

## Proyecto Energía, Desarrollo y Vida ENDEV/GIZ



### Informe Técnico

## Evaluación de 03 lámparas Phocos, modelo pico

Elaborado por:

Universidad Nacional de Ingeniería  
Facultad de Ciencias  
Laboratorio de Fotometría



## 1. OBJETIVO /ANTECEDENTES

El Laboratorio de Fotometría de la UNI recibió de GIZ tres luminarias marca Phocos, modelo pico, post-uso y no operativos, para su evaluación en el laboratorio. Los resultados de esta evaluación en el laboratorio se presentan a continuación, comparándolos con los resultados obtenidos anteriormente con luminarias del mismo modelo, y cuyos resultados principales están indicados en el Anexo 4 del presente informe.

## 2. INSPECCIÓN PRELIMNAR DE LAS LÁMPARAS

Como primer paso se etiquetó cada lámpara con un código, el cual nos servirá para diferenciar cada lámpara. La tabla 1 muestra el respectivo código.



Figura 1: Imagen de las lámparas Phocos

Tabla 1: Codificación de los sistemas pico-fotovoltaicos Phocos

Sistema Pico PV	Código LF – UNI
Phocos	LF_UNI_130705_01
Phocos	LF_UNI_130705_02
Phocos	LF_UNI_130705_03

Observaciones del estado de las lámparas PHOCOS recibidas:

- Las lámparas no presenta graves daños externos, solo uno que otro rayón.
- Ninguna de las 3 lámparas Phocos encendía.
- Todas las baterías de las lámparas Phocos se encontraban descargadas.
- Al colocar un pack de baterías cargadas externamente, las tres lámparas encendían de forma normal.

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

Se hicieron las mismas mediciones, usando los mismos instrumentos y el mismo procedimiento, como con las lámparas Phocos recibidos anteriormente.

#### 3.1 MEDICIONES FOTOMETRICAS

Se usó el siguiente instrumental para las mediciones fotométricas:

- Esfera Integradora: Labsphere LMS 400 (1 m diámetro)
- Espectrómetro: Labsphere CDS 1100 (350 nm – 850 nm)
- Fuente de poder para lámpara patrón: Labsphere LPS-150-0268
- Lámpara patrón Labsphere SCL-1400-B65, con 1538 lm  $\pm$  0.7 %

##### 3.1.1. PRIMERA MEDICION FOTOMETRICA:

Mediciones fotométricas de las lámparas en la posición de alta intensidad luminosa y con sus propias baterías completamente cargadas.

**Considerando que no se podía cargar las baterías de ninguna de las tres lámparas con su propio circuito electrónico, se usó el circuito electrónico de otra lámpara operativa para cargar las baterías.**

Tabla 2. Flujo luminoso, temperatura de color e IRC de las lámparas “PHOCOS” tal como llegaron al laboratorio, en la posición de alto flujo luminoso y con sus baterías completamente cargadas.

	Flujo (lm)	CCT (°K)	IRC	Corriente (mA)	Voltaje (V)	Potencia (W)	Eficacia (lm/W)
<b>Lámpara</b>	$\pm 5\%$			$\pm 1$	$\pm 0.01$		$\pm 4.8\%$
LF_UNI_130705_01	108	4345	69	363	4.96	1.80	60.0
LF_UNI_130705_02	109	4260	67	343	5.25	1.80	60.5
LF_UNI_130705_03	111	4589	71	360	5.11	1.84	60.3

### 3.2 MEDICIONES ELÉCTRICAS DE LA BATERÍA

- Multímetro: Fluke 45 dual display multimeter  $\pm 0.003\%$
- Shunt: Bader  $10\text{ m}\Omega \pm 0.1\%$  (medición de corriente)
- Fuente de alimentación para las baterías: ATEN instruments TPR3010S (carga de baterías)
- Luxmeter: Lutron modelo: LX – 1108  $\pm 0.1\%$

Antes de cualquier medición de carga de las baterías, se cargó las baterías, usando una cuarta lámpara Phocos operativa, por 10 minutos para luego descargarlas con su respectivo circuito en la posición alta luminosidad hasta que se apagó por sí solo.

#### 3.1.2. PROCESO DE CARGA:

Debido a que ninguna lámpara aceptaba carga, es decir no se podía cargar con su propio circuito, se cargó usando el circuito electrónico de una cuarta lámpara operativa (que pertenece al laboratorio de fotometría).

El proceso de carga se realizó con una fuente de voltaje – corriente que simula un panel con las características:  $V_{\text{max}} = 12,0\text{ V}$  y  $I_{\text{max}} = 0,55\text{ A}$ .

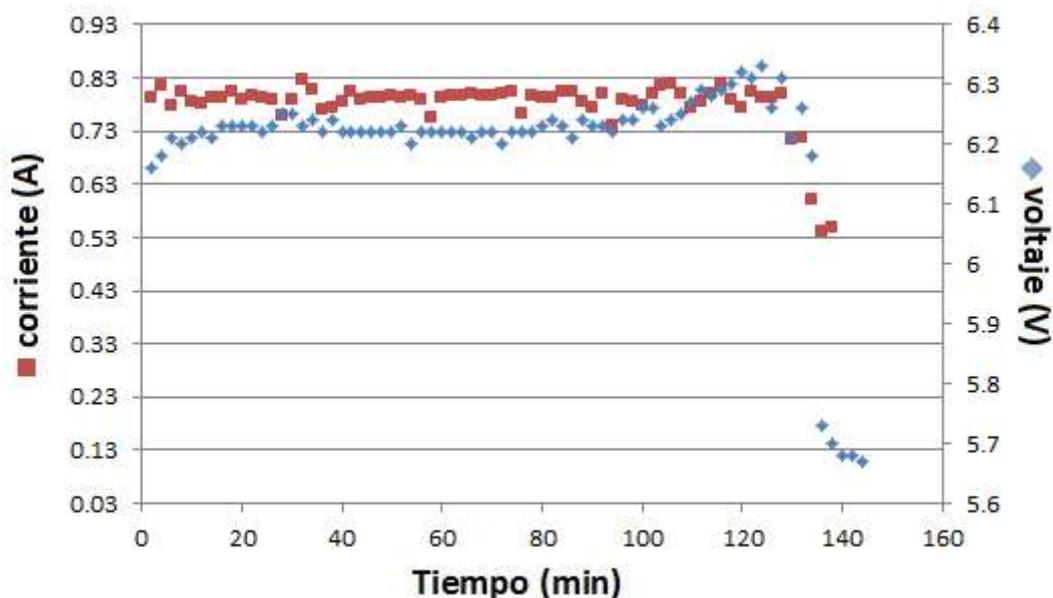


Figura 2. Proceso de carga de la batería LF\_UNI\_130705\_01

La Figura 2 demuestra las curvas de la corriente (medidas con un shunt de  $10\text{ m}\Omega$ ) y del voltaje de la batería de la lámpara LF\_UNI\_111004\_01 durante este proceso de carga.

En la tabla. 3 se presenta los resultados obtenidos para las 3 lámparas. Las curvas del proceso de carga de las otras 2 lámparas se muestran en el Anexo 1.

Tabla 3: Carga eléctrica y energía entregadas a las baterías después de la primera descarga.

Lámpara	Carga (Ah)	Energía (Wh)
LF_UNI_130705_01	1.81	11.24
LF_UNI_130705_02	1.93	11.52
LF_UNI_130705_03	2.26	13.62

### 3.1.3. PROCESO DE DESCARGA

Una vez cargada por completo todas las baterías (ver 3.2.1.), y realizada las mediciones fotométricas (ver 3.1.2), se procedió a descargar por completo las baterías de las 3 lámparas, usando su propio circuito electrónico.

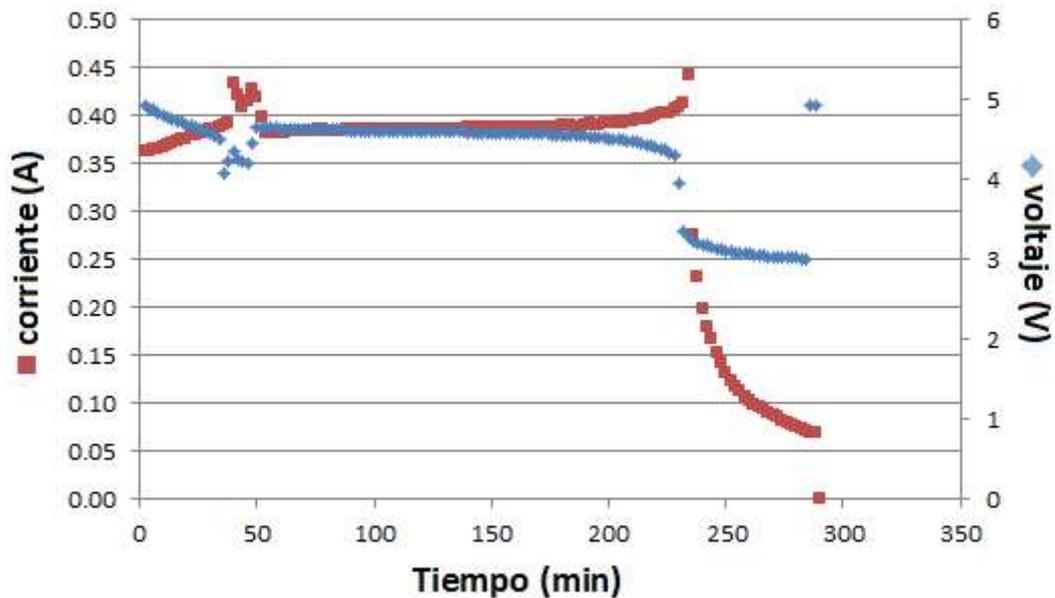


Figura 3: Curvas de descarga de la batería LF\_UNI\_130705\_01

Las imágenes del proceso de descarga de las otras 2 lámparas se muestran en Anexo 2. La siguiente tabla 4 indica las cargas eléctricas y las energías que se ha podido extraer al descargar las baterías previamente completamente cargadas.

Tabla 4: Carga eléctrica y energía extraídas de las baterías previamente cargadas por completo

Lámpara	Carga(Ah)	Energía(Wh)
---------	-----------	-------------

LF_UNI_130705_01	1.62	7.25
LF_UNI_130705_02	1.79	8.52
LF_UNI_130705_03	1.94	8.74

La tabla 5 muestra la eficiencia de Coulomb y energética de las baterías.

Tabla 5. Eficiencia de la batería con los datos de proceso de carga y descarga

EFICIENCIA						
Lámpara	Carga - Q (Ah)		Eficiencia Coulomb	Energía (Wh)		Eficiencia Energía
	Descarga	Carga		Descarga	Carga	
LF_UNI_130705_01	1.62	1.81	0.90	7.25	11.24	0.65
LF_UNI_130705_02	1.79	1.93	0.93	8.52	11.52	0.74
LF_UNI_130705_03	1.94	2.26	0.86	8.74	13.62	0.64

Ojo: Los procesos de carga se han realizado en los tres casos usando el circuito electrónico de una cuarta lámpara completamente operativa, mientras que los procesos de descarga se han realizado con el circuito propio de cada lámpara. Los valores de eficiencia de la batería indicados en la Tabla 5 son referenciales, pues para poder medir la eficiencia de la batería correctamente tendríamos que haber realizado el proceso de carga y descarga con el mismo circuito, lo que no era posible.

### 3.3 MEDICIÓN DEL FLUJO LUMINOSO CON EL TIEMPO

Para evaluar el tiempo de encendido y la variación de la intensidad luminosa a través del tiempo, se acondicionó una caja negra y se usó el luxmeter Lutron LX – 1108. Los resultados se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Intensidad luminosa vs tiempo, en la posición de alto flujo luminoso

FLUJO LUMINOSO EN EL TIEMPO		
Lámpara	Tiempo de encendido (min)	
	Total	Entre 100% y 90% del flujo inicial
LF_UNI_130705_01	287	234
LF_UNI_130705_02	290	273
LF_UNI_130705_03	379	255

En la figura 4 se observa como el flujo luminoso es prácticamente constante durante los primeros  $234 \pm 2$  min (3h 54 min), después de este tiempo, el flujo disminuye rápidamente durante un periodo de  $53 \pm 2$  minutos hasta apagarse totalmente.

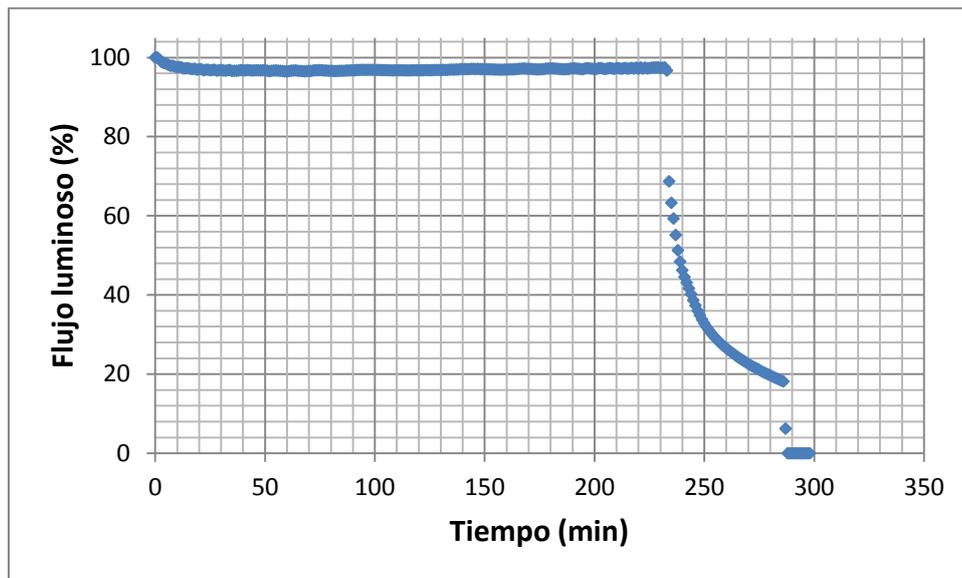


Figura 4: Flujo luminoso en el tiempo de la lámpara LF\_UNI\_130705\_01

Las imágenes del comportamiento del flujo luminoso en el tiempo de las otras dos lámparas se muestran en el Anexo 3.

#### 4. CONCLUSIONES

- Los circuitos electrónicos de carga de las tres lámparas no funcionan. No se puede cargar ninguna de las baterías de las lámparas a través de su propio circuito. Estos circuitos electrónicos son de una cierta complejidad porque incluyen un seguimiento de máxima potencia del panel fotovoltaico conectado (“Maximum power tracking”) y no hemos podido identificar que componente(s) de estos circuitos están defectuosos.
- Cargando las baterías de las tres lámparas usando un circuito de otra lámpara Phocos que está funcionando correctamente, se observa que las baterías tienen todavía capacidades utilizables de 7.25 Wh , 8.52 Wh y 8.74 Wh, respectivamente. Estos valores están en el mismo rango de las capacidades las 10 baterías de las lámparas usadas y evaluadas anteriormente, pero son menores que la capacidad de 9.86 Wh medida con una lámpara nueva (ver anexo A).
- Cargando las baterías de las tres lámparas usando un circuito de otra lámpara Phocos que está funcionando correctamente, se observa que las tres lámparas funcionan bien en sus tres niveles de intensidad luminosa y tienen valores de flujo luminoso de 108 lm, 109 lm y 111 lm, respectivamente, con una eficacia de 60 lm /W, en la posición de máximo flujo luminoso. Estos valores están en el mismo rango de los correspondientes de las 10 lámparas usadas y evaluadas

anteriormente, pero menor que el flujo luminoso de 128.7 lm y la eficacia de 71.5 lm / W de la lámpara nueva.

- En la posición de máximo flujo luminoso, durante 234 min, 255 min y 273 min, respectivamente, el flujo luminoso queda prácticamente constante, para reducirse después hasta que las lámparas se apagan por completo. En el caso de las 10 lámparas usadas evaluadas anteriormente el correspondiente valor era 288 min, y 318 min para la lámpara nueva.

Lima, 21 de agosto de 2013



Manfred Horn  
Profesor, Responsable del Laboratorio de Fotometría

## Anexos

ANEXO 1: Imágenes del proceso de carga de las lámparas LF\_UNI\_130705\_02 y LF\_UNI\_130705\_03

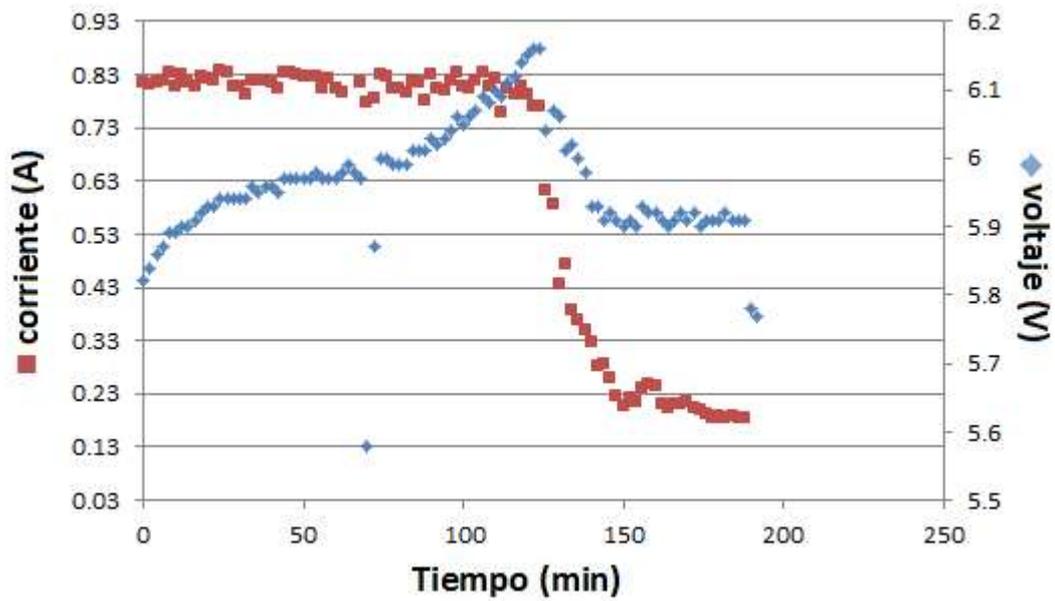


Figura 5: Proceso de carga de la batería LF\_UNI\_130705\_02

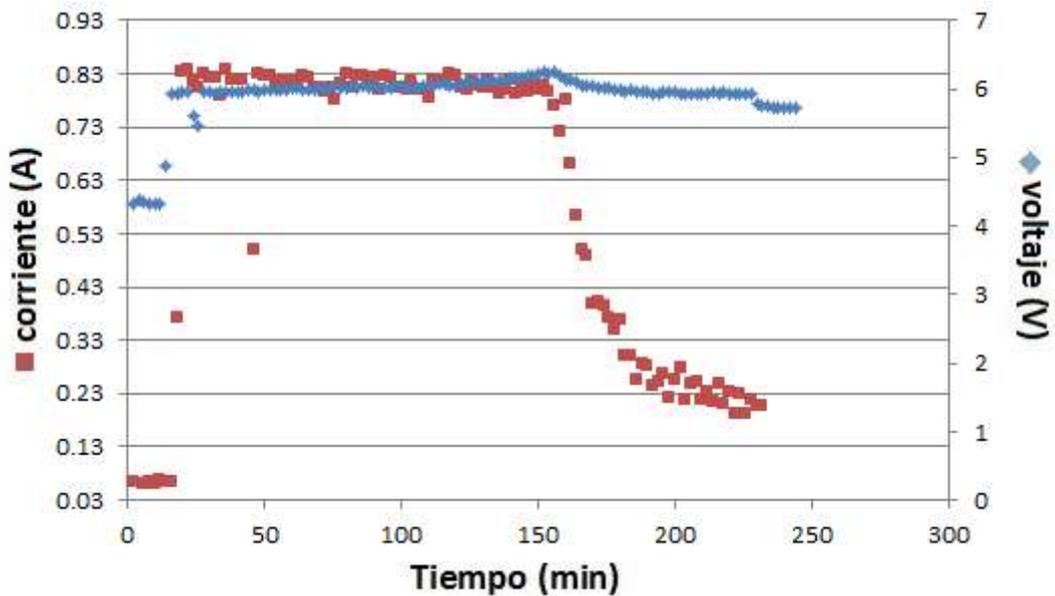


Figura 6: Proceso de carga de la batería LF\_UNI\_130705\_03

ANEXO 2: Imágenes del proceso de carga de las lámparas LF\_UNI\_130705\_02 y LF\_UNI\_130705\_03

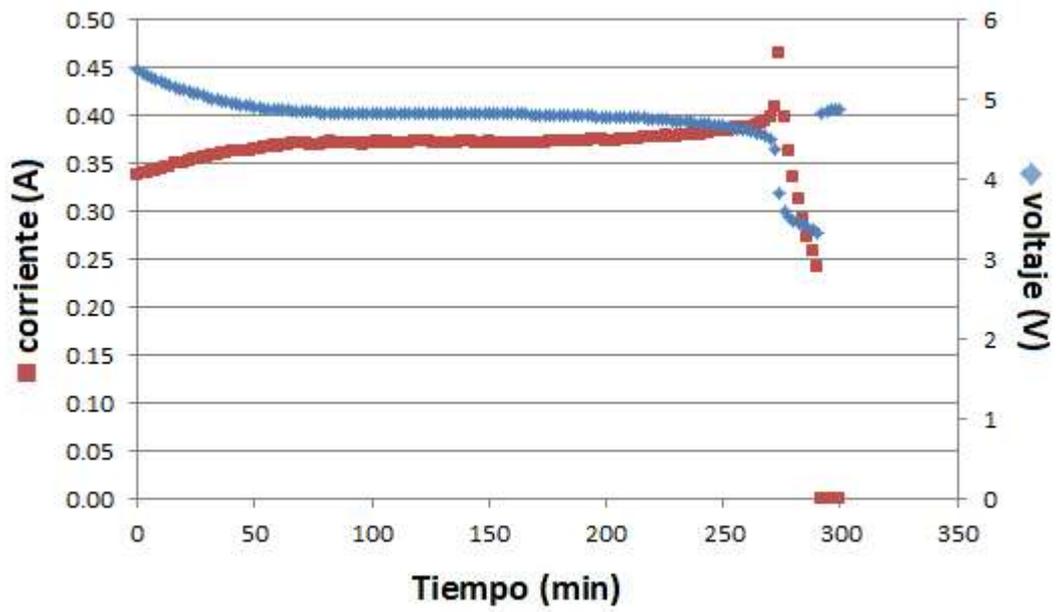


Figura 7: Proceso de descarga de la batería LF\_UNI\_130705\_02

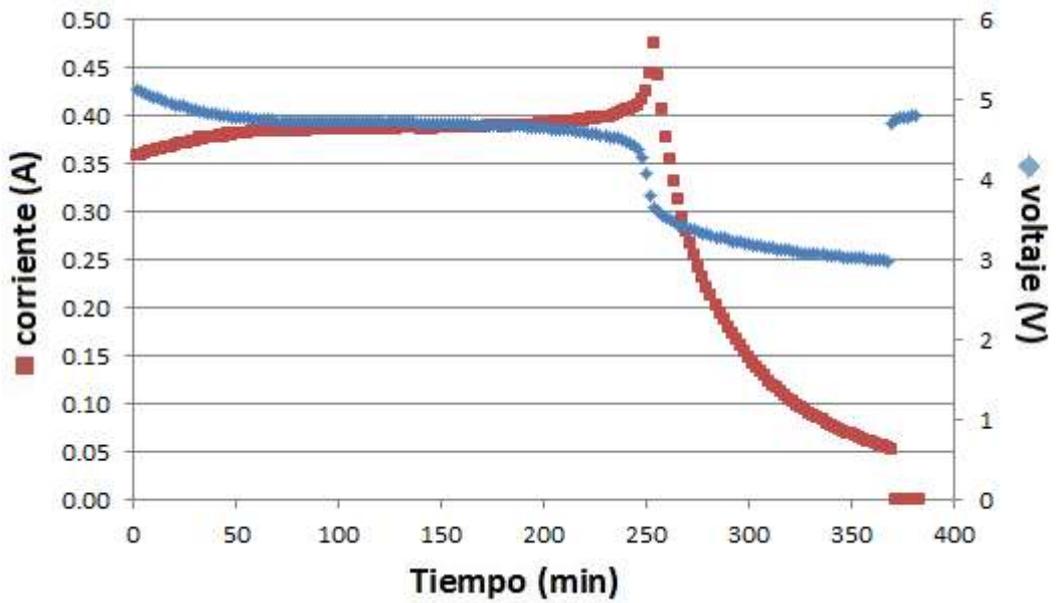


Figura 8: Proceso de descarga de la batería LF\_UNI\_130705\_03

ANEXO 3: Imágenes del comportamiento del flujo en el tiempo de las lámparas  
LF\_UNI\_130705\_02 y LF\_UNI\_130705\_03

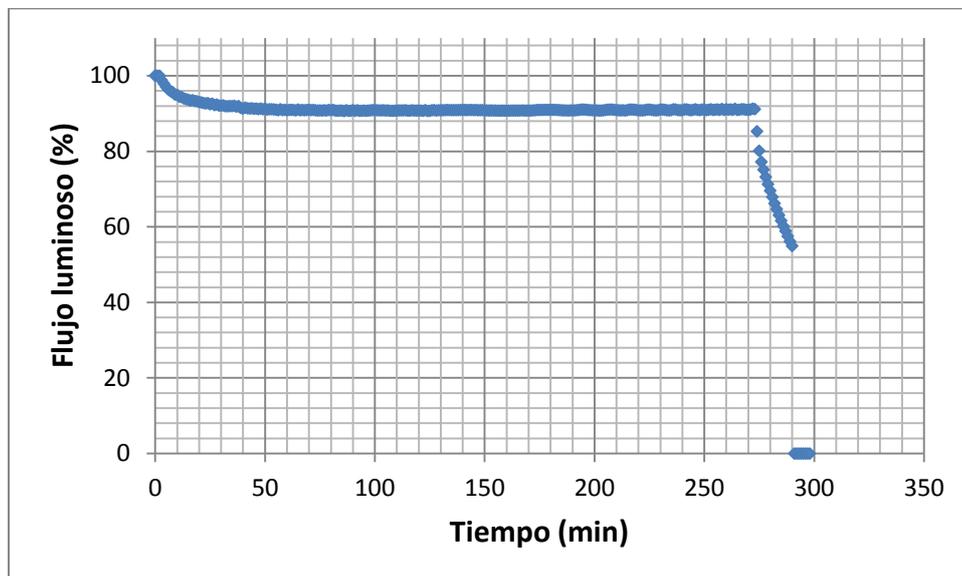


Figura 9: Flujo luminoso en el tiempo de la lámpara LF\_UNI\_130705\_02

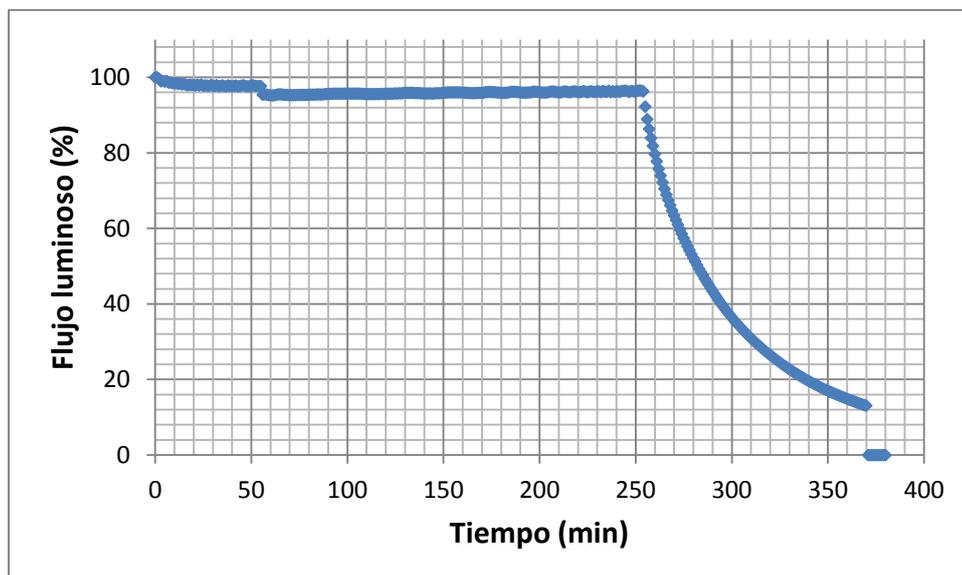


Figura 10: Flujo luminoso en el tiempo de la lámpara LF\_UNI\_130705\_03

#### ANEXO 4: Mediciones anteriores

A fines de 2012 la UNI recibió de GIZ 10 lámparas, de la marca Phocos, modelo pico, para su evaluación. Estas lámparas habían sido usadas en el campo durante 8 meses. Los resultados principales de esta evaluación en el laboratorio han sido los siguientes:

- Las 9 lámparas Phocos evaluadas fotométricamente siguen teniendo un buen flujo luminoso, con un promedio de 106 lm, y una eficacia con promedio de  $59.8 \pm 7.9$  lm/W. Estos valores de la luminosidad son altos y las eficacias regulares, pero algo inferiores a los valores de la lámpara nueva evaluada anteriormente: La lámpara nueva anterior tuvo un flujo de 128.7 lm y una eficacia de 71.5 lm/W.
- El flujo luminoso prácticamente queda constante durante todo el tiempo de encendido de las lámparas. En la posición de 3, de mayor intensidad luminosa, las lámparas se apagan después de 4,8 horas (comparado con 5,3 horas, obtenido anteriormente con una lámpara nueva).
- Las baterías de las 10 lámparas siguen siendo razonablemente buenas, con capacidades de carga de 1,56 – 1,94 Ah. De las 10 baterías evaluadas, 8 se cargaron y descargaron a través de su propio circuito. De estas 8 se midió las capacidades utilizadas por el circuito de obteniendo valores entre 1.56-1.95 Ah, respectivamente 7.14 – 9.12Wh, con un promedio de 1.82 Ah y 9.66Wh. Estos valores se compara con 1,98 Ah y 9,86 Wh para la batería nueva evaluada anteriormente.
- Una de las 10 lámparas, la lámpara LF\_UNI\_120126\_06, no funciona: hay una falla en su circuito electrónico que no carga bien a las baterías ni da la corriente apropiada al LED (sin embargo, el pack de baterías de esta lámpara se encuentra en buen estado).



Implementada por



Ministry of Foreign Affairs of the  
Netherlands



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE