

Informe VAG Núm. 248

Decimosegunda campaña de intercomparación del Centro Regional de Calibración Brewer para Europa

Estación de Sondeos Atmosféricos de El Arenosillo, Huelva (España)
29 de mayo a 9 de junio de 2017



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL



GLOBAL
ATMOSPHERE
WATCH



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Agencia Estatal de Meteorología

Informe VAG Núm. 248

Decimosegunda campaña de intercomparación del Centro Regional de Calibración Brewer para Europa

Estación de Sondeos Atmosféricos de El Arenosillo, Huelva (España)
29 de mayo a 9 de junio de 2017

Preparado por A. Redondas ⁽¹⁾, S. F. León-Luis ⁽¹⁾, A. Berjón ^(2,1), J. López-Solano ^(2,1),
F. C. Parra-Rojas ^(1,3), V. Carreño-Corbella ⁽¹⁾

Editado por Alberto Redondas ⁽¹⁾ y Stoyka Netcheva ⁽⁴⁾

(1) Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, AEMET, Tenerife, Islas Canarias (España)

(2) TRAGSATEC, Madrid (España)

(3) Universidad Interamericana de Puerto Rico – Recinto de Bayamón, Puerto Rico (Estados Unidos de América)

(4) Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, (Suiza)



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL



GLOBAL
ATMOSPHERE
WATCH



VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Citación:

A. Redondas, S.F. León-Luis, J. López-Solano, A. Berjón, F. Parra-Rojas, V. Carreño. Decimosegunda campaña de intercomparación del Centro Regional de Calibración Brewer para Europa, "El Arenosillo" 2017. Publicación conjunta de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Madrid (España) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), Ginebra (Suiza), Informe OMM/VAG Núm. 248, 2019.

NIPO: 666-20-011-5

<https://doi.org/10.31978/666-20-011-5>

Para obtener más información, póngase en contacto con:

Centro Regional de Calibración Brewer para Europa

Centro de Investigación Atmosférica de Izaña

Calle La Marina, 20. Santa Cruz de Tenerife

Tenerife - 38001, España

Correo electrónico: eubrewnet@aemet.es

<http://rbcce.aemet.es>

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

Sede: Calle Leonardo Prieto Castro, 8

28071 - Madrid (España)

www.aemet.es

Organización Meteorológica Mundial (OMM)

7bis, avenue de la Paix

P.O. Box 2300

CH-1211 Genève 2 (Suiza)

<https://public.wmo.int/en>

© Organización Meteorológica Mundial y AEMET, 2020

La OMM se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica o de otro tipo y en cualquier idioma. Pueden reproducirse pasajes breves de las publicaciones de la OMM sin autorización siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial, así como todas las solicitudes para publicar, reproducir o traducir la presente publicación (o artículos) parcial o totalmente deberán dirigirse al:

Presidente de la Junta de Publicaciones

Organización Meteorológica Mundial (OMM)

7 bis, avenue de la Paix

Case postale 2300

CH-1211 Genève 2 (Suiza)

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03

Fax: +41 (0) 22 730 80 40

Correo electrónico: publications@wmo.int

NOTA

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OMM y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no entrañan, de parte de la Organización, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de determinados productos o sociedades mercantiles no implica que la OMM los favorezca o recomiende con preferencia a otros análogos que no se mencionan ni se anuncian.

Las observaciones, interpretaciones y conclusiones expresadas en las publicaciones de la OMM por autores cuyo nombre se menciona son únicamente las del autor y no reflejan necesariamente las de la Organización ni las de sus Miembros.

La presente publicación ha sido objeto de una edición somera.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. VISIÓN GENERAL DE LA CAMPAÑA.....	4
2.1 Condiciones meteorológicas y programa de la campaña	4
2.2 Informe del espectrofotómetro Brewer RBCC-E	7
2.3 Comparación a ciegas	12
2.4 Calibración final	16
3. INFORMES DE CALIBRACIÓN DE OZONO	19
3.1 Brewer TSK#005. Tesalónica (Grecia).....	19
3.2 Brewer IOS#017. IOS (Canadá).....	23
3.3 Brewer SCO#033. Santa Cruz de Tenerife (España).....	27
3.4 Brewer DNK#053. Dinamarca	31
3.5 Brewer MAD#070. Madrid (España).....	35
3.6 Brewer UM#075. Universidad de Mánchester (Reino Unido).....	39
3.7 Brewer DNK#082. Dinamarca	43
3.8 Brewer POR#102. Portugal	47
3.9 Brewer MUR#117. Murcia (España)	51
3.10 Brewer UM#126. Universidad de Mánchester (Reino Unido).....	55
3.11 Brewer ARE#150. El Arenosillo (España)	59
3.12 Brewer COR#151. La Coruña (España)	62
3.13 Brewer WRC#163. Davos (Suiza)	66
3.14 Brewer ZAR#166. Zaragoza (España)	69
3.15 Brewer UM#172. Universidad de Mánchester (Reino Unido).....	73
3.16 Brewer MAD#186. Madrid (España).....	76
3.17 Brewer DNK#202. Dinamarca	79
3.18 Brewer SDK#214. Finlandia	82
3.19 Brewer DNK#228. Copenhague (Dinamarca)	85
4. REFERENCIAS.....	88
ANEXO 1: Cuadro de mantenimiento	89
ANEXO 2: Glosario	91
ANEXO 3: Lista de participantes.....	92

IN MEMORIAM

(7 de febrero de 1946-5 de mayo de 2017)

Nos gustaría rendir un sincero homenaje a nuestro amigo Ken Lamb, quien falleció el 25 de mayo de 2017 pocos días antes de que esta campaña comenzara. Ken Lamb participó en muchas de las campañas que organizamos desde la primera en 1999. Nos acompañó regularmente en las calibraciones de nuestros instrumentos Brewer y colaboró con el Centro Regional de Calibración Brewer para Europa (RBCC-E, por sus siglas en inglés) desde su creación en 2003. Siempre nos apoyó en los momentos más difíciles, y este Centro de Calibración nunca hubiera existido sin su ayuda, su apoyo y su valiosa aportación. Siempre lo recordaremos como lo que siempre fue, una buena persona.



Ken Lamb en la fiesta de despedida durante la campaña de 2013.

1. INTRODUCCIÓN

El Centro Regional de Calibración Brewer para Europa (RBCC-E, por sus siglas en inglés) en colaboración con el Área de Instrumentación e Investigación Atmosférica del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), con el apoyo del programa de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la acción COST EUBREWNET ES1207 organizaron la decimosegunda campaña europea de intercomparación. Junto a la campaña, en la estación se llevó a cabo el taller del proyecto ATMOZ (Trazabilidad del ozono atmosférico total) que también se utilizó como ejercicio de demostración de las metodologías de calibración y para la evaluación de errores desarrollados por el proyecto (Gröbner *et al.*, 2018).

En esta campaña, el RBCC-E transfirió al resto de instrumentos participantes su propia calibración absoluta de aparatos de medición de ozono obtenida mediante el método Langley en el Observatorio de Izaña (IZO). En la sección 2 se analiza la calibración del instrumento de referencia (B#185). A partir de la comparación con dicho instrumento, todos los espectrofotómetros Brewer participantes recibieron una calibración provisional al final de la campaña, que puede considerarse como constantes de calibración finales para la mayor parte de ellos. Cada instrumento cuenta con un informe detallado de calibración en internet que también incluye los datos históricos pormenorizados de los Brewer que han participado en las campañas precedentes, lo que permite recalcular con facilidad los datos de ozono anteriores. En la sección 3 se discuten los resultados de la comparación con la Referencia Regional para cada uno de los instrumentos junto con un resumen individual de las conclusiones y recomendaciones. La tabla 1 muestra la lista de participantes.

En la intercomparación participaron un total de 20 espectrofotómetros Brewer de nueve países (véanse la tabla 1 y el anexo 3). Estas campañas de intercomparación, que cuentan con una gran cantidad de instrumentos participantes, ofrecen una visión general del estado actual de las mediciones de ozono realizadas por la red Brewer europea. Los instrumentos se compararon con la referencia del RBCC-E, el Brewer#185, para la medición de ozono y con el patrón de referencia europeo de la unidad QASUME del Centro Radiométrico Mundial (CRM) para la medición de radiación UV. Los resultados de la campaña UV están disponibles en el sitio web del CRM (Gröbner *et al.*, 2017).

El RBCC-E realizó las siguientes operaciones durante la intercomparación:

- Calibración de ozono frente a la referencia itinerante del RBCC-E (B#185)
- Recopilación de los historiales de calibración de los instrumentos participantes.
- Evaluación de los datos de ozono Eubrewnet de Nivel 2 para el período entre intercomparaciones.

Los resultados iniciales de la comparación de espectrofotómetros Brewer (usando las constantes de calibración originales de los instrumentos) ponen de manifiesto que el acuerdo general es ligeramente más bajo que en la campaña anterior; durante la campaña actual, el 44 % de los instrumentos presentan una desviación de ozono inferior al 1 % con respecto a la referencia (véase la figura 2), mientras que el acuerdo en la campaña anterior alcanzó al 50 % de los instrumentos. En esta campaña, el 72 % de los instrumentos muestran un acuerdo dentro del rango del 2 %, mientras que en campañas anteriores alrededor del 75 % de los instrumentos alcanzaron ese nivel de concordancia (Redondas *et al.*, 2018).

Después de las tareas de mantenimiento realizadas por International Ozone Services Inc. (IOS), utilizando la nueva constante de calibración determinada y la corrección de luz parásita aplicada a los espectrofotómetros Brewer simples, el acuerdo con respecto a la referencia fue muy bueno: +/- 0,5 % (figura 3).



Figura 1. Vista de los espectrofotómetros Brewer en la estación de Sondeos Atmosféricos de El Arenosillo, Huelva (España)

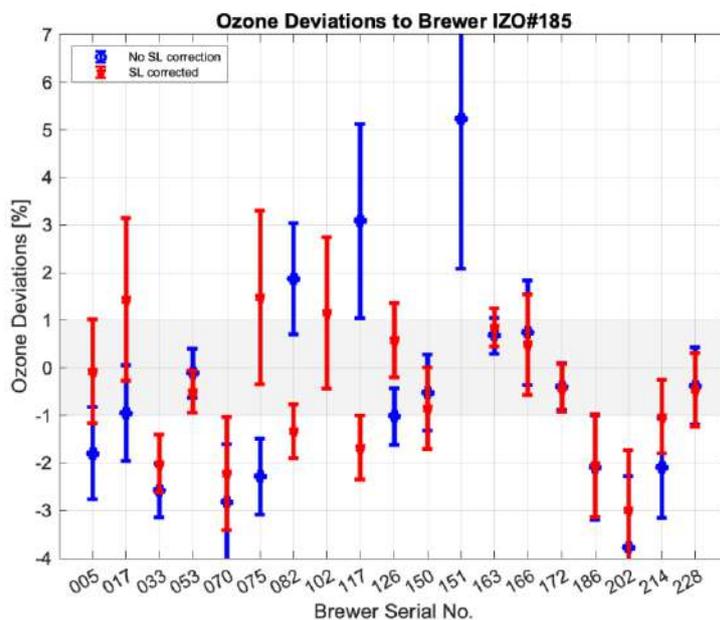


Figura 2. Diferencias porcentuales relativas de ozono de todos los instrumentos participantes en El Arenosillo 2017 respecto de la referencia itinerante del RBCC-E IZO#185. Las mediciones de ozono realizadas durante el período de validación a ciegas se han reprocesado utilizando las constantes de calibración originales, con (símbolos rojos) y sin (azules) corrección de lámpara estándar. Las barras de error representan la desviación típica.

DECIMOSEGUNDA CAMPAÑA DE INTERCOMPARACIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE CALIBRACIÓN BREWER PARA EUROPA, HUELVA (ESPAÑA), 29 DE MAYO A 9 DE JUNIO DE 2017

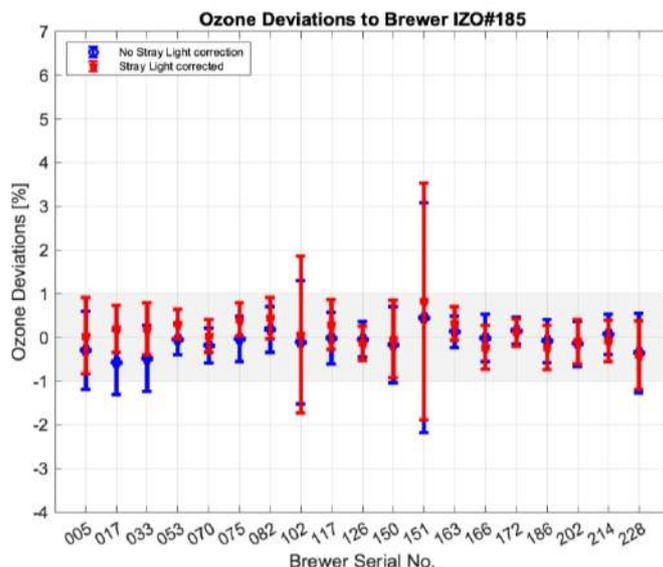


Figura 3. Diferencias porcentuales relativas de ozono de todos los instrumentos participantes en El Arenosillo 2017 respecto de la referencia itinerante del RBCC-E IZO#185. Las mediciones de ozono realizadas durante el periodo final se han reprocesado utilizando las constantes de calibración actualizadas tras la calibración, con (símbolos rojos) y sin (azules) corrección de luz parásita. Las barras de error representan la desviación típica.

Tabla 1. Relación de participantes

<i>Institución</i>	<i>Participante</i>	<i>Brewer</i>	<i>País</i>
TSK Universidad de Tesalónica	Alkis Bais	#005	Grecia
IOS International Ozone Service	Volodya Savastiouk	#017	Canadá
SCO AEMET	Juan R. Moreta	#033	España
DNK Instituto Meteorológico Danés	Niss Jepsen	#053	Dinamarca
MAD AEMET	Juan R. Moreta	#070	España
UM Universidad de Mánchester	John Rimmer	#075	Reino Unido
DNK Instituto Meteorológico Danés	Niss Jepsen	#082	Dinamarca
POR Instituto Portugués del Mar y de la Atmósfera	Diamantino Henriques	#102	Portugal
MUR AEMET	Juan R. Moreta	#117	España
UM Universidad de Mánchester	John Rimmer	#126	Reino Unido
INTA	J. M. Vilaplana	#150	España
COR AEMET	Juan R. Moreta	#151	España
WRC Centro Radiométrico Mundial	Luca Egli	#163	Suiza
ZAR AEMET	Juan R. Moreta	#166	España
UM Universidad de Mánchester	John Rimmer	#172	Reino Unido
AEMET-IARC	Alberto Redondas	#185	España
AEMET	Juan R. Moreta	#186	España
DNK Instituto Meteorológico Danés	Paul Eriksen	#202	Dinamarca
SDK Instituto Meteorológico Finlandés	Tomi Karppinen	#214	Finlandia
DNK Instituto Meteorológico Danés	Paul Eriksen	#228	Dinamarca

2. VISIÓN GENERAL DE LA CAMPAÑA

2.1 Condiciones meteorológicas y programa de la campaña

La calibración de ozono para espectrofotómetros Brewer requiere contar con cielos despejados. Las condiciones meteorológicas durante la campaña en la estación de sondeo de El Arenosillo fueron excelentes, con más de 800 observaciones de la radiación solar directa del instrumento de referencia, lo que permite disponer de suficientes mediciones de ozono para realizar una calibración fiable de todos los instrumentos. El mantenimiento de los instrumentos Brewer fue realizado por la empresa IOS y en el anexo 1 se ofrece un resumen de las tareas de este tipo llevadas a cabo. La coordinación de los programas de medición, diseñada para maximizar las mediciones de ozono durante la campaña, funcionó adecuadamente y ello dio como resultado un elevado porcentaje de medidas de ozono casi simultáneas por parte de todos los instrumentos. Las figuras 4, 5 y 6 resumen las condiciones registradas durante la campaña. El contenido de ozono total durante la campaña en El Arenosillo varió entre 320 y 355 DU. La mayor parte de las mediciones ($\approx 70\%$) se mantuvieron dentro del rango de densidad de ozono en la dirección del sol (OSC, por sus iniciales en inglés) de 350 a 600 DU. La temperatura interna de los instrumentos fue aproximadamente de 30 ± 10 °C.

En la tabla 2 se muestran las actividades que se realizaron cada uno de los días de la campaña. El primero de ellos se dedicó a la instalación del instrumental. Los dos días siguientes se dedicaron a la comparación "a ciegas", y durante ellos, se evitó cualquier manipulación del instrumental que pudiera originar un cambio en la calibración inicial. A continuación comenzaron los días de servicio, en los que el programa de medición rutinaria fue interrumpido para realizar las tareas de mantenimiento necesarias, y en los que se efectuaron las pruebas de caracterización estándar (test de dispersión, calibraciones de lámparas, etc.). En esta campaña, los servicios de reparación y mantenimiento de los instrumentos fueron realizados por expertos de IOS. Por último, los días programados para llevar a cabo las mediciones de la radiación UV se consideraron como los días finales de la calibración de ozono.

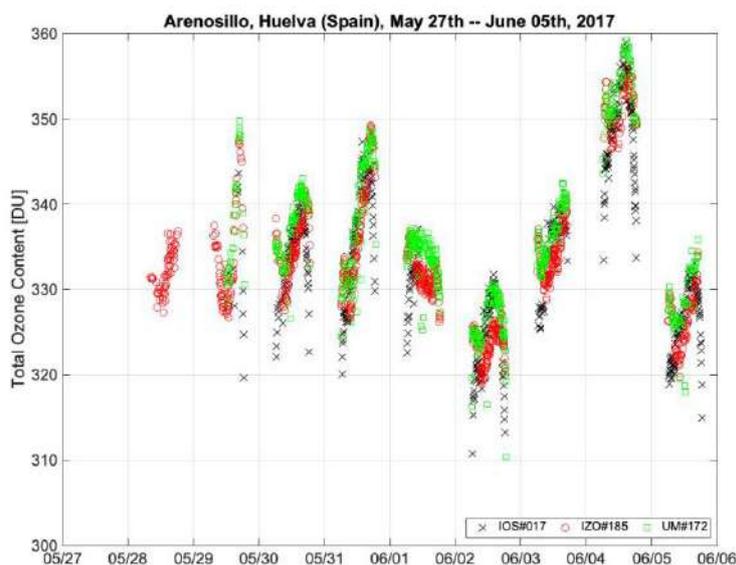


Figura 4. Observaciones de ozono total de los instrumentos de referencia: la referencia itinerante del RBCC-E #185, la referencia itinerante de IOS #017 y el Brewer de doble #172.

DECIMOSEGUNDA CAMPAÑA DE INTERCOMPARACIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE CALIBRACIÓN BREWER PARA EUROPA, HUELVA (ESPAÑA), 29 DE MAYO A 9 DE JUNIO DE 2017

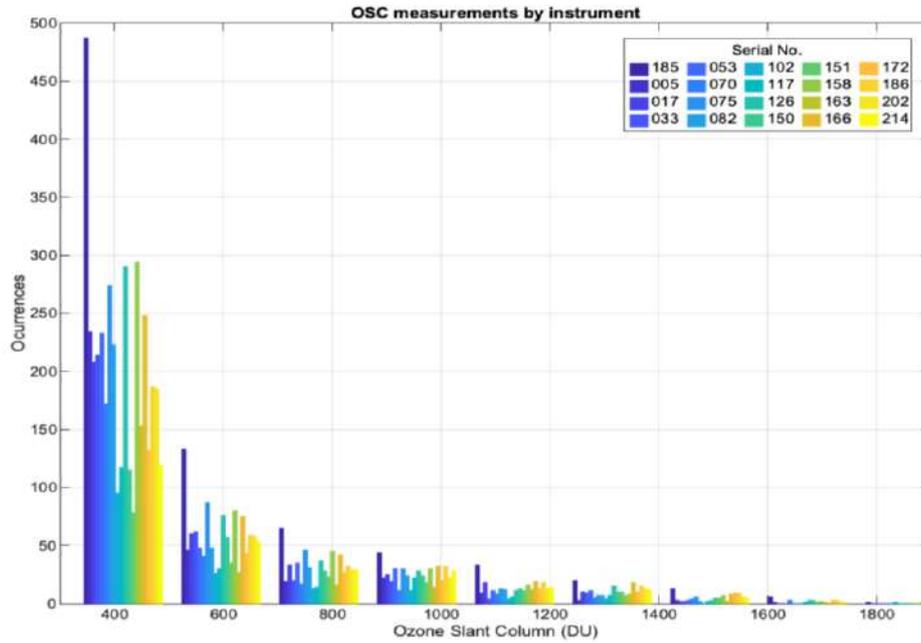


Figura 5. Estadística de las condiciones de intercomparación: distribución de frecuencia por rangos de la densidad de OSC.

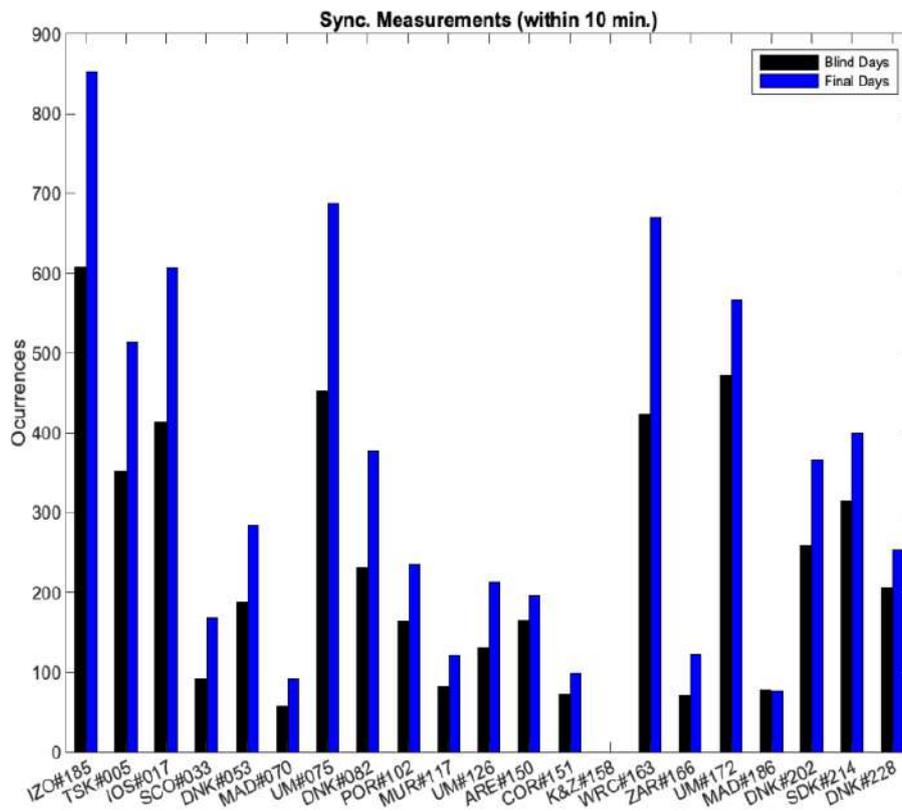


Figura 6. Estadística de las condiciones de intercomparación: número de mediciones casi simultáneas de ozono durante los días de la comparación a ciegas (en negro) y los días finales (en azul).

Tabla 2. Programa de la campaña

<i>Día</i>	<i>Actividades</i>	<i>Comentarios</i>
Lunes 29 de mayo	Instalación	
Martes 30 de mayo	Mediciones de O ₃	Días de comparación a ciegas
Miércoles 31 de mayo	Mediciones de O ₃	Días de comparación a ciegas
Jueves 1 de junio	Mediciones de O ₃ - Servicio de O ₃	Mantenimiento
Viernes 2 de junio	Mediciones de O ₃ - Servicio de O ₃	Mantenimiento
Sábado 3 de junio	Mediciones de O ₃ - Servicio de O ₃	Mantenimiento
Domingo 4 de junio	Mediciones de O ₃ y UV - Servicio de O ₃	Mantenimiento
Lunes 5 de junio	Mediciones de O ₃ y UV	Calibración final de ozono
Martes 6 de junio	Mediciones de O ₃ y UV	Calibración final de ozono Comparación UV con QASUME
Miércoles 7 de junio	Mediciones de O ₃ y UV	Calibración final de ozono Comparación UV con QASUME
Jueves 8 de junio	Mediciones de O ₃ y UV	Calibración final de ozono Comparación UV con QASUME
Viernes 9 de junio	Embalaje	

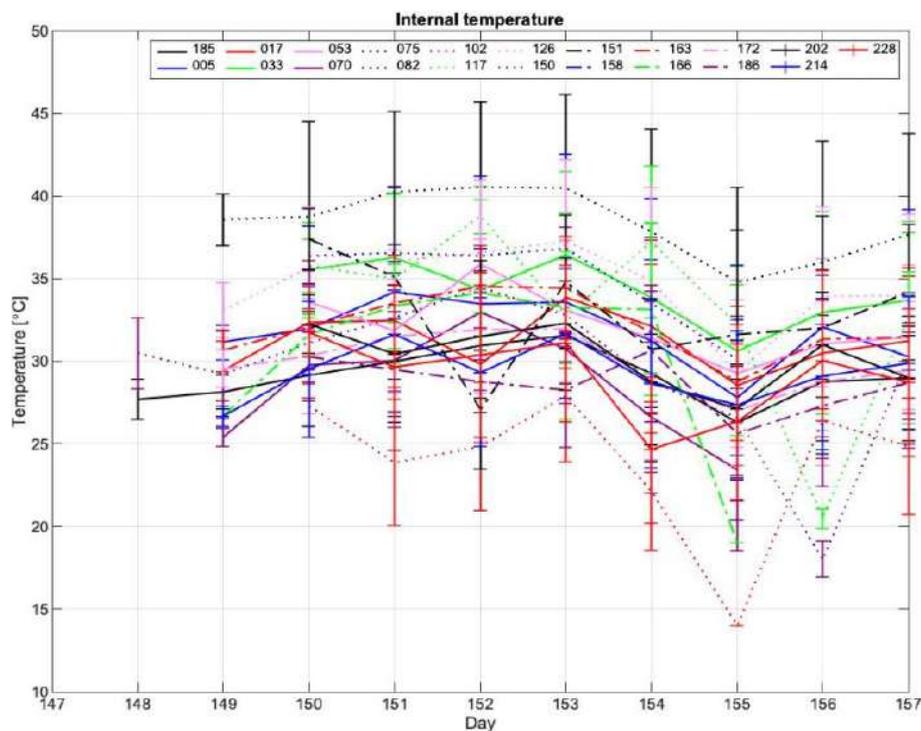


Figura 7. Estadística de las condiciones de intercomparación: variabilidad de la temperatura interna para todos los instrumentos participantes.

150	PHAETON	5		185	ERMIS	163	PANDORA
			53				QASUME
214		202					
	228		166			102	
82				70			
	33		117		151		
		186		172			
	17		75				
		126					
							N

Figura 8. Esquema con las localizaciones de los espectrofotómetros Brewer en la terraza de la estación de El Arenosillo y los instrumentos que participaron en la comparación ATMOZ: ERMIS y QASUME (gestionados por el Centro Radiométrico Mundial), PHAETON (gestionado por la Universidad de Tesalónica) y PANDORA (gestionado por el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña).

2.2 Informe del espectrofotómetro Brewer del RBCC-E

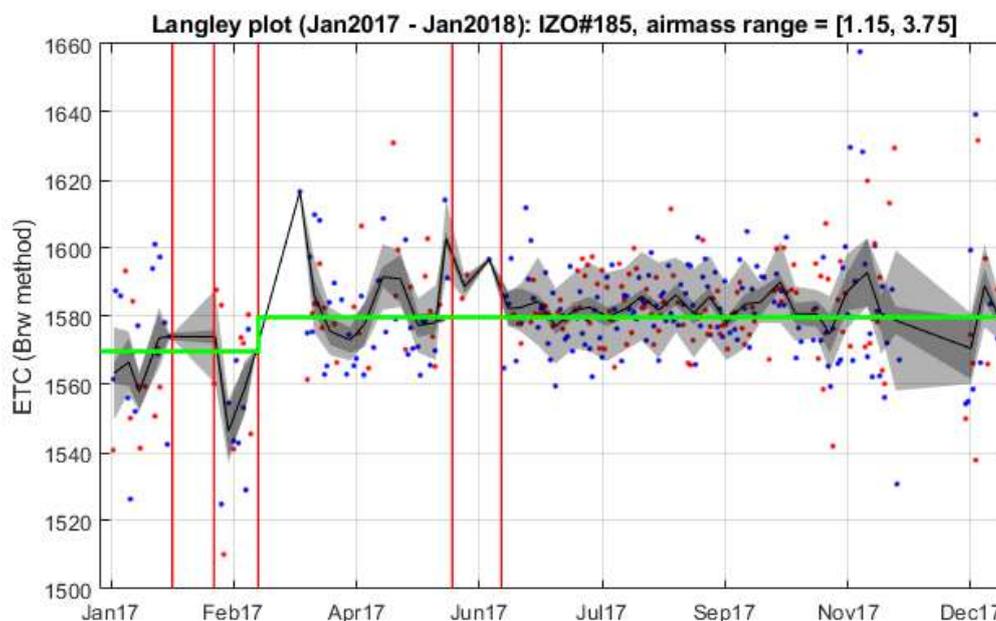
El RBCC-E se estableció en el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña en 2003 y comprende tres espectrofotómetros Brewer MkIII: una Referencia Regional Primaria (Brewer #157), una Referencia Regional Secundaria (Brewer #183) y una Referencia Regional Itinerante (Brewer #185). La calibración de la tríada del RBCC-E con relación a la Tríada Brewer Mundial (WBT, por sus iniciales en inglés) se estableció mediante una comparación anual con la referencia itinerante de IOS Brewer#017 y se verificó en la estación mediante el método de extrapolación de Langley. Además, durante las campañas de intercomparación de espectrofotómetros Brewer del RBCC-E, la referencia itinerante #185 se ha comparado con otros instrumentos de referencia siempre que ha sido posible. Estos instrumentos de referencia son: la referencia itinerante de IOS #017, el Brewer #145, gestionado por el Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá, y la referencia itinerante de Kipp & Zonen #158. Los dos primeros instrumentos proporcionan un vínculo directo con la WBT. En Redondas *et al.* (2018) puede encontrarse un informe de la comparación entre las referencias.

Desde comienzos de 2012, debido a la reorganización interna de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) de España, el mantenimiento técnico de la tríada Brewer del RBCC-E ha corrido a cargo de Kipp & Zonen, fabricante de instrumentos Brewer, y su vinculación con la WBT se logró a través de comparaciones realizadas directamente en Toronto o mediante campañas conjuntas utilizando el método de Langley en las estaciones de Mauna Loa o de Izaña. Desde 2014 no ha sido posible llevar a cabo esta intercomparación, por lo que el Grupo consultivo científico de la OMM (OMM-GCC) autorizó al RBCC-E en 2011 a transferir su propia calibración absoluta de ozono. La metodología utilizada para transferir la calibración de ozono se describe en Redondas *et al.* (2003, 2018), en Ito *et al.* (2011), y en Leon-Luis *et al.* (2018) se analiza la situación y el mantenimiento actuales del RBCC-E.

El instrumento de referencia (Brewer #185) fue analizado en detalle durante toda la campaña de calibración. Los parámetros instrumentales (tiempo muerto del fotomultiplicador y la dependencia de la temperatura) y el coeficiente de absorción de ozono (calculado a partir de los tests de dispersión) fueron calculados durante la campaña y se compararon con los valores registrados antes y después de la misma.

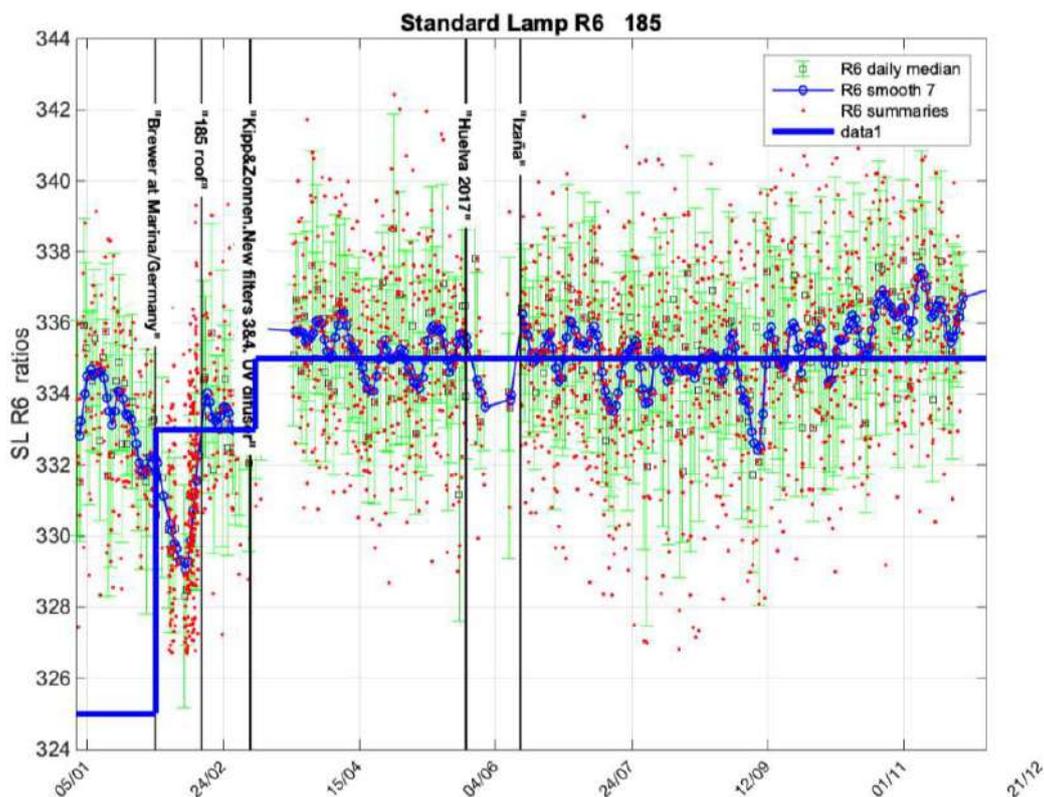
Sin embargo, la técnica de Langley es el mejor procedimiento para detectar si la calibración del instrumento ha cambiado. A este respecto, la constante extraterrestre (ETC, por sus iniciales en inglés) obtenida con este método debe ser constante como garantía de la calibración del instrumento. La figura 9 muestra los valores de Langley calculados antes y después de la campaña a partir de observaciones matinales y vespertinas realizadas durante este año. Como se puede observar, los valores obtenidos se sitúan alrededor de 1580, que se utiliza como ETC operativa para este instrumento. La estabilidad del Brewer #185 desde el mantenimiento de

marzo de 2017 también se puede comprobar con las mediciones de la lámpara estándar, que se muestran en la figura 10.



Fecha	Brw	Brw Se	Dbw	Dbw Se	N	Comentarios
17/1/2017	1567,3	4,0	-2,1	3,9	25,0	Sustituido el calentador
24/2/2017	1556,4	5,2	-13,5	5,2	18,0	Tormenta
23/4/2017	1582,2	1,9	2,6	2,0	62,0	Antes de Huelva, (sustituido el filtro)
7/9/2017	1582,6	0,9	2,3	0,9	269,0	Después de Huelva 2017

Figura 9. Cálculo de la ETC mediante la técnica de Langley en el IZO (Observatorio de Izaña) para el Brewer #185 durante 2017. Los puntos azules corresponden a los resultados del método de Langley obtenidos a partir de las observaciones matinales (AM) y los puntos rojos se refieren a las observaciones vespertinas (PM). La línea negra representa las medias semanales para los resultados de Langley AM y PM, mostrándose con sombras grises oscuras y claras el error típico y la desviación típica de la media, respectivamente. Las líneas rojas verticales señalan eventos relevantes en el funcionamiento del instrumento (véase la tabla de la parte inferior).



Fecha	R6	std	R5	std_1	N	Comentarios
26/12/2016	333,4	1,4	489,4	2,1	29	Reparado el calentador
30/1/2017	330,3	1,2	486,7	1,1	13	Instituto Nacional de Metrología de Alemania (PTB)
16/2/2017	333,6	1,3	490,8	2,5	16	Tormenta
6/3/2017	335,3	1,2	494,1	2,2	68	Sustitución del filtro
24/5/2017	334,5	1,4	494,8	3,6	7	Huelva 2017
13/6/2017	335,4	1,4	494,5	2,3	180	Después de Huelva 2017

Figura 10. Ratios R6 de ozono de la lámpara estándar: media diaria y desviación típica (cuadrados) y test individuales (puntos rojos). La línea azul continua representa el valor de referencia R6 de la lámpara estándar utilizado durante el período de análisis. Las líneas negras verticales señalan los eventos importantes relacionados con el rendimiento del instrumento (véase la tabla de la parte inferior).

Además, la tabla 3 muestra los valores de la ETC calculados a partir de los métodos basados en uno y en dos parámetros cuando el Brewer #185 se calibra a partir de los demás instrumentos que forman parte de la tríada del RBCC-E (Brewer #157 y Brewer #183), que permanecen en el Observatorio Atmosférico de Izaña (IZO). La ETC y el coeficiente de ozono, y los valores operativos, se comparan entre sí. La figura 11 muestra las mediciones de ozono mediante observaciones directas al sol y las diferencias relativas de los Brewer individuales de la tríada del RBCC-E con respecto a la media de los tres instrumentos durante el período que va de enero de 2017 a octubre de 2019. La figura 12 muestra con mayor detalle las diferencias diarias relativas de las observaciones de ozono entre los tres instrumentos antes y después de la campaña de El Arenosillo, que es de alrededor del 0,25 % con respecto a la media. Finalmente, en la tabla 4 se presenta un resumen con los principales parámetros del Brewer #185.

Tabla 3. Valores de la ETC calculados a partir de la comparación entre los instrumentos del RBCC-E

<i>Comparación de los instrumentos del RBCC-E antes de la campaña de El Arenosillo</i>						
Brewer calibrado	Referencia Brewer	ETC _{Operativa} (Langley)	O ₃ Operativo	ETC _{1p}	ETC _{2p}	O ₃ 2p
185	157	1580	0,341	1581	1568	0,344
185	183	1580	0,341	1574	1576	0,341
<i>Comparación de los instrumentos del RBCC-E después de la campaña de El Arenosillo</i>						
Brewer calibrado	Referencia Brewer	ETC _{Operativa} (Langley)	O ₃ Operativo	ETC _{1p}	ETC _{2p}	O ₃ 2p
185	183	1580	0,341	1583	1572	0,343
185	157	1580	0,341	1575	1580	0,340

Tabla 4. Tabla de control de la referencia

<i>Control de la referencia itinerante: Brewer #185</i>	<i>Descripción del paso</i>	<i>¿Superado?</i>		<i>Valor</i>	<i>Comentarios</i>
		S	N		
Datos de calibración					
Referencia del instrumento itinerante (tríada, RBCC-E, ...)	Referencia del RBCC #157, calibración absoluta (Langley)				
¿Está calibrada la referencia itinerante?		S			
Diferencia en % antes del viaje				-0,2 +/- 0,3	620 obs
Diferencia en % después del viaje				-0,08 +/- 0,3	966 obs
Funcionamiento del instrumento					
HP/HG	Test de Hp/Hg repetibles dentro de 0,2 pasos	S			
SH	El retardo del obturador SH es correcto				
RS	Test de marcha/parada dentro de +/- 0,003 respecto de la unidad para rendijas iluminadas y entre 0,5 y 2 para el conteo en condiciones de oscuridad	S			NaN
DT	Tiempo muerto de entre 28 ns y 45 ns para los Brewer de placa múltiple y entre 16 ns y 25 ns para los Brewer de placa única		N	29	DT en cfg 33 ns
SL R6	La ratio R6 de la lámpara estándar está en un intervalo de 5 unidades respecto de la calibración	S		217/216	
SL R5	La ratio R5 de la lámpara estándar está en un intervalo de 10 unidades respecto de la calibración	S			

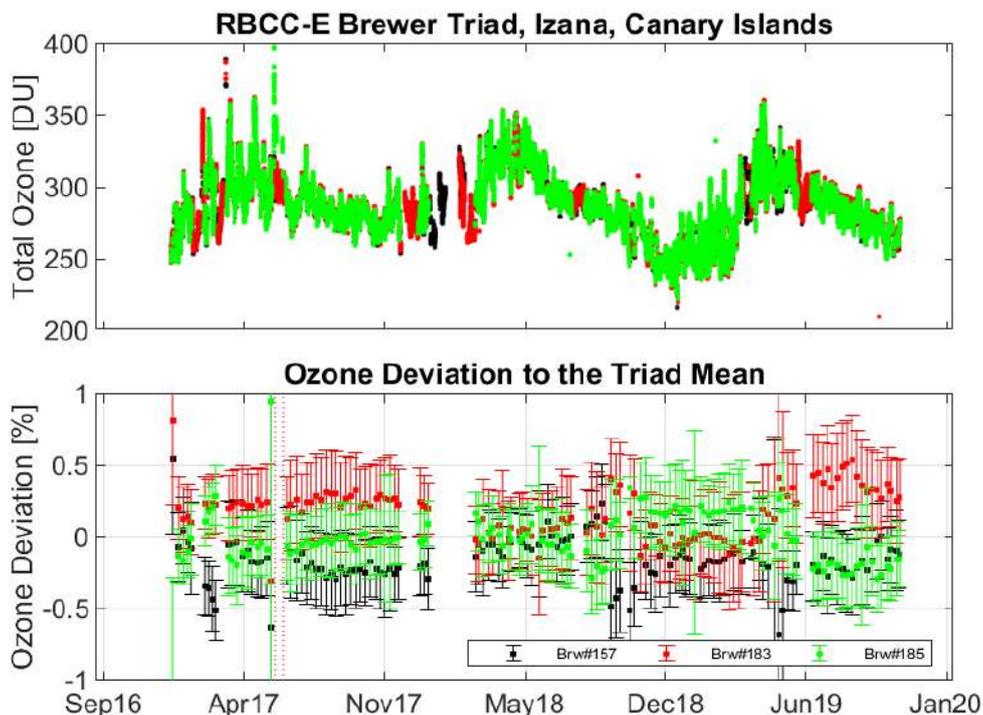


Figura 11. Mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia (en un intervalo de 5 minutos) (arriba) y desviaciones de los valores de ozono de los Brewer individuales de la tríada del RBCC-E con respecto a la media de los tres instrumentos (abajo) durante el período de enero de 2017 a octubre de 2019. Cada punto del gráfico representa un promedio semanal. Las líneas de puntos representan el período de la campaña de intercomparación, del 29 de mayo (día 149 del año) al 9 de junio (día 160 del año) de 2017.

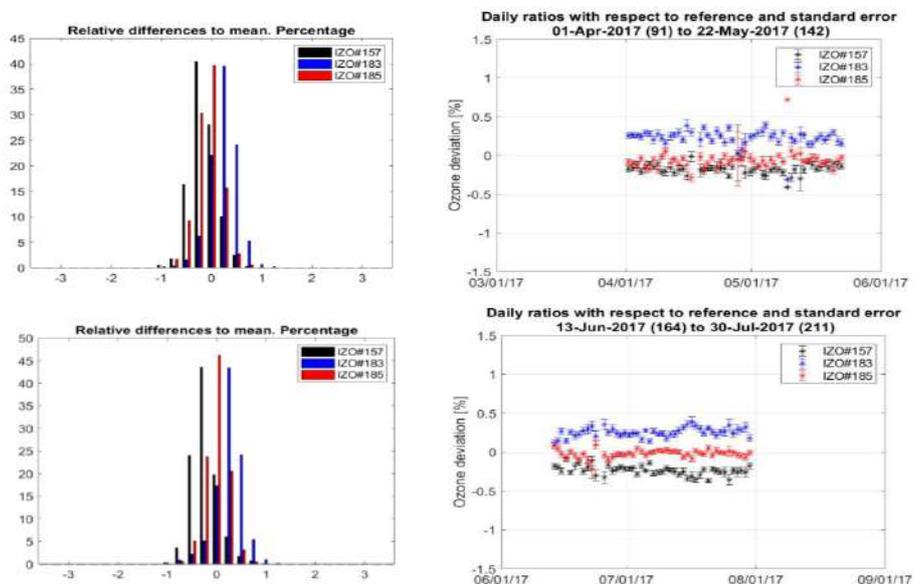


Figura 12. Desviaciones de las mediciones casi simultáneas de ozono de los Brewer de referencia del RBCC-E (números de serie #157, #183 y #185) respecto a la media de la tríada (izquierda) y evolución temporal de la desviación media diaria de las mediciones casi simultáneas de ozono donde las barras de error representan el error típico (derecha). Se presentan los datos anteriores (arriba) y posteriores (abajo) a la intercomparación de El Arenosillo 2017.

2.3 Comparación a ciegas

La comparación a ciegas con el Brewer de referencia nos da una idea del estado inicial del instrumento, por ejemplo la fiabilidad en el comportamiento del instrumento cuando se utilizan las constantes de calibración originales (las operativas en la estación del instrumento). Los posibles cambios en la respuesta del instrumento debido al viaje se pueden detectar mediante el análisis de los test internos realizados antes y después del traslado.

Los instrumentos funcionan durante este período con su calibración inicial y los valores de ozono se calculan utilizando estas constantes de calibración. El test de la lámpara estándar (SL, por sus iniciales en inglés) es una medición de ozono que utiliza como fuente la lámpara halógena interna. Esta prueba se realiza de manera regular para rastrear la respuesta espectral del instrumento y, por lo tanto, la calibración del ozono. Se proporciona un valor de referencia para la ratio R6 de la lámpara estándar como parte de la calibración del instrumento. El ozono se corrige rutinariamente suponiendo que las desviaciones del valor R6 con respecto al valor de referencia son las mismas que las que cambian en la constante extraterrestre (ETC). A esta operación se le denomina corrección de lámpara estándar. Por lo tanto, es razonable estudiar si los cambios observados en R6 están relacionados con cambios similares en la constante de calibración. Si este fuera el caso, entonces la constante ETC debería corregirse con el mismo cambio en la ratio R6 de la lámpara estándar según $ETC_{nueva} = ETC_{antigua} - (SL_{ref} - SL_{medida})$.

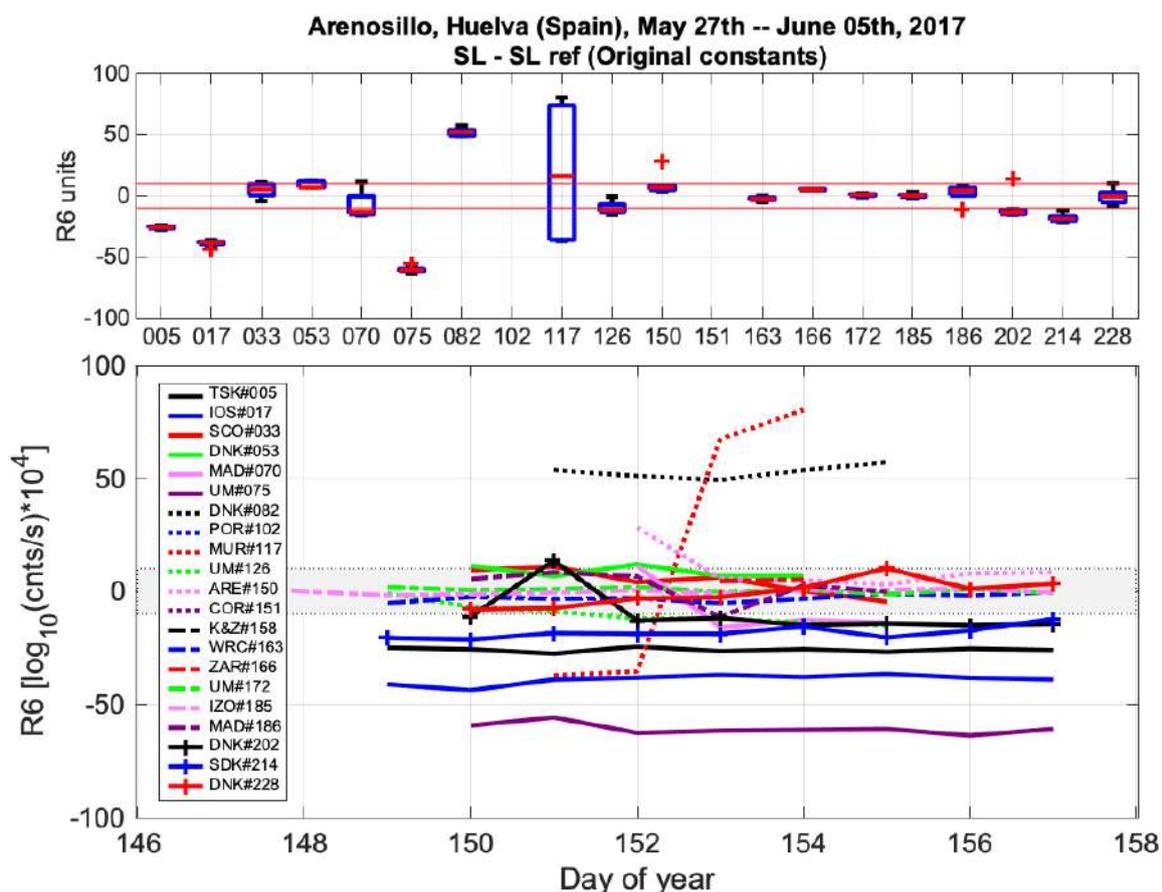


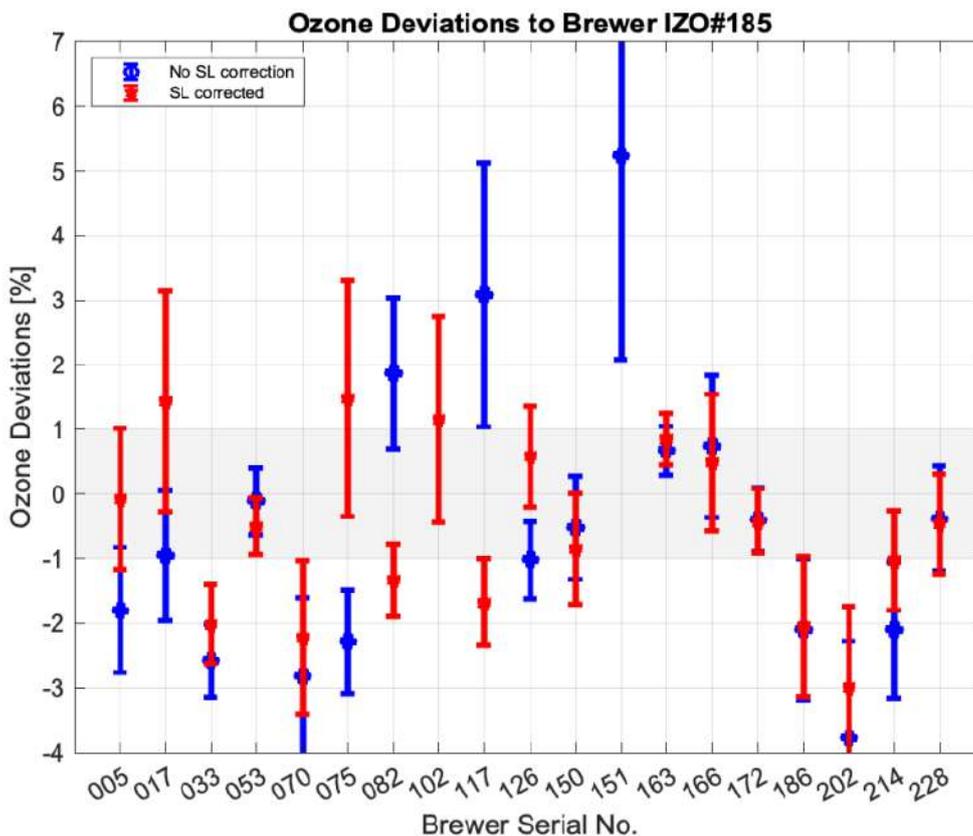
Figura 13. Diferencia de la ratio R6 de la lámpara estándar con respecto al valor de referencia de R6 de la última calibración durante los días de comparación a ciegas, antes del mantenimiento. Las variaciones dentro del rango de ± 10 ($\approx 1\%$ en ozono) se consideran normales, mientras que los cambios mayores requerirían un análisis adicional del rendimiento del instrumento.

Tabla 5. Valor de referencia de la lámpara estándar de la última calibración, valor medio durante los días de intercomparación a ciegas y su diferencia para todos los instrumentos participantes. La última columna muestra el porcentaje asociado en el cambio de ozono si aplicamos la corrección de lámpara estándar (suponiendo que las mediciones se realizan en la masa de aire 2).

	<i>SL REF</i>	<i>SL media</i>	Δ	ΔO_3 (%)
TSK_005	1857	1831	26	3,9
IOS_017	2170	2131	39	5,7
SCO_033	2329	2333	-4	-0,6
DNK_053	1845	1854	-9	-1,3
MAD_070	1703	1695	8	1,2
UM_075	1769	1708	61	9,0
DNK_082	1615	1667	-52	-7,3
POR_102	2350	2763	-413	-60,0
MUR_117	1536	1555	-19	-2,8
UM_126	2093	2083	10	1,5
ARE_150	322	332	-10	-1,5
COR_151	1198	1393	-195	-28,5
WRC_163	270	267	3	0,4
ZAR_166	1952	1957	-5	-0,7
UM_172	444	445	-1	-0,1
IZO_185	335	335	0	0,0
MAD_186	317	319	-2	-0,3
DNK_202	283	273	10	1,5
SDK_214	234	216	18	2,6
DNK_228	242	241	1	0,1

Durante la campaña de intercomparación de El Arenosillo 2017, 11 instrumentos mostraron concordancia en promedio con el valor de referencia R6 correspondiente en un intervalo de ± 10 unidades, que es aproximadamente el 1 % de ozono. La comparación con un instrumento de referencia es la única forma de evaluar si las mediciones de la lámpara estándar realizan un seguimiento adecuado de los cambios en las constantes de calibración o si el cambio observado se debe solo a variaciones en la emisión espectral de la lámpara. Por ejemplo, en el caso del Brewer #005, la corrección de lámpara estándar mejoró la comparación, como se puede ver en las figuras 13 y 14. De esto se ha deducido que los cambios en las ratios de la SL estaban relacionados con las variaciones en la respuesta del instrumento a la luz.

Los resultados de la comparación a ciegas con el instrumento de referencia, el Brewer IZO#185, estuvieron algo por debajo de lo normal, con desviaciones de ozono superiores al 1 % para la mitad de los instrumentos (véanse las figuras 14 y 15). La referencia itinerante Brewer IOS#017, usada para transferir la calibración de ozono en todo el mundo, muestra un buen acuerdo del 0,7 %, pero de alrededor del 2 % cuando se utiliza la corrección de lámpara estándar. Debido al efecto de la luz parásita en los Brewer simples (de un solo monocromador), en estos instrumentos se observa una marcada dependencia de las medidas de ozono con el OSC.



Brewer	Sin corrección de lámpara estándar	Con corrección de lámpara estándar	Brewer	Sin corrección de lámpara estándar	Con corrección de lámpara estándar
TSK#005	-1,7+/-0,88	0,1+/-0,92	ARE#150	-0,6+/-0,86	-0,9+/-0,91
IOS#017	-0,7+/-0,62	1,9+/-1,18	COR#151	5,7+/-2,53	-33,5+/-8,42
SCO#033	-2,5+/-0,48	-2,0+/-0,48	WRC#163	0,7+/-0,37	0,9+/-0,39
DNK#053	-0,0+/-0,39	-0,4+/-0,34	ZAR#166	1,1+/-0,63	0,8+/-0,63
MAD#070	-2,7+/-1,04	-2,0+/-0,92	UM#172	-0,4+/-0,50	-0,5+/-0,51
UM#075	-2,1+/-0,42	1,9+/-1,23	MAD#186	-2,3+/-0,90	-2,2+/-0,89
DNK#082	2,1+/-0,85	-1,2+/-0,45	DNK#202	-4,2+/-1,10	-3,4+/-0,90
POR#102	30,0+/-7,63	1,5+/-1,22	SDK#214	-2,3+/-0,81	-1,2+/-0,62
MUR#117	3,7+/-1,24	-1,6+/-0,64	DNK#228	-0,4+/-0,83	-0,5+/-0,77
UM#126	-0,9+/-0,44	0,8+/-0,41			

Figura 14. Diferencias porcentuales relativas de ozono de todos los instrumentos participantes en la campaña de El Arenosillo 2017 respecto de la referencia itinerante del RBCC-E IZO#185. Las mediciones de ozono realizadas durante el período de validación a ciegas se han reprocesado utilizando las constantes de calibración originales, con (símbolos rojos) y sin (azules) corrección de lámpara estándar. Las barras de error representan la desviación típica. La tabla de debajo del gráfico muestra las desviaciones de los valores de ozono con respecto al Brewer patrón IZO#185 para OSC por debajo de 900 DU, con y sin aplicación de la corrección de lámpara estándar.

DECIMOSEGUNDA CAMPAÑA DE INTERCOMPARACIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE CALIBRACIÓN BREWER PARA EUROPA, HUELVA (ESPAÑA), 29 DE MAYO A 9 DE JUNIO DE 2017

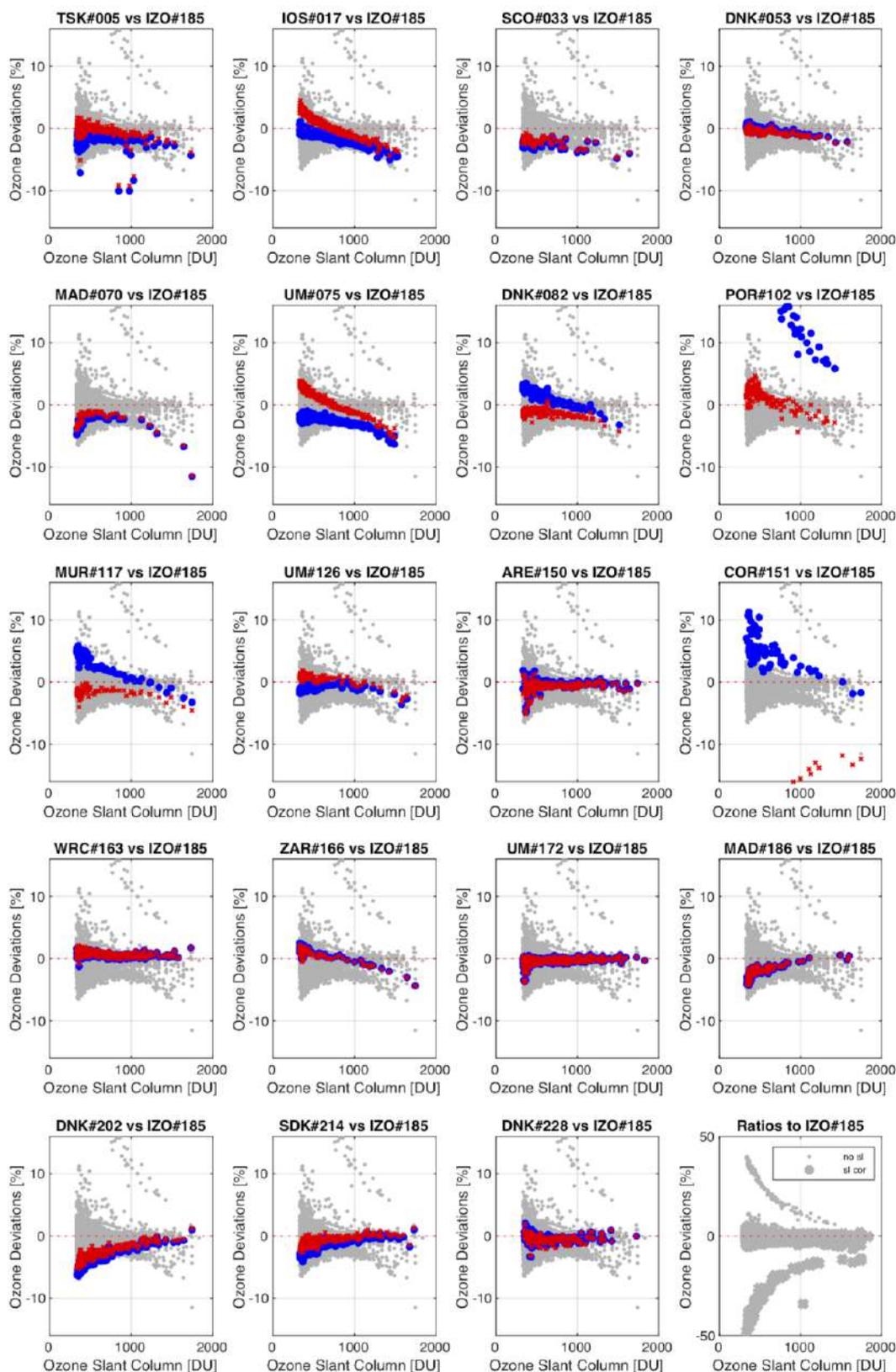


Figura 15. Diferencias relativas de ozono en los días de validación a ciegas (%) de los instrumentos participantes en la campaña de El Arenosillo 2017 con respecto a la referencia itinerante del RBCC-E IZO#185. Las mediciones de ozono realizadas durante el período de validación a ciegas (antes del mantenimiento) se han reprocesado utilizando las constantes de calibración originales, con (puntos rojos) y sin (azules) corrección de lámpara. Los puntos grises representan las desviaciones de ozono de todos los instrumentos.

2.4 Calibración final

Se definieron los días finales como aquellos disponibles una vez concluidas las labores de mantenimiento para cada instrumento participante. Estos días se utilizaron para calcular las constantes de calibración finales, por lo que se intentó no manipular el instrumental durante este período. Además, el valor R6 de la lámpara estándar registrado durante los días finales suele adoptarse como nuevo valor de referencia y también se espera que este parámetro no varíe en más de 5 unidades durante el mismo período.

La figura 16 muestra las diferencias entre la ratio R6 diaria de la lámpara estándar y el valor de referencia de R6 propuesto durante los días finales. Conforme a lo esperado, los valores de la lámpara estándar registrados no variaron en más de 5 unidades durante este período, con la excepción del instrumento Brewer POR#102, que se analiza con más detalle en la sección 3.8.

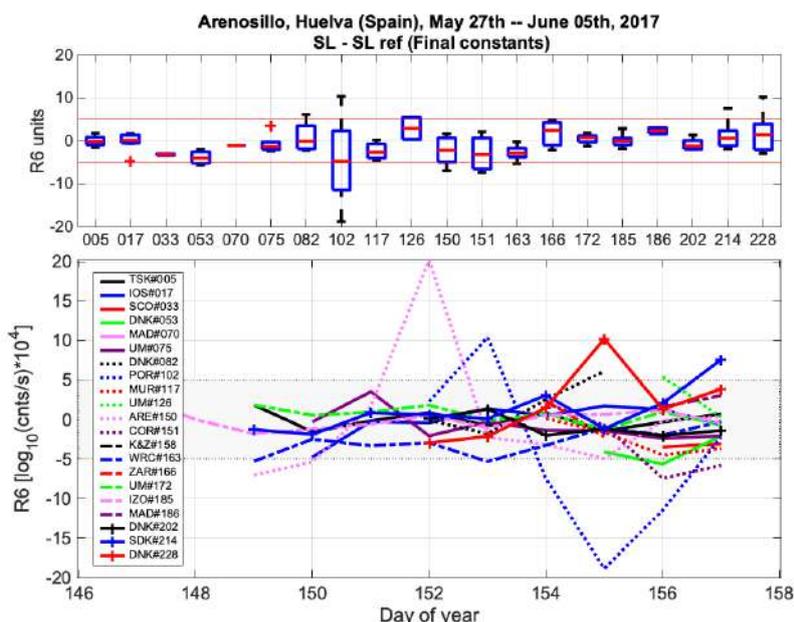
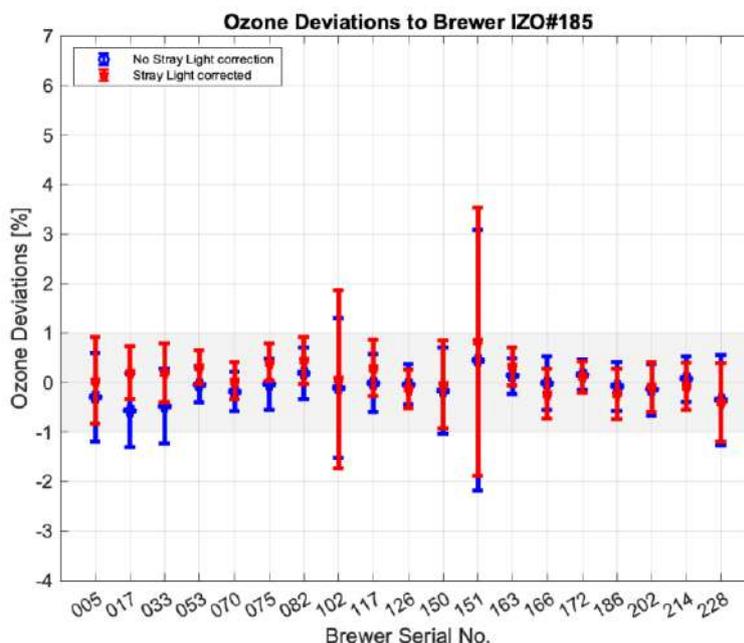


Figura 16. Ratio R6 de la lámpara estándar con respecto al valor de referencia de R6 de las últimas diferencias de calibración durante los días finales agrupados por números de serie del Brewer (arriba) y en función del tiempo (abajo). El área sombreada representa el margen de tolerancia (± 5 unidades de R6).

En la figura 17 se muestran las desviaciones de los valores de ozono para todos los instrumentos participantes con respecto a la referencia itinerante del RBCC-E, el Brewer IZO#185. Se han recalculado las mediciones de ozono utilizando las constantes de calibración finales, con y sin la corrección de lámpara. Todos los Brewer se calibraron utilizando el método de transferencia de la ETC de un parámetro, es decir, el coeficiente de absorción de ozono se obtuvo a partir de la calibración de la longitud de onda (test de dispersión) y solo la constante ETC del ozono se transfirió desde el instrumento de referencia aunque el método de calibración basado en dos parámetros también se utiliza como indicador de calidad. Para todos los instrumentos, los métodos de transferencia de la ETC basados en uno o en dos parámetros concuerdan entre sí dentro de los límites de ± 5 unidades para las constantes de la ETC y de $\pm 0,001$ atm/cm para el coeficiente de absorción de ozono (un paso de micrómetro), que es una indicación muy buena de la calidad de la calibración provista.

Se logró un buen acuerdo con el instrumento de referencia Brewer IZO#185 utilizando las constantes de calibración finales, dentro del rango de $\pm 0,5\%$ (figura 17). Puede apreciarse que las desviaciones anómalas bajas de ozono total son frecuentes en el caso de los Brewer

simples y que corresponden a valores altos de OSC donde el efecto de la luz parásita es importante (figura 18).



Brewer	Sin corrección de luz parásita		Con corrección de luz parásita		Brewer	Sin corrección de luz parásita		Con corrección de luz parásita	
	media	std	media	std		media	std	media	std
TSK#005	-0,5	1,1	0,0	0,9	ARE#150	0,0	0,8	0,0	0,8
IOS#017	-0,9	1,0	0,2	0,5	COR#151	0,2	3,5	0,4	3,4
SCO#033	-0,4	1,0	0,1	0,6	WRC#163	0,3	0,4	0,3	0,4
DNK#053	0,0	0,5	0,1	0,4	ZAR#166	-0,6	0,8	-0,3	0,5
MAD#070	-0,6	1,9	0,0	0,6	UM#172	0,1	0,3	0,1	0,3
UM#075	-0,2	0,8	0,4	0,4	MAD#186	-0,2	0,6	-0,2	0,6
DNK#082	0,0	0,8	0,4	0,5	DNK#202	0,0	0,5	0,0	0,5
POR#102	0,0	1,9	0,1	1,8	SDK#214	0,0	0,5	0,0	0,5
MUR#117	-0,2	0,9	0,2	0,5	DNK#228	0,0	0,8	0,0	0,8
UM#126	0,1	0,8	0,4	0,4					

Figura 17. Diferencias porcentuales relativas de ozono de todos los instrumentos participantes en la campaña de El Arenosillo 2017 respecto de la referencia itinerante del RBCC-E IZO#185. Las mediciones de ozono realizadas durante el período final se han reprocesado utilizando las constantes de calibración propuestas, con (símbolos rojos) y sin (azules) corrección de luz parásita. Las barras de error representan la desviación típica. La tabla de debajo del gráfico muestra las desviaciones de los valores de ozono con respecto al Brewer patrón IZO#185 para OSC por debajo de 900 DU, con y sin aplicación de la corrección de luz parásita.

DECIMOSEGUNDA CAMPAÑA DE INTERCOMPARACIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE CALIBRACIÓN BREWER PARA EUROPA, HUELVA (ESPAÑA), 29 DE MAYO A 9 DE JUNIO DE 2017

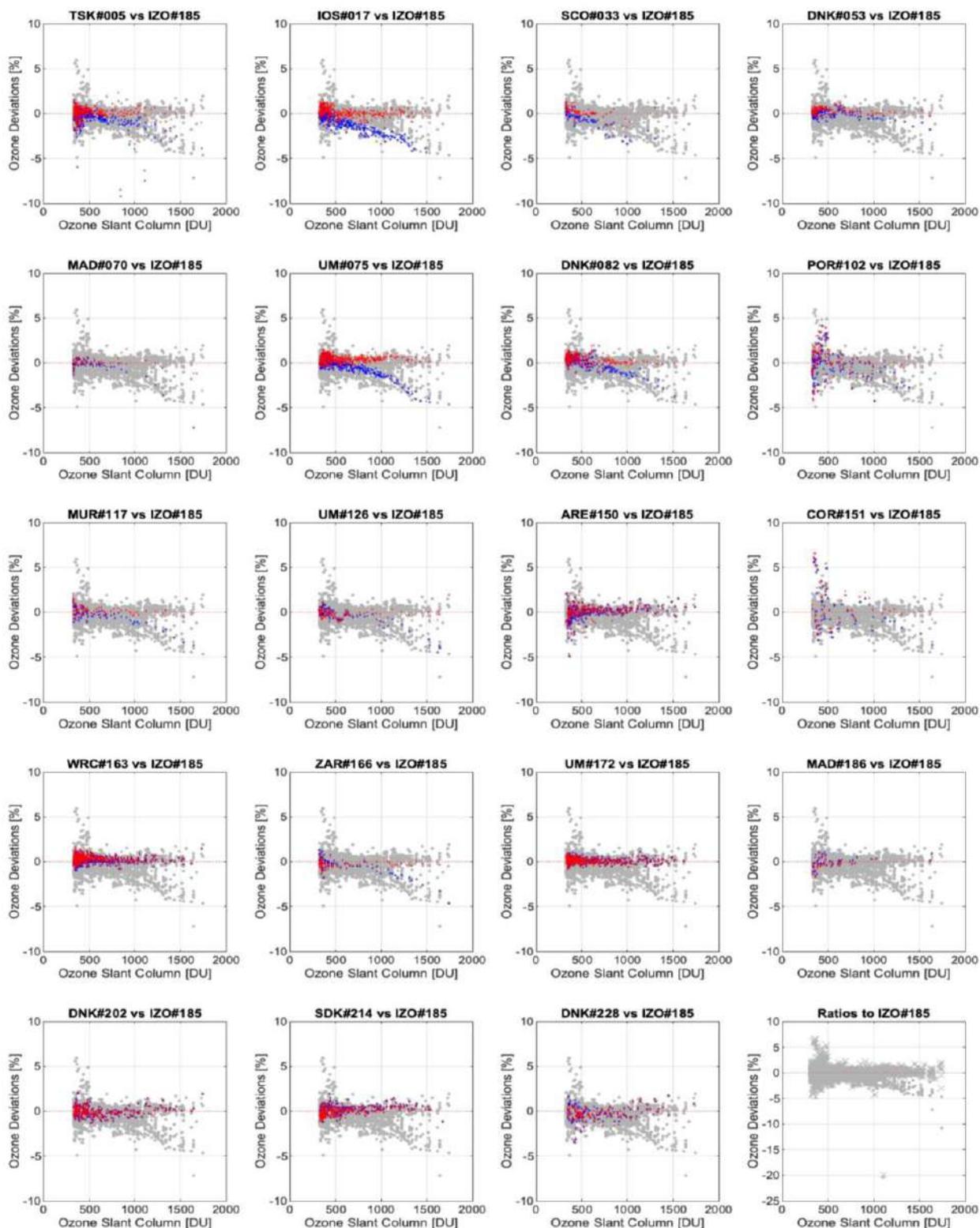


Figura 18. Diferencias porcentuales relativas de ozono en los días finales de los instrumentos participantes en la campaña de El Arenosillo 2017 con respecto a la referencia itinerante del RBCC-E Brewer #185. Las mediciones de ozono realizadas durante el período final (después del mantenimiento) se han reprocesado utilizando las constantes de calibración propuestas, con (estrellas rojas) y sin (azules) corrección de luz parásita. Los puntos grises representan las desviaciones de ozono de todos los instrumentos.

3. INFORMES DE CALIBRACIÓN DE OZONO

3.1 Brewer TSK#005. Tesalónica (Grecia)

El Brewer TSK#005 participó en la campaña del 29 de mayo al 7 de junio de 2017 (días julianos 149 a 158). No se llevó a cabo ningún trabajo de mantenimiento en este instrumento por lo que, para la evaluación de los estados inicial y final, se utilizaron 365 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 149 y 157 (figura 19).

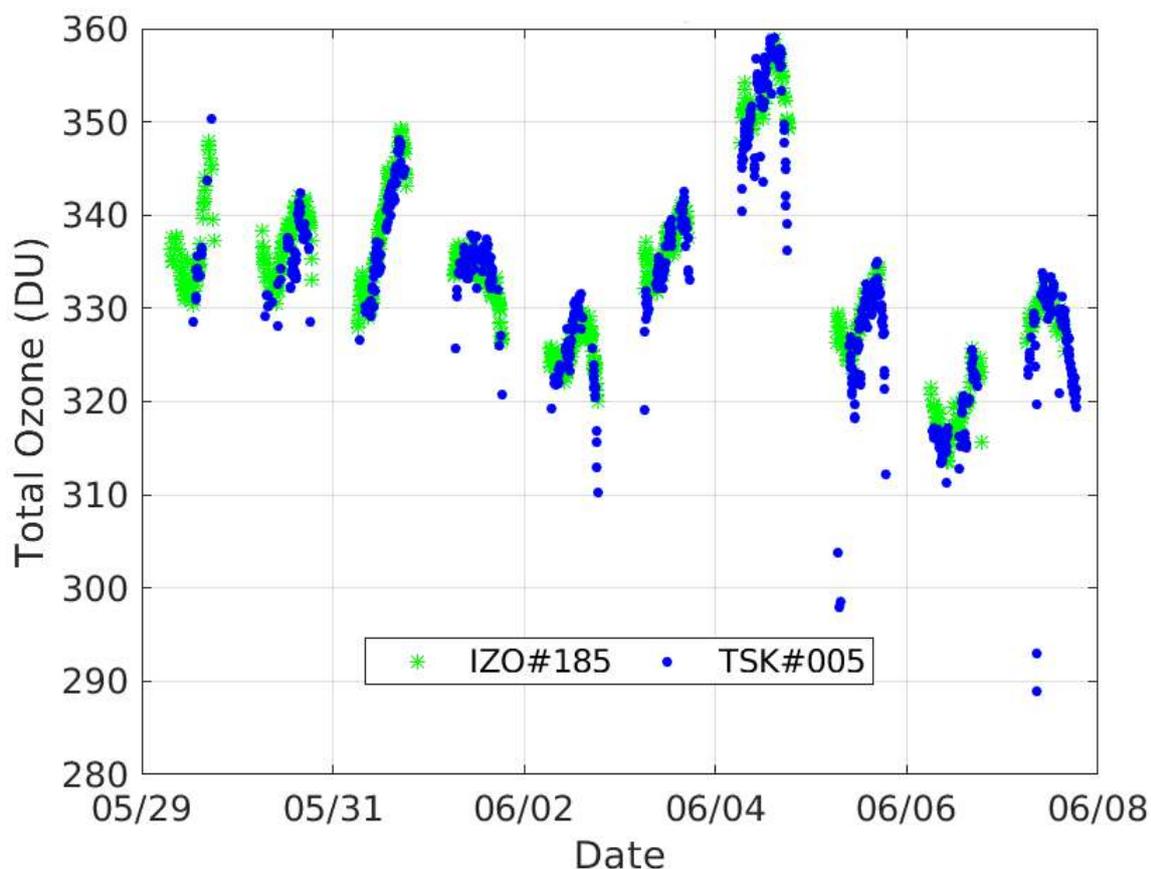


Figura 19. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#005.

Calibración original

El instrumento funciona con el archivo de configuración ICF14815.005 y el valor de referencia 1857 para la ratio R6 de la lámpara estándar. Estas constantes de calibración fueron proporcionadas por el RBCC-E en la anterior campaña de intercomparación.

Análisis histórico

Los resultados del test de lámpara del Brewer TSK#005 presentan un salto significativo en noviembre de 2015, pero después de esa fecha se han mantenido bastante estables a lo largo de los dos últimos años. Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 1838 y 3583 para R6 y R5 respectivamente (figura 20). Estos valores se han calculado teniendo en cuenta los nuevos coeficientes de temperatura y el tiempo muerto del fotomultiplicador (DT) obtenidos en esta campaña. El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son buenos.

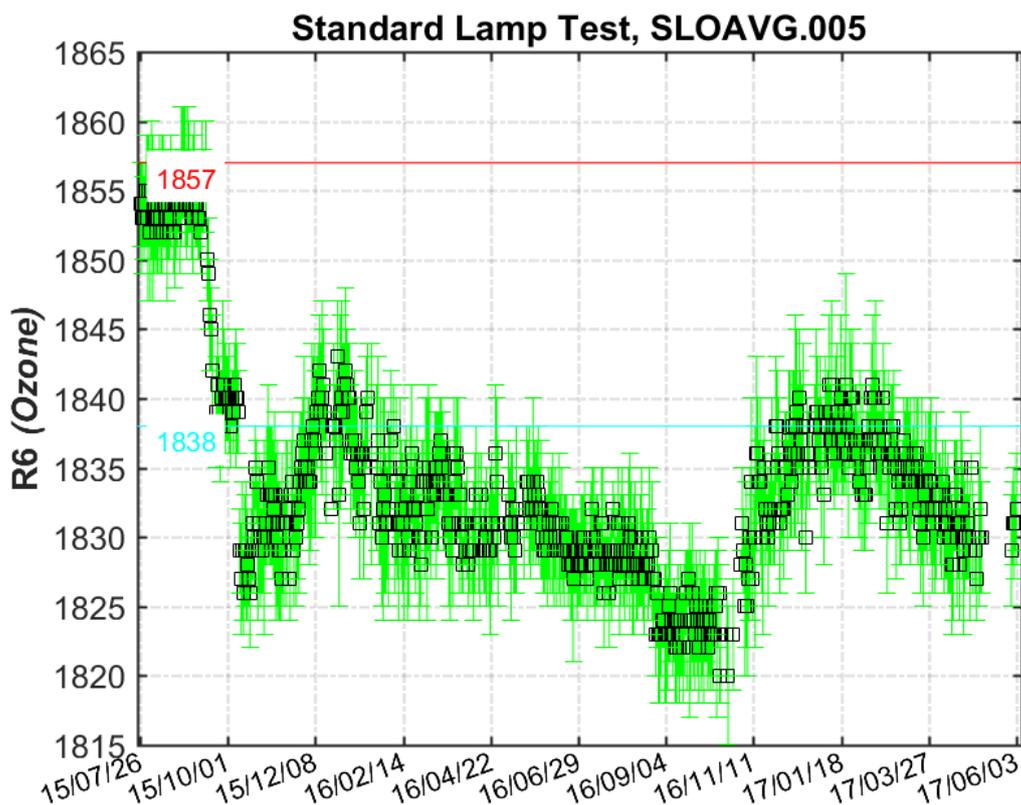


Figura 20. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#005.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer TSK#005 se utilizó el período que va del día 149 al 157, que corresponde a 365 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 21, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia (-1,5 %). Sin embargo, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados mejoran, aunque no lo suficiente. Durante esta campaña, se obtuvieron nuevos DT y coeficientes de temperatura por lo que hubo que calcular una nueva ETC para la calibración final.

Calibración final y corrección de luz parásita

Debido a la diferencia con el Brewer de referencia, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 21). Para la calibración final se utilizaron 365 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 149 y 157. El nuevo valor es aproximadamente 10 unidades inferior que el valor actual de la ETC (3040), y la R6 ha cambiado en 19 unidades. Por lo tanto, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 1838 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el archivo de constantes del instrumento (ICF, por sus iniciales en inglés) suministrado. Por supuesto, la nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta el nuevo conjunto de coeficientes de temperatura y DT.

El instrumento funcionó bien después de la calibración final con un error cercano a cero para $OSC < 1000$ y una subestimación del 2 % para una OSC de 1000, algo que está muy bien para un Brewer simple. El modelo empírico de luz parásita se ajusta bastante bien con los coeficientes $k = -41,702$, $s = 2,7464$, y $ETC = 3031$, que concuerdan perfectamente con la referencia para todo el rango de valores de OSC .

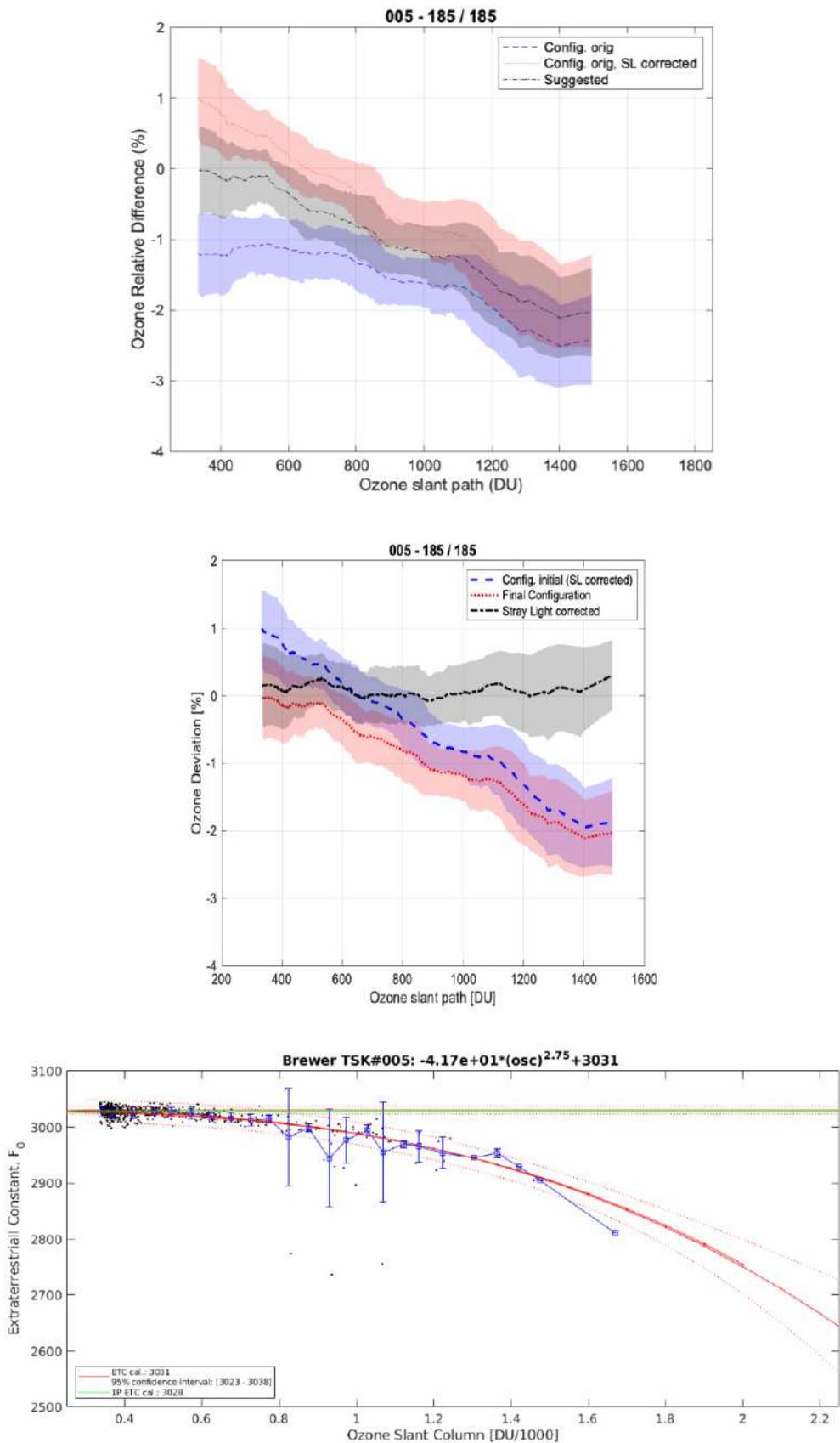


Figura 21. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#005.

Recomendaciones y comentarios

1. Se recomienda aplicar la corrección de lámpara en el período comprendido entre las campañas de Huelva de 2015 y 2017.
2. Se han calculado nuevas R6 y ETC.
3. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales.
4. Se sugiere usar una constante de DT de $3,8 \cdot 10^{-8}$ segundos, que es dos unidades menor que la propuesta durante la última intercomparación. Algunos estudios sugieren que una diferencia de alrededor de un nanosegundo resulta admisible para un Brewer simple.
5. No hay datos suficientes para proponer de manera fiable correcciones de filtro.
6. Se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
7. Los test de barrido solar no fueron lo suficientemente concluyentes como para analizar la posición óptica del CSN. Debe verificarse la rutina de barrido solar y su formato dentro de los archivos del Brewer. No se ha cambiado el CSN actual.
8. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/005/CALIBRATION_005.pdf

Tabla 6. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	3040	3030
Valor de referencia SL R6	1857	1838
Cambio ratio SL R6 / ETC	< 10	
Constante DT (ns)	40 ns	38 ns
Coeficientes de temperatura	antiguos	[0; -0,64; -1,4; -2,06; -3,55]
CSN	159	159
Coefic. absorc. ozono	0,33366	0,3336
Modelo de luz parásita El Arenosillo 2017	3031 - 41,702*(OSC)^2,7464	
Archivo de calibración	ICF14815.005	ICF15117.005

3.2 Brewer IOS#017. IOS (Canadá)

El Brewer IOS#017 participó en la campaña del 29 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 149 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 433 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 149 y 159 (figura 22). Para la calibración final se utilizaron las observaciones efectuadas desde el día 150, con 358 mediciones simultáneas.

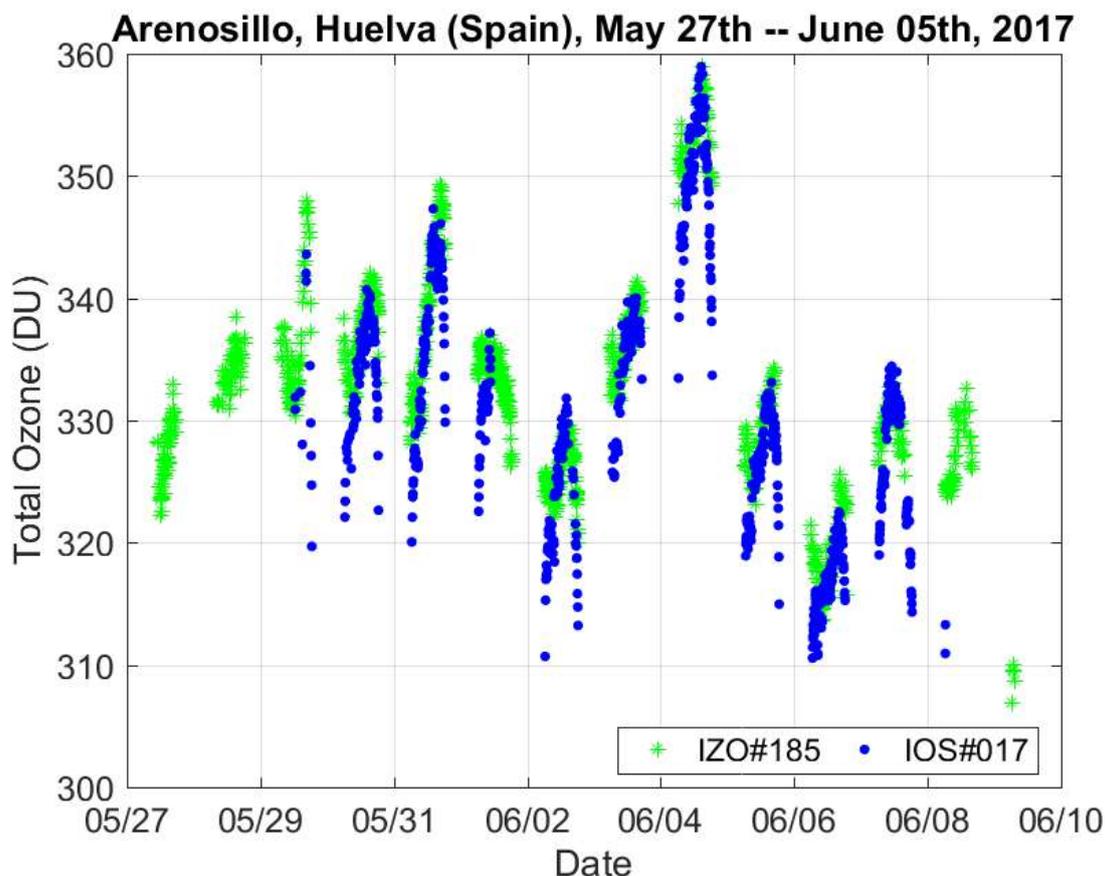


Figura 22. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#017.

Calibración original

El instrumento funciona con el archivo de configuración icf12017.017 y el valor de referencia 2125 para la ratio R6 de la lámpara estándar.

Análisis histórico

Los resultados del test de lámpara del Brewer IOS#017 presentan varios saltos porque este instrumento es una referencia itinerante (figura 23). Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 2125 y 3795 para R6 y R5 respectivamente. Estos valores se han calculado teniendo en cuenta los nuevos coeficientes de temperatura y el tiempo muerto (DT) obtenidos en esta campaña. El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) presentan un comportamiento aceptable. Por el contrario, el tiempo muerto muestra una diferencia importante entre los valores originales y registrados, de alrededor de 6 ns.

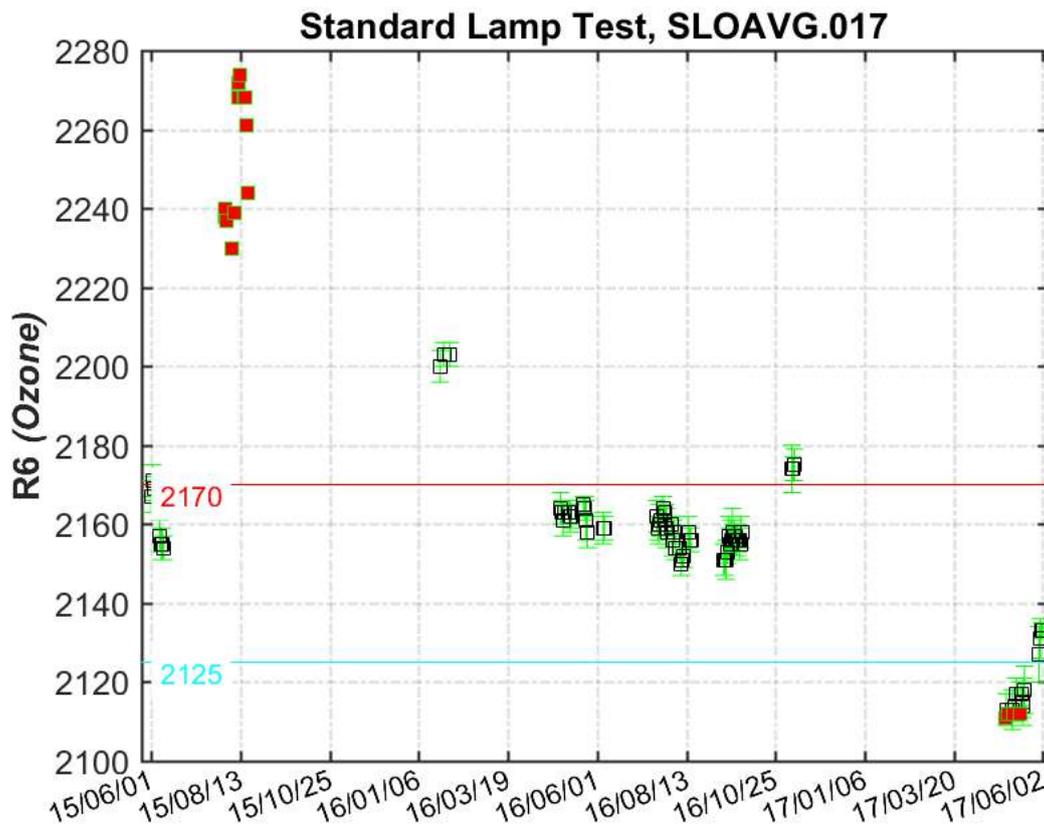


Figura 23. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#017.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer IOS#017 se utilizó el período que va del día 149 al 158, que corresponde a 433 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 24, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono que concuerdan bien con respecto a la referencia. Sin embargo, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados empeoran.

Calibración final y corrección de luz parásita

Debido al nuevo tiempo muerto y al coeficiente de absorción de ozono propuesto, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 24). Para la calibración final se utilizaron 358 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 150 y 158. El nuevo valor es aproximadamente 10 unidades inferior que el actual (3310). Por lo tanto, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 2125 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado.

El instrumento funcionó bien después de la calibración final con un error cercano a cero para OSC bajas y una subestimación del 1 % para una OSC de 800, algo que puede considerarse normal para un Brewer simple. El modelo empírico de luz parásita se ajusta bastante bien con los coeficientes $s = 2,41$, $k = -76,0$, y $ETC = 3300$, que concuerdan perfectamente con la referencia para todo el rango de valores de OSC. Para corregir el ozono se utilizó una fórmula iterativa.

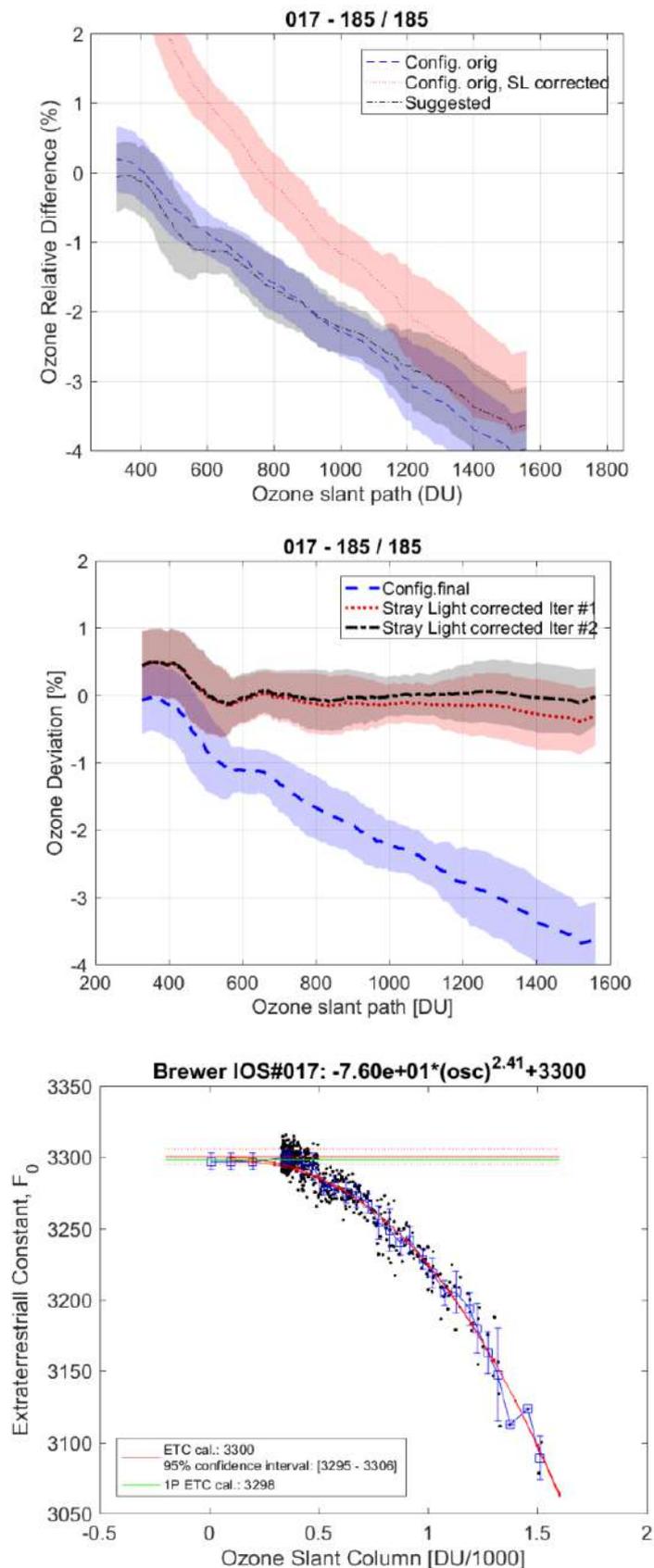


Figura 24. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#017.

Recomendaciones y comentarios

1. En esta campaña se ofrecieron nuevos valores de referencia de las ratios, $R6 = 2125$ y $R5 = 3795$.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales.
3. Se sugiere usar una constante de DT de 30 ns, que es seis unidades menor que los valores de referencia actuales. Algunos estudios sugieren que una diferencia de alrededor de un nanosegundo resulta admisible para un Brewer simple.
4. En la calibración propuesta se usaron los coeficientes de temperatura actuales.
5. Los test de barrido solar fueron lo suficientemente concluyentes como para analizar la posición óptica del CSN.
6. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/017/CALIBRATION_017.pdf

Tabla 7. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	3310	3300
Valor de referencia SL R6	2170	2125
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	36	30
Coeficientes de temperatura	antiguos	antiguos
CSN	860	860
Coefic. absorc. ozono	0,3416	0,341
Factor de luz parásita El Arenosillo 2017	3300 - 76*(OSC) ^{2,41}	
Archivo de calibración	icf12017.017 (IOS)	Icf15717.017 (RBCC-E)

3.3 Brewer SCO#033. Santa Cruz de Tenerife (España)

El Brewer SCO#033 participó en la campaña del 29 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 149 a 159). El paso de calibración se actualizó el día 155 al nuevo valor de 914. Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 293 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 149 y 155, antes del cambio del paso de calibración, mientras que para la calibración final se utilizaron los días 156 a 159, con 159 mediciones simultáneas (figura 25).

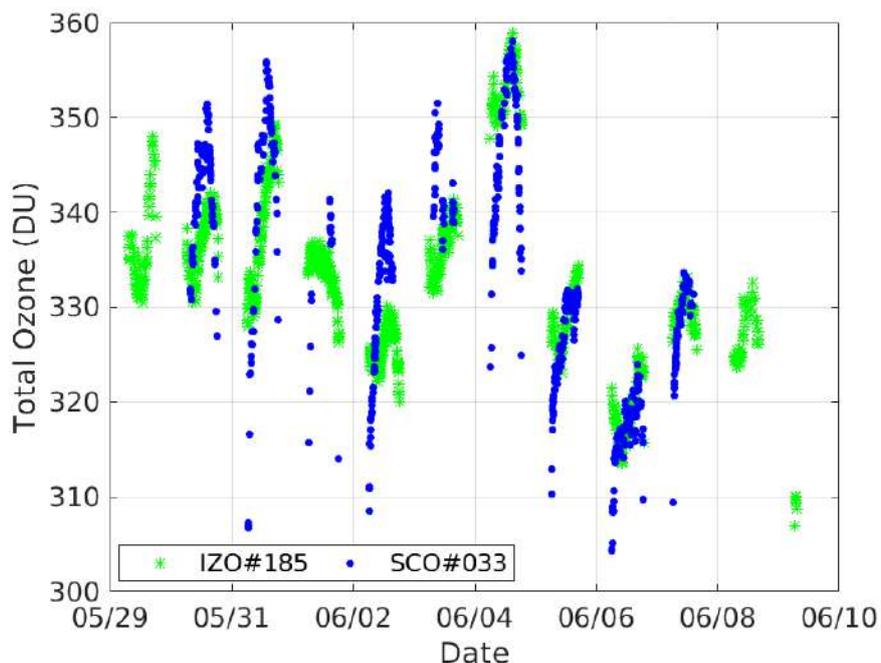


Figura 25. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#033.

Calibración original

Como configuración inicial se ha utilizado el archivo ICF16913.033 y el valor de referencia 2329 para R6.

Análisis histórico

Los resultados del test de lámpara del Brewer SCO#033 muestran un comportamiento estable pero estacional con un mínimo en invierno y un máximo en verano hasta julio de 2016. Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 2325 y 4345 para R6 y R5 respectivamente (figura 26). Estos valores se han calculado teniendo en cuenta el nuevo tiempo muerto propuesto.

El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son aceptables salvo el valor del DT. En general, este parámetro muestra una pequeña deriva hacia abajo, y el DT bajo es bastante ruidoso.

Los test de barrido solar realizados durante la campaña sugirieron que era necesario cambiar el CSN (algo confirmado también por los test de barrido solar llevados a cabo en la estación del instrumento antes de la campaña), que se actualizó al nuevo valor de 914 el día 155. Este cambio requirió además actualizar el coeficiente de absorción de ozono al nuevo valor de 0,339.

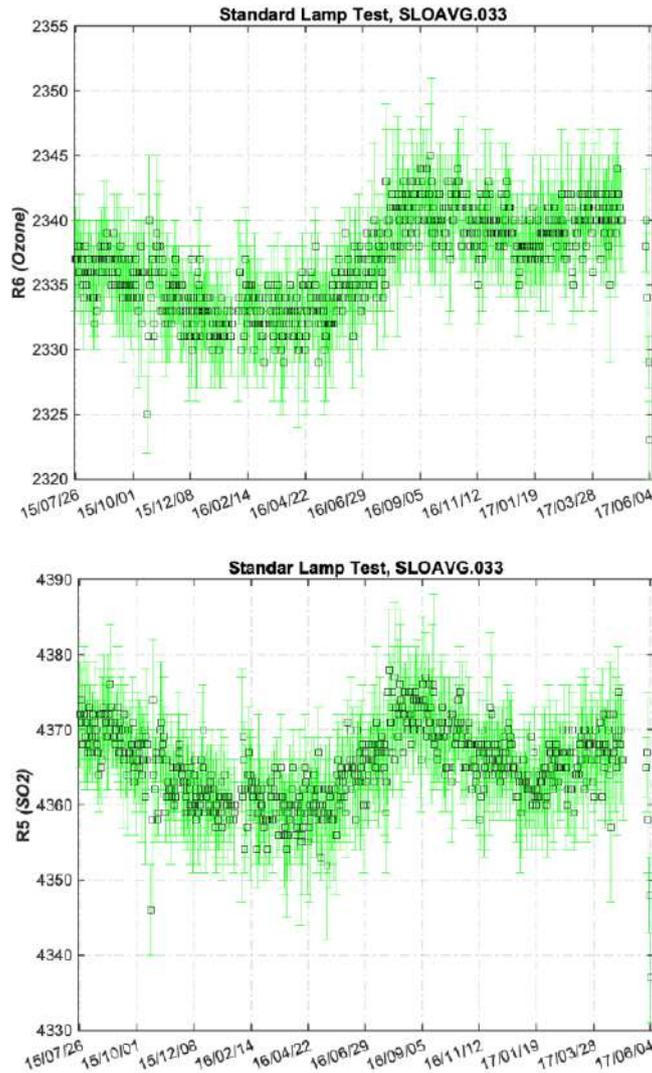


Figura 26. Ratios R6 (ozono) (arriba) y R5 (SO₂) (abajo) del test de lámpara estándar para el B#033.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer SCO#033 se utilizó el período que va del día 149 al 155, que corresponde a 293 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 27, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia. Además, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados no mejoran.

Calibración final y corrección de luz parásita

Debido a la diferencia con el Brewer de referencia y a los cambios en el paso de calibración, el coeficiente de absorción de ozono y el tiempo muerto, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 27). Para la calibración final se utilizaron 159 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 156 y 159. El nuevo valor es 27 unidades inferior que el actual (3627). Por lo tanto, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 2325 para R6. Se han actualizado las constantes de calibración en el nuevo ICF suministrado.

La calibración final funciona bien con un error cercano a cero para OSC bajas aunque hay una subestimación del 3,5 % para una OSC de 1000 debido al efecto de la luz parásita en este

Brewer MkII simple. El modelo empírico de luz parásita se ajusta con los coeficientes $s = 2,49$, $k = -89,7$, y $ETC = 3604$, que producen un acuerdo muy bueno con el Brewer de referencia para todo el rango de valores de OSC. Para corregir el ozono se utilizó una fórmula iterativa.

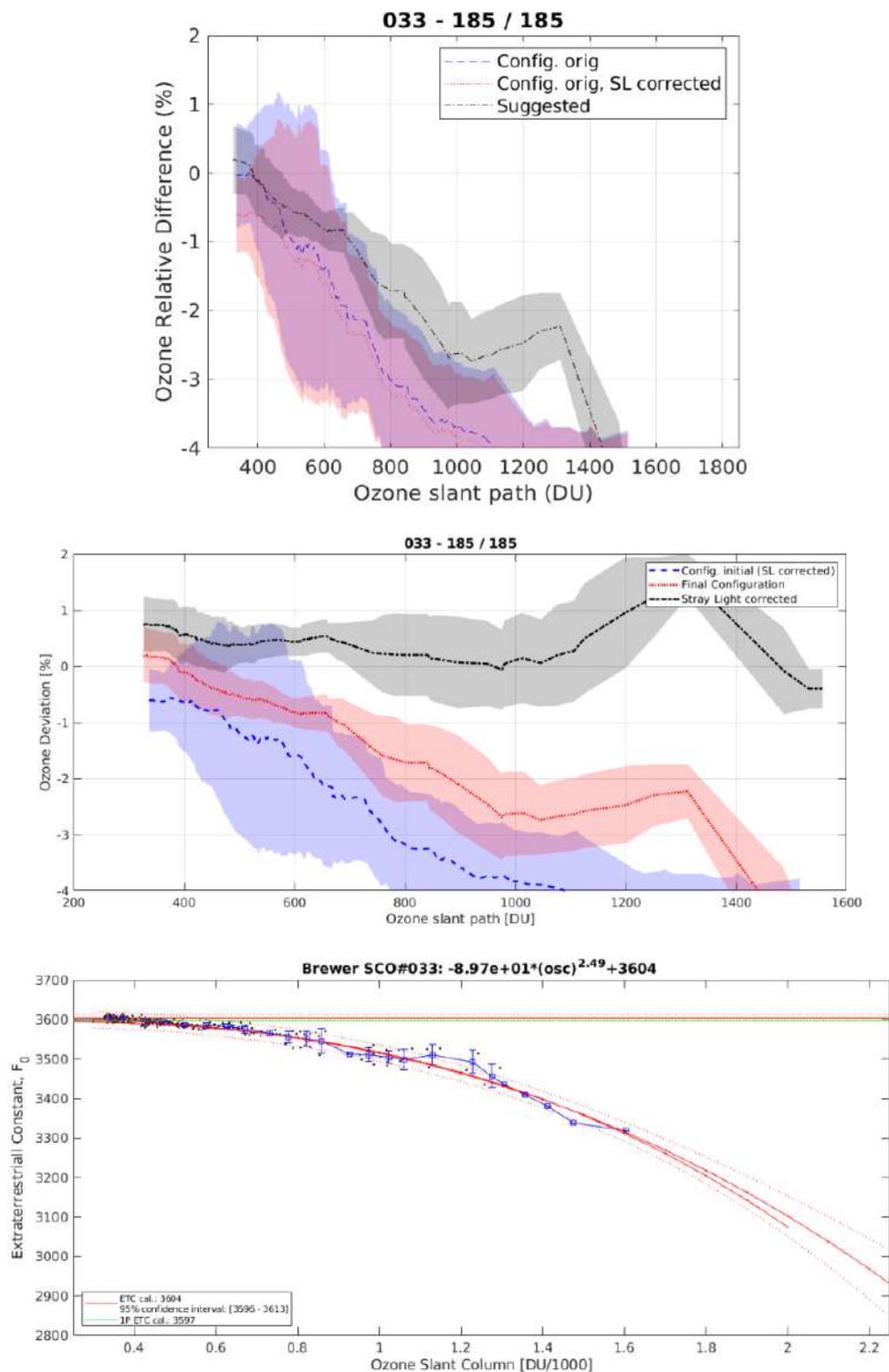


Figura 27. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#033.

Recomendaciones y comentarios

1. Se ofrecieron nuevos valores de referencia, R6 = 2325 y R5 = 4345.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales, excepto en la medición del DT.
3. Se sugiere usar una constante de DT de $4 \cdot 10^{-8}$ segundos, que es cinco unidades mayor que en la configuración de referencia.
4. Los test de barrido solar fueron lo suficientemente concluyentes como para analizar la posición óptica del CSN. En esta calibración se proporcionó un nuevo CSN.
5. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/033/CALIBRATION_033.pdf

Tabla 8. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	3627	3600
Valor de referencia SL R6	2329	2325
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	35	40
Coefficientes de temperatura	[0; 0,0629; 0,0931; -0,7138; -2,0641]	sin cambio
CSN	920	914
Coefic. absorc. ozono	0,336	0,339
Factor de luz parásita El Arenosillo 2017	3604 - 89,7*(OSC)^2,49	
Archivo de calibración	ICF16913.033	ICF15617.033

3.4 Brewer DNK#053. Dinamarca

El Brewer DNK#053 participó en la campaña del 29 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 149 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 443 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 150 y 154. Para la calibración final solo se utilizaron los días 155 a 158 (294 mediciones simultáneas), que corresponden al período tras las sustituciones SL/HG (figura 28).

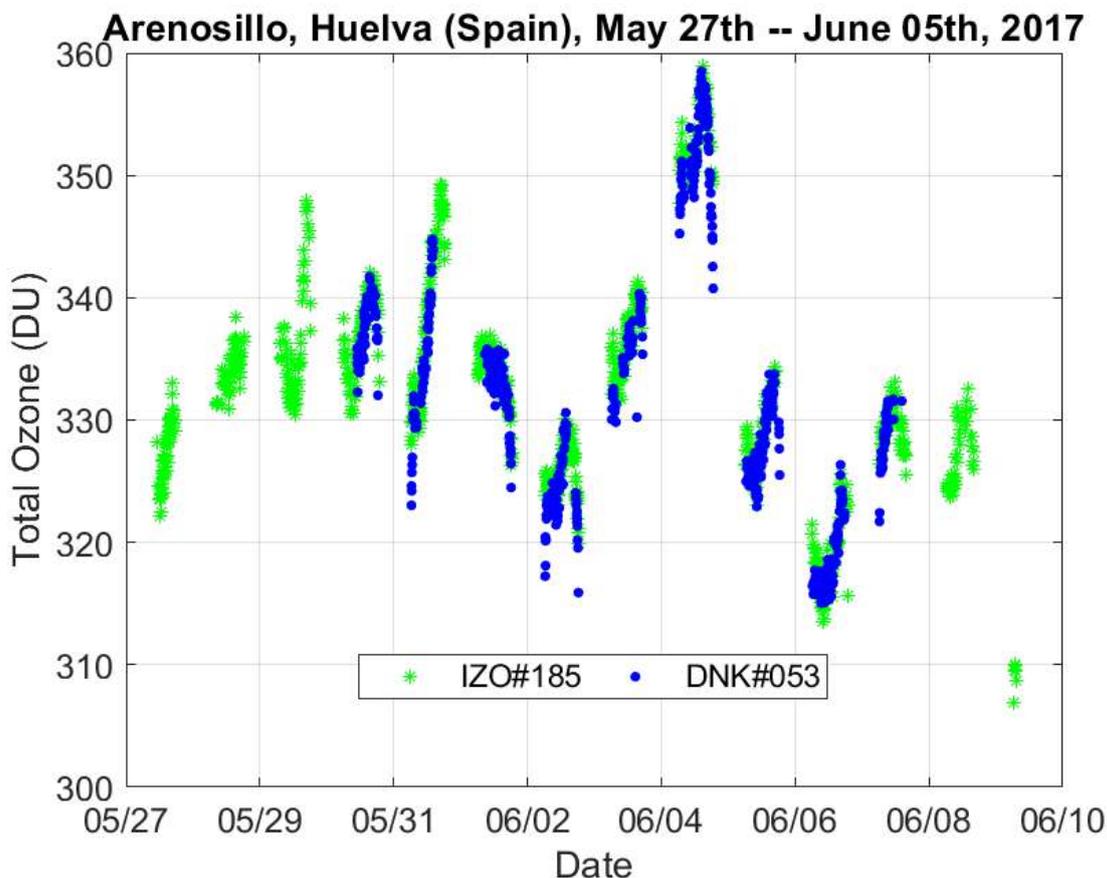


Figura 28. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#053.

Calibración original

El instrumento funciona con el archivo de configuración icf15316.053 y el valor de referencia 1845 para la ratio R6 de la lámpara estándar.

Análisis histórico

Los resultados del test de lámpara del Brewer DNK#053 han puesto de relieve un comportamiento perfecto durante los últimos años aunque a lo largo de la campaña las lámparas SL y HG fueron sustituidas porque estaban gastadas. Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 1850 y 3625 para R6 y R5 respectivamente (figura 29). El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) presentan un comportamiento excelente. Los filtros de densidad neutra mostraron un comportamiento espectral correcto por lo que no es necesario aplicar ninguna corrección a los mismos.

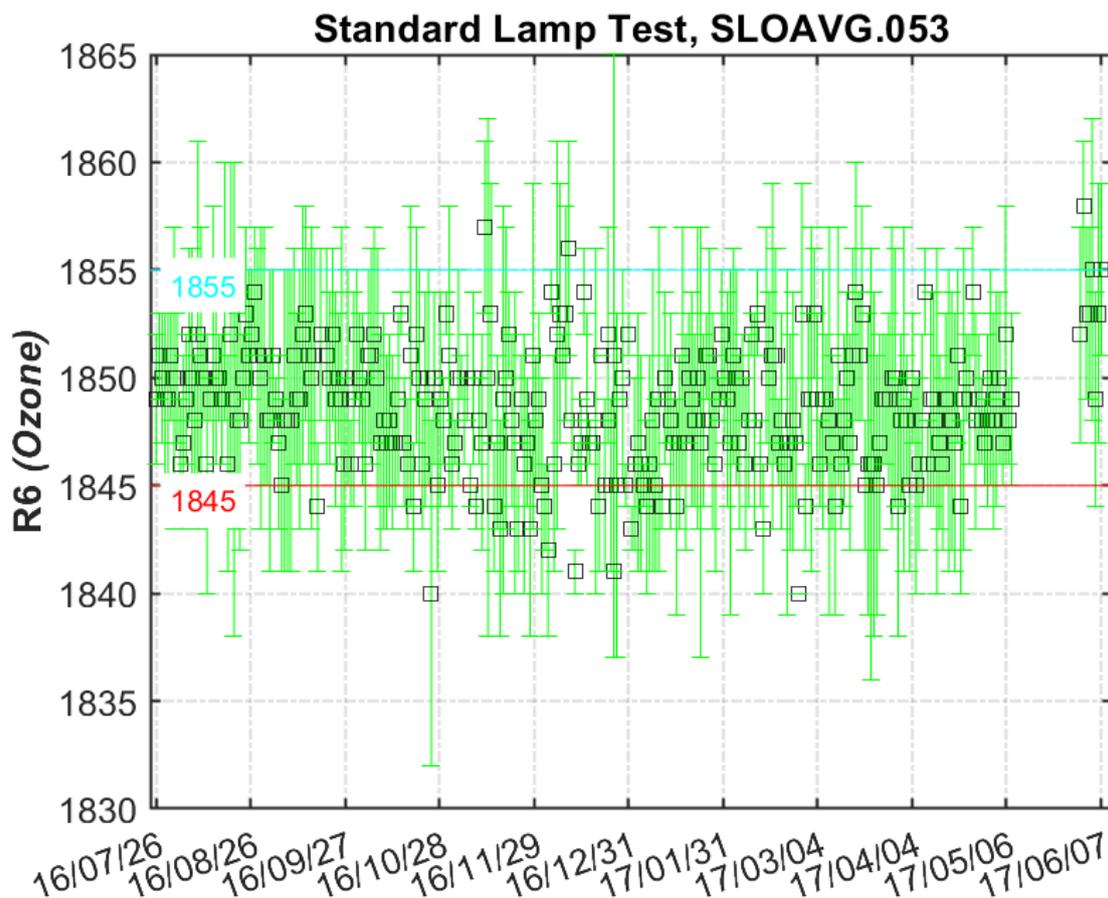


Figura 29. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#053.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer DNK#053 se utilizó el período que va del día 150 al 154, que corresponde a 443 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 30, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono que concuerdan bien con el instrumento de referencia. De hecho, la corrección de lámpara no introduce mejoras porque la variación de R6 es inferior a 5 unidades.

Calibración final y corrección de luz parásita

A pesar del buen acuerdo del ICF actual, en esta campaña de calibración se sugirió reducir el valor de referencia del DT de 34 a 30 ns y, por ello, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 30). Para la calibración final se utilizaron 294 mediciones directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 155 y 158. El nuevo valor es aproximadamente 5 unidades inferior que el actual (3050). Por lo tanto, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con las nuevas ratios de referencia propuestas para el DT. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado. Por supuesto, la nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta el nuevo valor de referencia del DT. La calibración final funcionó bien con un error cercano a cero para OSC bajas y una subestimación del 0,9 % para una OSC de 1000, algo que está muy bien para un Brewer simple. El modelo empírico de luz parásita se ajusta bastante bien con los coeficientes $s = 2,43$, $k = -29,3$, y $ETC = 3043$, que producen un acuerdo muy bueno con el Brewer de referencia para todo el rango de valores de OSC. Para corregir el ozono se utilizó una fórmula iterativa.

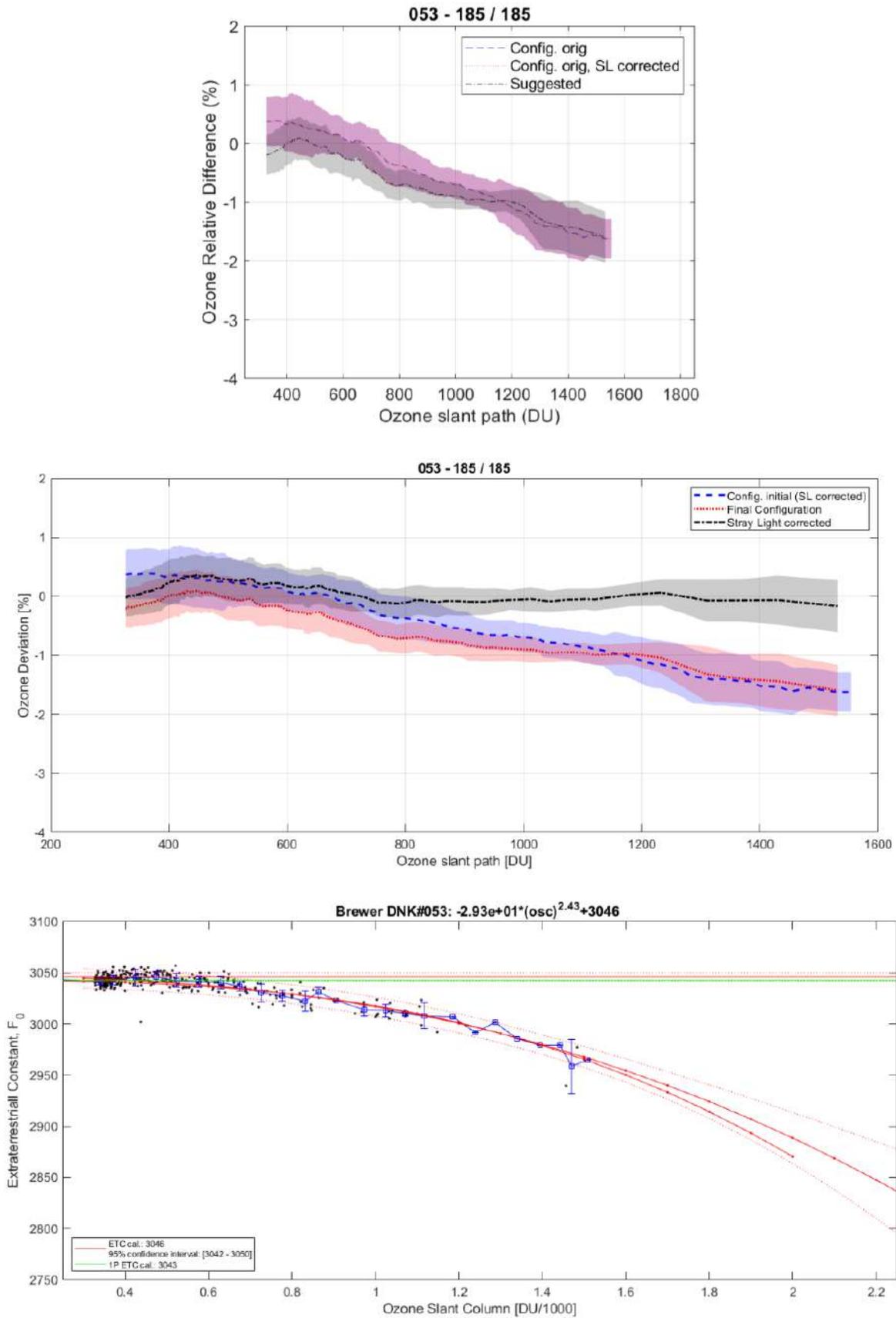


Figura 30. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#053.

Recomendaciones y comentarios

1. No fue necesario aplicar la corrección de lámpara al período anterior a esta calibración.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales.
3. El DT ha cambiado a 30 ns.
4. Los filtros de densidad neutra tienen un excelente comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
5. Los actuales coeficientes de temperatura funcionan bien.
6. Los test de barrido solar confirmaron el CSN utilizado.
7. Hay que ser cuidadosos con el formato de archivo. La estructura de los archivos es diferente del formato estándar, lo que complica la calibración. Por ejemplo, no se han podido abrir los archivos CI con el programa utilizado en la campaña.
8. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/053/CALIBRATION_053.pdf

Tabla 9. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	3050	3045
Valor de referencia SL R6	1845	1850
Cambio ratio SL R6 / ETC	< 10	
Constante DT (ns)	34	30
Coefficientes de temperatura	[0; -0,53; -1,06; -1,97; -3,53]	[0; -0,53; -1,06; -1,97; -3,53]
CSN	163	163
Coefic. absorc. ozono	0,346	0,346
Factor de luz parásita El Arenosillo 2017	3046 - 29,3*(OSC) ^{2,43}	
Archivo de calibración	ICF15616.053 (IOS)	ICF15517.053 (RBCC-E)

3.5 Brewer MAD#070. Madrid (España)

El Brewer MAD#070 participó en la campaña del 29 de mayo al 7 de junio de 2017 (días julianos 149 a 158). Durante los primeros días de la intercomparación se modificaron la óptica externa y la alta tensión. Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 121 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 152 y 155, con anterioridad a las tareas de mantenimiento, mientras que para la calibración final se usaron los días 157 y 158 (figura 31).

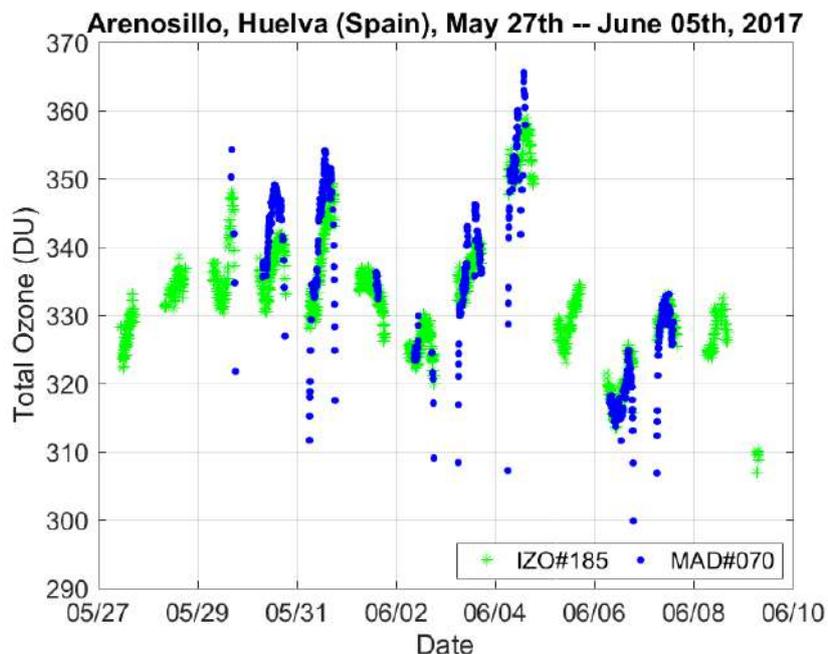


Figura 31. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#070.

Calibración original

El instrumento funciona con el archivo de configuración icf15215.070 y el valor de referencia 1703 para la ratio R6 de la lámpara estándar.

Análisis histórico

Como muestra la figura 32, el ICF actual da lugar a valores de ozono con una diferencia de alrededor del -2% (en promedio) con respecto a la referencia. Aplicando la corrección de lámpara, los resultados mejoraron ligeramente con una diferencia de en torno al -1% (en promedio). La gran dependencia del ángulo solar se puede corregir fácilmente utilizando un método desarrollado recientemente. Sin embargo, debería tenerse en cuenta que la alta tensión se modificó el día 152 y, por lo tanto, la figura 33 solo es indicativa del estado del instrumento.

Los resultados del test de lámpara del Brewer MAD#070 mostraron un comportamiento estable durante los dos últimos años pero con una pequeña dependencia estacional. Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 1707 y 3125 para R6 y R5 respectivamente (figura 32). Estos valores se han obtenido teniendo en cuenta los nuevos coeficientes de temperatura y el tiempo muerto calculados en esta campaña.

El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son aceptables salvo el valor del DT, que muestra una gran diferencia de unas 5 unidades entre los valores original y registrado.

Con respecto al rendimiento de los filtros, se ha aplicado un factor de corrección de -10 al filtro 3. Los test de barrido solar realizados antes y durante la intercomparación son lo suficientemente concluyentes como para analizar la posición óptica del CSN. El valor del coeficiente de absorción de ozono ha cambiado ligeramente con respecto a la calibración anterior.

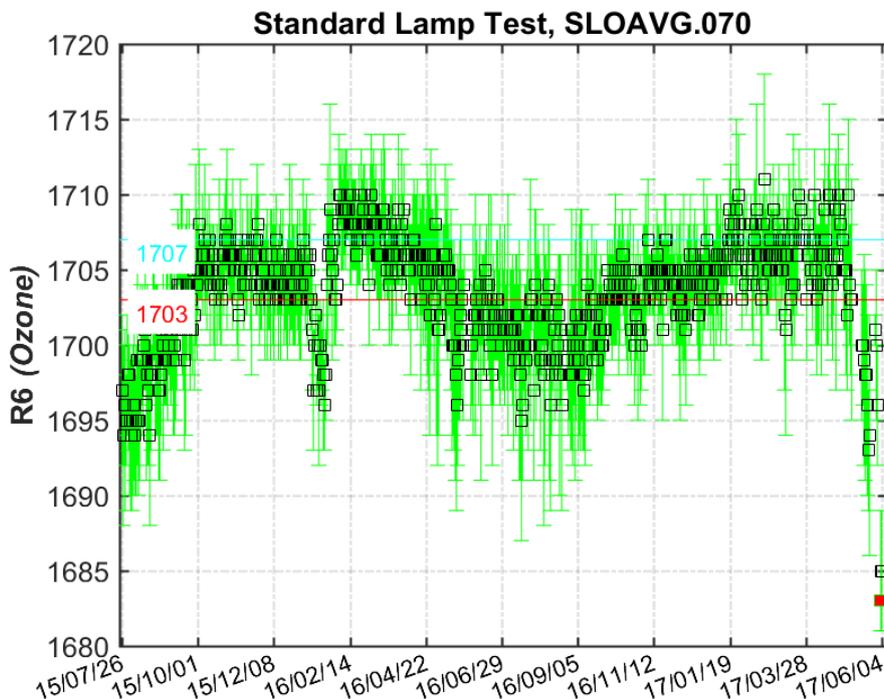


Figura 32. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#070.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer MAD#070 se utilizó el período que va del día 152 al 155, que corresponde a 121 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 33, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia (-2%). Sin embargo, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados mejoran. Debería tenerse en cuenta que la alta tensión se modificó el día 152 y, por lo tanto, este resultado solo es indicativo del estado del instrumento.

Calibración final y corrección de luz parásita

Debido a las tareas de mantenimiento, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 33). Para la calibración final se utilizaron 169 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 156 y 157. El nuevo valor es aproximadamente 17 unidades inferior que el actual (2950). Se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 1707 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado. La nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta el nuevo conjunto de coeficientes de temperatura y tiempo muerto.

La calibración final funcionó bien con un error cercano a cero para OSC bajas y una subestimación del 1% para una OSC de 1000, algo que está muy bien para un Brewer simple. El modelo empírico de luz parásita se ajusta bastante bien con los coeficientes $k = -39,7$, $s = 4,55$, y $ETC = 2933$, que concuerdan perfectamente con el Brewer de referencia para todo el rango de valores de OSC. Para corregir el ozono se utilizó una fórmula iterativa.

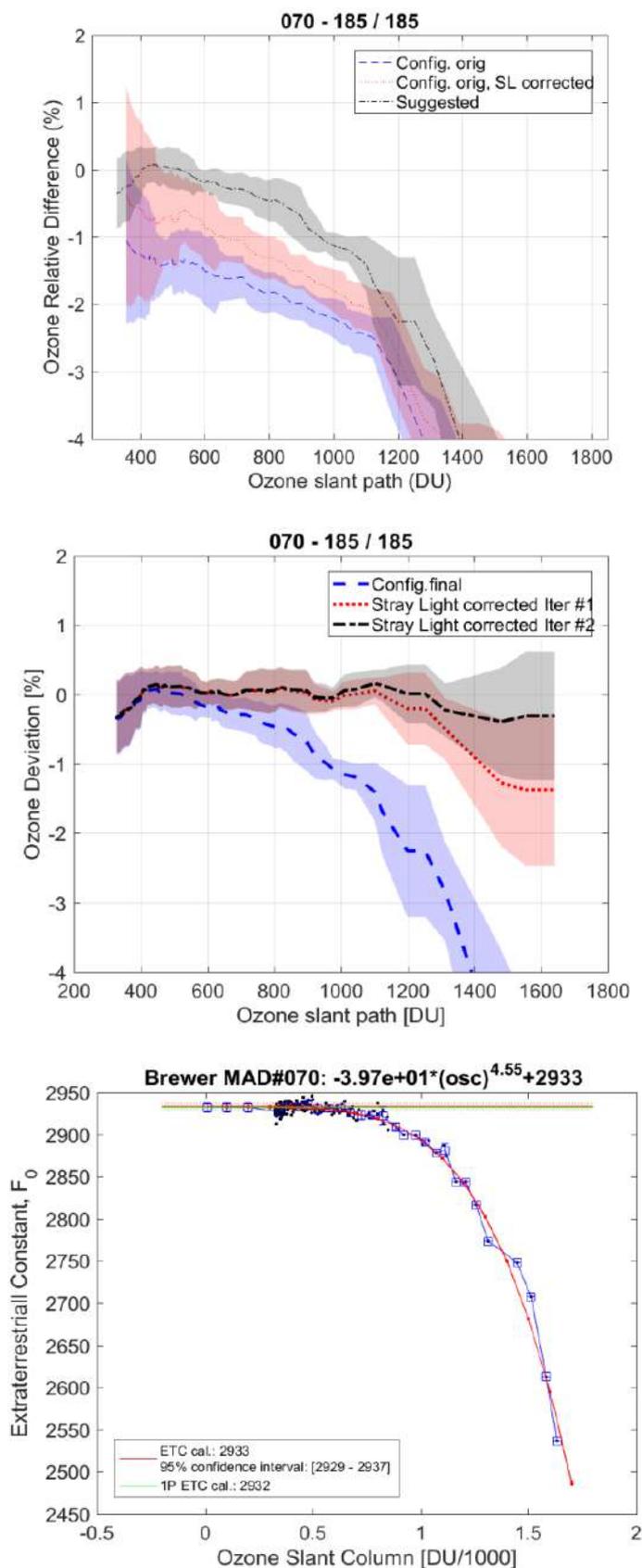


Figura 33. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#070.

Recomendaciones y comentarios

1. Se ofrecieron nuevos valores de referencia: R6 = 1707 y R5 = 3125.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales, excepto en la medición del DT que resultó ser realmente baja con respecto a la referencia.
3. Se sugiere usar una constante de DT de 41 ns, que fue la que se obtuvo una vez que se aumentó la alta tensión.
4. Se aplicó un factor de corrección de -10 al filtro 3.
5. Se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
6. Los test de barrido solar fueron suficientemente concluyentes para analizar la posición óptica del CSN. No se ha cambiado el CSN actual.
7. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/070/CALIBRATION_070.pdf

Tabla 10. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	2950	2933
Valor de referencia SL R6	1703	1707
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	41	41
Coefficientes de temperatura	antiguos	[0; -0,79; -1,62; -3,19; -5,27]
CSN	162	162
Coefic. absorc. ozono	0,3385	0,338
Factor de luz parásita El Arenosillo 2017		$2933 - 39,7 * (\text{OSC})^{4,55}$
Corr. filtros ETC		[0, 0, 0; 10, 0, 0]
Archivo de calibración	ICF15215.070	ICF15617.070

3.6 Brewer UM#075. Universidad de Mánchester (Reino Unido)

El Brewer UM#075 participó en la campaña del 29 de mayo al 7 de junio de 2017 (días julianos 149 a 158). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 546 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 151 y 158. No se llevó a cabo ninguna tarea de mantenimiento en este Brewer, por lo que para la calibración final se utilizó el mismo período (figura 34).

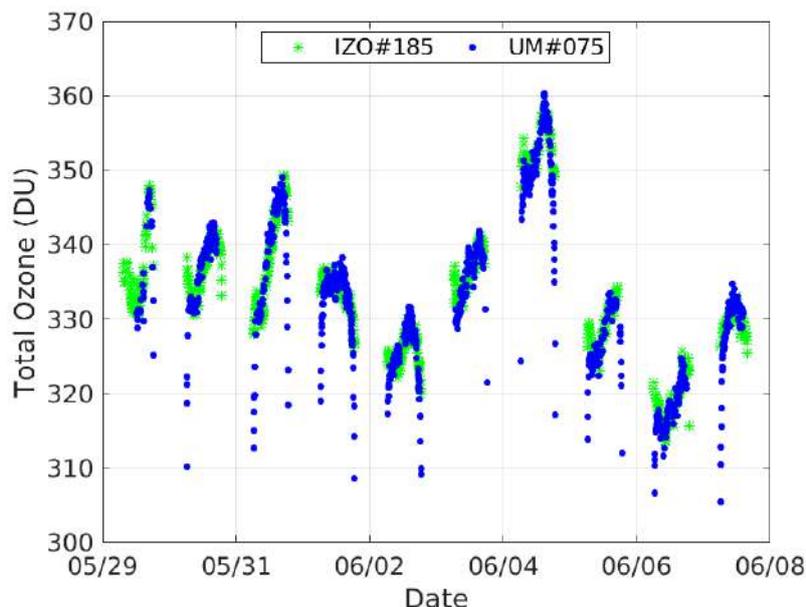


Figura 34. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#075.

Calibración original

El instrumento funciona con el archivo de configuración ICF14615.075 y el valor de referencia 1769 para la ratio R6 de la lámpara estándar.

Análisis histórico

Los resultados del test de lámpara del Brewer UM#075 mostraron un cambio en septiembre de 2016; pero después de esa fecha el comportamiento se ha mantenido bastante estable. Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 1715 y 3300 para R6 y R5 respectivamente (figura 35). Estos valores se han obtenido teniendo en cuenta los nuevos coeficientes de temperatura calculados en esta campaña. El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son aceptables salvo el valor del DT, que muestra una pequeña diferencia de unas 2 unidades entre los valores original y registrado en la campaña; se sugiere actualizarlo al valor de $3,2 \cdot 10^{-8}$.

Los filtros muestran efectos no lineales significativos, por lo que se recomienda aplicar correcciones de 15 y 25 para los filtros 3 y 4 respectivamente.

Como se aprecia en la figura 36, el ICF actual da lugar a valores de ozono con una diferencia de alrededor del -1,5 % con respecto a la referencia. Esta importante diferencia podría estar asociada con el cambio sufrido por el Brewer desde la campaña anterior (El Arenosillo 2015, véase la figura 35). Los resultados no mejoran tras aplicar la corrección de lámpara. La gran dependencia del ángulo solar se puede corregir fácilmente utilizando un método desarrollado recientemente para corregir los efectos de la luz parásita en los Brewer simples.

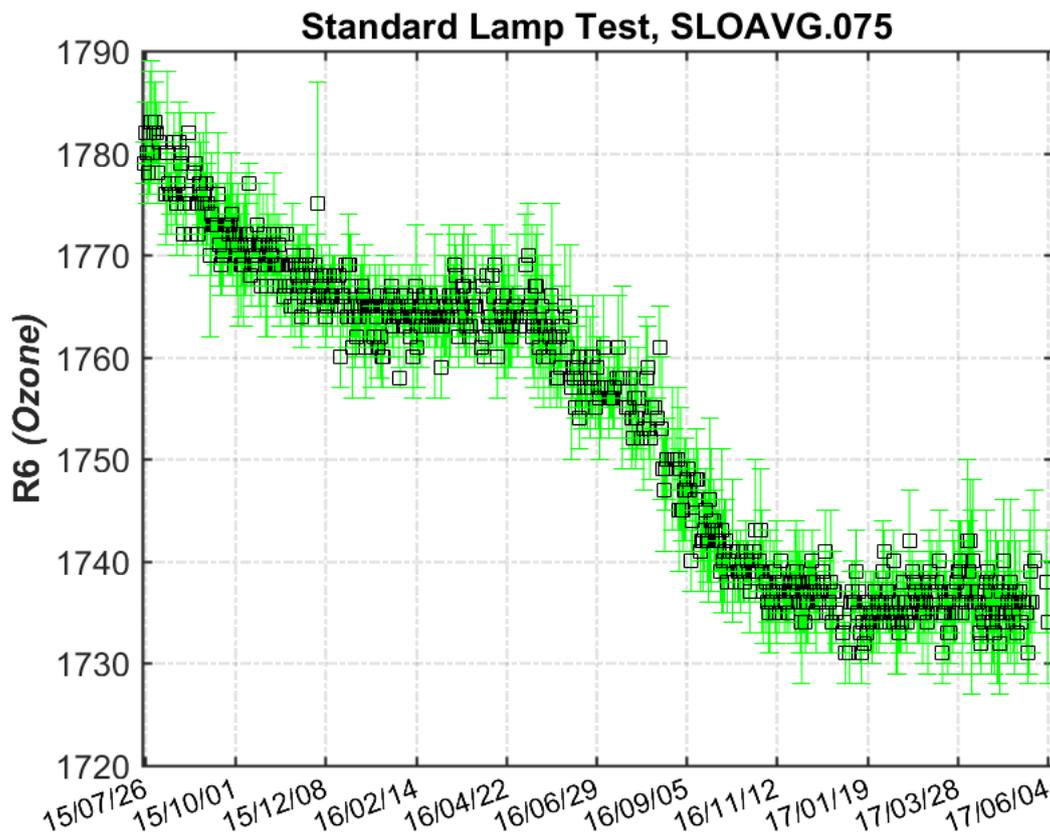


Figura 35. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#075.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer UM#075 se utilizó el período que va del día 151 al 158, que corresponde a 546 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 36, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia (-1,5 %). Además, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados empeoran.

Calibración final y corrección de luz parásita

Debido a la diferencia con el Brewer de referencia, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 36). Para la calibración final se utilizaron 546 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 151 y 158. El nuevo valor es aproximadamente 30 unidades inferior que el actual (2955). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 1715 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado. Por supuesto, la nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta el nuevo conjunto de coeficientes de temperatura y tiempo muerto.

La calibración final funcionó bien con un error cercano a cero para OSC bajas y una subestimación del 1,5 % para una OSC de 1000, algo que está muy bien para un Brewer simple. El modelo empírico de luz parásita se ajusta bastante bien con los coeficientes $s = 4,06$, $k = -46,3$, y $ETC = 2924$, que producen un acuerdo muy bueno con el Brewer de referencia para todo el rango de valores de OSC. Para corregir el ozono se utilizó una fórmula iterativa.

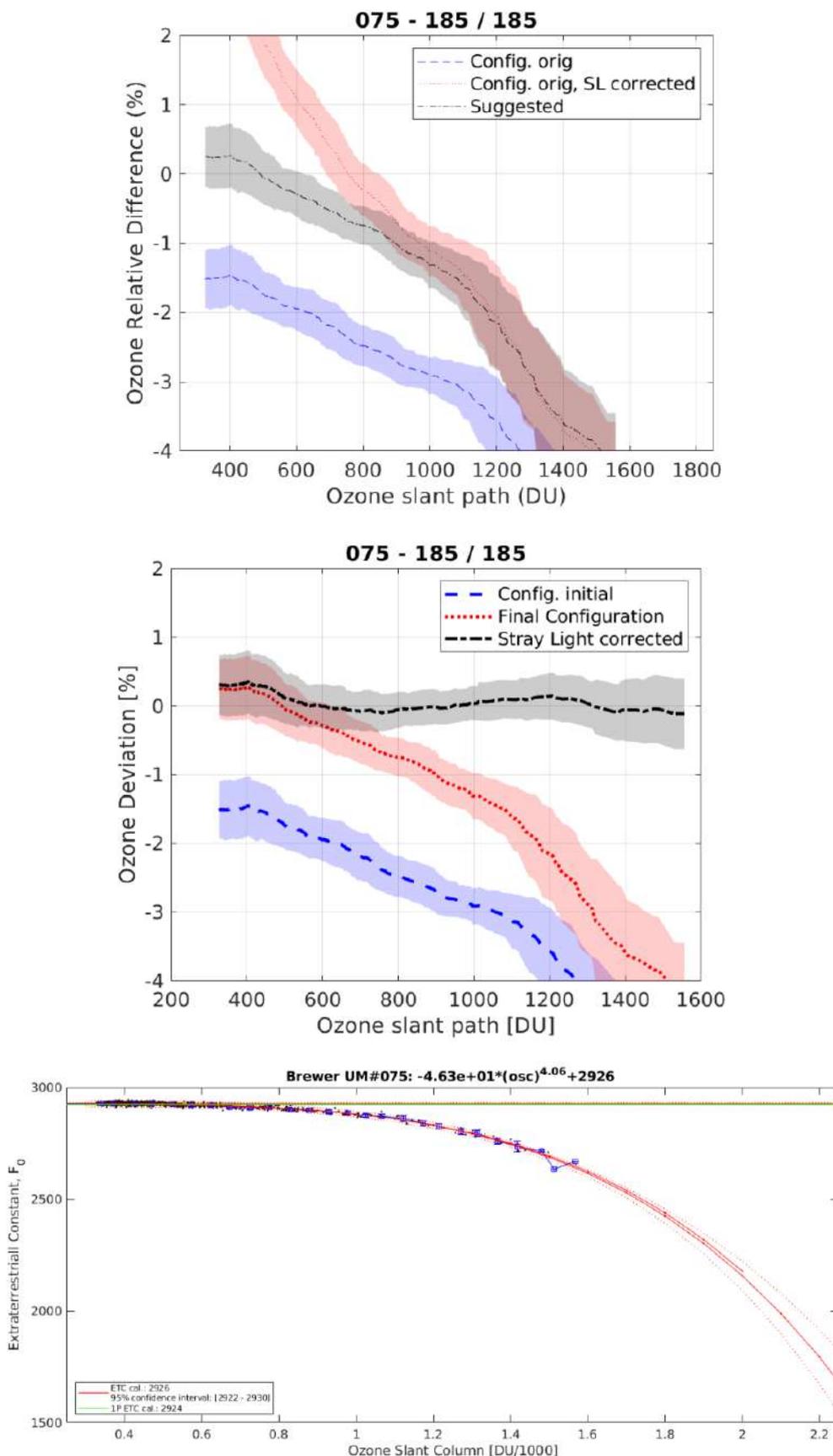


Figura 36. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#075.

Recomendaciones y comentarios

1. Se ofrecieron nuevos valores de referencia de R6 y R5 con la nueva calibración.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales, excepto en la medición del DT, que ha cambiado. Se sugiere usar una constante de DT de 32 ns, que es dos unidades menor que la propuesta durante la última intercomparación. Algunos estudios sugieren que una diferencia de alrededor de un nanosegundo resulta admisible para un Brewer simple.
3. Los filtros mostraron efectos no lineales significativos por lo que se recomendaron factores de corrección de 15 y 25 para los filtros 3 y 4, respectivamente.
4. Se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
5. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/075/CALIBRATION_075.pdf

Tabla 11. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	2955	2920
Valor de referencia SL R6	1769	1715
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	34	32
Coefficientes de temperatura	antiguos	[0; -0,18; -0,86; -2,02; -3,43]
CSN	291	291
Coefic. absorc. ozono	0,3398	0,338
Factor de luz parásita El Arenosillo 2017	2924 - 46,3*(OSC)^4,06	
Corr. filtros ETC		[0, 0, 0; 15, 25, 0]
Archivo de calibración	ICF14615.075	ICF15017.075

3.7 Brewer DNK#082. Dinamarca

El Brewer DNK#082 participó en la campaña del 29 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 149 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 461 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia entre los días 151 y 158. Para la calibración final solo se utilizaron los días 155 a 158, con 496 mediciones simultáneas (figura 37).

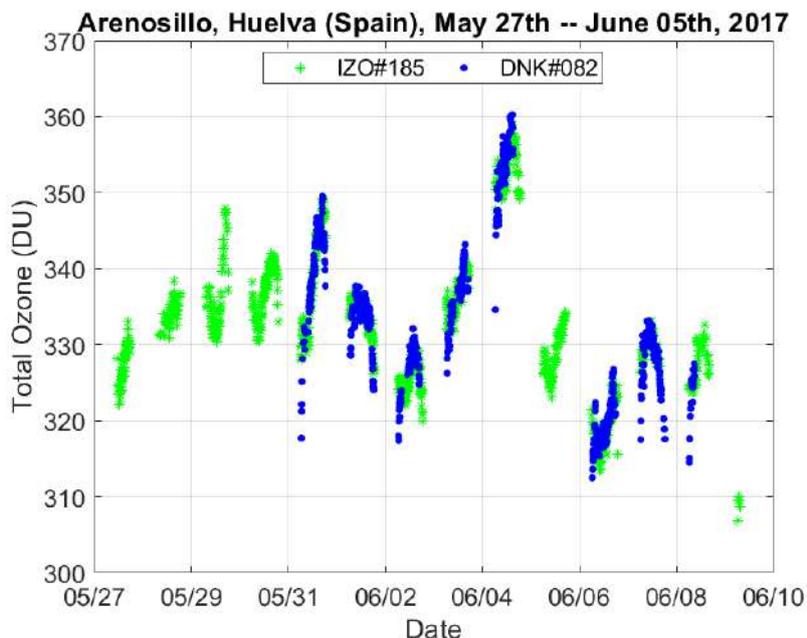


Figura 37. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#082.

Análisis histórico

Como se aprecia en la figura 37, el ICF actual da lugar a valores de ozono con una diferencia de alrededor del $-0,5\%$ (en promedio) con respecto a la referencia. Sin embargo, se puede observar una gran dependencia con respecto a la OSC, lo que sugiere que debe recalibrarse la ETC. Los resultados mejoran ligeramente tras aplicar la corrección de lámpara porque la dependencia con el ángulo solar disminuye aunque el error aumenta por término medio un $-0,5\%$. La gran dependencia del ángulo solar se puede corregir fácilmente utilizando un método desarrollado recientemente para corregir los efectos de la luz parásita en los Brewer simples.

Los resultados del test de lámpara del Brewer DNK#082 mostraron un comportamiento irregular en octubre de 2016. Sin embargo, se ha señalado que la referencia R6 anterior era 1615, 50 unidades menos que el valor actual. Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 1666 y 3120 para R6 y R5 respectivamente (figura 38). El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son estables.

Los filtros de densidad neutra mostraron un comportamiento espectral correcto por lo que no es necesario aplicar ninguna corrección a los mismos.

Los test de barrido solar realizados antes y durante la intercomparación confirman que el CSN actual es el óptimo.

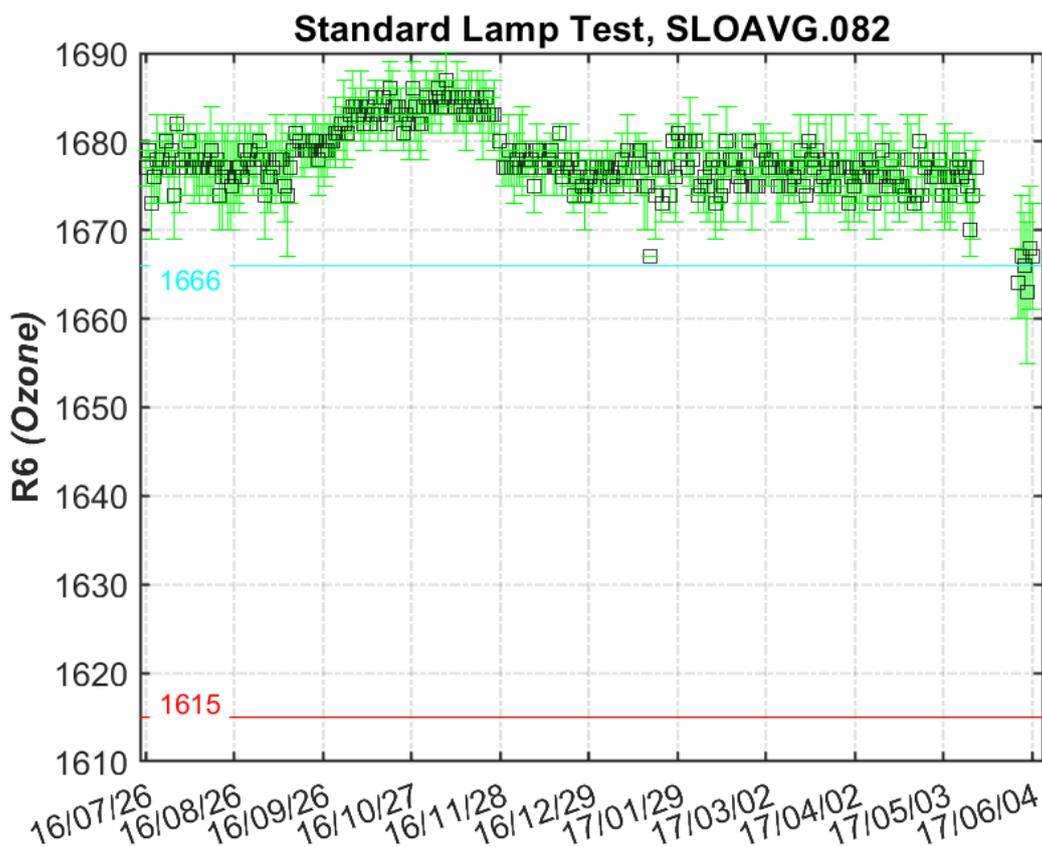


Figura 38. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#082.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer DNK#082 se utilizó el período que va del día 151 al 158, que corresponde a 461 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 39, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más altos que el instrumento de referencia. Sin embargo, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados mejoran. En cualquier caso, esta corrección obtiene un resultado óptimo que sugiere que se debe aplicar la ETC.

Calibración final y corrección de luz parásita

Debido a la diferencia con el Brewer de referencia, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 39). Para la calibración final se utilizaron 496 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 152 y 158. El nuevo valor es aproximadamente 35 unidades superior que el actual (2765). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 1666 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado. Por supuesto, la nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta el actual conjunto de coeficientes de temperatura y tiempo muerto. La calibración final funcionó bien con un error cercano a cero para OSC bajas y una subestimación del 1,2 % para una OSC de 1000, algo que está bien para un Brewer simple. El modelo empírico de luz parásita se ajusta bastante bien con los coeficientes $s = 3,12$, $k = -46,7$, y $ETC = 2806$, que concuerdan perfectamente con el Brewer de referencia para todo el rango de valores de OSC. Para corregir el ozono se utilizó una fórmula iterativa.

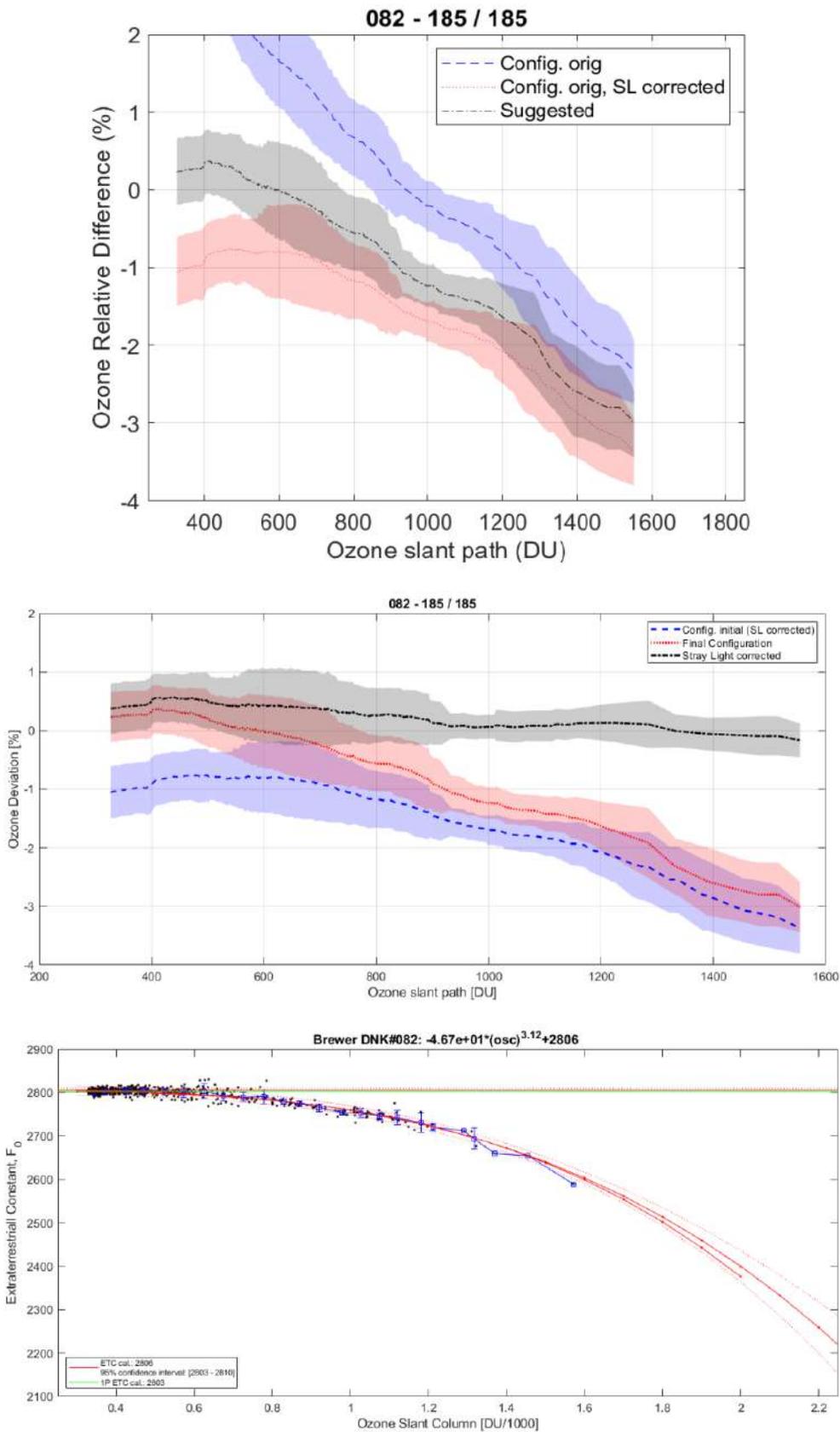


Figura 39. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#082.

Recomendaciones y comentarios

1. En esta campaña de calibración se han calculado nuevos valores de la referencia R6 y de la ETC.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales.
3. Los filtros de densidad neutra tienen un excelente comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
4. No se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
5. Los test de barrido solar confirmaron que el CSN tiene el valor óptimo.
6. Hay que ser cuidadosos con el formato de archivo. La estructura de los archivos es diferente del formato estándar, lo que complica la calibración. Por ejemplo, no se han podido abrir los archivos CI con el programa utilizado en la campaña.
7. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/082/CALIBRATION_082.pdf

Tabla 12. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	2765	2800
Valor de referencia SL R6	1615	1666
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	40	40
Coefficientes de temperatura	[0; 0,61; 0,92; 1,19; 0,77]	[0; 0,61; 0,92; 1,19; 0,77]
CSN	297	297
Coefic. absorc. ozono	0,3545	0,3545
Factor de luz parásita El Arenosillo 2017	2806 - 47,7*(OSC)^3,12	
Archivo de calibración	icf15316.082	icf15017.082

3.8 Brewer POR#102. Portugal

El Brewer POR#102 participó en la campaña del 30 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 150 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 60 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 152 y 154. Para la calibración final solo se utilizaron los días 155 y 156, con 102 mediciones simultáneas (figura 40).

La última calibración se realizó en 2007 y, por lo tanto, se consideró como un nuevo instrumento a efectos de esta campaña. A pesar de ello, durante los primeros días (150-154) no fue nivelado y las mediciones no pudieron utilizarse para calibrarlo, especialmente por tratarse de un Brewer simple.

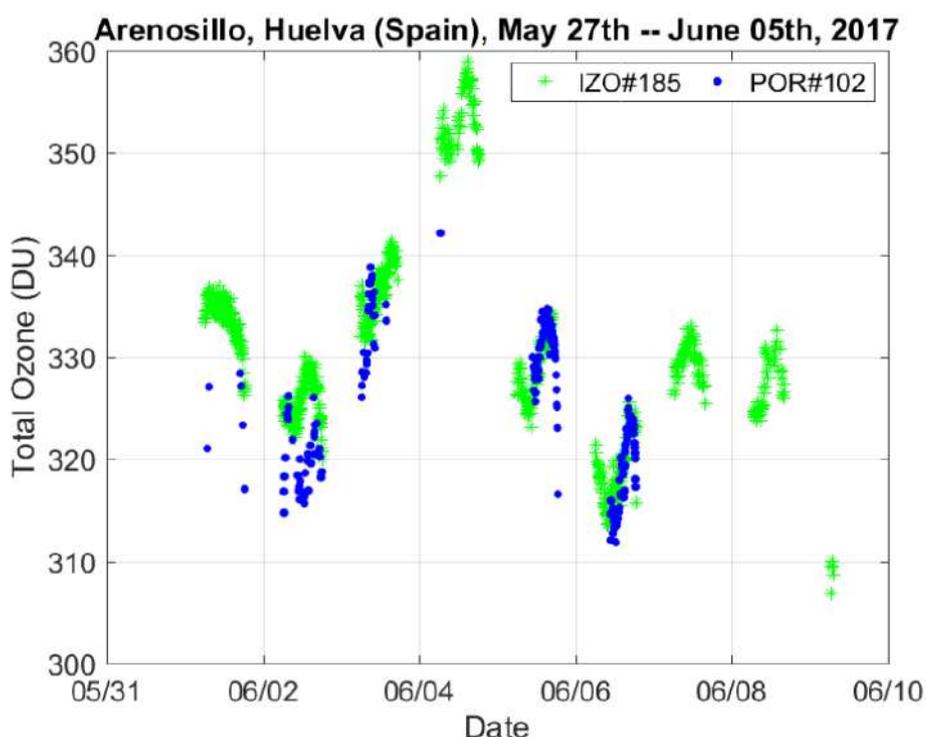


Figura 40. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#102.

Calibración original

El instrumento funciona con el archivo de configuración icf25107.102 y el valor de referencia 2350 para la ratio R6 de la lámpara estándar.

Análisis histórico

Como muestra la figura 42, el ICF actual da lugar a valores de ozono que difieren mucho de la referencia. De hecho, los resultados solo mejoran de manera significativa cuando se aplica la corrección de lámpara. La gran dependencia del ángulo solar indica que tuvo que calcularse una nueva ETC para este instrumento.

Los test de barrido solar realizados durante la intercomparación son lo suficientemente concluyentes como para analizar la posición óptica del CSN. Sin embargo, el valor del coeficiente de absorción de ozono ha cambiado con respecto a la calibración anterior.

El instrumento no funciona desde 2007. Los valores representados en la siguiente figura se obtuvieron durante los días de la campaña con la configuración inicial del instrumento.

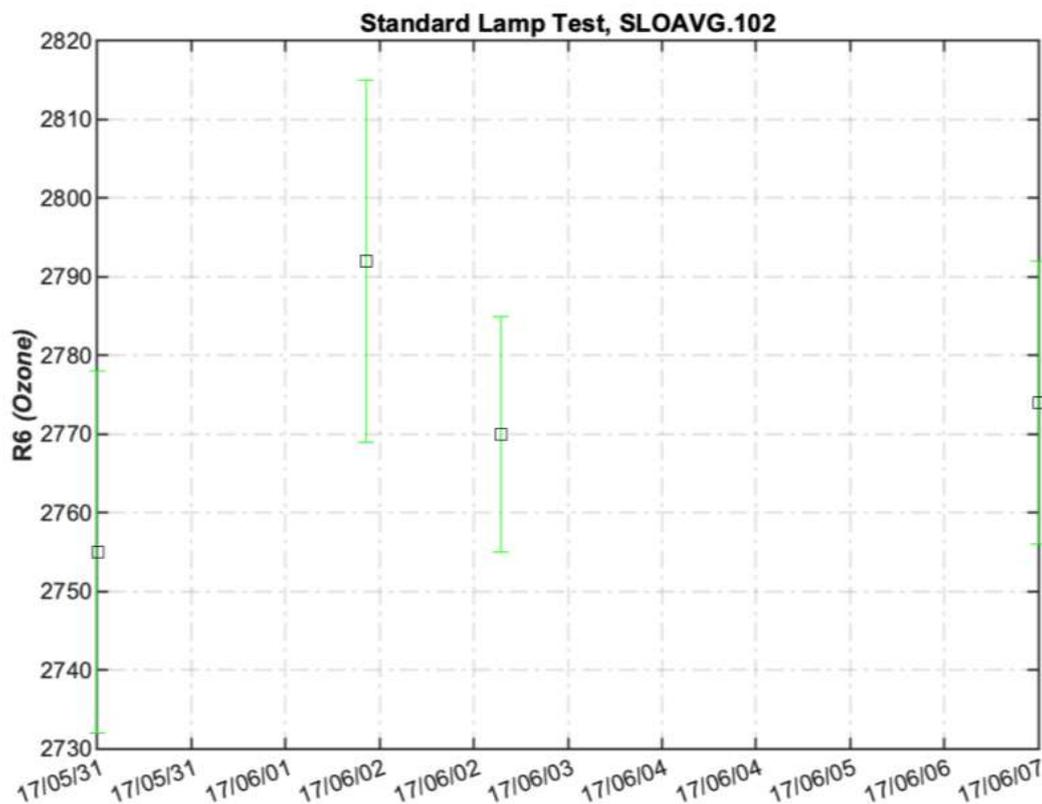


Figura 41. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#102.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer POR#102 se utilizó el período que va del día 152 al 155, que corresponde a 60 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como muestra la figura 42, el ICF actual da lugar a valores de ozono que difieren mucho de la referencia. De hecho, los resultados solo mejoran de manera significativa cuando se aplica la corrección de lámpara. La gran dependencia del ángulo solar indica que debe calcularse una nueva ETC para este instrumento.

Calibración final y corrección de luz parásita

Debido a la diferencia con el Brewer de referencia, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 42). Para la calibración final se utilizaron 103 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 156 y 157. El nuevo valor es 367 unidades superior que el actual (3580). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 2718 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado. La nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta el nuevo conjunto de coeficientes de temperatura y tiempo muerto. La calibración final funcionó bien con un error cercano a cero para OSC bajas y una subestimación del 1 % para una OSC de 1100, algo que está muy bien para un Brewer simple. El modelo empírico de luz parásita se ajusta bastante bien con los coeficientes $s = 10,16$, $k = -62,5$, y $ETC = 3947$, que concuerdan perfectamente con el Brewer de referencia para todo el rango de valores de OSC. Para corregir el ozono se utilizó una fórmula iterativa.

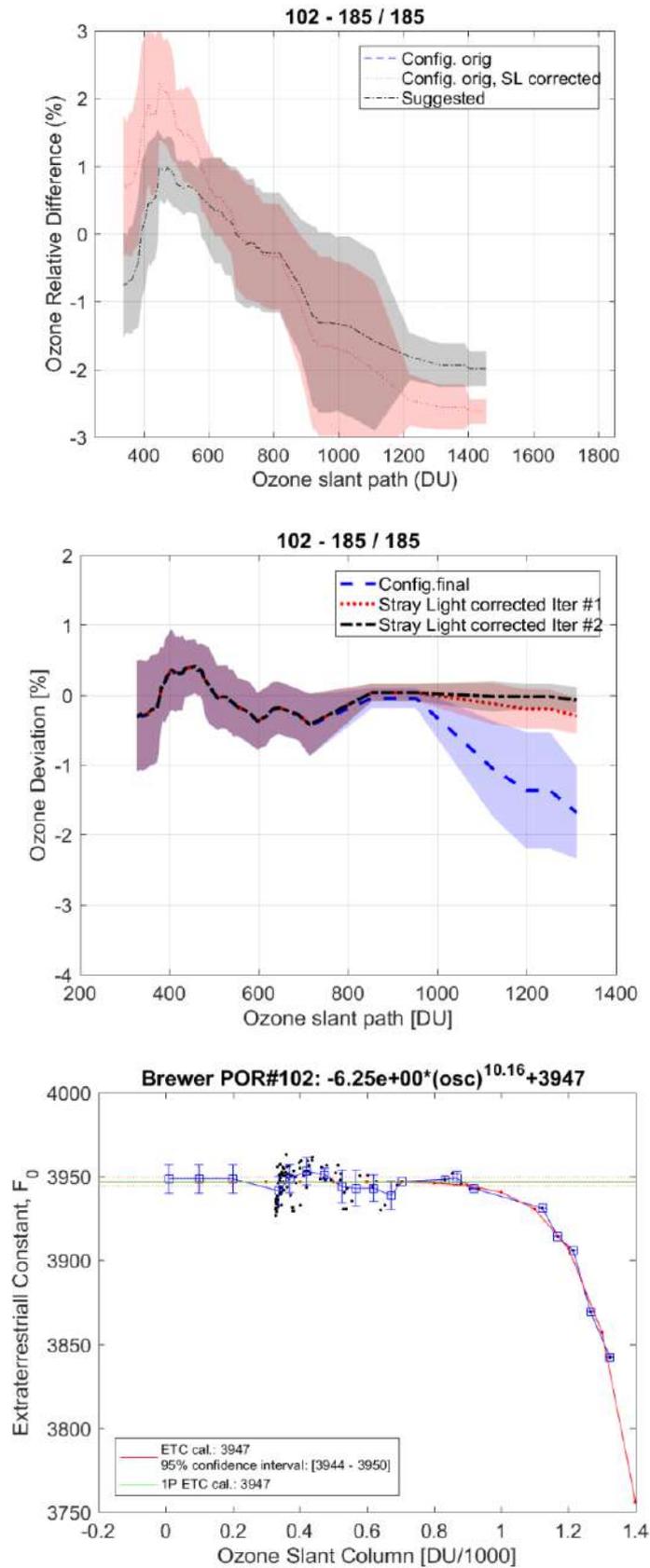


Figura 42. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#102.

Recomendaciones y comentarios

1. Se ofrecieron nuevas ratios de referencia: R6 = 2718 y R5 = 5230.
2. Es necesario verificar las lámparas estándar y de Hg porque se sustituyeron el último día de la campaña.
3. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales, excepto en la medición del DT que resultó ser realmente baja.
4. Se sugiere usar una constante de DT de $3 \cdot 10^{-8}$ segundos, que es seis unidades menor que el valor actual (ICF25107.102).
5. No se han aplicado correcciones a los filtros. Se recomendó que el operador del instrumento introduzca la rutina FI en su programación con mayor frecuencia.
6. Se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
7. Los test de barrido solar fueron suficientemente concluyentes para analizar la posición óptica del CSN.
8. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/102/CALIBRATION_102.pdf

Tabla 13. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	3580	3947
Valor de referencia SL R6	2350	2718
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	36	30
Coefficientes de temperatura	antiguos	nuevos
CSN	295	295
Coefic. absorc. ozono	0,3442	0,3451
Archivo de calibración	icf25107.102	icf15517.102

3.9 Brewer MUR#117. Murcia (España)

El Brewer MUR#117 participó en la campaña del 29 de mayo al 7 de junio de 2017 (días julianos 149 a 158). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 122 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 151 y 154. Para la calibración final se usaron los días 154 a 158, con 100 mediciones simultáneas (figura 43).

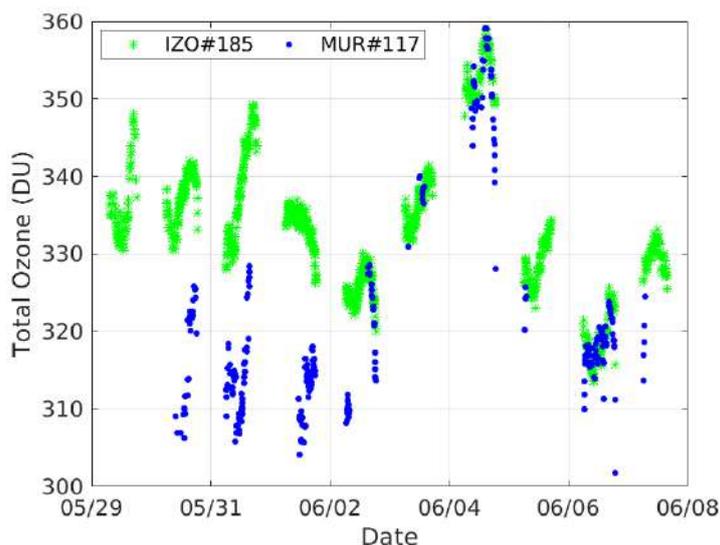


Figura 43. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#117.

Calibración original

El instrumento funciona con el archivo de configuración icf14915.117 y el valor de referencia 1536 para la ratio R6 de la lámpara estándar.

Análisis histórico

Como se aprecia en la figura 45, el ICF actual da lugar a valores de ozono con una diferencia de alrededor del -2% (en promedio) con respecto a la referencia. Esta tendencia decreciente podría asociarse al comportamiento observado en la razón de referencia durante los dos últimos años (figura 44). Los resultados mejoran cuando se aplica la corrección de lámpara (figura 45). Además, la gran dependencia del ángulo solar se puede corregir utilizando un método desarrollado recientemente para procesar los datos afectados por la luz parásita.

Durante los días de la campaña, tras las tareas de mantenimiento, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 1620 y 3000 para R6 y R5 respectivamente (figura 44). Estos valores de referencia se han calculado a partir del nuevo tiempo muerto propuesto en esta campaña. El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) presentan un comportamiento normal. Después del mantenimiento se aumentó el tiempo muerto.

Los filtros de densidad neutra mostraron un comportamiento espectral correcto por lo que no es necesario aplicar ninguna corrección a los mismos.

Los test de barrido solar realizados en la estación del instrumento, antes de la campaña y durante los primeros días de la intercomparación, confirman el valor actual del paso de calibración (286, dentro de un intervalo de error de ± 1 pasos). No se modificó el coeficiente de absorción de ozono (0,338).

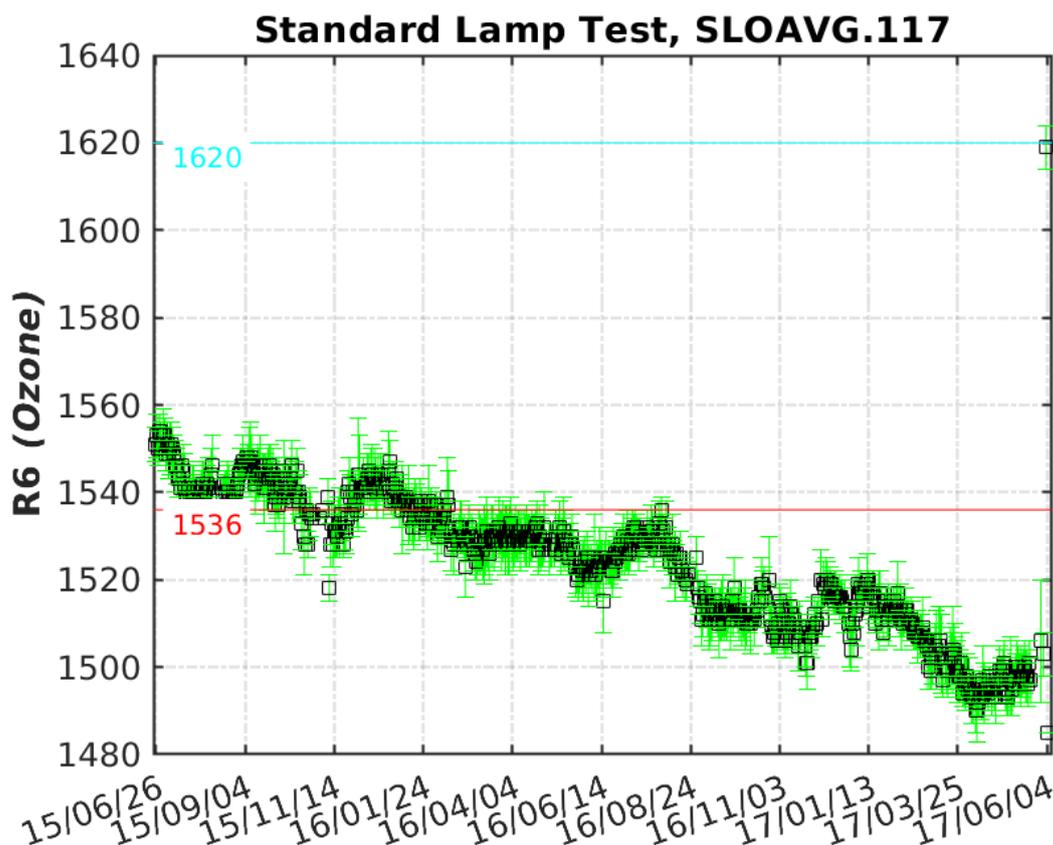


Figura 44. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#117.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer MUR#117 se utilizó el período que va del día 150 al 154, que corresponde a 122 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 45, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia, con una diferencia de alrededor del -2 %. Cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados mejoran.

Calibración final y corrección de luz parásita

Debido a las tareas de mantenimiento, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 42). Para la calibración final se utilizaron 100 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 154 y 158. El nuevo valor es 70 unidades superior que el actual (2740). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 1620 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado. Hay que señalar que la nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta el nuevo tiempo muerto.

La calibración final funciona bien con un error cercano a cero para OSC bajas y una subestimación del 1 % para una OSC de 1000, algo que está muy bien para un Brewer simple. El modelo empírico de luz parásita con los coeficientes $k = -32,0$, $s = 3,89$, y $ETC = 2808$, mejora notablemente el acuerdo con el Brewer de referencia para todo el rango de valores de OSC.

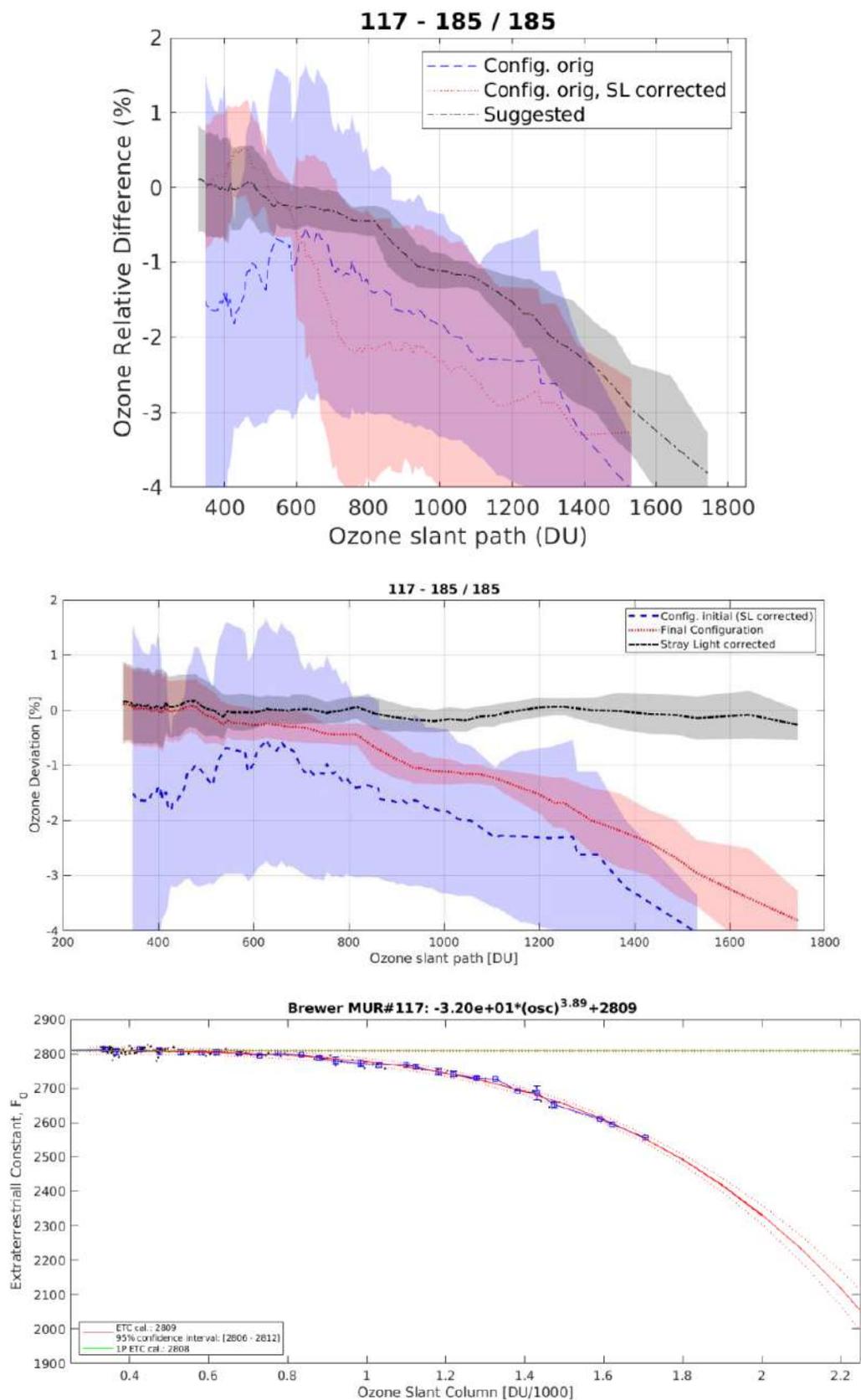


Figura 45. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#117.

Recomendaciones y comentarios

1. En esta campaña se ofrecieron nuevas ratios de referencia: R6 = 1620 y R5 = 3000.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales.
3. El DT aumentó después de que se realizaran las tareas de mantenimiento.
4. Los filtros de densidad neutra tienen un buen comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
5. No se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
6. Los test de barrido solar fueron suficientemente concluyentes para analizar la posición óptica del CSN.
7. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/117/CALIBRATION_117.pdf

Tabla 14. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	2740	2810
Valor de referencia SL R6	1536	1620
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	23	27
Coefficientes de temperatura	[0; 0,12475; 0,07659; -0,35919; -1,89282; -0,2]	Sin cambios
CSN	286	286
Coefic. absorc. ozono	0,338	0,338
Factor de luz parásita El Arenosillo 2017	2808 - 32*(OSC)^3,89	
Archivo de calibración	ICF14915.117	ICF15517.117

3.10 Brewer UM#126. Universidad de Mánchester (Reino Unido)

El Brewer UM#126 participó en la campaña del 29 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 149 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 418 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 149 y 155. Debido a que el día 155 se cambió el CSN, para la calibración final solo se usaron los días 156 a 158, con 267 mediciones simultáneas (figura 46).

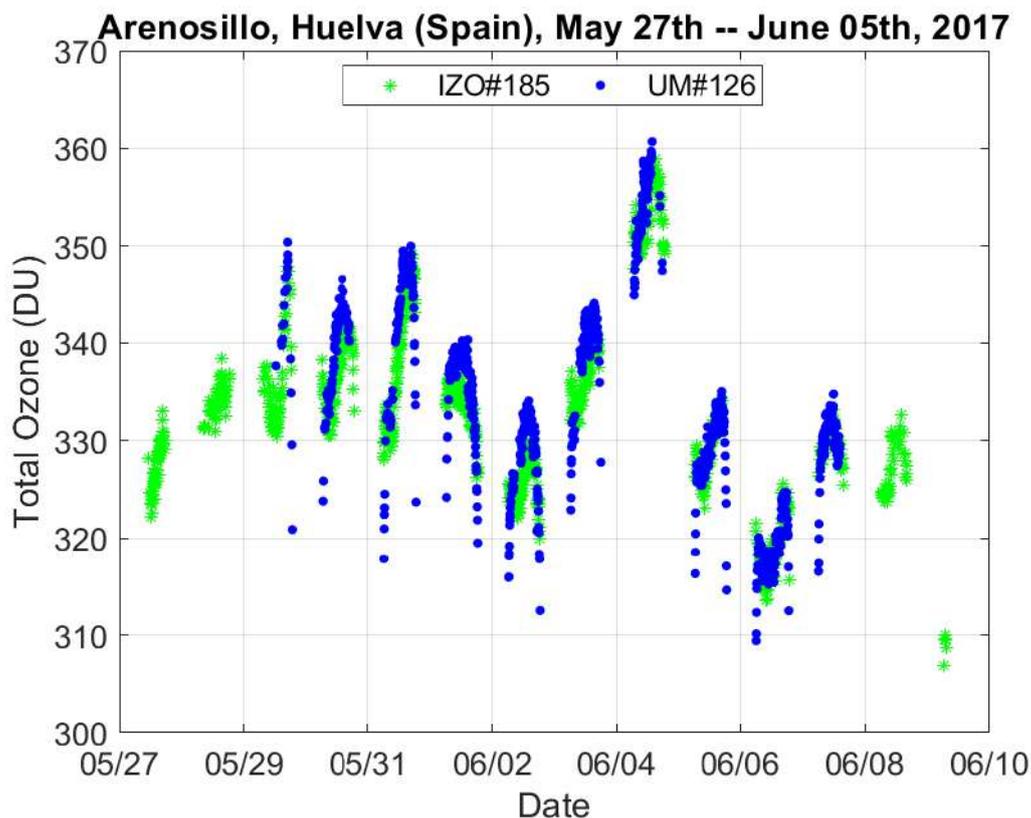


Figura 46. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#126.

Análisis histórico

Como se aprecia en la figura 48, el ICF actual da lugar a valores de ozono que concuerdan bien con la referencia para OSC bajas y muestra la típica dependencia con la luz parásita para OSC altas. Debido a que este Brewer ha estado inoperativo desde agosto de 2016, se le considera como un nuevo instrumento y, por lo tanto, la corrección de SL aplicada fue cero. Esto explica por qué en esta figura se superponen las líneas de "Config. orig." y "Config. orig. (SL correction)". La gran dependencia del ángulo solar se puede corregir fácilmente utilizando un método desarrollado recientemente para corregir los efectos de la luz parásita en los Brewer simples.

Durante los días de la campaña las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 2070 y 4385 para R6 y R5 respectivamente (figura 47). Estos valores de referencia se han calculado teniendo en cuenta el nuevo valor del CSN. El resto de parámetros analizados (DT, test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son aceptables.

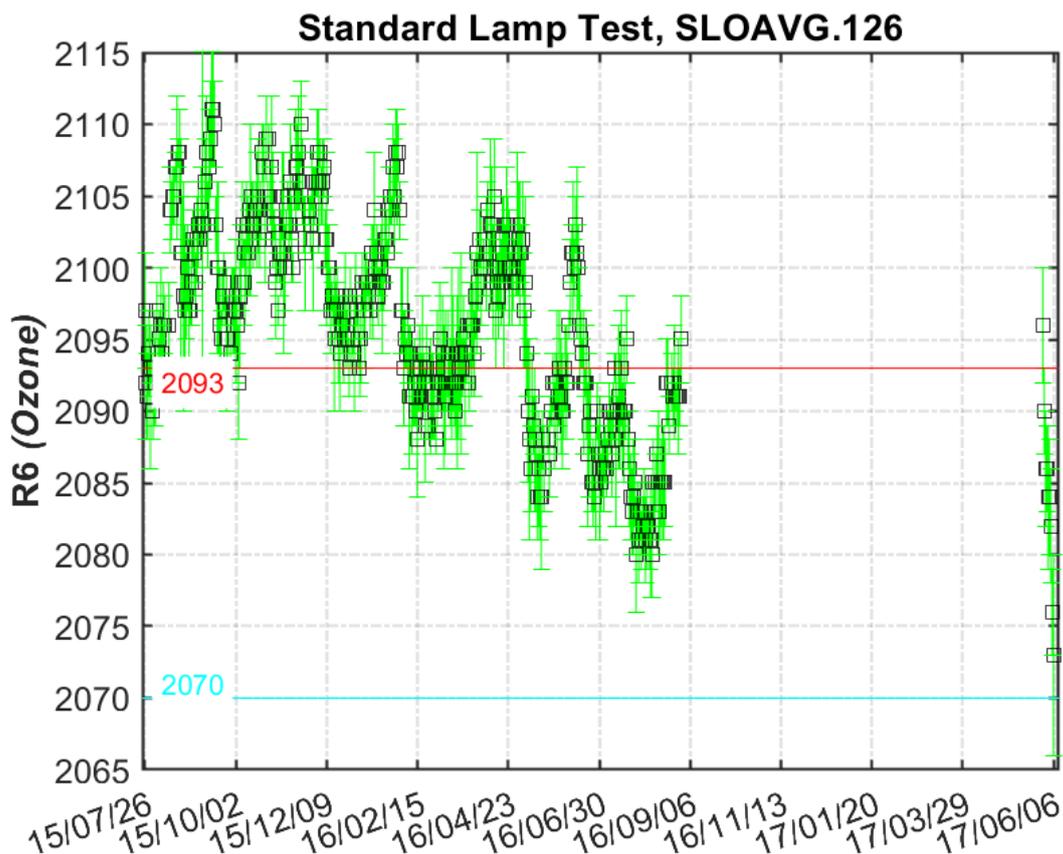


Figura 47. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#126.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer UM#126 se utilizó el período que va del día 149 al 155, que corresponde a 418 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 48, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono que concuerdan bien con el instrumento de referencia para OSC bajas. Debido a que este Brewer ha estado inoperativo desde agosto de 2016, se le considera como un nuevo instrumento y, por lo tanto, la corrección de SL aplicada fue cero. Esto explica por qué en esta figura se superponen las líneas de "Config. orig." y "Config. orig. (SL correction)".

Calibración final y corrección de luz parásita

El proceso de calibración sugiere que se debe cambiar el CSN; por tanto, es necesario calcular un nuevo valor de la ETC (figura 48). Para la calibración final se utilizaron 267 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 156 y 158. Se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 2070 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado. Por supuesto, la nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta el actual conjunto de coeficientes de temperatura y tiempo muerto. La calibración final funcionó bien con un error cercano a cero para OSC bajas y una subestimación del 0,5 % para una OSC de 1000, algo que está muy bien para un Brewer simple. El modelo empírico de luz parásita se ajusta bastante bien con los coeficientes $s = 5,48$, $k = -12,8$, y $ETC = 3229$, que concuerdan perfectamente con el Brewer de referencia para todo el rango de valores de OSC. Para corregir el ozono se utilizó una fórmula iterativa.

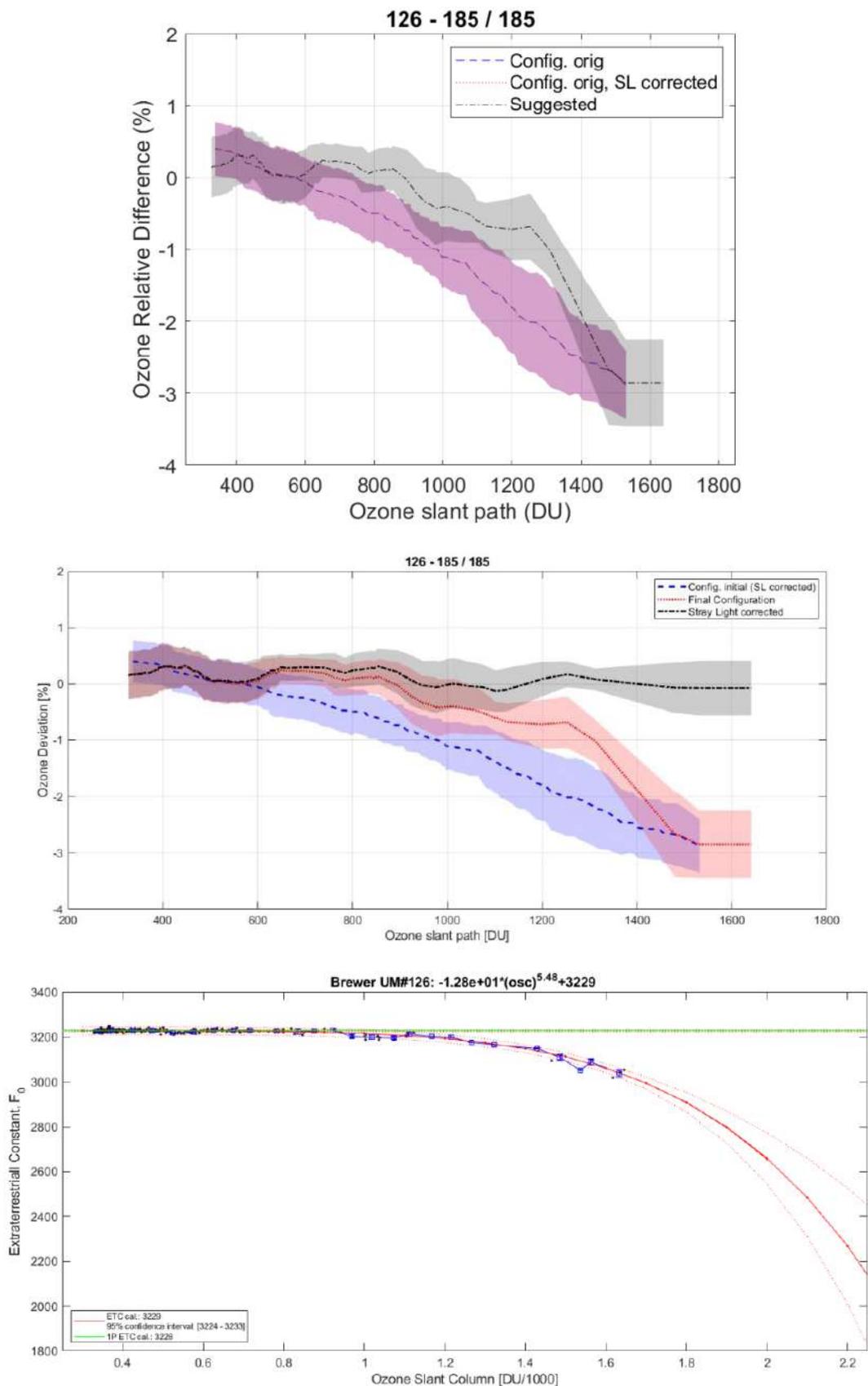


Figura 48. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#126.

Recomendaciones y comentarios

1. Se han proporcionado nuevos valores de referencia para R6 y ETC en el nuevo ICF.
2. El resto de diagnósticos realizados (DT, RS, registros AP, etc.) fueron normales.
3. Los filtros de densidad neutra tienen un excelente comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
4. No se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
5. Los test de barrido solar han sugerido un nuevo CSN = 286.
6. Debe comprobarse con frecuencia la intensidad de la lámpara.
7. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/126/CALIBRATION_126.pdf

Tabla 15. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	3240	3225
Valor de referencia SL R6	2093	2075
Cambio ratio SL R6 / ETC	< 10	
Constante DT (ns)	34	36
Coefficientes de temperatura	[0; 0,55; 0,39; -0,19; -1,35]	[0; 0,55; 0,39; -0,19; -1,35]
CSN	290	286
Coefic. absorc. ozono	0,34	0,341
Archivo de calibración	icf15215.126	icf15517.126

3.11 Brewer ARE#150. El Arenosillo (España)

El Brewer ARE#150 participó en la campaña del 28 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 148 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 70 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 148 y 151. Para la calibración final solo se usaron los días 153 a 159, con 213 mediciones simultáneas (figura 49).

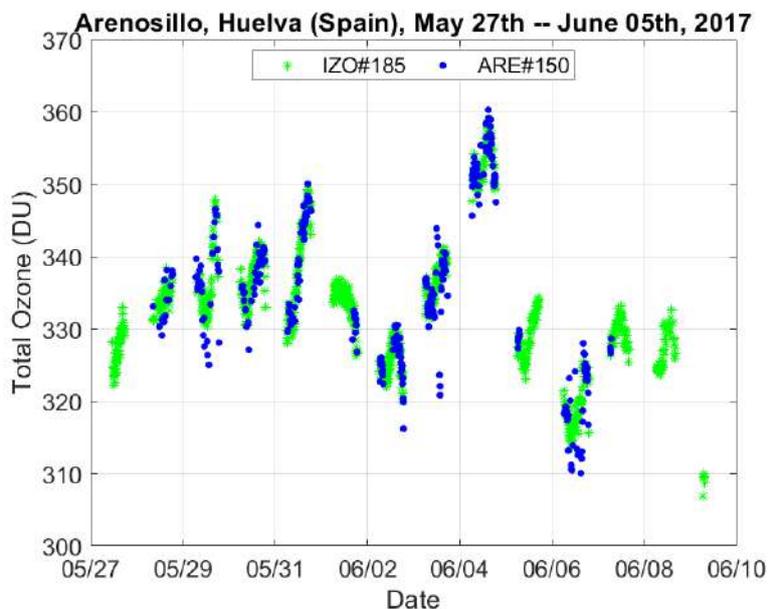


Figura 49. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#150.

Análisis histórico

Como se aprecia en la figura 51, el ICF actual da lugar a valores de ozono que expresan un buen acuerdo con respecto a la referencia. Sin embargo, las diferencias con la referencia para valores bajos del camino óptico de ozono se dispersan más de lo esperado. El origen de este problema se ha identificado en una discrepancia en el coeficiente de absorción diferencial de ozono. Lo anterior está de acuerdo con los test de dispersión llevados a cabo en los últimos años. Se ha cambiado el coeficiente de absorción de ozono de 0,344 al nuevo valor 0,342.

La modificación del coeficiente de absorción diferencial de ozono implica un cambio en la ETC, que se proporciona en el certificado de calibración.

Los resultados del test de lámpara del Brewer ARE#150 presentan un comportamiento estable sin apenas dependencia estacional, lo que pone de relieve el buen funcionamiento del Brewer durante los dos últimos años. A tenor de estos resultados no es necesario aplicar la corrección de SL e, incluso, si se aplica la corrección de lámpara, los resultados empeoran ligeramente como se puede ver en la figura 51.

Los test de barrido solar realizados en la estación del instrumento, antes de la campaña y durante los primeros días de la intercomparación, confirman el valor actual del paso de calibración (1031, dentro de un intervalo de error de ± 1 pasos). El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son aceptables. Los filtros de densidad neutra mostraron un comportamiento espectral correcto por lo que no es necesario aplicar ninguna corrección a los mismos.

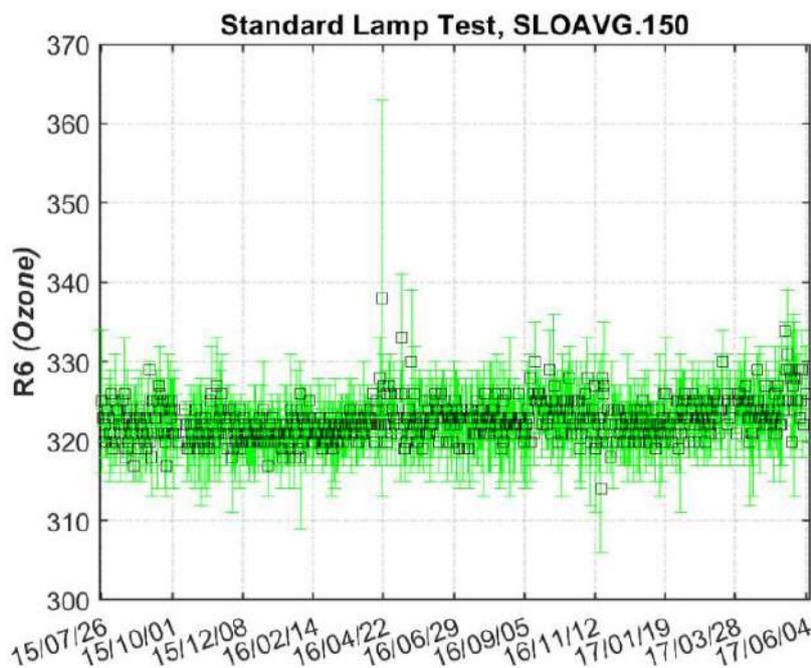


Figura 50. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#150.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer ARE#150 se utilizó el período que va del día 148 al 151, que corresponde a 70 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 51, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono que concuerdan bien con el instrumento de referencia. En este caso, cuando se aplica la corrección de lámpara, los resultados no mejoran significativamente.

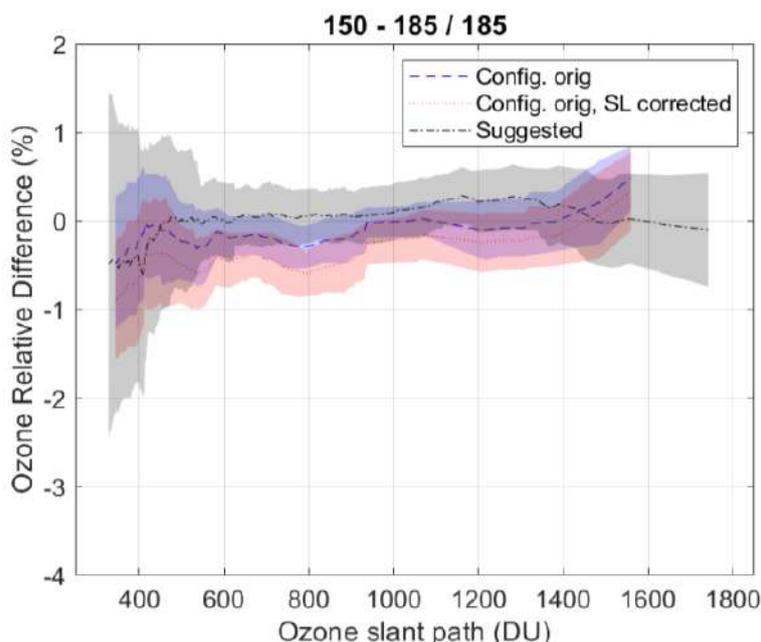


Figura 51. Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara, y configuración final para el B#150.

Calibración final

Debido a la modificación del coeficiente de absorción diferencial de ozono, se calculó un nuevo valor de la ETC. Para la calibración final se utilizaron 213 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 153 y 159. El nuevo valor es aproximadamente 9 unidades superior que el actual (1560). Se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con el nuevo coeficiente de absorción diferencial de ozono y la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 330 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado.

Recomendaciones y comentarios

1. Se recomendó cambiar el coeficiente de absorción de ozono al valor: 0,342.
2. En esta campaña de calibración se ha calculado la nueva ETC = 1569 asociada al nuevo coeficiente de absorción de ozono.
3. No fue necesario aplicar la corrección de lámpara al período anterior a esta calibración.
4. Se ofrecieron las nuevas ratios de referencia: R6 = 330 y R5 = 685.
5. Los actuales coeficientes de temperatura funcionan bien.
6. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales.

Informe de calibración

http://rbce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/150/CALIBRATION_150.pdf

Tabla 16. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	1560	1569
Valor de referencia SL R6	322	330
Cambio ratio SL R6 / ETC	< 10	
Constante DT (ns)	32	32
Coefficientes de temperatura	[0; 1,29; 1,94; 2,13; 2,00]	[0; 1,29; 1,94; 2,13; 2,00]
CSN	1031	1031
Coefic. absorc. ozono	0,344	0,342
Archivo de calibración	ICF14915.150	ICF15617.150

3.12 Brewer COR#151. La Coruña (España)

El Brewer COR#151 participó en la campaña del 29 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 149 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 51 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 151 y 153. Para la calibración final se usaron los días 154 a 157, con 77 mediciones simultáneas.

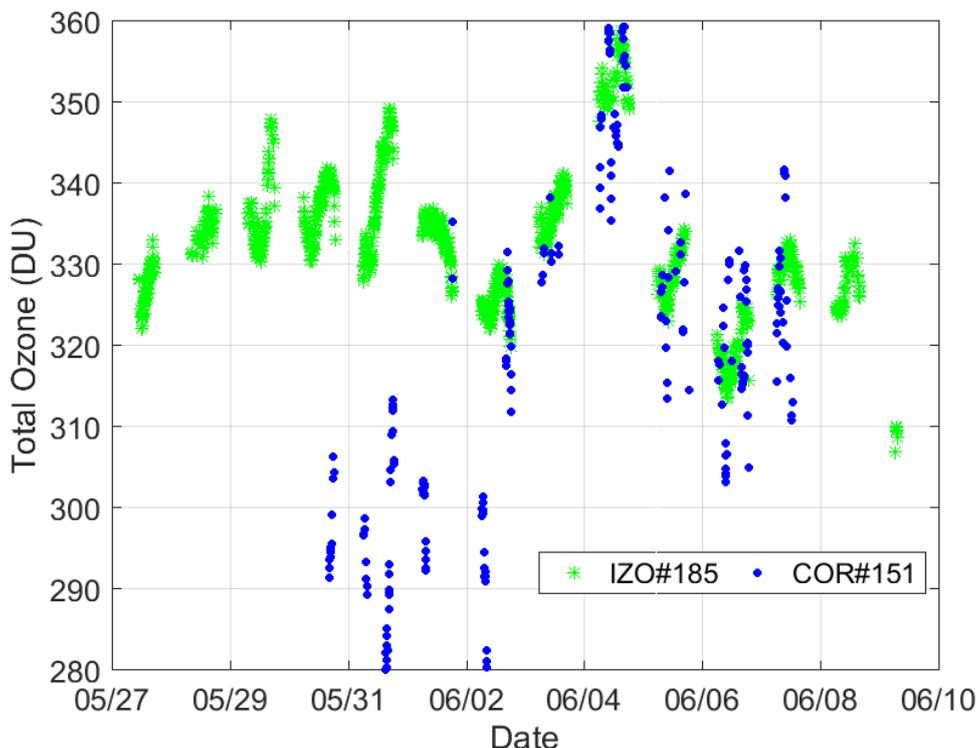


Figura 52. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#151.

Análisis histórico

Como se aprecia en la figura 52, el ICF actual da lugar a valores de ozono que difieren notablemente con respecto a la referencia. Los resultados no mejoraron al aplicarse la corrección de lámpara. La gran dependencia del ángulo solar se puede corregir fácilmente utilizando un método desarrollado recientemente para corregir los efectos de la luz parásita en los Brewer simples.

Los resultados del test de lámpara del Brewer COR#151 muestran un salto importante en junio de 2016 aunque después de esa fecha el comportamiento del instrumento se ha mantenido muy estable a lo largo del último año (figura 53). Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 1900 y 3500 para R6 y R5 respectivamente. Estos valores se han obtenido teniendo en cuenta los nuevos coeficientes de temperatura y el tiempo muerto calculados en esta campaña.

El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son aceptables salvo el valor del DT, que ha aumentado en unas 4 unidades ($3,5 \cdot 10^{-8}$) debido al cambio de voltaje en el fotomultiplicador.

Los filtros de densidad neutra mostraron un comportamiento espectral correcto por lo que no es necesario aplicar ninguna corrección a los mismos.

Los test de barrido solar realizados antes y durante la intercomparación son lo suficientemente concluyentes como para analizar la posición óptica del CSN. El valor del coeficiente de absorción de ozono ha sido modificado ligeramente con respecto a la calibración anterior.

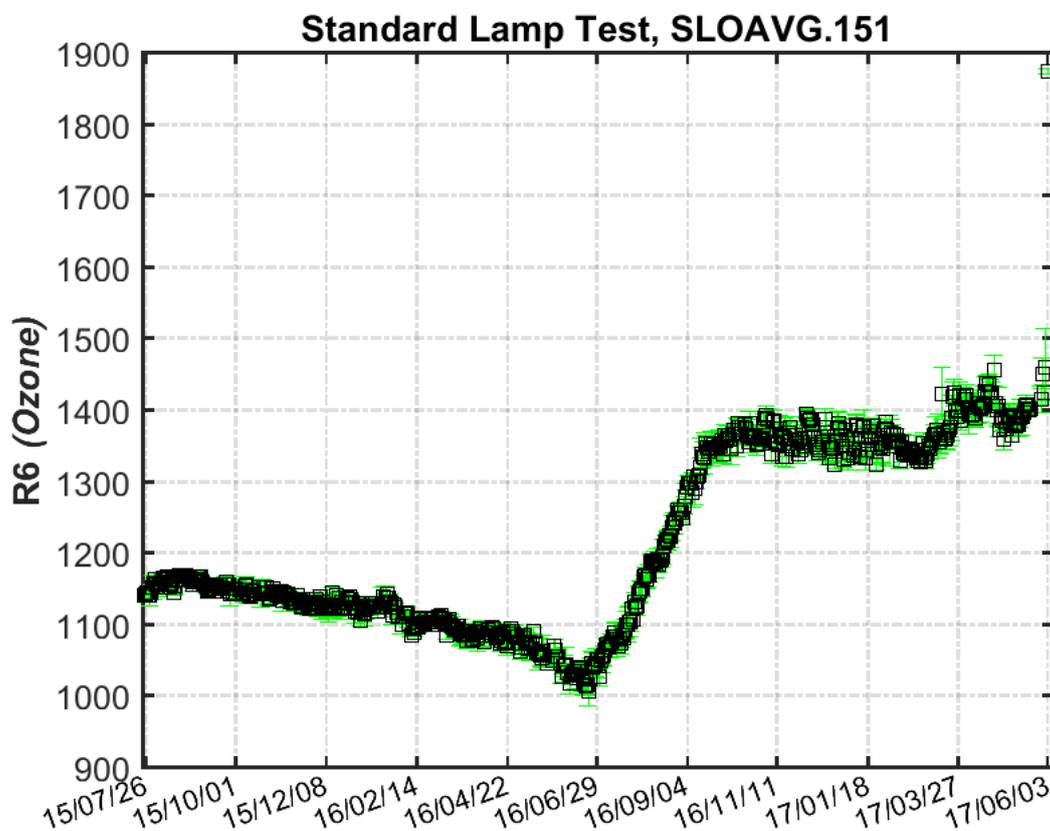


Figura 53. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#151.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer COR#151 se utilizó el período que va del día 151 al 153, que corresponde a 51 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 54, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia. Además, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados empeoran.

Calibración final

Debido a la diferencia con el Brewer de referencia, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 54). Para la calibración final se utilizaron 77 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 154 y 157. El nuevo valor es 55 unidades superior que el actual (2945). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 1900 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado. La ETC final se ha calculado teniendo en cuenta el nuevo conjunto de coeficientes de temperatura y tiempo muerto.

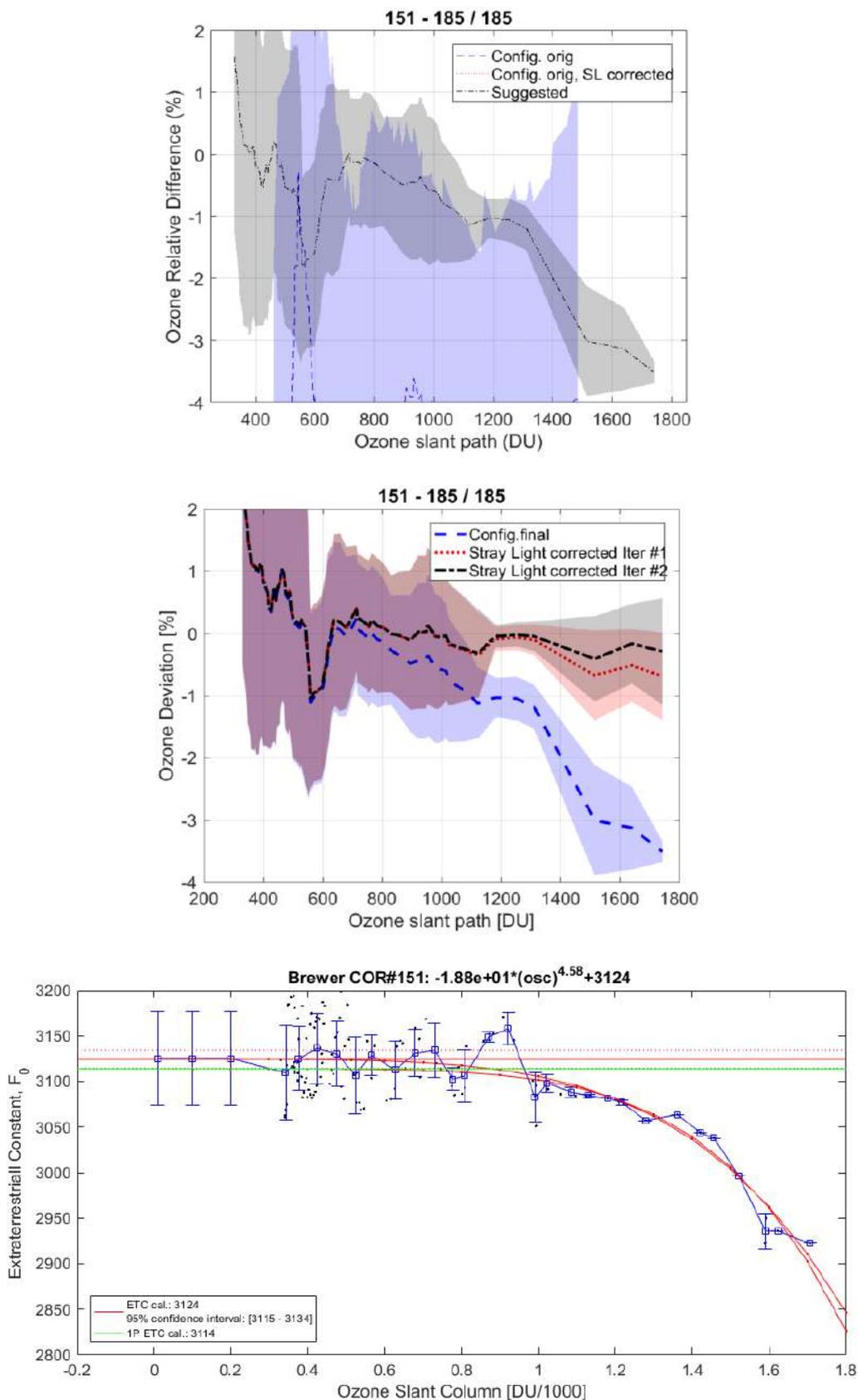


Figura 54. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#151.

Recomendaciones y comentarios

1. En esta calibración se ofrecieron nuevos valores de referencia: R6 = 1900 y R5 = 3500.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales, excepto en la medición del DT.
3. Este parámetro aumentó su valor en alrededor de 4 unidades ($3,5 \cdot 10^{-8}$) debido al cambio de voltaje en el fotomultiplicador.
4. Los filtros de densidad neutra tienen un excelente comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
5. Se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
6. Los test de barrido solar fueron suficientemente concluyentes para analizar la posición óptica del CSN.
7. El valor del coeficiente de absorción de ozono se ha modificado ligeramente con respecto a la calibración anterior.
8. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/151/CALIBRATION_151.pdf

Tabla 17. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	2945	3500
Valor de referencia SL R6	1198	1900
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	31	35
Coefficientes de temperatura CSN	[0; -1; 228; -3,107; -4,097; -5,37]	[0; -0,96; -2,5; -4,343; -6,647]
Coefic. absorc. ozono	0,3417	0,3416
Archivo de calibración	ICF16913.151	ICF15317.151

3.13 Brewer WRC#163. Davos (Suiza)

El Brewer WRC#163 participó en la campaña del 29 de mayo al 7 de junio de 2017 (días julianos 149 a 158). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 739 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 149 y 158. Para la calibración final se utilizó el mismo período, con 723 mediciones simultáneas (figura 55).

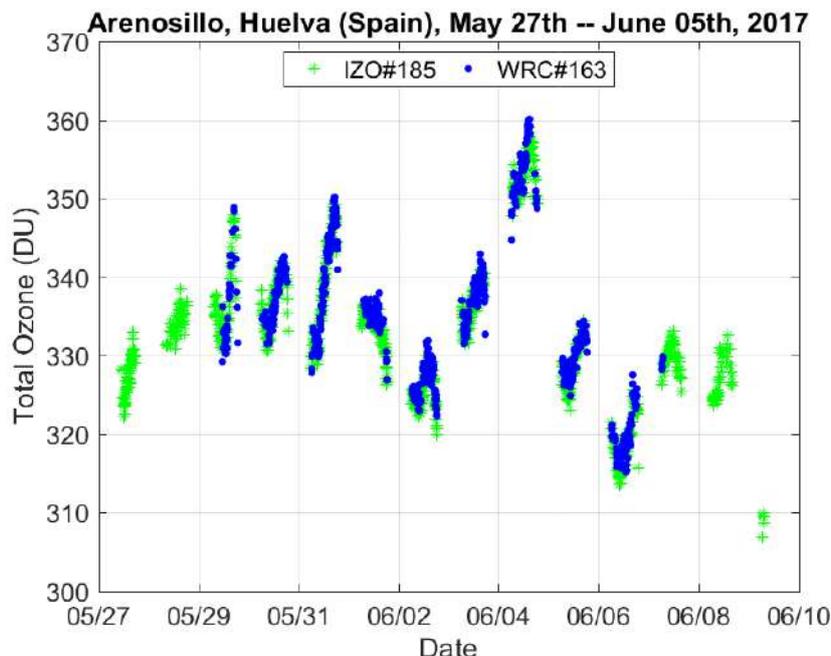


Figura 55. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#163.

Calibración original

El instrumento funciona con el archivo de configuración icf17016.163 y el valor de referencia 270 para la ratio R6 de la lámpara estándar.

Análisis histórico

Como se aprecia en la figura 57, el ICF actual da lugar a valores de ozono con una diferencia de alrededor del +0,5 % (en promedio) con respecto a la referencia. Los resultados no mejoran de manera significativa al aplicarse la corrección de lámpara.

Los resultados del test de lámpara del Brewer WRC#163 muestran un comportamiento estable a lo largo del último año. Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 270 y 460 para R6 y R5 respectivamente (figura 56).

El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ, CI y DT) presentaron valores estables. Los filtros de densidad neutra mostraron un comportamiento espectral correcto por lo que no es necesario aplicar ninguna corrección a los mismos.

Los test de barrido solar realizados antes y durante la intercomparación son lo suficientemente concluyentes como para analizar la posición óptica del CSN. Sin embargo, el valor del coeficiente de absorción de ozono ha sido modificado con respecto a la calibración anterior.

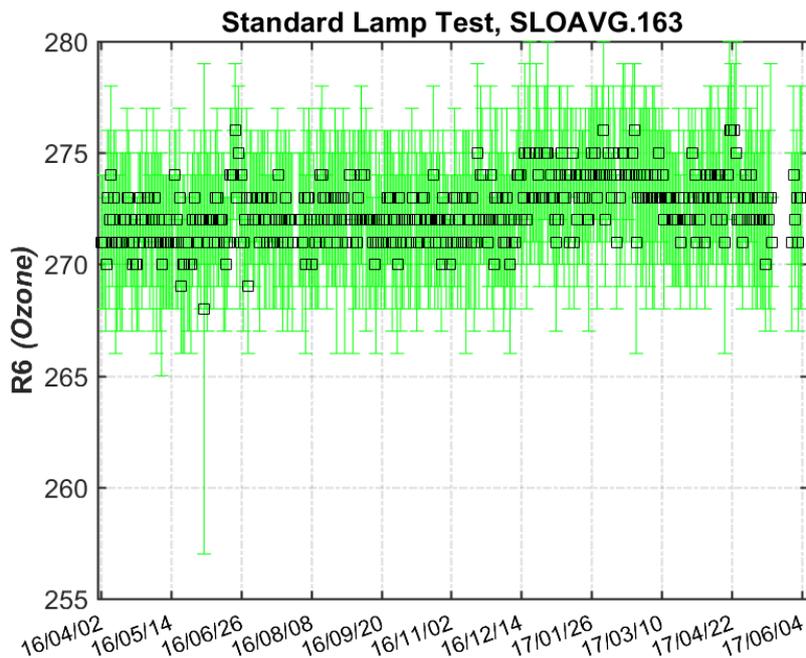


Figura 56. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#163.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer WRC#163 se utilizó el período que va del día 149 al 158, que corresponde a 739 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 57, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más altos que el instrumento de referencia (+0,8 %). Además, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados no presentan mejoras significativas.

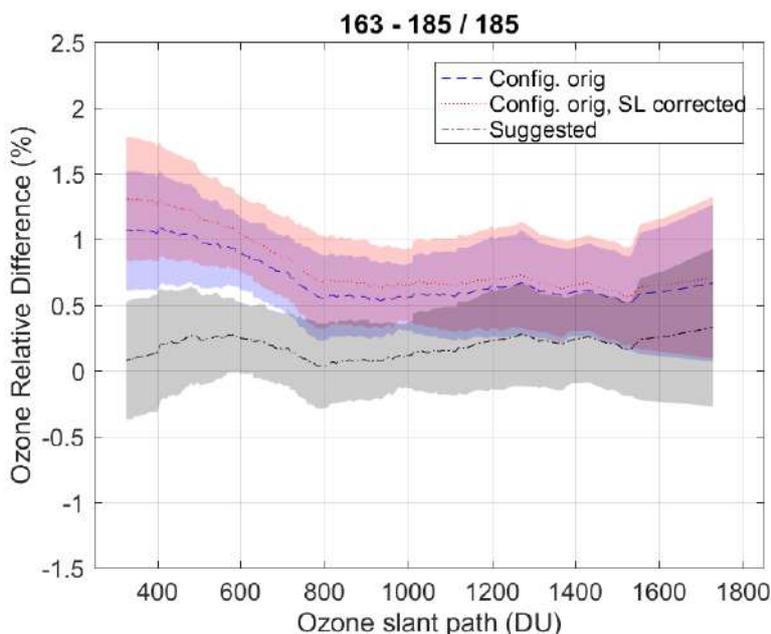


Figura 57. Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara, y configuración final para el B#163.

Calibración final

Debido al nuevo coeficiente de absorción de ozono propuesto, se calculó un nuevo valor de la ETC. Para la calibración final se utilizaron 723 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 149 y 158. El nuevo valor es 10 unidades superior que el actual (1470). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la actual ratio de referencia de la lámpara estándar, 270 para R6.

Recomendaciones y comentarios

1. Se ha proporcionado un nuevo valor de referencia de la ETC en el nuevo ICF.
2. El coeficiente de absorción de ozono se ha modificado ligeramente hasta el valor 0,3405.
3. En esta calibración se ofrecieron nuevos valores de referencia: R6 = 270 y R5 = 466.
4. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales.
5. Los filtros de densidad neutra tienen un excelente comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
6. En la nueva calibración se usaron los coeficientes de temperatura actuales.

Informe de calibración

http://rbce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/163/CALIBRATION_163.pdf

Tabla 18. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	1470	1480
Valor de referencia SL R6	270	270
Cambio ratio SL R6 / ETC	< 10	
Constante DT (ns)	30	30
Coefficientes de temperatura	[0; 0,20; 0,11; 0,34; -0.56]	[0; 0,20; 0,11; 0,34; -0.56]
CSN	1021	1021
Coefic. absorc. ozono	0,34	0,3405
Archivo de calibración	icf17016.163	icf15017.163

3.14 Brewer ZAR#166. Zaragoza (España)

El Brewer ZAR#166 participó en la campaña del 29 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 149 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 71 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas los días 151 y 152. Para la calibración final solo se usaron los días 154 a 159, con 123 mediciones simultáneas (figura 58).

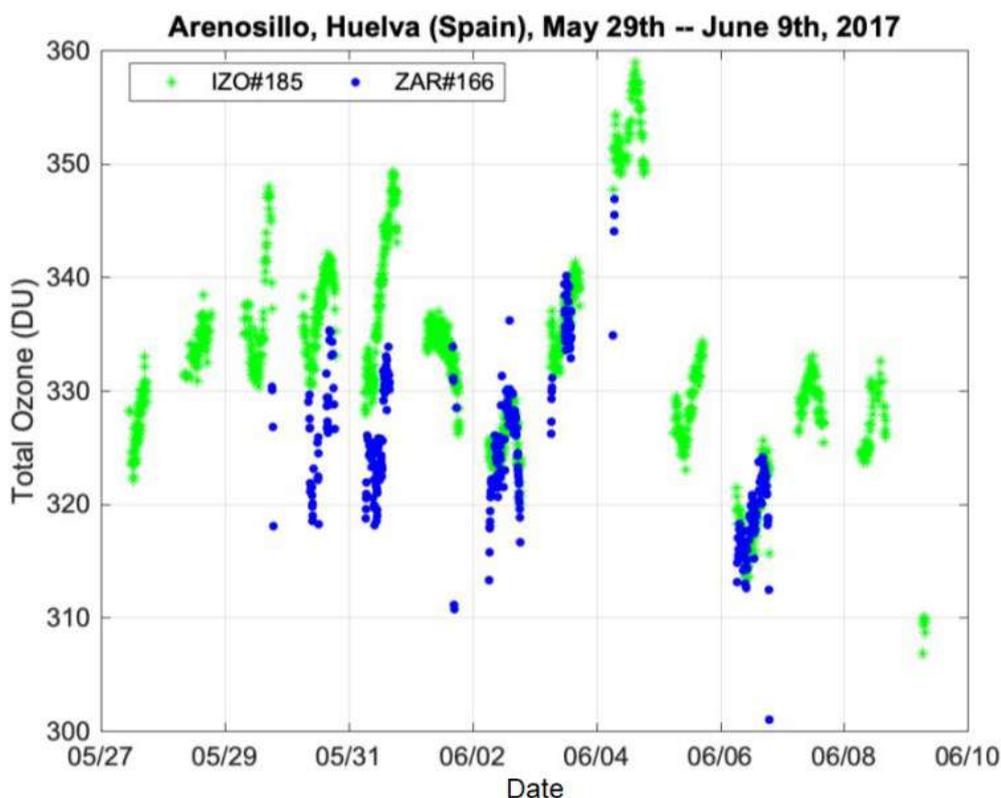


Figura 58. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#166.

Análisis histórico

Como se aprecia en la figura 60, el ICF actual da lugar a valores de ozono con una diferencia de alrededor del -2% (en promedio) con respecto a la referencia. Al aplicar la corrección de SL, los resultados mejoran con una diferencia de en torno al $+1\%$ (en promedio).

Es importante señalar que el instrumento no utiliza la configuración proporcionada en 2015 sino que emplea un archivo de calibración de 2013. En particular, los coeficientes de temperatura propuestos no están en uso y la ratio de la lámpara estándar exhibe una clara dependencia estacional. Durante los días de la campaña las ratios de la lámpara estándar fueron de 1910 y 3660 para R6 y R5 respectivamente, pero tras el mantenimiento esos valores cambiaron a 1952 y 3733 (figura 59). Con los coeficientes de temperatura actualizados, el valor de R6 cambia de 1940 antes del mantenimiento a 1980 después del mismo.

La prueba instrumental analizada (DT, test, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) se encuentra dentro del margen de tolerancia salvo para el test de marcha/parada en las rendijas 5 y 6. El test HL/HS muestra discrepancias superiores a 0,2 A, lo que sugiere una relación de dispersión incorrecta.

Los filtros de densidad neutra mostraron un comportamiento espectral correcto por lo que no es necesario aplicar ninguna corrección a los mismos.

Los test de barrido solar confirman el ajuste del instrumento; si bien no se ha actualizado el coeficiente de absorción de ozono 0,3425, se sugiere un valor de 0,3435 en base a la media de las tres últimas calibraciones.

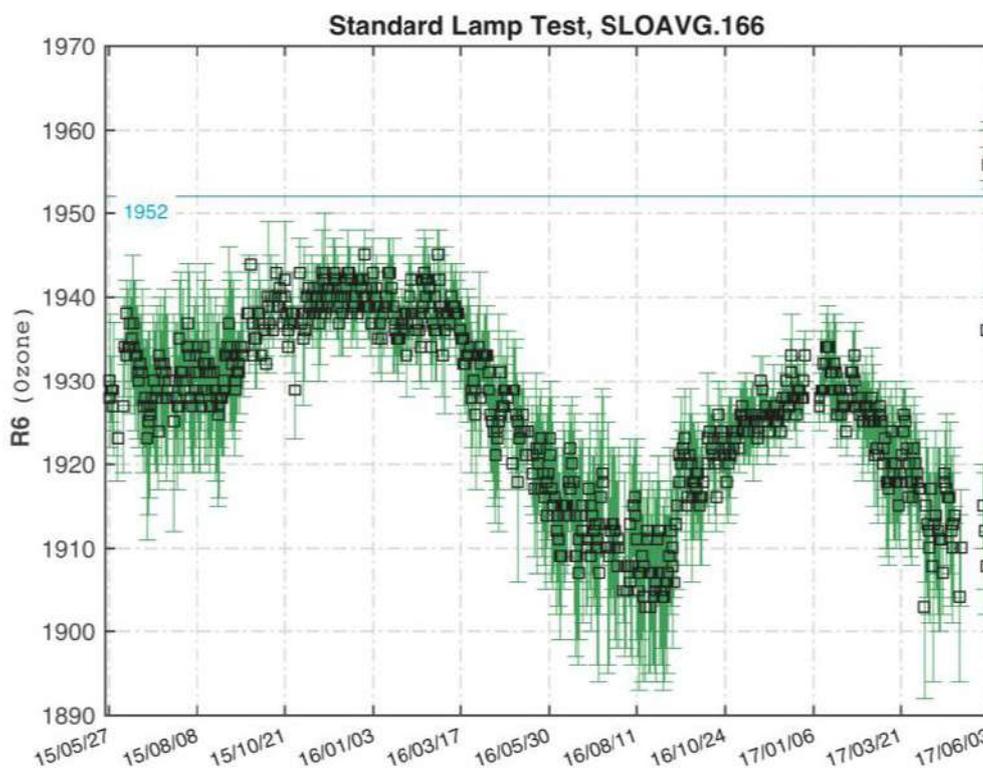


Figura 59. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#166.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer ZAR#166 se utilizó el período que va del día 154 al 159, que corresponde a 71 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 60, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia (-2 %). Sin embargo, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados mejoran (+1 %).

Calibración final

Para la calibración final se utilizaron 123 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 153 y 155. Utilizando el coeficiente de temperatura actualizado, la nueva ETC es 50 unidades superior que el valor actual (3135). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 1980 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado.

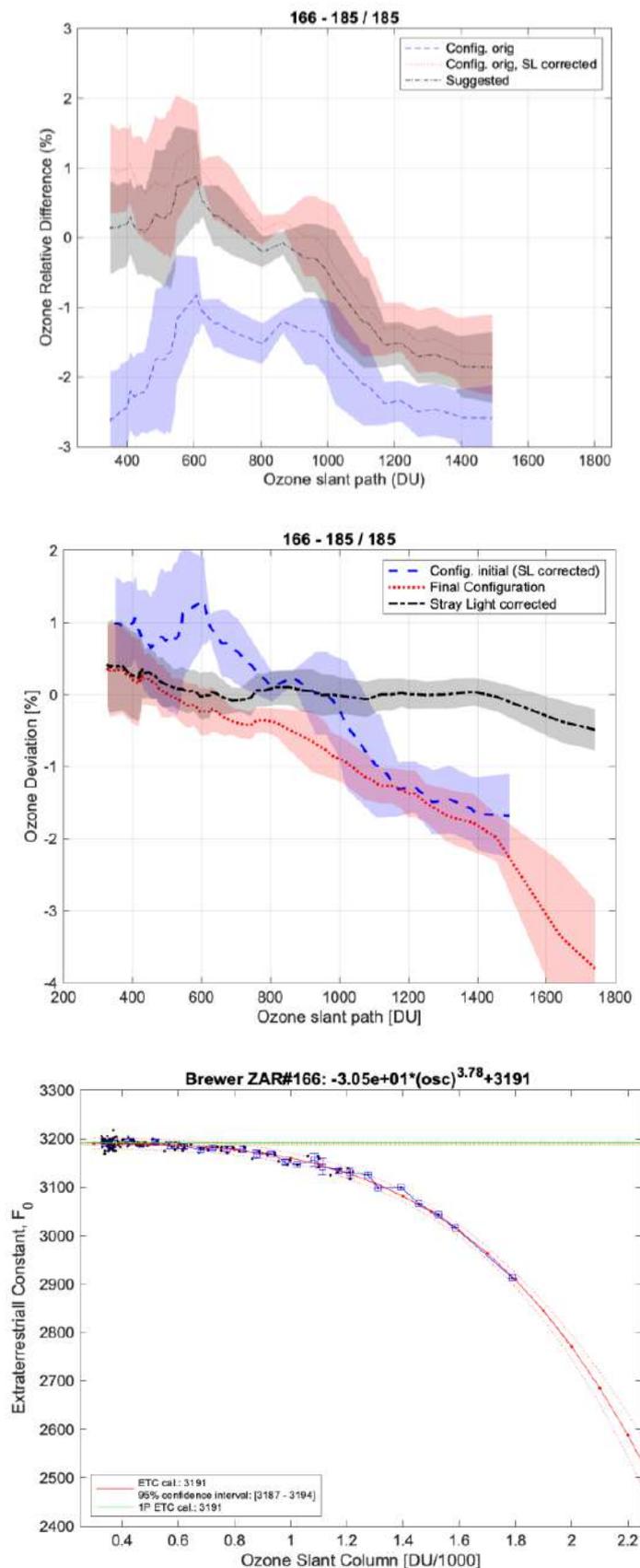


Figura 60. (Arriba) Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara. (Centro) Configuraciones inicial y final con y sin corrección de luz parásita. (Abajo) Determinación del modelo empírico de luz parásita para el B#166.

Recomendaciones y comentarios

1. Se han actualizado los coeficientes de temperatura y esta corrección se puede aplicar hacia atrás en el tiempo.
2. El test de marcha/parada reflejó resultados anómalos en las rendijas 5 y 6. Debe verificarse el ensamblaje de las rendijas.
3. Los filtros de densidad neutra tienen un excelente comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
4. Los test de barrido solar confirmaron el ajuste actual pero el barrido de la línea de la lámpara interna de mercurio Hg mostró un desplazamiento fuera de los límites que sugirió actualizar la relación de dispersión. No se ha cambiado el coeficiente de absorción de ozono.
5. El instrumento funcionó muy bien después de que se aplicaran las constantes de calibración, con desviaciones mínimas de ozono cuando se utilizó la corrección de luz parásita. Se recomienda usar esta corrección.

Informe de calibración

http://rbce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/166/CALIBRATION_166.pdf

Tabla 19. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	3135	3187
Valor de referencia SL R6	1925(*)	1985
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	33	33
Coefficientes de temperatura	[19,4; 19,11; 19,40; 18,42; 17,04]	[0; 0,86; 1,39; 1,17; -0,32]
CSN	288	288
Coefic. absorc. ozono	0,3425	0,3425
Archivo de calibración	ICF16913.166	ICF15217.166

3.15 Brewer UM#172. Universidad de Mánchester (Reino Unido)

El Brewer UM#172 participó en la campaña del 29 de mayo al 7 de junio de 2017 (días julianos 149 a 158). No se detectó cambio alguno en el instrumento durante el citado período, por lo que se utilizó el mismo conjunto de datos para evaluar el estado inicial del instrumento y para llevar a cabo la calibración final, con aproximadamente 560 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 149 y 158 (figura 61).

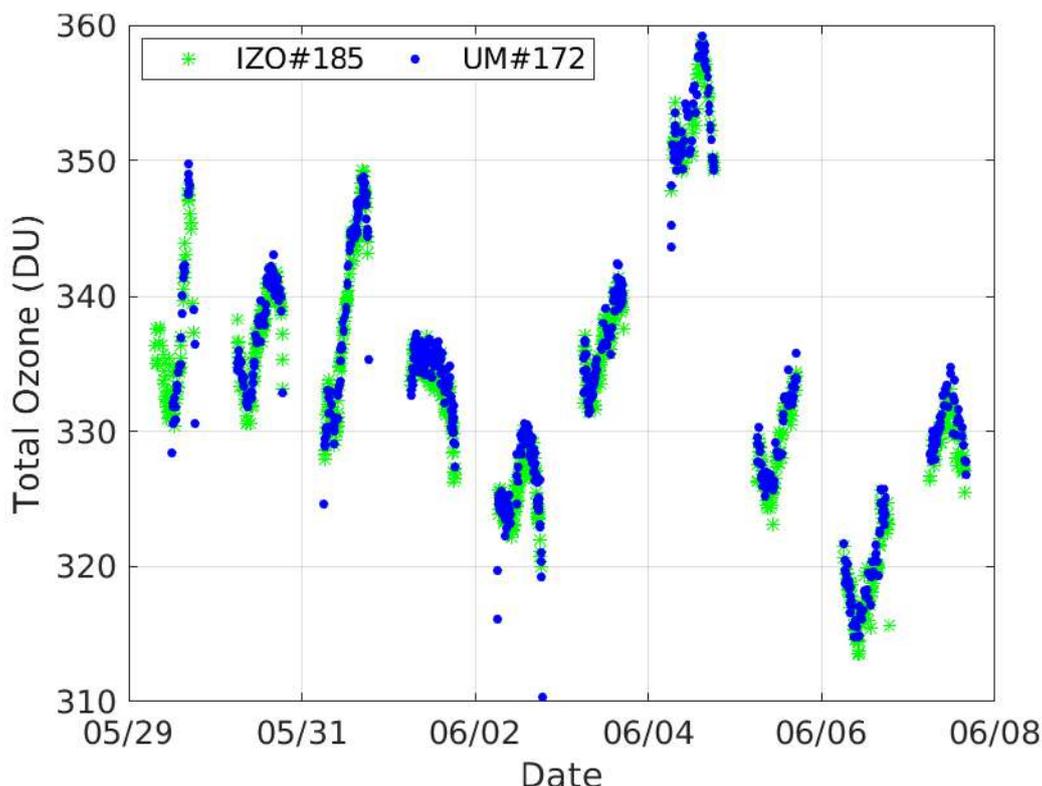


Figura 61. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#172.

Análisis histórico

Los resultados del test de lámpara del Brewer UM#172 mostraron un comportamiento estable durante los dos últimos años. En esta campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 444 y 710 para R6 y R5 respectivamente (figura 62). Sin embargo, la intensidad de la lámpara F5 presenta un comportamiento irregular. El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, DT y archivos CZ y CI) presentan valores normales.

Con respecto a los filtros de densidad neutra, el número 4 exhibe un comportamiento no lineal que podría requerir una corrección de aproximadamente -15 . Sin embargo, esta corrección se basa en datos bastante ruidosos, y el análisis de un año de datos muestra que ese filtro se utiliza en menos del 3% de las mediciones, por lo que no se recomienda la aplicación de la corrección. En la transferencia de la ETC, no se han utilizado datos con el filtro 4.

Por último, los test de barrido solar realizados en la estación del instrumento, antes de la campaña, y durante los primeros días de la intercomparación, confirman el valor actual del paso de calibración (286, dentro de un intervalo de error de ± 1 pasos).

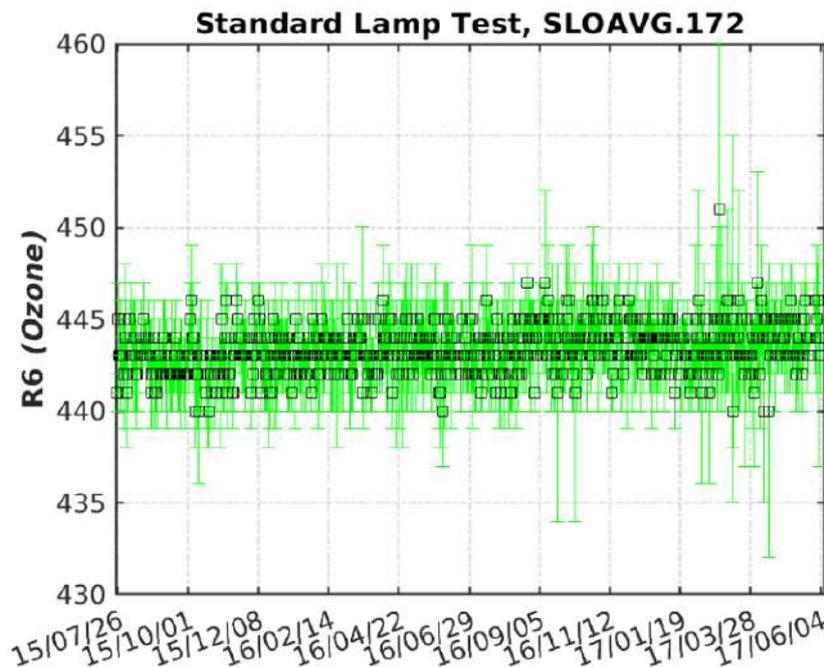


Figura 62. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#172.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer UM#172 se utilizó el período que va del día 149 al 158, que corresponde a unas 560 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 63, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono que concuerdan bien con el instrumento de referencia. La corrección de lámpara no mejora los resultados.

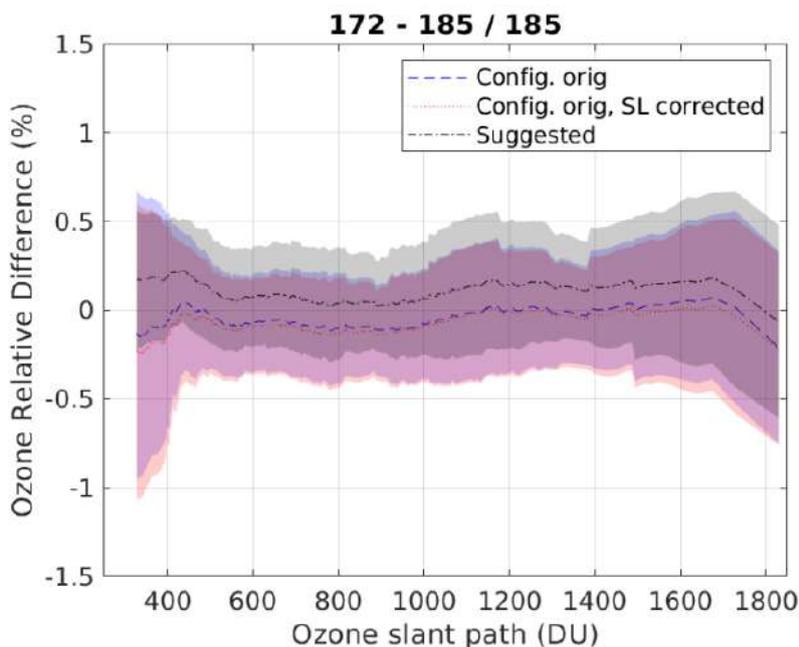


Figura 63. Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara, y configuración final para el B#172.

Calibración final

A pesar de los excelentes resultados obtenidos con el ICF actual, se realizó una nueva transferencia de la ETC del instrumento de referencia, utilizando mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 149 y 158. Al final de este proceso, se descubrió que la nueva ETC era igual a la actual.

Recomendaciones y comentarios

1. Como se muestra en la figura 63, el ICF actual produce valores de ozono que concuerdan de manera excelente con el instrumento de referencia por lo que el operador puede seguir utilizándolo aunque en esta calibración se ofrece un ICF alternativo con un pequeñísimo cambio en el coeficiente de absorción de ozono.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales.
3. Se recomendó comprobar con frecuencia la intensidad de la lámpara.
4. Los test de barrido solar confirmaron el CSN actual.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/172/CALIBRATION_172.pdf

Tabla 20. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	1700	1700
Valor de referencia SL R6	444	444
Cambio ratio SL R6 / ETC	0	
Constante DT (ns)	30	30
Coefficientes de temperatura	[6,2369; 5,8351; 5,7129; 5,45; 5,0893; 0]	Sin cambios
CSN	286	286
Coefic. absorc. ozono	0,3415	0,341
Archivo de calibración	ICF15115.172	ICF15117.172

3.16 Brewer MAD#186. Madrid (España)

El Brewer MAD#186 participó en la campaña del 29 de mayo al 7 de junio de 2017 (días julianos 149 a 158). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 192 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 150 y 155. Para la calibración final se usaron los días 156 a 158, con 132 mediciones simultáneas (figura 64).

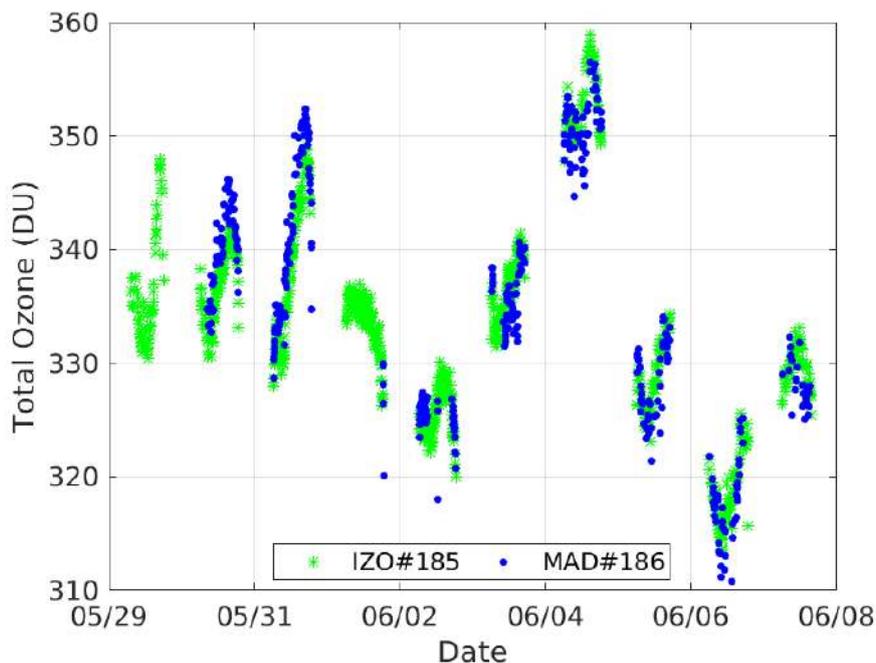


Figura 64. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#186.

Análisis histórico

Los resultados del test de lámpara del Brewer MAD#186 mostraron un salto importante en noviembre de 2015 aunque después de esa fecha el comportamiento del instrumento se ha mantenido muy estable a lo largo de los dos últimos años, con una gran variabilidad estacional (figura 65). Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 316 y 530 para R6 y R5 respectivamente. Estos valores se han obtenido teniendo en cuenta los nuevos coeficientes de temperatura calculados en esta campaña (que, sin embargo, solo producen cambios bastante pequeños).

Como se aprecia en la figura 66, el ICF actual da lugar a valores de ozono con una diferencia de alrededor del -1,5 % (en promedio) con respecto a la referencia. La aplicación de la corrección de lámpara no produce una mejora notable de los resultados.

El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son aceptables salvo el valor del DT, que experimentó un gran cambio al pasar de 26 a 31 ns el día 153, cuando durante el mantenimiento se elevó la alta tensión.

Desafortunadamente, los test de barrido solar realizados antes y durante la intercomparación no son lo suficientemente concluyentes para analizar la posición óptica del CSN. Sin embargo, el valor del coeficiente de absorción de ozono no ha cambiado con respecto a la calibración anterior, lo que sugiere que el Brewer mantiene el mismo CSN.

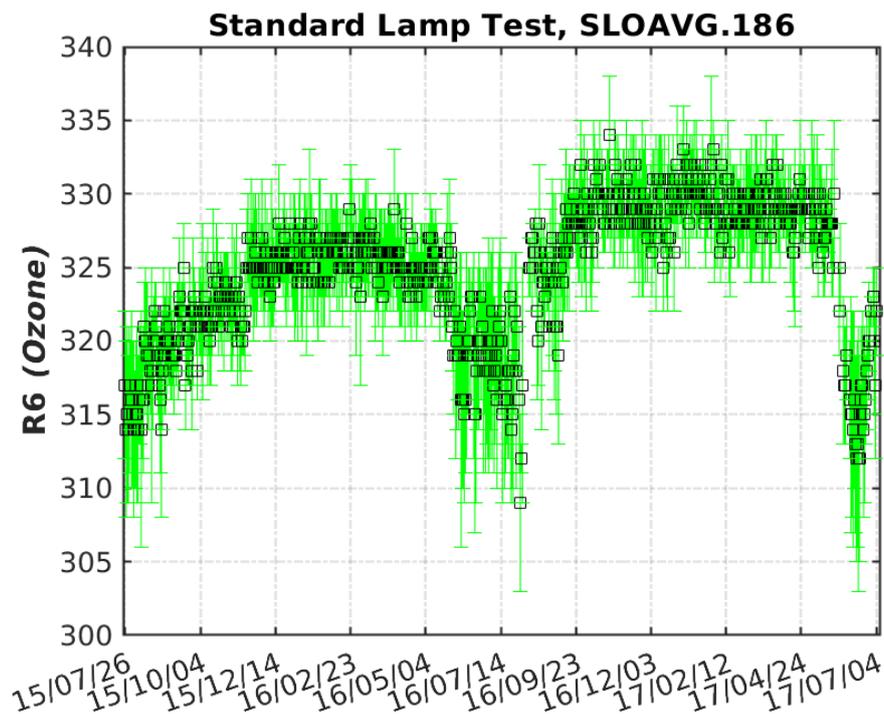


Figura 65. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#186.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer MAD#186 se utilizó el período que va del día 149 al 155, que corresponde a 321 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 66, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia (-1,5 %). Cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados no mejoran.

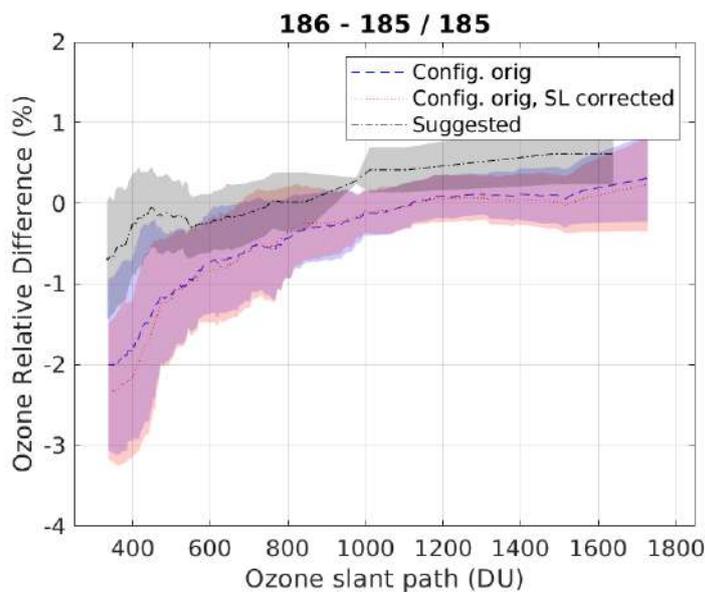


Figura 66. Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara, y configuración final para el B#186.

Calibración final

Debido a la diferencia con el Brewer de referencia, se calculó un nuevo valor de la ETC. Para la calibración final se utilizaron 132 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 156 y 158. El nuevo valor es aproximadamente 25 unidades inferior que el actual (1575). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con las nuevas ratios de referencia propuestas para la lámpara estándar, 316 para R6 y 530 para R5. Se han actualizado las constantes de calibración en el nuevo ICF suministrado. Por supuesto, la nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta el nuevo conjunto de coeficientes de temperatura y tiempo muerto.

Recomendaciones y comentarios

1. Los resultados del test de lámpara estándar del Brewer #186 han sido bastante estables a lo largo de los dos últimos años, aunque reflejan una gran dependencia estacional.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales, excepto en la medición del DT bajo, que constituye un valor muy ruidoso.
3. Se sugiere usar una constante de DT de $3,1 \cdot 10^{-8}$ segundos, que es 5 unidades mayor que el valor propuesto durante la última intercomparación. Este gran incremento en el valor del DT está relacionado con el aumento de la alta tensión durante las tareas de mantenimiento realizadas en esta campaña.
4. Los filtros de densidad neutra tienen un buen comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
5. Se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura aunque las mejoras podrían ser bastante pequeñas.
6. Los test de barrido solar no fueron lo suficientemente concluyentes como para analizar la posición óptica del CSN. Se recomendó efectuar más pruebas de este tipo en la estación. No se ha cambiado el CSN actual.

Informe de calibración

http://rbce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/186/CALIBRATION_186.pdf

Tabla 21. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	1575	1550
Valor de referencia SL R6	317	316
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	26	31
Coefficientes de temperatura	antiguos	[0; 0,06; -0,17; -0,34; -0,48]
CSN	283	283
Coefic. absorc. ozono	0,3425	0,3425
Archivo de calibración	ICF14915.186	ICF15317.186

3.17 Brewer DNK#202. Dinamarca

El Brewer DNK#202 participó en la campaña del 30 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 150 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 482 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 150 y 158. Para la calibración final solo se usaron los días 152 a 158, con 414 mediciones simultáneas.

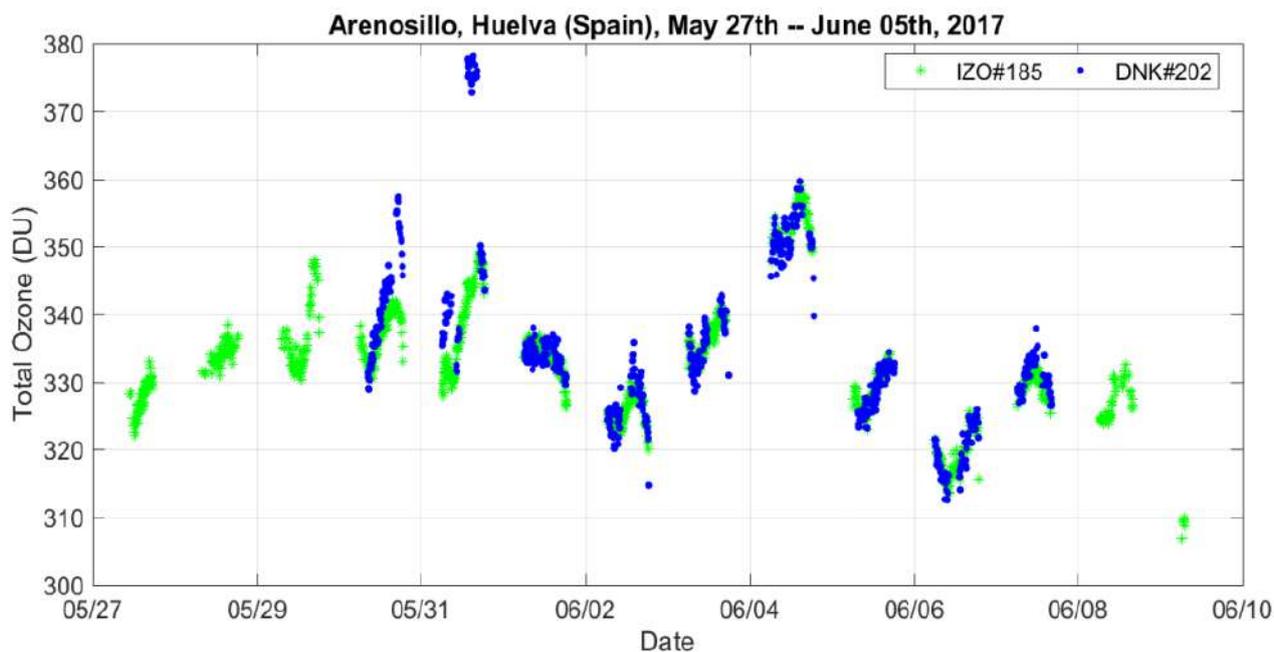


Figura 67. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#202.

Análisis histórico

Como se aprecia en la figura 67, el ICF actual da lugar a valores de ozono con una diferencia de alrededor del $-2,5\%$ (en promedio) con respecto a la referencia. Esta importante diferencia podría estar asociada al cambio registrado en las ratios de la SL en junio de 2016. Sin embargo, cuando se aplicó la corrección de lámpara los resultados mejoraron tan solo ligeramente con una diferencia de un $-2,2\%$ (en promedio) aproximadamente.

Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 270 y 560 para R6 y R5 respectivamente (figura 68). El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) presentan un comportamiento esperado.

Los filtros de densidad neutra mostraron un comportamiento espectral correcto por lo que no es necesario aplicar ninguna corrección a los mismos.

Por último, los test de barrido solar, realizados antes y durante la intercomparación, sugieren que el CSN actual no es el óptimo pero en esta campaña se ha optado por no llevar a cabo este cambio.

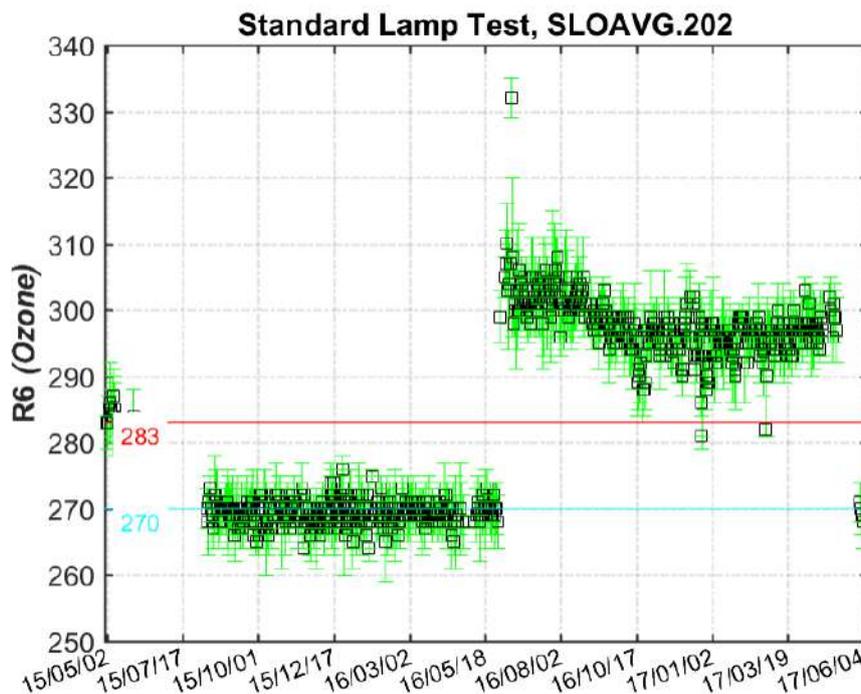


Figura 68. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#202.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer DNK#202 se utilizó el período que va del día 150 al 158, que corresponde a 482 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 69, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia (-2,5 %). Sin embargo, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados mejoran (-2,0 %).

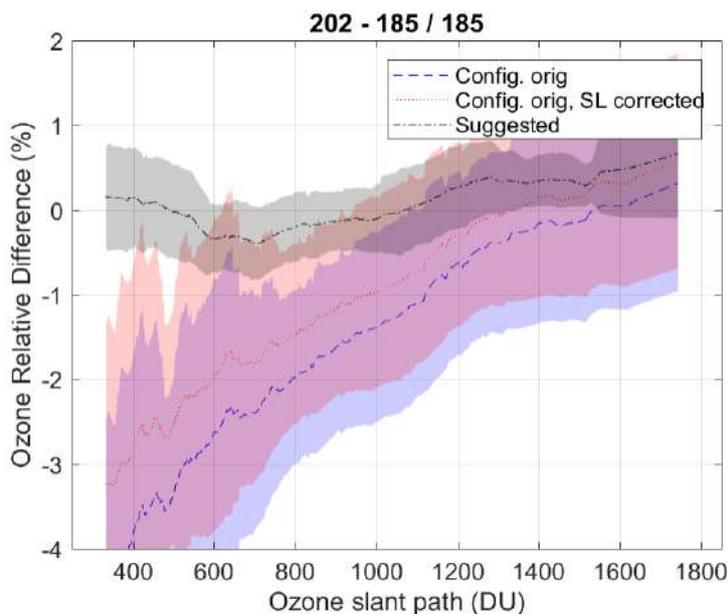


Figura 69. Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara, y configuración final para el B#202.

Calibración final

En esta campaña se ha propuesto adoptar un nuevo coeficiente de absorción, lo que implica que debe calcularse una nueva ETC (figura 69). Para la calibración final se utilizaron 414 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 152 y 158. El nuevo valor es 65 unidades inferior que el actual (1545). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 270 para R6.

Recomendaciones y comentarios

1. Se ofrecieron nuevos valores de referencia: R6 = 270 y R5 = 420.
2. Se sugiere usar una constante de DT de $2,5 \cdot 10^{-8}$ segundos.
3. Los filtros de densidad neutra tienen un excelente comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
4. No se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
5. Los test de barrido solar, realizados antes y durante la intercomparación, sugieren que el CSN actual no es el óptimo pero en esta campaña se ha optado por no llevar a cabo este cambio.
6. En la nueva calibración se ofrecen nuevos valores para el coeficiente de absorción de ozono y la ETC.

Informe de calibración

http://rbce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/202/CALIBRATION_202.pdf

Tabla 22. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	1545	1480
Valor de referencia SL R6	283	270
Cambio ratio SL R6 / ETC	> 10	
Constante DT (ns)	25	25
Coefficientes de temperatura	[0; -0,546; -0,845; -0,992; -1,044]	[0; -0,546; -0,845; -0,992; -1,044]
CSN	286	286
Coefic. absorc. ozono	0,3436	0,3444
Archivo de calibración	ICF15215.202	ICF15017.202

3.18 Brewer SDK#214. Finlandia

El Brewer SDK#214 participó en la campaña del 29 de mayo al 7 de junio de 2017 (días julianos 149 a 158). No se detectó cambio alguno en el rendimiento del instrumento durante el citado período, por lo que se utilizó el mismo conjunto de datos para evaluar el estado inicial del instrumento y para llevar a cabo la calibración final. Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 351 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 149 y 158. La calibración final se obtuvo usando 404 mediciones simultáneas.

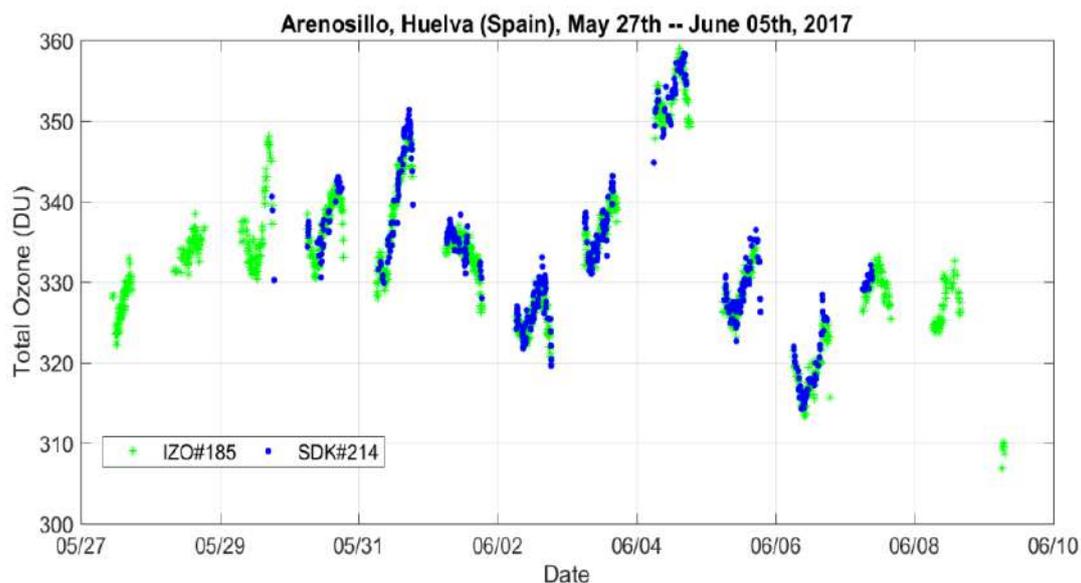


Figura 70. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#214.

Análisis histórico

Como se aprecia en la figura 72, el ICF actual da lugar a valores de ozono con una diferencia de alrededor del $-1,5\%$ (en promedio) con respecto a la referencia. Esta importante diferencia podría estar asociada al mantenimiento llevado a cabo por Kipp&Zonen en 2016. Al aplicarse la corrección de lámpara, los resultados mejoraron ligeramente con una diferencia de un $-0,5\%$ (en promedio) aproximadamente.

Los resultados del test de lámpara del Brewer SDK#214 han mostrado un comportamiento estable desde 2015, pero hubo un salto debido al viaje a El Arenosillo (figura 71). Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 216 y 255 para R6 y R5 respectivamente. Estos valores se han obtenido teniendo en cuenta la nueva referencia de tiempo muerto calculada en esta campaña. El resto de parámetros analizados (test de marcha/parada, intensidad de la lámpara Hg, archivos CZ y CI) son aceptables salvo el valor del DT, que muestra una pequeña diferencia de unas 2 unidades entre los valores original y registrado en la campaña ($2,9 \cdot 10^{-8}$).

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer SDK#214 se utilizó el período que va del día 149 al 158, que corresponde a 351 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 72, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono más bajos que el instrumento de referencia ($-1,5\%$). Sin embargo, cuando la ETC se corrige considerando la diferencia entre la lámpara estándar y la referencia R6 (corrección de lámpara), los resultados mejoran.

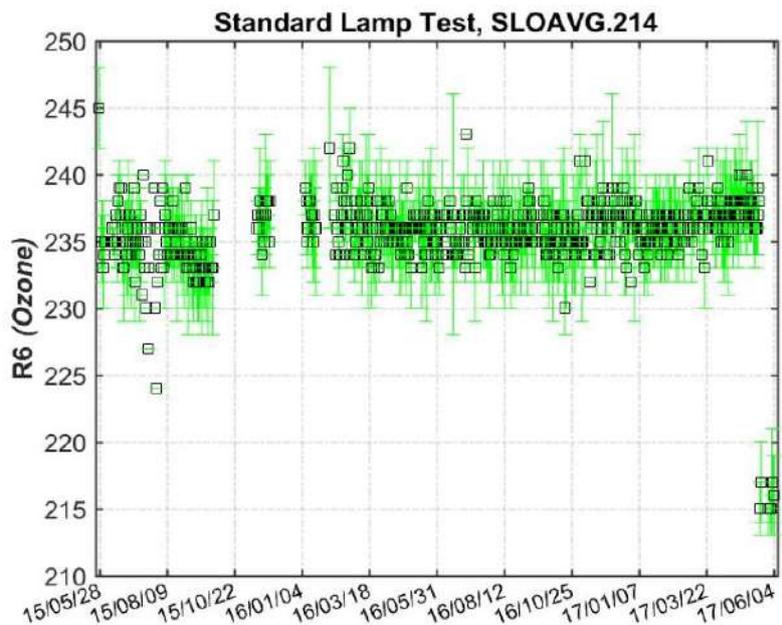


Figura 71. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#214.

Calibración final

Debido a que no puede corregirse la diferencia con el Brewer de referencia mediante la corrección de lámpara, se calculó un nuevo valor de la ETC (figura 72). Para la calibración final se utilizaron 404 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 149 y 158. El nuevo valor es aproximadamente 30 unidades inferior que el actual (1455). Por consiguiente, se recomendó utilizar esta nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 216 para R6. Por supuesto, la nueva ETC se ha calculado teniendo en cuenta la nueva referencia de tiempo muerto.

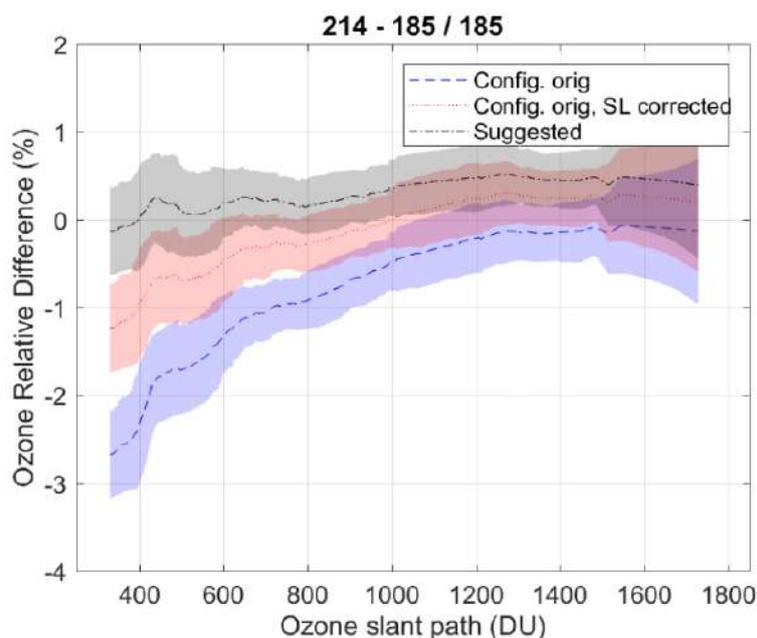


Figura 72. Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara, y configuración final para el B#214.

Recomendaciones y comentarios

1. En esta campaña se ofrecieron nuevas ratios de referencia: R6 = 215 y R5 = 255.
2. El resto de diagnósticos realizados (RS, registros AP, etc.) fueron normales, excepto en la medición del DT.
3. Se sugiere usar una constante de DT de $2,9 \cdot 10^{-8}$ segundos, que es dos unidades mayor que la propuesta durante la última intercomparación.
4. Los filtros de densidad neutra tienen un excelente comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
5. No se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
6. Los test de barrido solar sugieren que debe cambiarse el valor del CSN a 287. Sin embargo, se considera aceptable una diferencia de un paso.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/214/CALIBRATION_214.pdf

Tabla 23. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	1455	1425
Valor de referencia SL R6	234	216
Cambio ratio SL R6 / ETC	< 10	
Constante DT (ns)	27	29
Coefficientes de temperatura	[0; 0,082; 0,126; 0,078; 0,025]	[0; 0,082; 0,126; 0,078; 0,025]
CSN	286	286
Coefic. absorc. ozono	0,3458	0,3458
Archivo de calibración	icf15015.214	icf15017.214

3.19 Brewer DNK#228. Copenhagen (Dinamarca)

El Brewer DNK#228 participó en la campaña del 29 de mayo al 8 de junio de 2017 (días julianos 149 a 159). Para la evaluación de su estado inicial se utilizaron 266 mediciones de ozono directas al sol simultáneas al Brewer de referencia realizadas entre los días 151 y 158. Para la calibración final se usaron solo los días 152 a 155, con 176 mediciones simultáneas (figura 73). Es importante señalar que durante los últimos días de la campaña (156-158) este instrumento tuvo un comportamiento irregular de modo que esos días no se usaron para la calibración final.

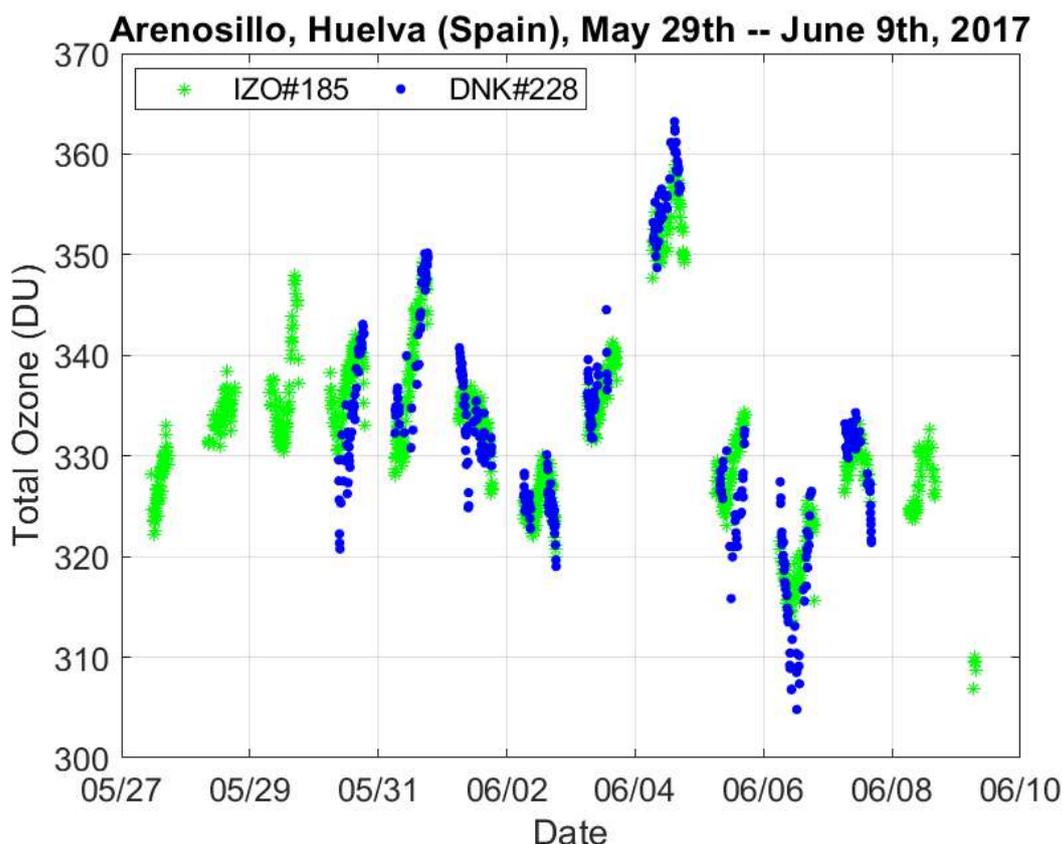


Figura 73. Intercomparación Brewer de El Arenosillo 2017 para el B#228.

Calibración original

El instrumento funciona con el archivo de configuración ICF22416.228 y el valor de referencia 242 para la ratio R6 de la lámpara estándar.

Análisis histórico

Los resultados del test de lámpara del Brewer DNK#228 muestran varios saltos a lo largo de los dos últimos años, posiblemente relacionados con el comportamiento de la intensidad de la lámpara. Durante los días de la campaña, las ratios de la lámpara estándar se estabilizaron en torno a los valores de 245 y 450 para R6 y R5 respectivamente (figura 74). Sin embargo, si se considera el nuevo tiempo muerto calculado en esta campaña, R6 y R5 toman los valores de 203 y 400 respectivamente, que se han utilizado como nuevas referencias del instrumento. El test de marcha/parada refleja que algunas rendijas presentan valores que se hallan fuera de los límites de tolerancia. Se observan malos resultados similares para las mediciones de CZ y CI.

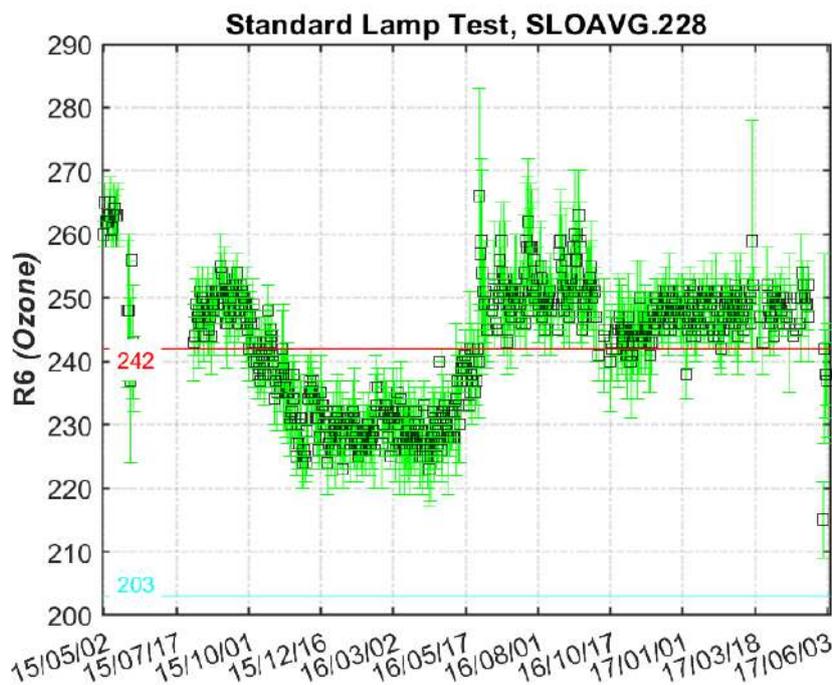


Figura 74. Ratio R6 (ozono) del test de lámpara estándar para el B#228.

Comparación inicial

Para la evaluación del estado inicial del Brewer DNK#228 se utilizó el período que va del día 151 al 158, que corresponde a 266 mediciones de ozono directas al sol casi simultáneas al Brewer de referencia. Como se muestra en la figura 75, las constantes de calibración actuales producen valores de ozono que concuerdan bien con el instrumento de referencia. En este caso, si se aplica la corrección de lámpara los resultados no mejoran significativamente.

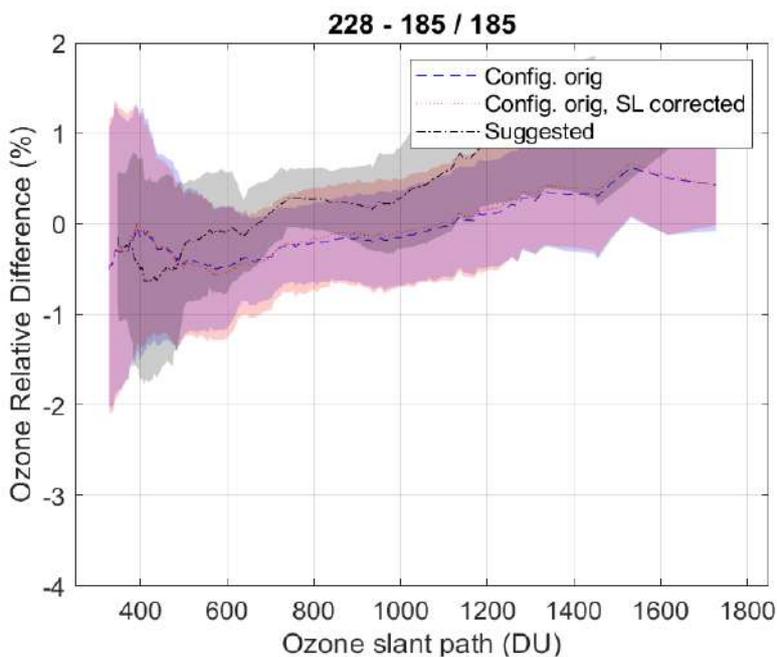


Figura 75. Relación con respecto a la referencia utilizada en la configuración inicial con y sin la corrección de lámpara, y configuración final para el B#228.

Calibración final

Debido a los cambios en el tiempo muerto y en el coeficiente de absorción de ozono propuesto, se calculó un nuevo valor de la ETC. Para la calibración final se utilizaron 172 mediciones directas al sol simultáneas realizadas entre los días 152 y 155. El nuevo valor es 20 unidades inferior que el actual (1470). Por consiguiente, se recomendó utilizar la nueva ETC junto con la nueva ratio de referencia propuesta para la lámpara estándar, 203 para R6. Se han actualizado las nuevas constantes de calibración en el ICF suministrado.

Recomendaciones y comentarios

1. Se ofrecieron nuevos valores de referencia: R6 = 203 y R5 = 400.
2. Se sugiere usar una constante de DT de $3,8 \cdot 10^{-8}$ segundos, que es 12 ns superior que la propuesta durante la última intercomparación. Este parámetro debe ser verificado con frecuencia.
3. Los filtros de densidad neutra tienen un excelente comportamiento y, por lo tanto, no se ha sugerido ningún factor de corrección.
4. Se han adoptado nuevos coeficientes de temperatura.
5. Los test de barrido solar fueron suficientemente concluyentes para analizar la posición óptica del CSN. Sin embargo, el valor obtenido no se introdujo en la calibración final debido al cambio en el DT. El CSN debería revisarse en la próxima calibración.

Informe de calibración

http://rbcce.aemet.es/svn/campaigns/are2017/latex/228/CALIBRATION_228.pdf

Tabla 24. Resumen de las constantes de calibración

<i>Parámetros</i>	<i>Configuración inicial</i>	<i>Configuración final</i>
Constante ETC para O ₃	1470	1450
Valor de referencia SL R6	242	203
Cambio ratio SL R6 / ETC	< 10	
Constante DT (ns)	26,5	38
Coefficientes de temperatura	[0; -0,90; -0,89; -1,02; -1,78]	[0; 0,01; 0,12; 0,24; 0,41]
CSN	1030	1030
Coefic. absorc. ozono	0,3456	0,341
Archivo de calibración	ICF22416.228	ICF15017.228

4. REFERENCIAS

- Ito, M. *et al.*, 2011: Observation of total ozone and UV solar radiation with Brewer Spectrophotometers on the Norikura mountains, Northern Japanese Alps, from 2009). Disponible en:
https://www.jma-net.go.jp/kousou/information/journal/2014/pdf/72_45_Ito_et.pdf.
- Gröbner, J. *et al.*, 2017: Protocol of the solar UV intercomparison at INTA, El Arenosillo, Spain from May 30 to June 7, 2017 with the travelling reference spectroradiometer QASUME from PMOD/WRC. Disponible en:
https://www.pmodwrc.ch/wcc_uv/qasume_audit/reports/2017_07_spain_INTA_RBCCE12.pdf.
- Gröbner, J. *et al.*, 2018: Final Publishable JRP Report "Traceability for atmospheric total column ozone", ENV59 ATMOZ, European Metrology Research Programme, EURAMET. Disponible en:
https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/11678/2/ENV59_Final_Publishable_JRP_Report.pdf.
- Redondas, A., 2003: Izaña atmospheric observatory, ozone absolute calibration, Langley regression method. The Eight Biennial WMO Consultation on Brewer Ozone and UV Spectrophotometer Operation, Calibration and Data Reporting.
- Redondas, A., V. Carreño, S.F. León-Luis, B. Hernández-Cruz, J. López-Solano, J.J. Rodríguez-Franco, J.M. Vilaplana, J. Gröbner, J. Rimmer, A.F. Bais, V. Savastiouk, J.R. Moreta, L. Boulkelia, N. Jepsen, K.M. Wilson, V. Shirov and T. Karppinen, 2018: EUBREWNET RBCC-E Huelva 2015 Ozone Brewer Intercomparison, Atmospheric Chemistry and Physics, 18(13), 9441-9455, <https://doi.org/10.5194/acp-18-9441-2018>.
- León-Luis, S.F., A. Redondas, V. Carreño, J. López-Solano, A. Berjón, B. Hernández-Cruz and D. Santana-Díaz, 2018: Internal consistency of the Regional Brewer Calibration Centre for Europe triad during the period 2005-2016, Atmospheric Measurement Techniques, 11, 4059-4072, <https://doi.org/10.5194/amt-11-4059-2018>.
- WMO, 2008a: The Ninth Biennial WMO Consultation on Brewer Ozone and UV Spectrophotometer Operation, Calibration and Data Reporting, GAW Report No. 175, (Delft, Netherlands, 31-May-3 June 2005) (WMO TD No. 1419), 69 pp.
- WMO, 2008b: The Tenth Biennial WMO Consultation on Brewer Ozone and UV Spectrophotometer Operation, Calibration and Data Reporting, GAW Report No. 176, (Northwich, United Kingdom, 4-8 June 2007) (WMO TD No. 1420), 61 pp.

Cuadro de mantenimiento

Fecha			27/5/2017	28/5/2017	29/5/2017	30/5/2017	31/5/2017	1/6/2017
Día juliano			147	148	149	150	151	152
		Eventos previos	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
CONDICIONES DEL TIEMPO			Nuboso en general. Nubes medias, tendiendo a mejorar por la tarde	Cubierto 8/8 por la mañana temprano, luego 1/8 de Cu extendidos	Cubierto en general por la mañana temprano con algunas nubes bajas dispersas el resto del día. Nubosidad creciente desde el mediodía	Solo pequeñas nubes en SZA altos. Despejado desde las 8AM	Condiciones perfectas, cielo despejado	Algunas pequeñas nubes bajas que cubren el Sol. Completamente despejado desde el mediodía
5	Gre				Instalado		¡¡No se pueden leer los archivos B!! Formato erróneo	
17	IOS				Instalado			
33	Esp				Instalado			DSP
53	Din				Instalado		SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	
70	Esp				Instalado		SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	Mantenimiento por la mañana. DSP
75	RU				Instalado	Problema de tiempo	SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	
82	Din				Instalado		SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	
102	Por					Instalado	El Brewer estaba bloqueado, mala orientación. Rutina NI bloqueada	¡¡Todavía intentando nivelarlo!!
117	Esp				Instalado		SC suficiente. 9.05 cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	Reinicio por la mañana temprano
126	RU				Instalado		SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	
150	Esp		Instalado					Mantenimiento por la mañana. Enviado al laboratorio. DSP
151	Esp				Instalado	Algunos problemas de comunicación	SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	
163	Sui				Instalado. Ajuste correcto		SC suficiente. 7.30 cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	7.10 Mal enfoque, perdió todos los DS hasta esta hora. 11.00 Detenido para el cambio de gel de sílice. DSP
166	Esp				Instalado		SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	Mantenimiento por la mañana. DSP
172	RU				Instalado		SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	
185	IZO		Instalado. Ajuste correcto			Problema resuelto con la sincronización de tiempo y el Teamviewer. SC suficiente. 19.00 cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado		
186	Esp				Instalado	Problema con la lámpara, no detectado	SC suficiente. 9.05 cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	Mantenimiento por la mañana, iniciada calibración UV a las 16.00. DSP. Lámparas de 1000 W por la tarde
202	Din				Instalado		SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	
214	Fin				Instalado		El Brewer se bloqueó a las 17.00 (martes). El programa informático se reinició a las 6.30 y el menú introdujo test de SC (como Tenerife)	SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado. DSP
228	Din				Instalado		SC suficiente. Cambiado a programa de O3. NI renombrado y FI cambiado	
PANDORA			Instalado					
PHANTOM					Instalado			
ERMIS					Instalado			

DECIMOSEGUNDA CAMPAÑA DE INTERCOMPARACIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE CALIBRACIÓN BREWER PARA EUROPA, HUELVA (ESPAÑA), 29 DE MAYO A 9 DE JUNIO DE 2017

Fecha		2/6/2017	3/6/2017	4/6/2017	5/6/2017	6/6/2017	7/6/2017	8/6/2017	9/6/2017
Día juliano		153	154	155	156	157	158	159	160
		Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
CONDICIONES DEL TIEMPO		Cielo despejado con algo de polvo sahariano en niveles bajos	Muy ventoso con algunas nubes en ángulos cenitales muy bajos	De nuevo ventoso por la mañana temprano con algunos cirros. Despejado desde media mañana	Cielo despejado y sin viento	Cielo despejado y sin viento	Cielo despejado y con muy poco viento	Cielo despejado por la mañana con nubosidad en aumento desde el mediodía	
5	Gre		Lámpara de 1000 W	Programa de UV	Rastreador apagado por la mañana			Embalaje	
17	IOS			Programa de UV			Lámpara de 1000 W	Embalaje	
33	Esp	Mantenimiento por la mañana	Mantenimiento por la mañana. Regreso a la azotea a las 7.00	Programa de UV			Embalaje		
53	Din	DSP	BAT por la mañana. Sustituido SL/HG	Programa de UV				Embalaje	
70	Esp	Mantenimiento por la mañana		Programa de UV. Modificado nivel de alineación óptica delantera por la tarde			Embalaje		
75	RU	DSP	Lámpara de 1000 W	Programa de UV				Embalaje	
82	Din	DSP. BAT a última hora de la tarde	Lámpara de 1000 W	Programa de UV				Embalaje	
102	Por	¡¡Todavía intentando nivelarlo!!		Programa de UV. Lámpara de 1000 W	Ciclo infinito UV por la tarde. Sin mediciones directas al sol (DS)		No se modificó el programa. 10 segundos de retraso	Fuera de memoria en NI	
117	Esp	Mantenimiento por la mañana	Cambio de software de 3.76b a 4.10. Desde hoy se usan nuevos valores del DSP				Embalaje		
126	RU	DSP	Lámpara de 1000 W	Programa de UV. 18.14 Cambiado paso de calibración a 286				Embalaje	
150	Esp	Lámparas de 1000 W por la mañana		Programa de UV			Se queda en la estación		
151	Esp	Aumentada alta tensión	Lámpara de 1000 W	Lámparas de 50 W. Error de "espacio para cadenas insuficiente" 18.45. Modificado nivel de alineación óptica delantera por la tarde			Embalaje		
163	Sui			Programa de UV			Embalaje		
166	Esp		Mantenimiento por la mañana	Lámparas de 50 W			Embalaje		
172	RU	DSP	Lámpara de 1000 W	Programa de UV				Embalaje	
185	IZO			Programa de UV. Corrección del coseno al mediodía			Lámpara de 1000 W	No tenía programa de O3 para hoy	
186	Esp	Nuevo ICF: icf15317.186		Programa de UV	Sustituido el filtro 4	Lámpara de 1000 W. Nuevo UVR: uvr15717.186	Embalaje + lámparas 50 W		Embalaje
202	Din	DSP	Lámpara de 1000 W	Programa de UV				Embalaje	
214	Fin		Lámpara de 1000 W	Programa de UV			Embalaje		
228	Din	DSP	Lámpara de 1000 W	Programa de UV	Limpieza y engrasado del micrómetro			Embalaje	
PANDORA					Embalaje				
PHANTOM								Embalaje	
ERMIS					Embalaje				

Glosario

Abreviatura	Significado en inglés	Significado en español
CI	Scan to the internal Standard Lamp	Escaneo de la lámpara estándar interna
CSN	Cal step number	Posición en pasos del micrómetro en la medida de ozono
CZ	Custom Scan generally to the internal lamps	Barrido personalizado generalmente en las lámparas internas
DSP	Dispersion File / Relation	Archivo (relación) de dispersión
DT	Dead Time (fotomultiplier)	Tiempo muerto del fotomultiplicador
Hg	Internal Mercury Lamp	Lámpara interna de mercurio
HL	Scan to the Internal Mercury Line of 295.nm	Barrido de la línea 295 nm de la lámpara interna de mercurio
HS	Scan to the Internal Mercury Line of 345.nm	Barrido de la línea 345 nm de la lámpara interna de mercurio
ICF	Instrument Constant File	Archivo de constantes del instrumento
OSC	Ozone Slant Column	Camino óptico de ozono
R5	Ratio 5, Standard Lamp SO ₂ Ratio	Ratio 5, ratio de SO ₂ de la lámpara estándar
R6	Ratio 6, Standard Lamp Ozone Ratio	Ratio 6, ratio de ozono de la lámpara estándar
RS	Run Stop test	Test de marcha/parada
SC	Sun-scan	Barrido solar
SL	Standard Lamp	Lámpara estándar
SZA	Solar zenith angle	Ángulo cenital solar
TC	Temperature Coefficients	Coefficientes de temperatura

Lista de participantes

<i>País</i>	<i>Brewer</i>	<i>Institución</i>	<i>Participantes</i>
Grecia	5	Universidad de Tesalónica	Alkis Bais
Grecia		Universidad de Tesalónica	Illias Fountitakis
Canadá	17	IOS International Ozone Service	Vladimir Savastiouk
Canadá		IOS International Ozone Service	Mike Brohart
Canadá		Universidad de York	Tom McElroy
España	185	AEMET - CIAI	Alberto Redondas
España		AEMET - CIAI	Sergio León
España		AEMET - CIAI	Virgilio Carreño
España		AEMET - CIAI	Francisco Parra
España	150	INTA	J. M. Vilaplana
España		Universidad de Extremadura	Antonio Serrano
España		Universidad de Extremadura	Ana Álvarez Piedehierro
España		Universidad de Extremadura	Guadalupe Sánchez Hernández
España	33, 186	AEMET	J. M. San Atanasio
España	70	AEMET	Juan R. Moreta
España	166	AEMET	Ana María Díaz
España	117	AEMET	Arcadio Blasco Loureiro
España	151	AEMET	Francisco García
Reino Unido	75, 126, 172	Universidad de Mánchester	John Rimmer
Suiza	163	Centro Radiométrico Mundial	Julian Groebner
Suiza		Centro Radiométrico Mundial	Natalia Kouremeti
Suiza		Centro Radiométrico Mundial	Luca Egli
Dinamarca	202, 228	Instituto Meteorológico Danés	Paul Eriksen
Dinamarca	53, 82	Instituto Meteorológico Danés	Niss Jepsen
Finlandia	214	Instituto Meteorológico Finandés	Tomi Karppinen
Portugal	102	Instituto Portugués del Mar y de la Atmósfera	Diamantino
Portugal		Instituto Portugués del Mar y de la Atmósfera	Linda Moniz

LISTA DE LOS ÚLTIMOS INFORMES DE LA VAG*

247. Izaña Atmospheric Research Center Activity Report 2017-2018, 2019.
246. Thirteenth Intercomparison Campaign of the Regional Brewer Calibration Center Europe (RBCC-E), Arosa Lichtklimatisches Observatorium, Switzerland, 30 July to 8 August 2018.
245. An Integrated Global Greenhouse Gas Information System (IG3IS) Science Implementation Plan, 2019.
244. Report of the 2017 Global Atmosphere Watch Symposium and Fourth Session of the CAS Environmental Pollution and Atmospheric Chemistry Scientific Steering Committee (EPAC SSC), Geneva, Switzerland, 10-13 April 2017, 2019.
243. Report of the Fifth Erythemal UV Radiometers Intercomparison, Buenos Aires, Argentina, 2019.
242. 19th WMO/IAEA Meeting on Carbon Dioxide, Other Greenhouse Gases and Related Tracers Measurement Techniques (GGMT-2017), Dübendorf, Switzerland, 27-31 August 2017, 2018.
241. SPARC/IOC/GAW Report on Long-term Ozone Trends and Uncertainties in the Stratosphere, SPARC Report No. 9, WCRP-2017/2018, GAW Report No. 241, 2018.
240. Report of the Second International UV Filter Radiometer Intercomparison UVC-II, Davos, Switzerland, 25 May-5 October 2017, 212 pp., 2018.
239. Calibration Methods of GC- \square ECD for Atmospheric SF₆ Measurements, 26 pp., 2018.
238. The Magnitude and Impacts of Anthropogenic Atmospheric Nitrogen Inputs to the Ocean, Reports and Studies GESAMP No. 97, 47 pp., 2018.
237. Final Report of the 44th Session of GESAMP, Geneva, Switzerland, 4-7 September 2017, Reports and Studies GESAMP No. 96, 115 pp., 2018.
236. Izaña Atmospheric Research Center: Activity Report 2015-2016, 178 pp., 2017.
235. Vegetation Fire and Smoke Pollution Warning and Advisory System (VFSP-WAS): Concept Node and Expert Recommendations, 45 pp., 2018.
234. Global Atmosphere Watch Workshop on Measurement-Model Fusion for the Global Total Atmospheric Deposition (MMF-GTAD), Geneva, Switzerland, 28 February to 2 March 2017, 45 pp., 2017.
233. Report of the Third Session of the CAS Environmental Pollution and Atmospheric Chemistry Scientific Steering Committee (EPAC SSC), Geneva, Switzerland, 15-17 March 2016, 44 pp., 2018.
232. Report of the WMO/GAW Expert Meeting on Nitrogen Oxides and International Workshop on the Nitrogen Cycle, York, UK, 12-14 April 2016, 62 pp., 2017.
231. The Fourth WMO Filter Radiometer Comparison (FRC-IV), Davos, Switzerland, 28 September – 16 October 2015, 65 pp., November 2016.
230. Airborne Dust: From R&D to Operational Forecast 2013-2015 Activity Report of the SDS-WAS Regional Center for Northern Africa, Middle East and Europe, 73 pp., 2016.
229. 18th WMO/IAEA Meeting on Carbon Dioxide, Other Greenhouse Gases and Related Tracers Measurement Techniques (GGMT-2015), La Jolla, CA, USA, 13-17 September 2015, 150 pp., 2016.
228. WMO Global Atmosphere Watch (GAW) Implementation Plan: 2016-2023, 81 pp., 2017.

DECIMOSEGUNDA CAMPAÑA DE INTERCOMPARACIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE CALIBRACIÓN BREWER PARA EUROPA, HUELVA (ESPAÑA), 29 DE MAYO A 9 DE JUNIO DE 2017

227. WMO/GAW Aerosol Measurement Procedures, Guidelines and Recommendations, 2nd Edition, 2016, WMO-No. 1177, ISBN: 978-92-63-11177-7, 101 pp., 2016.
226. Coupled Chemistry-Meteorology/Climate Modelling (CCMM): status and relevance for numerical weather prediction, atmospheric pollution and climate research, Geneva, Switzerland, 23-25 February 2015 (WMO-No. 1172; WCRP Report No. 9/2016, WWRP 2016-1), 165 pp., May 2016.
225. WMO/UNEP Dobson Data Quality Workshop, Hradec Kralove, Czech Republic, 14-18 February 2011, 32 pp., April 2016.
224. Ninth Intercomparison Campaign of the Regional Brewer Calibration Center for Europe (RBCC-E), Lichtklimatisches Observatorium, Arosa, Switzerland, 24-26 July 2014, 40 pp., December 2015.
223. Eighth Intercomparison Campaign of the Regional Brewer Calibration Center for Europe (RBCC-E), El Arenosillo Atmospheric Sounding Station, Huelva, Spain, 10-20 June 2013, 79 pp., December 2015.
222. Analytical Methods for Atmospheric SF₆ Using GC- \square ECD, World Calibration Centre for SF₆ Technical Note No. 1., 47 pp., September 2015.
221. Report for the First Meeting of the WMO GAW Task Team on Observational Requirements and Satellite Measurements (TT-ObsReq) as regards Atmospheric Composition and Related Physical Parameters, Geneva, Switzerland, 10-13 November 2014, 22 pp., July 2015.
220. Report of the Second Session of the CAS Environmental Pollution and Atmospheric Chemistry Scientific Steering Committee (EPAC SSC), Geneva, Switzerland, 18-20 February 2015, 54 pp., June 2015.
219. Izaña Atmospheric Research Center, Activity Report 2012-2014, 157 pp., June 2015.
218. Absorption Cross-Sections of Ozone (ACSO), Status Report as of December 2015, 46 pp., December 2015.
217. System of Air Quality Forecasting And Research (SAFAR – India), 60 pp., June 2015.
216. Seventh Intercomparison Campaign of the Regional Brewer Calibration Center Europe (RBCC-E), Lichtklimatisches Observatorium, Arosa, Switzerland, 16-27 July 2012, 106 pp., March 2015.

Puede consultarse la lista completa en:

<http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw-reports.html>

http://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=etagere_see&id=144#.WK2TTBiZNB

Para obtener más información, póngase en contacto con:

Organización Meteorológica Mundial

Departamento de Investigación

Subdivisión de Investigación Atmosférica y del Medio Ambiente

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Genève 2 – Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 81 11 – Fax: +41 (0) 22 730 81 81

Correo electrónico: GAW@wmo.int

Sitio web: <https://public.wmo.int/en/programmes/global-atmosphere-watch-programme>