

# Informe de Interlaboratorio



**Periodo:** 2018-2019  
**Normas:** EN 13032-4 y CIE S 025  
**Medidas:** Fotometría y color  
**Versión:** 01



**ASSESSORS LUMINOTÈCNICS, S.L. (Asselum)**

[C/ Ca n'Alzina, 76, 08202 Sabadell - Barcelona - España](#)

Email: [info@asselum.com](mailto:info@asselum.com)

Tel: +34 937 25 98 10

# Índice

ÍNDICE.....	1
1. OBJETO.....	2
2. ANTECEDENTES .....	2
3. PARTICIPANTES .....	2
4. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS.....	3
MUESTRA, M-1 .....	3
MUESTRA, M-2 .....	3
MUESTRA, M-3 .....	3
5. PARÁMETROS A MEDIR PARA LA INTERCOMPARACIÓN .....	4
5.1. GONIOFOTOMETRO .....	4
5.2. ESFERA INTEGRADORA.....	4
5.3. PUNTUAL.....	5
6. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.....	5
7. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE LOS PARTICIPANTES .....	6
7.1. MAGNITUDES FOTOMÉTRICAS:.....	7
7.1.1 Flujo luminoso .....	7
7.1.2 Eficacia lm/W.....	10
7.1.3 ULOR .....	13
7.2. MAGNITUDES ELÉCTRICAS .....	15
7.3. MAGNITUDES COLORIMÉTRICOS:.....	18
7.3.1 CCT .....	18
7.3.2 Ra .....	21
7.3.3 R9 .....	24
8. CONCLUSIONES: .....	27

## 1. Objeto

El presente informe es el resultado de la intercomparación en mediciones de fotometría, color y parámetros eléctricos según el estándar europeo EN 13032-4 y la recomendación CIE S 025 coordinada por parte del laboratorio de **Asselum Luminotècnics SL**.

La duración total del interlaboratorio ha sido de dos años. Han participado laboratorios acreditados, laboratorios en proceso de acreditación, empresas de iluminación con laboratorio propio y entidades públicas con instrumentos de medición.

## 2. Antecedentes

Los ejercicios de intercomparación siempre han sido una herramienta obligatoria para los laboratorios de ensayos acreditados según ISO/IEC 17025. Es, dentro de todos los procedimientos de aseguramiento de la calidad, el mejor método para evaluar correctamente el procedimiento del ensayo y las medidas tomadas en el.

Los procesos de interlaboratorio están normalmente reservados para los laboratorios nacionales y acreditados, y no es muy usual que participen otros actores como pueden ser fabricantes o ingenierías con laboratorios propios.

Existen excepciones como los interlaboratorios de fotometría organizados por IEA 4E SSL, donde la participación es abierta y masiva con laboratorios de todo el mundo.

A principios de 2017, el laboratorio de ensayos de Asselum decidió organizar una intercomparación de mediciones fotométricas y colorimétricas e invitar a todos los actores de la cadena de valor en el sector de la iluminación a participar con sus laboratorios. Con este ejercicio se pretende ayudar a empresas, no iniciadas en ISO 17025, a analizar aspectos que quizás no tienen en cuenta. Estos aspectos pueden ser la correcta calibración de los equipos, mejorar las condiciones ambientales del laboratorio o calcular las incertidumbres de las medidas.

## 3. Participantes

En el interlaboratorio han participado 4 laboratorios acreditados (la totalidad de laboratorios acreditados por ENAC en ensayos de fotometría según EN 13032-1 y 13032-4) y otros 17 laboratorios. La razón de incluir los laboratorios acreditados según EN 13032-1, ha sido para mejorar la consistencia en la medida "consenso"  $\bar{x}$  para el cálculo de la z-score. Es importante destacar que no todos los laboratorios han participado en todas las medidas y algunos participantes han utilizado diferentes instrumentos, siendo codificados como otro participante. Por ejemplo, un participante podía participar en medidas de fotometría mediante gonio-fotómetro y medición puntual con un espectro-radiómetro portátil y luego también con una esfera integradora como medida de color espacial.

A continuación, se enumeran los participantes que dieron su consentimiento a salir en esta lista:

- Applus
- Asselum
- ATP
- Candeltec
- Carandini
- Flos-Antares
- Fundación del
- Museo Guggenheim Bilbao
- Gencat
- Lamp
- LCOE
- Led C4
- Ledmotive
- Lledo
- Luxiona
- Oxytech
- Philips
- Prilux
- Saltoki
- Simon
- UPC

## 4. Descripción de las muestras

La intercomparación se realizó mediante 3 muestras diferentes con unas propiedades lumínicas distintas para poder analizar diferentes parámetros. La primera muestra consiste en una lámpara LED con un haz de apertura amplio y una ligera emisión de luz en el hemisferio superior (Gamma 90°-180°). La segunda es una luminaria de interiores tipo Downlight con una apertura de haz estrecho y distribución fotométrica simétrica. Por último, una luminaria de alumbrado público con una distribución asimétrica en los planos C (90°-270°) y una muy baja emisión en el hemisferio superior. Esta última muestra se escogió para probar la capacidad de los laboratorios en la medición del FHS (ULOR) y la eliminación de la luz parásita causada por la reflexión de las paredes y la maquinaria.

**Tabla 1.- Descripción de las muestras a ensayar**

	<b>Descripción</b>	<b>Alimentación</b>	<b>Características nominales</b>
M-1	Lámpara LED, E-27	230V AC, 50Hz	10W, 2700K y 80 de IRC
M-2	Luminaria tipo Downlight, fotometría simétrica	230V AC, 50Hz	7W, 20°, 4000K
M-3	Luminaria vial, fotometría asimétrica	230V AC, 50Hz	90W, 4000K, y 80 IRC

**Muestra, M-1**



**Muestra, M-2**



**Muestra, M-3**



**Imagen 1.- Las muestras elegidas para este interlaboratorio.**

## 5. Parámetros a medir para la intercomparación

A continuación, se muestran las magnitudes que se han medido por tipo de instrumento. En la tabla 2 se muestran las mediciones realizadas con un goniómetro, la tabla 3 muestra las mediciones mediante una esfera integradora y la tabla 4 mediante un instrumento portátil (espectrorradiómetro o colorímetro).

### 5.1. GONIOFOTOMETRO

**Tabla 2.-** Mediciones y cálculos que entran en el rango de este interlaboratorio realizados mediante un goniómetro

Parámetros	Unidad
<b>Magnitudes fotométricas</b>	
Flujo luminoso total	<b>Lumen (Lm)</b>
Factor de corrección para corregir la posición de funcionamiento	<b>lm/W</b>
ULOR o FHS	<b>%</b>
Eficacia (lm/W)	<b>-</b>
<b>Magnitudes eléctricas</b>	
Potencia activa	<b>Vatios (W)</b>
<b>Magnitudes colorimétricas</b>	
Temperatura de color correlacionada (CCT) promediada espacialmente*	<b>°K</b>
Índice de reproducción cromática (IRC) $R_a$ promediada espacialmente*	<b>-</b>
Rg o color rojo	<b>-</b>

### 5.2. ESFERA INTEGRADORA

**Tabla 3.-** Mediciones y cálculos que entran en el rango de este interlaboratorio realizadas mediante una esfera integradora

Parámetros	Unidad
<b>Magnitudes fotométricas</b>	
Flujo luminoso	<b>Lumen (Lm)</b>
Eficacia (lm/W)	<b>lm/W</b>
<b>Magnitudes eléctricas</b>	
Potencia activa	<b>Vatios (W)</b>
<b>Magnitudes colorimétricas</b>	
Temperatura de color correlacionada (CCT) promediada espacialmente	<b>°K</b>
Índice de reproducción cromática (IRC) $R_a$ promediada espacialmente	<b>-</b>
Rg o color rojo	<b>-</b>

### 5.3. Puntual

**Tabla 4.**-Mediciones y cálculos que entran en el rango de este interlaboratorio realizadas mediante un instrumento de medida puntual

Parámetros	Unidad
Magnitudes colorimétricas	
Temperatura de color correlacionada (CCT). Medido al vector normal de la área luminosa.	°K
Índice de reproducción cromática (IRC) R <sub>a</sub> . Medido al vector normal de la área luminosa.	-
Rg o color rojo	-

## 6. Tratamiento estadístico de los resultados

En la primera etapa del análisis de los resultados se procedió a examinar si existía algún valor anómalo o discordante entregado por algún participante.

La eliminación de los posibles resultados discordantes se realizó mediante el test de Grubbs según ISO 5725.

La prueba de Grubbs determina si los valores extremos después de ordenar los resultados de menor a mayor son discordantes.

Una vez ordenados los resultados de menor a mayor se calcula el parámetro G para el valor supuestamente aberrante que puede ser el más pequeño o más grande.

Para el valor más grande

$$G_g = \frac{x_g - \bar{X}}{s}$$

Para el valor más pequeño

$$G_p = \frac{\bar{X} - x_l}{s}$$

Donde

$G_g$ : El valor más grande de la serie

$G_p$ : El valor más pequeño de la serie

$s$ : Desviación estándar de todas las mediciones de los participantes

$\bar{X}$ : Promedio de todas las mediciones

Si el valor  $G_g$  o  $G_p$  es mayor al tabulado según el número de participantes  $p$  para esta medida, se considerará un valor discrepante con una probabilidad del 95% y no se utilizará para los siguientes cálculos del interlaboratorio.

Una vez eliminados los valores discrepantes, la evaluación del desempeño de los participantes en el interlaboratorio se realizó según G-ENAC-14 utilizando como criterio de cálculo del parámetro  $z$  – score.

El desempeño de cada participante en cada magnitud objeto del alcance es evaluado mediante la normalización de los resultados de los participantes aplicando el cálculo del índice *Z – score* correspondiente, determinado según:

$$Z - score = \frac{(X_p - x_{ref})}{s_R}$$

Donde

$X_p$ : Medida del participante

$x_{ref}$ : Valor de referencia. Se considera el valor de referencia como el promedio de los valores medidos por laboratorios acreditados o en proceso de acreditación

$s_R$ : Desviación estándar de reproducibilidad de todos los laboratorios para la X medida.

Eliminando anteriormente los valores aberrantes según ISO 17043 la evaluación de los datos se realizará de la siguiente manera:

Resultados con un valor de  $|Z - score| \leq 2$  son satisfactorios

Resultados con un valor de  $|Z - score| > 3$  son insatisfactorios

el resto de resultados, ( $2 < |Z - score| < 3$ ) son cuestionables

## 7. Resultados de las mediciones de los participantes

Muchos participantes del interlaboratorio se han presentado con sistemas de medición donde la muestra no se podía mantener en su posición de funcionamiento durante todo el ensayo. El estándar de medición de fotometría para tecnología LED, EN 13032-4, deja claramente indicado la necesidad de ensayar en la posición típica de funcionamiento para poder medir los parámetros que tendrá la muestra una vez esté instalada. Por lo que estos laboratorios no están cumpliendo con el procedimiento adecuado de medición de lámparas, módulos luminarias de LED.

Para poder analizar si realmente existen diferencias entre los diferentes tipos de sistemas de medición (horizontal o vertical) cada resultado ha sido representado en un color determinado. En verde los que han realizado las medidas en posición de funcionamiento de la muestra y en rojo las medidas en horizontal.

La línea amarilla marca el promedio de los resultados obtenidos por laboratorios acreditados. Este ha sido el valor considerado como referencia.

Todos los cálculos estadísticos se han realizado después de eliminar los resultados aberrantes según el método especificado anteriormente.

## 7.1. Magnitudes fotomètriques:

Como se puede comprobar en los resultados, a muestras de más potencia y presuntamente más temperatura del sistema, más es la diferencia entre medidas realizadas por sistemas de medición en posición de funcionamiento y posición horizontal.

Es interesante destacar que la gran mayoría de resultados alejados del que se considera la referencia han sido medidos mediante gonio-fotómetros en vez de esferas integradoras. Esto puede ser debido a que normalmente en los sistemas de calidad de los laboratorios con gonios solo se tienen en cuenta la calibración del luxómetro y no de otros parámetros también importantes como la temperatura ambiente, el correcto funcionamiento angular del gonio y la gestión de la luz parásita de la sala.

### 7.1.1 Flujo luminoso

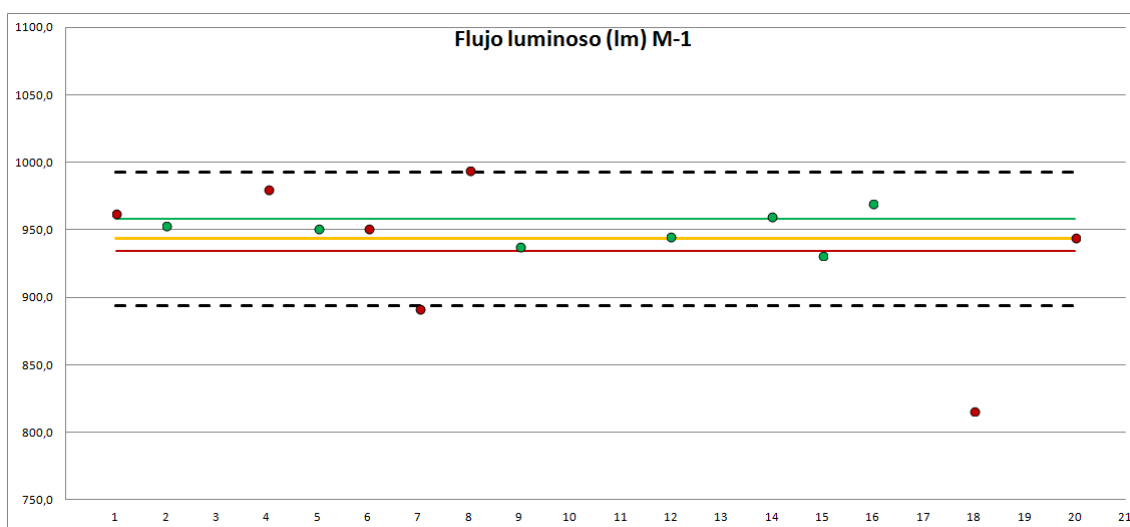
M- 1

Código participante	Flujo luminoso medido en horizontal	Flujo luminoso en función de la posición de funcionamiento	Flujo luminoso laboratorios acreditados	Totales	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z Score
1	962,3			962,3	-0,47	962,3	0,4
2			952,97	953,0	-0,25	953,0	0,2
4	980,2			980,2	-0,88	980,2	0,8
5			951,2	951,2	-0,21	951,2	0,2
6	951,2			951,2	-0,21	951,2	0,2
7	891,7			891,7	1,16	891,7	-1,2
8	994,0			994,0	-1,20	994,0	1,2
9			937,97	938,0	0,09	938,0	-0,1
12		945		945,0	-0,07	945,0	0,0
14		960,3		960,3	-0,42	960,3	0,4
15			931,22	931,2	0,25	931,2	-0,3
16		969,51		969,5	-0,63	969,5	0,6
18	816,0			816,0	2,90	X	-2,9
20	944,6			944,6	-0,06	944,6	0,0

Total Participantes	14
Valor Grubbs	2,5

Media	934,3	958,3	943,3	942,0
Mediana	951,2	960,3	944,6	951,2
Desviación estándar (s)	61,45	12,38	10,49	43,42

951,7
951,2
24,85





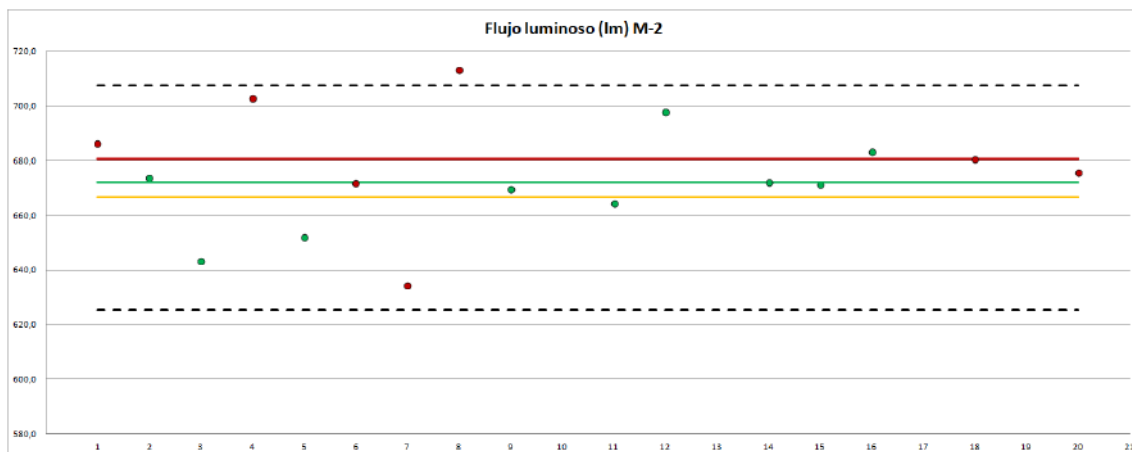
## M-2

Codigo participante	Flujo luminoso medido en horizontal	Flujo luminoso en función de la posición de funcionamiento	Flujo luminoso laboratorios acreditados	Totales	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z Score
1	686,2			686,2	0,57	686,2	<b>1,0</b>
2			673,5	673,5	0,05	673,5	<b>0,3</b>
3		643,25		643,2	1,52	643,2	<b>-1,1</b>
4	702,7			702,7	1,38	702,7	<b>1,8</b>
5			651,8	651,8	1,10	651,8	<b>-0,7</b>
6	671,7			671,7	0,13	671,7	<b>0,3</b>
7	634,4			634,4	1,95	634,4	<b>-1,6</b>
8	713,1			713,1	1,88	713,1	<b>2,3</b>
9			669,5	669,5	0,24	669,5	<b>0,1</b>
11		664,3		664,3	0,49	664,3	<b>-0,1</b>
12		698		697,7	1,14	697,7	<b>1,5</b>
14		672		672,0	0,12	672,0	<b>0,3</b>
15			671,0	671,0	0,17	671,0	<b>0,2</b>
16		683,18		683,2	0,43	683,2	<b>0,8</b>
18	680,5			680,5	0,30	680,5	<b>0,7</b>
20	675,6			675,6	0,06	675,6	<b>0,4</b>

Total Participantes	16
Valor Grubbs	2,58

Media	680,6	672,1	666,4	674,4
Mediana	680,5	672,0	670,2	672,7
Desviación estándar (s)	25,23	20,46	9,91	20,56

674,4
672,7
20,56

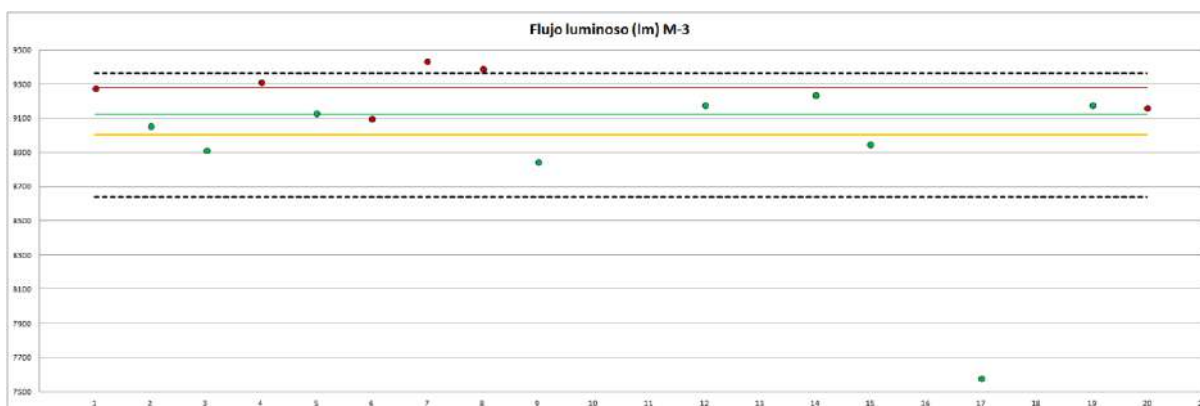


## M-3

Código participante	Flujo luminoso medido en horizontal	Flujo luminoso en función de la posición de funcionamiento	Flujo luminoso laboratorios acreditados	Totales	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z Score
1	9278			9278,0	0,52	9278,0	<b>0,6</b>
2			9055,89	9055,9	0,03	9055,9	<b>0,1</b>
3		8912,869		8912,9	0,28	8912,9	<b>-0,2</b>
4	9315,41			9315,4	0,60	9315,4	<b>0,7</b>
5			9129,44	9129,4	0,19	9129,4	<b>0,3</b>
6	9099,7			9099,7	0,13	9099,7	<b>0,2</b>
7	9434,43			9434,4	0,86	9434,4	<b>1,0</b>
8	9393,01			9393,0	0,77	9393,0	<b>0,9</b>
9			8846,46	8846,5	0,43	8846,5	<b>-0,3</b>
12		9178		9177,6	0,30	9177,6	<b>0,4</b>
14		9235		9235,0	0,42	9235,0	<b>0,5</b>
15			8948,07	8948,1	0,21	8948,1	<b>-0,1</b>
17			7580,38	7580,4	3,21	X	<b>-3,1</b>
19		9176,4		9176,4	0,30	9176,4	<b>0,4</b>
20	9162,13			9162,1	0,26	9162,1	<b>0,4</b>

Total Participantes	15
Valor Grubbs	2,54

Media	9280,4	9125,5	8712,0	9041,6		9154,0
Mediana	9296,7	9177,0	8948,1	9152,9		9176,4
Desviación estándar (s)	129,8	144,3	641,7	455,1		181,0



Para la muestra M-1 los laboratorios 7,8 y 18 presentan las mediciones más desviadas respecto a la referencia a pesar de estar dentro de los límites de aceptación. El laboratorio 18 presuntamente no ha podido medir correctamente la emisión en  $G_{90}^{\circ-180^{\circ}}$ , ya que para la muestra M-2 los resultados reportados son coherentes.

Para la M-2 las desviaciones son similares a las de la M-1 salvo lo explicado para el laboratorio 18.

El laboratorio 17, que solo ha podido participar en la muestra M-3, ha dado una medición totalmente aberrante respecto a todos los participantes y al patrón referencia. Por lo que ha quedado excluido del interlaboratorio.

Las desviaciones grandes pueden ser debidas a una estabilización incorrecta de las muestras antes de empezar el ensayo, una temperatura ambiente inadecuada o un error en la calibración del luxómetro/espectroradiómetro. Se descarta el posible fallo por la alimentación eléctrica al haber observado una desviación mínima en las medidas de tensión y potencia reportadas.

## 7.1.2 Eficacia lm/W

M-1

Codigo participante	lm/W medidos en horizontal	Laboratorios acreditados	lm/W medidos en vertical	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z-score
1	92,6			92,6	0,42	92,6	-0,55
2		91,6		91,6	0,20	91,6	-0,15
4	92,5			92,5	0,39	92,5	-0,50
5		93,3		93,3	0,56	93,3	-0,81
6	91,9			91,9	0,26	91,9	-0,28
7	86,0			86,0	0,96	86,0	1,94
8	97,5			97,5	1,42	97,5	-2,37
9		89,7		89,7	0,19	89,7	0,54
14			91,9	91,9	0,26	91,9	-0,28
15		90,0		90,0	0,12	90,0	0,42
16			92,8	92,8	0,45	92,8	-0,60
18	77,0			77,0	2,82	X	5,31
20	91,2			91,2	0,13	91,2	-0,03

Total Participantes	13,0
Valor Grubbs	2,5

Media	89,8	91,1	92,3	90,6	0,6	91,7
Mediana	91,9	90,8	92,3	91,9	0,4	91,9
Desviacio estàndar (s)	6,6	1,6	0,6	4,8	0,8	2,7



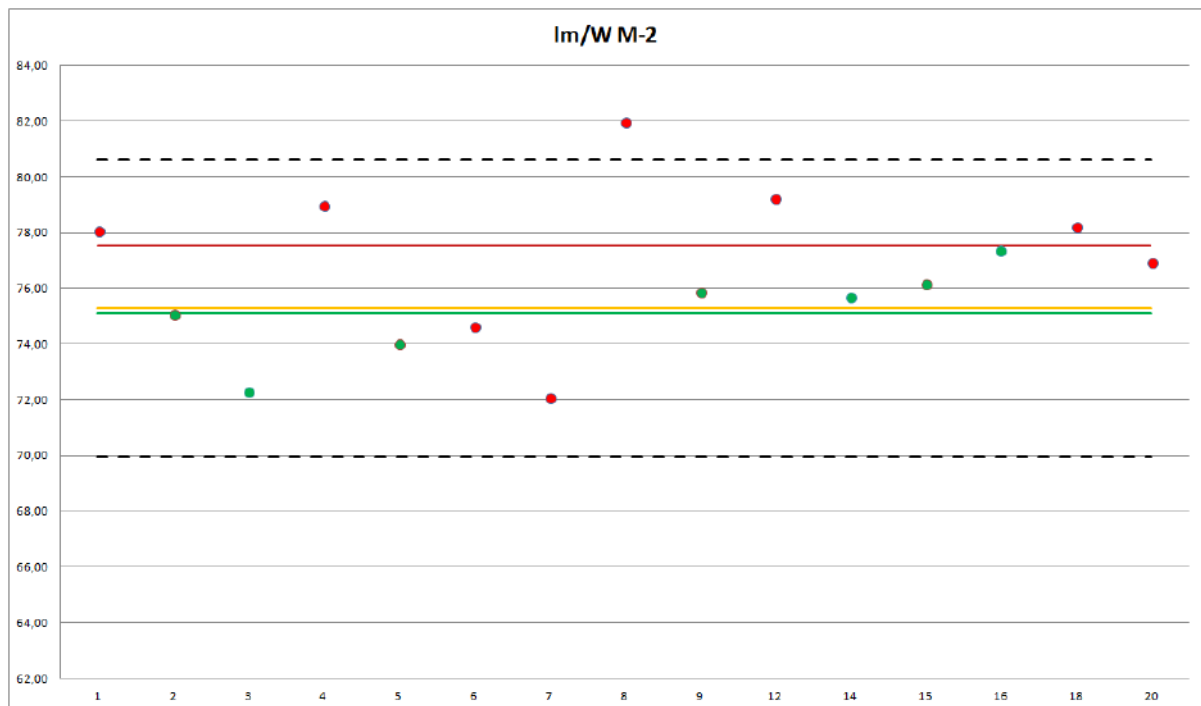
## M-2

Codigo participante	lm/W medidos en horizontal	lm/W medidos en vertical	lm/W acreditados	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Valores NO aberrantes	Z-score
1	78,07			78,07	0,61	78,07	<b>1,04</b>
2			75,07	75,07	-0,51	75,07	<b>-0,08</b>
3		72,27		72,27	-1,56	72,27	<b>-1,13</b>
4	78,96			78,96	0,94	78,96	<b>1,37</b>
5			74,04	74,04	-0,90	74,04	<b>-0,47</b>
6	74,64			74,64	-0,67	74,64	<b>-0,24</b>
7	72,09			72,09	-1,63	72,09	<b>-1,20</b>
8	81,97			81,97	2,07	81,97	<b>2,50</b>
9			75,88	75,88	-0,21	75,88	<b>0,22</b>
12	79,24			79,24	1,05	79,24	<b>1,48</b>
14		75,69		75,69	-0,28	75,69	<b>0,15</b>
15			76,18	76,18	-0,10	76,18	<b>0,33</b>
16		77,36		77,36	0,34	77,36	<b>0,77</b>
18	78,22			78,22	0,67	78,22	<b>1,10</b>
20	76,93			76,93	0,18	76,93	<b>0,61</b>

Total Participantes	15
Valor Grubbs	2,54

Media	77,51	75,11	75,29	76,44
Mediana	78,14	75,69	75,48	76,18
Desviacio estàndar (s)	3,02	2,59	0,96	2,67

76,44
76,18
2,67



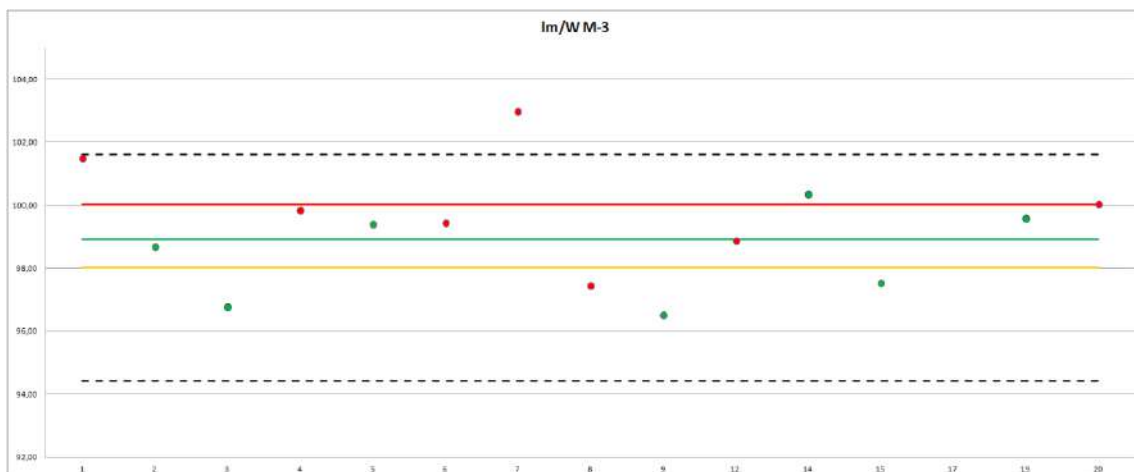
### M-3

Código participante	lm/W medidos en horizontal	lm/W medidos en vertical	lm/W Acreditados	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Valores NO aberrantes	Z-score
1	101,51			101,51	0,72	101,5	1,9
2			96,68	96,68	0,13	96,7	0,4
3		96,77		96,77	-0,27	96,8	-0,7
4	99,84			99,84	0,37	99,8	1,0
5			99,4	99,40	0,28	99,4	0,8
6	99,45			99,45	0,29	99,4	0,8
7	103,00			103,00	1,03	103,0	2,8
8	97,45			97,45	-0,13	97,5	-0,3
9			96,5	96,50	-0,33	96,5	-0,8
12	98,87			98,87	0,17	98,9	0,5
14		100,37		100,37	0,48	100,4	1,3
15			97,52	97,52	-0,11	97,5	-0,3
17			81,9	81,90	-3,37	X	-9,0
19		99,5919		99,59	0,32	99,6	0,9
20	100,035			100,04	0,41	100,0	1,1

Total Participantes	15
Valor Grubbs	2,54

Media	100,02	98,91	94,80	98,06
Mediana	99,84	99,59	97,52	99,40
Desviación estándar (s)	1,80	1,89	7,30	4,79

99,21
99,42
1,80



Las conclusiones para el parámetro de la eficacia son muy similares al parámetro anterior, ya que el parámetro de lm/W viene del flujo luminoso. Es importante destacar las grandes diferencias entre los valores reportados de los diferentes participantes, ya que el parámetro del "lm/W" es uno de los parámetros más importantes a la hora de elegir un sistema de iluminación y se tendría que medir con más precisión.

### 7.1.3 ULOR

Al no influir la posición de funcionamiento en el cálculo del flujo zonal los participantes no acreditados se asignan al color rojo y los laboratorios acreditados al color verde.

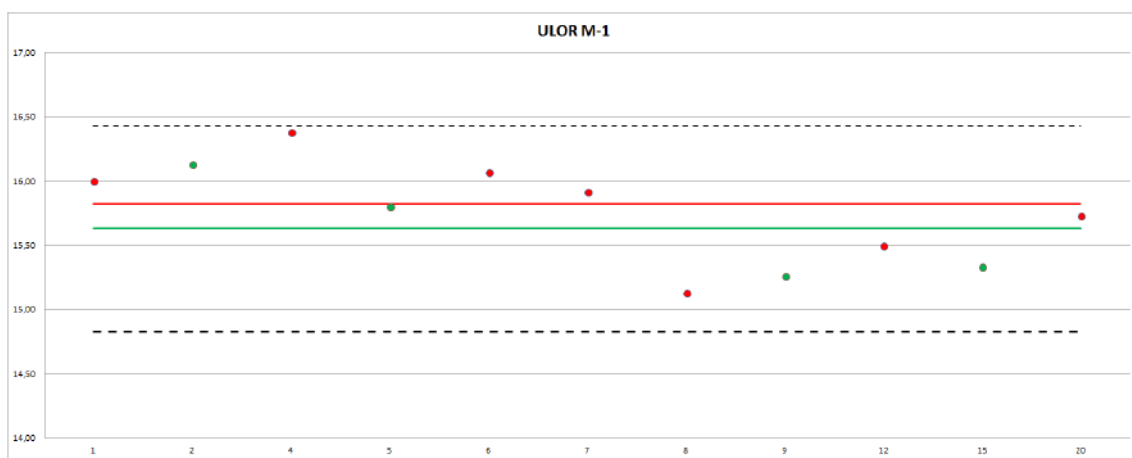
Se considera que la muestra M-2 no tiene valores de ULOR, por lo que no se ha analizado en esta intercomparación.

#### M-1

Codigo participante	ULOR	ULOR laboratorios acreditados	Totales	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z-score
1	16,00		16,00	-0,6	16,00	<b>0,9</b>
2		16,13	16,13	-0,9	16,13	<b>1,2</b>
4	16,38195		16,38	-1,6	16,38	<b>1,9</b>
5		15,8	15,80	-0,1	15,80	<b>0,4</b>
6	16,07		16,07	-0,8	16,07	<b>1,1</b>
7	15,92		15,92	-0,4	15,92	<b>0,7</b>
8	15,13232		15,13	1,5	15,13	<b>-1,2</b>
9		15,26	15,26	1,2	15,26	<b>-0,9</b>
12	15,5		15,50	0,6	15,50	<b>-0,3</b>
15		15,33	15,33	1,1	15,33	<b>-0,7</b>
20	15,73		15,73	0,1	15,73	<b>0,2</b>

Total Participantes	11
Valor Grubbs	2,35

Media	15,82	15,63	15,75	15,75
Mediana	15,92	15,57	15,80	15,80
Desviación estándar (s)	0,41	0,41	0,40	0,40



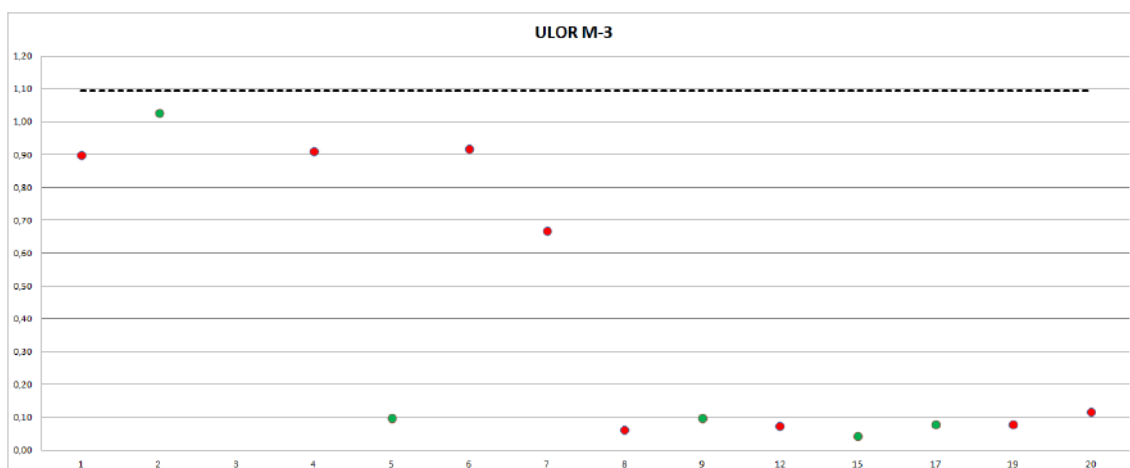
### M-3

Codigo participante	ULOR	ULOR laboratorios acreditados	Totales	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Valores NO aberrantes	Z-score
1	0,90		0,90	1,30	0,90	<b>1,53</b>
2		1,03	1,03	1,62	1,03	<b>1,84</b>
3			0,00	-0,88	0,00	<b>-0,66</b>
4	0,91		0,91	1,33	0,91	<b>1,56</b>
5		0,1	0,10	-0,64	0,10	<b>-0,42</b>
6	0,92		0,92	1,35	0,92	<b>1,58</b>
7	0,67		0,67	0,74	0,67	<b>0,97</b>
8	0,06		0,06	-0,73	0,06	<b>-0,51</b>
9		0,1	0,10	-0,64	0,10	<b>-0,42</b>
12	0,08		0,08	-0,70	0,08	<b>-0,47</b>
15		0,05	0,05	-0,77	0,05	<b>-0,55</b>
17		0,08	0,08	-0,69	0,08	<b>-0,46</b>
19	0,08		0,08	-0,69	0,08	<b>-0,47</b>
20	0,12		0,12	-0,60	0,12	<b>-0,37</b>

Total Participantes	14
Valor Grubbs	2,5

Media	0,467	0,271	0,364
Mediana	0,394	0,100	0,100
Desviación estándar (s)	0,418	0,425	0,412

0,364
0,100
0,412



Para el parámetro del ULOR de la muestra M-1, los resultados son bastante similares entre ellos y respecto al patrón referencia, la máxima desviación la encontramos en el laboratorio 4 con una desviación del 4%.

Para el ULOR de la muestra M-3 nos encontramos más desviaciones respecto el patrón. Mientras que el promedio entre las medidas de laboratorios acreditados, es del 0,2 % el promedio del resto de participantes esta entorno al 5% y en algunos casos del 1%. Esto puede ser debido a una no muy buena gestión de la luz parásita del entorno de la sala del goniómetro.

## 7.2. Magnitudes elèctricas

Se ha escogido la misma línea en los colores de los participantes que en el caso del ULOR. Rojo para los laboratorios no acreditados y verde para los acreditados.

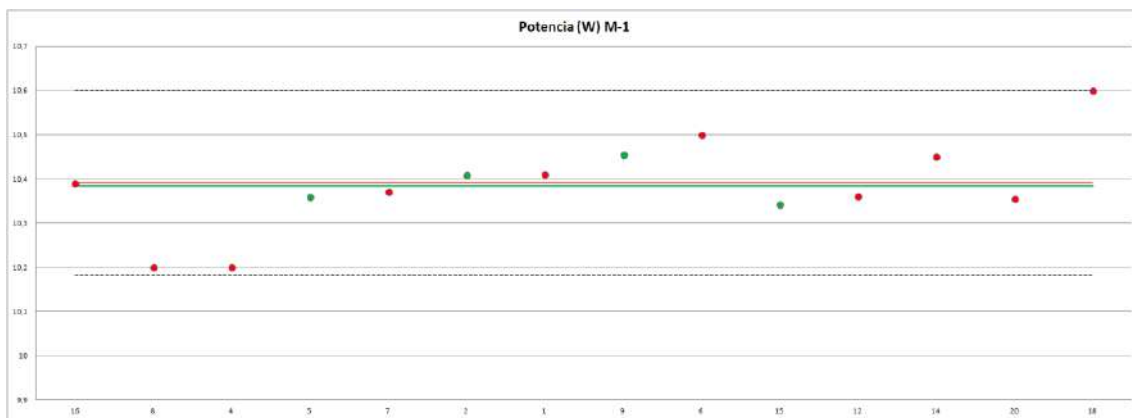
### M-1

Codigo participante	Potencia W	Potencia (W) Acreditados	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z-score
16	10,39		10,39	0,017	10,39	<b>0,0</b>
8	10,20		10,20	1,831	10,20	<b>-1,8</b>
4	10,20		10,20	1,831	10,20	<b>-1,8</b>
5		10,36	10,36	0,303	10,36	<b>-0,3</b>
7	10,37		10,37	0,208	10,37	<b>-0,2</b>
2		10,41	10,41	0,165	10,41	<b>0,2</b>
1	10,41		10,41	0,165	10,41	<b>0,2</b>
9		10,46	10,46	0,614	10,46	<b>0,6</b>
6	10,5		10,50	1,034	10,50	<b>1,0</b>
15		10,34	10,34	0,475	10,34	<b>-0,5</b>
12	10,36		10,36	0,303	10,36	<b>-0,3</b>
14	10,45		10,45	0,556	10,45	<b>0,6</b>
20	10,36		10,36	0,351	10,36	<b>-0,4</b>
18	10,60		10,60	1,989	10,60	<b>2,0</b>

Total Participantes	14
Valor Grubbs	2,5

Media	10,38	10,39	10,39
Mediana	10,38	10,38	10,38
Desviacio estàndar (s)	0,12	0,05	0,10

10,39
10,38
0,10





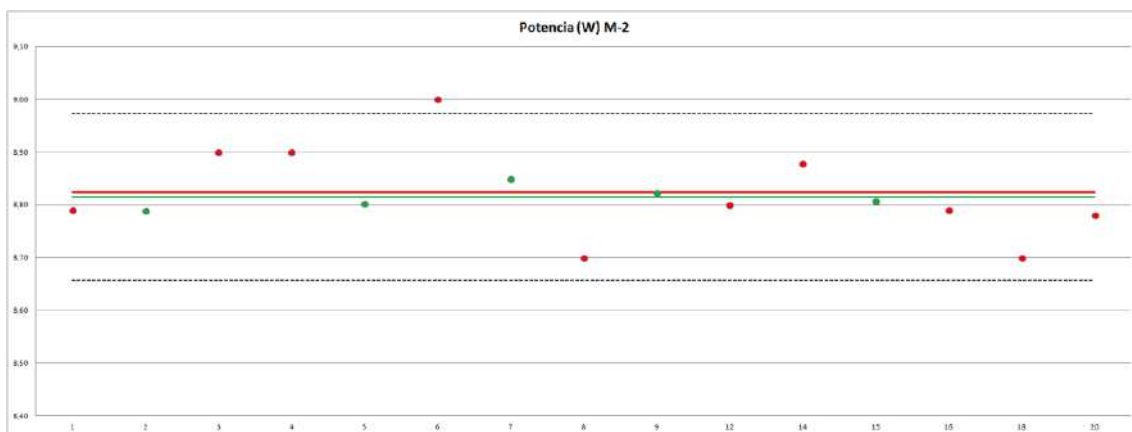
## M-2

Codigo participante	Potencia W	Potencia (W) Acreditados	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Valores NO aberrantes	Z-score
1	8,79		8,79	-0,43	8,79	<b>-0,3</b>
2		8,79	8,79	-0,43	8,79	<b>-0,3</b>
3	8,90		8,90	0,96	8,90	<b>1,1</b>
4	8,90		8,90	0,96	8,90	<b>1,1</b>
5		8,80	8,80	-0,26	8,80	<b>-0,1</b>
6	9,00		9,00	2,22	9,00	<b>2,3</b>
7		8,85	8,85	0,33	8,85	<b>0,4</b>
8	8,70		8,70	-1,56	8,70	<b>-1,4</b>
9		8,82	8,82	-0,01	8,82	<b>0,1</b>
12	8,80		8,80	-0,30	8,80	<b>-0,2</b>
14	8,88		8,88	0,69	8,88	<b>0,8</b>
15		8,81	8,81	-0,20	8,81	<b>-0,1</b>
16	8,79		8,79	-0,43	8,79	<b>-0,3</b>
18	8,70		8,70	-1,56	8,70	<b>-1,4</b>
20	8,78		8,78	-0,55	8,78	<b>-0,4</b>

Total Participantes	15
Valor Grubbs	2,54

Media	8,82	8,81	8,82
Mediana	8,80	8,81	8,80
Desviacio estàndar (s)	0,10	0,02	0,08

8,82
8,80
0,08



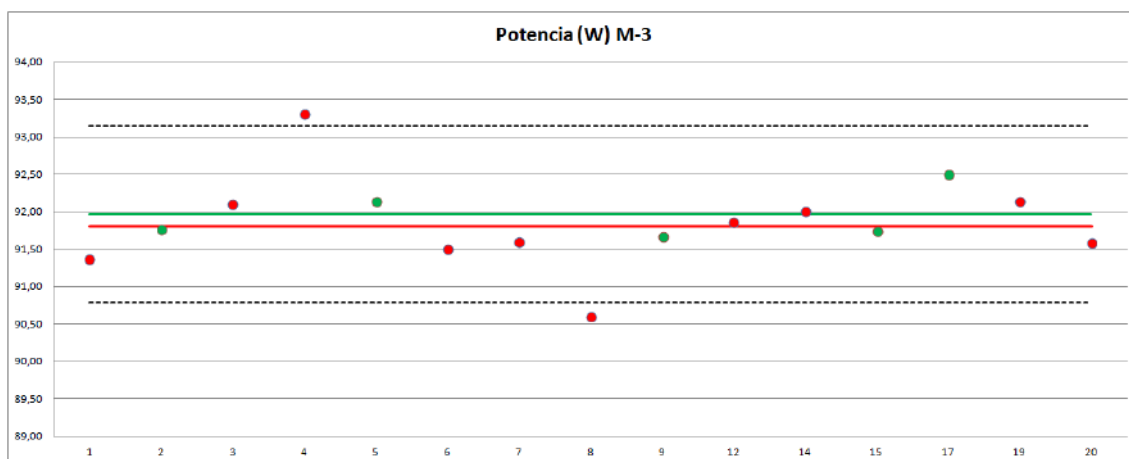
## M-3

Codigo participante	Potencia W	Potencia (W) Acreditados	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Valores NO aberrantes	Z-score
1	91,37		91,37	-0,83	91,4	<b>1,01</b>
2		91,773	91,77	-0,15	91,8	<b>0,33</b>
3	92,1		92,10	0,41	92,1	<b>-0,22</b>
4	93,3		93,30	2,44	93,3	<b>-2,25</b>
5		92,15	92,15	0,49	92,2	<b>-0,31</b>
6	91,5		91,50	-0,61	91,5	<b>0,79</b>
7	91,6		91,60	-0,44	91,6	<b>0,62</b>
8	90,6		90,60	-2,13	90,6	<b>2,32</b>
9		91,67	91,67	-0,32	91,7	<b>0,51</b>
12	91,86		91,86	0,00	91,9	<b>0,18</b>
14	92,01		92,01	0,25	92,0	<b>-0,07</b>
15		91,75	91,75	-0,19	91,8	<b>0,37</b>
17		92,5	92,50	1,08	92,5	<b>-0,90</b>
19	92,14		92,14	0,47	92,1	<b>-0,29</b>
20	91,58		91,58	-0,47	91,6	<b>0,66</b>

Total Participantes	15
Valor Grubbs	2,54

Media	91,81	91,97	91,86
Mediana	91,73	91,77	91,77
Desviacio estàndar (s)	0,69	0,35	0,59

91,86
91,77
0,59



En general, todas las medidas eléctricas reportadas por los participantes han sido muy similares entre ellas con desviaciones muy poco significativas. Existen medidas de participantes en alguna muestra donde la medida es ligeramente diferente, pero en general son resultados muy iguales.

Destacar que el laboratorio 6 ha medido relativamente elevado en las muestras M-1 y M-2 pero en cambio en la M-3 ha medido más en el promedio. Esto puede ser debido a que en las primeras muestras la potencia es baja y el instrumento no tiene tanta sensibilidad a rangos bajos.

### 7.3. Magnitudes colorimètriques:

Al no tener la posibilidad de disponer de un patrón, es complicado discernir qué método es más fiable o qué promedio es la referencia para el cálculo de la Z-score. Por lo que se analizarán los 3 métodos por separado y la referencia sería el promedio del total de mediciones. No se ha escogido como referencia el promedio por tipo de medición, ya que en algunos casos existían muy pocas medidas por tipología.

Para la correcta diferenciación en las gráficas se escoge:

Azul claro para las medidas en esfera integradora, verde para las medidas puntuales y rojo para las medidas mediante gonio-espectroradiómetro.

#### 7.3.1 CCT

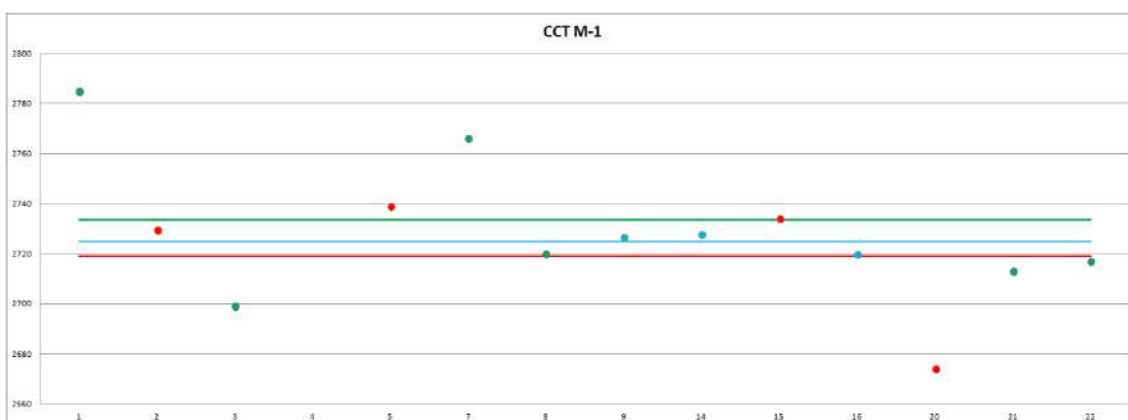
M-1

Código participante	medida en esfera CCT	Medida puntual CCT	medida en Gonio CCT	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z-score
1		2785		2785	0,208	2785	<b>2,1</b>
2			2729	2729	0,331	2729	<b>0,1</b>
3		2699		2699	0,398	2699	<b>-1,0</b>
4		4166		4166	2,842	X	<b>52,3</b>
5			2739	2739	0,310	2739	<b>0,4</b>
7		2766		2766	0,250	2766	<b>1,4</b>
8		2720		2720	0,352	2720	<b>-0,3</b>
9	2727			2727	0,337	2727	<b>0,0</b>
14	2728			2728	0,334	2728	<b>0,0</b>
15			2734	2734	0,321	2734	<b>0,3</b>
16	2720			2720	0,352	2720	<b>-0,3</b>
20			2674	2674	0,453	2674	<b>-1,9</b>
21		2713		2713	0,367	2713	<b>-0,5</b>
22		2717		2717	0,358	2717	<b>-0,4</b>

Total Participantes	14
Valor Grubbs	2,5

Media	2725	2938	2719	2879
Mediana	2727	2720	2732	2727
Desviación estándar (s)	4,27	542,38	30,32	452,73

2727
2727
27,50



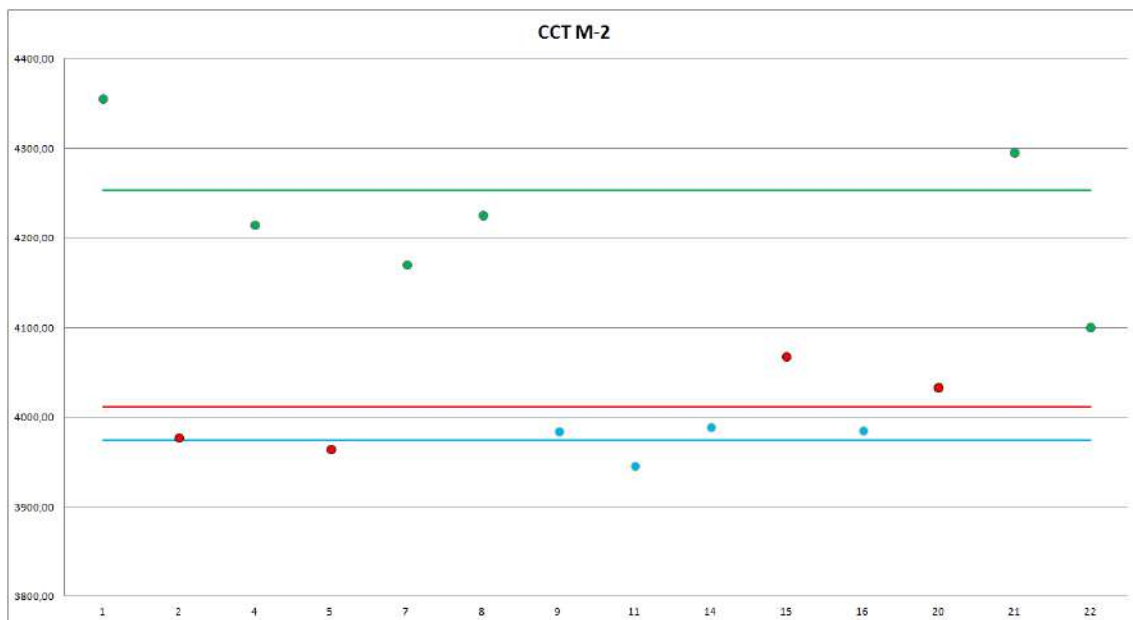
## M-2

Codigo participante	Esfera CCT	Puntual CCT	Gonio CCT	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z-score
1		4356,00		4356	-1,87	4356	<b>1,87</b>
2			3978	3978	0,79	3978	<b>-0,79</b>
4		4215		4215	-0,88	4215	<b>0,88</b>
5			3966	3966	0,88	3966	<b>-0,88</b>
7		4171		4171	-0,57	4171	<b>0,57</b>
8		4226		4226	-0,96	4226	<b>0,96</b>
9	3985,14			3985	0,74	3985	<b>-0,74</b>
11	3947			3947	1,01	3947	<b>-1,01</b>
14	3990			3990	0,71	3990	<b>-0,71</b>
15			4069	4069	0,15	4069	<b>-0,15</b>
16	3986			3986	0,73	3986	<b>-0,73</b>
20			4035	4035	0,39	4035	<b>-0,39</b>
21		4296		4296	-1,45	4296	<b>1,45</b>
22		4101		4101	-0,08	4101	<b>0,08</b>

Total Participantes	14
Valor Grubbs	2,5

Media	3974	4253	4012	4090
Mediana	3986	4221	4006	4052
Desviacio estàndar (s)	24	80	56	142

4090
4052
142



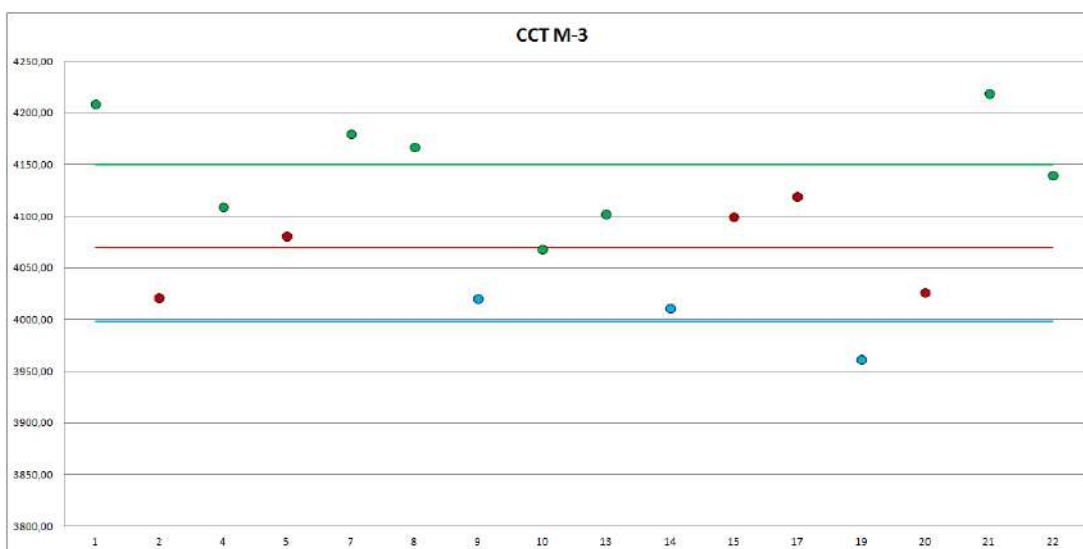
## M-3

Codigo participante	Esfera CCT	Puntual CCT	Gonio CCT	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Valores NO aberrantes	Z-score
1		4210,00		4210	-1,5	4210	<b>1,5</b>
2			4022	4022	1,0	4022	<b>-1,0</b>
4		4110		4110	-0,2	4110	<b>0,2</b>
5			4082	4082	0,2	4082	<b>-0,2</b>
7		4181		4181	-1,1	4181	<b>1,1</b>
8		4168		4168	-0,9	4168	<b>0,9</b>
9	4021,05			4021	1,0	4021	<b>-1,0</b>
10		4089		4089	0,4	4089	<b>-0,4</b>
13		4103		4103	-0,1	4103	<b>0,1</b>
14	4012			4012	1,1	4012	<b>-1,1</b>
15			4100	4100	0,0	4100	<b>0,0</b>
17			4120	4120	-0,3	4120	<b>0,3</b>
19	3962			3962	1,8	3962	<b>-1,8</b>
20			4027	4027	0,9	4027	<b>-0,9</b>
21		4220		4220	-1,6	4220	<b>1,6</b>
22		4141		4141	-0,6	4141	<b>0,6</b>

Total Participantes	16
Valor Grubbs	2,58

Media	3998	4150	4070	4097
Mediana	4012	4155	4082	4102
Desviación estándar (s)	32	54	44	75

4089
4102
67



Para el parámetro de la temperatura de color correlacionada se ven perfectamente las diferencias entre las 3 formas de medición de color que marca la norma.

Para fuentes de luz donde la distribución de luz es omnidireccional como el caso de la muestra M-1, la desviación en los 3 métodos es despreciable. La uniformidad de color de la muestra M-1 es muy elevada, por lo que las medidas espacial (esfera y gonio-espectroradiómetro) y puntual son muy parecidas.

En el caso de la muestra M-2, al contrario, al tener una distribución de haz estrecho las medidas realizadas en el eje de la luminaria siempre son de CCT más frías que las realizadas de forma espacial. Destacar el laboratorio 1 con una desviación de 380°K respecto el promedio de la medida espacial.

Si analizamos los promedios de mediciones espaciales y puntuales nos encontramos con una diferencia de 270 °K para una fuente de luz con una CCT nominal de 4000°K (más de un 6% de diferencia).

Las medidas realizadas mediante gonio-espectroradiómetro que simulan la esfera integradora son coherentes con su sistema de medición y no hay diferencias con las mediciones con esfera.

En los resultados de la muestra M-3 también se observa la diferencia entre el método de esfera y gonio respecto a la medición puntual a pesar de con un menor porcentaje, aproximadamente un 3%.

## 7.3.2 Ra

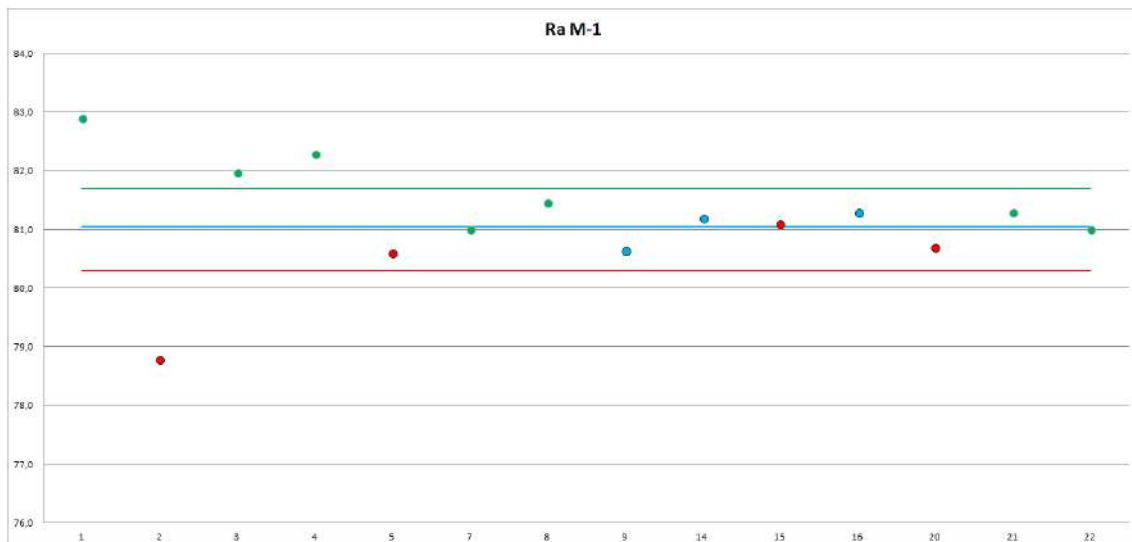
### M-1

Código participante	Esfera Ra	Puntual Ra	Gonio Ra	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z-score
1		82,9		82,90	1,85	82,90	<b>-1,8</b>
2			78,8	78,79	2,52	X	<b>2,5</b>
3		82,0		81,97	0,86	81,97	<b>-0,9</b>
4		82,3		82,28	1,19	82,28	<b>-1,2</b>
5			80,6	80,60	0,60	80,60	<b>0,6</b>
7		81,0		81,00	0,17	81,00	<b>0,2</b>
8		81,5		81,46	0,32	81,46	<b>-0,3</b>
9	80,7			80,65	0,54	80,65	<b>0,5</b>
14	81,2			81,20	0,04	81,20	<b>0,0</b>
15			81,1	81,10	0,06	81,10	<b>0,1</b>
16	81,3			81,30	0,15	81,30	<b>-0,1</b>
20			80,7	80,70	0,49	80,70	<b>0,5</b>
21		81,3		81,30	0,15	81,30	<b>-0,1</b>
22		81,0		81,00	0,17	81,00	<b>0,2</b>

Total Participantes	14
Valor Grubbs	2,5

Media	81,1	81,7	80,3	81,2
Mediana	81,2	81,5	80,7	81,2
Desviacio estàndar (s)	0,3	0,7	1,0	0,9

81,3
81,2
0,7



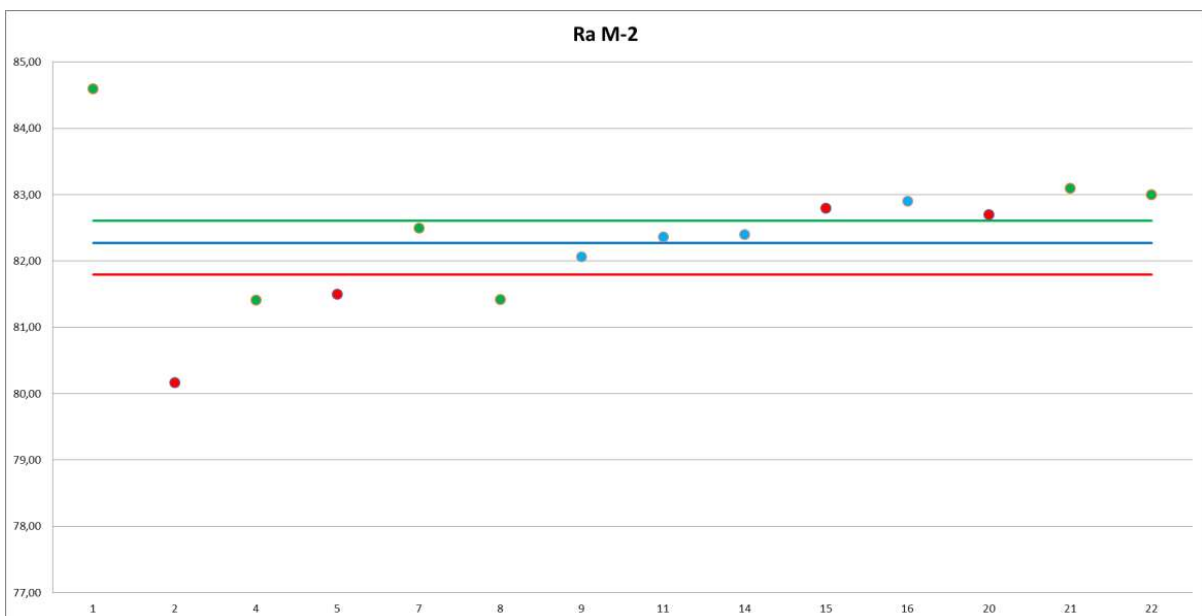
## M-2

Codigo participante	Esfera Ra	Puntual Ra	Gonio Ra	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z-score
1		84,6		84,6	2,14	84,60	<b>-2,1</b>
2			80,2	80,2	1,69	80,17	<b>1,7</b>
4		81,4		81,4	0,62	81,41	<b>0,6</b>
5			81,5	81,5	0,54	81,50	<b>0,5</b>
7		82,5		82,5	0,33	82,50	<b>-0,3</b>
8		81,4		81,4	0,60	81,42	<b>0,6</b>
9	82,1			82,1	0,05	82,06	<b>0,1</b>
11	82,4			82,4	0,21	82,37	<b>-0,2</b>
14	82,4			82,4	0,24	82,40	<b>-0,2</b>
15			82,8	82,8	0,58	82,80	<b>-0,6</b>
16	82,9			82,9	0,67	82,90	<b>-0,7</b>
20			82,7	82,7	0,50	82,70	<b>-0,5</b>
21		83,1		83,1	0,84	83,10	<b>-0,8</b>
22		83,0		83,0	0,76	83,00	<b>-0,8</b>

Total Participantes	14
Valor Grubbs	2,50

Media	82,3	82,6	81,8	82,1
Mediana	82,4	82,8	82,1	82,5
Desviacio estàndar (s)	0,2	1,5	1,3	1,2

82,1
82,5
1,2



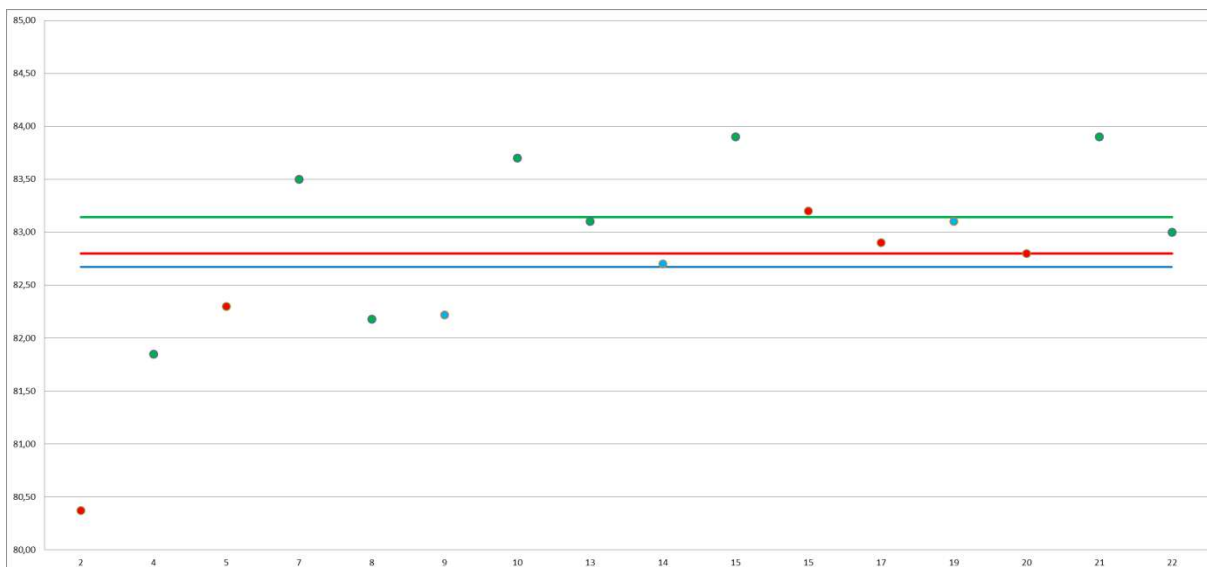
### M-3

Codigo participante	Efera Ra	Puntual Ra	Gonio Ra	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Valores NO aberrantes	Z-score
1		83,9		83,9	1,2	83,9	-1,2
2			80,4	80,4	2,7	X	4,1
4		81,8		81,8	1,1	81,8	1,1
5			82,3	82,3	0,6	82,3	0,6
7		83,5		83,5	0,8	83,5	-0,8
8		82,2		82,2	0,7	82,2	0,7
9	82,2			82,2	0,6	82,2	0,6
10		83,7		83,7	1,0	83,7	-1,0
13		83,1		83,1	0,3	83,1	-0,3
14	82,7			82,7	0,1	82,7	0,1
15			83,2	83,2	0,5	83,2	-0,5
17			82,9	82,9	0,1	82,9	-0,1
19	83,1			83,1	0,3	83,1	-0,3
20			82,8	82,8	0,0	82,8	0,0
21		83,9		83,9	1,2	83,9	-1,2
22		83,0		83,0	0,2	83,0	-0,2

Total Participantes	16
Valor Grubbs	2,58

Media	82,7	83,1	82,3	82,8
Mediana	82,7	83,3	82,8	83,0
Desviación estándar (s)	0,4	0,8	1,1	0,9

83,0
83,0
0,6



En el parámetro de índice de reproducción cromática (Ra), en la muestra M-1, al ser una distribución de luz amplia y bastante uniforme no se ven muchas diferencias entre los diferentes sistemas de medición exceptuando un poco los laboratorios 1 y 2.

En la muestra M-2, vemos una desviación muy similar en los laboratorios 1 y 2. Es interesante destacar que en los resultados de la M-1 el Ra es más alto en general en las medidas puntuales que en medidas espaciales y para la muestra M-2 son iguales o peores que medidos en esfera o gonio-espectroradiómetro.

Los resultados en la muestra M-3 son muy similares a los de la M-2, pero incluyendo más participantes y la misma tendencia de desviación en los laboratorios 1 y 2.

Destacar que la muestra M-1 tenía una CCT nominal de 2800°K mientras que las otras dos de 4000°K. Esto puede ser un factor importante a la diferencia de desviación de las medidas realizadas en el eje. Todos los participantes que han realizado la medida de color en el eje lo han hecho con un instrumento portátil que normalmente no tiene tanta reproducibilidad y sensibilidad que los que se utilizan en esferas integradoras o gonio-espectroradiómetros. Otro factor puede ser una inexistente o mala calibración del instrumento.



### 7.3.3 R9

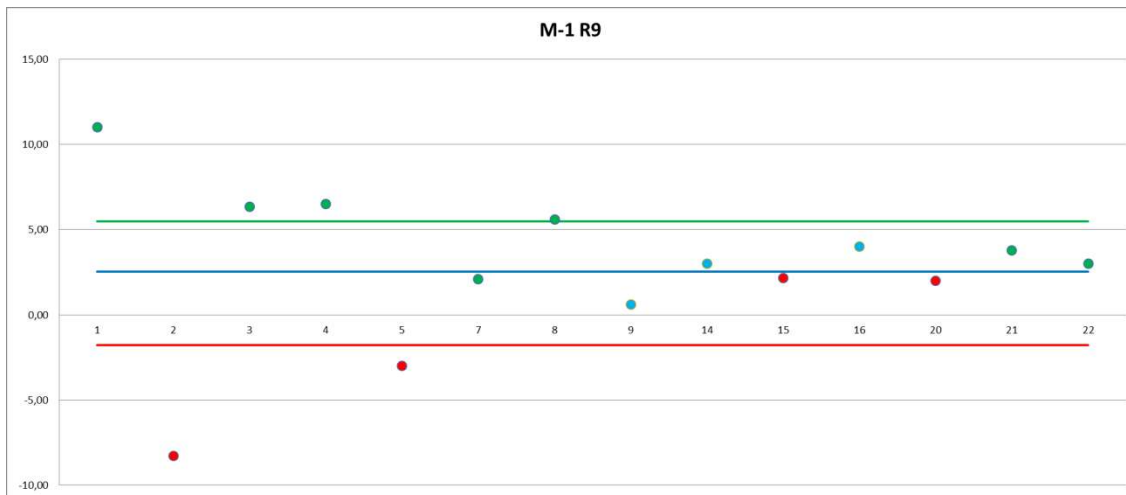
#### M-1

Codigo participante	Esfera R9	Puntual R9	Gonio R9	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z-score
1		11,0		11,0	1,82	11,00	<b>-1,82</b>
2			-8,3	-8,3	2,44	-8,26	<b>2,44</b>
3		6,3		6,3	0,79	6,35	<b>-0,79</b>
4		6,5		6,5	0,83	6,52	<b>-0,83</b>
5			-3,0	-3,0	1,28	-3,00	<b>1,28</b>
7		2,1		2,1	0,15	2,10	<b>0,15</b>
8		5,6		5,6	0,62	5,58	<b>-0,62</b>
9	0,6			0,6	0,48	0,60	<b>0,48</b>
14	3			3,0	0,05	3,00	<b>-0,05</b>
15			2,2	2,2	0,14	2,16	<b>0,14</b>
16	4,0			4,0	0,27	4,00	<b>-0,27</b>
20			2,0	2,0	0,17	2,00	<b>0,17</b>
21		3,8		3,8	0,23	3,80	<b>-0,23</b>
22		3		3,0	0,05	3,00	<b>-0,05</b>

Total Participantes	14
Valor Grubbs	2,5

Media	2,5	5,5	-1,8	2,8
Mediana	3,0	5,6	-0,5	3,0
Desviaci3n estandar (s)	1,7	3,0	4,9	4,5

2,8
3,0
4,5



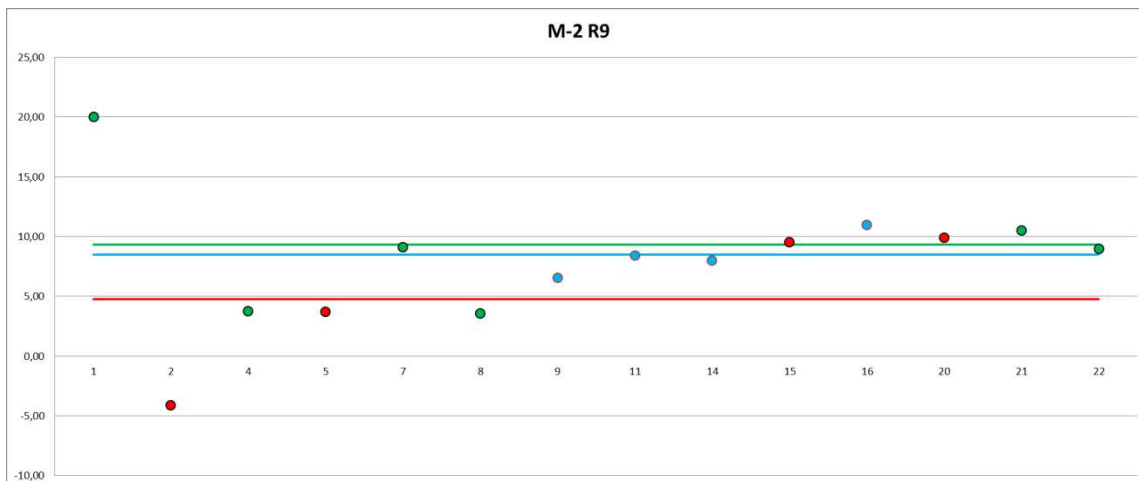
## M-2

Codigo participante	Esfera R9	Puntual R9	Gonio R9	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Resultados NO Aberrantes	Z-score
1		20,00		20,00	2,28	20,00	<b>-2,28</b>
2			-4,13	-4,13	2,23	-4,13	<b>2,23</b>
4		3,8		3,77	0,75	3,77	<b>0,75</b>
5			3,70	3,70	0,76	3,70	<b>0,76</b>
7		9,10		9,10	0,25	9,10	<b>-0,25</b>
8		3,58		3,58	0,78	3,58	<b>0,78</b>
9	6,58			6,58	0,22	6,58	<b>0,22</b>
11	8,41			8,41	0,12	8,41	<b>-0,12</b>
14	8,00			8,00	0,04	8,00	<b>-0,04</b>
15			9,54	9,54	0,33	9,54	<b>-0,33</b>
16	11			11,00	0,60	11,00	<b>-0,60</b>
20			9,9	9,90	0,40	9,90	<b>-0,40</b>
21		10,5		10,50	0,51	10,50	<b>-0,51</b>
22		9		9,00	0,23	9,00	<b>-0,23</b>

Total Participantes	14
Valor Grubbs	2,50

Media	8,50	9,33	4,75	7,78
Mediana	8,21	9,05	6,62	8,71
Desviacio estàndar (s)	1,84	5,99	6,57	5,35

7,78
8,71
5,35



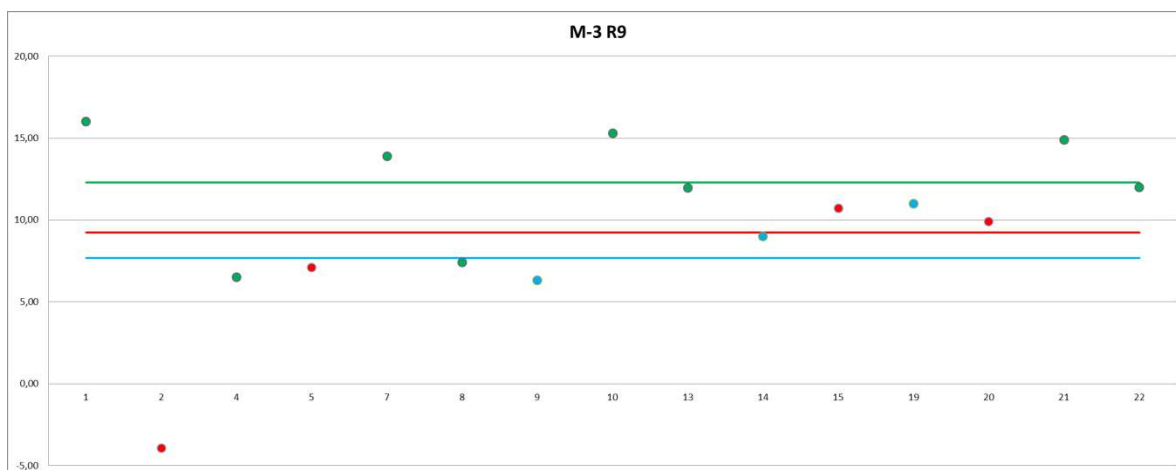
## M-3

Código participante	Esfera R9	Puntual R9	Gonio R9	Total	Metodo Grubbs para eliminar valores aberrantes	Valores NO aberrantes	Z-score
1		16,0		16,0	1,2	16,0	<b>-1,2</b>
2			-3,9	-3,9	2,8	X	<b>2,8</b>
4		6,5		6,5	0,7	6,5	<b>0,7</b>
5			7,1	7,1	0,6	7,1	<b>0,6</b>
7		13,9		13,9	0,8	13,9	<b>-0,8</b>
8		7,4		7,4	0,5	7,4	<b>0,5</b>
9	6,3			6,3	0,7	6,3	<b>0,7</b>
10		15,3		15,3	1,1	15,3	<b>-1,1</b>
13		12,0		12,0	0,4	12,0	<b>-0,4</b>
14	9,0			9,0	0,2	9,0	<b>0,2</b>
15			10,7	10,7	0,2	10,7	<b>-0,2</b>
19	11,0			11,0	0,2	11,0	<b>-0,2</b>
20			9,9	9,9	0,0	9,9	<b>0,0</b>
21		14,9		14,9	1,0	14,9	<b>-1,0</b>
22		12,0		12,0	0,4	12,0	<b>-0,4</b>

Total Participantes	15
Valor Grubbs	2,54

Media	7,7	12,3	5,9	9,9
Mediana	9,0	13,0	8,5	10,7
Desviación estándar (s)	1,89	4,04	7,80	4,99

10,9
10,9
3,33



En las medidas del índice de rendimiento del color rojo o R<sub>g</sub> han aparecido bastantes diferencias entre los diferentes métodos de medida. Las medidas en esfera son presuntamente las menos dispersas. Ha habido bastantes participantes que han entregado valores con bastante desviación respecto lo que podríamos llamar el promedio de todas las medidas. Esto puede ser debido a una falta de calibración en los rangos de longitudes de onda largas. Se sigue observando la misma tendencia de desviación de los laboratorios 1 y 2 que en el parámetro Ra.

## 8. Conclusiones:

Como resultado final de la intercomparación de laboratorios en las medidas de fotometría y color se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Un gran número de laboratorios no ha presentado un factor de corrección por no haber ensayado las muestras en su posición de funcionamiento habitual, por lo que incumplen el procedimiento de ensayo según UNE 13032-4 y CIE S 025. Dos laboratorios que han presentado este factor lo han medido de forma incorrecta.
- En general, las medidas de todos los participantes han sido correctas, con pocos laboratorios con valores cuestionables o no satisfactorios según el método de la z-Score. Han surgido muy pocos valores aberrantes.
- Se observa de forma preliminar la posible importancia de la posición de funcionamiento de las muestras en los ensayos.
- Algunos laboratorios no gestionan de forma adecuada la luz parásita en los ensayos mediante goniofotometro.
- Es necesario un análisis en más profundidad para analizar las medidas de color, existiendo diferencias entre los métodos de medición y no encontrando un consenso. Se anota que para la siguiente intercomparación se disponga de una muestra calibrada por un laboratorio oficial.
- La mayoría de laboratorios (laboratorios independientes y de propios fabricantes de iluminación) han valorado muy satisfactoriamente la participación en este ejercicio. Los participantes se han implicado cumpliendo los plazos de ensayo y entrega de resultados, con algunas excepciones.

**Dar las gracias a todos y cada uno de los laboratorios participantes en esta intercomparación.**