CALIBRACIÓN DEL EQUIPO ESPECTROFOTÓMETRO DOBSON Nº087

Instructivo: IN-DMA-006

Versión: 01

SUBDIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO – DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EVALUACIÓN AMBIENTAL ATMOSFÉRICA

Elaborado por:	Jhojan Pool Rojas Quincho Subdirector Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico Juan Tacza Ordoñez Especialista Ambiental IV Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico Julia Amelia Astudillo Capcha Asistente Técnico Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico	**Firma:**
Revisado por:	Sonia del Carmen Huamán Lozano Directora Unidad de Modernización y Gestión de la Calidad	**Firma:**
Aprobado por:	Vannia Jaqueline Aliaga Nestares Directora Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica **Dueña del proceso**	**Firma:**

1. OBJETIVO

Establecer las actividades para la calibración del espectrofotómetro Dobson 087, en el Observatorio de Vigilancia Atmosférica (OVA) Marcapomacocha.

2. DESARROLLO

2.1 Materiales requeridos

- 01 tabla Q[1] calibrada para el OVA Marcapomacocha (Anexo 1: Tabla Q calibrada para el OVA Marcapomacocha).
- 01 espectrofotómetro Dobson N° 087[2], en adelante denominado espectrofotómetro Dobson
- 01 formato de calibración[3] (Ver Anexo 2: Formato de calibración)
- 01 lámpara de mercurio
- 03 lámparas estándar (87-Q5; 87R-63; 87-Q7)
- 01 software Dobson 4.0 para el cálculo de CTO (Columna Total de Ozono) en unidades Dobson
- 01 multímetro

2.2 Operaciones

Las características espectrales del espectrofotómetro Dobson pueden variar con el paso del tiempo. Para corregir estar variaciones y aplicar las correcciones o ajustes necesarios, es esencial realizar la calibración mensual al espectrofotómetro Dobson utilizando para ello dos tipos de lámparas:

a) Una **Lámpara de mercurio (Hg)**: La calibración del espectrofotómetro Dobson comienza con el uso de una lámpara de mercurio, la cual es la que emite líneas espectrales. Estas líneas sirven para ajustar y calibrar el espectrofotómetro Dobson, asegurando que las mediciones subsiguientes sean precisas.

b) Tres **lámparas estándar (87-Q5, 87R-63, 87-Q7)**: Una vez completada la calibración inicial con la lámpara de mercurio, se utilizan tres lámparas estándar. Estas emiten luz en longitudes de onda específicas, lo que permite realizar ajustes más precisos en los prismas, espejos y otros componentes ópticos del espectrofotómetro Dobson.

El objetivo de la calibración utilizando las lámparas antes mencionadas es corregir las posibles variaciones espectrales en el espectrofotómetro Dobson para garantizar la precisión y consistencia de las mediciones de ozono realizadas durante el mes. Esto asegura que los datos obtenidos sean confiables para el monitoreo del ozono atmosférico.

La calibración se llevará a cabo en el día 1 y 3 de cada mes sin excepción, asegurando así un mantenimiento regular y preciso del espectrofotómetro Dobson.

Esta calibración se realizará en el Área de Ozono, a puerta cerrada. Una vez iniciada la calibración, es importante evitar salir o entrar de la mencionada área.

A continuación, se detalla los pasos de la calibración de espectrofotómetro Dobson utilizando la lámpara de mercurio (Hg) y lámpara(s) estándar:

---

[1] Tabla que contiene los valores de las longitudes de onda A y D en función de la temperatura.

[2] Instrumento óptico que permite medir la columna total de ozono.

[3] El formato de calibración es un formulario donde se debe ingresar los datos obtenidos en la calibración del espectrofotómetro Dobson tanto con la lámpara de mercurio (Hg) y las lámparas estándar (87-Q5; 87R-63; 87-Q7).
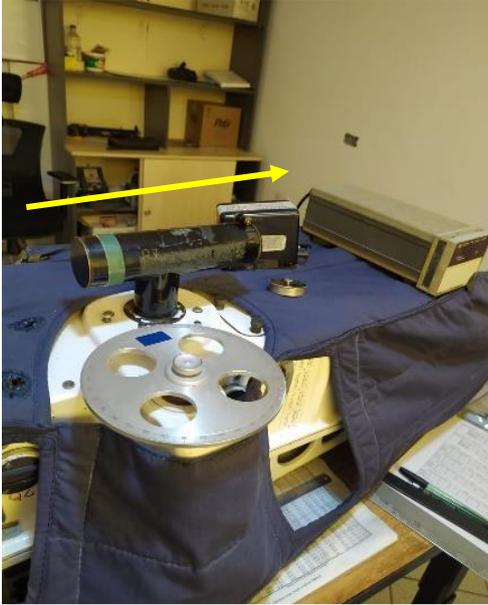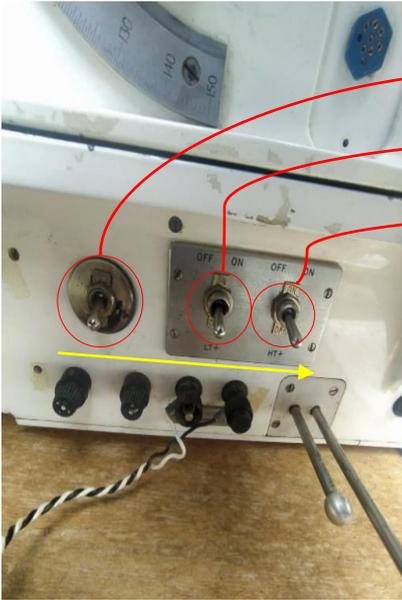
N°	Actividad
	Calibración del espectrofotómetro Dobson con la lámpara de mercurio (Hg)
1	Antes de iniciar, verificar que las perillas inferiores de sensibilidad del espectrofotómetro estén cerradas (giro anti horario). *Figura 1: Perillas inferiores del espectrofotómetro Dobson*
2	Conectar el cable de extensión eléctrica al tomacorriente del flujo eléctrico del OVA Marcapomacocha (220V). Luego, conectar el estabilizador de voltaje a la extensión eléctrica (220V) y, por último, conectar el espectrofotómetro Dobson al estabilizador de voltaje (110V). *Figura 2: Circuito desde el tomacorriente del flujo eléctrico del OVA hasta el Espectrofotómetro Dobson N° 087*
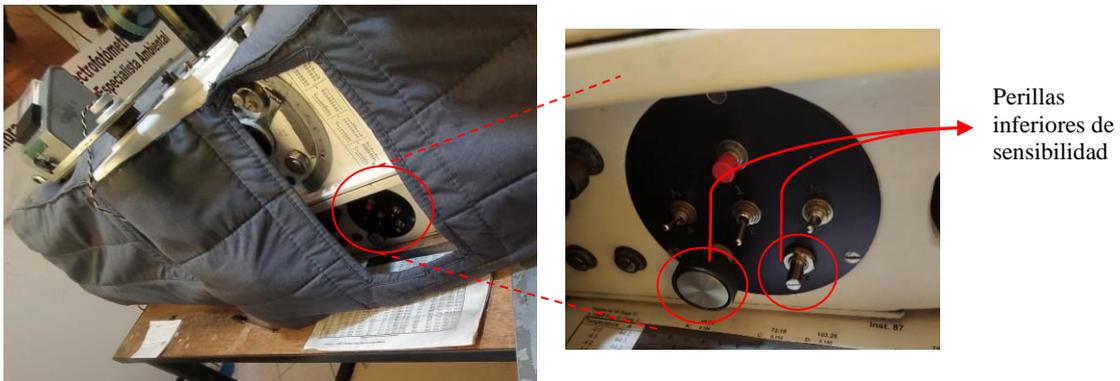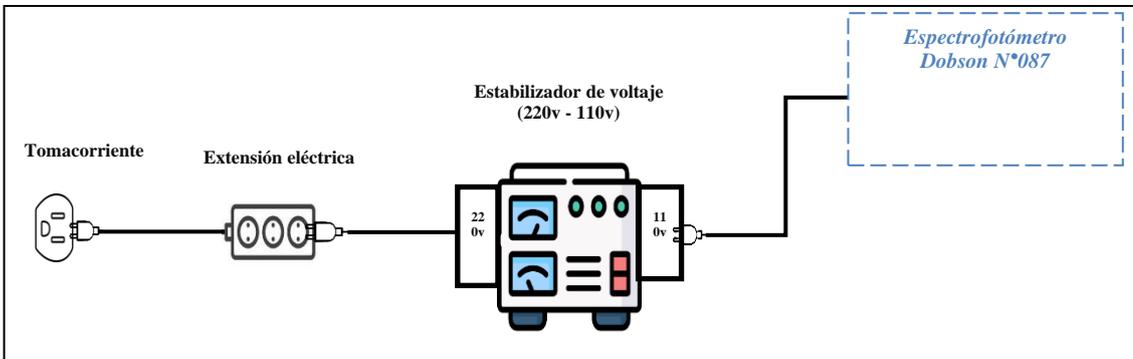
N°	Actividad
3	Conectar el reloj digital HP-IB a la extensión eléctrica y configurar el horario. *Figura 3: Reloj digital HP-IB*
4	Conectar las puntas de prueba (+ y -) del multímetro a la extensión eléctrica y verificar que el flujo eléctrico marque 220V. Debido a caídas de tensión, se permite un valor mínimo tolerable de 217V, ya que el área de ozono, donde se realiza la calibración, está aproximadamente a 50 metros del tablero principal del OVA Marcapomacocha. Es crucial asegurar que la energía eléctrica sea estable; Si se detecta inestabilidad, se recomienda detener la calibración. No obstante, en este caso, se destaca que la caída de tensión es estable. Además, cabe recordar que el OVA Marcapomacocha utiliza energía solar y dispone de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), lo que garantiza un suministro confiable y constante. *Figura 4: Multímetro marcando 218V*

N°	Actividad
5	Enlazar la lámpara de mercurio (Hg) con la fuente de voltaje. **Enlace** (lámpara Hg – fuente de voltaje) **Fuente de Voltaje** **Lámpara Hg.** *Figura 5: Enlace (lámpara Hg - fuente de voltaje)*
6	Conectar el enlace (lámpara Hg – fuente de voltaje) a la extensión eléctrica (220V). Luego, encender la fuente de voltaje para precalentar la lámpara de Hg durante 30 segundos. Después, apagar la fuente de voltaje y desconectar el enlace de la extensión eléctrica. *Figura 6: Interruptor para el encendido y apagado de la fuente de voltaje*
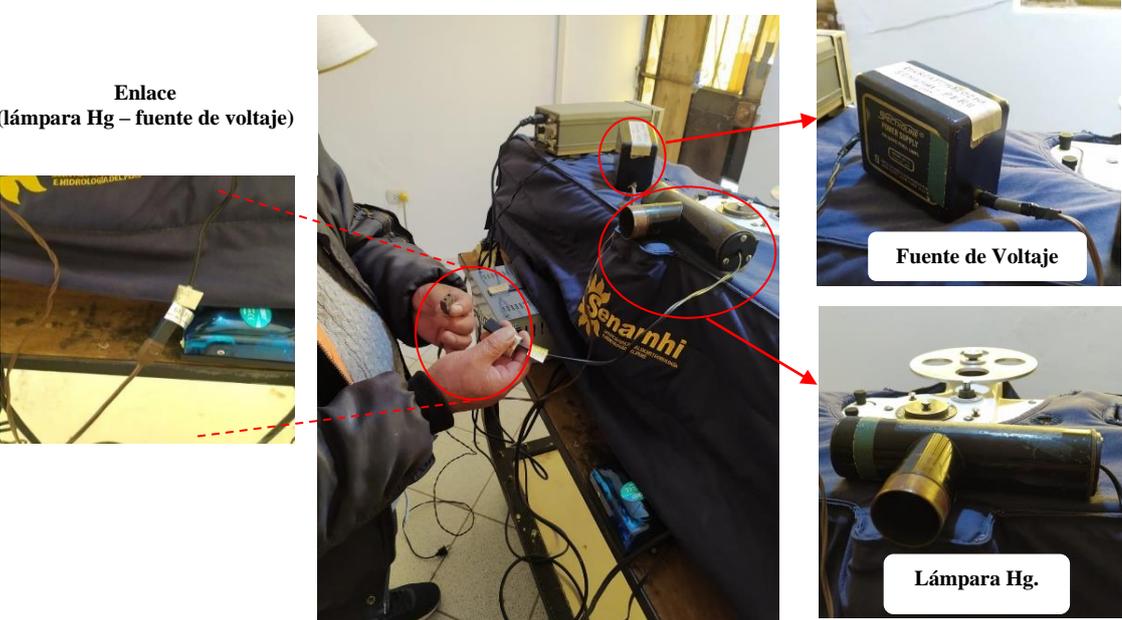
N°	Actividad
7	Conectar el enlace (lámpara Hg – fuente de voltaje) al estabilizador de voltaje (110V). Luego, encender la fuente de voltaje para que la lámpara de Hg alcance un color azulado estable. **No desconectar el enlace del estabilizador de voltaje.** *Figura 7: Lámpara de Hg alcanzando un color azulado estable*
8	Retirar la tapa protectora del difusor (S-1). No quitar el filtro difusor de cuarzo. *Figura 8: Se retira la tapa protectora*
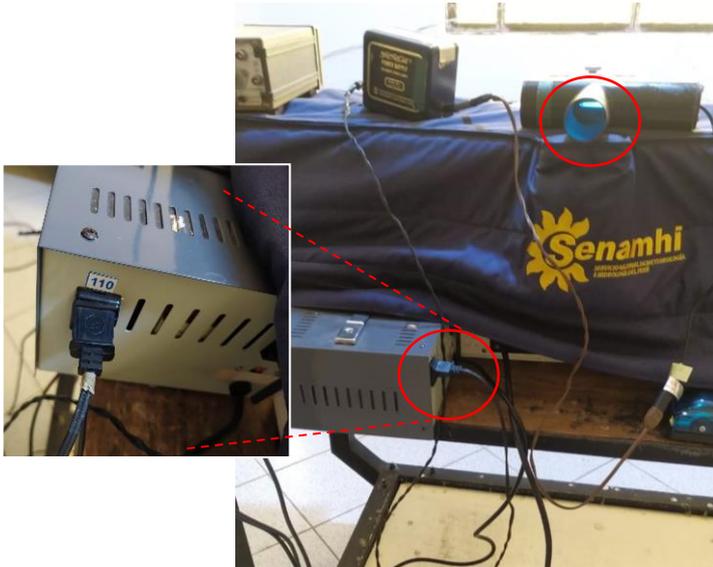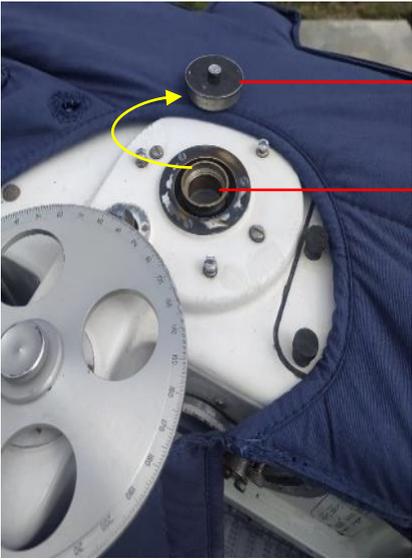
N°	Actividad
9	Teniendo en cuenta que el enlace (lámpara Hg – fuente de voltaje) sigue conectado al estabilizador de voltaje, instalar la lámpara Hg en la ventana del difusor (S-1), posicionándola sobre la entrada de luz, con el extremo largo apuntando hacia el termómetro del Espectrómetro Dobson.|1 ***Figura 9:*** *Dirección hacia el termómetro*
10	Encender el motor del espectrofotómetro Dobson (interruptor de alimentación). Luego, encender el interruptor de bajo voltaje (LT+1) y finalmente el interruptor de alto voltaje (HT+). ***Figura 10:*** *Interruptores del espectrofotómetro Dobson*

N°	Actividad
11	Esperar 20 minutos aproximadamente para que la emisión de la lámpara de Hg y la temperatura del Espectrofotómetro Dobson se estabilicen.
12	Una vez transcurrido el tiempo especificado, leer la temperatura con la ayuda del termómetro del espectrofotómetro Dobson y proceda a registrar la **temperatura inicial** (Start), **la fecha** (Date) y **la hora de inicio** (Time) en el formato de calibración Dobson, en la sección del Mercury Test.

Figura 11: Lectura de Tº con el termómetro del espectrofotómetro Dobson
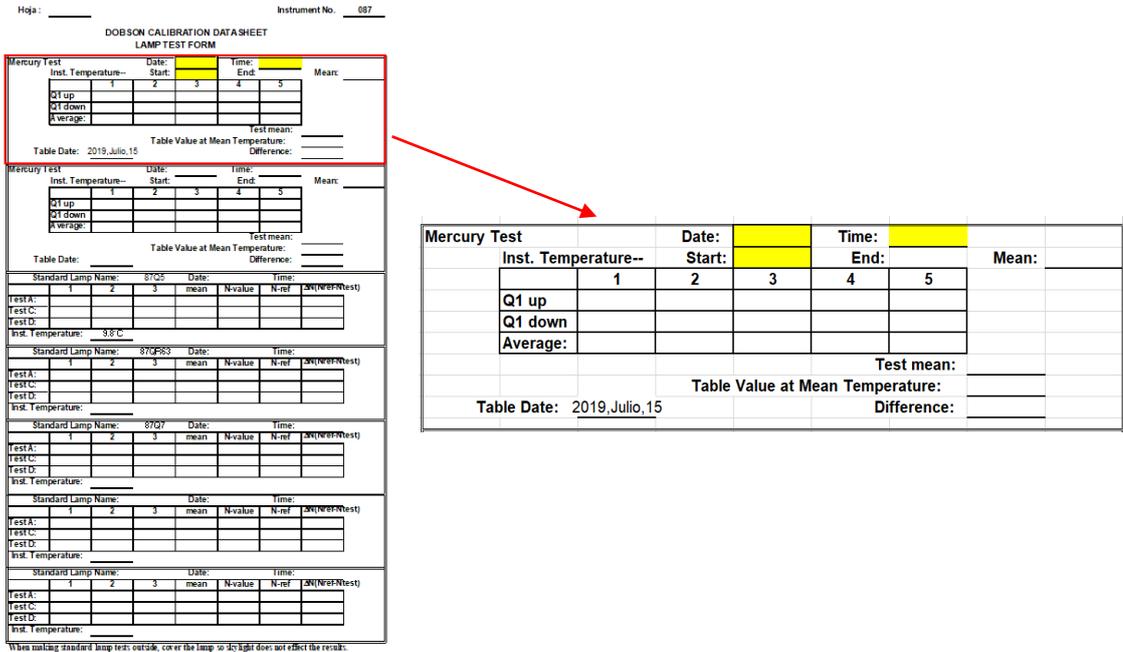
Figura 12: Registro de la temperatura, fecha y hora de inicio en el Formato de calibración Dobson

N°	Actividad
13	Para iniciar la calibración, invertir la polaridad (Shutter) hacia abajo, mediante el interruptor ubicado en la parte posterior del microamperímetro.

Adelante   *Detrás*

Shutter
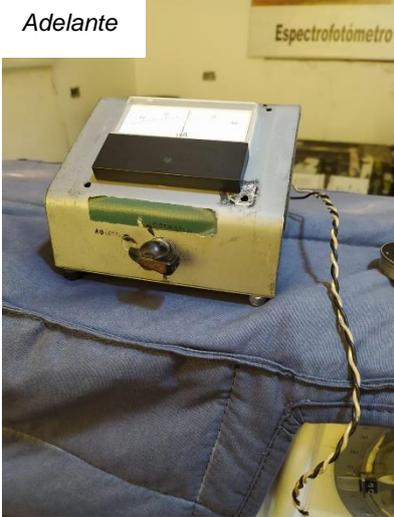
Figura 13: *Microamperímetro*

N°	Actividad
14	Buscar en la tabla Q' la temperatura obtenida en el paso 12, y obtener el valor correspondiente de Hg (en la columna **"Hg")** para dicha temperatura. Por ejemplo, si la T°=11.0, entonces Hg=79.25, este último dato se coloca en la palanca "Q1".

Tabla Q'

Values at 15 Degs C: 46.31   72.18   103.26   79.88
Coeff Deg. Q / Deg. C : A: 0.104   C: 0.153   D: 0.150   Hg3129: 0.155

Temperature	A	C	D	HG
10.0	45.8	71.4	102.5	79.10
10.5	45.8	71.5	102.6	79.20
11.0	45.9	71.6	102.7	79.25
11.5	45.9	71.6	102.7	79.35
12.0	46.0	71.7	102.8	79.40

Figura 14: *Datos (Hg) para la palanca Q1*

N°	Actividad
15	Tener en cuenta que los datos para la palanca "Q2" ya están estipulados en la tabla Q'. Por ejemplo, para una **Tº = 15**, el valor de **Hg = 79.90**.

Tabla Q'

Figura 15: *Datos (Hg) para la palanca Q2*

N°	Actividad
16	Una vez obtenidos los datos (Hg) para las palancas Q1 y Q2, ajustar las palancas en la regla angular en el valor obtenido para cada una. Por ejemplo, colocar Q1=79.25 y Q2=79.90.

Regla Angular
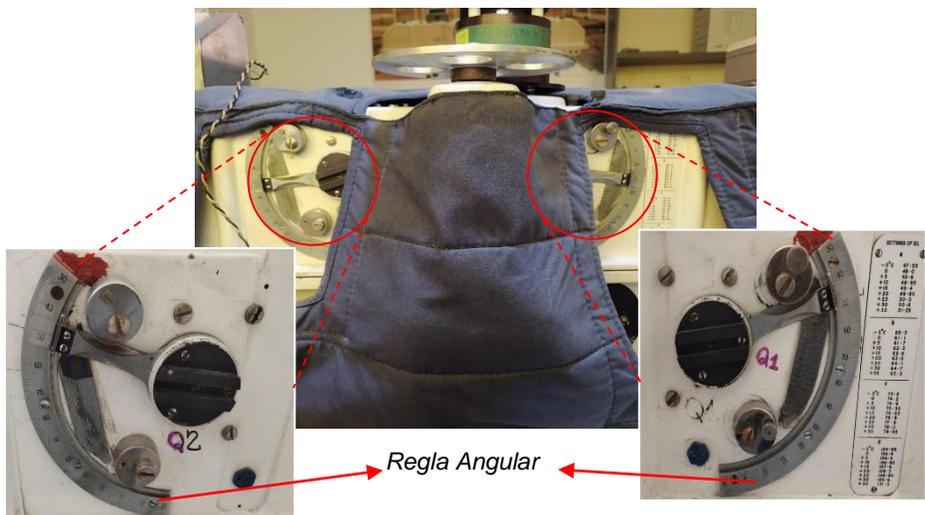
Figura 16: *Ajuste de las palancas Q1 y Q2 (foto referencial)*

N°	Actividad
17	Luego, posicionar el disco R-dial en el punto de 300° (todo a la izquierda). *Figura 17:* Disco R-dial en 300º
18	Abrir la llave del microamperímetro (freno) girando suavemente en sentido horario hasta el tope. *Figura 18:* Girado en sentido horario para abrir la llave del microamperímetro
19	Abrir (giro horario) lentamente la llave de sensibilidad de la perilla derecha, asegurándose de que la lectura del microamperímetro no supere los 36 µA (Ver figura 19). Luego, mover la palanca "Q1" hacia abajo hasta alcanzar su punto máximo, observando que la aguja del microamperímetro retroceda y marque 20 µA. (Ver figura 20)

N°	Actividad
	Figura 19: Giro horario de la perrilla derecha, sin sobrepasar los 36 µA
	Figura 20: Baje la palanca Q1, viendo que el micro amperímetro retroceda hasta 20 µA.
20	Nuevamente abrir (giro horario) la sensibilidad de la perilla derecha hasta que la aguja del microamperímetro marque cercano a 40 µA.
	Figura 21: Abra la perrilla derecha, sin pasar los 40 uA.

N°	Actividad
21	Cuando el microamperímetro marque 40 µA, mover la palanca Q1 hacia arriba hasta que la aguja del microamperímetro retroceda y marque 20 µA. Registrar la primera lectura que marque la posición de la palanca Q1, en el formato de calibración Dobson, en la sección Mercury Test, específicamente en la primera lectura de (Q1 up).

Figura 22: Suba la palanca Q1, viendo que el micro amperímetro retroceda hasta 20 µA.

Figura 23: Toma de la lectura de la palanca Q1 y registro en (Q1-Up).

N°	Actividad
22	Mover hacia abajo la palanca "Q1". La aguja del microamperímetro aumentará hasta cierto punto y luego alcanza un *punto de inflexión donde descenderá*. Soltar la palanca cuando la aguja del microamperímetro *no tenga una lectura menor a los 20 µA*. Registrar la lectura que indique la nueva posición de la palanca Q1 en el formato de calibración, en la sección Mercury Test, específicamente en la primera lectura de (Q1 down). *Figura 24: Toma de la lectura de la palanca Q1 y registrar en (Q1-down).*
23	Luego, subir nuevamente la palanca "Q1" observando que la aguja del microamperímetro aumenta, alcanzando un punto de inflexión y descenderá, soltar la palanca cuando la aguja del microamperímetro no tenga una lectura menor a los 20 µA y luego registrar la lectura. A continuación, bajar la palanca "Q1" observando el mismo comportamiento de la aguja. Repetir este paso con 5 pares (Q1 up y Q1 down), hasta completar los demás casilleros del formato de c**alibración,** en la sección Mercury Test. *Figura 25: Llenado del formato*

N°	Actividad
24	Una vez finalizado, leer la Temperatura Final del espectrofotómetro Dobson. Y, registrar esta temperatura en el campo de **hora final (End)** del formato de Calibración Dobson, en la sección Mercury Test, *Figura 26: Toma de lectura de la Tº final y anotarla.*
25	Mover las palancas "Q1" y "Q2" hacia arriba llegando al tope máximo
26	Cerrar completamente (giro antihorario) la sensibilidad de la perilla derecha a cero.
27	Colocar en cero el disco R-dial.
28	Cerrar la llave del microamperímetro (freno), girando suavemente de forma antihoraria hasta el tope.
29	Invertir la polaridad (Shutter hacia arriba), esta es la llave que se ubica en la parte posterior del microamperímetro (ver figura 13).
30	No apagar el espectrofotómetro Dobson, porque a continuación se realizará la calibración con la(s) lámpara(s) estándar.
31	Apagar la fuente de voltaje utilizando el interruptor que se ubica en la parte trasera del misma.
32	Retirar con sumo cuidado la lámpara de mercurio del difusor (S-1)
33	Desenlazar (lámpara de Hg – fuente de voltaje) y almacenarlos en su lugar correspondiente.
34	Desconectar las puntas de prueba (+; -) del multímetro de la extensión eléctrica y apagar el multímetro.
35	Colocar la tapa protectora del difusor (S-1). Y con ello finaliza la calibración del espectrofotómetro Dobson utilizando la lámpara de Mercurio (Hg.).
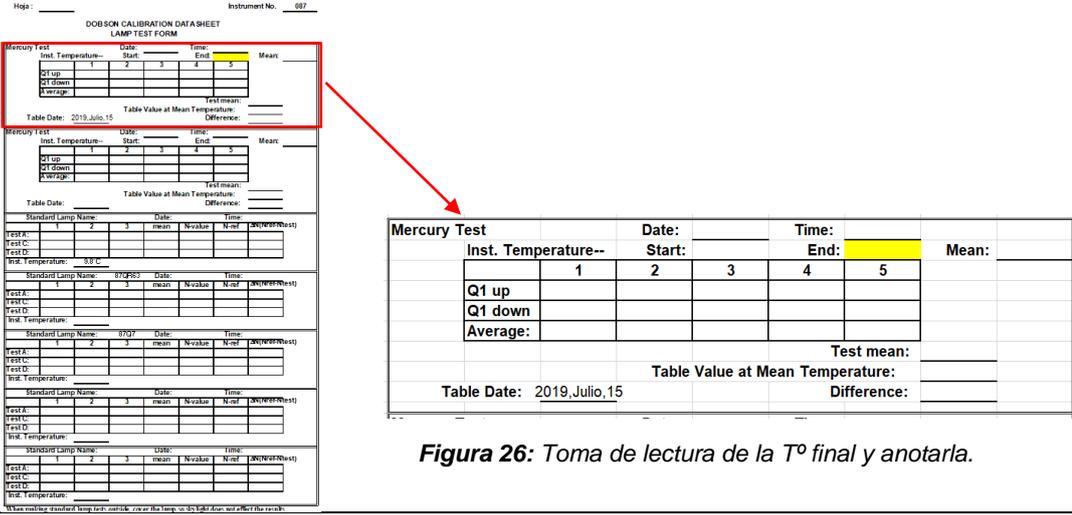
N°	Actividad
36	El llenado completo de los datos obtenidos en el instructivo de calibración, en la sección "Mercury Test" del formato de calibración Dobson, deberá realizarse conforme al ejemplo de la figura 27. **Figura 27:** *Datos obtenidos.*
37	Luego, calcular **la media (Mean) de las dos temperaturas** (inicio y final) obtenidas durante la calibración y registrarla en el formato de Calibración Dobson. **Figura 28:** *Cálculo de la media de las temperaturas.*
38	Calcular y registrar **el promedio (average)** de los datos (Q1 up; Q1 down) para cada una de las columnas (1, 2, 3, 4, 5). **Figura 29:** *Cálculo del promedio (Q1 up; Q1 down)*

N°	Actividad
39	Luego, calcular y registrar **la media (Test Mean) de los promedios** obtenidos anteriormente.

Figura 30: Calculo de la media de los promedios de (Q1 up; Q1 down)

N°	Actividad
40	Determinar el **Valor de la Tabla a la Temperatura Media** (Table Value at Mean Temperature), que sería **Hg**, buscar en la tabla Q' **el valor más próximo** a la Temperatura Media obtenida en el paso 37, y en la misma fila localizar el valor asociado a Hg y regístrelo en el formato de calibración.

- Ejemplo: Si el valor de la Temperatura Media (Mean) obtenido en el **paso 37** fue 10.1, el valor más próximo en la tabla Q' es 10.0. Con este valor, localice en la misma el valor asociado a Hg, que en este caso es 79.10.

Tabla Q'

Figura 31: *Localización del valor para Hg*

Figura 32: Registro del Valor de la Tabla a la Temperatura Media

N°	Actividad
41	Con el resultado anterior, calcular **la diferencia (difference)** entre el Promedio de la Prueba **(Test Mean)** y el Valor de la Tabla a la Temperatura Media **(Table Value at Mean Temperature)**.

Figura 33: Registro de la difference |
| 42 | El llenado en la sección "Mercury Test" del formato de calibración del espectrofotómetro Dobson se realizan los días 01 y 03 de cada mes; para ello, se utilizan los datos obtenidos de la calibración del espectrofotómetro Dobson con la lámpara de mercurio, Teniendo como resultado las figuras 34 y 35.

Figura 34: Registro de la difference del día 01

Figura 35: Registro de la difference del día 03 |

Una vez completada la calibración espectrofotómetro Dobson con la lámpara de Mercurio, (paso 35), se continúa con la calibración del mismo equipo empleando la(s) lámpara(s) estándar.

N°	Actividad
	Calibración del espectrofotómetro Dobson con lámparas estándar
	Esta calibración se realiza luego de haber culminado con la calibración de lámpara de mercurio.
43	Determinar qué lámpara(s) estándar se utilizará(n) en el mes en curso, conforme al cronograma establecido.

		CRONOGRAMA DE LAMPARAS ESTANDAR										
Mes	Ene.	Feb.	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Lamparas Estandar	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5	87 - Q5
	-	87 - QR63	-	-	87 - QR63	-	-	87 - QR63	-	-	87 - QR63	-
	-	-	-	-	87 - Q7	-	-	-	-	-	87 - Q7	-

Figura 36: Cronograma de las lámparas estándar

N°	Actividad
44	Tener en cuenta que en el paso 30 se menciona que no se debe apagar el espectrofotómetro Dobson. Retirar la tapa protectora del difusor de cuarzo (S-1). No quitar el filtro difusor de cuarzo.
45	Colocar el portalámparas en el agujero de entrada de luz del difusor (S-1), asegurándose de que se encuentre en la única posición correcta. Ubicar la fuente de voltaje encima del espectrofotómetro Dobson. Tener en cuenta que el portalámparas y la fuente de voltaje ya están conectados por un cable.

Figura 37: Portalámparas

Figura 38: Fuente de voltaje

N°	Actividad
46	Conectar el cable de la fuente de voltaje a la extensión eléctrica de 220V.

N°	Actividad
47	Encender la fuente de voltaje (ON) y verificar que se haya encendido la luz verde. Esperar que se caliente durante 5 minutos, sin colocar aún la lámpara estándar. Pasado este tiempo, apagar la fuente de voltaje (OFF). *Figura 39: Fuente de voltaje* *Figura 40: Luz verde*
48	Encender el multímetro digital y conectar las puntas de prueba a las entradas de la fuente de voltaje. El multímetro debe marcar 24V. o un valor cercano. *Figura 41: Conexión del multímetro a la fuente de voltaje*
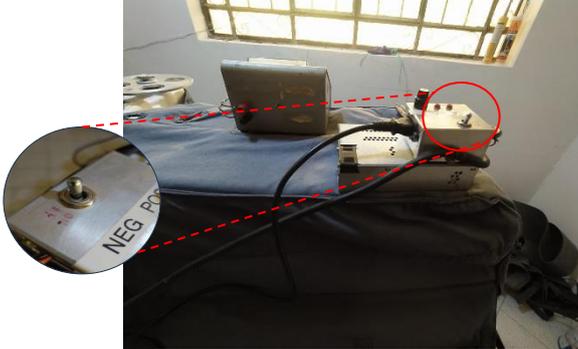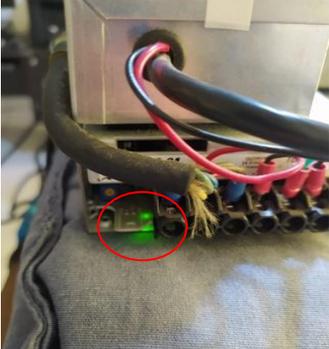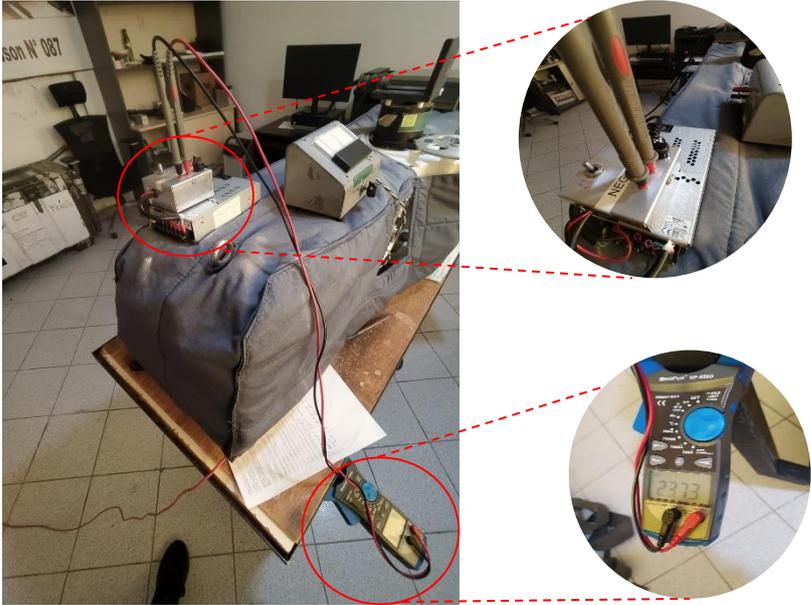
N°	Actividad
49	Elegir la lámpara estándar correspondiente según el cronograma para realizar la de calibración y colocarla en el portalámparas, utilizando la corredora del portalámparas como guía. *Figura 42:* Se coloca la Lámpara elegida en el Portalámparas, guiándonos con la corredora de esta.
50	Encender nuevamente la fuente de voltaje (ON) y, con ello, la lámpara estándar con la que se esté calibrando se encenderá. *Figura 43:* Encendido de la lámpara
51	Con la polaridad (Shutter) del microamperímetro hacia arriba, abrir el freno girándolo en sentido horario hasta el tope.
52	Aumentar la sensibilidad del microamperímetro hasta 40 (µA) utilizando la perilla derecha, girándola en sentido horario.
53	Retroceder la aguja del microamperímetro a cero con el disco R-dial.
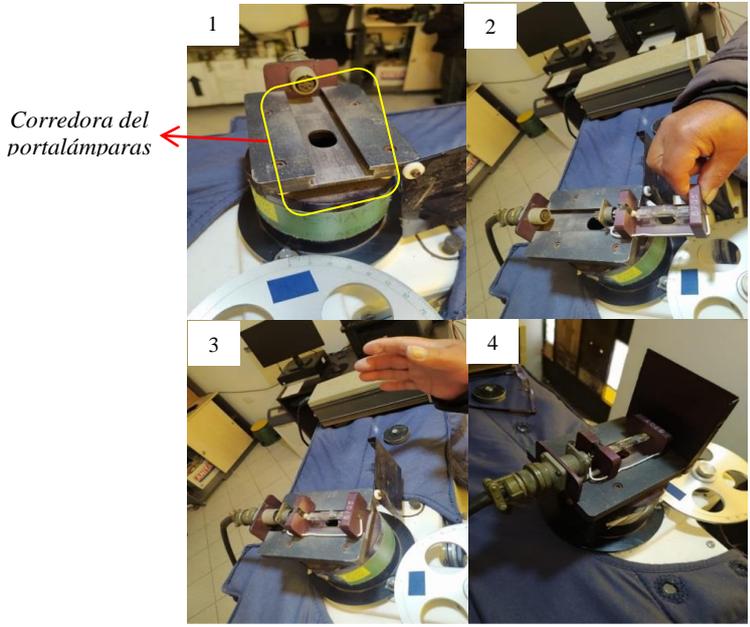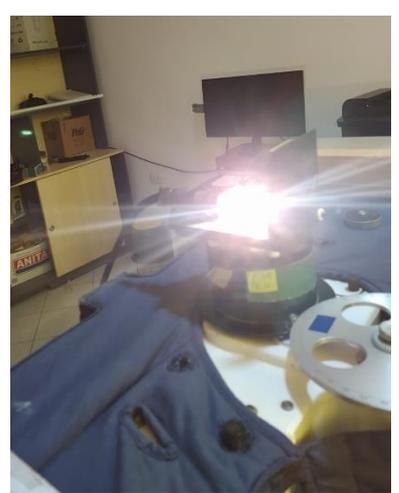
N°	Actividad
54	A continuación, dejar calentar la lampara estándar por un periodo de 5 minutos.
55	Una vez transcurrido ese lapso de tiempo, verificar que el multímetro marque 24V. o un valor cercano y registrar el **nombre de la lámpara estándar (Standard Lamp Name)** con la que se calibrará.

Standard Lamp Name:				Date:		Time:	
	1	2	3	mean	N-value	N-ref	ΔN(Nref-Ntest)
Test A:							
Test C:							
Test D:							
Inst. Temperature:							

*Figura 44: Registro del **nombre de la lámpara estándar***

| 56 | Leer la temperatura del espectrofotómetro Dobson utilizando su termómetro y registrarla en el campo **"Inst. Temperature"** del formato de calibración Dobson. Asimismo, registrar **la fecha** (date) y **la hora** (time) de inicio de la calibración. |

Standard Lamp Name:				Date:		Time:	
	1	2	3	mean	N-value	N-ref	ΔN(Nref-Ntest)
Test A:							
Test C:							
Test D:							
Inst. Temperature:							

*Figura 45: Registro del **Inst. Temperature, date y time***

N°	Actividad
57	Con la temperatura obtenida en el paso anterior, buscar en la tabla Q' los valores correspondientes para A, C y D que se ajusten a esa temperatura específica. Dichos valores se utilizarán para ajustar la palanca Q1, mientras que los datos para la palanca Q2 ya están especificados en la tabla Q'. Ejemplo: T°=11.0 *Figura 46: Buscando en la tabla Q' los valores A, C y D para Q1 y Q2*
58	Luego, colocar la palanca Q1 y Q2 con los valores "A" obtenidos anteriormente. El **switch (1-2)** <u>debe estar</u> hacia abajo (Ver figura 48). Abrir (giro horario) la **llave del microamperímetro** se observará que la aguja de este oscilará bruscamente. Con la ayuda del disco R-dial, ajustar la aguja del microamperímetro para que marque cero, de ser necesario, abrir (giro horario) o cerrar (giro antihorario) la sensibilidad de la **perilla derecha.** Cerrar (giro antihorario) la llave del microamperímetro cuando se observe que el agua se estabilice y marque cero. A continuación, tomar la lectura marcada en el disco R-dial y registrarla en el campo "Test A" del formato de calibración. *Figura 47: Palanca Q1 y Q2 con los valores "A" para c/u*
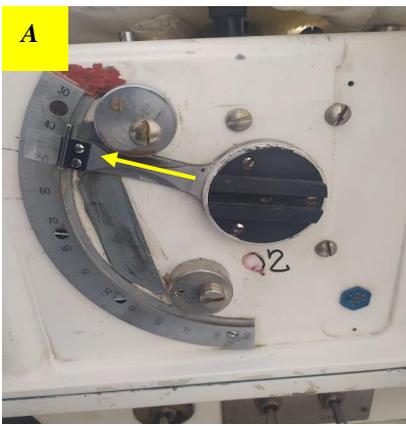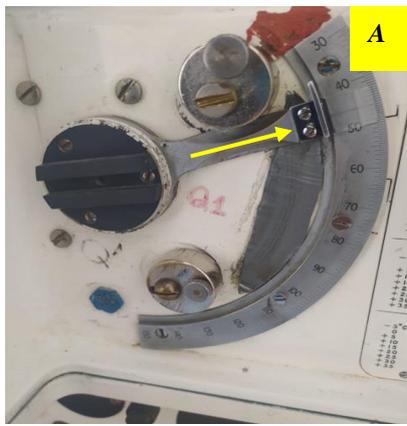
N°	Actividad
	Figura 48: Figura 49: Registro en el Test A
59	Colocar la palanca Q1 y Q2 con los valores "C" obtenidos anteriormente, con el **switch (1-2)** hacia abajo. Abrir (giro horario) la **llave del microamperímetro** se observará que la aguja de este oscilará bruscamente. Si es necesario, abrir (giro horario) o cerrar (giro antihorario) la sensibilidad de la perilla derecha y con la ayuda del disco R-dial ajuste la aguja del microamperímetro hasta que marque cero. Cerrar (giro antihorario) la llave del microamperímetro cuando se observe que el agua se estabilice y marque cero. A continuación, tomar la lectura marcada en el disco R-dial y regístrela en el campo "Test C" del formato de calibración.

N°	Actividad
	 Figura 50: Palanca Q1 y Q2 con los valores "C" para c/u
60	Colocar la palanca Q1 y Q2 con los valores "D" obtenidos anteriormente. Poner el **switch (1-2)** hacia arriba. Abrir (giro horario) la **llave del microamperímetro** se observará que la aguja de este oscilará bruscamente. Si es necesario, abrir (giro horario) o cerrar (giro antihorario) la sensibilidad de la perilla izquierda y con la ayuda del disco R-dial ajuste la aguja del microamperímetro para que marque cero. Cerrar (giro antihorario) la llave del microamperímetro cuando se observe que el agua se estabilice y marque cero. A continuación, tomar la lectura marcada en el disco R-dial y registrar en el campo "Test D" del formato de calibración. *Figura 52: Palanca Q1 y Q2 con los valores "D" para c/u*

N°	Actividad
	Figura 53: *Registro en el Test D*
61	Repetir 3 veces los pasos 58 para el test A, 59 para el test C y 60 para el test D, hasta completar los demás casilleros de la sección del en el formato de calibración. Ver figura 54 Figura 54: *Registro completo de los Test A, C, y D en el formato de calibración Dobson*
62	Una vez finalizado, mover las palancas "Q1" y "Q2" hacia arriba.

N°	Actividad
63	Cerrar completamente (giro antihorario) la sensibilidad de la perilla derecha a cero.
64	Cerrar la llave del microamperímetro (freno), girando suavemente de forma antihoraria hasta el tope.
65	Colocar en cero el disco R-dial.
66	Apagar la fuente de voltaje (OFF) y la lámpara estándar con la que se esté calibrando se apagará. Luego, con sumo cuidado utilizando guantes retirar la lámpara estándar, evitando tocar su lente. Colocar en un sitio seguro hasta que se enfrié y luego guardar.
67	No apagar el motor del Espectrofotómetro Dobson si se va a continuar con la calibración de las demás lámparas estándar. En este caso, **repetir los pasos del 49 al 66**. De lo contrario, apagar el motor del espectrofotómetro Dobson, pero esta vez de derecha a izquierda **(ver figura 10).**
68	Apagar el multímetro digital y desconectar las puntas de prueba de las entradas de la fuente de voltaje.
69	Desconectar el cable de la fuente de voltaje a la extensión eléctrica de 220V.
70	Retirar con sumo cuidado el portalámparas en el agujero de entrada de luz del difusor (S-1),. Y luego guarde el portalámparas y la fuente de voltaje,
71	Finalmente, colocar la tapa protectora del difusor (S-1). Y con ello finalizar la calibración del espectrofotómetro Dobson utilizando la(s) lámpara(s) de estándar y se obtienen los datos, como se muestra en la figura 54 los cuales se registrarán según se detalla en las actividades a continuación descritas.
72	Registrar digitalmente en la hoja de cálculo, obteniendo la media **(Mean), N-Value, N Ref, y ΔN (Nref – Ntest)**

Standard Lamp Name:		87Q5	Date:	03-10-2023	Time:	10:55:00
	1	2	3	mean	N-value	N-ref	ΔN(Nref-Ntest)
Test A:	32.00	32.00	32.00	32.00	12.00	11.80	-0.20
Test C:	32.50	32.50	32.50	32.50	16.20	16.40	0.20
Test D:	33.00	33.10	33.10	33.07	17.58	17.50	-0.08
Inst. Temperature:	9.8 °C						

Figura 55: Registro completado

N°	Actividad
73	Tras la calibración de la(s) lámpara(s) estándar los días 1 y 3 de cada mes, se obtendrán dos resultados finales para cada lámpara en caso de calibrarse más de una. No obstante, **solo se empleará la lámpara 87Q5 como referencia para determinar cuál de los dos días es adecuado**, tomando en cuenta el valor de ΔN (Nref – Ntest) para los valores ΔNA, ΔNC y ΔND, como se muestra en las figuras 56 y 57. Los datos obtenidos se ingresarán en una hoja de cálculo automatizada que generará una gráfica (Figura 58) para su comparación con la gráfica matriz de referencia (Figura 59). La selección final se realizará eligiendo el resultado que mejor se asemeje a dicha gráfica de referencia.

Standard Lamp Name:		87Q5	Date:	01-09-2023	Time:	10:42:00	
	1	2	3	mean	N-value	N-ref	ΔN(Nref-Ntest)
Test A:	32.00	32.00	32.00	32.00	12.00	11.80	-0.20
Test C:	32.60	32.60	32.60	32.60	16.32	16.40	0.08
Test D:	33.10	33.00	33.00	33.03	17.54	17.50	-0.04
Inst. Temperature:	10.4 °C						

Figura 56: *Registro completo de la calibración con la lámpara 87Q5 realizada el día 1.*

Standard Lamp Name:		87Q5	Date:	03-09-2023	Time:	10:12:00	
	1	2	3	mean	N-value	N-ref	ΔN(Nref-Ntest)
Test A:	32.00	32.00	32.00	32.00	12.00	11.80	-0.20
Test C:	32.50	32.50	32.50	32.50	16.20	16.40	0.20
Test D:	33.10	33.00	33.10	33.07	17.58	17.50	-0.08
Inst. Temperature:	8.6 °C						

Figura 57: *Registro completo de la calibración con la lámpara 87Q5 realizada el día 3.*

Figura 58: *Ingresar los valores de los días 1 y 3 al Excel automatizado, elegir el que se asemeje a la gráfica matriz*

N°	Actividad
	 Huancayo (Promedio 1964 - 1988) **Figura 59**: *Gráfica Matriz de referencia*
74	Al inicio de cada mes, se deben ingresar en el software Dobson 4.0 los datos de ΔN (Nref – Ntest) obtenidos del **día seleccionado, en este caso el día 3 que se seleccionó en el paso anterior**. Estos valores servirán como corrección para garantizar la precisión de las observaciones diarias registradas en el **software Dobson 4.0.**
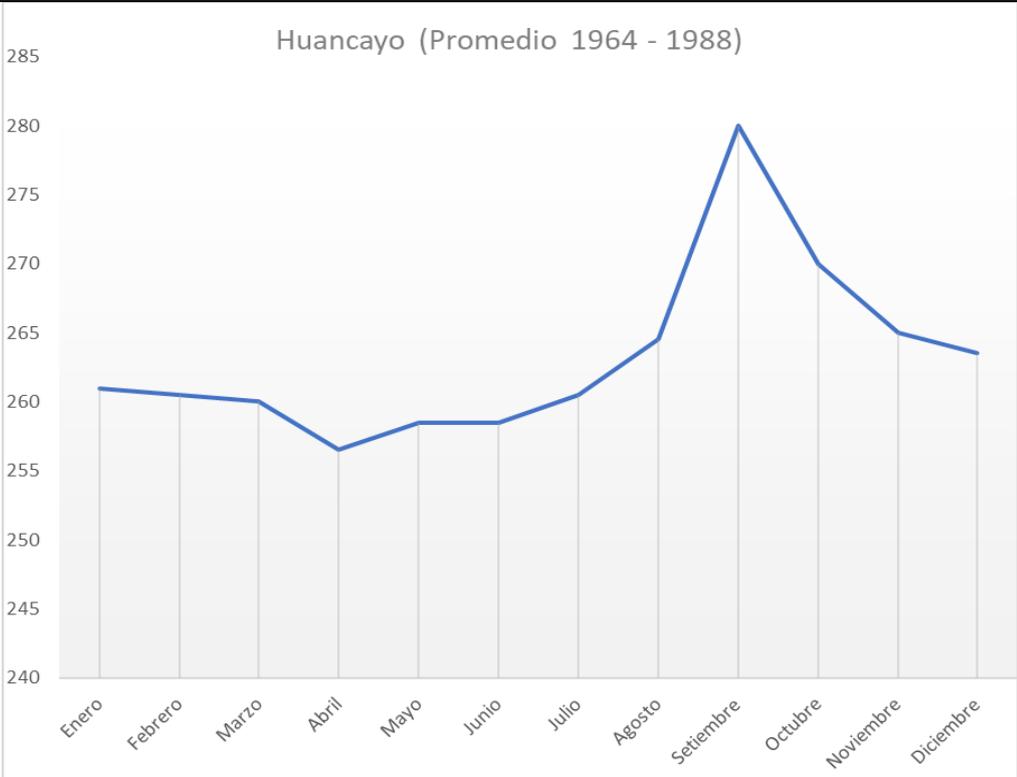
<table>
<tr><td>Standard Lamp Name:</td><td></td><td>87Q5</td><td>Date:</td><td>03-09-2023</td><td>Time:</td><td>10:12:00</td></tr>
<tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>mean</td><td>N-value</td><td>N-ref</td><td>ΔN(Nref-Ntest)</td></tr>
<tr><td>Test A:</td><td>32.00</td><td>32.00</td><td>32.00</td><td>32.00</td><td>12.00</td><td>11.80</td><td>-0.20</td></tr>
<tr><td>Test C:</td><td>32.50</td><td>32.50</td><td>32.50</td><td>32.50</td><td>16.20</td><td>16.40</td><td>0.20</td></tr>
<tr><td>Test D:</td><td>33.10</td><td>33.00</td><td>33.10</td><td>33.07</td><td>17.58</td><td>17.50</td><td>-0.08</td></tr>
<tr><td>Inst. Temperature:</td><td></td><td>8.6 °C</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Figura 60: *Dia seleccionado en este caso es el día 3*

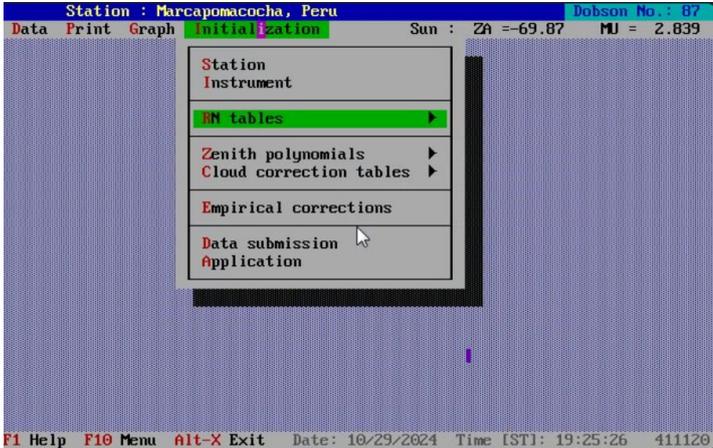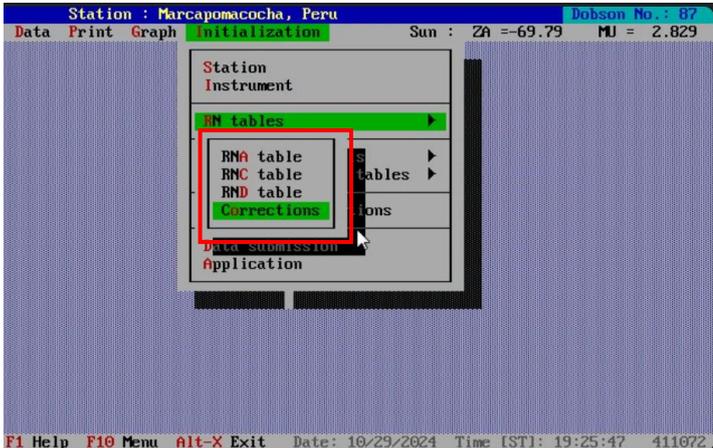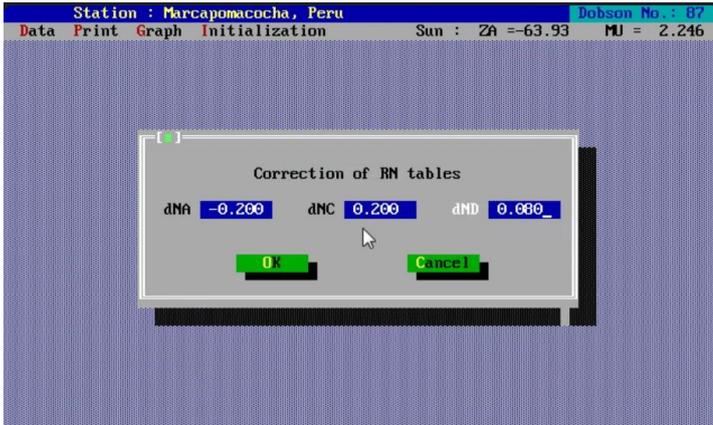| N°	Actividad

75	Para ingresar los valores de **ΔNA** , **ΔNC** y **ΔND** correspondientes al día 3 en el **software Dobson 4.0**, se debe seguirlos siguientes pasos:
	1. Ir a la sección **"Inicialization"** y seleccione **"Tablas RM"** (Ver figura 61).
	2. seleccionar **"Corrections"** (Ver figura 62).
	3. Ingresar los valores obtenidos:
	   ○ **ΔNA = -0,200**
	   ○ **ΔNC = 0,200**
	   ○ **ΔND = -0,080**
	Para este último, Ver figura 63.

N°	Actividad
	Figura 61: *Ir a la sección "Initialization" y seleccione "RM Tables"*
	Figura 62: *Ingrese en "Corrections"*
	Figura 63: *Luego de ingresar los datos para A, C, y D, seleccione OK*

N°	Actividad
	Por último, se observa que en la figura 64 cómo se presenta finalmente un mes completo de observaciones registrado en el Software Dobson 4.0, respaldado por los resultados de las calibraciones. En el cuadro rojo, los valores ΔNA, ΔNC y ΔND indican las correcciones aplicadas a las mediciones de cada canal (A, C y D) del espectrofotómetro Dobson. Estas correcciones ajustan las lecturas del instrumento para mejorar su precisión. Los valores negativos indican que la medición fue ligeramente inferior al valor esperado, y estos ajustes aseguran que las observaciones diarias reflejen con mayor exactitud la realidad.

NOTA: El mismo software Dobson 4.0 redondea las mediciones, por ejemplo el ΔND = -0.08 se redondea a -0.1
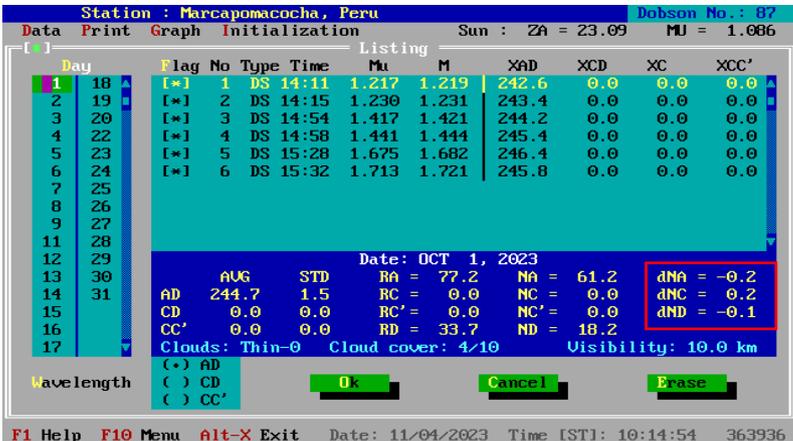
Figura 64: *Valores ΔNA, ΔNC y ΔND registradas en el Software Dobson 4.0, la cual también incluye las observaciones diarias con el espectrofotómetro Dobson durante 1 mes completo (octubre 2023)* |

3. TABLA HISTÓRICA DE CAMBIOS

Versión	Sección del instructivo	Detalle de cambios
01	Todas	Versión inicial

4. ANEXOS

Anexo N°1: Tabla Q calibrada para el OVA Marcapomacocha
Anexo N°2: Formato de calibración

Anexo N°1:
Tabla Q calibrada para el OVA Marcapomacocha

Values at 15 Degs C:
p. Coeff Deg. Q / Deg. C :

A: 46.31 — A: 0.104
C: 72.18 — C: 0.153
D: 103.26 — D: 0.150
Hg3129: 0.155 — 79.88

Temperature	A	C	D	HG
-5.0	44.2	69.1	100.3	76.80
-4.5	44.3	69.2	100.3	76.85
-4.0	44.3	69.3	100.4	76.95
-3.5	44.4	69.3	100.5	77.00
-3.0	44.4	69.4	100.6	77.10
-2.5	44.5	69.5	100.6	77.15
-2.0	44.5	69.6	100.7	77.25
-1.5	44.6	69.6	100.8	77.30
-1.0	44.6	69.7	100.9	77.40
-0.5	44.7	69.8	100.9	77.50
0.0	44.75	69.88	101.00	77.56
0.5	44.8	70.0	101.1	77.65
1.0	44.9	70.0	101.2	77.70
1.5	44.9	70.1	101.2	77.80
2.0	45.0	70.2	101.3	77.85
2.5	45.0	70.3	101.4	77.95
3.0	45.1	70.3	101.5	78.00
3.5	45.1	70.4	101.5	78.10
4.0	45.2	70.5	101.6	78.20
4.5	45.2	70.6	101.7	78.25
5.0	45.3	70.6	101.8	78.35
5.5	45.3	70.7	101.8	78.40
6.0	45.4	70.8	101.9	78.50
6.5	45.4	70.9	102.0	78.55
7.0	45.5	71.0	102.1	78.65
7.5	45.5	71.0	102.1	78.70
8.0	45.6	71.1	102.2	78.80
8.5	45.6	71.2	102.3	78.85
9.0	45.7	71.3	102.4	78.95
9.5	45.7	71.3	102.4	79.05
10.0	45.8	71.4	102.5	79.10
10.5	45.8	71.5	102.6	79.20
11.0	45.9	71.6	102.7	79.25
11.5	45.9	71.6	102.7	79.35
12.0	46.0	71.7	102.8	79.40
12.5	46.0	71.8	102.9	79.50
13.0	46.1	71.9	103.0	79.55
13.5	46.2	71.9	103.0	79.65
14.0	46.2	72.0	103.1	79.75
14.5	46.3	72.1	103.2	79.80
15.0	46.3	72.2	103.3	79.90
15.5	46.4	72.3	103.3	79.95
16.0	46.4	72.3	103.4	80.05
16.5	46.5	72.4	103.5	80.10
17.0	46.5	72.5	103.6	80.20
17.5	46.6	72.6	103.6	80.25
18.0	46.6	72.6	103.7	80.35
18.5	46.7	72.7	103.8	80.40
19.0	46.7	72.8	103.9	80.50
19.5	46.8	72.9	103.9	80.60
20.0	46.8	72.9	104.0	80.65
20.5	46.9	73.0	104.1	80.75
21.0	46.9	73.1	104.2	80.80
21.5	47.0	73.2	104.2	80.90
22.0	47.0	73.3	104.3	80.95
22.5	47.1	73.3	104.4	81.05
23.0	47.1	73.4	104.5	81.10
23.5	47.2	73.5	104.5	81.20
24.0	47.2	73.6	104.6	81.30
24.5	47.3	73.6	104.7	81.35
25.0	47.3	73.7	104.8	81.45
25.5	47.4	73.8	104.8	81.50
26.0	47.5	73.9	104.9	81.60
26.5	47.5	73.9	105.0	81.65
27.0	47.6	74.0	105.1	81.75
27.5	47.6	74.1	105.1	81.80
28.0	47.7	74.2	105.2	81.90
28.5	47.7	74.2	105.3	81.95
29.0	47.8	74.3	105.4	82.05
29.5	47.8	74.4	105.4	82.15
30.0	47.9	74.5	105.5	82.20
30.5	47.9	74.6	105.6	82.30
31.0	48.0	74.6	105.7	82.35
31.5	48.0	74.7	105.7	82.45
32.0	48.1	74.8	105.8	82.50
32.5	48.1	74.9	105.9	82.60
33.0	48.2	74.9	106.0	82.65
33.5	48.2	75.0	106.0	82.75
34.0	48.3	75.1	106.1	82.85
34.5	48.3	75.2	106.2	82.90
35.0	48.4	75.2	106.3	83.00
35.5	48.4	75.3	106.3	83.05
36.0	48.5	75.4	106.4	83.15
36.5	48.5	75.5	106.5	83.20
37.0	48.6	75.6	106.6	83.30
37.5	48.6	75.6	106.6	83.35
38.0	48.7	75.7	106.7	83.45
38.5	48.7	75.8	106.8	83.50
39.0	48.8	75.9	106.9	83.60
39.5	48.9	75.9	106.9	83.70

Always set Q2 to the values at 15 Degrees C

Anexo N°2:
Formato de calibración

Hoja : _____   Instrument No.   087

DOBSON CALIBRATION DATASHEET
LAMP TEST FORM

Mercury Test   Date: _____   Time: _____
Inst. Temperature--   Start: End: Mean: _____

	1	2	3	4	5
Q1 up					
Q1 down					
Average:					

Test mean: _____
Table Value at Mean Temperature: _____
Table Date: 2019,Julio,15   Difference: _____

Mercury Test   Date: _____   Time: _____
Inst. Temperature--   Start: End: Mean: _____

	1	2	3	4	5
Q1 up					
Q1 down					
Average:					

Test mean: _____
Table Value at Mean Temperature: _____
Table Date: _____   Difference: _____

Standard Lamp Name: _____   Date: _____   Time: _____

	1	2	3	mean	N-value	N-ref	$\Delta N(N_{ref}-N_{test})$
Test A:							
Test C:							
Test D:							

Inst. Temperature: _____

Standard Lamp Name: 87QR63   Date: _____   Time: _____

	1	2	3	mean	N-value	N-ref	$\Delta N(N_{ref}-N_{test})$
Test A:							
Test C:							
Test D:							

Inst. Temperature: _____

Standard Lamp Name: 87Q7   Date: _____   Time: _____

	1	2	3	mean	N-value	N-ref	$\Delta N(N_{ref}-N_{test})$
Test A:							
Test C:							
Test D:							

Inst. Temperature: _____

Standard Lamp Name: _____   Date: _____   Time: _____

	1	2	3	mean	N-value	N-ref	$\Delta N(N_{ref}-N_{test})$
Test A:							
Test C:							
Test D:							

Inst. Temperature: _____

Standard Lamp Name: _____   Date: _____   Time: _____

	1	2	3	mean	N-value	N-ref	$\Delta N(N_{ref}-N_{test})$
Test A:							
Test C:							
Test D:							

Inst. Temperature: _____

When making standard lamp tests outside, cover the lamp so skylight does not effect the results.