



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad al servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DEL FLUJO LUMINOSO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES TUBULARES EN LA ESFERA INTEGRADORA DEL LABORATORIO DE LUMINOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO

AUTOR: NIXON JOSÉ MONTOYA ACARO

DIRECTOR: ING. GIOVANI SANTIAGO PULLA GALINDO MSC.

MATRIZ CUENCA

2018



DECLARACIÓN

Yo, Nixon José Montoya Acaro, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento; y eximo expresamente a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La Universidad Católica de Cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normatividad institucional vigente.

Nixon José Montoya Acaro



CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Nixon José Montoya Acaro, bajo mi supervisión.

Ing. Giovani Santiago Pulla Galindo Msc.

DIRECTOR



AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por brindarme salud y sabiduría para poder concluir mis estudios universitarios con éxito.

Agradezco a mis padres José Montoya y Melva Acaro por el apoyo incondicional, tanto económico y emocional que me brindaron en estos años de estudio y por inculcarme siempre buenos valores para ir por el camino correcto en la vida.

Y agradezco a la Universidad Católica de Cuenca en especial a la Facultad de Ingeniería Eléctrica por acogerme en sus aulas y laboratorios en estos años de estudio, así como también a los docentes que me brindaron sus conocimientos y sabiduría.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Investigación a Dios, a mis padres y hermanos en gesto de gratitud por su apoyo incondicional en cada momento y por darme esa fortaleza para seguir adelante en todos los ámbitos de mi vida, depositando siempre su confianza en cada reto que me propongo y así poder alcanzarlos con éxito.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO 1	17
1.1 Planteamiento del problema	17
1.2 Objetivos de la investigación	17
1.2.1 Objetivo general.....	17
1.2.2 Objetivos específicos.	17
1.3 Justificación de la investigación.	18
1.4 Alcance de la investigación.	18
CAPÍTULO 2	19



2.1	Antecedentes de la Investigación.	19
2.2	Bases Teóricas.....	20
2.2.1	Luz Visible.	20
2.2.2	Fotometría.	21
2.2.2.1	<i>Diferencia entre Radiometría y Fotometría.</i>	22
2.2.3	Iluminancia.	22
2.2.4	Intensidad Luminosa.....	24
2.3	Normas de Referencia.	24
2.3.1	Norma CIE 84-1989	25
2.3.2	Norma IESNA LM 9-99.....	25
2.3.3	Norma NTE INEN ISO-IEC 17025.....	26
2.4	Definición de Términos.	26
2.4.1	Luminancia.	26
2.4.2	Flujo Luminoso.....	27
2.5	Características de los Equipos.	29
2.5.1	Esfera integradora Ipce-1	29
2.5.2	Rack Lisungroup.....	30
2.6	Análisis de las Lámparas Fluorescentes.	33
2.6.1	Tubo de Descarga.....	34
2.6.2	Casquillo con los Filamentos.....	35



2.6.3	Cebador.	36
2.6.4	Balastros.	36
2.6.5	Eficacia, Tempertura de color y Horas de vida util.	38
CAPITULO 3		39
3.1	Descripción del laboratorio de luminotecnia de la Universidad Católica de Cuenca.	39
3.2	Elaboración del Procedimiento para la Medición del Flujo Luminoso.	41
3.2.1	Ingreso de las Lámparas para Ensayo.	42
3.2.2	Envejecimiento de las Lámparas.	42
3.2.3	Estabilización de las lámparas.	42
3.2.4	Procedimiento de Revisión de Conexiones.	43
3.2.5	Condiciones Técnicas del Laboratorio.	48
3.2.6	Procedimiento Físico Previo a la Prueba.	49
3.2.7	Procedimiento en el Software de Lisungroup.	50
3.2.8	Generación de Informes.	57
3.2.9	Entrega de Informes.	57
3.2.10	Almacenamiento de la Muestra Testigo.	57
3.3	Elaboración de formularios de recepción.	58
3.4	Elaboración de formularios de entrega de resultados	61
3.5	Elaboración de informe de pruebas de la lámpara.	64



Capítulo 4.....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
4.1 Conclusiones.	71
4.2 Recomendaciones.	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Curva de Sensibilidad del Ojo Humano	21
Figura 2. Curva de sensibilidad del ojo humano Escotópica	21
Figura 3. Longitud de Onda Visible (nm)	22
Figura 4. Iluminancia (E)	23
Figura 5. Intensidad luminosa (I)	24
Figura 6. Luminancias de una Superficie	27
Figura 7. Representación del flujo luminoso de Lámpara Fluorescente	28
Figura 8. Esfera Integradora de Ulbricht – Lisungroup	29
Figura 9. Espectrofotómetro	31
Figura 10. Medidor de Energía Digital LS2010	31
Figura 11. Fuente de Alimentación	32
Figura 12. Fuente de Energía AC	32
Figura 13. Equipo de medición de la esfera integradora – Lisungroup	33
Figura 14. Partes principales de una lámpara Fluorescente	34
Figura 15. Tubos Fluorescentes	34
Figura 16. Disposición del casquillo de lámparas Fluorescentes	35
Figura 17. Cebador de lámpara Fluorescente	36
Figura 18. Partes de balastro electromagnético comercial	37
Figura 19. Funcionamiento del balastro electrónico	38
Figura 20. Ubicación del Laboratorio de Luminotecnia	39
Figura 21. Diagrama Interno del Laboratorio de Luminotecnia de la Universidad Católica de Cuenca	40
Figura 22. Rack de Equipos de Lisungroup.	44
Figura 23. Caja de Conexión Interna de la Esfera Integradora.	45
Figura 24. Caja de conexión Electrónica externa de la Esfera Integradora	45
Figura 25. Diagrama de Conexión de Cables de la Esfera de Ulbricht de Lisungroup	45
Figura 26. Conexión del Foto detector	46
Figura 27. Conexión de Conductor de Fibra Óptica a la Esfera.	46
Figura 28. Conexión del Cable de Temperatura.	47
Figura 29. Tornillos Hexagonales del Soporte de Base Hexagonal.	47
Figura 30. Soporte de Base para Tubos Fluorescentes.	48



Figura 31. Deflector y Dispositivo de Lámpara Auxiliar.....	48
Figura 32. Icono de Lisungroup.	50
Figura 33. Ventana de Iniciación del Programa.	51
Figura 34. Ventana de Prueba del Programa Test.....	51
Figura 35. Ventana de Información de Datos de las Lámparas	52
Figura 36. Ventana de datos de la Lámpara.....	53
Figura 37. Reporte de Datos de la Lámpara.....	54
Figura 38. Formulario de Recepción.....	60
Figura 39. Formulario de Entrega.....	63
Figura 40. Informe de Pruebas	66
Figura 41. Informe de Pruebas (Continuación)	67



LISTA DE TABLAS

Tabla I Tabla de Iluminancias.....	23
Tabla II Valores de Luminancias.....	27
Tabla III Lúmenes de Lámparas.	29
Tabla IV Código de Identificación de Tubos Fluorescentes	35
Tabla V Temperaturas de Color.....	38



LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Formulario de Recepción

ANEXO B. Formulario de Entrega

ANEXO C. Informe de Pruebas

ANEXO D. Manual de usuario. Esfera Integradora I

ANEXO E. Manual de usuario. Esfera Integradora II

ANEXO F. Sistema de Prueba Espectrómetro y Esfera Integradora LPCE 1

ANEXO G. Proceso Institucional de Gestión y Administración



RESUMEN

La Universidad Católica de Cuenca ha implementado un laboratorio de luminotecnia desde el año 2015, el cual para ser acreditado por el S.A.E (Servicio de Acreditación Ecuatoriano) necesita de distintos requisitos y especificaciones técnicas, dentro de las cuales está la realización de procedimientos de ensayo de diferentes lámparas. Por lo cual en el siguiente trabajo de investigación se ha elaborado el procedimiento de medición de flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares en la esfera integradora de Ulbricht del laboratorio de luminotecnia de la Universidad Católica de Cuenca; para ello se ha seguido la norma CIE 84 (Medición de Flujo Luminoso) y la norma IESNA LM 9-99 (Método Aprobado para las mediciones eléctricas y fotométricas de lámparas fluorescentes). Se presenta un formulario de informe de pruebas y los formularios de recepción y entrega de lámparas fluorescentes tubulares que han sido referenciados de trabajos investigativos anteriores y siguiendo las normas ISO/IEC 17025:2005 (Calidad en Laboratorios de Ensayo y de Calibración). Se indica que para cumplir con el procedimiento según las normas antes mencionadas es necesario adecuar lugares específicos para el almacenamiento y envejecimiento de las lámparas fluorescentes tubulares en el laboratorio y los equipos faltantes necesarios para realizar el ensayo de flujo luminoso. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Palabras clave: FLUJO LUMINOSO, LÁMPARAS FLUORESCENTES, ESFERA DE
ULBRICHT, FOTOMETRÍA, LABORATORIO DE LUMINOTECNIA



ABSTRACT

The Catholic University of Cuenca has implemented a lighting laboratory since 2015, which to be accredited by the EAS (Ecuadorian Accreditation Service) needs different requirements and technical specifications, within which is the performance of testing procedures different lamps. Therefore, in the following research work has been developed the procedure for measuring the luminous flux of tubular fluorescent lamps in the integrating sphere of Ulbricht of the lighting laboratory of the Catholic University of Cuenca; for this, the LFM 84 (Light Flow Measurement) standard and the IESNA LM 999 standard (Approved Method for electrical and photometric measurements of fluorescent lamps) have been followed. A test report form and the reception and delivery forms of tubular fluorescent lamps that have been referenced from previous research works and following the ISO / IEC 17025: 2005 standards (Quality in Test and Calibration Laboratories) are presented. It is indicated that in order to comply with the procedure according to the aforementioned standards it is necessary to adapt specific places for the storage and aging of tubular fluorescent lamps in the laboratory and the missing equipment necessary to perform the luminous flux test. Finally the conclusions and recommendations are presented.

Keywords: LUMINOUS FLOW, FLUORESCENT LAMPS, ULBRICHT SPHERE,
PHOTOMETRY, LUMINOTECNIA LABORATORY



INTRODUCCIÓN

La Universidad Católica de Cuenca ha implementado un laboratorio cuyo propósito es fomentar la investigación en el área de la luz y los equipos generadores de la misma. Luego de la etapa de adecuación física y adquisición de equipos se encuentra en el proceso de certificación lo cual permitirá disponer de un laboratorio acreditado que garantizara la confiabilidad de las mediciones realizadas en las mismas.

Para el proceso de acreditación es necesario un procedimiento de todos los tipos de pruebas que se realizan en el mismo que permitirá acreditar el laboratorio ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE).

El procedimiento que enfoca este trabajo es la medición del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes tubulares en la esfera de Ulbricht de la Universidad Católica de Cuenca, para lo cual se planteó el problema, los objetivos, la justificación y los alcances que tiene la investigación; luego se define las bases teóricas, normas sobre las lámparas fluorescentes, se define la terminología, instrumentos de medición y equipos que existen en el laboratorio de luminotecnía; luego se realiza la descripción del laboratorio, se realiza los procedimientos de medición del flujo luminosos y se elabora los distintos formatos de recepción, entrega e informe de pruebas de las lámparas ensayadas; y finalmente se detalla las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron acerca del procedimiento realizado de las lámparas fluorescentes tubulares.

CAPÍTULO 1

En este capítulo se especifica el objeto del presente estudio del flujo luminoso de las lámparas de fluorescentes tubulares en la esfera de Ulbricht, los objetivos a cumplirse en la investigación así como los alcances que tendrá la misma en el proceso investigativo.

1.1 Planteamiento del problema

La Universidad Católica de Cuenca, se encuentra adecuando un laboratorio de luminotecnia que cumpla con todos los requisitos y especificaciones técnicas que se necesita para este tipo de laboratorios de ensayo, y a su vez ser acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (S.A.E). Por esta razón se ve en la necesidad de elaborar los procedimientos para la medición de flujo luminoso de diferentes tipos de lámparas, las mismas que se realizarán en la esfera de Ulbricht. El laboratorio no dispone de los procedimientos para realizar la medición del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes tubulares por lo cual se lo elabora en el presente estudio.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general.

Realizar el procedimiento a seguir para la medición del flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares en la esfera integradora de la Universidad Católica de Cuenca

1.2.2 Objetivos específicos.

Los objetivos específicos que se han logrado en esta investigación son:

- Elaborar el procedimiento de medición del flujo luminoso para las lámparas fluorescentes tubulares.
- Elaborar el formulario de recepción de las lámparas fluorescentes tubulares
- Elaborar el formulario de entrega de las lámparas fluorescentes tubulares.
- Elaborar el formulario de informe de pruebas.



1.3 Justificación de la investigación.

La medición del flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares se lo realiza porque actualmente es de suma importancia el análisis de eficacia y eficiencia de las lámparas que se utilizan a diario en nuestra sociedad. Existen normas de calidad que exigen que las lámparas sean confiables y que cumplan con los estándares vigentes de calidad de las mismas, por lo que los laboratorios necesitan tener establecido un correcto procedimiento para la medición de flujo de las lámparas para obtener mediciones de alta calidad y confiabilidad. Es además importante disponer de procedimientos como parte de los requisitos que se necesitan para que este laboratorio pueda ser acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano y cumpla con los estándares que se exigen de este tipo de laboratorios de ensayo.

El trabajo investigativo se ha enfocado en este tipo de procedimiento para la medición de flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares en la esfera integradora de Ulbricht, con lo cual se obtendrá resultados óptimos de medición sin que aspectos externos influyan en la misma.

1.4 Alcance de la investigación.

El presente trabajo de investigación es un estudio teórico que realiza el procedimiento para la medición del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes tubulares en la esfera de Ulbricht del laboratorio de Luminotecnia de la Universidad Católica de Cuenca.

Se realizó los formularios de recepción, entrega de las lámparas fluorescentes tubulares y reportes de pruebas; necesarios para un adecuado funcionamiento del laboratorio, teniendo en cuenta las normativas vigentes en la actualidad acerca de este tipo de lámparas, como las normas IESNA LM 9-99, NTE INEN ISO-IEC 17025 y las que exigen el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (S.A.E).



CAPÍTULO 2

MARCO TEORICO

Dentro de este capítulo se define la información más relevante acerca de investigaciones anteriores con respecto a la medición del flujo luminoso en la esfera de Ulbricht y la definición de bases teóricas inmersas al tema de estudio.

2.1 Antecedentes de la Investigación.

En la actualidad es de suma importancia para las empresas tener confiabilidad del producto que va comercializar o adquirir, esto respecto a las lámparas, por lo que dichas empresas piden la certificación que demuestre que las lámparas están funcionando correctamente y cumplen con los estándares de calidad. Por esto se pretende desarrollar los procedimientos de medición del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes tubulares que es una parte fundamental para que estas lámparas garanticen confiabilidad y una vida útil duradera.

Dentro de los estudios realizados sobre el tema no se tiene mucha información con respecto al Ecuador, ya que en nuestro país solo se cuenta con un laboratorio de luminotecnia certificado para realizar estas pruebas en la ciudad de Quito. La Universidad Católica de Cuenca desea instaurar un laboratorio certificado por lo que es imprescindible disponer de los procedimientos para la medición de las distintas fuentes luminosas que van a ser objeto de medición en el laboratorio.

La medida del flujo luminoso se lo realiza en laboratorios de luminotecnia por medio de un fotómetro que se ajusta según la curva de sensibilidad fotópica del ojo a las radiaciones monocromáticas, para lo cual se utiliza la esfera de Ulbricht junto con la fuente que va ser medida. Realizado esta prueba los resultados dan el flujo luminoso de las lámparas en lúmenes para la potencia nominal de cada lámpara. (Marquez Robledillo, Gonzales Jimenez, & Gonzales Perez, 2014)

Se presenta la integración del sistema para la medición de flujo luminoso total del Centro Nacional de Metrología (CENAM) de la ciudad de México D.F.; con el empleo de esferas de integración luminosa. La caracterización metrológica del sistema de medición de flujo luminoso total comprende la determinación de la estabilidad de las lámparas, la absorción de energía luminosa por parte de los elementos que se incluyen dentro de la esfera, y las características espectrales tanto del detector como de las lámparas. Se analiza su contribución en la estimación

de la incertidumbre para la determinación del flujo luminoso total de lámparas comerciales que existen en el medio Ecuatoriano. (Oidor, Cardoso, & Suarez, 2004, pág. 1)

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovables, a través de su rectora busca que los sistemas de alumbrado sean eficientes, por ende se genera la necesidad de realizar pruebas certificadas de fotometría en el país. Con el propósito de cubrir dicha demanda y realizar investigaciones en esta área, el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) creó el primer laboratorio de luminotecnia del Ecuador, junto con el apoyo de varias entidades gubernamentales. Su creación inició con el análisis de normas y métodos de evaluación, patrones de referencia, equipos, adecuaciones físicas y condiciones ambientales que se deben cumplir. Posteriormente se adquirieron los equipos para realizar pruebas de campo y de laboratorio, así como patrones para dar trazabilidad a las mediciones. Terminada la parte física y establecida la metodología, se implementó el sistema de gestión, cumpliendo los lineamientos de la norma ISO/IEC 17025 que asegure la calidad de las pruebas, para garantizar la validez de los resultados de investigación y obtener el reconocimiento de acreditación (Araguillín & Muñoz, 2016, pág. 1)

2.2 Bases Teóricas

En este ítem se detalla las bases teóricas y conocimientos previos que tienen relevancia y relación con el tema de investigación, las cuales serán el sustento de la misma.

2.2.1 Luz Visible.

Se puede definir que la luz visible o también llamada espectro visible, es la radiación que es capaz de actuar sobre la retina del ojo humano, lo que provoca la sensación visual. La radiación electromagnética que llega a nuestro planeta en su mayoría es producida por el sol que es nuestra fuente de luz y energía, estas llegan en forma de rayos ultravioletas, luz visible y radiación infrarroja. (Giancoli, 2006, pág. 671)

2.2.1.1 Visión Fotópica.

La visión fotópica es la percepción de la visión diurna que se produce por la iluminación en el día. Esto se debe a la respuesta de los 7 millones de conos que se sitúan en la retina del ojo humano, esto nos permite visualizar la correcta disposición de colores entre ellos los tres colores primarios rojo, verde, azul. (Westland, 2001)

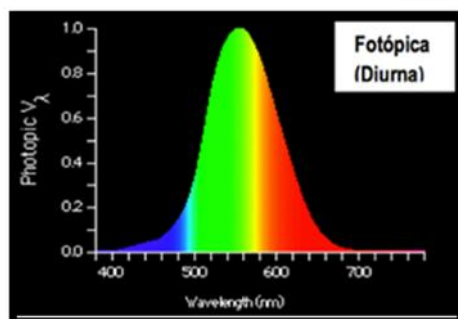


Figura 1. Curva de Sensibilidad del Ojo Humano

Fuente: (Ramirez, 2013) Recuperado de <http://www.iluminet.com/paradigma-medicion-luz/>

La visión fotópica es representada por la curva V (λ) de sensibilidad espectral en la que se ha podido alcanzar su máxima sensibilidad en longitud de onda aproximadamente a 555nm que corresponde al color amarillo-verdoso. (Westland, 2001)

2.2.1.2 Visión Escotópica

La visión escotópica es la percepción de la visión nocturna o con muy bajos niveles de iluminación. Esto se debe a la respuesta de 120 millones de bastones ubicados en la periferia de la retina del ojo humano. (Westland, 2001)

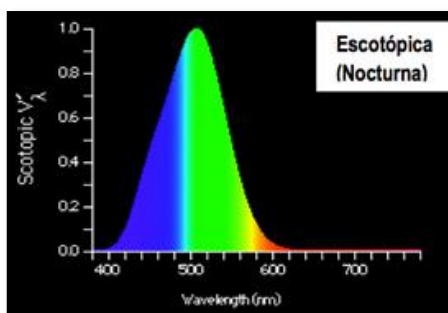


Figura 2. Curva de sensibilidad del ojo humano Escotópica

Fuente: (Ramirez, 2013) Recuperado de <http://www.iluminet.com/paradigma-medicion-luz/>

La visión Escotópica es representada por la curva V' (λ) de sensibilidad espectral en la que se ha podido alcanzar su máxima sensibilidad en longitud de onda aproximadamente a 505nm que corresponde al color azul-verdoso. (Westland, 2001)

2.2.2 Fotometría.

La fotometría se la puede definir como la ciencia que estudia la medición del espectro visible a la cual el ojo humano es sensible, identificando las longitudes de ondas de luz que son perceptibles por el sentido de la vista, estas varían entre 380nm y 770nm. (Chapa Carreon, 2004, pág. 117)

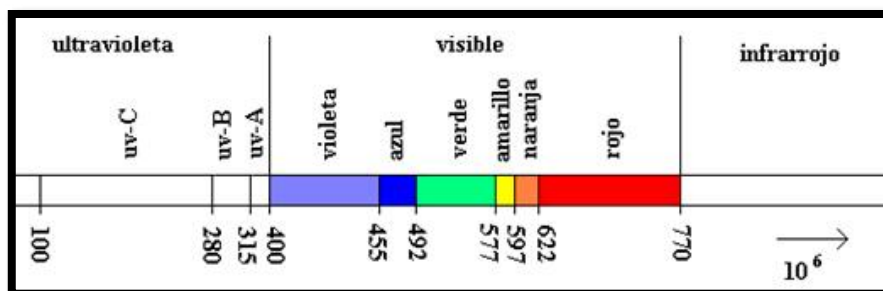


Figura 3. Longitud de Onda Visible (nm)

Fuente: Recuperado de <https://mundodelabiofisica.wordpress.com/biofisica-de-la-vision-y-la-audicion/>

Todos los valores que están dentro de la percepción del ojo humano representan un color distinto, esto se lo puede apreciar en el arcoíris el cual es producido por la refracción de la luz solar, el cual nos muestra distintos colores que son visibles para el ojo humano y están dentro de los valores del espectro visible. (Chapa Carreon, 2004, pág. 117)

2.2.2.1 **Diferencia entre Radiometría y Fotometría.**

A la radiometría se la describe como la transferencia de energía desde una fuente luminosa a un detector, en pocas palabras describe la transferencia de energía en unidad de tiempo también llamada potencia absoluta hacia el detector y su unidad en el SI es el watt (W). Cuando ya la transferencia de energía del emisor al detector se estabiliza a la respuesta espectral del ojo de un observador humano, se denomina fotometría. Para diferenciar las magnitudes radiométricas y fotométricas se suele utilizar subíndices como “e” (energía) y “v” (visual) respectivamente para cada una; por ende no se debe confundir la radiometría con la fotometría. (Gomez Gonzales, 2006, pág. 5)

2.2.3 **Iluminancia.**

La iluminancia o también llamada nivel de iluminación se lo puede definir como el flujo luminoso incidente por unidad de superficie, es decir la densidad de luz sobre una superficie dada. Se la representa con la letra **E** y su unidad de medida es el Lux (lx). (Trashorras Montecelos, 2013, pág. 140)

La fórmula de la iluminancia es:

$$E = \frac{\Phi}{S} \text{ (lx = Lumen/m}^2\text{)} \quad (1)$$

Mientras mayor sea el flujo luminoso que incide sobre una superficie, mayor será su iluminancia y viceversa.

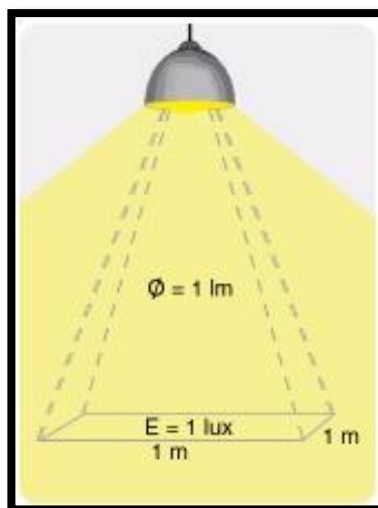


Figura 4. Iluminancia (E)

Fuente: Recuperado de <https://glosarios.servidor-alicante.com/electricidad/iluminancia>

A continuación en la Tabla I se detalla algunos ejemplos de iluminancias:

Tabla I
Tabla de Iluminancias

Iluminancias	Luxes
Luna llena	0,2 Lux
Iluminación de emergencia escape	1 Lux
Calle con buena iluminación	15 a 25 Lux
Dormitorio	70 a 100 Lux
Oficina de uso general	500 Lux
Salas de dibujo y cartografía	1000 Lux
Quirófano (campo operatorio)	15000 a 25000 Lux

Fuente y elaboración: Propia

2.2.4 Intensidad Luminosa.

La intensidad luminosa de una fuente de luz en una dirección dada se la define como la relación que existe entre parte del flujo luminoso emitido en un cono de ángulo sólido unitario, cuyo eje coincida con la dirección considerada, es decir de un estereorradián. Su símbolo es la letra I y su unidad de medida es la Candela. (Chapa Carreon, 2004, pág. 117)

La fórmula de intensidad luminosa es la siguiente:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \text{ Candela} \quad (2)$$

Φ = Flujo luminoso (lm)

ω = Angulo Solido (estereorradianes)



Figura 5. Intensidad luminosa (I)

Fuente: Recuperado de <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/magnitud.html>

La unidad de medida candela se la define como la intensidad luminosa en una dirección de una fuente de luz que emite una radiación monocromática cuya frecuencia es 540×10^{12} Hz y su intensidad energética es de 1/683 watt por esterradián, en los productos viene expresada. (Chapa Carreon, 2004, pág. 117)

2.3 Normas de Referencia.

Para realizar la medición del flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares en la esfera de Ulbricht se utilizaran normas internacionales y ecuatorianas como son las que citaremos a continuación:

2.3.1 **Norma CIE 84-1989**

La norma CIE 84-1989 de la Comisión Internacional de Iluminación, indica el procedimiento para la medición del flujo luminoso en la esfera de Ulbricht; está dividida en 8 secciones en las cuales están establecidas las reglas para la medición del flujo luminoso con diferentes métodos para las distintas clases de lámparas que existen en el mercado.

De las 8 secciones que se encuentra dividida la norma, la sección 6 es la que está enfocada principalmente a la medición del flujo luminoso en la esfera integradora, por lo que se hará referencia a esta sección de la norma, tomando en cuenta conceptos fundamentales que se especifican en la misma.

En la SECCIÓN 6 se describe los principios de medición en la esfera, detalla aspectos importantes de la esfera integradora y las lámparas a utilizarse; así como también la adquisición de datos, ejecución, pruebas y fuentes de error que se pueden dar en el proceso de medición en la esfera. (CIE 84, 1989)

2.3.2 **Norma IESNA LM 9-99**

La norma IESNA LM 9-99 – Medida eléctrica y fotométrica de lámparas fluorescentes, es un método aprobado que describe los procedimientos a seguir y las precauciones que se debe tener al momento de realizar mediciones eléctricas y fotométricas de las lámparas fluorescentes en condiciones normales e incluye la siguiente información:

-) Condiciones ambientales para realizar las pruebas estándar.
-) Caracterización de las fuentes de energía.
-) Conexiones de las lámparas fluorescentes.
-) Estabilización de la lámpara fluorescente.
-) Configuraciones eléctricas.
-) Procedimientos para la medición de las características fotométricas de lámparas y luminarias y evaluación de las posibles fuentes de error;
-) Presentación de los resultados de la prueba.

Este informe se considera suficientemente completo para formar una guía práctica para laboratorios fotométricos y contiene información suficiente que permitirá realizar el procedimiento de medición de flujo luminoso en la esfera de Ulbricht de lámparas fluorescentes. (IESNA 9, 1999)

2.3.3 Norma NTE INEN ISO-IEC 17025.

La norma NTE INEN ISO-IEC 17025 es la que define el estándar de calidad ecuatoriano para los laboratorios de ensayo y calibraciones; y se divide en 5 secciones, 2 anexos y la bibliografía. Se siguen estas normas base para la acreditación de la calidad de los laboratorios, así como los requisitos generales para la competencia de los laboratorios y demostrar que son técnicamente adecuados y capaces de generar resultados válidos.

Esta norma contiene requisitos de gestión así como técnicos, de los cuales nos vamos a enfocar en los técnicos puesto que para la acreditación de un laboratorio se necesita la realización de los métodos de ensayo que son a los que va enfocado este trabajo. (NTE INEN ISO/IEC 17025, 2006)

2.4 Definición de Términos.

2.4.1 Luminancia.

La luminancia de una superficie o también llamada brillo se la define como la densidad superficial de la intensidad luminosa emitida por unidad de superficie en una dirección dada, es decir mide la luz tal cual es percibida por el ojo humano. De hecho esta magnitud es de mucha importancia para evaluar el grado de deslumbramiento que actúan sobre las superficies. (Lillo Jover, 2000)

La luminancia se la representa por la letra **L** y su unidad de medida es candelas por metro cuadrado (cd / m^2); y se la representa por la siguiente formula:

$$L = \frac{I}{S} \quad (3)$$

I = Intensidad Luminosa reflejada

S = Superficie o Área que refleja

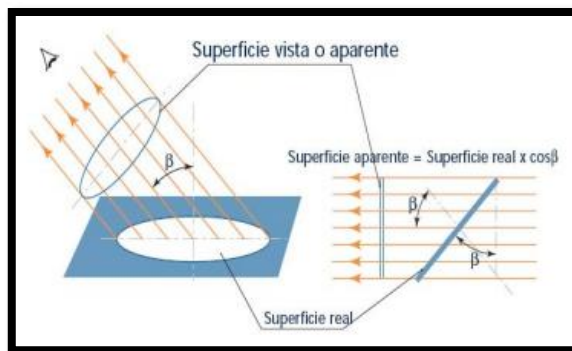


Figura 6. Luminancias de una Superficie

Fuente: Recuperado de

<http://www.indal.es/portal/docs/Documentación%20Técnica/Documentación%20Web%20Indalux/Luminotecnia/05.%20Magnitudes%20luminosas.pdf>

Cuando la superficie considerada S (superficie iluminada) no es perpendicular a la dirección de la luz, habrá que considerar la superficie real $S1$ (superficie aparente), que resulta de proyectar S sobre dicha perpendicular. (Lillo Jover, 2000)

Tabla II
Valores de Luminancias.

Luminancias	cd/m ²
Sol	150.000 cd/m ²
Cielo cubierto	0,03 a 0,1 cd/m ²
Luna	0,25 cd/m ²
Lámpara incandescente clara	15 cd/m ²
Lámpara fluorescente	0,75 cd/m ²
Papel blanco iluminado a 1.000 lx	250 cd/m ²

Fuente y elaboración: Propia

2.4.2 Flujo Luminoso.

El flujo luminoso se lo define como la potencia radiante total que es emitida por una fuente de luz en todas las direcciones y que sensibiliza o afecta el sentido de la vista; haciendo referencia a la curva de sensibilidad que el ojo humano es capaz de percibir. Se lo representa por la letra griega Phi (Φ) y su unidad de medida es el Lumen. (Harper, 2004, pág. 98)

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad (4)$$

Q= Cantidad de luz emitida por segundo

t= Tiempo en segundos

La energía que emiten las fuentes de luz no se aprovecha en su totalidad para la producción de luz, puesto que una parte del flujo lo absorbe la propia fuente; por lo que este flujo luminoso abarca solamente la luz emitida en un segundo en todas las direcciones. (Harper, 2004, pág. 98)

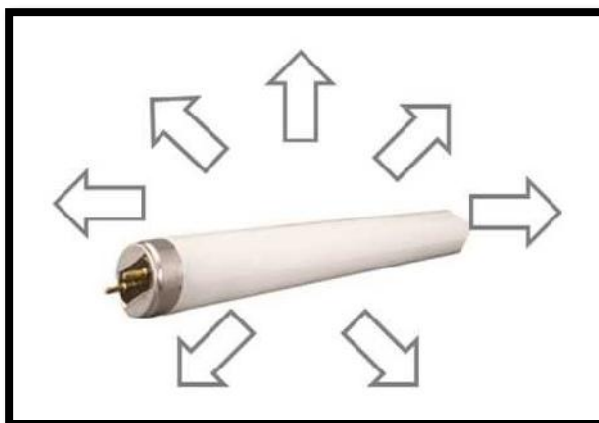


Figura 7. Representación del flujo luminoso de Lámpara Fluorescente

Fuente: Recuperado de <https://www.engineermario.com/flujo-luminoso/>

2.4.2.1 **Lumen.**

El Lumen (Lm) es el flujo luminoso de la radiación monocromática que se caracteriza por tener una frecuencia de 540×10^{14} Hz y un flujo de energía radiante de 1/683 W. Partiendo de este concepto de relación de vatios y lúmenes que es el equivalente luminoso de la energía se puede decir que: 1 vatio-luz a 555 nm = 683 lm (Trashorras Montecelos, 2013, pág. 140)

En la Tabla III se detallan algunos ejemplos de lámparas con su respectivo valor de flujo luminoso.

Tabla III
Lúmenes de Lámparas.

Lámparas	Lúmenes
Lámpara incandescente para señalización	1 Lm
Lámpara para bicicleta	18 Lm
Lámpara incandescente clara de 40W	430 Lm
Tubo fluorescente de 36W	3000 Lm
Lámpara a Vapor de Mercurio de 400W	22000 Lm
Lámpara a Vapor de Sodio de Alta Presión de 400W	47000 Lm
Lámpara a vapor de mercurio halogenado de 2000W	170000 Lm

Fuente y elaboración: Propia

2.5 Características de los Equipos.

Los equipos de medición de flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares que se tienen en el laboratorio de fotometría tienen las siguientes características y se detallarán a continuación cada uno de ellos:

- Esfera integradora de Ulbricht
- Rack de los equipos de medición.
- Instrumentos secundarios.

2.5.1 Esfera integradora Ipce-1



Figura 8. Esfera Integradora de Ulbricht – Lisungroup

Fuente: Propia

El área de investigación del laboratorio de Espectrofotometría y sistema de esfera integradora es de aproximadamente 28.34m². En esta área se encuentra la esfera integradora de Ulbricht de la línea Lisungroup que son de origen Chino, la cual está conectada a un rack mediante un cable de fibra óptica, en el cual se tiene un espectrómetro, un colorímetro modelo LMS-5000, una fuente de poder de AC, una fuente de poder DC y un multímetro digital LS2010. Estos equipos sirven para hacer mediciones de los parámetros de fotometría, colorimetría y radiometría; y los resultados de estas mediciones cumplen con las normativas CIE 84 y IESNA LM-9. Además se tiene una impresora y un computador en el que se realiza las pruebas a distancia y se visualiza los resultados obtenidos a través del software instalado.

Partiendo de esto tenemos la esfera integradora de Ulbricht que es un elemento que se emplea en la óptica para sumar todo el flujo radiante reflejado o radiado por una lámpara o luminaria sin que importe la dirección de la luz hacia donde refleja o radia. Esto es por cuanto la esfera es capaz de medir tanto el factor de reflectancia de una muestra como el flujo luminoso de lámparas. (Davalos, 2016).

La esfera del laboratorio es hueca e internamente está recubierta por una pintura especial blanca, tiene un diámetro de 2m de longitud, la base de retención de la esfera integradora puede soportar 20 kg como máximo y se puede extender para los ensayos con lámparas como E27 / E40, tubos como T5 / T8 / T12, lámparas de bajo consumo, lámparas fluorescentes, HID, CCFL y Led. Esta base de retención se puede instalar en el techo o hacia abajo y se puede ajustar la altura de la misma, dependiendo del tipo de medición que se realice. (LisunElectronics.Inc, 2016). Esta base tiene cuatro cables de alimentación que se conectan a la fuente de alimentación exterior.

2.5.2 Rack Lisungroup

El rack del laboratorio es una estructura metálica que nos permite sostener todos los equipos de medición de la esfera integradora, esto con la finalidad de tener organizado de forma eficiente los equipos así como también ahorra espacio físico; este rack es provisto por la misma empresa Linsun group. Dentro de este rack tenemos los siguientes equipos de medición:

2.5.2.1 **Espectrofotómetro Colorímetro LMS-5000**



Figura 9. Espectrofotómetro

Fuente: (LisunElectronics.Inc, 2016, pág. 3)

Este espectrofotómetro de monocromadores es uno de los que tienen mayor exactitud en sus medidas y es de alta precisión; tiene un tiempo típico de medición en el rango espectral de 380 - 800nm esto es menos de 10 segundos. (LisunElectronics.Inc, 2016, pág. 3)

2.5.2.2 **Medidor de energía digital - LS2010**



Figura 10. Medidor de Energía Digital LS2010

Fuente: Propia

El medidor de energía digital LS2010 es un instrumento que permite la visualización y monitoreo de los parámetros más relevantes de la red, como son la tensión, corriente, potencia, factor de potencia y armónicos.

Algunas características son:

- Rango de tensión: 10 a 600V; Rango de corriente: 0.005 a 20A
- Precisión: $\pm (0,4\% \text{ intervalo de lectura} + 0,1\% \text{ distancia} + 1 \text{ dígito})$

Fuente: (LisunElectronics.Inc, 2016, pág. 4)

2.5.2.3 **Digital CC y CV DC Fuente de Alimentación**



Figura 11. Fuente de Alimentación

Fuente: Propia

Los suministros de energía son la serie LS con alta estabilidad y alta precisión. La tensión y la corriente pueden ser funcionamiento ajustable y simple. Son adecuados para el suministro de alimentación de CC para la lámpara estándar y el gran poder de LED. Otra tensión y corriente de la fuente de alimentación de CC se pueden diseñar según la petición del cliente. (LisunElectronics.Inc, 2016, pág. 5)

2.5.2.4 **Fuente de Energía AC**



Figura 12. Fuente de Energía AC

Fuente: Propia

Esta fuente de energía consta de las siguientes características técnicas:

-)] Comunicarse con el PC a través de RS-232
-)] La tecnología de conversión de frecuencia de AC-DC-AC
-)] La síntesis de ondas digitales, tecnología de ondas de realimentación, baja distorsión de energía Controlado y probado por 16 bits MCU, que tiene alta automatización
-)] Alta velocidad de 12 bits tecnología de muestreo A / D, tal y visualización de la tensión, corriente, potencia, el factor de potencia, frecuencia
-)] Zero impedancia de salida, la resistencia equivalente ≤ 0.1

-) Aislamiento para la producción de energía para hacer la prueba de forma segura y constante Protección para más caliente y tensión de trueno y corriente
-) De entrada a través del teclado, grande pequeño ajuste /, parámetro de configuración rápida Salida de rango de frecuencia: 45.00 - 65.00Hz
-) Rango de voltaje de salida: CA 0.0 - 300.0V tensión total: $\leq 0.6\%$; Estabilidad de tensión: $\leq 0.1\%$ / 30min
-) Cargar tasa de ajuste: $\leq 0.1\%$; Estabilidad de frecuencia: $\leq 0.05\%$ / 30min

Fuente: (LisunElectronics.Inc, 2016, pág. 6)

2.5.2.5 *Equipo Integral del Área 1*

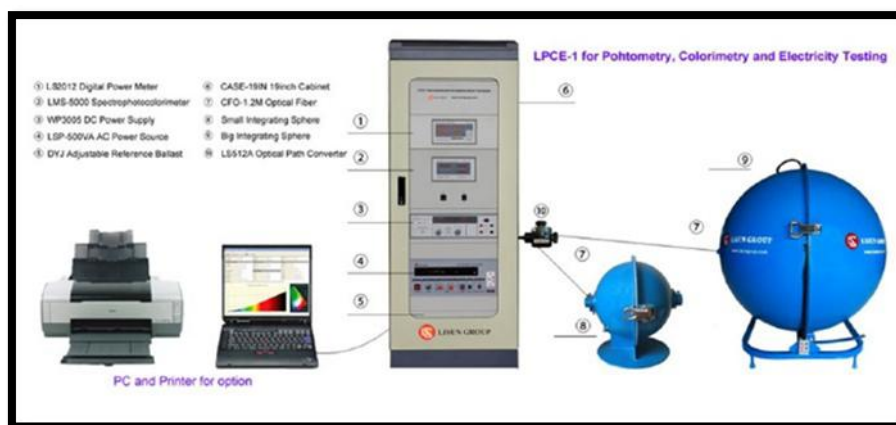


Figura 13. Equipo de medición de la esfera integradora – Lisun group

Fuente: (LisunElectronics.Inc, 2016, pág. 2)

Con estos instrumentos se realiza el cálculo de la medición del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes tubulares y en la cual en el Capítulo 3 se mostrara el funcionamiento del programa de Lisun group.

2.6 Análisis de las Lámparas Fluorescentes.

Las lámparas fluorescentes tubulares o también llamadas tubos fluorescentes, son fuentes luminosas que se originan de la descarga en la atmosfera de vapor de mercurio a baja presión, en la que la emisión de luz (blanca) se produce por un fenómeno de fluorescencia. (Garcia, 2015).

Las partes principales que compone una lampara fluorescente son:

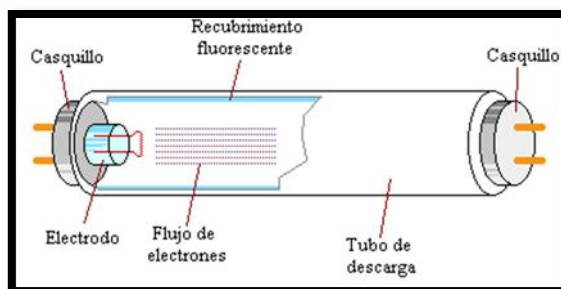


Figura 14. Partes principales de una lámpara Fluorescente

Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net/MiguelRodrguez1/u8-tipos-de-lmparas-y-su-conexin>

- Tubo de descarga
- Casquillos con los filamentos
- Cebador, encendedor o arrancador (starter)
- Balasto (ballast)

2.6.1 Tubo de Descarga.

En la parte interior del tubo o bulbo fino de vidrio se encuentra recubierta con una capa de una sustancia fluorescente o fosforescente, la cual hace posible convertir los rayos de luz ultravioleta que se generan en su interior y no son visibles al ojo humano, en radiaciones de luz visible. Este tubo además contiene una pequeña cantidad de vapor de mercurio líquido y un gas inerte que por lo general suele ser argón o neón, estos están a una presión más baja que la presión atmosférica (García, 2015).

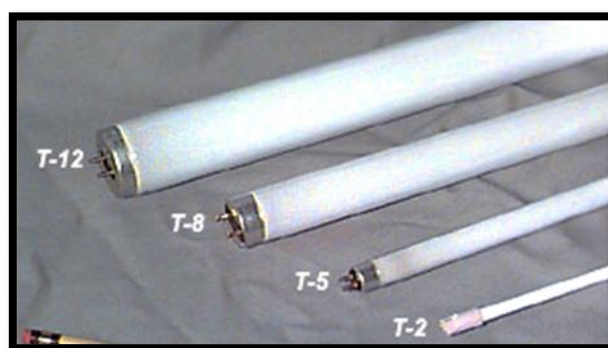


Figura 15. Tubos Fluorescentes

Fuente: Recuperado de <http://www.acuariodearrecife.com/parametros/iluminacion-4.htm>

Este tubo fluorescente de descarga es hecho en vidrio, de diferentes longitudes y dimensiones, dependiendo principalmente de la potencia en watt que se necesite que desarrolle la lámpara y su diámetro suele ser de 1 pulgada en la mayoría de tubos. En su

mayoría los tubos fluorescentes tienen una forma recta, aunque también se pueden encontrar en el mercado en forma circular (García, 2015).

Tabla IV
Código de Identificación de Tubos Fluorescentes

Tubos Fluorescentes	pulgadas	mm
T-12	1,5 pulgadas	38,1 mm
T-8	1 pulgada	25,4 mm
T-5	5/8 pulgada	15,87 mm
T-2	2/8 pulgada	6,3 mm

Fuente y elaboración: Propia

Los numerales a continuación de la letra “T” representan el diámetro del tubo en octavos de pulgada.

2.6.2 Casquillo con los Filamentos.

Los tubos fluorescentes tubulares poseen en sus extremos un casquillo en la que tiene dos pines de contactos electricos, los cuales en su interior estan conectados a dos filamentos metalicos de tungsteno, recubiertos de calcio y magnesio; que son de precalentamiento es decir su funcion es calentar previamente el gas de Argon que contiene en su interior los tubos para que se puedan encender (García, 2015).

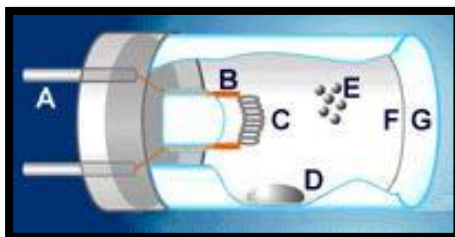


Figura 16. Disposición del casquillo de lámparas Fluorescentes

Fuente: Recuperado de http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_fluorescentes/af_fluorescentes_1.htm

- A. Pines de contacto.
- B. Electrodos.
- C. Filamento de tungsteno.
- D. Mercurio (Hg) líquido.
- E. Átomos de gas argón (Ar).
- F. Capa o recubrimiento fluorescente de fósforo (P).
- G. Tubo de descarga de cristal.

2.6.3 Cebador.

Las lamparas fluorescentes tubulares para su encendido necesitan una etapa de precalentamiento, por lo cual utilizan un pequeño dispositivo llamado cebador o encendedor termico, este se compone de una lamina bimetalica encerrada en una capsula de cristal rellena de gas Neon.

Esta lamina tiene la propiedad de curvarse al recibir calor del gas neon cuando se encuentra encendido con el objetivo de cerrar un contacto que permite el paso de la corriente eléctrica a través del circuito en derivación donde se encuentra conectado el cebador; y a la vez se encuentra conectado en paralelo un capacitor antiparasitivo que evita que dicha lampara produzca ruido en dispositivos cercanos a la misma. (Garcia, 2015)



Figura 17. Cebador de lámpara Fluorescente

Fuente: Recuperado de <http://www.afinidadelctrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=35>

2.6.4 Balastros.

Hoy en dia se tiene en el mercado dos tipos de balastros que se detallaran a continuacion:

2.6.4.1 **Balastros Electromagnetico.**

El balastro electromagnetico es el primero de los balastros o inductancia que se utilizo en lamparas fluorescentes tubulares. Este consta de un transformador de corriente o reactancia inductiva, compuesto por un enrollado único de alambre de cobre y sus principales partes son las siguientes:

Núcleo.- Es la partes mas importantes del balastro, que se compone de un conjunto de chapas metálicas que forman el cuerpo o parte principal del transformador, donde va colocado el enrollado de alambre de cobre.

Carcasa.- Es la envoltura metálica protectora del balasto y del enrollado de los balastos magnéticos comunes salen dos o tres cables (en dependencia de la potencia de la lámpara), que se conectan al circuito externo, mientras que de los balastos electrónicos salen cuatro.

Sellador.- Es un compuesto de poliéster que se deposita entre la carcasa y el núcleo del balasto. Su función es actuar como aislante entre el enrollado, las chapas metálicas del núcleo y la carcasa.

Capacitor o filtro.- Se utiliza para mejorar el factor de potencia de la lámpara, facilitando que pueda funcionar más eficientemente.



Figura 18. Partes de balastro electromagnético comercial

Fuente: Recuperado de <https://www.drillsnbits.com.mx/collections/balastos>

El funcionamiento del balastro dentro de la lámpara fluorescente es el de general el arco eléctrico que requiere el tubo cuando este se va a encender para posteriormente mantenerlo constante; y limitar la intensidad de corriente y potencia que fluye a través del circuito. (Planta Sur, 2016).

2.6.4.2 **Balastos Electrónico.**

Los balastos electrónicos son una de las mejoras que se han dado en la última década en lámparas fluorescentes, estos regulan las lámparas a altas frecuencias usando componentes electrónicos que reemplazan al transformador. (canalHOGAR, 2016).

Son dispositivos diseñados para proveer el voltaje requerido para el arranque y operación de las lámparas fluorescentes; estos componentes se encargan de convertir el voltaje CA a CD, pasando por un convertidor CD – CD, el cual funciona como corrector de factor de potencia, para posteriormente conectarse a un inversor de frecuencia que alimentara la lámpara. (canalHOGAR, 2016).

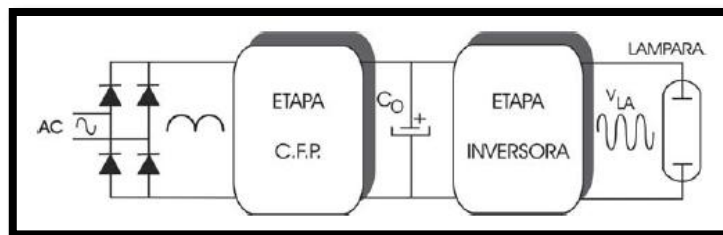


Figura 19. Funcionamiento del balastro electrónico

Fuente: Recuperado de <http://electronica.mx/tipos-de-balastros/>

Dentro de las mejoras que este tipo de balastos en comparación con los tradicionales es la habilidad para ajustar la salida de la luz de la lámpara casi a cualquier nivel cuando es usado un control de intensidad luminosa, además de la ya conocida eliminación del parpadeo al encender y eliminación del ruido. (canalHOGAR, 2016).

2.6.5 Eficacia, Temperatura de color y Horas de vida útil.

La eficacia luminosa de las lámparas fluorescentes oscila entre los 55 a 75 lm/W, esto es aproximadamente cuatro veces mayor a una lámpara incandescente de la misma potencia. Esto depende de algunos factores entre los que tenemos: la potencia de la lámpara, temperatura ambiente, tipo y presión del gas de relleno; y de las propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo. (Poza, 2005).

En la actualidad se ofrece una gran variedad de gama de temperatura de color que va desde 2600 – 6200 °K, esto depende de la composición de los gases que se encuentran dentro del tubo, a continuación se detalla algunas gamas:

Tabla V
Temperaturas de Color

Tonalidades de color	Temperatura de color (°K)
Blanco cálido (WW) (Warm White)	3 000
Blanco (W) (White)	3 500
Natural (N) (Natural)	3 400
Blanco Frío (CW) (Cool White)	4 100
Blanco Frío Deluxe (CWX) (Cool White Deluxe)	4 200
Luz del Día (D) (Daylight)	6 500

Fuente y elaboración: Propia

La vida útil de estas lámparas es aproximadamente de 7500 hs., esto es si se considera un periodo de encendido y funcionamiento de 8 horas, disminuirá si se acortan estos periodos.

CAPITULO 3

En el presente capítulo se detalla la ubicación y detalles relevantes de las áreas del laboratorio de luminotecnia de la Universidad Católica de Cuenca, se realiza el manual de procedimientos para la medición del flujo luminoso en la esfera de Ulbricht de las lámparas fluorescentes tubulares; así como también la elaboración de las fichas de control de ingreso, entrega de las lámparas y su respectivo informe de resultados.

3.1 Descripción del laboratorio de luminotecnia de la Universidad Católica de Cuenca.

La facultad de Ingeniería Eléctrica de la Unidad Académica de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica y Electrónica de la Universidad Católica de Cuenca, cuenta con un laboratorio de luminotecnia, el cual está provisto con los equipos necesarios para realizar mediciones de flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares mediante ensayos y pruebas.

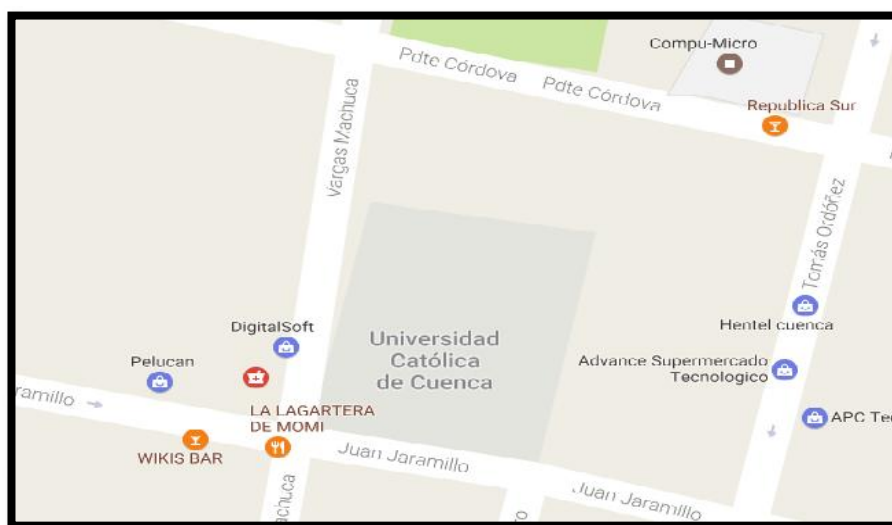


Figura 20. Ubicación del Laboratorio de Luminotecnia

Fuente: Propia

El laboratorio se encuentra ubicado en las calles Vargas Machuca 6-50 entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova como se muestra en la figura 20. Tiene un área total de 115 metros cuadrados, el cual está distribuido en tres espacios específicos para cada tipo de investigación que se realizará en el mismo. Actualmente estas tres áreas de investigación comprenden los equipos de pruebas de agua y polvo, el goniofotómetro y la esfera integradora de Ulbricht. Estas áreas fueron acondicionadas por recomendaciones de los proveedores de la empresa LISUN GROUP y se las detallara en la figura 21.

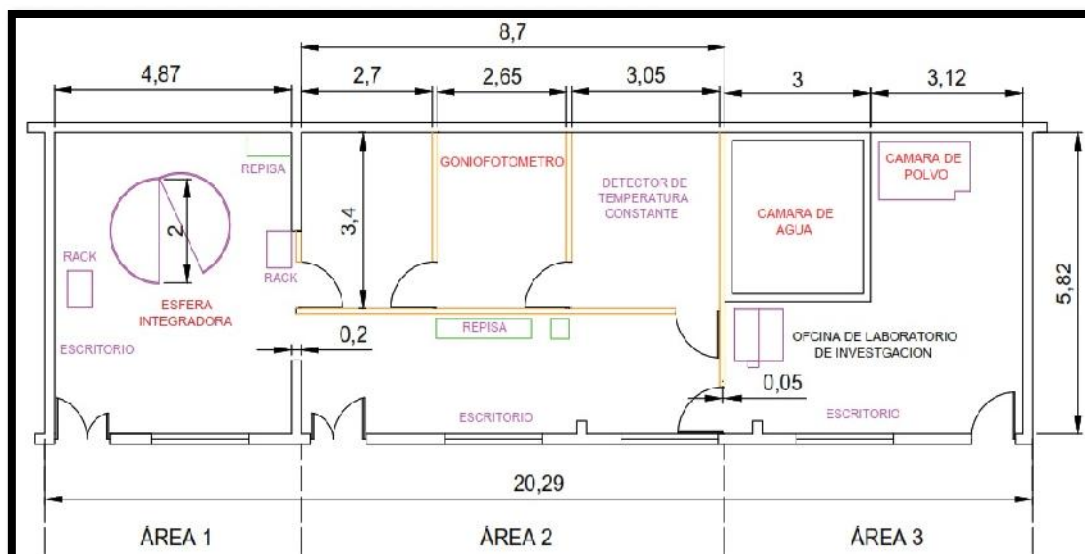


Figura 21. Diagrama Interno del Laboratorio de Luminotecnia de la Universidad Católica de Cuenca

Fuente: Propia

En el laboratorio tenemos las siguientes Áreas:

1. Área 1._Espectrofotometria y sistema de la esfera integradora.
2. Área 2._Fotogoniometria.
3. Área 3._ Cámara de agua y de polvo.

A continuación se detallara el Área 1, en donde está ubicada la esfera integradora de Ulbricht para la medición del flujo luminoso.

En esta Área 1 se encuentran los equipos necesarios para la medición del flujo luminoso de diferentes lámparas; la cual comprende la esfera integradora de Ulbricht, el Rack de los equipos de medición y un computador con impresora desde el cual se realiza la ejecución de las pruebas, los cuales han sido detallados en el capítulo 2.

En el Área 2 se encuentran los equipos de fotometría, que comprende el foto detector y el Goniofotómetro; los cuales están ubicados dentro de un cuarto oscuro pintado de color negro mate y separados en tres secciones con un hoyo por medio del cual es captada la luz de las lámparas de prueba.

En el Área 3 se encuentran los equipos de la cámara de agua y polvo respectivamente, mediante los cuales se realizan las pruebas de hermeticidad e impermeabilidad a las distintas lámparas de ensayo.



3.2 Elaboración del Procedimiento para la Medición del Flujo Luminoso.

El laboratorio de fotometría de la Universidad Católica de Cuenca desarrolla un procedimiento de medición de flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares, para lo cual utilizo normas técnicas que garanticen la confiabilidad de los resultados. Se siguió las normas CIE 84-1989 y la IESNA 9-99 que son normas para la medición de flujo luminoso en la esfera de Ulbricht de lámparas fluorescentes tubulares; y la Norma NTE INEN ISO-IEC 17025 que se refiere a los estándares de calidad ecuatoriano y requisitos de laboratorios de ensayo y calibración, la cual se utiliza para realizar un documento de registro de datos y resultado de ensayos.

El procedimiento a seguir en el laboratorio es el siguiente:

1. Ingreso de las lámparas para ensayo.
2. Envejecimiento de las lámparas.
3. Estabilización de las lámparas.
4. Procedimiento de revisión de conexiones.
5. Condiciones técnicas del laboratorio
6. Procedimiento físico previo a la prueba
7. Procedimiento en el software de Lisungroup.
8. Generación de los informes.
9. Entrega de Informes.
10. Almacenamiento de las muestras testigo.

A continuación se indica un diagrama de flujo del procedimiento a seguir, luego de lo cual se detalla cada bloque del proceso.

3.2.1 Ingreso de las Lámparas para Ensayo.

Una vez que el cliente o empresa solicite la realización de las pruebas, se procede a llenar los formularios de recepción de las lámparas al momento del ingreso; en el cual se detallaran los datos generales de la entidad o persona que requiere el ensayo, los datos genéricos de la lámpara, los requisitos técnicos y tipo de ensayo a realizarse, para luego ser ingresadas al laboratorio. Este Formulario de recepción se lo detallara más específicamente en el ítem 3.3 referido a la Elaboración de Formularios de Recepción.

3.2.2 Envejecimiento de las Lámparas.

Es importante destacar que cuando se realiza ensayos con lámparas fluorescentes tubulares se debe tener en cuenta un periodo de envejecimiento o también llamado tiempo de operación; este es el tiempo en el que la lámpara está encendida mas no apagada, donde se considera el tipo de fuente que se prueba, su historial operativo y sus características. Según la norma IESNA 9-99 este tiempo es de 100 horas para lámparas fluorescentes tubulares nuevas o lámparas que se han manipulado para desalojar el exceso de mercurio de las zonas frías, esto con un ciclo de operación de 2 horas y 45 minutos de encendido y 15 minutos de apagado, lo cual se lo realiza en circuitos de referencia previamente establecidos en el laboratorio, los cuales contienen dispositivos como temporizadores que permiten una exactitud en los tiempos medidos omitiendo un operador que los controle.

Los circuitos de referencia de lámparas fluorescentes tubulares para el envejecimiento deben realizarlos con balasto de referencia de la velocidad adecuada o de impedancia variable y con la tensión de fuente especificada. Los valores de balasto de referencia para voltaje e impedancia se dan en las hojas de datos de la lámpara tubular ANSI. Para esto se sigue la metodología del laboratorio de fotometría según la norma IESNA LM 9-99 (Método aprobado para las mediciones eléctricas y fotométricas de lámparas fluorescentes). Sección 5.0 Circuitos.

Si se realizan pruebas con balastos que no sean de referencia, estos resultados no son directamente comparables con los datos tomados en un balasto de referencia. Cuando se utilicen estos balastos que no sean de referencia deben figurar en el informe de prueba.

3.2.3 Estabilización de las lámparas.

Una vez concluido el envejecimiento se produce una etapa de estabilización de la lámpara; que es el periodo de tiempo en el cual la lámpara permanece encendida y sus características eléctricas y fotométricas se estabilizan es decir donde la temperatura, corriente, voltaje, potencia sea nominales y constantes, esto según la norma CIE 84-1989. Este periodo de tiempo está entre 15 a 16 horas para lámparas fluorescentes tubulares donde se desplaza el exceso de mercurio al punto más frío del tubo.

Existe un método generalmente aceptado de tres pasos para determinar si una lámpara fluorescente es estable: Paso 1. Tome cuatro medidas de la salida de luz de la lámpara en intervalos de un minuto (tiempo total de tres minutos). Este período de tiempo es adicional al tiempo de precalentamiento recomendado. Paso 2. Calcule la diferencia porcentual entre el valor medido máximo y el valor medido mínimo para las cuatro mediciones consecutivas Paso 3. Si el valor calculado en el Paso 2 no excede el uno por ciento, la lámpara se considera estable. Este valor calculado no debe exceder el dos por ciento para lámparas con puntos / cámaras frías, incluidas aquellas que funcionan a 800 mA o más. (IESNA 9, 1999).

Si una lámpara se precalienta en un balasto y luego se cambia a un balasto diferente o para la medición, normalmente se necesita un período de funcionamiento adicional en el circuito de medición para restablecer el equilibrio. Este tiempo adicional se puede minimizar si los dos balastos son eléctricamente equivalentes y si la lámpara se apaga sin extinguir su arco. Si el arco de la lámpara se apaga, o si el balasto de calentamiento no coincide con el balasto de medición, es posible que se requieran otros 5 a 10 minutos de operación en el circuito de medición. Al transferir lámparas desde una posición de calentamiento al equipo fotométrico, se mantendrán las conexiones y la orientación utilizada durante el precalentamiento que por lo general es horizontal. (IESNA 9, 1999).

Normalmente en este periodo se tiene varias incertidumbres, para el caso de medición de voltaje y corriente serán de +0.5 por ciento o mejor. Las incertidumbres de medición de potencia serán +0.75 por ciento o mejor. Las incertidumbres reales se indicarán en el informe de la prueba.

3.2.4 Procedimiento de Revisión de Conexiones.

Según las normas CIE 84 / IESNA 9, para la adquisición de datos de medición del flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares en la esfera de Ulbricht son necesario los equipos descritos anteriormente del Área 1; estos equipos deben estar correctamente

instalados y comprobado su correcto funcionamiento, para lo cual se hace las siguientes verificaciones de conexiones previo a realizar la prueba.

- 1) Examinar la correcta instalación y conexión de los terminales de los dispositivos que controlan la esfera integradora de Ulbricht ubicados en el Rack de equipos como se muestra en la figura 22.

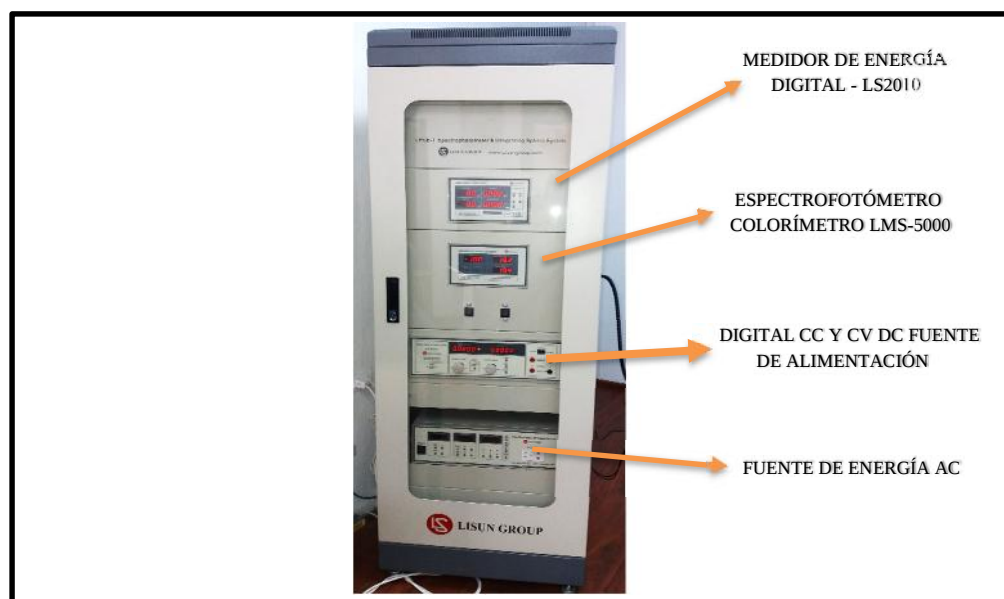


Figura 22. Rack de Equipos de Lisungroup.

Fuente: Propia

- o Fuente AC de alimentación LSP-500VAR.
 - o Fuente DC de alimentación DC3005.
 - o Espectrofotómetro LMS-5000.
 - o Medidor de Potencia digital LMS2010.
 - o Esfera integradora de Ulbricht.
- .
- 2) Examinar el correcto cableado de la instalación de la caja de conexiones electrónica que se encuentra en el soporte dentro de la esfera integradora detallada con valores numéricos de 1 al 4 como se muestra en la figura 23, siendo dos para el suministro de corriente y dos para la medición de tensión de la lámpara, esto con la caja de instalaciones externa ubicada al pie de la esfera integradora como se muestra en la figura 24.

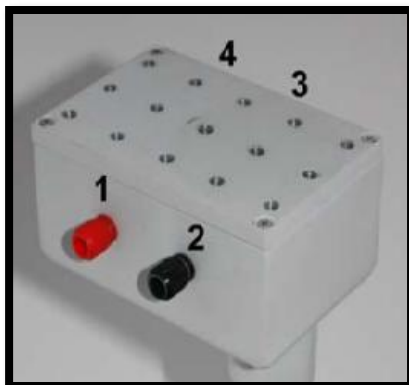


Figura 23. Caja de Conexión Interna de la Esfera Integradora.

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Esfera Integradora de Lisungroup

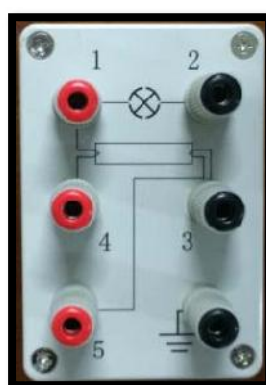


Figura 24. Caja de conexión Electrónica externa de la Esfera Integradora

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Esfera Integradora de Lisungroup

A continuación se muestra el diagrama de cables de las conexiones de la esfera.

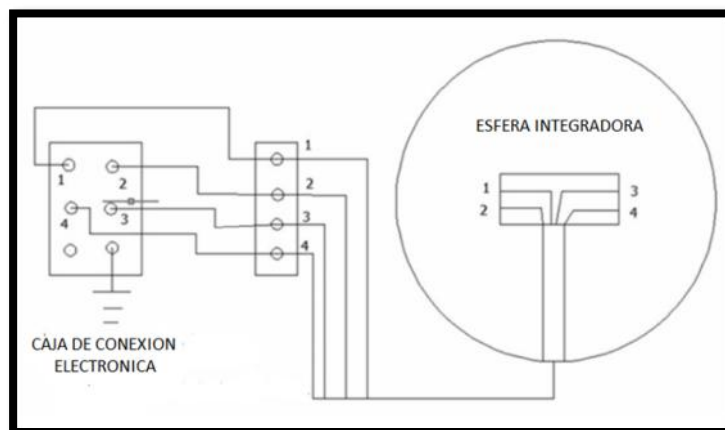


Figura 25. Diagrama de Conexión de Cables de la Esfera de Ulbricht de Lisungroup

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Esfera Integradora de Lisungroup

- 3) Examinar la conexión del cable del foto detector, que este fijo a la esfera integradora como se muestra en la figura 26.



Figura 26. Conexión del Foto detector.

Fuente: Propia

- 4) Examinar la conexión fija del cable de la fibra óptica a la esfera integradora en el puerto 16/12mm como se muestra en la figura 27.



Figura 27. Conexión de Conductor de Fibra Óptica a la Esfera.

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Esfera Integradora de Lisungroup

- 5) Examinar la conexión de los cables de medición de temperatura al puerto de 5mm del espectrofotómetro tal como se muestra en la figura 28, uno es exterior y otro interior. Para diferenciarlos antes de instalar el cable se debe usar la mano para tocar uno de ellos y ver en el software del espectrofotómetro de Lisungroup que cambia la temperatura.

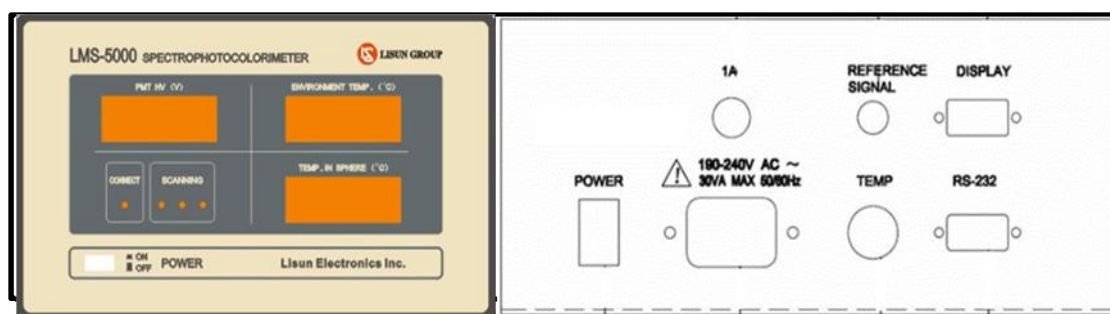


Figura 28. Conexión del Cable de Temperatura.

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Esfera Integradora de Lisungroup

- 6) Examinar el montaje de soporte de base en el interior de la esfera para lo cual primero se debe soltar los tornillos hexagonales que se muestran en la figura 29 y desconectar el tap.



Figura 29. Tornillos Hexagonales del Soporte de Base Hexagonal.

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Esfera Integradora de Lisungroup

Luego sujetar el soporte de base en el interior y fijar los tornillos hexagonales en el último estreptococo como se muestra e la figura 30.



Figura 30. Soporte de Base para Tubos Fluorescentes.

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Esfera Integradora de Lisungroup

Nota: La esfera integradora de Ulbricht de la Universidad Católica de Cuenca ya cuenta con un deflector y un dispositivo de lámpara auxiliar que es la encargada de corregir la auto absorción por la misma lámpara fluorescente tubular, por lo que no se tomara en cuenta como un equipo individual.

A continuación se muestra el dispositivo en la figura 31.

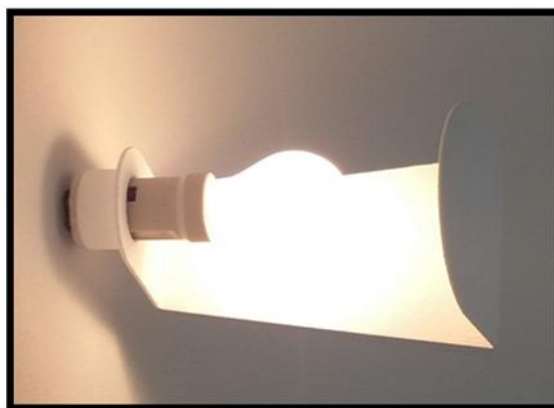


Figura 31. Deflector y Dispositivo de Lámpara Auxiliar.

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Esfera Integradora de Lisungroup

3.2.5 Condiciones Técnicas del Laboratorio.

Posteriormente una vez examinado y verificado las conexiones de la esfera integradora y el rack de los equipos, procedemos a detallar las condiciones técnicas del laboratorio,

necesarias para la medición del flujo luminoso de lámparas fluorescentes en la esfera de Ulbricht según las normas CIE 84 / IESNA 9.

- 1) **La temperatura ambiente del laboratorio debe ser de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.** La esfera integradora tiene un sistema de medición de temperatura externo e interno con el cual se optimiza la medición de estas condiciones para ejecutar la prueba con dicha temperatura; además debe de mantenerse lo más libre posible de corrientes de aire en la misma, es decir no exceder los 4m/minuto de flujo de aire. (CIE 84, 1989, pág. 38). Esta medición se la realiza a no más de 1m de la lámpara y a la misma altura; y este valor debe mantenerse.

Para modificar estas condiciones se debe tener instalado un sistema de aire acondicionado, con lo cual podremos variar las condiciones de temperatura del laboratorio según la necesidad del ambiente.

- 2) **Parámetros eléctricos:** Para la medición de flujo en la esfera de Ulbricht los valores eléctricos deben ser constantes y para el caso de las lámparas fluorescentes tubulares operadas a corriente alterna la incertidumbre del equipo de medición no debe exceder el $\pm 0.2\%$, regulando estos valores para proporcionar un voltaje de 120 voltios a 60Hz. La fuente de alimentación debe ser lo más estable posible, siendo la fuente de c.a exactamente sinusoidales con un mínimo de armónicas en otras frecuencias; es decir de muy baja impedancia para lo cual se harán mediciones cada 5 minutos por 3 ocasiones y no debe tener un cambio de intensidad mayor a 1%. (CIE 84, 1989, pág. 40)

La línea Lisungroup posee una fuente de alimentación de alta precisión descrita en el rack de equipos; si se quisiera verificar su correcto funcionamiento se lo puede realizar con instrumentos de tipo de valor eficaz real. Los voltímetros, amperímetros y los vatímetros deben cumplir con los requisitos del índice de clase 0.5 o mejor para estas mediciones. (CIE 84, 1989, pág. 40)

3.2.6 Procedimiento Físico Previo a la Prueba.

A continuación una vez obtenido estas condiciones técnicas en el laboratorio se procede a la realización del procedimiento físico del ensayo de las lámparas fluorescentes tubulares en la esfera integradora; según la Norma CIE 84-1989 de la Comisión Internacional de Iluminación para realizar este procedimiento se sigue los siguientes pasos:

- 1) Alimentar de energía al gaviote de módulos de la esfera integradora y regular los parámetros eléctricos antes mencionados.
- 2) Colocarse los guantes térmicamente aislados para evitar el contacto directo con la lámpara.
- 3) Separar completamente la puerta de la esfera integradora, soltando los tornillos hexagonales que tiene en su manija.
- 4) Movilizar la lámpara fluorescente tubular hacia la esfera integradora con sumo cuidado y manteniendo la posición previa que tuvo en el periodo de envejecimiento y estabilización.
- 5) Colocar la lámpara en la orientación en la que se diseñó para funcionar.
- 6) Estabilizar la lámpara fluorescente tubular nuevamente por 15 minutos dentro de la esfera de Ulbricht con la puerta de la esfera abierta. Los parámetros eléctricos no excederán los valores nominales en 1%; ni aceleraciones que excedan los 10 m/s² o cambios posicionales que excedan los 30mm.
- 7) Cerrar la puerta de la esfera integradora con sumo cuidado y sin movimientos bruscos.
- 8) Realizar la prueba de flujo luminoso con la ayuda del software del espectrofotómetro de Lisungroup.

3.2.7 Procedimiento en el Software de Lisungroup.

Para iniciar el procedimiento de medición de flujo luminoso en el software del espectrofotómetro es necesario seguir los siguientes pasos:

1) 1er Paso

Encender la computadora e iniciar el programa presionando en el icono del programa de Lisungroup del espectrofotómetro que se encuentra en la pantalla como acceso directo, tal como se muestra en la figura 32 a continuación.



Figura 32. Icono de Lisungroup.

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario dela Espectrofotómetro de Lisungroup

Se inicia el programa y nos muestra la siguiente ventana en pantalla.

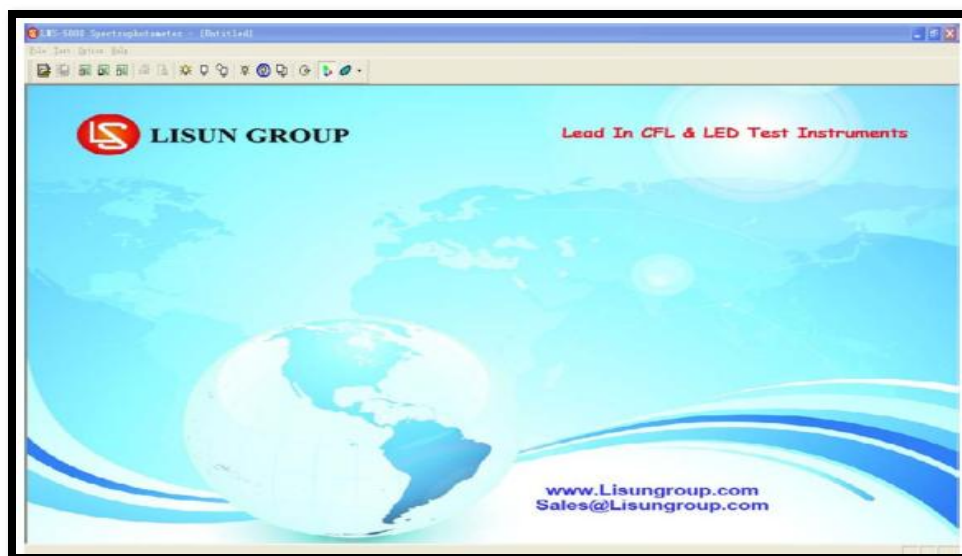


Figura 33. Ventana de Iniciación del Programa.

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Espectrofotómetro de Lisungroup

En esta ventana se muestra en la barra de tareas los ítems del programa que son:

-Archivo (File)

-Prueba (Test)

-Opción (Option)

-Ayuda (Help)

2) 2do Paso

Ejecutar la ventana de prueba (test) dando click en la misma y se muestra la siguiente lista que se ve en la figura 34.

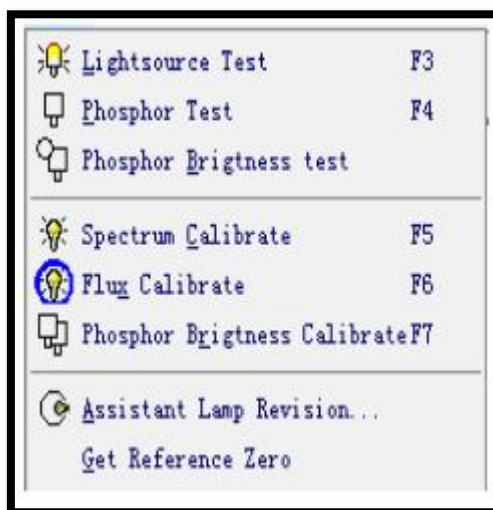


Figura 34. Ventana de Prueba del Programa Test.

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Espectrofotómetro de Lisungroup

En esta ventana se muestra las siguientes funciones:

- Prueba de Fuente de Luz (Lightsource Test)
- Prueba de Fosforo (Phosphor Test)
- Prueba de brillo Fosforescente (Phosphor Brightness Test)
- Calibración del Espectro (Spectrum Calibrate)
- Calibración de Flujo (Flux Calibrate)
- Calibración de brillo de Fosforescente (Phosphor Brightness Calibration)
- Revisión de Lámpara Auxiliar (Assistant Lamp Revision)
- Obtener Referencia Cero (Get Reference Zero)

3) 3er Paso

Seleccionar la función de prueba de fuente de luz (Lightsource Test) dando click. En consecuencia se desplegara la siguiente ventana mostrada en la figura 35.

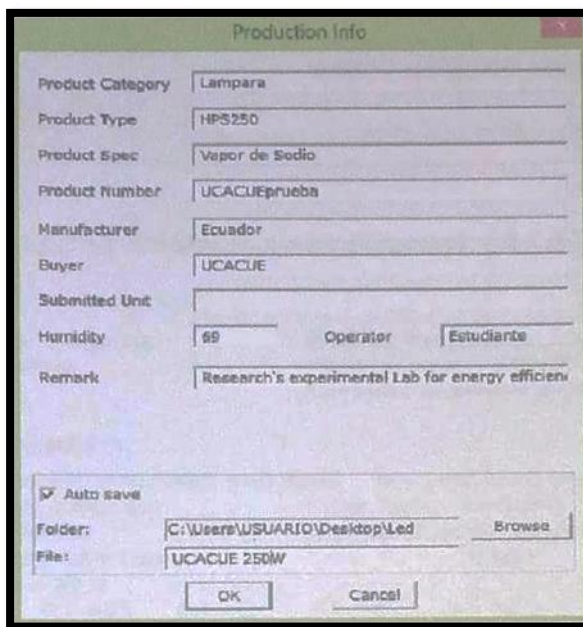


Figura 35. Ventana de Información de Datos de las Lámparas

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Espectrofotómetro de Lisungroup

Aquí se detalla:

- Datos informativos de la lámpara fluorescente tubular
- Datos del operador de laboratorio que realiza la prueba y ubicación
- Datos donde se guardara la prueba realizada

4) 4to Paso

Una vez que se ha introducido todos los datos en esta ventana, seleccionar el icono “OK”; luego a continuación se desplegará la siguiente ventana:

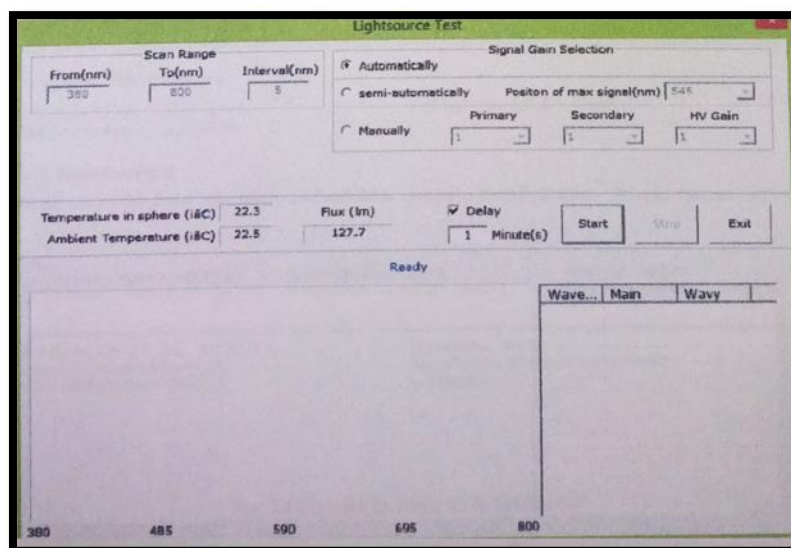


Figura 36. Ventana de datos de la Lámpara

Fuente: Recuperado de Manual de Usuario de la Espectrofotómetro de Lisungroup

En esta ventana se visualiza y registra los siguientes campos:

- Rango de escaneo (nm)
- Temperatura en la esfera
- Temperatura Ambiente
- Selección de ganancia de Señal
- Flujo (lm)
- Retardo (minutos para el calentamiento de la lámpara fluorescente tubular)

5) 5to Paso

Una vez registrados todos los datos en esta ventana, seleccionar el icono “START”; luego de lo cual el programa del espectrofotómetro contabiliza el tiempo de estabilización para después realizar la prueba.

A continuación se muestra los resultados de la medición de flujo luminoso de la lámpara fluorescente tubular en una tabla de valores y su respectiva grafica de los parámetros requeridos, tal como se muestra en la figura 37.

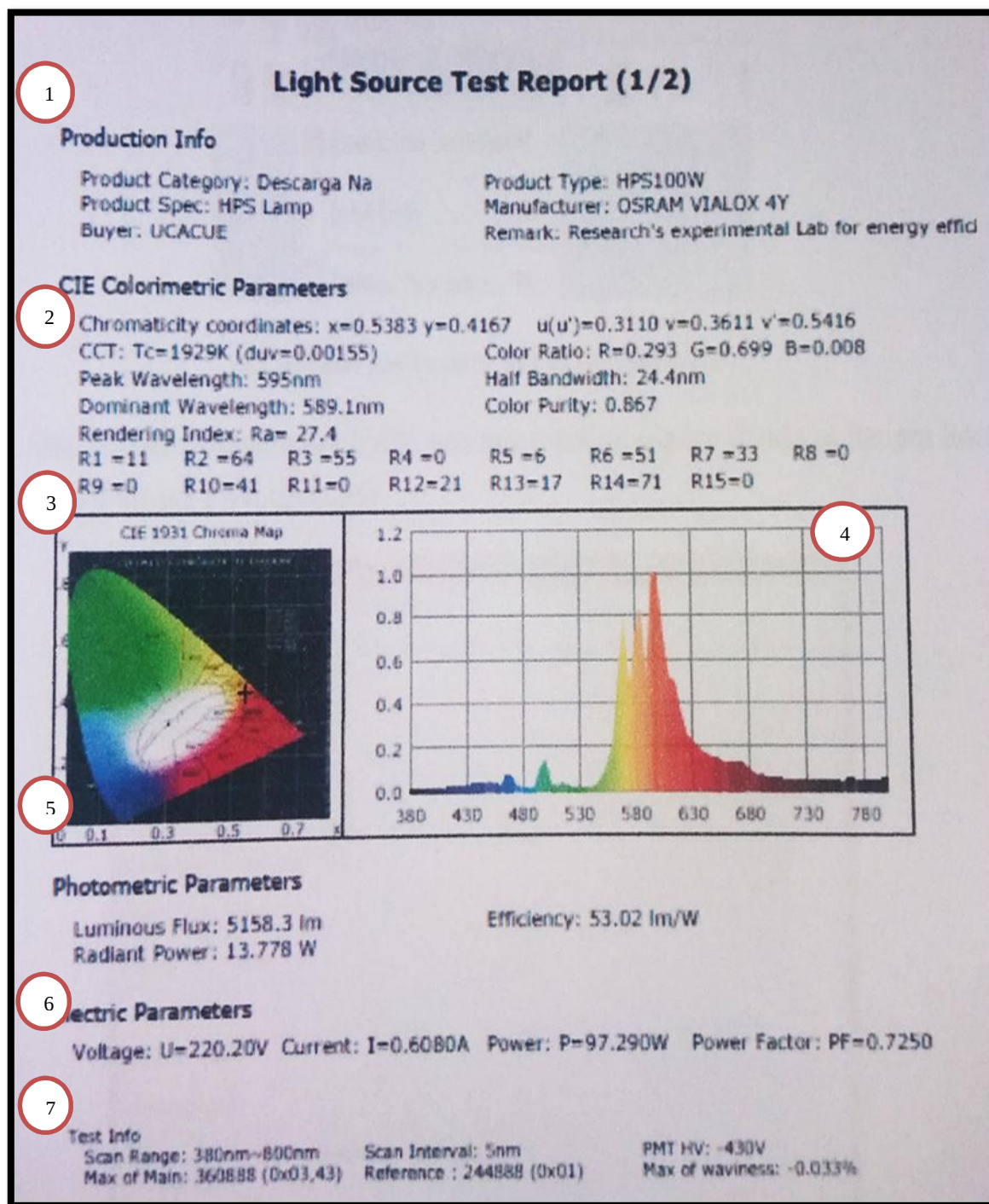


Figura 37. Reporte de Datos de la Lámpara
Fuente: Repositorio de la Universidad Católica de Cuenca

1) Información de Producción. Describe la información de la lámpara ensayada y del cliente.

- Categoría del Producto: Describe el modelo de lámpara ensayada.
- Especificaciones del Producto: Describe el tipo de lámpara ensayada.
- Tipo de Producto: Describe específicamente la lámpara ensayada.
- Fabricante: Describe la empresa quien construyo la lámpara.
- Comprador: Describe el cliente o institución que adquirió la lámpara.
- Observaciones: Describe aspectos relevantes de la lámpara.

2) Parámetros Colorimétricos CIE. Describe la información de los parámetros colorimétricos según las normas de la CIE, a los que fue sometida la lámpara tales como:

- Coordenadas de cromaticidad en (x,y) y (u,v).
- Longitud de onda máxima en (nm): Es el máximo alcance que llega a tener la longitud de onda en un punto dado.
- Longitud de onda dominante en (nm): Es la longitud de onda que predomina en la determinación del matiz de un color.
- Relación de color R, G, B: Es un modelo de sistema colorimétrico de fuente de luz propia (rojo, verde, azul). Y la suma de estos colores primarios forman un pixel de color.
- Medio ancho de banda en (nm): Partiendo de la longitud de onda máxima, se puede decir que es la longitud de onda que tienen una transmisión mayor que o igual al 50%.
- Pureza de color: Depende de la cromaticidad de color de la lámpara, que para el caso de una luz blanca se desea una baja pureza de color.
- Índice de reproducción: Es la capacidad que tiene la lámpara de mostrar los colores de un objeto de manera real (Ra).

3) Diagrama de Cromaticidad o Espacio de Color CIE 1931. Gráfico de un diagrama tridimensional donde se visualiza la representación de todos los colores que el ojo humano es capaz de ver, partiendo de tres colores primarios de a síntesis aditiva de color (valores triestímulos X, Y y Z). Describe el color de la luz de la lámpara por sus coordenadas.

4) Espectro de Longitud de Onda. Gráfico de un diagrama de espectro relativo de longitud de onda de la lámpara en (nm). Indica la cantidad de espectro que proyecta

cada una de las diferentes temperaturas de color; para frecuencias bajas del espectro se obtiene longitudes de onda entre 625nm-740nm (lámpara de sensación cálida) y para frecuencias altas se obtiene longitudes de onda entre 435nm-500nm (lámpara de sensación fría).

5) Parámetros Fotométricos. Describe los parámetros de medida de luz y rendimiento de la lámpara.

- Flujo Luminoso en (lm).
- Potencia Radiante en (W).
- Eficiencia en (lm/W).

6) Parámetros Eléctricos. Describe los indicadores eléctricos a los cuales la lámpara fue ensayada.

- Voltaje en (V).
- Corriente en (A).
- Potencia en (W).
- Factor de Potencia.

7) Información de Prueba. Describe la información de los parámetros con que se realizó el ensayo de la lámpara y del operador.

- Rango de escaneo en (nm): Describe el espacio onda de escaneo que se toma para realizar la prueba en la esfera. Para la visión del ojo humano el espectro visible es de 380nm-740nm, esto dependerá del tipo de estudio (prueba) que se desee realizar.
- Intervalo de escaneo en (nm): Describe cada cuanto realiza el escaneo la esfera integradora.
- Referencia: Dato de referencia de la lámpara patrón.
- Temperatura en °C: Describe la temperatura ambiente y dentro de la esfera integradora.
- Humedad (%): Describe la humedad relativa del ambiente del laboratorio.
- Tiempo de Prueba: Describe la fecha y hora de la realización de la prueba.
- Dispositivo de Prueba: Nombre del dispositivo. (Lisun LMS-5000)
- Operador: Describe el nombre y apellido del operador que realizo la prueba.
- Inspector. Describe el nombre y apellido del inspector que realizo la prueba.

Una vez realizados este procedimiento de medición de flujo luminoso con la lámpara patrón y la lámpara ensayada, se revisa el resultado de cada una de ellas, así como también se determina el factor de cobertura (k) que se determina mediante la incertidumbre estándar para obtener un nivel de confianza de un 95%. Los resultados de medición con un nivel de confianza no menor al 95% es recomendable para los ensayos del laboratorio de fotometría.

3.2.8 Generación de Informes.

Para la generación de informes se debe tener en cuenta todos los parámetros que involucra el ensayo, recopilación de toda la información obtenida de las pruebas y acerca de la lámpara ensayada, esto según la norma que rige los laboratorios de ensayo y calibración (ISO/IEC 17025).

3.2.9 Entrega de Informes.

Después de la generación de los informes de ensayo y recopilación de toda la información de la lámpara ensayada por parte del personal del laboratorio; se procede a emitir la documentación y revisión del proceso de medición del flujo luminoso de la lámpara fluorescente tubular. Para ello se registra los formularios de pruebas y de entrega detallados con más exactitud en los ítems 3.4 y 3.5 respectivamente.

3.2.10 Almacenamiento de la Muestra Testigo.

Para el almacenamiento de la muestra testigo (lámpara fluorescente tubular ensayada) se tiene un lugar específico, delimitado, el cual debe estar separado de otras áreas de trabajo o insumos. Las muestras son almacenadas de tal forma que asegure la integridad de las mismas, es decir tomando las máximas medidas de prevención que eviten la rotura de las lámparas y su posterior derrame de sus componentes como el mercurio que son perjudiciales para la salud.

Esta área de almacenamiento donde se ubican las lámparas es uno solo, el cual estará organizado para ubicar las distintas muestras; debe ser una bodega bajo techo, con un piso de concreto y con una buena ventilación. Las lámparas son clasificadas por el número de orden, potencia y su tipo; esto lo realiza el personal encargado con las medidas de seguridad respectivas.

El lugar de almacenamiento debe contar con su respectiva señalización y los distintos elementos de seguridad por si ocurriese algún accidente como son: guantes, bata, gafas de seguridad y un respirador para vapores.

3.3 Elaboración de formularios de recepción

Para el ingreso de las lámparas al laboratorio de luminotecnia de la Universidad Católica de Cuenca, se registra primeramente un formulario de recepción de las lámparas siguiendo las normas de la ISO/IEC 17025. Esto con el fin de que el personal del laboratorio este instruido de lo que recibe por parte del solicitante del ensayo, observando detalles mínimos, el estado en que recibe las lámparas, teniendo en claro el ensayo que se va a realizar y un ordenamiento de almacenamiento adecuado de las lámparas.

Este formulario de recepción de la lámpara fue referenciada en base al prototipo de fichas que el laboratorio de la Universidad Católica de Cuenca posee y que exige que sea un solo formato para el mismo.

El formulario de recepción se presenta a continuación y se explica cada uno de los casilleros del mismo:

1. **Sello del laboratorio o institución acreditada:** Insignia del laboratorio o institución.
2. **Nombre del laboratorio o institución acreditada:** Describe el nombre del laboratorio que realiza el ensayo y el nombre de la ficha.
3. **Código:** Descripción del número de ensayo asignado en el laboratorio.
4. **Fecha de revisión:** Fecha en la que se revisa la orden de trabajo.
5. **Fecha de aprobación:** Fecha en la que se aprueba la orden de trabajo.
6. **Página:** Páginas del informe de recepción. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

Generalidades

Información General

7. **Fecha de recepción:** Indica el día, mes y año en la que se recibe la lámpara.
8. **Hora:** Hora en la que se recibe la lámpara.
9. **Nombres del cliente:** Describe el nombre y apellido de la persona que está solicitando la(s) prueba(s).
10. **Dirección del cliente:** Colocar la dirección donde reside el solicitante o institución.

- 11. Teléfono:** Colocar el número de teléfono o celular del solicitante o institución.
- 12. Email:** Colocar el correo electrónico del solicitante o institución
- 13. Código asignado:** Colocar el número de orden de trabajo para la prueba.
- 14. Prueba requerida:** Describe las pruebas o ensayos requeridos por el cliente o institución.
- 15. Estado de la luminaria:** Describe el estado en el que se recibe la lámpara (nueva, usada). (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

Datos de identificación de la lámpara

- 16. Marca:** Describe la marca en el mercado que identifica a cada lámpara.
- 17. Modelo:** Describe la configuración de la lámpara en sus distintos modelos. Si es cerrada o abierta, decorativa, tubular, etc.
- 18. Casquillo de lámpara:** Describe el tipo de casquillo donde va a encajar la lámpara.
- 19. Ampolla de la ampapa:** Describe el tipo de ampolla de la que está constituida la lámpara.
- 20. Voltaje:** Describe en nivel de tensión para el que está apto la lámpara.
- 21. Potencia:** Describe la potencia activa de la lámpara. Esto viene dado en la descripción del empaque de la misma.
- 22. Instrumento de ensayo:** Describe el tipo de equipo o instrumento que se va a utilizar en la prueba como son: esfera integradora, goniómetro, cámara de agua, cámara de polvo.

Almacenamiento

- 23. Modulo:** Describe el lugar donde se receptan las lámparas en el laboratorio.
- 24. Sección:** Describe la parte física donde reposaran las lámparas para su posterior prueba, siendo estos lugares los de: la esfera integradora, goniómetro, cámara de agua, cámara de polvo.
- 25. Observaciones:** Se detallara aspectos físicos y de funcionamiento de las lámparas recibidas.
- 26. Responsable Técnico:** Nombre y rubrica de constancia del Personal que recibió la(s) lámpara(s).
- 27. Cliente:** Nombre y rubrica de constancia de entrega de la(s) lámpara(s) por parte del cliente. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

 ucacue UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA		LABORATORIO DE FOTOMETRÍA		CÓDIGO: 3
DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE CALIDAD		FICHA DE RECEPCIÓN		FECHA DE REVISIÓN: 4
1		2		FECHA DE APROBACIÓN: 5
1		2		PÁGINA: 6

1. GENERALIDADES				
1.1 INFORMACIÓN GENERAL				
Fecha de recepción	7	Hora:	8	
Nombre del cliente	9			
Dirección del cliente	10	Teléfono:	11	
Email	12			
Código asignado	13			
Prueba requerida	14			
Estado de la luminaria	Nueva: ☐	Usada: 15	☐	
1.2 DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA LÁMPARA				
Marca	16	Modelo	17	
Casquillo de lámpara	18	Ampolla de la lámpara	19	
Voltaje	20	Potencia	21	
Instrumento de ensayo 22	Esfera integradora ☐	Goniómetro ☐	Cámara de agua ☐	Cámara de polvo ☐
1.3 ALMACENAMIENTO				
Módulo 23				
Sección 24	Esfera integradora ☐	Goniómetro ☐	Cámara de agua ☐	Cámara de polvo ☐
1.4 OBSERVACIONES				
25				

26

 RESPONSABLE TÉCNICO

27

 CLIENTE

Figura 38. Formulario de Recepción

Fuente: Recuperado de "Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas"

3.4 Elaboración de formularios de entrega de resultados

En los formularios de entrega de resultados se detallan todos los procedimientos que se siguen para la realización del ensayo, describiendo los aspectos más significativos e importantes que se alcanzaron en el momento de la prueba y los resultados obtenidos; según las normas de la ISO/IEC 17025.

Este formulario de entrega de resultados de la lámpara fue referenciado en base al prototipo de fichas que el laboratorio de la Universidad Católica de Cuenca posee y que exige que sea un solo formato para el mismo.

El formulario de entrega de resultados se presenta a continuación y se explica cada uno de los casilleros del mismo:

1. **Sello del laboratorio o institución acreditada:** Insignia del laboratorio o institución.
2. **Nombre del laboratorio o institución acreditada:** Describe el nombre del laboratorio que realiza el ensayo y el nombre de la ficha.
3. **Código:** Descripción del número de ensayo asignado en el laboratorio.
4. **Fecha de revisión:** Fecha en la que se revisa la orden de trabajo.
5. **Fecha de aprobación:** Fecha en la que se aprueba la orden de trabajo.
6. **Página:** Páginas del informe de entrega.

Generalidades

Información General

7. **Nombres del cliente:** Describe el nombre y apellido de la persona que está solicitando la(s) prueba(s).
8. **Fecha de entrega:** Indica el día, mes y año en la que se entrega la lámpara.
9. **Hora:** Hora en la que se entrega la lámpara.
10. **Cantidad de lámparas:** Describe el lote de lámparas ensayadas.
11. **Laboratorista responsable:** Nombres y apellidos de la persona responsable del laboratorio. (Parapi, 2018) *Procedimiento para la medición de flujo luminoso de lámparas fluorescentes compactas en la esfera de Ulbricht de la Universidad Católica de Cuenca.*

Ensayo

12. **Pruebas realizada:** Describe las pruebas o ensayos realizados por el laboratorio.
13. **Horas de operación:** Describe el tiempo (horas) que la lámpara fue utilizada.

- 14. Orientación de la lámpara:** Describe la orientación de la lámpara al momento de realizar la prueba. (Horizontal o vertical)
- 15. Tiempo de estabilización:** Describe el tiempo (horas) que la lámpara estuvo en el periodo de estabilización.
- 16. Fecha de ensayo:** Indica el día, mes, año que se realizó el ensayo.
- 17. Hora inicial:** Indica la hora en la que comenzó el proceso de ensayo.
- 18. Hora final:** Indica la hora en la que finalizó el proceso de ensayo.
- 19. Equipos utilizados:** Describe todos los equipos que fueron necesarios a la hora de realizar la prueba con la lámpara. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

Resultado de ensayo

- 20. Voltaje de alimentación:** Describe la tensión (v) que fue suministrada a la lámpara para la realización de la prueba.
- 21. Intensidad luminosa:** Describe la concentración de luz en una dirección en (Cd), que se emitió en la realización de la prueba.
- 22. Corriente:** Describe la intensidad de corriente (i) que fue suministrada a la lámpara para la realización de la prueba.
- 23. Eficacia luminosa:** Describe la relación entre el flujo luminoso emitido por la lámpara y la potencia dada, en (lm/W).
- 24. Potencia:** Describe la cantidad de energía (W) que fue suministrada a la lámpara para la realización de la prueba.
- 25. Flujo luminoso:** Describe la medida de potencia luminosa percibida por la esfera de Ulbricht, en lúmenes.
- 26. Voltaje de casquillo:** Describe la tensión (v) que fue suministrada al casquillo de la lámpara para la realización de la prueba.
- 27. Nivel de confianza:** Describe el nivel de confianza de la prueba con respecto a mediciones con lámparas patrones.
- 28. Corriente de casquillo:** Describe la intensidad de corriente (i) que fue suministrada al casquillo de la lámpara para la realización de la prueba.
- 29. Factor de cobertura:** Describe el valor de incertidumbre k entre los valores obtenidos y la lámpara patrón, que depende del nivel de confianza requerido.
- 30. Observaciones:** Detallar aspectos relevantes que surgieron dentro de la realización del ensayo con la(s) lámpara(s).

 DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE CALIDAD 1	LABORATORIO DE FOTOMETRÍA 2 FICHA DE ENTREGA		CÓDIGO: 3
			FECHA DE REVISIÓN: 4
			FECHA DE APROBACIÓN: 5
			PÁGINA: 6

1. GENERALIDADES			
1.1 INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre del cliente	7		
Fecha de entrega	8	Hora:	9
Cantidad de lámparas	10		
Laboratorista responsable	11		
1.2 ENSAYO			
Prueba realizada	12	Horas de Operación	13
Orientación de la lámpara	14	Tiempo de estabilización	15
Fecha de ensayo	16	Hora inicial:	17
		Hora final:	18
1.3 EQUIPOS UTILIZADOS			
19			
1.4 RESULTADO DE ENSAYO			
Voltaje de alimentación (V)	20	Intensidad luminosa (cd)	21
Corriente (A)	22	Eficacia luminosa (lm/W)	23
Potencia (W)	24	Flujo luminoso (lm)	25
Voltaje del casquillo (V)	26	Nivel de confianza (%)	27
Corriente del casquillo (V)	28	Factor de cobertura (K)	29
1.5 OBSERVACIONES			
30			

31	32
RESPONSABLE TÉCNICO	CLIENTE

Figura 39. Formulario de Entrega

Fuente: Recuperado de "Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas"



31. Responsable Técnico: Nombre y rubrica de constancia del personal que realizó el ensayo.

32. Cliente: Nombre y rubrica de constancia de entrega del formulario de la(s) lámpara(s).
(Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

3.5 Elaboración de informe de pruebas de la lámpara.

En el informe de pruebas de ensayo del flujo luminoso según las normas de la ISO/IEC 17025 está registrada toda la información de fundamental importancia a la hora del ensayo, así como los resultados obtenidos en las pruebas, normas utilizadas y personal técnico del laboratorio.

Esta ficha de informe de pruebas de la lámpara fue referenciada en base al prototipo de fichas que el laboratorio de la Universidad Católica de Cuenca posee y que exige que sea un solo formato para el mismo.

El informe de pruebas de la lámpara se presenta a continuación y se explica cada uno de los casilleros del mismo:

- 1. Sello del laboratorio o institución acreditada:** Insignia del laboratorio o institución.
- 2. Nombre del laboratorio o institución acreditada:** Describe el nombre del laboratorio que realiza el ensayo y el nombre de la ficha.
- 3. Código:** Descripción del número de ensayo asignado en el laboratorio.
- 4. Fecha de revisión:** Fecha en la que se revisa la orden de trabajo.
- 5. Fecha de aprobación:** Fecha en la que se aprueba la orden de trabajo.
- 6. Página:** Páginas del informe de recepción. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

Generalidades

Información General

- 7. Nro. de Informe:** Describe el número de informe ensayado.
- 8. Fecha de recepción:** Indica el día, mes y año en la que se recibe la lámpara para el ensayo.
- 9. Nombre del cliente:** Describe el nombre y apellido de la persona que está solicitando la(s) prueba(s).
- 10. Prueba requerida:** Describe las pruebas o ensayos requeridos por el cliente o institución.

- 11. Dirección del cliente:** Colocar la dirección donde reside el solicitante o institución.
- 12. Fecha de ensayo:** Indica el día, mes y año en la que se realizó el ensayo de la lámpara.

(Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

Identificación de la fuente de luz

- 13. Código de la lámpara:** Descripción del número de ensayo asignado en el laboratorio.
- 14. Marca:** Describe la marca en el mercado que identifica a cada lámpara.
- 15. Tipo:** Describe la configuración de la lámpara en sus distintos modelos. Si es cerrada o abierta, decorativa, tubular, etc.
- 16. Modelo:** Describe el modelo de lámpara de los distintos que existen en el mercado.
- 17. Subgrupo de la lámpara:** Describe el tipo de lámpara a ensayar. Si es Fluorescente, LED, HID, Inducción, etc.
- 18. Casquillo de lámpara:** Describe el tipo de casquillo donde va a encajar la lámpara.
- 19. Descripción del módulo:** Describe los componentes que involucra a la lámpara en su totalidad.
- 20. Ampolla de la ampapa:** Describe el tipo de ampolla de la que está constituida la lámpara.
- 21. Potencia:** Describe la potencia activa de la lámpara. Esto viene dado en la descripción del empaque de la misma.
- 22. Lugar de Fabricación:** Describe la ciudad o país donde fue fabricada la lámpara.
- 23. Voltaje:** Describe en nivel de tensión para el que está apto la lámpara.
- 24. Fecha de Fabricación:** Describe la fecha de fabricación de la lámpara. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

Métodos de prueba utilizados y normas de referencia

- 25. Código y nombre del método de prueba:** Describe el nombre y código del procedimiento que se va a seguir en el ensayo.
- 26. Código y nombre de la norma:** Describe el nombre y código de las normas técnicas a seguirse en este procedimiento de ensayo.

Equipos

- 27. Código interno:** Descripción del código interno establecido por el laboratorio para los equipos involucrados en el ensayo.
- 28. Descripción:** Descripción física del equipo necesario en el ensayo.

 ucacue UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE CALIDAD 1	2	LABORATORIO DE FOTOMETRÍA	CÓDIGO: 3
		FORMATO TÉCNICO	FECHA DE REVISIÓN: 4
		INFORME DE ENSAYO EN LA ESFERA INTEGRADORA	FECHA DE APROBACIÓN: 5
		PÁGINA: 6	

1. GENERALIDADES					
1.1 INFORMACIÓN GENERAL					
Nro. de informe	7	Fecha de recepción	8		
Nombre del cliente	9	Prueba requerida	10		
Dirección del cliente	11	Fecha de ensayo	12		
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA FUENTE DE LUZ					
Código de lámpara	13	Marca	14		
Tipo	15	Modelo	16		
Subgrupo de lámpara	17	Casquillo de la lámpara	18		
Descripción de módulo	19	Ampolla de la lámpara	20		
Potencia (W)	21	Lugar de fabricación	22		
Voltaje (V)	23	Fecha de fabricación	24		
1.3 MÉTODOS DE PRUEBA UTILIZADOS Y NORMAS DE REFERENCIA					
Código y nombre del método de prueba			Código y nombre de la norma		
25			26		
1.4 EQUIPOS					
Código interno	Descripción	Marca	Certificado de calibración Nro.	Fecha de calibración	Emisor
27	28	29	30	31	32
1.5 PATRONES					
Código interno	Descripción	Marca	Certificado de calibración Nro.	Fecha de calibración	Emisor
33	34	35	36	37	38

Figura 40. Informe de Pruebas

Fuente: Recuperado de "Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas"

 ucacue UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE CALIDAD	LABORATORIO DE FOTOMETRÍA	CÓDIGO:
		FECHA DE REVISIÓN:
	FORMATO TÉCNICO INFORME DE ENSAYO EN LA ESFERA INTEGRADORA	FECHA DE APROBACIÓN:
		PÁGINA:

2. RESULTADOS							
2.1 CONDICIONES AMBIENTALES							
Temperatura ambiente (°C)	39						
Humedad relativa %	40						
Presión Atmosférica	41						
2.2 CONDICIONES DE ENSAYO							
Diámetro de la esfera integradora	42			Tiempo de estabilización	43		
Orientación de la lámpara	44			Horas de operación	45		
2.3 RESULTADOS DEL ENSAYO							
Voltaje de alimentación (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Voltaje en casquillo (V)	Corriente en casquillo (A)	Intensidad luminosa (cd)	Eficacia luminosa (lm/W)	Flujo luminoso (lm)
46	47	48	49	50	51	52	53
2.4 INCERTIDUMBRE COMBINADA							
Lámpara	Incertidumbre				Valor de flujo luminoso (lm)		
Prueba o ensayo	54				55		
Patrón de trabajo	56				57		
Nivel de confianza (%)				Factor de confianza (K)			
58				59			
2.5. OBSERVACIONES							
60							

3. RESPONSABILIDAD TÉCNICA			
RESPONSABLE TÉCNICO	61	FIRMA	62
ANALISTA TÉCNICO	63	FIRMA	64

Figura 41. Informe de Pruebas (Continuación)

Fuente: Recuperado de "Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas"



29. Marca: Describe la marca del equipo necesario.

30. Certificado de calibración: Describe el certificado que avalúa que el equipo está correctamente calibrado.

31. Fecha de calibración: Describe la fecha de la última calibración del equipo.

32. Emisor: Describe quien emite el certificado de calibración. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

Patrones

33. Código interno: Descripción del código interno establecido por el laboratorio para los dispositivos patrones involucrados en el ensayo.

34. Descripción: Descripción física de los dispositivos patrones necesarios en el ensayo.

35. Marca: Describe la marca de los dispositivos patrones necesarios.

36. Certificado de calibración: Describe el certificado que avalúa que el dispositivo patrón está correctamente calibrado.

37. Fecha de calibración: Describe la fecha de la última calibración de los dispositivos patrones.

38. Emisor: Describe quien emite el certificado de calibración de los dispositivos patrones.

Resultados

Condiciones Ambientales

39. Temperatura ambiente: Describe la temperatura ambiente dentro y fuera de la esfera con que se realizó el ensayo.

40. Humedad relativa: Describe la cantidad de agua en forma de vapor en el ambiente del laboratorio.

41. Presión atmosférica: Describe la presión del aire que existe en el ambiente a la hora de la prueba. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

Condiciones de ensayo

42. Diámetro de la esfera integradora: Describe el diámetro total de la esfera de Ulbricht en metros.

43. Tiempo de estabilización: Describe el tiempo (horas) que la lámpara estuvo en el periodo de estabilización.

44. Orientación de la lámpara: Describe la orientación de la lámpara al momento de realizar la prueba. (Horizontal o vertical)

45. Horas de operación: Describe el tiempo (horas) que la lámpara fue utilizada.

Resultados de ensayo

- 46. Voltaje de alimentación:** Describe la tensión (v) que fue suministrada a la lámpara para la realización de la prueba.
- 47. Corriente:** Describe la intensidad de corriente (i) que fue suministrada a la lámpara para la realización de la prueba.
- 48. Potencia:** Describe la cantidad de energía (W) que fue suministrada a la lámpara para la realización de la prueba.
- 49. Voltaje de casquillo:** Describe la tensión (v) que fue suministrada al casquillo de la lámpara para la realización de la prueba.
- 50. Corriente de casquillo:** Describe la intensidad de corriente (i) que fue suministrada al casquillo de la lámpara para la realización de la prueba.
- 51. Intensidad luminosa:** Describe la concentración de luz en una dirección en (Cd), que se emitió en la realización de la prueba.
- 52. Eficacia luminosa:** Describe la relación entre el flujo luminoso emitido por la lámpara y la potencia dada, en (lm/W).
- 53. Flujo luminoso:** Describe la medida de potencia luminosa percibida por la esfera de Ulbricht, en lúmenes. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*
- Incertidumbre combinada**
- 54. Incertidumbre (prueba o ensayo):** Describe el nivel de incertidumbre del flujo luminoso en la lámpara de prueba.
- 55. Valor de flujo luminoso (prueba o ensayo):** Resultado del valor de flujo luminoso de la lámpara de prueba en lúmenes.
- 56. Incertidumbre (patrón de trabajo):** Describe el nivel de incertidumbre del flujo luminoso en la lámpara patrón.
- 57. Valor de flujo luminoso (patrón de trabajo):** Resultado del valor de flujo luminoso de la lámpara patrón en lúmenes.
- 58. Nivel de confianza:** Describe el nivel de confianza de la prueba con respecto a mediciones con lámparas patrones e incertidumbres antes mencionadas.
- 59. Factor de cobertura:** Describe el valor de incertidumbre k entre los valores obtenidos y la lámpara patrón, que depende del nivel de confianza requerido
- 60. Observaciones:** Describe los aspectos más relevantes al momento del ensayo y a tomarse en cuenta en los resultados obtenidos de la misma. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*



Responsabilidad Técnica

- 61. Responsable Técnico:** Nombre del personal responsable técnico que realizo y monitorio el proceso de ensayo en el laboratorio.
- 62. Firma de Responsable Técnico:** Rubrica de conformidad y responsabilidad de los ensayos realizados.
- 63. Analista(s) Técnico(s):** Nombre del personal de analistas técnicos que realizo y monitorio el proceso de ensayo en el laboratorio.
- 64. Firma de Analista(s) Técnico(s):** Rubrica de conformidad y responsabilidad de los ensayos realizados. (Parapi, 2018) *Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas.*

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

1. El laboratorio de fotometría la Universidad Católica de Cuenca en la actualidad no cuenta con un certificado de acreditación, por lo que se realizó este procedimiento como parte de la documentación necesaria para la acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (S.A.E).
2. Para la acreditación del laboratorio se debe tener procedimientos de medición de las distintas lámparas, requisito necesario establecido en el apartado de Requisitos Técnicos del SAE, por lo que se realizó el procedimiento para la medición del flujo luminoso de lámparas fluorescentes tubulares en la esfera de Ulbricht.
3. Este procedimiento se lo realizó de acuerdo a los requerimientos de las normas IESNA LM 9-99 (Método aprobado para las mediciones eléctricas y fotométricas de lámparas fluorescentes) y la norma CIE 84 (Medición de flujo luminoso).
4. Al utilizar las normas IESNA LM 9-99 y CIE 84 para realizar el procedimiento de ensayo con lámparas fluorescentes tubulares, se tiene un respaldo de alto grado de confiabilidad que los resultados serán correctos y sirven como aval del procedimiento de ensayo.
5. Se ha desarrollado el procedimiento de ensayo y el informe de ensayo de acuerdo a la norma internacional ISO/IEC 17025:2005 (Calidad en Laboratorios de Ensayos y de Calibración), lo cual permitirá observar de forma clara los resultados de las pruebas de ensayo en el laboratorio. Además cabe señalar que se utilizó de referencia para los formularios de recepción y entrega de lámparas fluorescentes tubulares las fichas de la tesis “Elaboración de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lámparas fluorescentes compactas”.
6. Para determinar el flujo luminoso en la esfera de Ulbricht de las lámparas fluorescentes tubulares se debe identificar la incertidumbre de los equipos de medición de acuerdo a la metodología establecida por el laboratorio.
7. Al momento de trasladar las lámparas fluorescentes tubulares hacia la esfera integradora se debe mantener la posición que se tuvo al momento de realizar el envejecimiento y estabilización de la lámpara, para tener una correcta medición en el ensayo.

8. El laboratorio de la Universidad Católica de Cuenca hasta el momento no dispone de todos los equipos necesarios para la realización de ensayos de lámparas fluorescentes tubulares; siendo necesarios los equipos citados a continuación: un medidor de tensión, corriente, potencia e impedancias, así como un termómetro.
9. El laboratorio de fotometría no dispone de un sistema de aire acondicionado que permita modificar el ambiente en la sala del laboratorio necesario para poder cumplir con lo indicado en la norma IESNA LM 9-99 (Método aprobado para las mediciones eléctricas y fotométricas de lámparas fluorescentes).
10. El laboratorio de fotometría no cuenta con un sitio específico para la realización del envejecimiento de las lámparas fluorescentes tubulares; así como también un sitio para el almacenamiento de las muestras de prueba.

4.2 Recomendaciones.

1. Los ensayos que se realicen con lámparas fluorescentes tubulares deben observar el procedimiento de las normas IESNA LM 9-99 (Método aprobado para las mediciones eléctricas y fotométricas de lámparas fluorescentes) y la norma CIE 84 (Medición de flujo luminoso).
2. Al realizar el procedimiento de ensayo con las lámparas fluorescentes tubulares ninguna persona externa al laboratorio podrá manipular ningún equipo ni prueba, por lo que solo el personal competente y certificado lo realizará.
3. El informe de ensayo (ficha de ensayo) debe ser única, la cual contendrá un número de serie o código para ser identificada y tener un ordenamiento adecuado en el laboratorio.
4. Al momento de la realizar el procedimiento de ensayo con las lámparas fluorescentes tubulares, estas no deben ser manipuladas o en lo posible que sea mínimo el movimiento, ya que esto provoca una inestabilidad en los componentes internos (mercurio) de la lámpara fluorescente tubular, lo cual afectaría la medición y generaría valores incorrectos.
5. Según el procedimiento para manipular la esfera integradora en su parte interna se lo debe hacer por medio de guantes térmicamente aislados.
6. Para realizar el procedimiento de medición de flujo luminoso en la esfera de Ulbricht es necesario que el laboratorio adquiriera un sistema de aire acondicionado que permita realizar ensayos a una temperatura adecuada.



7. El laboratorio de fotometría no dispone de todos los equipos necesarios para realizar el ensayo con lámparas fluorescentes tubulares, por lo que debe adquirir los equipos faltantes para la realización de las pruebas, recomendando un analizador de energía marca Fluke 435, medidor de impedancia marca IET 7600 y un termómetro marca HOB0.
8. Se recomienda realizar un mantenimiento de equipos cada 6 meses por parte del personal del laboratorio, en el cual se limpia la esfera integradora con un cepillo y un compresor de aire esto por disposición de los fabricantes (Lisungroup).
9. En el procedimiento (ítem 3.2.2) recomienda que el laboratorio de fotometría debe adecuar un sitio específico para el envejecimiento de las lámparas fluorescentes tubulares que disponga de aire acondicionado y calefactor, así como un circuito eléctrico paralelo a la fuente de voltaje con temporizadores.
10. Para tener una constancia de las lámparas ensayadas en el laboratorio, según el procedimiento (ítem 3.2.10) se debe adecuar un lugar de almacenamiento de las muestras testigo, las cuales serán ordenadas de acuerdo su tipo, potencia y orden de trabajo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- Araguillin, R. D., & Muñoz, C. M. (22 de 06 de 2016). *Experiencia de la implementacion de la norma ISO/IEC 17025 en el primer laboratorio de luminotecnica del Ecuador*. Instituto nacional de eficiencia energrtica y energias renovables, Laboratorio de Luminotecnica, Quito. Recuperado el 2017 de Enero de 13, de https://www.researchgate.net/publication/304251502_EXPERIENCIA_DE_LA_IMPLMENTACION_DE_LA_NORMA_ISOIEC_17025_EN_EL_PRIMER_LABORATORIO_DE_LUMINOTECIA_DEL
- Blanca Jimenez, V., Castilla Cabanes, N., Martinez Anton, A., & Pastor Villa, R. (s.f.). *Luminotecnica-Magnitudes Fotométricas básicas. Unidades de medida*. Obtenido de riunet: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12732/L%20U%20M%20I%20N%20O%20T%20E%20C%20N%20I%20A.pdf?sequence=1>
- canalHOGAR. (14 de Marzo de 2016). *¿Qué es un balastro electrónico y para qué se usa?* Obtenido de Hogar Canales MAPFRE: <https://www.hogar.mapfre.es/bricolaje/electricidad/6886/que-es-sirve-balastro-electronico>
- Chapa Carreon, J. (2004). *Manuel de instalaciones de alumbrado y fotometria*. (Noriega, Ed.) Mexico D.F.: Limusa S.A.
- CIE 84. (1989). *The Measurement of Luminous Flux*. International Commission of Illumination.
- Davalos, T. (08 de Noviembre de 2016). *Inaugura CIO laboratorios de radiometría y fotometría*. Obtenido de Conacyt Agencia Informativa: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/11285-inaugura-cio-laboratorios-de-radiometria-y-fotometria>
- Garcia, J. A. (2015). *Asi funcionan las Lamparas Fluorescentes*. Obtenido de Asi Funciona: http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_fluorescentes/af_fluorescentes_1.htm
- Giancoli, D. C. (2006). *Fisica Principios y Aplicaciones* (Sexta Edicion ed., Vol. 2). Mexico: Pearson. Recuperado el 2017 de 04 de 05



- Gomez Gonzales, E. (2006). *Guía básica de conceptos de Radiometría y Fotometría*. Universidad de Sevilla, Departamento de física aplicada III, Sevilla.
- Harper, E. (2004). *El ABC del alumbrado e instalaciones electricas en baja tension*. Mexico D.F: Limusa.
- IESNA 9. (1999). *IESNA LM 9-99 Electrical and Photometric Measurement of Fluorescent Lamps*. IESNA, New York. Obtenido de International Commission on Illumination.
- Lillo Jover, J. (2000). *Ergonomía, evaluación y diseño del entorno visual* (1ra ed.). Madrid, España: Alianza S.A.
- LisunElectronics.Inc. (2016). *Spectrophotometer and Integrating Sphere Test system LPCE-1*. Lisun Group, Shanghai. Obtenido de www.lisungroup.com
- Marquez Robledillo, V. G., Gonzales Jimenez, J., & Gonzales Perez, J. (2014). *Eficiencia Energetica en las instalaciones de iluminacion interior y alumbrado exterior. ENAC0108* (1ra Edicion ed.). Antequera: IC Editorial.
- NTE INEN ISO/IEC 17025. (2006). *Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN ISO/IEC 17025:2006: requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. Quito.
- Oidor, I., Cardoso, J., & Suarez, J. (2004). *Analisis de las fuentes de influencia en las mediciones de flujo luminoso total*. Centro Nacional de Metrologia, Queretaro. Recuperado el 2017 de Enero de 11, de <https://www.cenam.mx/simposio2004/memorias/TA-033.pdf>
- Parapi, C. (2018). *Elaboracion de un manual de procedimientos para medir el flujo luminoso en lamparas fluorescentes compactas*. Tesis, Universidad Catolica de Cuenca, Ingenieria Electrica, Cuenca. Recuperado el 2018
- Planta Sur. (08 de 09 de 2016). *Diferencias entre balastro electrónico y electromagnético*. Obtenido de Planta Sur: <http://plantasur.com/es/noticias/diferencias-entre-balastro-electronico-y-electromagnetico>
- Poza, L. (Octubre de 2005). *Eficiencia energética con el uso de luz fluorescente*. Obtenido de Proempleo Ingenieros.es: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-1241-eficiencia-energetica-luz-fluorescente.aspx>



- Ramirez, A. (21 de Octubre de 2013). *El Paradigma de la Medición de la Luz (Primera parte)*.
Obtenido de Iluminet Revista de iluminacion online: <http://www.iluminet.com/paradigma-medicion-luz/>
- Trashorras Montecelos, J. (2013). *Configuracion de instalaciones electricas* (1ra ed.). España: Paraninfo. S.A.
- Westland, S. (2001). *Qué son la visión escotópica y fotópica*. Recuperado el 24 de 01 de 2017, de Imagen digital Apuntes sobre diseño y artes graficas: http://www.gusgsm.com/son_vision_escotopica_fotopica