,30	0,95	0,97
606	--	--	0,04	0,00	0,00	0,34
607	0,79	0,37	0,31	0,23	0,44	0,81
609	0,93	0,65	0,05	0,00	0,19	0,20
610	0,96	0,67	4,85	0,00	0,00	1,36
611	0,62	0,04	0,40	0,01	0,76	0,66
612	--	--	--	--	--	--
613	0,93	0,63	0,40	0,00	2,42	2,84
614	0,21	0,15	0,01	0,00	0,00	0,63
616	--	--	--	--	--	--
617	0,00	0,56	0,04	0,29	0,78	0,79
619	0,82	0,57	0,04	0,60	0,30	0,19
620	1,00	0,70	0,05	0,00	0,33	0,56
621	0,29	0,00	0,15	0,08	0,25	0,30
622	0,35	0,49	0,32	0,00	0,55	0,00
623	0,78	0,52	0,04	0,00	1,13	0,09
624	0,00	0,70	0,45	0,00	0,33	0,20
625	0,61	0,00	0,00	0,00	0,80	0,57

Tabla 15 Errores normalizados por participante. Los valores en color rojo corresponden a aquellos mayores a 1.

	1 mg	50 mg	200 mg	10 g	100 g	200 g
Laboratorios en acuerdo (%)	93%	100%	89%	100%	83%	83%
Laboratorios en desacuerdo (%)	7%	0%	11%	0%	17%	17%

Tabla 16. Porcentaje de laboratorios en acuerdo y desacuerdo.

Es posible observar que, en los valores nominales de calibración 1 mg, 200 mg, 100 g, y 200 g al menos un resultado atribuido a alguno de los participantes obtuvo un valor superior a 1, lo que corresponde a que no cumplen con el criterio del En; En términos relativos, el porcentaje de laboratorios que obtuvo un grado de acuerdo es mayor al porcentaje de laboratorios en desacuerdo con el laboratorio piloto.

De los resultados expresados en el capítulo anterior, se tiene que los errores normalizados calculados para cada laboratorio son los que se muestran en las Tablas 17 y 18. Balanza MIDRICS

Participante	Error normalizado					
	1 g	20 g	500 g	1 kg	5 kg	10 kg
600	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,23
601	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
602	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
603	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,06
604	0,00	0,00	0,00	0,00	--	--
605	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
606	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
607	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
609	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
610	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
611	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
612	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32
613	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
614	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
616	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
617	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
619	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
620	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
621	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,25
622	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
623	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
624	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
625	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83

Tabla 17. Errores normalizados por participante. Los valores en color rojo corresponden a aquellos mayores a 1.

	1 g	20 g	500 g	1 kg	5 kg	10 kg
Laboratorios en acuerdo (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Laboratorios en desacuerdo (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabla 18. Porcentaje de laboratorios en acuerdo y desacuerdo.

De acuerdo con la tabla anterior, se observa que en la medición en la balanza MIDRICS el 100 % de los participantes obtuvo un grado de acuerdo satisfactorio con el laboratorio piloto.

13. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO/IEC 17043:2011, Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- [2] ISO/IEC 13528:2015 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison.
- [3] JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement.
- [4] OIML R 111-1:2004 Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 and M3. Part 1: Metrological and technical requirements
- [5] OIML R 76-1:2006 Non-automatic weighing instruments. Part 1: Metrological and technical requirements – Test.

14. ANEXO

Dentro del pétalo respectivo, los grados de equivalencia entre cada participante y el laboratorio piloto, el LCPN-M, se expresan mediante el par de valores $(d_{ip}, U(d_{ip}))$, donde

$$d_{ip} = x_i - \frac{p_i + p_f}{2} + \delta_{deriva} \quad (1)$$

d_{ip} : Diferencia entre el resultado de la medición del laboratorio participante i y el promedio de las mediciones del laboratorio piloto.

p_i : Resultado de la medición inicial del laboratorio piloto dentro del pétalo.

p_f : Resultado de la medición final del laboratorio piloto dentro del pétalo.

x_i : Resultado de la medición del laboratorio i .

δ_{deriva} : Corrección para la deriva del valor de masa de la pesa. Se asume que $\langle \delta_{deriva} \rangle = 0$ y $u(\delta_{deriva}) = \frac{|p_i - p_f|}{2\sqrt{3}}$ y que es una determinación independiente.

Luego, la incertidumbre estándar de d_{ip} está dada por:

$$u(d_{ip}) = \sqrt{\left(\frac{\partial d_{ip}}{\partial x_i}\right)^2 u^2(x_i) + \left(\frac{\partial d_{ip}}{\partial p_i}\right)^2 u^2(p_i) + \left(\frac{\partial d_{ip}}{\partial p_f}\right)^2 u^2(p_f) + 2 \frac{\partial d_{ip}}{\partial p_i} \frac{\partial d_{ip}}{\partial p_f} u(p_i, p_f)}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial p_i}{\partial p_f} \frac{\partial p_f}{\partial x_i} \frac{\partial \psi}{\partial p_i} + \frac{\partial p_i}{\partial p_f} \frac{\partial p_f}{\partial x_i} \frac{\partial \psi}{\partial x_i} \\
& + 2 \frac{\partial d_{ip}}{\partial x_i} \frac{\partial d_{ip}}{\partial p_f} \psi(x) + u^2(\delta)
\end{aligned}$$

deriva

$$u(d_{ip}) = \sqrt{u^2(x_i) + \frac{1}{4}u^2(p_i) + \frac{1}{4}u^2(p_f) - \frac{3}{2}u^2(x_{patrón}) + \left(\frac{p_i - p_f}{2\sqrt{3}}\right)^2}$$

$u(p_i)$: Incertidumbre estándar de la medición inicial del laboratorio piloto.

$u(p_f)$: Incertidumbre estándar de la medición final del laboratorio piloto.

$u(x_{patrón})$: Incertidumbre estándar del patrón de referencia del laboratorio piloto. En principio todos los resultados de los laboratorios están correlacionados con el laboratorio piloto, pues es el que les daría trazabilidad a través de ese patrón. En todo caso, su contribución es despreciable.

