



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA  
Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE RADIACIÓN  
ULTRAVIOLETA EN LAS LUMINARIAS LED DE USO  
DOMÉSTICO**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

**AUTORES: JOHN CRISTOPHER LÓPEZ SUÁREZ**

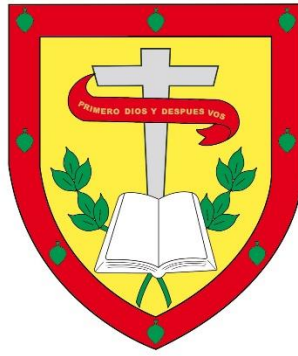
**MARCO ANTONIO QUINTERO ORELLANA**

**DIRECTOR: GIOVANI SANTIAGO PULLA GALINDO, MSc.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2023**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE RADIACIÓN  
ULTRAVIOLETA EN LAS LUMINARIAS LED DE USO DOMÉSTICO**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

**AUTORES: JOHN CRISTOPHER LÓPEZ SUÁREZ**

**MARCO ANTONIO QUINTERO ORELLANA**

**DIRECTOR: GIOVANI SANTIAGO PULLA GALINDO, MSc**

**CUENCA - ECUADOR**

**2023**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

## Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

**John Cristopher López Suárez y Marco Antonio Quintero Orellana** portadores de las cédulas de ciudadanía N° **0107590119** y **0107344822**. Declaramos ser autores de la obra: **“Determinación de la presencia de radiación ultravioleta en las luminarias led de uso doméstico”**, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 5 de mayo de 2023

F:  .....

John Cristopher López Suárez

0107590119

F:  .....

Marco Antonio Quintero Orellana

0107344822

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por López Suárez John Cristopher, y Quintero Orellana Marco Antonio bajo mi supervisión.



---

Ing. Giovanni Santiago Pulla Galindo MSc.

DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación mi familia quienes me han apoyado incondicionalmente en todo lo que he necesitado para lograr llegar hasta este punto.

LÓPEZ SUÁREZ JOHN CRISTOPHER

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN .....	IV
DEDICATORIA .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VI
LISTA DE FIGURAS .....	XI
LISTA DE TABLAS .....	XIV
RESUMEN.....	16
ABSTRACT .....	17
CAPÍTULO 1.....	18
1. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Introducción.....	18
1.2 Objetivos .....	19
1.2.1 Objetivo general.....	19
1.2.2 Objetivos específicos .....	20
CAPITULO 2.....	21
2. MARCO TEÓRICO .....	21
2.1 La Luz .....	21
2.1.1 Naturaleza de la luz. ....	22
2.1.2 Comportamiento de la luz. ....	23
2.1.2.1 Propagación. ....	23
2.1.2.2 Refracción. ....	23
2.1.2.3 Difracción. ....	24
2.1.2.4 Reflexión. ....	24
2.1.2.5 Dispersión. ....	25
2.1.2.6 Polarización.....	25
2.1.3 Ondas electromagnéticas. ....	26
2.1.4 Longitud de onda del espectro visible, UV e infrarrojo.....	26
2.1.5 Luz artificial.....	27
2.1.5.1 Lámparas incandescentes.....	27
2.1.5.2. Lámparas halógenas. ....	28
2.1.5.3 Lámparas fluorescentes. ....	29
2.1.5.4 Lámpara LED. ....	30
2.1.6 Magnitudes Fotométricas.....	32
2.1.6.1 Flujo luminoso. ....	32
2.1.6.2 Intensidad luminosa.....	32
2.1.6.3 Iluminancia. ....	33

2.1.6.4 Luminancia.....	34
2.1.6.5 Eficacia luminosa.....	34
2.1.6.6 El color de la luz. ....	34
2.1.6.6.1 Índice de reproducción cromática. ....	34
2.1.6.6.2 Diagrama de cromaticidad o espacio de color CIE 1931.....	35
2.1.6.6.3 Temperatura del color. ....	36
2.1.6.7 Curva de distribución espectral.....	37
2.1.6.8 Irradiancia .....	37
2.2 Radiación Ultravioleta.....	38
2.2.1 Relación entre la radiación UV y la luz artificial. ....	38
2.2.2 Efectos de la radiación UV sobre la salud. ....	39
2.2.3 Nivel peligroso de exposición a rayos UV. ....	40
2.2.4 Riesgos para la visión. ....	41
2.2.5 Rango Tolerable. ....	43
CAPITULO 3.....	45
3. MEDICION UV.....	45
3.1 Dispositivos para medir radiación UV .....	45
3.2 Esfera integradora de Ulbricht.....	45
3.2.1 Qué es una esfera integradora de Ulbricht.....	45
3.2.2 Tipos de esfera integradora de Ulbricht. ....	46
3.2.2.1 Por su tamaño. ....	46
3.2.2.2 Por el método de prueba. ....	46
3.2.3 Aplicación de la integradora de Ulbricht. ....	46
3.2.3.1 Parámetros Fotométricos. ....	46
3.2.3.2 Parámetros Colorimétricos. ....	46
3.3 Uso de la Esfera integradora de Ulbricht para la medición de radiación UV .....	47
3.3.1 Partes del dispositivo. ....	47
3.3.1.1 Esfera integradora LISUN LPCE-2. ....	47
3.3.1.2 Rack Lisungrop. ....	48
3.3.1.3 Espectroradiómetro CCD de alta precisión LMS-9000C. ....	48
3.3.1.4 Medidor de energía digital LS2010. ....	49
3.3.1.5 Fuente de alimentación digital CC&CV DC.....	49
3.3.1.6 Fuente de alimentación Pure Sine Wave AC.....	49
3.3.2 Display.....	50
3.3.3 Sensor. ....	50
3.3.4 Seleccionador de rango. ....	51
CAPITULO 4.....	52

4. METODOS Y MATERIALES.....	52
4.1 Métodos aplicados .....	52
4.1.1 Método teórico. ....	52
4.1.2 Método científico.....	52
4.2 Normativas de referencia .....	52
4.2.1 Norma CIE 84-1989.....	52
4.2.2 Norma IES LM 80-20.....	52
4.2.3 Normativa IEC 62612. ....	53
4.2.4 Norma IEC 62471:2006.....	53
4.3 Procedimiento para la medición .....	53
4.3.1 Estabilización de las lámparas.....	53
4.3.2 Medición con la esfera integradora de Ulbricht de las lámparas LED.....	54
4.3.3 Medición de irradiancia en el cuarto oscuro. ....	56
4.4 Flujograma del procedimiento .....	58
4.5 Análisis de resultados.....	59
4.5.1 MARCA A. ....	59
4.5.1.1 Muestra 1: modelo slim luz fría de 9 W.....	59
4.5.1.2 Muestra 2: modelo luz cálida de 9 W.....	61
4.5.1.3 Muestra 3: modelo luz fría de 9 W. ....	62
4.5.1.4 Muestra 4: modelo luz fría de 15 W. ....	63
4.5.1.5 Muestra 5: modelo luz fría de 20 W. ....	64
4.5.2 MARCA B. ....	65
4.5.2.1 Muestra 1: modelo filamento luz cálida de 8 W.....	65
4.5.2.2 Muestra 2: modelo luz cálida de 9 W.....	66
4.5.2.3 Muestra 3: modelo luz fría de 9 W. ....	67
4.5.2.4 Muestra 4: modelo luz fría de 15 W. ....	69
4.5.2.5 Muestra 5: modelo luz fría de 20 W. ....	70
4.5.3 MARCA C. ....	71
4.5.3.1 Muestra 1: modelo luz fría de 7 W. ....	71
4.5.3.2 Muestra 2: modelo luz fría de 9W. ....	72
4.5.3.3 Muestra 3: modelo luz fría de 12W. ....	73
4.5.4 MARCA D. ....	74
4.5.4.1 Muestra 1: modelo luz cálida de 8 W.....	74
4.5.4.2 Muestra 2: modelo luz fría de 9 W. ....	76
4.5.4.1 Muestra 3: modelo luz fría de 20 W. ....	77
4.5.5 MARCA E. ....	78
4.5.5.1 Muestra 1: modelo luz cálida de 9 W.....	78

4.5.5.2 Muestra 2: modelo luz fría de 9 W .....	79
4.5.5.3 Muestra 3: modelo luz fría de 12 W .....	80
4.5.6 MARCA F.....	81
4.5.6.1 Muestra 1: modelo luz fría de 9 W .....	82
4.5.6.2 Muestra 2: modelo luz cálida de 11 W.....	83
4.5.6.3 Muestra 3: modelo luz fría de 14 W .....	84
4.5.7 MARCA G.....	85
4.5.7.1 Muestra 1: modelo luz fría de 9 W .....	85
4.5.7.2 Muestra 2: modelo luz cálida de 12 W.....	86
4.5.7.3 Muestra 3: modelo luz fría de 12 W .....	88
4.5.7.4 Muestra 4: modelo luz fría de 13W.....	89
4.5.8 MARCA H.....	90
4.5.8.1 Muestra 1: modelo luz fría de 9 W .....	90
4.5.8.2 Modelo wifi de 9 W .....	91
4.5.8.2.1 Muestra 2: luz cálida.....	92
4.5.8.2.2 Muestra 3: luz neutra .....	92
4.5.8.2.2 Muestra 4: luz fría.....	93
4.5.8.3 Muestra 5: modelo luz fría de 12 W .....	94
4.5.9 Eficacia de las lámparas estudiadas.....	95
4.5.10 Análisis global de la radiación UV.....	98
4.5.11 Presupuesto referencial.....	99
CAPÍTULO 5.....	100
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	100
5.1 Conclusiones.....	100
5.2 Recomendaciones.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS.....	108
ANEXO A: DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO .....	108
MARCA A.....	108
Muestra 1.....	108
Muestra 2.....	110
Muestra 3.....	112
Muestra 4.....	114
Muestra 5.....	116
MARCA B.....	118
Muestra 1.....	118
Muestra 2.....	120

Muestra 3.....	122
Muestra 4.....	124
Muestra 5.....	126
MARCA C.....	128
Muestra 1.....	128
Muestra 2.....	130
Muestra 3.....	132
MARCA D.....	134
Muestra 1.....	134
Muestra 2.....	136
Muestra 3.....	138
MARCA E.....	140
Muestra 1.....	140
Muestra 2.....	142
Muestra 3.....	144
MARCA F.....	146
Muestra 1.....	146
Muestra 2.....	148
Muestra 3.....	150
MARCA G.....	152
Muestra 1.....	152
Muestra 2.....	154
Muestra 3.....	156
Muestra 4.....	158
MARCA H.....	160
Muestra 1.....	160
Muestra 2.....	162
Muestra 3.....	164
Muestra 4.....	166
Muestra 5.....	168

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Evolución de las lámparas .....	21
Fig. 2 Umbra y penumbra .....	23
Fig. 3 Refracción de la luz .....	23
Fig. 4 Difracción de la luz.....	24
Fig. 5 Reflexión de la luz.....	24
Fig. 6 Dispersión de la luz.....	25
Fig. 7 Polarización de la luz .....	25
Fig. 8 Onda electromagnética .....	26
Fig. 9 Longitud de onda del espectro visible .....	27
Fig. 10 (A) Lámpara incandescente; (B) Curva de distribución espectral de una lámpara incandescente.....	28
Fig. 11 (A) Lámpara halógena; (B) Curva de distribución espectral de una lámpara halógena. ....	29
Fig. 12 (A) Lámpara fluorescente; (B) Curva de distribución espectral de una lámpara fluorescente .....	30
Fig. 13 Espectro de emisión de una lámpara (A) LED cálida, (B) LED fría.....	31
Fig. 14 lámpara LED .....	31
Fig. 15 Representación del flujo luminoso.....	32
Fig. 16 Representación de la intensidad luminosa .....	32
Fig. 17 Curvas fotométricas .....	33
Fig. 18 Representación de la iluminancia.....	33
Fig. 19 Representación de la luminancia .....	34
Fig. 20 Representación del índice de reproducción del color .....	35
Fig. 21 Espacio de color CIE 1931 .....	36
Fig. 22 Representación de la temperatura del color.....	37
Fig. 23 Curva de distribución espectral de una lámpara de fluorescente compacta. ....	37
Fig. 24 Radiación espectral UV y el espectro eritemático. ....	41
Fig. 25 Fotoqueratitis .....	41
Fig. 26 Pinguécula y pterigión.....	42
Fig. 27 Cataratas .....	42
Fig. 28 Melanoma ocular .....	43
Fig. 29 Espectro electromagnético ultravioleta.....	44
Fig. 30 Esfera integradora LISUN LPCE-2.....	47
Fig. 31 Armario o rack Lisungrop .....	48
Fig. 32 Espectroradiómetro LMS-9000C .....	48

Fig. 33 Medidor de energía digital LS2010.....	49
Fig. 34 Fuente de alimentación digital CC&CV DC .....	49
Fig. 35 Fuente de alimentación Pure Sine Wave AC.....	50
Fig. 36 Software LMS-9000 Lisun CCD Spectroradiometer. ....	50
Fig. 37 Espectroradiómetro LMS-9000C.....	51
Fig. 38 Fuente de alimentación AC configurada para las pruebas. ....	54
Fig. 39 Colocación de la lámpara dentro de la esfera. ....	54
Fig. 40 Encendido de la lámpara.....	55
Fig. 41 Software LS2010 Digital Power Meter.....	55
Fig. 42 Software LMS-9000 CCD Spectroradiometer.....	56
Fig. 43 Manera correcta de cortar energía desde la fuente.....	56
Fig. 44 Medidores de irradiancia ultravioleta: (A) Extech UV510, (B) Extech SDL470.....	57
Fig. 45 Distancia para la medición de irradiancia según la norma IEC 62471. ....	57
Fig. 46 Medición de irradiancia con el equipo Extech UV510.....	58
Fig. 47 Medición de irradiancia con el equipo Extech SDL470.....	58
Fig. 48 Flujograma de procedimiento.....	59
Fig. 49 lámpara marca A fría de 9 W modelo Slim .....	60
Fig. 50 lámpara marca A cálida de 9 W .....	61
Fig. 51 lámpara marca A fría de 9 W .....	62
Fig. 52 lámpara marca A fría de 15 W .....	63
Fig. 53 lámpara marca A fría de 20 W .....	64
Fig. 54 lámpara marca B cálida de 8 W tipo filamento .....	65
Fig. 55 lámpara marca B cálida de 9 W .....	66
Fig. 56 lámpara marca B fría de 9 W .....	68
Fig. 57 lámpara marca B fría de 15 W .....	69
Fig. 58 lámpara marca B fría de 20 W .....	70
Fig. 59 lámpara marca C fría de 7 W .....	71
Fig. 60 lámpara marca C fría de 9 W .....	72
Fig. 61 lámpara marca C fría de 12 W .....	73
Fig. 62 lámpara marca D cálida de 8 W .....	75
Fig. 63 lámpara marca D fría de 9 W .....	76
Fig. 64 lámpara marca D fría de 20 W .....	77
Fig. 65 lámpara marca E cálida de 9 W .....	78
Fig. 66 lámpara marca E fría de 9 W .....	80
Fig. 67 lámpara marca E fría de 12 W .....	81
Fig. 68 lámpara marca F fría de 9 W.....	82
Fig. 69 lámpara maca F cálida de 11 W.....	83

Fig. 70 lámpara marca F fría de 14 W.....	84
Fig. 71 lámpara marca G fría de 9 W.....	85
Fig. 72 lámpara marca G cálida de 12 W.....	87
Fig. 73 lámpara marca G fría de 12 W.....	88
Fig. 74 lámpara marca G fría de 13 W.....	89
Fig. 75 lámpara marca H fría de 9 W.....	90
Fig. 76 lámpara marca H de 9 W modelo wifi.....	91
Fig. 77 lámpara marca H fría de 12 W.....	94
Fig. 78 Resultados obtenidos con el equipo Extech UV510.....	98
Fig. 79 Resultados obtenidos con el equipo Extech SDL470.....	99

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Rangos del Índice de Reproducción Cromática.....	35
Tabla 2. Requerimientos lumínicos de la normativa IEC 62612 .....	53
Tabla 3. Datos nominales y registrados de la lámpara marca A fría de 9 W modelo slim.....	60
Tabla 4. Datos nominales y registrados de la lámpara marca A cálida de 9 W .....	61
Tabla 5. Datos nominales y registrados de la lámpara marca A fría de 9 W .....	62
Tabla 6. Datos nominales y registrados de la lámpara marca A fría de 15 W .....	63
Tabla 7. Datos nominales y registrados de la lámpara marca A fría de 20 W .....	64
Tabla 8. Datos nominales y registrados de la lámpara marca B cálida de 8 W .....	66
Tabla 9. Datos nominales y registrados de la lámpara marca B cálida de 9 W .....	67
Tabla 10. Datos nominales y registrados de la lámpara marca B fría de 9 W .....	68
Tabla 11. Datos nominales y registrados de la lámpara marca B fría de 15 W.....	69
Tabla 12. Datos nominales y registrados de la lámpara marca B fría de 20 W.....	70
Tabla 13. Datos nominales y registrados de la lámpara marca C fría de 7 W .....	72
Tabla 14. Datos nominales y registrados de la lámpara marca C fría de 9 W .....	73
Tabla 15. Datos nominales y registrados de la lámpara marca C fría de 12 W .....	74
Tabla 16. Datos nominales y registrados de la lámpara marca D cálida de 8 W .....	75
Tabla 17. Datos nominales y registrados de la lámpara marca D fría de 9 W .....	76
Tabla 18. Datos nominales y registrados de la lámpara marca D fría de 20 W .....	78
Tabla 19. Datos nominales y registrados de la lámpara marca E cálida de 9 W .....	79
Tabla 20. Datos nominales y registrados de la lámpara marca E fría de 9 W .....	80
Tabla 21. Datos nominales y registrados de la lámpara marca E fría de 12 W.....	81
Tabla 22. Datos nominales y registrados de la lámpara marca F fría de 9 W.....	82
Tabla 23. Datos nominales y registrados de la lámpara marca F cálida de 11 W.....	83
Tabla 24. Datos nominales y registrados de la lámpara marca F fría de 14 W.....	85
Tabla 25. Datos nominales y registrados de la lámpara marca G fría de 9 W .....	86
Tabla 26. Datos nominales y registrados de la lámpara marca G cálida de 12 W .....	87
Tabla 27. Datos nominales y registrados de la lámpara marca G fría de 12 W .....	88
Tabla 28. Datos nominales y registrados de la lámpara marca G fría de 13 W .....	89
Tabla 29. Datos nominales y registrados de la lámpara marca H fría de 9 W .....	91
Tabla 30. Datos nominales y registrados de la lámpara marca H cálida de 9 W modelo wifi .....	92
Tabla 31. Datos nominales y registrados de la lámpara marca H neutra de 9 W modelo wifi .....	93
Tabla 32. Datos nominales y registrados de la lámpara marca H fría de 9 W modelo wifi....	93
Tabla 33. Datos nominales y registrados de la lámpara marca H fría de 12 W .....	94

Tabla 34. Lámparas que no cumplen la normativa IEC 62612 .....	95
Tabla 35. Eficacia de las lámparas entre 7 a 8 W .....	95
Tabla 36. Eficacia de las lámparas de 9 W .....	96
Tabla 37. Eficacia de las lámparas entre 11 a 12W .....	96
Tabla 38. Eficacia de las lámparas entre 13 a 15 W .....	97
Tabla 39. Eficacia de las lámparas de 20 W .....	97
Tabla 40. Costo referencial del estudio .....	99

## RESUMEN

La presente investigación trata sobre la determinación de la presencia de radiación ultravioleta en las lámparas LED de uso residencial que se encuentran en el mercado de la ciudad de Cuenca, donde la poca información existente relacionada al rango de emisión de este tipo de lámparas y los peligros sobre la salud que genera una exposición prolongada a la radiación UV, hacen relevante a este trabajo. Este estudio es de tipo experimental, se llevó a cabo pruebas, mediciones y un análisis de datos dentro de las instalaciones del Laboratorio de Luminotécnica del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT) de la Universidad Católica de Cuenca, donde se empleó el uso de una esfera integradora de Ulbricht. Habiendo demostrado que las lámparas probadas en este estudio se encuentran dentro de un grupo considerado como exento según la normativa IEC 62471.

**Palabras clave:** LED, radiación ultravioleta, esfera integradora de Ulbricht.

## **ABSTRACT**

This research is about detecting ultraviolet radiation in LED bulbs used in residential lighting in Cuenca. The limited knowledge regarding this type of bulb's UV radiation emission range and the health risks caused by long-term exposure makes it relevant to this research. This is an experimental study; tests, measures, and data analysis were conducted in the Lighting Laboratory facilities of the Center for Research, Innovation and Technology Transfer (CIITT) of the Catholic University of Cuenca, employing an Ulbricht integrating sphere. Demonstrating that the bulbs tested in this research are in a group considered as exempt according to the IEC 62471 standard.

*Keywords:* LED, ultraviolet radiation, Ulbricht integrating sphere

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción

En su trabajo (Ivanov et al., 2018) expresa que el ojo humano es un órgano fundamental para la percepción de las personas, este tiene la función de detectar luz, la cual el cerebro interpreta y luego genera imágenes, pero no es capaz de reconocer el tipo de luz que ingresa a él, en el caso de la radiación ultravioleta, esta genera radiación fuera del rango visible y produce daños a múltiples estructuras oculares, llegando a generar un daño celular, contribuyendo al desarrollo paulatino de cáncer ocular. Las personas que más daño pueden sufrir en los ojos son niños en desarrollo, ya que poseen pupilas de mayor tamaño junto a un cristalino con una transparencia mayor. Se recomienda en uso de lentes de sol que tengan protección contra los rayos UV desde temprana edad para evitar problemas a largo plazo.

(Coroneo, 2011) nos dice que, dentro de las enfermedades oculares, tenemos la oftalmoheliosis, patología producida específicamente por las longitudes de onda ultravioleta, esta genera un gran impacto en la vida personas, pudiendo generar problemas como la fotoqueratitis a un corto plazo, esta también es llamada la “ceguera del esquiador”, por otro lado, tenemos la pterigium y la pingüecula a un mediano plazo y, por último, pero no menos importante, las famosas cataratas a un largo plazo. La mejor de evitar problemas oculares es usar filtros para la radiación ultravioleta, de esta manera se puede reducir los problemas generados por los rayos UV en las personas.

Los estudios de (Elwood et al., 1986) muestran una posible relación entre la exposición a luz fluorescente y problemas médicos por melanoma maligno, luego de realizar entrevistas a 83 pacientes, 21 casos tuvieron en común la exposición a fuentes de iluminación de tipo ocupacional, fuentes inusuales que pueden haber tenido un componente del tipo ultravioleta; donde se incluían diferentes tipos de fuentes de iluminación intensa y lámparas utilizadas en la impresión y la copia de línea de tinte. Esto no afirma que dicho componente ultravioleta sea el causante de estos problemas patológicos, pero puede llegar a ser un indicio de que la radiación del tipo ultravioleta genera problemas en la salud de las personas.

(Yam & Kwok, 2014) en su trabajo nos hablan acerca de la una posible relación que existe entre las diferentes enfermedades oculares y la radiación ultravioleta. El autor explica que en el ancho de banda de la radiación ultravioleta se divide en tres tipos UV-A, -B o -C. de estas tres el ojo está expuesto principalmente a la radiación de tipo UV-A y una ligera proporción de tipo UV-B siendo esta última la más dañina, puesto que la córnea llega a absorber hasta un 92% de este espectro, y es precisamente alrededor de la línea ecuatorial como es el caso de la ciudad de Cuenca donde existe una mayor exposición a la radiación ultravioleta.

Finalmente, nos dice que existe una fuerte evidencia que la exposición a este tipo de radiación es la causante de enfermedades como el carcinoma de células basales, el carcinoma de células escamosas, fotoqueratitis, queratopatía climática en gotas, pterigión y cataratas corticales.

En su estudio, (Pimputkar et al., 2009) habla del desarrollo de la luz blanca basada en tecnología LED y como estas han remplazado otras fuentes como incandescentes o fluorescentes, en especial en la iluminación residencial. Los parámetros a analizar una fuente de luz blanca son la eficacia luminosa: considerada la cantidad de luz por watts (lm/W); la temperatura de color: clasificada en cálida, neutra y fría; y por último el índice de reproducción cromática definido como la habilidad de una fuente de luz blanca para reproducir colores con respecto a la luz del sol. El autor nos dice que originalmente los LEDs con un alto flujo luminoso solo podía emitir luz roja, para conseguir emitir luz blanca se necesita de la combinación de dos o más espectros de onda y dado que se necesita convertir luz de alta energía a baja energía por lo que el uso de LEDs rojos queda descartado. La luz blanca se consigue usando materiales que pueden absorber una determinada frecuencia como el nitruro de galio. Se puede generar luz blanca de tres maneras primero, por un lado, tenemos el uso de LEDs azules con fósforos amarillos; LEDs ultravioletas con fósforos azules y amarillos; y por último LEDs RGB. Los primeros tienen la ventaja de tener una mayor eficiencia, pero carecen de un buen IRC, a diferencia de aquellos que usan LEDs ultravioletas los cuales, aunque su eficiencia es menor tienen un mayor IRC por lo que son más recomendados para su uso en interiores, los RGB tiene la ventaja de poder variar la temperatura del color y conseguir valores de IRC altos.

Se encontró un estudio similar a lo propuesto en esta tesis realizado por (Echazú & Cadena, 2012) en este caso su estudio está dirigido hacia las fuentes del tipo fluorescentes compactas, donde nos dicen que este tipo de lámparas tiene una eficiencia que se puede considerar baja, puesto que solo un 22% se convierte en luz visible además demuestran que este tipo de luminarias tienen pico de emisión ultravioleta alrededor de los 365 nm. La radiación UV dentro de este rango puede afectar los ciclos circadianos y causar molestias a personas que padezcan de pieles sensibles a la luz con. Por último, los autores detallan que para la obtención de datos se valen del uso una esfera integradora Li-Cor y varios espectrómetros Newport OSM con un rango de 300 a 1100 nm.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Determinar la presencia de radiación ultravioleta en las lámparas LED de uso residencial que se encuentran en el mercado de la ciudad de Cuenca, mediante el uso de la esfera

integradora de Ulbricht que dispone la Universidad Católica de Cuenca en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT). Para evaluar si estas podrían producir daños biológicos o fisiológicos a los seres humanos.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar las curvas espectrales de las lámparas LED con el uso de la esfera integradora de la Universidad Católica de Cuenca, para establecer una posible emisión de radiación ultravioleta.
- Analizar el rango de emisión UV de las lámparas utilizadas en el estudio para identificar si su emisión está dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, mediante los datos adquiridos en las pruebas con la esfera integradora de Ulbricht.
- Comparar los resultados en función a los tiempos de exposición sugeridos para identificar si las lámparas representan o no un riesgo fotobiológico, conforme a los parámetros de la norma IEC 62471.
- Comparar los datos obtenidos en las pruebas realizadas con la esfera integradora con los valores del etiquetado de cada lámpara, para verificar si los distintos fabricantes cumplen con la norma IEC 62612.

## CAPITULO 2

### 2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se aborda los diferentes conceptos acerca de ¿qué es? la luz, sus características, las magnitudes usadas con ella, así como también ¿qué es? la radiación ultravioleta y los riesgos que conlleva para los seres humanos.

Con la llegada de nuevas tecnologías, a su vez surgen nuevas incógnitas con respecto a las características que ofrecen, por lo que, se busca en este estudio, demostrar si existe o no emisión dentro del espectro de la radiación ultravioleta en el rango UV-A cercano a la luz visible en lámparas de uso residencial.

El ser humano desde siempre ha tenido la necesidad de iluminar la noche, en este contexto se ha visto grandes cambios en lo que respecta a iluminación artificial, en un principio se tenían soluciones tan sencillas como una vela hasta la invención de lámparas alimentadas por energía eléctrica las cuales han ido mejorando su diseño para ofrecer mejores características, en donde las fuentes de luz LED son el diseño más contemporáneo y eficiente. Este cambio generacional se lo puede apreciar en la Fig. 1.



Fig. 1 Evolución de las lámparas

Fuente: (itan1409e, 2014)

#### 2.1 La Luz

La luz es radiación electromagnética o también llamada energía radiante, por lo cual tiene un comportamiento como el de una onda, pero a su vez está compuesta por pequeñas partículas sin masa llamadas fotones. Esta radiación al incidir sobre los objetos rebota hasta la retina interactuando con ella produciendo lo que se conoce como sensación visual. Con los avances de la actualidad, se ha logrado determinar con exactitud la velocidad de la luz en 299.792.458 m/s, pero se debe tener en cuenta que esto es en el vacío, ya que esta cambia según el medio por el que se propague (Coluccio L., 2023; Montoya A., 2018).

### 2.1.1 Naturaleza de la luz.

La luz ha acompañado a la humanidad desde siempre, pero durante años existió la duda sobre ¿cuál es la naturaleza de la luz?, responder esto ha sido trabajo de varios académicos. A continuación, se detallan los aportes de cada académico.

Primero, se tiene la teoría de corpuscular de Sir Isaac Newton presentada en el siglo XVII. Según esta teoría, la luz se compone de partículas que se desplazan en línea recta a las que él llama corpúsculos. Estos corpúsculos pueden tener diferentes tamaños según el color, siendo el rojo el más grande y bajando progresivamente hasta el violeta. La composición de varios de estos corpúsculos forma la luz blanca, contrario a la creencia de la época de que la luz era blanca en su estado puro. La teoría logra explicar el efecto de reflexión y la refracción. Sin embargo, la explicación de este último se demuestra errónea por el experimento sobre la velocidad de la luz realizado por el físico Léon Foucault (Castillo M., 2006; Pimentel, 2015; Sancho et al., 2005).

Otro acercamiento se presenta en 1801 por el físico Christian Huygens con la teoría ondulatoria, quien explica que la luz se comporta como una onda longitudinal que viaja a través de un medio especial presente hasta en el vacío conocido como “ether luminiferous”. Este comportamiento puede explicar con éxito la reflexión, refracción y dispersión. La teoría corpuscular fue aceptada sobre la ondulatoria hasta que el científico Thomas Young realizó su experimento de interferencia, el cual también sirvió para determinar la longitud de onda de cada color. Por último, el físico Augustin Fresnel explica la polarización demostrando que la luz es una onda transversal (Bachiller G., 2015; Castillo M., 2006; Huayanay Nieto, 2021; Perez C., 2021a).

Siguiendo con el comportamiento mediante ondas, en 1861 el físico James Clerk Maxwell presentó la teoría electromagnética de la luz. Donde de sus cuatro ecuaciones se desprende la ecuación de las ondas, la cual le permitió predecir la existencia de ondas del tipo electromagnéticas transversales capaz de moverse a la velocidad de la luz. Maxwell concluye que la luz es un tipo de ondas electromagnéticas, por lo tanto, no necesitan del ether como medio de transmisión especial. La teoría electromagnética no podía explicar el denominado efecto fotoeléctrico y la luz emitida por parte de los cuerpos incandescentes (De la Peñá, 2018; Masip, 2015; Valenzuela, 2019).

En 1900, el físico Max Planck desarrolló una ecuación para explicar la radiación del cuerpo negro basándose en los trabajos de Lord Rayleigh y Sir James Jeans. Así, se introduce la denominada cuantización de la energía, con ella se dice que la luz no se emite de manera continua si no por cuantos (quants). Basándose en estos estudios, el físico Albert Einstein justifica el fenómeno fotoeléctrico declarando que la luz se compone de partículas a las cuales

llamo fotones. Finalmente, en 1924, el físico Luis de Broglie establece que la luz se comporta como una onda en lo referente a la propagación, pero como corpúsculos en los procesos de emisión y absorción. Este comportamiento dio lugar al estudio de la mecánica cuántica (Castillo M., pág. 56 - 57, 2006; Perez C., 2021b; Rodríguez Meza & Cervantes Cota, 2006).

## 2.1.2 Comportamiento de la luz.

### 2.1.2.1 Propagación.

Esto hace referencia a la habilidad de la luz de proyectarse rectilíneamente este, efecto a su vez es el causante de las sombras cuando se encuentra con un objeto. Las sombras también poseen dos componentes, la umbra y la penumbra, este efecto se produce cuando el punto de luz está relativamente lejos o es más grande que el objeto, en la Fig. 2, se puede ver representado este efecto (Coluccio L., 2023; Navas P., 2012).

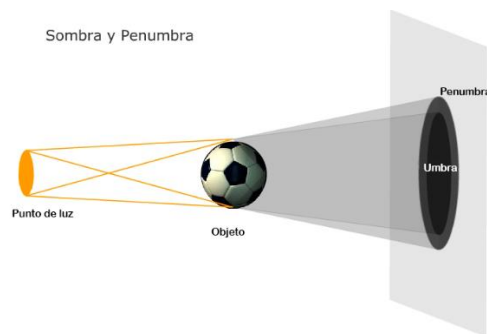


Fig. 2 Umbra y penumbra

Fuente: (Navas P., 2012)

### 2.1.2.2 Refracción.

La refracción hace referencia a cuando la luz cambia de medio, se evidencia un cambio en la dirección de esta. En la Fig. 3, se encuentra representado el efecto. Este es producido porque la luz reduce su velocidad al entrar en contacto con medios más densos (Coluccio L., 2023).

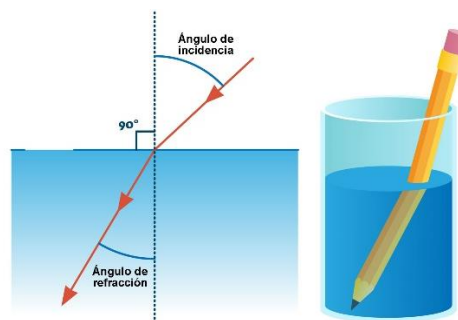


Fig. 3 Refracción de la luz

Fuente: (Zamora R., 2022)

### 2.1.2.3 Difracción.

Dado que la luz se comporta como una onda, en determinados casos se produce el efecto de difracción cuando esta atraviesa aperturas estrechas donde, el haz de luz, el cual ya traía una determinada dirección, se abre como un cono al pasar la apertura como se aprecia en la Fig. 4 (Coluccio L., 2023; León, 2022).

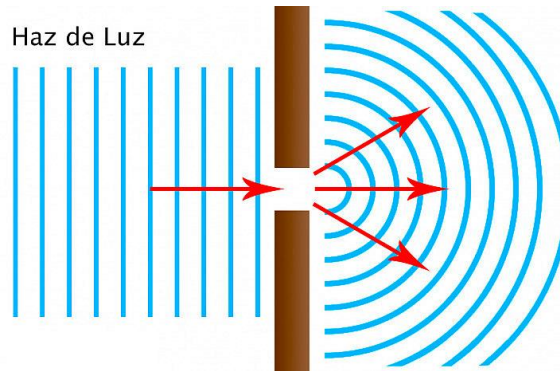


Fig. 4 Difracción de la luz

Fuente: (León, 2022)

### 2.1.2.4 Reflexión.

La luz al encontrarse con un material, una parte de esta se absorbe calentando el material y otra parte rebota o se refleja. De esta manera se producen los colores, ya que la luz blanca que incide sobre ellos solo se refleja ciertas frecuencias hasta los ojos. Este fenómeno tiene tres componentes, el rayo de luz incidente y el reflejado y entre estas dos se forma una línea normal a la superficie. La reflexión presenta características como que la luz reflejada siempre estará alineada con el incidente como si estuvieran en el mismo plano. Por otro lado, se ha observado que el ángulo incidente es igual al ángulo reflejado. En la Fig. 5, se puede ver el comportamiento de la reflexión mediante un láser (Coluccio L., 2023; Toda Materia, 2020).

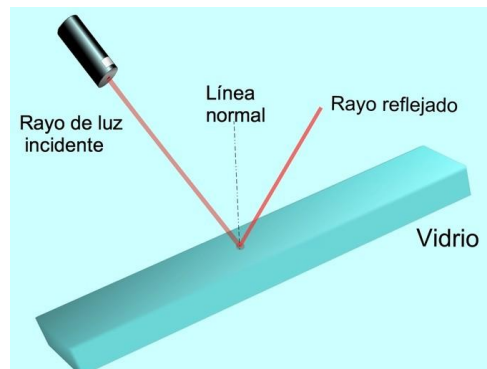


Fig. 5 Reflexión de la luz

Fuente: (Toda Materia, 2020)

### 2.1.2.5 *Dispersión.*

Este fenómeno se produce cuando se separan los colores de un haz de luz blanca al atravesar un objeto con características transparentes, el cual no tiene sus caras paralelas, como es el caso del prisma de la Fig. 6. La explicación para este fenómeno es que el ángulo de refracción está en función de la longitud de onda, la cual es diferente para cada color. Un ejemplo de este efecto en la naturaleza son los arcoíris (Coluccio L., 2023; Fernández, 2023).

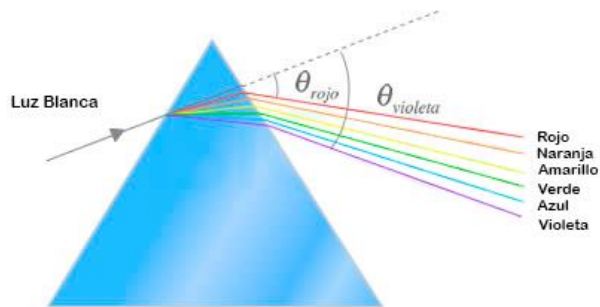


Fig. 6 Dispersión de la luz

Fuente: (Fernández, 2023)

### 2.1.2.6 *Polarización.*

Este fenómeno se da con ciertos materiales dado que la luz es una onda transversal que vibra en todas las direcciones perpendiculares a su expansión. Una vez que esta atraviesa un material polarizador, la luz vibra en una sola dirección, como es el caso de la Fig. 7 donde solo se conserva la componente vertical. Este principio es aplicado en gafas o filtros de algunas cámaras para limitar el paso de luz (Coluccio L., 2023; Tomé L., 2019).

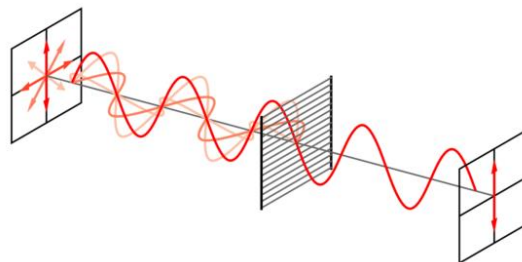


Fig. 7 Polarización de la luz

Fuente: (Tomé L., 2019)

### 2.1.3 Ondas electromagnéticas.

Las ondas electromagnéticas es una de las formas en las que viaja la energía donde su velocidad está definida por la velocidad de la luz, estas ondas tienen un carácter transversal para su propagación, ya que en estas la dirección de la vibración es perpendicular a la de expansión además que el campo magnético y eléctrico son perpendiculares entre sí (Muñoz, 2013), este efecto se aprecia en la Fig. 8.

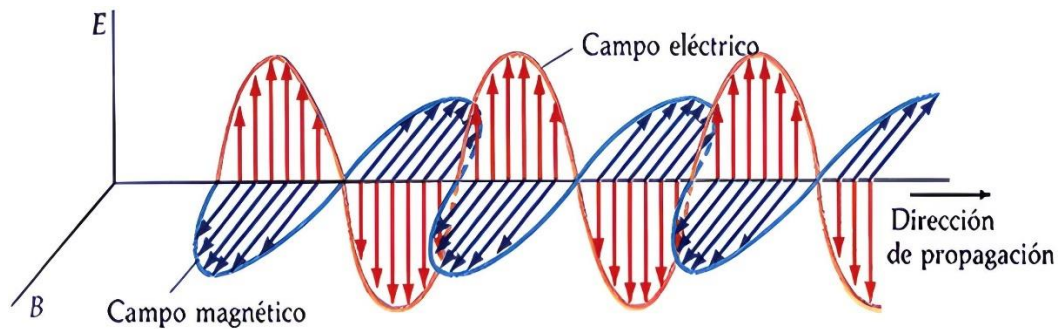


Fig. 8 Onda electromagnética

Fuente: (Boggi, 2020)

En una onda mientras menor sea su longitud de onda mayor será su frecuencia y, por lo tanto, la energía de la misma con este efecto se puede describir porque las ondas por debajo de las ultravioletas pueden ser perjudiciales para la salud, puesto que contienen una gran cantidad de energía en especial los rayos x o gamma los cuales entran dentro de la categoría de radiación ionizante capaces de producir daños en los tejidos. Las ondas electromagnéticas se clasifican según el espectro electromagnético que se puede apreciar en la Fig. 9 (Gil-Loyzaga & Úbeda, s. f.; Vo et al., 2013; Yanza Verdugo, 2022).

### 2.1.4 Longitud de onda del espectro visible, UV e infrarroja.

La luz al ser una onda electromagnética se encuentra comprendida dentro del espectro electromagnético, el cual va desde ondas de radio hasta rayos gamma. Estos últimos son los más energéticos y de mayor frecuencia. La región comprendida por el espectro visible es realmente pequeña, abarcada aproximadamente entre 380 a 770nm, puesto que este varía para cada persona. En la Fig. 9, se puede ver la región que abarca entre todo el espectro, la única capaz de producir sensación visual en el ojo humano (Yanza Verdugo, 2022).

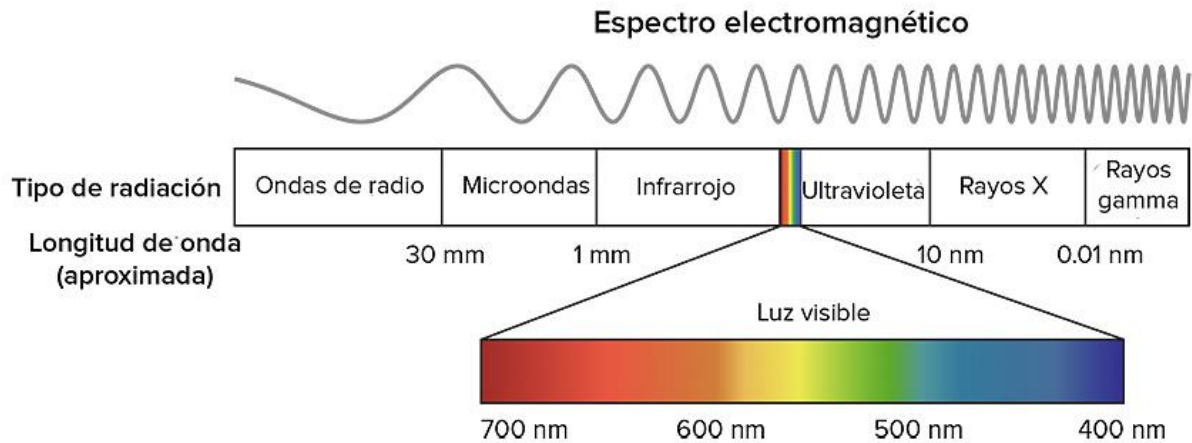


Fig. 9 Longitud de onda del espectro visible

Fuente: (Nevado, 2018)

En el espectro cada color tiene su propia longitud, siendo el rojo el más ancho al estar comprendido entre 780 a 618nm, el anaranjado con 618 a 581nm, el amarillo con 581 a 570nm, el verde con 570 a 497nm, cian con 497 a 476nm, azul con 476 a 427nm, y finalmente el violeta con 427 a 380nm. Los valores comprendidos fuera de esta escala pasan a ser ultravioletas si están por debajo de los 400nm hasta los 10nm o infrarrojos en caso de ubicarse aproximadamente sobre los 700nm a 1mm (Coluccio L., 2021; Muñoz, 2013).

### 2.1.5 Luz artificial.

La luz es uno de los factores principales para realizar las actividades a diario, puesto que los humanos dependen en gran medida de la visión para hacerlo, además que la visión está muy ligada con funciones tan importantes como el equilibrio. Aquí es donde entran en juego las fuentes de luz, durante el día se tiene al sol que se considera una fuente de luz natural, por otro lado, durante la noche se usa fuentes de luz artificiales. Estas son aquellas manufacturadas por el hombre, pudiendo ofrecer diferentes características según su necesidad como el color, eficacia, flujo luminoso, etc. Estas han sido diseñadas para emitir radiación dentro del espectro visible es decir entre 380 a 780 nm (RETILAP RESOLUCION No. 18 0540, 2010; Yanza Verdugo, 2022). A continuación, se detallan algunas de ellas:

#### 2.1.5.1 Lámparas incandescentes.

Las lámparas incandescentes son las más antiguas y su uso poco a poco se ha ido reemplazando por otro tipo de fuentes más eficientes energéticamente, como el LED. Para su funcionamiento, se hace pasar corriente por un filamento el cual generalmente este compuesto de tungsteno o wolframio, este se calienta hasta emitir luz visible. Este tipo de lámparas tienen la característica de no necesitar elementos auxiliares para su encendido, pero tienen como desventaja que tiene baja eficacia energética, puesto que gran parte de su energía se pierde en calor. La Fig. 10 (A) muestra una de las presentaciones disponibles para

una lámpara incandescente. Por otro lado, la Fig. 10 (B) muestra la curva de distribución espectral de la misma, donde se puede ver que existe presencia de espectro infrarrojo cercano (Morente M., 2012).

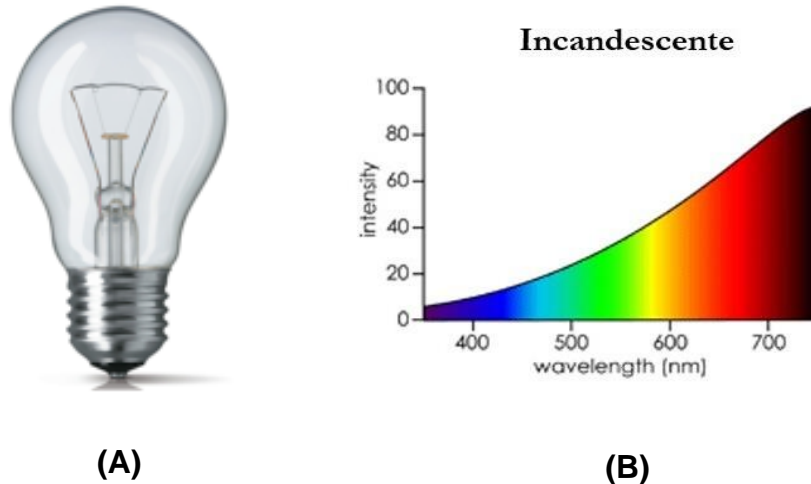


Fig. 10 (A) Lámpara incandescente; (B) Curva de distribución espectral de una lámpara incandescente  
Fuente: (Bioamara, 2021; Morente M., 2012)

Características:

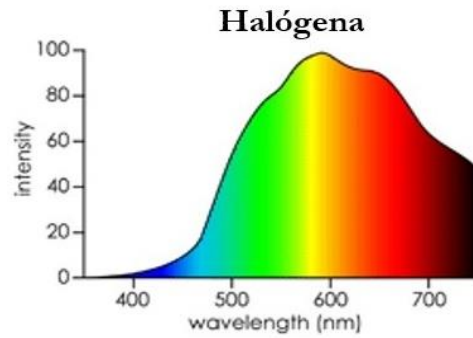
- Potencia: 15 – 500 W
- Flujo luminoso: 110 – 8400 lm
- Eficacia: 8-10 lm/W (baja).
- IRC: 100
- Temperatura de color: 2700 K

#### **2.1.5.2. Lámparas halógenas.**

Ese tipo de lámparas son la evolución de las incandescentes puesto que presentan un mejor rendimiento y reproducción del color. En este caso, en vez de usar un gas inerte se usa uno halógeno como el yodo o cloro. Dentro de ellas, se produce una reacción cíclica dado que el filamento desprende wolframio, el cual se combina con el halógeno hasta calentarse nuevamente cerca del filamento dependiendo del halógeno y combinándose nuevamente con el wolframio. Como desventaja, estas que no son tan eficientes ya que liberan una gran cantidad de calor. La Fig. 11(A) muestra una de las presentaciones disponibles para una lámpara halógena. Por otro lado, la Fig. 11(B) muestra la curva de distribución espectral de la misma, donde se puede ver que existe presencia de espectro infrarrojo cercano aunque en menor medida que una lámpara incandescente (Morente M., 2012).



(A)



(B)

Fig. 11 (A) Lámpara halógena; (B) Curva de distribución espectral de una lámpara halógena

Fuente: (Bioamara, 2021; Morente M., 2012)

Características:

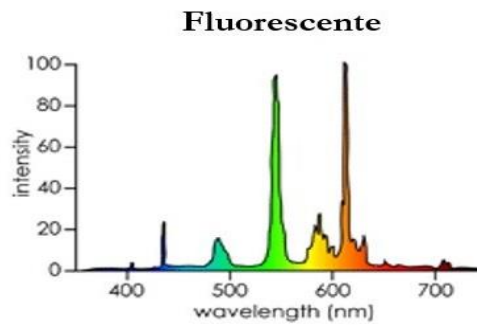
- Potencia: 15 – 2000 W
- Flujo luminoso: 60 – 4400 lm
- Eficacia: 22 -30 lm/W
- IRC: 100
- Temperatura de color: 3100 K

### **2.1.5.3 Lámparas fluorescentes.**

Este tipo de lámparas son lámparas de descargar, es decir envían una corriente a través de un gas para este caso se usa el argón o neón combinado con un poco de mercurio por lo que se deben manipular con cuidado puesto que pueden presentar un riesgo de envenenamiento. Es conocido que estas lámparas emiten radiación ultravioleta alrededor de los 365 nm. Su funcionamiento consiste en que una vez que los filamentos de wolframio alcanzan su temperatura de funcionamiento el balastro envía una sobretensión para ionizar el gas. Las lámparas fluorescentes necesitan de equipos auxiliares como un balastro para su encendido con excepción del caso de las compactas que ya lo incluyen en su carcasa. La Fig. 12(A) muestra una de las presentaciones disponibles para una lámpara fluorescente, en este caso siendo una compacta ya que no necesita de elemento auxiliares. La Fig. 12(B) muestra curva de distribución espectral de una lámpara fluorescente donde se puede ver que su diagrama se compone de picos y existe una pequeña presencia en el espectro ultravioleta (Bioamara, 2021).



(A)



(B)

Fig. 12 (A) Lámpara fluorescente; (B) Curva de distribución espectral de una lámpara fluorescente

Fuente: (Bioamara, 2021; Morente M., 2012)

Características:

- Potencia: 11 – 80 W
- Flujo luminoso: 220 – 7000 lm
- Eficacia: 80 lm/W
- IRC: 60 - 90
- Temperatura de color: 2700 – 6000 K

#### **2.1.5.4 Lámpara LED.**

La tecnología LED (diodos emisores de luz) es la más actual y poco a poco ha ido reemplazando a otras esto debido que son mucho más eficientes que otras fuentes de luz, además, se puede tener un mayor control de la luz; puesto que, existen lámparas que pueden cambiar su temperatura o directamente el color de esta. Para producir luz blanca, existen tres métodos el uso de Leds azules en combinación de fósforos amarillos; el uso de Leds ultravioletas con fósforos azules y amarillos o fósforos rojos, verdes y azules, otra configuración es el uso de Leds RGB siendo estos últimos los que mayor variedad de colores ofrecen. Su funcionamiento consiste en el uso de semiconductores que pueden convertir la energía eléctrica en lumínica. Están disponibles varias presentaciones como bombillo, tubo, plafón, etc. Como elemento auxiliar necesitan de un driver puesto que trabajan con corriente continua, aunque en ciertos casos este ya viene incluido dentro de su carcasa (Bioamara, 2021; Morente M., 2012; Pimputkar et al., 2009).

Como se mencionó anteriormente, su eficacia es uno de sus puntos fuertes puesto que consumen un 82% menos frente a una luminaria incandescente, 28.26% menos que una luminaria fluorescente y un 37.8% menos frente a luminarias HPS (vapor de sodio de alta presión) (Pulla et al., 2022; Santos et al., 2015).

Otra ventaja también es que, permiten tener un mejor control sobre cómo se distribuye la luz puesto que su emisión es bastante direccional y normalmente no necesita de reflectores, con esto es posible tener mayor control sobre la contaminación lumínica (Pulla et al., 2022).

La eficacia que manejan estas luminarias es mayor, gracias a esto pueden ser eje principal para la realización de propuestas enfocadas en energías renovables, generando cambios en la matriz productiva y mejorando el consumo de ciudades en un futuro(Icaza et al., 2021).

En Fig. 13(A), se puede ver la curva de distribución espectral para una lámpara LED de luz fría, donde se ve una mayor presencia en el espectro azul y en la Fig. 13(B) se tiene la curva de distribución espectral de una lámpara LED de luz cálida con una mayor presencia en el espectro verde. Por último, en la Fig. 14, se ve una de las presentaciones disponibles de una lámpara LED.

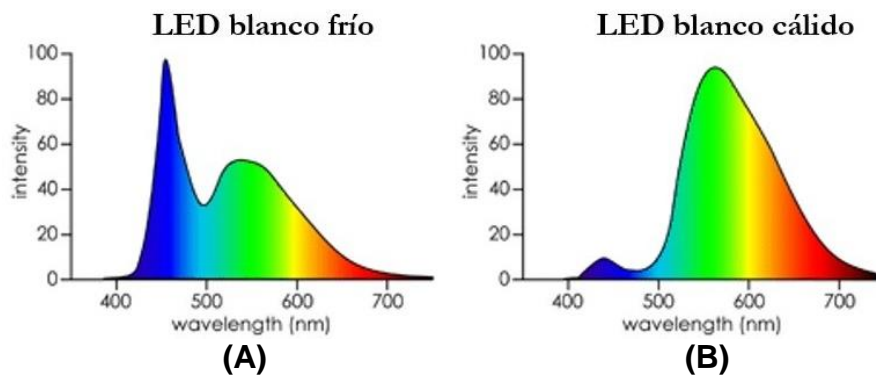


Fig. 13 Espectro de emisión de una lámpara (A) LED cálida, (B) LED fría

Fuente: (Bioamara, 2021; Morente M., 2012)



Fig. 14 lámpara LED

Fuente: (sengled, 2022)

Características:

- Eficacia: 10 - 150 lm/W

- IRC: 90
- Temperatura de color: 2700 – 6500 K

## 2.1.6 Magnitudes Fotométricas.

### 2.1.6.1 Flujo luminoso.

El flujo luminoso es la “potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es  $\Phi$  y su unidad es el lumen (lm)” de manera sencilla, se puede decir que es la cantidad de luz además esta expande hacia todas las direcciones y esta está en función del tiempo (REGULACIÓN Nro. ARCERNNR 006/20, 2020). En la Fig. 15, se aprecia una representación de cómo se expande el flujo luminoso.



Fig. 15 Representación del flujo luminoso

Fuente: (Pulido, 2012)

### 2.1.6.2 Intensidad luminosa.

La intensidad luminosa está definida como el “flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es ( $I$ ) y su unidad la candela (cd)”. Es decir, es la manera en cómo se distribuye la luz en una determinada dirección (REGULACIÓN Nro. ARCERNNR 006/20, 2020), como se ve en la Fig. 16.

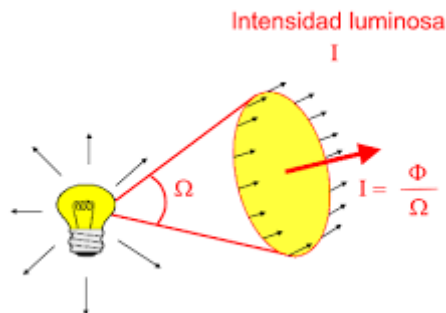


Fig. 16 Representación de la intensidad luminosa

Fuente: (ComparaLUX, 2016)

Generalmente la intensidad luminosa se representa con una curva fotométrica, la cual está basada en el sistema de coordenadas de los planos C (Arellano, 2021), ver la Fig. 17.

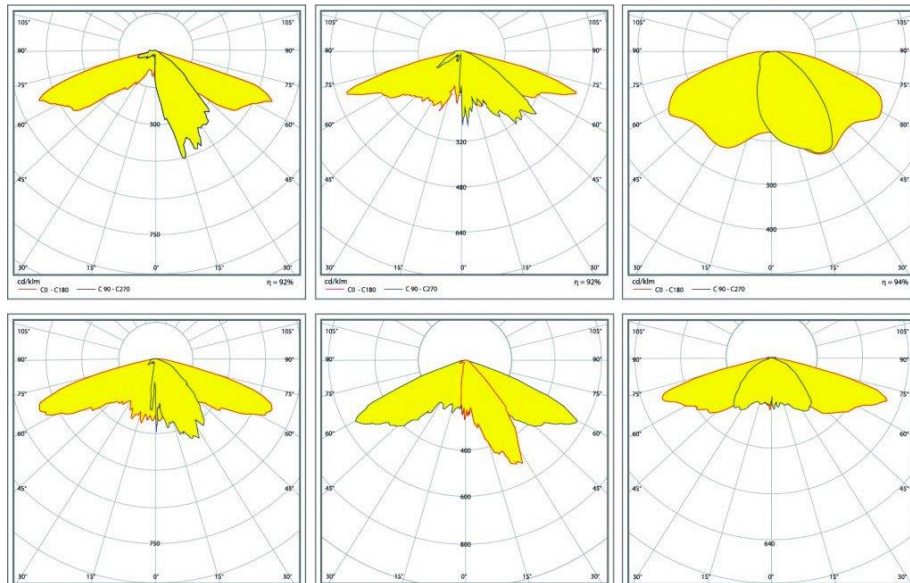


Fig. 17 Curvas fotométricas

Fuentes: (Arellano, 2021)

### 2.1.6.3 Iluminancia.

La Iluminancia se define como la "densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie". Se representa con la letra  $E$  y usa como unidad de medida los luxes (lx), el cual es una unidad equivalente de un lumen abarcado en metro cuadrado ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ) (REGULACIÓN Nro. ARCERNNR 006/20, 2020). De manera sencilla, se puede decir que es la luz que llega hacia una superficie como se aprecia en la Fig. 18.

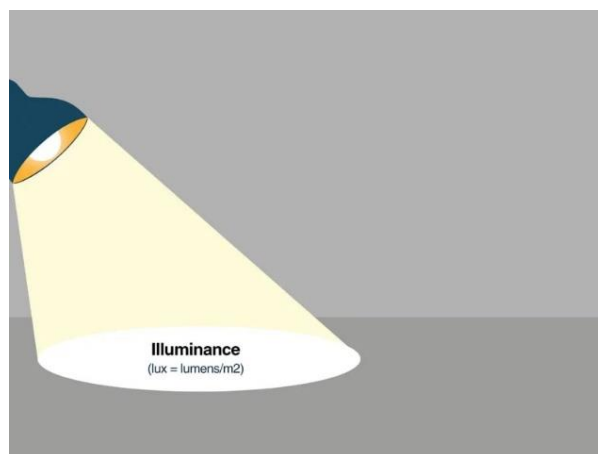


Fig. 18 Representación de la iluminancia

Fuente: (Faro Barcelona, 2022)

#### **2.1.6.4 Luminancia.**

La Luminancia se la define como la “relación entre la intensidad luminosa y la superficie vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es ( $L$ ) y su unidad es la candela por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )”, también se la puede definir como la luz que se refleja desde una superficie hasta los ojos como en la Fig. 19. Esta generalmente se usa cuando las condiciones de iluminación, por ejemplo de una vía son tan variadas que resulta difícil aplicar valores de iluminancia (REGULACIÓN Nro. ARCERNNR 006/20, 2020).

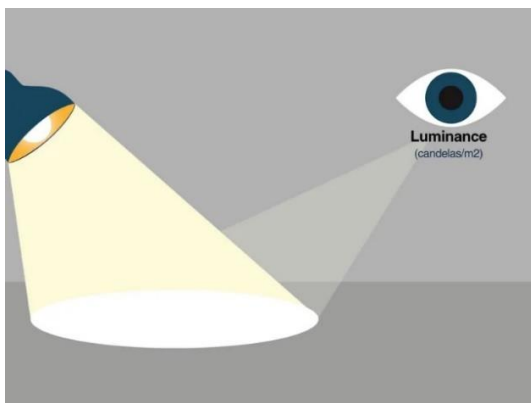


Fig. 19 Representación de la luminancia

Fuente: (Faro Barcelona, 2022)

#### **2.1.6.5 Eficacia luminosa.**

Como su nombre lo indica es el rendimiento una lámpara es decir cuanta luz es capaz de emitir por Watt consumido. Se representa por el símbolo ( $\eta$ ) y se mide en  $\text{lm}/\text{W}$ . Aunque antes, se emplea el termino eficiencia en lugar de eficacia, no debe ser confundido puesto que la eficiencia hace referencia a la relación del flujo luminoso emitido por la luminaria y la lámpara de su interior (Morcillo, 2022; RETILAP RESOLUCION No. 18 0540, 2010)

#### **2.1.6.6 El color de la luz.**

El color de la luz es uno de los encargados del confort visual, por ejemplo, si se escoge lámparas cálidas para ambientes fríos estas dan una sanción de calidez, por el contrario, una lámpara de luz fría dará una sensación de frialdad. La luz también influirá en cómo se percibe los colores puesto que ciertas lámparas producirán colores más o menos saturados. A continuación, se describe distintos parámetros usados para clasificar el color de una lámpara.

##### **2.1.6.6.1 Índice de reproducción cromática.**

También llamado por sus siglas IRC o CRI en inglés. Se lo define como la capacidad que tiene una lámpara de reproducir los colores con respecto a la luz del sol. Se lo mide en un rango de 0 A 100 donde, un IRC alto representará una mejor representación de los colores,

el uso de lámparas con un IRC menor a 80 no está recomendado dentro de domicilios por que no habrá una buena reproducción de colores. La Tabla 1 muestra las aplicaciones que se puede dar a cada rango del IRC, por ejemplo en el ámbito comercial, sí se usa lámparas con un IRC bajo los productos se verán con colores apagados y no tan vistosos como con una de IRC alto (Guaman & Paul, 2015; Lampenwelt GmbH, 2023); como se puede apreciar en la Fig. 20.

**Tabla 1.** Rangos del Índice de Reproducción Cromática

RANGO	CLASIFICACIÓN	APLICACIÓN
IRC90	Excelente	Exploraciones clínicas, galerías de arte
80IRC<90	Bueno	Casas, hotel, escuelas, tiendas, hospitales
60IRC<80	Moderado	Trabajo industrial
IRC<60	Pobre	Industria que no requiera fidelidad de color

Fuente: (Guaman & Paul, 2015)



Fig. 20 Representación del índice de reproducción del color

Fuente: (Westinghouse, 2023)

#### 2.1.6.6.2 Diagrama de cromaticidad o espacio de color CIE 1931.

El espacio de color CIE 1931, se lo considera uno de los primeros en ser definidos, el cual fue creado por la Comisión Internacional de la Iluminación o CIE por sus siglas en francés y es representado por el diagrama de la Fig. 21. Este es una representación en tres dimensiones de la capacidad que tiene el ojo para percibir los todos colores, este se basa en una síntesis aditiva de tres colores primarios conocidos como valores de tipo triestímulos. Con este diagrama, se es capaz de describir el color de una lámpara, por donde se ubican sus coordenadas. Se debe tomar en cuenta que los dispositivos de entrada o salida como cámaras o monitores respectivamente no son capaces de cubrir todo el espacio de color (Westland, 2001).

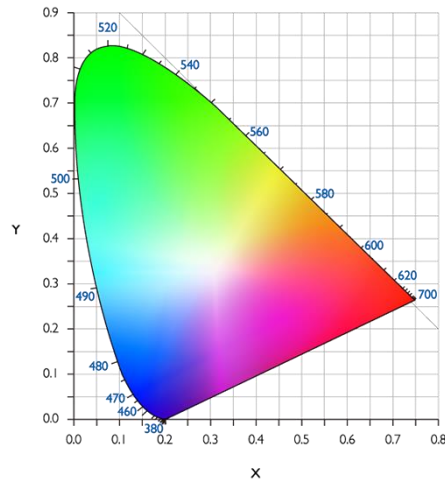


Fig. 21 Espacio de color CIE 1931

Fuente: (Caretel, 2022)

#### 2.1.6.6.3 Temperatura del color.

La temperatura de color se usa para clasificar el tipo de luz blanca que emite una lámpara pudiendo ser cálida, neutra o fría. Usa como unidad de medida los grados Kelvin, donde se puede clasificar a las lámparas alrededor de 2700k como luz cálida y sobre lo 5000k como luz fría. En la Fig. 22, se puede ver esta diferencia donde las de mayor temperatura tienen un tono más azulado. De manera teórica, esta expresa el color que obtiene un cuerpo negro ideal a una determinada temperatura, este color es comparable con una fuente de luz (Lumega, 2017).

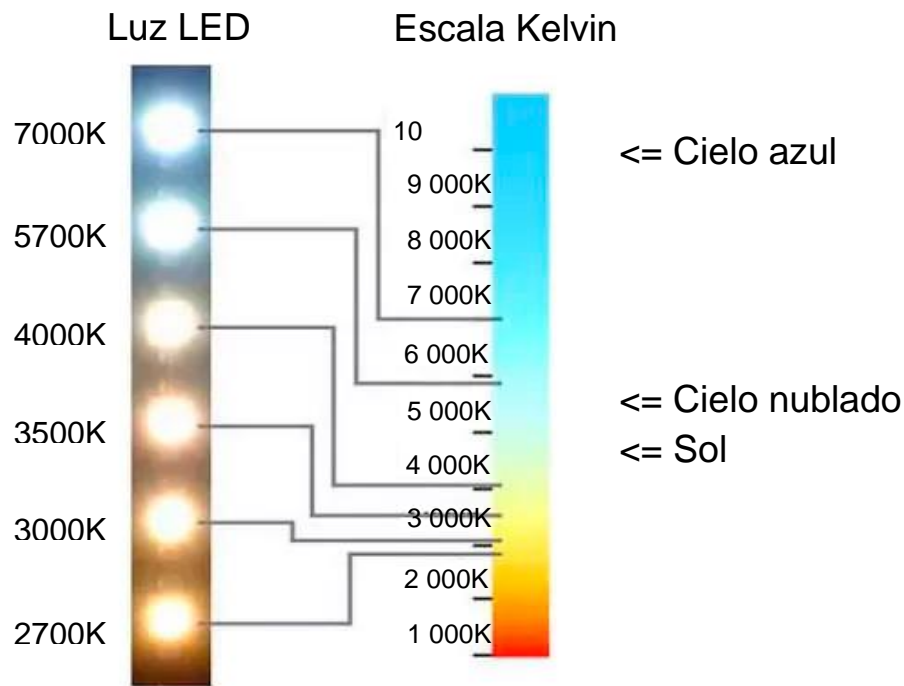


Fig. 22 Representación de la temperatura del color

Fuente: (Cavanillas, 2015)

### 2.1.6.7 Curva de distribución espectral.

Con esta curva es posible representar la relación entre la longitud de onda electromagnética y la energía emitida. Cada fuente de luz tiene presente una curva diferente, en la Fig. 23 se puede observar la curva de distribución espectral de una lámpara de fluorescente compacta.

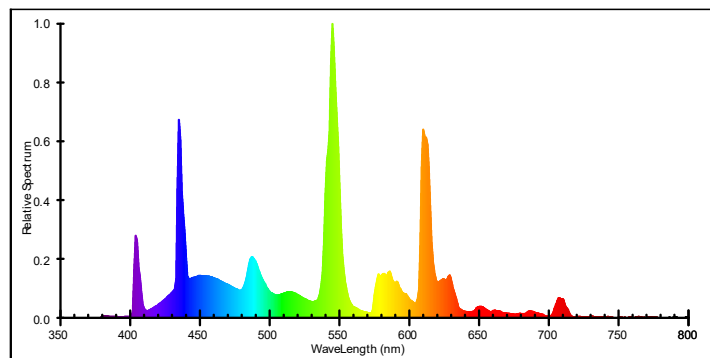


Fig. 23 Curva de distribución espectral de una lámpara de fluorescente compacta.

Fuente: autor

### 2.1.6.8 Irradiancia

Es la cantidad de radiación electromagnética emitida que incide sobre una superficie, su símbolo es  $E$  y se mide en  $W/m^2$  (Oliver & Mon, 2017). Este efecto se puede apreciar en la

## **2.2 Radiación Ultravioleta**

En 1801 el físico Johann Wilhelm Ritter mediante la experimentación con un pedazo de papel humedecido con cloruro de plata y un rayo de luz incidiendo sobre él, comprobó que este papel se oscurecía, con lo que llegó a la conclusión de que había descubierto algo que en su momento denominó como "rayos desoxidantes" por su deseo de enfatizar la capacidad reactiva de estos y también para generar una diferencia con los "rayos calóricos o rayos infrarrojos", descubrimiento previo del científico Frederick William Herschel.

La manera de llamarlos cambió con el pasar del tiempo y su nombre cambió a "rayos químicos", nombre que sería bastante popular en el siglo XIX, para finalmente llegar a la denominación de "radiación ultravioleta". Este nombre sería adoptado ya que dicha radiación, se encuentra más allá del rango del color violeta (Diffey, 2002).

### **2.2.1 Relación entre la radiación UV y la luz artificial.**

Existen varias fuentes de luz artificial las cuales generan radiación ultravioleta, siendo esto un problema para las personas, ya que dependiendo del rango de emisión UV, este puede llegar a ser dañino para los humanos, entre estas fuentes se tiene:

- Lámparas de vapor de mercurio
- Luces halógenas
- Fluorescentes
- Incandescentes
- Tecnología láser
- Camas bronceadoras

La relación entre la radiación ultravioleta con la luz artificial está relacionada en mayor medida con lámparas solares como también de las camas bronceadoras, en este campo es en donde más estudios existen, estas son usadas por personas las cuales buscan obtener un tono de piel distinto, como el que se obtiene al broncearse con la luz natural del sol, el porqué del uso de estas camas, está relacionado con la facilidad de obtener un bronceado más prolijo en un tiempo determinado.

El problema del uso de esta tecnología, radica en que muchos estudios han demostrado que hay una gran probabilidad de que el uso prolongado o desmedido de estas máquinas, generan un riesgo de padecer patologías y también cáncer, aunque la interpretación de los datos puede no ser tan exacta, ya que existen muchos factores que influyen en los resultados, como puede ser:

- La cantidad de personas a las cuales fueron realizados los estudios pertinentes.

- La imposibilidad de conocer si una persona se bronceo con luz natural además del uso de una cama solar, cambiando totalmente la veracidad de los datos. Todo está en base al sujeto de prueba.
- Existen tres tipos de rayos UV, esto genera una incertidumbre en los datos, ya que no se puede conocer con exactitud a cuáles estuvieron expuestos los sujetos de pruebas.

Ya que estos factores generan índices inestables los cuales no tienen un poder estadístico cien por cien verídico y limita la tabulación de datos de manera correcta, la interpretación debe ser tomada con mucha cautela.

En la actualidad, la necesidad de más investigaciones, acompañadas de un control más específico y riguroso sobre los factores de susceptibilidad, es fundamental para reducir aún más el riesgo de patologías relacionados con problemas en piel, problemas en los ojos o posibles cánceres por una exposición desmedida a radiación UV (Gallagher et al., 2010).

### **2.2.2 Efectos de la radiación UV sobre la salud.**

La radiación ultravioleta tiene por un lado efectos beneficiosos sobre la salud humana, como puede ser la producción de vitamina D, la cual se da cuando la piel humana es expuesta de manera directa al sol, esta ayuda a que el cuerpo pueda absorber de mejor manera calcio y fosforo de alimentos consumidos, también es importante para que los huesos del cuerpo lleguen a tener una buena formación y crecimiento. También puede llegar a ser beneficiosa, como en el caso de los tratamientos foto terapéuticos (González-Púmariega et al., 2009).

La recomendación que hace la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre a la exposición a radiación UV, dice que una exposición a la luz solar de entre 5 a 15 minutos, es beneficioso para el cuerpo humano.

Por otro lado, también existen efectos dañinos de la radiación UV, ya que una exposición de manera prolongada llega a ser algo nociva dependiendo del tipo de radiación UV al que se exponga, dependiendo del cuidado que se tenga para evitar exposiciones a niveles altos de radiación pueden o no generarse problemas en la salud de las personas.

En el presente hay varios estudios que demuestran datos alarmantes sobre la radiación UV, como que una exposición a fuentes artificiales está generando efectos sobre la salud de las personas. La institución que más habla sobre este problema es la Agencia Internacional del Cáncer, la cual menciona que hay la evidencia suficiente gracias a pruebas realizadas en los animales y también en personas, las cuales dan a conocer que la radiación ultravioleta resulta ser un carcinógeno humano (Coroneo, 2011).

Existen tres tipos de radiaciones, radiación ultravioleta de tipo A, B y C, (400-315nm, 315-280nm, 280-200nm respectivamente) donde la radiación ultravioleta de tipo B y tipo C son consideradas las más energéticas, por ende, las más dañinas.

La radiación ultravioleta de tipo B (UV-B) es la que provoca más daños de tipo biológico y fisiológico, ya que la radiación ultravioleta de tipo C (UV-C) gracias al ozono y al oxígeno de la estratosfera no llega a la tierra y por ende no afecta a los humanos (Yam & Kwok, 2014).

Dentro de los problemas que genera una exposición a UV-B se puede encontrar con diferentes tipos de patologías como:

- Desarrollo de eritema
- Edemas
- Quemaduras de las células
- Hiperplasia
- Inmunosupresión
- Daño en el DNA
- Foto envejecimiento
- Melanogénesis.

Estudios muestran que las patologías previamente mencionadas pueden estar involucradas de manera directa en problemas de salud de tipo cancerígenos, pudiendo generar a futuro un posible melanoma maligno cutáneo, como también el desarrollo de un carcinoma de células basales o un carcinoma de células escamosas. Además, últimos estudios discuten una posible relación entre el cáncer de labio y con el melanoma uveal con una exposición excesiva a radiación UV (González-Púmariega et al., 2009).

Existen estudios sobre las lámparas fluorescentes compactas donde se encontró picos de 365nm en su emisión UV. Una exposición a radiación por debajo de 530nm por la noche genera problemas en los ritmos circadianos, ya que la producción de melatonina se ve mermada, esto interfiere con el sueño de mamíferos. También la exposición a lámparas fluorescentes compactas a distancias muy pequeñas como 20 cm o menos, también puede llegar a generar daños en piel y retina (Echazú & Cadena, 2012).

### **2.2.3 Nivel peligroso de exposición a rayos UV.**

Dentro de los niveles de radiación la que más daño produce es la radiación ultravioleta de tipo B (UV-B) con una longitud de onda que va de 315 - 280nm. Entre 300 y 310nm se considera el punto de mayor poder eritemático de esta como se puede observar en la Fig. 24. Si existe una fuente de radiación UV dentro de estos rangos, lo mejor es evitar dicha fuente o

usar protección adecuada, de esta manera evitar problemas en la salud (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

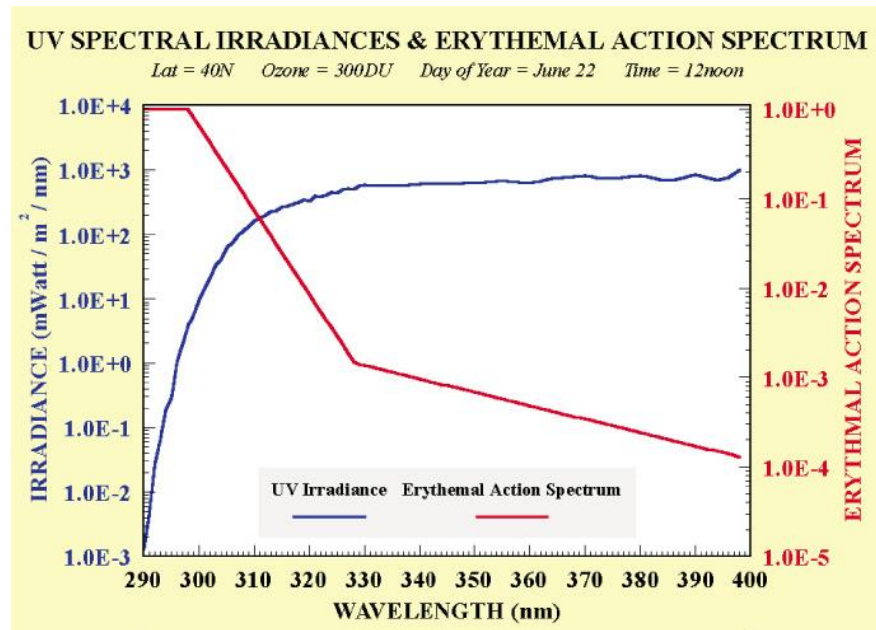


Fig. 24 Radiación espectral UV y el espectro eritematico.

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)

#### 2.2.4 Riesgos para la visión.

La sensibilidad y delicadeza del ojo humano también acarrea consecuencias, estudios demuestran que la radiación ultravioleta genera daños en él, uno de estos daños puede ser la oftalmoheliosis, patología producida específicamente por las longitudes de onda ultravioleta, generando problemas como:

- La fotoqueratitis: Denominada también como la “ceguera del esquiador o de la nieve”, es un problema derivado de una exposición a radiación ultravioleta de tipo A y B, en donde se presenta una inflamación en los ojos, junto con una agudeza visual disminuida como se aprecia en la Fig. 25 (Gallagher et al., 2010).



Fig. 25 Fotoqueratitis

Fuente: (Martínez B., 2015)

- Pinguécula y pterigión: Denominados también como “el ojo del surfista” son protuberancias que se forman en la parte frontal de los ojos como se observa en la Fig. 26, los causantes de estos problemas no están muy definidos, se cree que las causas pueden estar entre un exceso de exposición al sol y por ende a radiación ultravioleta, como también el viento y polvo los cuales generen una resequedad en los ojos (Gallagher et al., 2010).

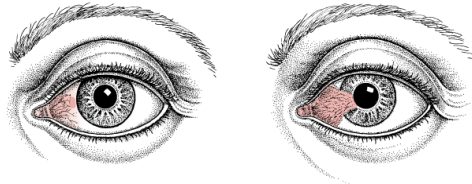


Fig. 26 Pinguécula y pterigión

Fuente: (Roat, 2021)

- Cataratas: Problema dado en el cristalino del ojo, el cual normalmente es transparente, pero al padecer esta patología, este se nubla lo cual produce un desenfoque en la retina y por lo tanto las imágenes se vuelven borrosas como se puede observar en la Fig. 27. El envejecimiento del cuerpo humano es la causa común de esta patología, pero también se le relaciona con una desmesurada exposición a la radiación ultravioleta de tipo B (Gallagher et al., 2010).

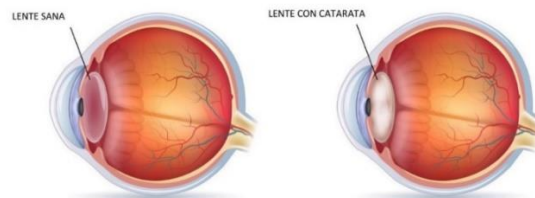


Fig. 27 Cataratas

Fuente: (Amo, 2022)

Estudios realizados en Canadá, Estados Unidos y Australia denotan una posible relación entre la radiación ultravioleta y el cáncer ocular produciendo melanomas como se observa en la Fig. 28, aunque no se ve un aumento considerable en los casos de esta patología. Por lo tanto, las investigaciones no arrojan información concluyente sobre esta posible relación (Gallagher et al., 2010).



Fig. 28 Melanoma ocular

Fuente: (Salabert, 2021)

Aunque si denotan un aumento de problemas en los ojos de las personas relacionados al uso de lámparas con emisión ultravioleta, como son las lámparas solares o también camas de bronceado (Gallagher et al., 2010).

### **2.2.5 Rango Tolerable.**

Dentro del espectro electromagnético, la radiación ultravioleta apenas ocupa una pequeña sección, cubre la franja de longitud de onda que va desde los 100 nm a los 400 nm. Aunque esta ocupa solo una porción pequeña del espectro, los efectos biológicos y fisiológicos que causa dicha radiación, varían de manera drástica en función de la longitud de onda que se esté manejando, dada esta circunstancia, existen cuatro regiones como se observa en la figura Fig. 29, las cuales son:

UV-A: Su rango se encuentra entre los 400 – 315 nm, es la que llega en mayor cantidad a la superficie de la tierra, pero es considerada la que menos daño genera ya que esta es menos energética que las demás, es responsable de envejecimiento en la piel de manera prematura y del bronceado. Este tipo de radiación es considerada como tolerable para el ser humano.

UV-B: Su rango se encuentra entre los 315 – 280 nm, en su mayor parte se queda en la capa de ozono, es considerada como potencialmente dañina para las personas por ser mucho más energética aunque esto depende del tiempo de exposición a ella, puede causar daños a la piel leves, pero también mutaciones al ADN, lo cual la mayoría de veces desemboca en un cáncer de piel, aumenta el riesgo de infecciones porque el sistema inmunológico pierde eficacia, también puede provocar daños en los ojos como cataratas o pterigios.

UV-C: Su rango esta entre los 280–200 nm, considerada la más dañina por ser muy energética, esta no llega a la superficie de la tierra gracias al ozono y al oxígeno de la estratosfera.

Vacío UV: Su rango esta entre los 200–100 nm, es utilizada como germicida.

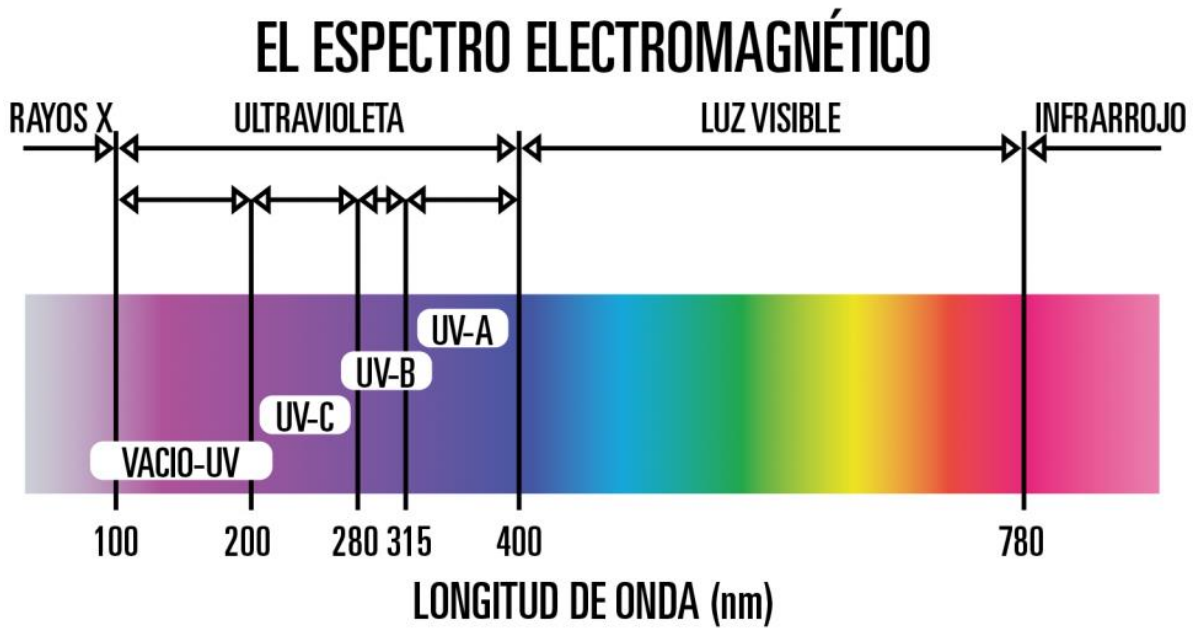


Fig. 29 Espectro electromagnético ultravioleta

Fuente: (We UV Care, 2023)

Los rangos manejados en cada región UV son variables, ya que dependen mucho de la disciplina que se encuentre involucrada. Normalmente foto biólogos ambientales y dermatológicos son los encargados de definir los valores de longitud de onda las regiones del espectro ultravioleta.

Es importante usar la terminología apropiada para referirnos a la radiación ultravioleta. El uso de “luz ultravioleta” es incorrecto. Este término se debe reservar solo para longitudes de onda visibles. La terminología apropiada es “radiación ultravioleta (Diffey, 2002).

## **CAPITULO 3**

### **3. MEDICION UV**

#### **3.1 Dispositivos para medir radiación UV**

Dentro de los dispositivos utilizados para medir radiación ultravioleta está el radiómetro, este permite la medición de la intensidad de energía radiante y mediante la utilización de un filtro óptico puede determinar la cantidad de radiación que es emitida dentro de un rango específico de longitud de onda.

Otro instrumento que permite de igual manera medir radiación ultravioleta es el espectralradiómetro, a diferencia del radiómetro, este tiene la ventaja de poder realizar mediciones a lo largo de todo el espectro. Muy utilizado en laboratorios dedicados al desarrollo e investigación gracias a la alta precisión que este dispositivo maneja (AQ instruments, 2020).

#### **3.2 Esfera integradora de Ulbricht**

La Esfera integradora de Ulbricht es un invento de Richard Ulbricht (1849 - 1923), un ingeniero de origen alemán el cual realizaba estudios fotométricos en las estaciones alemanas del ferrocarril para hallar la mejor manera de iluminar ese lugar.

Mientras realizaba sus estudios de fotometría, comprobó que la mejor manera de efectuarlos era con una esfera hueca, el descubrió que la luminancia que se reflejaba en las paredes internas de la esfera correspondía de manera directa al flujo total que emitía una lámpara que estaba dentro de la misma. Lo cual mediante un proceso de integración espacial de la luz en la parte interna de la esfera se hace posible (Mora, 2009).

##### **3.2.1 Qué es una esfera integradora de Ulbricht.**

La esfera integradora de Ulbricht es un dispositivo hueco el cual encapsula una fuente lumínica, donde gracias al recubrimiento interno de sus paredes con pintura especial y muy reflectiva, la luz rebota en su interior y esto genera sobre la superficie una difusión isotrópica.

El nombre de esfera integradora viene dado, ya que permite sumar el flujo total radiante que se ha reflejado en las paredes internas producido por una fuente luminosa sin importar el lugar hacia donde fue reflejada o radiada la luz. Gracias a esto se puede medir el flujo luminoso de una fuente, así como también el factor de reflectancia.

El recubrimiento reflectante de la parte interna hace que la integración de la luz sea llevada a cabo. Se pueden encontrar esferas integradoras en donde la fuente de luz está en la parte externa y para el ingreso de la luz se ocupan puertos especiales (Mora, 2009).

### **3.2.2 Tipos de esfera integradora de Ulbricht.**

#### **3.2.2.1 Por su tamaño.**

El diámetro que maneja una esfera integradora puede variar entre 25 centímetros hasta 4 metros de diámetro, dependiendo del tipo de fuente de luz que se desee medir con ella. Por ejemplo, si se desea medir la cantidad de luz emitida por un diodo led o un láser, es necesario una esfera integradora de diámetro pequeño para que el sensor pueda recibir la información y medir la luz que emite dicha fuente de luz. Por otro lado, si deseamos medir la cantidad de luz de una luminaria de alumbrado público, se necesitara una esfera de un diámetro superior para que esta pueda ingresar en su interior (Lisun group, 2017).

#### **3.2.2.2 Por el método de prueba.**

Existen dos tipos de pruebas, por un lado, se tiene las de tipo  $2\pi$ , en donde se dispone de una entrada lateral en la esfera integradora, allí se coloca la fuente luminosa para poder realizar la medición, cuando se hace uso de este método, solo se realiza la medición del hemisferio delantero de la lámpara o luminaria usada para el estudio.

Por otro lado, cuando se dispone de una esfera integradora de mayor diámetro, se puede hacer uso del método de prueba denominado como  $4\pi$ , en donde la fuente luminosa se coloca el centro de la esfera integradora, de esta manera la emisión de luz de la fuente luminosa se distribuye en las paredes de la esfera, pudiendo determinar el flujo luminoso total y no solo el frontal.

Existen esferas integradoras que permiten realizar ambos tipos de pruebas, ya que disponen de partes intercambiables (Lisun group, 2017).

### **3.2.3 Aplicación de la integradora de Ulbricht.**

La aplicación de la esfera integradora es la medición de diferentes parámetros mediante un proceso de integración espacial de la luz en la parte interna de la esfera, gracias a esto se puede realizar distintas mediciones a través de un espectroradiómetro, entre los parámetros que puede medir se tiene:

#### **3.2.3.1 Parámetros Fotométricos.**

- Flujo luminoso (Lm).
- Eficacia luminosa (lm/W).
- Variación del flujo luminoso en función del tiempo y la temperatura.

#### **3.2.3.2 Parámetros Colorimétricos.**

- Distribución de potencia espectral (W\_SPD).
- Temperatura de color correlacionada.
- Índice de rendimiento del color.

- Coordenadas del color (LISUN, 2023).

### 3.3 Uso de la Esfera integradora de Ulbricht para la medición de radiación UV

#### 3.3.1 Partes del dispositivo.

Dentro de esta sección, se hará una revisión por las partes de la esfera integradora de Ulbricht que dispone la Universidad Católica de Cuenca en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica (CIITT). La cual será utilizada para la realización de esta investigación.

##### 3.3.1.1 Esfera integradora LISUN LPCE-2.

El Centro de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica (CIITT) de la Universidad Católica de Cuenca dispone de la esfera integradora LISUN LPCE-2 de la marca Lisungroup de origen chino, la cual tiene un diámetro de 2 metros como se observa en la Fig. 30. La esfera en su interior está recubierta con una pintura a base de bario altamente reflectiva, esta consta de un espectroradiómetro para realizar mediciones de tipo fotométricas y colorimétricas.

La esfera dispone de una base que sirve de retención para las lámparas o luminarias que se vayan a caracterizar, esta base es regulable en altura y se puede colocar tanto en la parte baja, como en la parte alta, lo cual está en función de la medición a realizar.

En su parte interna tiene una lámpara auxiliar, cuya función es reducir pérdidas o sombras producidas por la pantalla que tiene los sensores, solo se usa en esferas de diámetro igual o superior a 2 metros. Las mediciones que se realizan con la esfera integradora están bajo normativa CIE 84 (Montoya A., 2018).



Fig. 30 Esfera integradora LISUN LPCE-2

Fuente: autor

### 3.3.1.2 Rack Lisungrop.

El armario de la marca Lisungroup contiene los equipos que sirven para la medición, alimentación, control de niveles de voltaje, corriente y frecuencia como se observa en la figura Fig. 31. Estos datos luego son interpretados por el software “LMS-9000 Lisun CCD Spectroradiometer”, el cual muestra los resultados de las mediciones (Montoya A., 2018).



Fig. 31 Armario o rack Lisungrop

Fuente: autor

### 3.3.1.3 Espectroradiómetro CCD de alta precisión LMS-9000C.

El espectroradiómetro CCD de alta precisión LMS-9000C el cual se puede observar en la Fig. 32, es un dispositivo que sirve para realizar mediciones de tipo fotométricas y colorimétricas, su conexión es mediante fibra y su rango espectral va de 350 – 800 nm (Montoya A., 2018).



Fig. 32 Espectroradiómetro LMS-9000C

Fuente: autor

### 3.3.1.4 Medidor de energía digital LS2010.

La función del medidor de energía digital LS2010 es la visualización de parámetros como la tensión, la corriente, frecuencia, potencia, factor de potencia y también armónicos (Montoya A., 2018), este se puede observar en la Fig. 33.

- Mide tensión en el rango de 10 a 600 V.
- Mide corriente en el rango de 0.005 a 20 A.



Fig. 33 Medidor de energía digital LS2010

Fuente: autor

### 3.3.1.5 Fuente de alimentación digital CC&CV DC.

Mediante la fuente de alimentación digital CC&CV DC, se puede regular la cantidad de tensión y corriente que sea necesaria para alimentar distintos tipos de lámparas que funcionen con corriente continua (Montoya A., 2018), como se observa en la Fig. 34.



Fig. 34 Fuente de alimentación digital CC&CV DC

Fuente: autor

### 3.3.1.6 Fuente de alimentación Pure Sine Wave AC.

Mediante la fuente de alimentación Pure Sine Wave AC, la cual se observa en la Fig. 35, se puede regular la cantidad de tensión y frecuencia necesaria para alimentar distintos tipos

de lámparas que funcionen con corriente alterna. Esta maneja rangos de voltaje entre de 0.0 – 300 V y frecuencia entre 45 – 65 Hz (Montoya A., 2018).

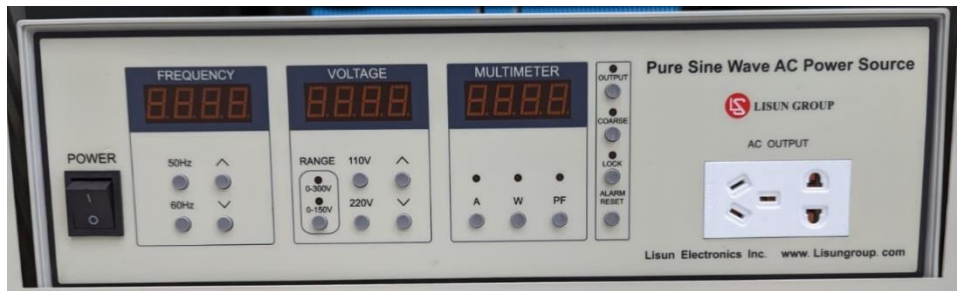


Fig. 35 Fuente de alimentación Pure Sine Wave AC

Fuente: autor

### 3.3.2 Display.

El espectroradiómetro CCD de alta precisión LMS-9000C no consta de un display para poder realizar algún tipo de función o configuración de manera manual, este hace uso directo del software “LMS-9000 Lisun CCD Spectroradiometer” que se observa en la Fig. 36, para poder configurar los distintos parámetros, como también para realizar las mediciones correspondientes y poder visualizar los resultados de las mismas (Lisun group, 2003).

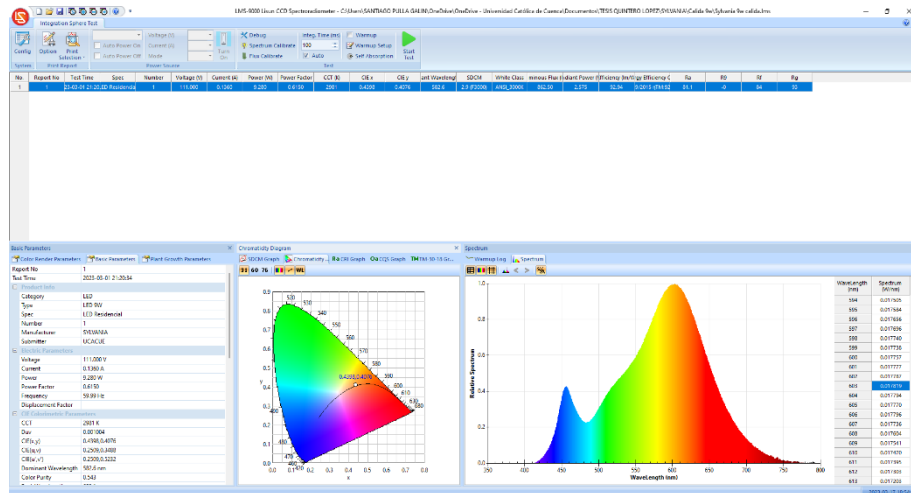


Fig. 36 Software LMS-9000 Lisun CCD Spectroradiometer.

Fuente: autor

### 3.3.3 Sensor.

El sensor que utiliza la esfera integradora de Ulbricht es el espectroradiómetro CCD de alta precisión LMS-9000C, al momento de abrir la esfera se lo puede identificar a un costado como se observa en la Fig. 37, este dispositivo puede realizar mediciones a lo largo de todo el espectro con una alta precisión, la conexión que va desde el sensor hasta el armario

Lisungroup es mediante fibra óptica y el rango espectral que maneja va desde los 350 nm hasta los 800 nm (Lisun group, 2003).



Fig. 37 Espectroradiómetro LMS-9000C

Fuente: autor

#### **3.3.4 Seleccionador de rango.**

El rango de longitud de onda que maneja el espectroradiómetro CCD de alta precisión LMS-9000C, es de 350 nm hasta los 800 nm. Este rango puede ser modificado desde el software “LMS-9000 Lisun CCD Spectroradiometer” para poder visualizar una sección determinada dentro del rango previamente mencionado (Lisun group, 2003).

## CAPITULO 4

### 4. METODOS Y MATERIALES

#### 4.1 Métodos aplicados

##### 4.1.1 Método teórico.

- **Método analítico – sintético:** El marco teórico se desarrolló en base a este método, ya que, mediante la simplificación de la información obtenida de investigaciones, proyectos, tesis y normativas se logró obtener una comprensión mejor del contenido, por ende, la información del marco teórico tiene bases teóricas concisas.
- **Método inductivo – deductivo:** El análisis de datos hizo uso de este método, donde se llevó a cabo una explicación basada en la interpretación de los datos que fueron adquiridos con la esfera integradora, luego de esto se podrá obtener conclusiones frente al tema propuesto.

##### 4.1.2 Método científico.

- **Método experimental:** Las mediciones que fueron realizadas con la esfera integradora hicieron uso de este método, mediante el cual se hizo uso de la experimentación y la observación para obtener respuesta a los objetivos planteados.

#### 4.2 Normativas de referencia

Es necesario conocer las regulaciones y normativas que rigen el funcionamiento correcto de las lámparas de uso residencial, como también la manera correcta de realizar pruebas con una esfera integradora. Por este motivo, las pruebas y el análisis de resultados de este trabajo investigativo harán uso de las normativas que se detallan a continuación.

##### 4.2.1 Norma CIE 84-1989.

La norma CIE 84-1989 define el método para realizar mediciones de flujo luminoso con una esfera integradora. Esta consta de ocho secciones, en donde la sexta sección se enfoca en el procedimiento para realizar las mediciones, las condiciones que debe tener el ambiente para poder realizar pruebas, la manera correcta de adquirir los datos y los errores que se puedan presentar al realizar las mediciones (Commission internationale de l'éclairage, 1989).

##### 4.2.2 Norma IES LM 80-20.

La norma IES LM 80-20 “Método aprobado: Medición del Flujo Luminoso y Mantenimiento del Color de Paquetes, Conjuntos y Módulos de LED”, proporciona los métodos correctos para

medir el flujo luminoso y el mantenimiento del color para paquetes, conjuntos y módulos de tipo LED.

En esta, se muestra varias características que hay que seguir al momento de realizar las mediciones, como la temperatura ambiental, estabilización y obtención de los datos (Illuminating Engineering Society, 2020).

#### **4.2.3 Normativa IEC 62612.**

Esta normativa especifica los distintos requerimientos de desempeño que debe cumplir una luminaria del tipo LED destinada para el uso residencial, abarcando luminarias de hasta 60 W y con un voltaje entre 50 a 250 V AC (International Electrotechnical Commission, 2018). Los límites permisibles, se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Requerimientos lumínicos de la normativa IEC 62612

<b>Requerimientos lumínicos de la IEC 62612</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Requerimiento</b>
<b>Potencia</b>	Menor o igual a +15% del valor nominal.
<b>Flujo luminoso</b>	Superior al 90% del valor nominal
<b>CRI</b>	No debe bajar más de 5 puntos del valor nominal
<b>Eficacia</b>	No debe ser menor al 80% del valor nominal

Fuente: (IEC, 2018; Rolamo, 2014)

#### **4.2.4 Norma IEC 62471:2006.**

Esta normativa proporciona parámetros de evaluación sobre el nivel de seguridad fotobiológica de distintas lámparas y luminarias, tomando como indicador fundamental el tiempo de exposición, mediante el cual se puede estimar los límites admisibles. También presenta la manera apropiada para realizar mediciones, la forma de generar una clasificación y un control de riesgos fotobiológicos enfocado en fuentes que generan radiación en un rango de 200 nm a 3000 nm, donde se incluye a la tecnología LED y se excluye a láseres (International Electrotechnical Commission, 2006).

### **4.3 Procedimiento para la medición**

El procedimiento está basado en la normativa CIE 84-1989, la cual muestra la manera correcta de realizar mediciones con una esfera integradora.

#### **4.3.1 Estabilización de las lámparas.**

Según la normativa IES LM-79-08 una lámpara está estabilizada cuando sus valores no tiendan hacia una dirección, para el caso de las lámparas LED es de 30 minutos. La estabilización en las lámparas es algo necesario ya que con esto se consigue que los valores de voltaje, corriente y potencia presenten variaciones mínimas (Illuminating Engineering Society, 2008).

### 4.3.2 Medición con la esfera integradora de Ulbricht de las lámparas LED.

El primer paso es el encendido del medidor de energía digital y la fuente de alimentación AC ubicadas dentro del armario Lisungroup. La fuente de corriente alterna se debe configurar con los valores de voltaje y frecuencia adecuados para alimentar las lámparas LED de uso doméstico para evitar dañarlas o quemarlas, el valor de voltaje es de 110 V y el valor de frecuencia es de 60 Hz, como se observa en la Fig. 38.



Fig. 38 Fuente de alimentación AC configurada para las pruebas.

Fuente: autor

Como siguiente paso, se debe abrir la esfera integradora para poder colocar la lámpara LED en su interior como se observa en la Fig. 39, cabe recalcar que al momento de sacar la lámpara de su caja y agarrarla es muy importante el uso de guantes para no manchar el difusor de la misma, ya que esto provocaría que los resultados de la prueba tengan variaciones no deseadas y por lo tanto estos sean erróneos. Luego de la colocación de la lámpara en el interior se cierra la esfera integradora.



Fig. 39 Colocación de la lámpara dentro de la esfera.

Fuente: autor

Luego de haber cerrado la esfera integradora con la lámpara dentro se debe encender presionando el botón "OUTPUT" en la fuente de alimentación como se observa en la Fig. 40.

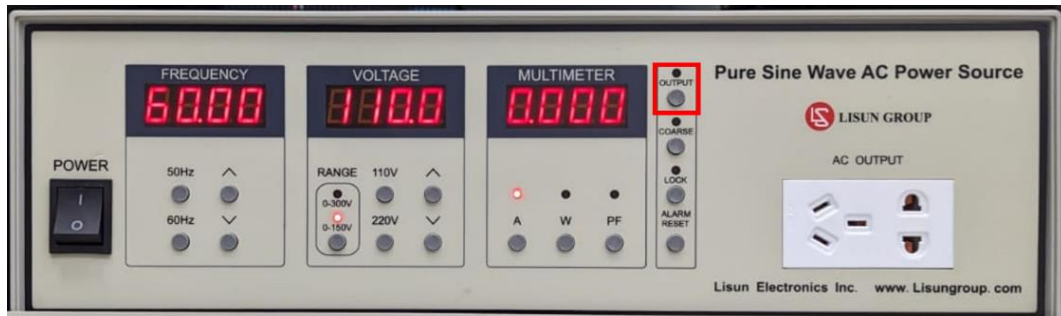


Fig. 40 Encendido de la lámpara.

Fuente: autor

Según normativa, se debe proseguir a estabilizar la lámpara para que los valores de voltaje, corriente y potencia no presenten cambios en una dirección particular (Illuminating Engineering Society, 2008).

Esto se puede observar desde el medidor de energía digital que está en el armario Lisungroup como también dentro del software del medidor de energía digital llamado “LS2010 Digital Power Meter” como se observa en la Fig. 41, ambos permiten ver en tiempo real los valores previamente mencionados y constatar que ya no existen grandes cambios.

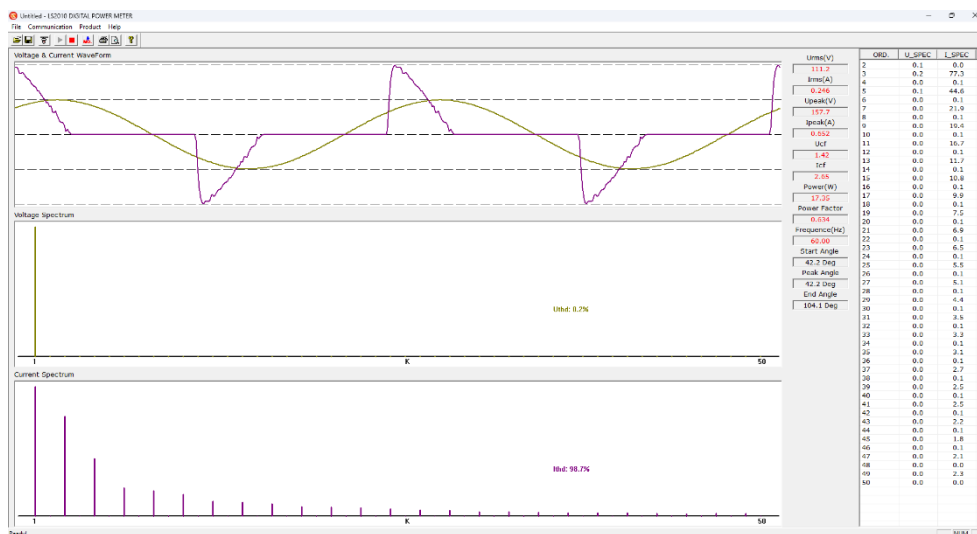


Fig. 41 Software LS2010 Digital Power Meter

Fuente: autor

Después, se hace uso del software “LMS-9000 CCD Spectroradiometer” como se observa en la Fig. 42, el cual hace uso del espectroradiómetro colorimétrico LMS-9000C, para obtener parámetros de tipo colorimétricos, fotométricos y eléctricos.

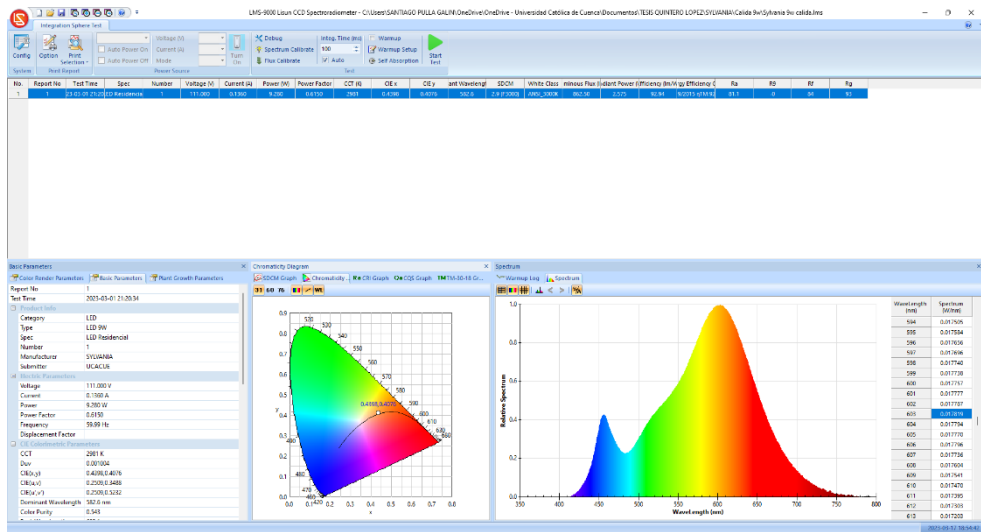


Fig. 42 Software LMS-9000 CCD Spectroradiometer.

Fuente: autor

Por último, se desenergiza pulsando el botón “OUTPUT” en la fuente de alimentación como se observa en la Fig. 43, de esta manera se puede cambiar de lámpara de manera segura, para después volver a repetir el proceso entero con la siguiente lámpara.



Fig. 43 Manera correcta de cortar energía desde la fuente.

Fuente: autor

### 4.3.3 Medición de irradiancia en el cuarto oscuro.

Esta sección, se realiza para complementar los datos obtenidos con la esfera integradora, ya que esta no mide irradiancia, en donde se utilizó 2 medidores de irradiancia proporcionados por el laboratorio de luminotecnía. El procedimiento se llevó a cabo según lo que estipula la norma IEC 62471.

Se utilizaron dos medidores de irradiancia para radiación ultravioleta UV-A, el equipo Extech UV510 con una sensibilidad desde 320 nm a 390nm, este se observa en la Fig. 44(A), adicionalmente se utilizó el equipo Extech SDL470 con capacidad de medir la radiación UV-A, este se puede observar en Fig. 44(B).



Fig. 44 Medidores de irradiancia ultravioleta: (A) Extech UV510, (B) Extech SDL470

Fuente: (Extech, 2014, 2017)

Las mediciones se llevaron a cabo dentro del cuarto oscuro del laboratorio de luminotecnia ubicado en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT). El procedimiento de encendido y estabilización es igual al utilizado con la esfera integradora. Para la toma de datos se posicionaron los equipos a una distancia de 200mm con respecto a la fuente de luz como se aprecia en la Fig. 45



Fig. 45 Distancia para la medición de irradiancia según la norma IEC 62471.

Fuente: autor

Una vez posicionados los equipos a la distancia adecuada, se procede con la toma de datos como se observa en la Fig. 46 y la Fig. 47.



Fig. 46 Medición de irradiancia con el equipo Extech UV510

Fuente: autor



Fig. 47 Medición de irradiancia con el equipo Extech SDL470

Fuente: autor

#### 4.4 Flujograma del procedimiento

En la Fig. 48, se muestran los pasos que se deben realizar para el uso correcto de la esfera integradora de Ulbricht, al momento de realizar mediciones.

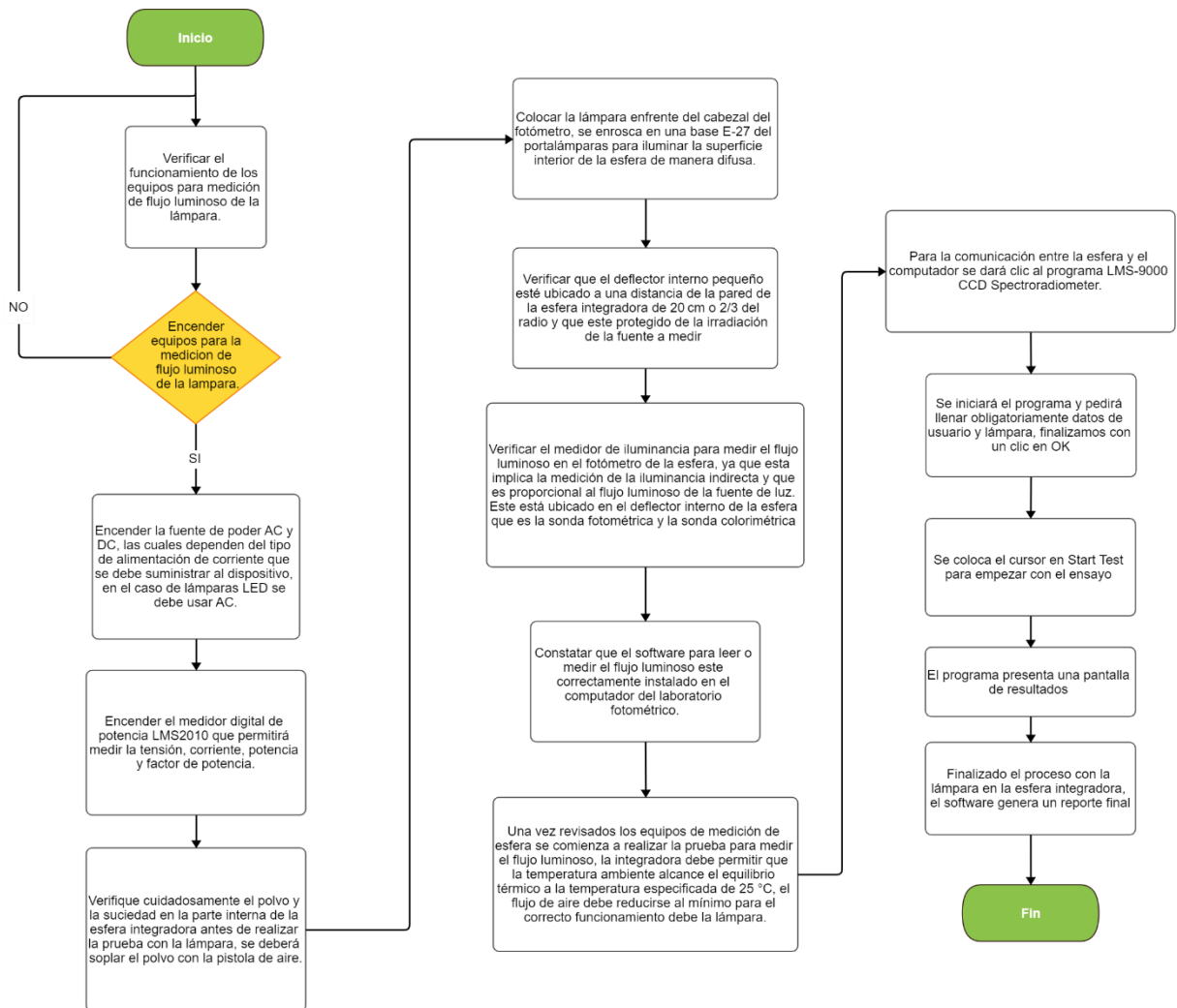


Fig. 48 Flujoograma de procedimiento.

Fuente: (Parapi Patiño, 2018)

## 4.5 Análisis de resultados

Para el estudio, se utilizó lámparas de los principales fabricantes que se pueden encontrar en los comercios de la ciudad de Cuenca. En total se obtuvieron 31 muestras, las cuales se clasificaron como Marca A, B, C, D, E, F, G, y H según su fabricante. Entre las muestras se encuentra lámparas con consumos desde 7 W a 20 W con luz cálida, neutra o fría.

### 4.5.1 MARCA A.

En esta marca, se obtuvieron 5 muestras con un consumo desde los 9 a 20 W

#### 4.5.1.1 Muestra 1: modelo slim luz fría de 9 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 800 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 49 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 49 lámpara marca A fría de 9 W modelo Slim

Fuente: autor

En la Tabla 3, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 790 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0009 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca A Muestra 1. página 2.

**Tabla 3.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca A fría de 9 W modelo slim

<b>MARCA A fría 9 W slim</b>		<b>Dato</b>		
<b>Curva de distribución espectral</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>
		<b>Potencia (W)</b>	9.00	8.18
		<b>Flujo luminoso (lm)</b>	800.00	806.54
		<b>Eficacia (lm/W)</b>	-	98.6
		<b>Factor de potencia</b>	0.50	0.59
		<b>Temperatura del color (K)</b>	6500	6628
		<b>IRC:</b>	80.00	83.80
		<b>Rango de emisión (nm)</b>	390 - 790	

Fuente: autor

Los datos registrados en la Tabla 3 para esta lámpara son muy cercanos a sus valores nominales de placa, el valor de la potencia es el que mayor variación presenta, registrando 9.1% menos, pero se lo puede considerar positivo. Presenta un flujo luminoso ligeramente mayor, la temperatura de color registra un aumento del 1.9% y entrega un IRC mayor a 80 clasificado como bueno.

#### 4.5.1.2 Muestra 2: modelo luz cálida de 9 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz cálida a 800 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 50 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 50 lámpara marca A cálida de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 4, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0010 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca A Muestra 1.página 2.

**Tabla 4.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca A cálida de 9 W

MARCA A cálida 9 W		Dato		
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera	
		Nominal de placa	Registrado en la esfera	
		Potencia (W)	9.00	9.28
		Flujo luminoso (lm)	800.00	862.50
		Eficacia (lm/W)	89.00	92.94
		Factor de potencia	0.50	0.61
		Temperatura del color (K)	3000	2981
		IRC:	80.00	81.10
Rango de emisión (nm)		390 - 800		

Fuente: autor

Según datos de la Tabla 4, en este caso existe un consumo ligeramente superior a lo marcado variando un 3.1%, en donde a su vez existe un 7.8% más de emisión de flujo luminoso, por lo que se observa que se logra una mayor eficacia. La temperatura del color

registra un valor ligeramente menor con una variación de menos del 1%, el IRC presenta un valor mayor a 80 clasificado como bueno.

#### 4.5.1.3 Muestra 3: modelo luz fría de 9 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 800 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 51 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 51 lámpara marca A fría de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 5, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 790 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0006 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca A Muestra 1. página 2.

**Tabla 5.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca A fría de 9 W

MARCA A fría 9 W		Dato		
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera	
		Nominal de placa	Registrado en la esfera	
		Potencia (W)	9.00	9.37
		Flujo luminoso (lm)	800.00	861.58
		Eficacia (lm/W)	-	91.95
		Factor de potencia	-	0.62
		Temperatura del color (K)	6500	6320
		IRC:	>70.00	73.60
Rango de emisión (nm)		390 - 790		

Fuente: autor

Según la Tabla 5 esta lámpara, aunque presenta variaciones, estas no son representativas, se observa que existe un ligero aumento en el consumo del 4.1%, pero también esto aumenta el flujo luminoso en un 7.6%. Sus valores de temperatura del color también son muy cercanos

a los nominales con apenas un -2.7% de variación. El valor de IRC cumple con lo que especifica el fabricante, aunque es menor a 80 por lo que se clasifica como moderado.

**4.5.1.4 Muestra 4: modelo luz fría de 15 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1350 lm con un consumo de 15 W, en la Fig. 52 se observa la presentación en que se la encuentra.

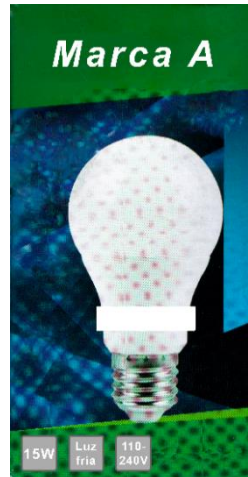


Fig. 52 lámpara marca A fría de 15 W

Fuente: autor

En la Tabla 6, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0014 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca A Muestra 1. página 2.

**Tabla 6.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca A fría de 15 W

MARCA A fría 15 W		Dato		
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera	
		Nominal de placa	Registrado en la esfera	
		Potencia (W)	15.00	13.95
		Flujo luminoso (lm)	1350.00	1543.40
		Eficacia (lm/W)	-	110.64
		Factor de potencia	-	0.63
		Temperatura del color (K)	6500	6300
		IRC:	>70.00	72.60
Rango de emisión (nm)		390 - 800		

Fuente: autor

En la Tabla 6, se observa que la lámpara presenta una ligera reducción del 7% en su consumo, pero además ofrece un 14% más de flujo luminoso. Sus valores de color son

cercanos a los nominales, con una variación del 3% en la temperatura del color, en cuanto al IRC es menor a 80, por lo que se clasifica como moderado.

#### 4.5.1.5 Muestra 5: modelo luz fría de 20 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1700 lm con un consumo de 20 W, en la Fig. 53 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 53 lámpara marca A fría de 20 W

Fuente: autor

En la Tabla 7, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0007 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca A Muestra 1. página 2.

**Tabla 7.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca A fría de 20 W

MARCA A fría 20 W		Dato	
Curva de distribución espectral	Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
		Potencia (W)	20.00
Flujo luminoso (lm)		1700.00	1650.71
Eficacia (lm/W)		-	87.48
Factor de potencia		-	0.61
Temperatura del color (K)		6500	6540
IRC:		80.00	82.50
Rango de emisión (nm)		390 - 800	

Fuente: autor

En la Tabla 7, se observa que la esta lámpara igualmente tiene unos valores muy cercanos a sus nominales, presentando una disminución del 5.7% en su consumo, al igual que el flujo luminoso reduciendo su valor en un 2.9%. La temperatura de color tiene una variación mínima y ofrece un IRC mayor a 80 clasificado como bueno.

#### **4.5.2 MARCA B.**

En esta marca, se obtuvieron 5 muestras con un consumo desde los 8 a 20 W

##### **4.5.2.1 Muestra 1: modelo filamento luz cálida de 8 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz cálida a 640 lm con un consumo de 8 W, en la Fig. 54 se observa la presentación en que se la encuentra.

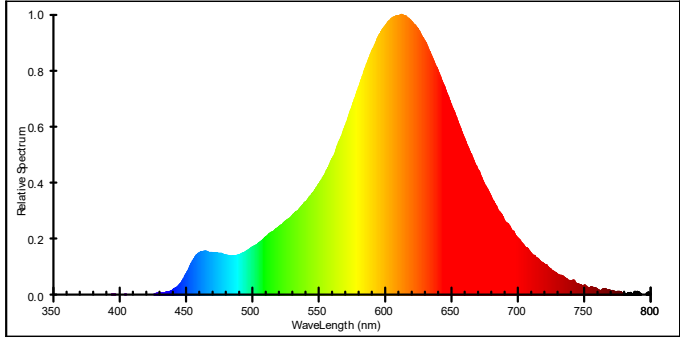


Fig. 54 lámpara marca B cálida de 8 W tipo filamento

Fuente: autor

En la Tabla 8, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0005 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca B Muestra 1. página 2.

**Tabla 8.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca B cálida de 8 W

MARCA B cálida 8 W tipo filamento		Dato	
<p>Curva de distribución espectral</p> 	Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	8.00	5.56
	Flujo luminoso (lm)	640.00	530.01
	Eficacia (lm/W)	80.00	95.32
	Factor de potencia	-	0.80
	Temperatura del color (K)	2200	2189
	IRC:	80.00	78.30
	Rango de emisión (nm)	390 - 800	

Fuente: autor

Esta lámpara LED tipo filamento, visualmente se pudo observar que no era la más brillante, los datos registrados en la Tabla 8 lo demuestran, ya que presentan una reducción del 17.2% en la intensidad de su flujo luminoso, su consumo también se vio reducido en un 30% esto provocó que suba su eficacia en un 19.2%. El valor de la temperatura del color es bastante acertado, mientras su IRC reduce su valor en 1.7 puntos. Al tener un valor menor al 90% del flujo luminoso nominal se considera que no cumple con la normativa IEC 62612.

#### 4.5.2.2 Muestra 2: modelo luz cálida de 9 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz cálida a 800 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 55 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 55 lámpara marca B cálida de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 9, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0004 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca B Muestra 1. página 2.

**Tabla 9.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca B cálida de 9 W

<b>MARCA B cálida 9 W</b>		<b>Dato</b>		
<b>Curva de distribución espectral</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>
		<b>Potencia (W)</b>	9.00	9.85
		<b>Flujo luminoso (lm)</b>	800.00	775.25
		<b>Eficacia (lm/W)</b>	89.00	78.71
		<b>Factor de potencia</b>	-	0.60
		<b>Temperatura del color (K)</b>	3000	3040
		<b>IRC:</b>	-	81.70
		<b>Rango de emisión (nm)</b>	390 - 800	

Fuente: autor

Según datos de la Tabla 9, esta lámpara registra un aumento en su consumo del 9.4% a la vez que se evidencia una reducción en la emisión de luz en un 3.1%, es por ello que también se ha producido una reducción de 11.6% en la eficacia. En el caso de la temperatura de color la variación es mínima apenas del 1.3%, el IRC no presenta valores nominales, pero se registró un valor mayor a 80 por lo que se lo clasifica como bueno.

#### **4.5.2.3 Muestra 3: modelo luz fría de 9 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 800 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 56 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 56 lámpara marca B fría de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 10, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0010 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca B Muestra 1. página 2.

**Tabla 10.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca B fría de 9 W

MARCA B fría 9 W		Dato	
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera
		Nominal de placa	8.73
		Potencia (W)	9.00
		Flujo luminoso (lm)	800.00
		Eficacia (lm/W)	89.00
		Factor de potencia	-
		Temperatura del color (K)	6500
		IRC:	-
		Rango de emisión (nm)	390 - 800

Fuente: autor

La Tabla 10, también muestra que, se registraron valores muy cercanos a los nominales con una pequeña reducción del 3% en el consumo, pero con un aumento del 4.1% en el flujo luminoso, por lo que su eficacia se eleva 7.2% sobre el valor nominal. En cuanto a la temperatura del color, se obtuvo una variación del 1.7%, el IRC no presenta valores nominales, pero se registró valores mayores a 80 por lo que se lo clasifica como bueno.

#### 4.5.2.4 Muestra 4: modelo luz fría de 15 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1300 lm con un consumo de 15 W, en la Fig. 57 se observa la presentación en que se la encuentra.

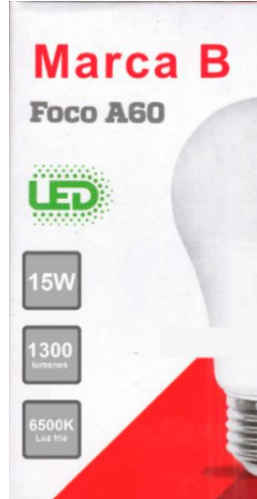


Fig. 57 lámpara marca B fría de 15 W

Fuente: autor

En la Tabla 11, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0006 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca B Muestra 4. Muestra 1. página 2.

**Tabla 11.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca B fría de 15 W

MARCA B fría 15 W		Dato	
Curva de distribución espectral	Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	15.00	13.75
	Flujo luminoso (lm)	1300.00	1490.07
	Eficacia (lm/W)	87.00	108.37
	Factor de potencia	-	0.60
	Temperatura del color (K)	6500	6692
	IRC:	-	83.60
	Rango de emisión (nm)	390 - 800	

Fuente: autor

La Tabla 11, muestra que, esta lámpara presenta una buena eficacia sobre los 100 lm/W representado un aumento del 24.6% sobre su valor nominal de placa, esto se debe a que su

consumo se ha reducido en un 8.3% y su flujo luminoso aumenta un 14.6%. Por otro lado, su temperatura de color tiene una ligera variación del +3%. La variación en sus diferentes parámetros no incumple con la normativa IEC 62612.

**4.5.2.5 Muestra 5: modelo luz fría de 20 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1800 lm con un consumo de 20 W, en la Fig. 58 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 58 lámpara marca B fría de 20 W

Fuente: autor

En la Tabla 12, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0009 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca B Muestra 1.página 2.

**Tabla 12.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca B fría de 20 W

Marca B fría 20 W		Dato		
Curva de distribución espectral		Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
		Potencia (W)	20.00	21.06
		Flujo luminoso (lm)	1800.00	1918.90
		Eficacia (lm/W)	90.00	91.12
		Factor de potencia	-	0.64
		Temperatura del color (K)	6500	6570
		IRC:	80.00	84.20
		Rango de emisión (nm)	390 - 800	

Fuente: autor

Los valores de la Tabla 12, muestran que, la lámpara se encuentra dentro de normativa con pequeñas variaciones como de +5.0% en su consumo, +6.6% para el flujo luminoso y para la eficacia es apenas del +1.2%. Finalmente, la temperatura de color tiene un +1.1% de variación y en el caso del IRC es mayor a 80 con un aumento del 5.3%.

#### **4.5.3 MARCA C.**

En esta marca, se obtuvieron 3 muestras con un consumo desde los 7 a 12 W

##### **4.5.3.1 Muestra 1: modelo luz fría de 7 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 630 lm con un consumo de 7 W, en la Fig. 59 se observa la presentación en que se la encuentra.

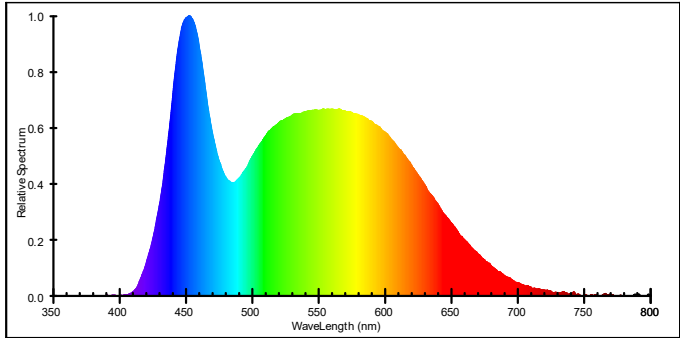


Fig. 59 lámpara marca C fría de 7 W

Fuente: autor

En la Tabla 13, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 790 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0020 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca C Muestra 1. página 2.

**Tabla 13.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca C fría de 7 W

MARCA C fría 7 W		Dato	
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	Nominal de placa: 7.00	Registrado: 6.51
	Flujo luminoso (lm)	630.00	582.74
	Eficacia (lm/W)	-	89.51
	Factor de potencia	-	0.64
	Temperatura del color (K)	6500	6388
	IRC:	-	83.10
	Rango de emisión (nm)	390 - 790	

Fuente: autor

En este caso la Tabla 13, muestra un 7.0% menos en el consumo, la intensidad del flujo luminoso también se vio reducida en un 7.5%, como resultado se tiene una eficacia de 89.51 lm/W, aunque no lo indica el fabricante su eficacia debería ser cercana a 90 lm/W por lo que se encuentra en normativa, igualmente es el caso de la temperatura del color que varía un - 1.7% y se registró un valor de IRC mayor a 80 por lo que se clasifica como bueno.

#### 4.5.3.2 Muestra 2: modelo luz fría de 9W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 810 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 60 se observa la presentación en que se la encuentra.



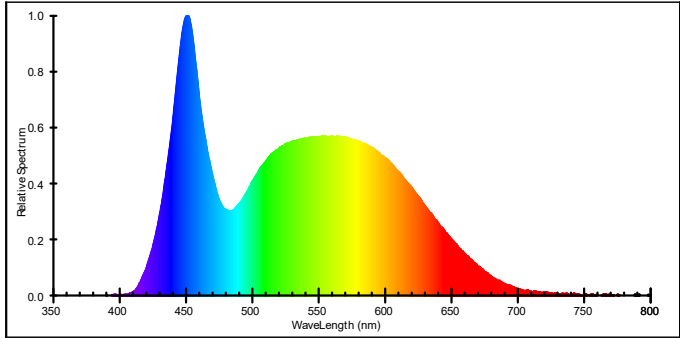
Fig. 60 lámpara marca C fría de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 14, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 790 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la

luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0015 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca C Muestra 1. página 2.

**Tabla 14.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca C fría de 9 W

<b>MARCA C fría 9 W</b>		<b>Dato</b>	
<b>Curva de distribución espectral</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>
		<b>Potencia (W)</b>	9.00
<b>Flujo luminoso (lm)</b>		810.00	735.22
<b>Eficacia (lm/W)</b>		-	87.42
<b>Factor de potencia</b>		-	0.67
<b>Temperatura del color (K)</b>		6500	6516
<b>IRC:</b>		-	81.40
<b>Rango de emisión (nm)</b>		390 - 790	

Fuente: autor

La Tabla 14, indica un menor consumo que el nominal con -6.2%, el flujo luminoso también presenta un valor un 9.2% menor. Se calcula que su eficacia debe ser de 90 lm/W por lo que tenemos una variación del -2.86%. La temperatura del color tiene variación mínima cercana al 0% y se registró un valor de IRC mayor a 80 por lo que se clasifica como bueno.

#### **4.5.3.3 Muestra 3: modelo luz fría de 12W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 900 lm con un consumo de 12 W, en la Fig. 61 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 61 lámpara marca C fría de 12 W

Fuente: autor

En la Tabla 15, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0013 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca C Muestra 1. página 2

**Tabla 15.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca C fría de 12 W

<b>MARCA C fría 12 W</b>		<b>Dato</b>		
<b>Curva de distribución espectral</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>
		<b>Potencia (W)</b>	12.00	10.49
		<b>Flujo luminoso (lm)</b>	900.00	782.27
		<b>Eficacia (lm/W)</b>	-	74.57
		<b>Factor de potencia</b>	-	0.92
		<b>Temperatura del color (K)</b>	6500	6978
		<b>IRC:</b>	-	84.70
		<b>Rango de emisión (nm)</b>	390 - 800	

Fuente: autor

En este caso la Tabla 15, indica que la lámpara no cumple con la normativa dado que su flujo luminoso tiene un valor menor al 90.0% del valor nominal, representando una reducción del 13.1%. Los otros valores no se encuentran fuera de norma con un consumo de -12.6%, su eficacia se calcula en 75 lm/W por lo que solo hay una variación de -0.6%, en el caso de la temperatura del color tenemos un valor de +7.4% y se registró un valor de IRC mayor a 80 por lo que se clasifica como bueno.

#### **4.5.4 MARCA D.**

En esta marca, se obtuvieron 3 muestras con consumo desde los 8 a 20 W

##### **4.5.4.1 Muestra 1: modelo luz cálida de 8 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz cálida a 750 lm con un consumo de 8 W, en la Fig. 62 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 62 lámpara marca D cálida de 8 W

Fuente: autor

En la Tabla 16, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0016 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca D Muestra 1. página 2.

**Tabla 16.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca D cálida de 8 W

MARCA D cálida 8 W		Dato	
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera
		Nominal de placa	8.36
		Potencia (W)	8.00
		Flujo luminoso (lm)	750.00
		Eficacia (lm/W)	94.00
		Factor de potencia	-
		Temperatura del color (K)	3000
		IRC:	-
		Rango de emisión (nm)	390 - 800

Fuente: autor

Según la Tabla 16, la lámpara presenta un consumo 4.5% mayor al nominal de placa, pero a su vez el flujo luminoso aumento un 18.3% ubicando su eficacia sobre los 100 lm/W con una variación del +12.9%. La temperatura del color tiene un valor cercano al nominal con una variación de -1.7%. Esta tiene un buen factor de potencia y su valor de IRC es clasificado como bueno al ser mayor que 80.

#### 4.5.4.2 Muestra 2: modelo luz fría de 9 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 765 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 63 se observa la presentación en que se la encuentra.

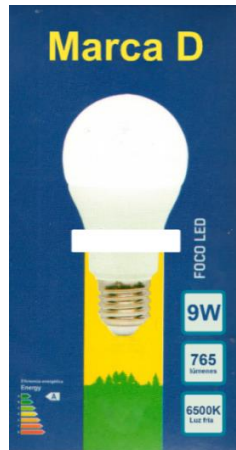


Fig. 63 lámpara marca D fría de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 17, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 790 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0011 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca D Muestra 1. página 2.

**Tabla 17.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca D fría de 9 W

MARCA D fría 9 W		Dato		
Curva de distribución espectral		Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
		Potencia (W)	9.00	8.20
		Flujo luminoso (lm)	765.00	594.82
		Eficacia (lm/W)	85.00	72.54
		Factor de potencia	-	0.62.00
		Temperatura del color (K)	6500	10800
		IRC:	85.00	71.00
		Rango de emisión (nm)	390 - 790	

Fuente: autor

Según la Tabla 17, esta lámpara consume un 8.9% menos de su valor nominal de placa, pero su flujo luminoso excede los límites permisibles por normativa IEC 62612 entregando un 22.2% menos. Para la eficacia no hay problemas con norma, aunque entregue un 14.7%

menos. En cuanto a la temperatura del color se registró un valor muy elevado de temperatura, 66% más para ser específicos, por lo que esta lámpara no se recomendaría para su uso en dormitorios, dado que su componente azul tiene mayor presencia que otros colores, esto según estudios de la universidad de Harvard, lleva al cerebro a un estado alerta interfiriendo con la calidad del sueño (Acosta Martínez, 2019). El IRC también marca 14 puntos menos con respecto al valor nominal, por lo que no cumple con la norma además que al ser un valor bajo sus colores serán apagados o medio grises.

#### **4.5.4.1 Muestra 3: modelo luz fría de 20 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1700 lm con un consumo de 20 W, en la Fig. 64 se observa la presentación en que se la encuentra.

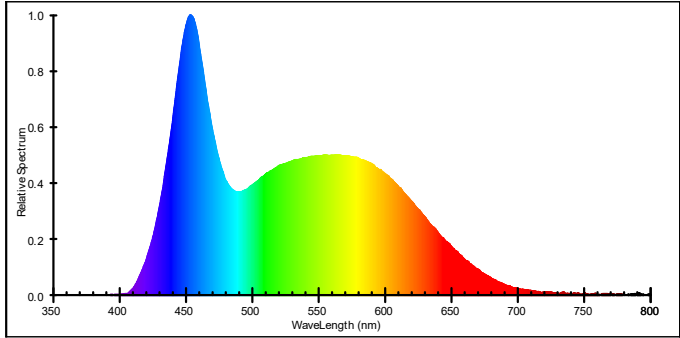


Fig. 64 lámpara marca D fría de 20 W

Fuente: autor

En la Tabla 18, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0007 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca D Muestra 1. página 2.

**Tabla 18.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca D fría de 20 W

MARCA D fría 20 W		Dato	
Curva de distribución espectral	Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
		Potencia (W)	20.00
Flujo luminoso (lm)		1700.00	1035.60
Eficacia (lm/W)		85.00	61.64
Factor de potencia		-	0.60
Temperatura del color (K)		6500	8072
IRC:		85.00	85.40
Rango de emisión (nm)		390 - 800	

Fuente: autor

Según la Tabla 18, el consumo no incumple con la normativa IEC 62612 consumiendo un 16.0% menos. Los valores que no cumplen con la norma son el flujo luminoso ofreciendo un 39.1% menos, la eficacia bajando un 27.5% y la temperatura de color que varía aumenta un 24.2%. A diferencia del caso anterior se observa un IRC mayor a 80 clasificado como bueno.

#### 4.5.5 MARCA E.

En esta marca, se obtuvieron 3 muestras con consumo desde los 9 a 12 W

##### 4.5.5.1 Muestra 1: modelo luz cálida de 9 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz cálida a 750 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 65 se observa la presentación en que se la encuentra.

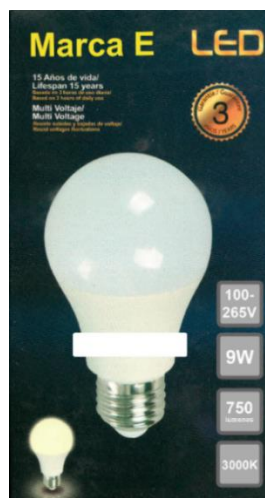


Fig. 65 lámpara marca E cálida de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 19, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0007 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca E Muestra 1. página 2

**Tabla 19.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca E cálida de 9 W

<b>MARCA E cálida 9 W</b>		<b>Dato</b>			
<b>Curva de distribución espectral</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>	
		<b>Potencia (W)</b>	9.00	10.52	
		<b>Flujo luminoso (lm)</b>	750.00	770.51	
		<b>Eficacia (lm/W)</b>	83.00	73.24	
		<b>Factor de potencia</b>	-	0.61	
		<b>Temperatura del color (K)</b>	3000	3024	
		<b>IRC:</b>	-	81.20	
		<b>Rango de emisión (nm)</b>		390 - 800	

Fuente: autor

La Tabla 19, muestra que esta lámpara no cumple con la norma IEC 62612 puesto que consume un 16.9% más con respecto al valor nominal cuando el límite es 15.0%. Otros valores no presentan irregularidades, ya que se tiene una intensidad del flujo luminoso un 2.7% mayor pero su eficacia bajo un 11.8%. En la temperatura de color la variación es mínima menor al 1.0% y su IRC es clasificado como bueno ya que es mayor a 80.

#### **4.5.5.2 Muestra 2: modelo luz fría de 9 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 750 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 66 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 66 lámpara marca E fría de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 20, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 380 a 790 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0001 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca E Muestra 1. página 2.

**Tabla 20.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca E fría de 9 W

MARCA E fría 9 W		Dato	
Curva de distribución espectral	Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	9.00	8.94
	Flujo luminoso (lm)	750.00	870.46
	Eficacia (lm/W)	83.00	97.37
	Factor de potencia	-	0.61
	Temperatura del color (K)	6500	6886
	IRC:	-	81.70
	Rango de emisión (nm)	380 - 700	

Fuente: autor

La lámpara tiene buenos valores según la Tabla 20, ya que cumplen con la normativa IEC 62612 en todos sus parámetros, en el consumo apenas hay variación, el flujo nos entrega un 16.0% más que el nominal de placa, su eficacia también es un 17.3% mayor, la temperatura de color solo aumenta un 5.9% y tiene un IRC clasificado como bueno mayor a 80.

#### 4.5.5.3 Muestra 3: modelo luz fría de 12 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1100 lm con un consumo de 12 W, en la Fig. 67 se observa la presentación en que se la encuentra.

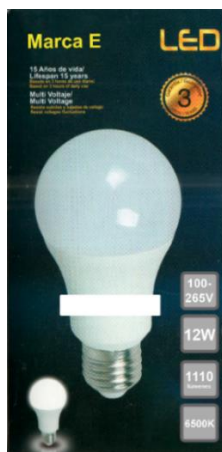


Fig. 67 lámpara marca E fría de 12 W

Fuente: autor

En la Tabla 21, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0013 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca E Muestra 1. página 2.

**Tabla 21.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca E fría de 12 W

MARCA E fría 12 W		Dato	
Curva de distribución espectral	Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	12.00	10.64
	Flujo luminoso (lm)	1100.00	1121.73
	Eficacia (lm/W)	92.00	105.43
	Factor de potencia	-	0.62
	Temperatura del color (K)	6500	6738
	IRC:	-	82.00
	Rango de emisión (nm)	390 - 800	

Fuente: autor

En este caso todo se encuentra conforme lo que especifica la norma IEC 62612 según la Tabla 21, ya que se registra un consumo 11.3% menor con respecto al valor nominal de placa, el flujo luminoso tiene una emisión un 2.0% mayor, para el caso de la eficacia tenemos +14.6%, la temperatura aumenta ligeramente un 3.7% y se tiene un IRC mayor a 80 clasificado como bueno.

#### 4.5.6 MARCA F.

En esta marca, se obtuvieron 3 muestras con consumo desde los 9 a 14 W

#### 4.5.6.1 Muestra 1: modelo luz fría de 9 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 800 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 68 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 68 lámpara marca F fría de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 22, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 790 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0008 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca F Muestra 1. página 2.

**Tabla 22.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca F fría de 9 W

MARCA F fría 9 W		Dato	
Curva de distribución espectral	Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	9.00	6.16
	Flujo luminoso (lm)	800.00	752.27
	Eficacia (lm/W)	81.00	122.12
	Factor de potencia	0.50	0.55
	Temperatura del color (K)	6500	6330
	IRC:	80.00	83.60
	Rango de emisión (nm)	390 - 790	

Fuente: autor

La Tabla 22, muestra que esta lámpara registra un consumo 31.6% menor con respecto al valor nominal de placa, mientras que su flujo luminoso entrega un 6.0% menos, esto se ve reflejado en la eficacia, la cual ha aumentado un 50.8%.

En el área del color no tenemos gran variación con -2.6% en la temperatura del color y 3.6 puntos extras para el IRC. Pese a que algunos valores tienen una gran variación, todos se encuentran conforme a la norma IEC 62612.

**4.5.6.2 Muestra 2: modelo luz cálida de 11 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz cálida a 1000 lm con un consumo de 11 W, en la Fig. 69 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 69 lámpara maca F cálida de 11 W

Fuente: autor

En la Tabla 23, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0002 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca F Muestra 1. página 2.

**Tabla 23.** Datos nominales y registrados de la lámpara maca F cálida de 11 W

<b>MARCA F cálida 11 W</b>		<b>Dato</b>	
<b>Curva de distribución espectral</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>
	<b>Potencia (W)</b>	11.00	8.01
	<b>Flujo luminoso (lm)</b>	1000.00	880.44
	<b>Eficacia (lm/W)</b>	91.00	109.92
	<b>Factor de potencia</b>	0.50	0.56
	<b>Temperatura del color (K)</b>	3000	2927
	<b>IRC:</b>	80.00	83.50
	<b>Rango de emisión (nm)</b>	390 - 790	

Fuente: autor

La Tabla 23, muestra que en este caso existe una reducción en el consumo del 27.2% con respecto al valor nominal de placa, en donde el flujo luminoso tiene el mismo comportamiento, pero en menor medida entregando un 12% menos cuando el límite es 10% por lo que está fuera de norma. por otro lado, la eficacia aumento en un 20.8%. La temperatura del color tiene una pequeña variación entregando un 2.4% menos. El IRC tiene un valor mayor a 80 por lo que se clasifica como bueno.

#### **4.5.6.3 Muestra 3: modelo luz fría de 14 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1500 lm con un consumo de 14 W, en la Fig. 70 se observa la presentación en que se la encuentra.

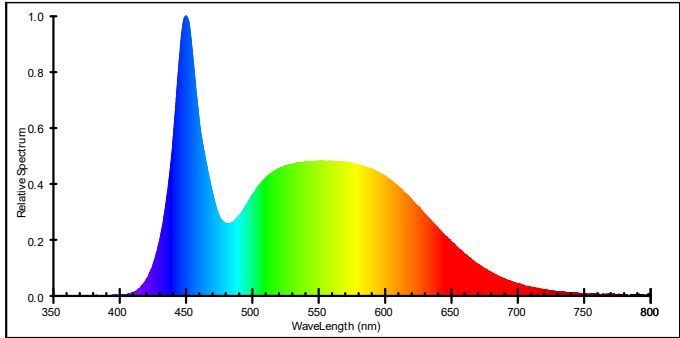


Fig. 70 lámpara marca F fría de 14 W

Fuente: autor

En la Tabla 24, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 385 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0001 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca F Muestra 1. página 2.

**Tabla 24.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca F fría de 14 W

MARCA F fría 14 W		Dato	
<p>Curva de distribución espectral</p> 	Parámetro	Nominal de placa	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	14.00	13.33
	Flujo luminoso (lm)	1500.00	1747.53
	Eficacia (lm/W)	107.00	131.10
	Factor de potencia	0.50	0.58
	Temperatura del color (K)	6500	6590
	IRC:	80.00	83.80
	Rango de emisión (nm)	390 - 790	

Fuente: autor

La Tabla 24, se muestra un consumo 13.3% menor con respecto al valor nominal de placa, mientras que el flujo luminoso aumento un 16.5% esto provoca que la eficacia aumente en un 22.5%. La temperatura del color tiene una ligera variación entrando un 1.4% más y el IRC tiene un valor mayor a 80 por lo que se clasifica como bueno.

#### 4.5.7 MARCA G.

En esta marca, se obtuvieron 4 muestras con consumo desde los 9 a 13 W

##### 4.5.7.1 Muestra 1: modelo luz fría de 9 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 800 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 71 se observa la presentación en que se la encuentra.

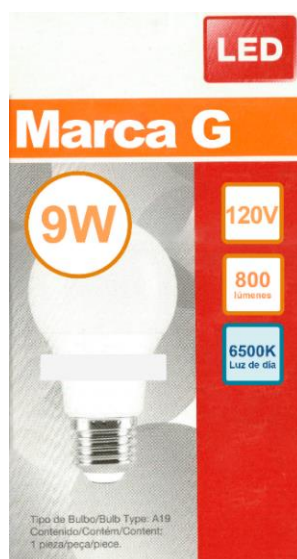


Fig. 71 lámpara marca G fría de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 25, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0015 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca G Muestra 1. página 2.

**Tabla 25.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca G fría de 9 W

<b>MARCA G frío 9 W</b>		<b>Dato</b>			
<b>Curva de distribución espectral</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>	
		<b>Potencia (W)</b>	9.00	6.62	
		<b>Flujo luminoso (lm)</b>	800.00	911.26	
		<b>Eficacia (lm/W)</b>	89.00	137.65	
		<b>Factor de potencia</b>	0.50	0.56	
		<b>Temperatura del color (K)</b>	6500	6358	
		<b>IRC:</b>	80	84.20	
		<b>Rango de emisión (nm)</b>		390 – 800	

Fuente: autor

La lámpara tiene un buen rendimiento conforme con los datos de la Tabla 25, ya que con un consumo de menos 26.0% ofrece un 13.9% más de flujo luminoso, siendo una de las lámparas con mayor eficacia ofreciendo un 54.7% más sobre el valor nominal de placa. La temperatura del color entregada un 2.2% más y se tiene un IRC mayor a 80 por lo que se clasifica como bueno.

#### **4.5.7.2 Muestra 2: modelo luz cálida de 12 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz cálida a 1000 lm con un consumo de 12 W, en la Fig. 72 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 72 lámpara marca G cálida de 12 W

Fuente: autor

En la Tabla 26, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 395 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0013 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca G Muestra 1. página 2.

**Tabla 26.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca G cálida de 12 W

MARCA G cálido 12 W		Dato		
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera	
		Nominal de placa	Registrado en la esfera	
		Potencia (W)	12.00	6.86
		Flujo luminoso (lm)	1000.00	837.84
		Eficacia (lm/W)	83.00	122.13
		Factor de potencia	0.50	0.57
		Temperatura del color (K)	3000	3024
		IRC:	80.00	82.60
		Rango de emisión (nm)	395 – 800	

Fuente: autor

En este caso se observó un comportamiento extraño, ya que si revisamos los valores de la Tabla 26, estos se asemejan más a los de una lámpara de 9 W que de 12 W del mismo fabricante, puesto que su consumo se vio reducido en un 42.8% al igual que el flujo luminoso redujo su valor en un 16.2% por lo que no cumple con la normativa IEC 62612, un valor que si aumento fue su eficacia específicamente en un 47%.

El FP cumple con lo que nos menciona el Fabricante. Por último, la temperatura de color aumento menos del 1% y tiene un IRC clasificado como bueno, puesto que es mayor a 80.

#### 4.5.7.3 Muestra 3: modelo luz fría de 12 W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1000 lm con un consumo de 12 W, en la Fig. 73 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 73 lámpara marca G fría de 12 W

Fuente: autor

En la Tabla 27, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 385 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0003 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca G Muestra 1. página 2.

**Tabla 27.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca G fría de 12 W

MARCA G frío 12 W		Dato	
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	Nominal de placa: 12.00	Registrado en la esfera: 13.04
	Flujo luminoso (lm)	Nominal de placa: 1311.00	Registrado en la esfera: 1472.00
	Eficacia (lm/W)	Nominal de placa: -	Registrado en la esfera: 112.88
	Factor de potencia	Nominal de placa: 0.90	Registrado en la esfera: 0.94
	Temperatura del color (K)	Nominal de placa: 6500	Registrado en la esfera: 6780
	IRC:	Nominal de placa: >80	Registrado en la esfera: 86.60
	Rango de emisión (nm)	Registrado en la esfera: 385 – 800	

Fuente: autor

La Tabla 27, muestra un 11.7% más en el consumo con respecto al valor nominal, pero el flujo luminoso también aumenta en 12.3%. La eficacia se calcula en 109.25 por lo que se registró un 3.3% más. La temperatura del color aumenta un 4.3% y nos ofrece un IRC mayor a 80 clasificado como bueno.

#### 4.5.7.4 Muestra 4: modelo luz fría de 13W.

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1500 lm con un consumo de 13 W, en la Fig. 74 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 74 lámpara marca G fría de 13 W

Fuente: autor

En la Tabla 28, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0006 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca G Muestra 1. página 2.

**Tabla 28.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca G fría de 13 W

MARCA G frío 13 W		Dato	
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	Nominal de placa: 13.00	Registrado en la esfera: 12.73
	Flujo luminoso (lm)	1500.00	1599.19
	Eficacia (lm/W)	115.00	125.62
	Factor de potencia	0.50	0.59
	Temperatura del color (K)	6500	6524
	IRC:	80.00	84.20
	Rango de emisión (nm)	390 – 800	

Fuente: autor

Es este caso la Tabla 28, indica que, aunque existen variaciones se encuentran de acuerdo a la normativa IEC 62612. Se registra una pequeña reducción del 2.1% en el consumo con respecto al valor nominal de placa.

Su flujo luminoso aumenta su emisión en un 6.6% a su vez que la eficacia ofrece un 9.2% más. La temperatura de color varía menos del 1% y el IRC registra un valor mayor a 80 clasificado como bueno.

#### **4.5.8 MARCA H.**

En esta marca, se obtuvieron 5 muestras con consumo desde los 9 a 12 W

##### **4.5.8.1 Muestra 1: modelo luz fría de 9 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 810 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 75 se observa la presentación en que se la encuentra.

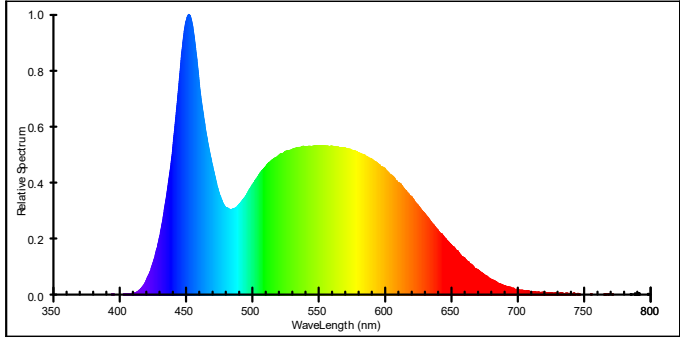


Fig. 75 lámpara marca H fría de 9 W

Fuente: autor

En la Tabla 29, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 790 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0006 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca H Muestra 1. página 2.

**Tabla 29.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca H fría de 9 W

MARCA H Frío 9 W		Dato	
Curva de distribución espectral		Parámetro	Registrado en la esfera
	Potencia (W)	9.00	8.52
	Flujo luminoso (lm)	810.00	820.85
	Eficacia (lm/W)	-	96.34
	Factor de potencia	-	0.67
	Temperatura del color (K)	6500	6772
	IRC:	-	81.00
	Rango de emisión (nm)	390 - 790	

Fuente: autor

En esta marca su ficha técnica no es tan detallada con otras, pero al observar la Tabla 29 se evidencia un buen comportamiento donde el consumo se reduce en un 5.3% mientras que el flujo tiene un ligero aumento del 1.3% con respecto al valor nominal. La temperatura del color aumenta un 4.2% y se registra una IRC mayor a 80 clasificado como bueno.

#### 4.5.8.2 Modelo wifi de 9 W.

Esta lámpara ofrece características adicionales, ya que dispone de conexión wifi para gestionar su control, además que es capaz de variar su color desde luz cálida a fría por lo que se realizaron varias muestras. Los datos nominales de placa dicen que esta lámpara produce 806 lm con un consumo de 9 W, en la Fig. 76 se observa la presentación en que se la encuentra.



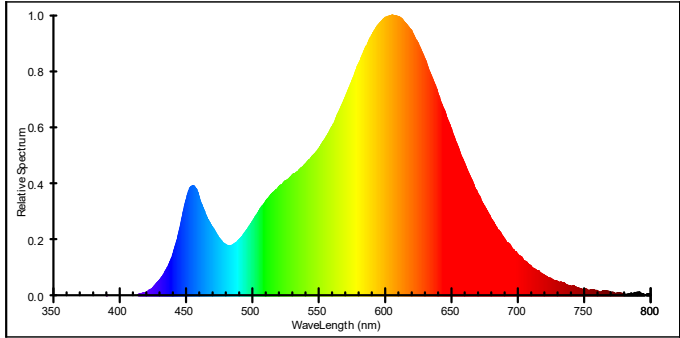
Fig. 76 lámpara marca H de 9 W modelo wifi

Fuente: autor

4.5.8.2.1 Muestra 2: luz cálida.

En la Tabla 30, se observan la curva de distribución espectral de esta lámpara cuando la misma se encuentra produciendo luz cálida. En esta existe una emisión entre 390 a 795 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0004 mW. Esto se aprecia mejor en los anexos de la Marca H Muestra 1. página 2.

**Tabla 30.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca H cálida de 9 W modelo wifi

<b>MARCA H Cálida 9 W wifi</b>		<b>Dato</b>		
<b>Curva de distribución espectral</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>
		<b>Potencia (W)</b>	9.00	8.26
		<b>Flujo luminoso (lm)</b>	806.00	836.57
		<b>Eficacia (lm/W)</b>	-	101.28
		<b>Factor de potencia</b>	-	0.56
		<b>Temperatura del color (K)</b>	variable	2724
		<b>IRC:</b>	-	81.70
		<b>Rango de emisión (nm)</b>	390 - 795	

Fuente: autor

4.5.8.2.2 Muestra 3: luz neutra.

En la Tabla 31, se observan la curva de distribución espectral de esta lámpara cuando la misma se encuentra produciendo luz neutra. En esta existe una emisión entre 380 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0005 mW. Esto se aprecia mejor en los anexos de la Marca H Muestra 3. página 2.

**Tabla 31.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca H neutra de 9 W modelo wifi

<b>MARCA H Neutra 9 W wifi</b>		<b>Dato</b>		
<b>Curva de distribución espectral</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>
		<b>Potencia (W)</b>	9.00	8.50
		<b>Flujo luminoso (lm)</b>	806.00	942.99
		<b>Eficacia (lm/W)</b>	-	110.94
		<b>Factor de potencia</b>	-	0.56
		<b>Temperatura del color (K)</b>	variable	4145
		<b>IRC:</b>	-	87.10
		<b>Rango de emisión (nm)</b>	380 - 800	

Fuente: autor

#### 4.5.8.2.2 Muestra 4: luz fría.

En la Tabla 32, se observa la curva de distribución espectral de esta lámpara cuando la misma se encuentra produciendo luz fría. En esta existe una emisión entre 390 a 795 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0004 mW. Esto se aprecia mejor en los anexos de la Marca H Muestra 4. página 2.

**Tabla 32.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca H fría de 9 W modelo wifi

<b>MARCA H Fría 9 W wifi</b>		<b>Dato</b>		
<b>Curva de distribución espectral</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>
		<b>Potencia (W)</b>	9.00	8.83
		<b>Flujo luminoso (lm)</b>	806.00	887.98
		<b>Eficacia (lm/W)</b>	-	100.60
		<b>Factor de potencia</b>	-	0.56
		<b>Temperatura del color (K)</b>	variable	6658
		<b>IRC:</b>	-	83.10
		<b>Rango de emisión (nm)</b>	390 - 795	

Fuente: autor

Al revisar los datos de las Tabla 30, Tabla 31 y Tabla 32 en ningún caso se supera los límites permisibles por la norma IEC 62612. Su consumo se ve reducido en 8.2%, 5.6% y

1.9% y el flujo luminoso aumenta en 3.8% 17% 10.2% con luz cálida, neutra o fría respectivamente comparando con los valores nominales de placa. Su eficacia se calcula con los valores nominales en 89.5lm/W siendo el caso de la luz neutra el que mejor rendimiento ofrece con 110.94 lm/W variando un 24%. Igual es el caso del IRC siendo el mejor valor cuando se emite luz neutra, pero en todos los casos se tiene valores mayores a 80.

**4.5.8.3 Muestra 5: modelo luz fría de 12 W.**

Según los datos nominales de placa esta lámpara ofrece luz fría a 1080 lm con un consumo de 12 W, en la Fig. 77 se observa la presentación en que se la encuentra.



Fig. 77 lámpara marca H fría de 12 W

Fuente: autor

En la Tabla 33, se puede observar la curva de distribución espectral, esta muestra una emisión entre 390 a 800 nm, los valores están dentro del rango UV-A cercano al límite con la luz visible, este valor se considera despreciable, ya que su potencia luminosa es de apenas 0.0005 mW. Estos datos se aprecian mejor en los anexos de la Marca H Muestra 1.página 2.

**Tabla 33.** Datos nominales y registrados de la lámpara marca H fría de 12 W

<b>MARCA H Fría 12 W wifi</b>		<b>Dato</b>		
<b>Curva de distribución espectral</b>		<b>Parámetro</b>	<b>Nominal de placa</b>	<b>Registrado en la esfera</b>
		<b>Potencia (W)</b>	12.00	11.03
		<b>Flujo luminoso (lm)</b>	1080.00	1042.91
		<b>Eficacia (lm/W)</b>	-	94.55
		<b>Factor de potencia</b>	-	0.64
		<b>Temperatura del color (K)</b>	6500	6538
		<b>IRC:</b>	-	84.40
		<b>Rango de emisión (nm)</b>	390 - 800	

Fuente: autor

En la Tabla 33, se observa que el comportamiento de esta lámpara es similar a las anteriores de esta marca ya que se tiene un 8.1% menos en el consumo, pero en este caso el flujo luminoso se vio reducido en un 3.4% con respecto al valor nominal de placa, aunque este valor se encuentra dentro de norma. La temperatura de color registra una variación mínima con respecto al valor nominal de menos del 1.0% y se registra un valor del IRC mayor a 80 por lo que se clasifica como bueno.

En la Tabla 34 se encuentran las lámparas que no cumplen con la norma IEC 62612 en su gran mayoría debido a que exceden los límites permisibles de flujo luminoso.

**Tabla 34.** Lámparas que no cumplen la normativa IEC 62612

<b>Lámparas fuera de norma.</b>		
<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>MOTIVO</b>
<b>B</b>	cálida 8 W tipo filamento	flujo luminoso menor al 90% del valor nominal de placa
<b>C</b>	fría 12 W	flujo luminoso menor al 90% del valor nominal de placa
<b>D</b>	fría 9 W	flujo luminoso menor al 90% del valor nominal de placa el valor del IRC bajo más de 5 puntos con respecto al valor nominal de placa
<b>D</b>	fría 20 W	flujo luminoso menor al 90% del valor nominal de placa eficacia menor al 80% del valor nominal de placa
<b>E</b>	cálida 9 W	consumo mayor al 15% del valor nominal de placa
<b>F</b>	cálida 11 W	flujo luminoso menor al 90% del valor nominal de placa
<b>G</b>	cálida 12 W	flujo luminoso menor al 90% del valor nominal de placa

Fuente: autor

#### 4.5.9 Eficacia de las lámparas estudiadas.

En la Tabla 35, se muestra la eficacia para lámparas entre 7 a 8 W en donde se observa que la lámpara MARCA D es la que ofrece una mayor intensidad en su flujo luminoso a su vez que es la que mayor eficacia posee.

**Tabla 35.** Eficacia de las lámparas entre 7 a 8 W

<b>Eficacia 7 – 8 W</b>			
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Flujo luminoso (lm)</b>	<b>Eficacia (lm/W)</b>
<b>D</b>	8 W Cálido	887.54	106.16
<b>B</b>	8 W Cálido tipo filamento	530.01	95.32
<b>C</b>	7 W Frío	582.74	89.51

Fuente: autor

La Tabla 36, muestra que la categoría de 9 W es la más numerosa, compuesta por 13 lámparas, de las cuales la MARCA G ofrece una mayor intensidad en su flujo luminoso a su vez que es la eficacia ofrece, todo lo contrario, con la MARCA D.

**Tabla 36.** Eficacia de las lámparas de 9 W

<b>Eficacia 9 W</b>			
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Flujo luminoso (lm)</b>	<b>Eficacia (lm/W)</b>
<b>G</b>	Frío	911.26	137.65
<b>F</b>	Frío	752.27	122.12
<b>H</b>	Wifi	942.99	110.94
<b>A</b>	Frío slim	806.54	98.6
<b>E</b>	Frío	870.46	97.37
<b>H</b>	Frío	820.85	96.34
<b>B</b>	Frío	832.75	95.39
<b>A</b>	Cálido	862.5	92.94
<b>A</b>	Frío	861.58	91.95
<b>C</b>	Frío	735.22	87.42
<b>B</b>	Cálido	775.25	78.71
<b>E</b>	Cálido	770.51	73.24
<b>D</b>	Frío	594.82	72.54

Fuente: autor

En la Tabla 37 se encuentra la eficacia de lámparas entre 11 a 12 W, en donde la lámpara de MARCA G de luz cálida de 12 W es la que presenta una mayor eficacia, pero esta no cumple con los valores de flujo luminoso ofrecidos por el fabricante. En esta categoría, la lámpara con mayor intensidad en su flujo luminoso pertenece a la misma marca, pero en este caso es la que produce luz fría de 12 W.

**Tabla 37.** Eficacia de las lámparas entre 11 a 12W

<b>Eficacia 11 - 12W</b>			
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Flujo luminoso (lm)</b>	<b>Eficacia (lm/W)</b>
<b>G</b>	12 W Cálido	837.84	122.13
<b>G</b>	12 W Frío	1472	112.88
<b>F</b>	11 W Cálido	880.44	109.92
<b>E</b>	12 W Frío	1121.73	105.43
<b>H</b>	12 W Frío	1042.91	94.55
<b>C</b>	12 W Frío	782.27	74.57

Fuente: autor

La Tabla 38 muestra la eficiencia para lámparas entre 13 a 15 W, en donde la MARCA F es la que mayor intensidad en su flujo luminoso ofrece, además es la que mayor eficacia presenta.

**Tabla 38.** Eficacia de las lámparas entre 13 a 15 W

<b>Eficacia 13 - 15W</b>			
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Flujo luminoso (lm)</b>	<b>Eficacia (lm/W)</b>
<b>F</b>	14 W frío	1747.53	131.1
<b>G</b>	13 W frío	1599.19	125.62
<b>A</b>	15 W Frío	1543.4	110.64
<b>B</b>	15 W frío	1490.07	108.37

Fuente: autor

La Tabla 39, muestra el último grupo conformado por lámparas de 20 W, en donde se puede apreciar que existe una gran disparidad entre los valores, en donde la lámpara de MARCA B ofrece una intensidad de flujo luminoso un 60% mayor que la lámpara de la MARCA D. En cuanto a la eficacia, la lámpara de la MARCA B ofrece mejores resultados con 91.12 lm/W.

**Tabla 39.** Eficacia de las lámparas de 20 W

<b>Eficacia 20 W</b>			
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Flujo luminoso (lm)</b>	<b>Eficacia (lm/W)</b>
<b>B</b>	Frío	1918.9	91.12
<b>A</b>	Frío	1650.71	87.48
<b>D</b>	Frío	1035.6	61.64

Fuente: autor

De las 29 lámparas estudiadas, se encontró que la MARCA F y MARCA G son las que presentan mayor eficacia, siendo la lámpara de 9 W de luz fría de la MARCA G la que ofrece mejores resultados con 137.75 lm/W produciendo 911,26 lm; sin embargo, no es la que ofrece el mayor flujo luminoso, esa designación es para la lámpara MARCA B de 20 W de luz fría produciendo 1918.9 lm con una eficacia de 91.12 lm/W, seguido de la lámpara MARCA F de luz fría de 14 W produciendo 1747.53 lm con una eficacia de 131.1 lm/W.

Caso contrario la MARCA D, de la cual 2 de 3 muestras analizadas presentaron la menor eficacia de las 29 lámparas, siendo la primera la lámpara fría de 20 W la que produjo 1035.6 lm con una eficacia de 61.64 lm/W, este se acompaña de la lámpara fría de 9 W produciendo 594.82 lm con una eficacia de 72.54 lm/W. También se debe recordar que, estas lámparas presentan valores diferentes a los ofrecidos por el fabricante, por lo que pudieran no cumplir

con la normativa IEC 62612, aunque la lámpara de luz cálida de 8 W de la misma marca si cumple con normativa, además es una de las pocas que ofrecen un buen factor de potencia (IEC, 2018).

Entre las lámparas con menor intensidad de su flujo luminoso se tiene la lámpara MARCA B de 8 W tipo filamento, entregando 530.01 lm a 95.32 lm/W, seguido de la lámpara MARCA C de 7 W de luz fría, entregando 582.74 lm a 89.51 lm/W y por último la lámpara MARCA D de 9 W entregando 594.82 lm a 72.54 lm/W.

#### 4.5.10 Análisis global de la radiación UV.

Mediante los datos adquiridos en las pruebas realizadas con la esfera integradora de Ulbricht que dispone la Universidad Católica de Cuenca en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT), se logró determinar que existe producción de radiación ultravioleta en todas las lámparas usadas en este estudio.

La radiación encontrada en las 29 lámparas está en un rango de 380 nm a 400 nm, lo cual nos permite clasificarla dentro del rango UV-A, muy cercano al límite con la luz visible. La cantidad de radiación encontrada presenta valores de energía cercanos a cero mW.

La norma IEC 62471 es la encargada de generar una clasificación en base a los valores de irradiancia y los tiempos de exposición. Dentro de este estudio, las 29 lámparas presentaron un valor de irradiancia de cero como se puede ver en la Fig. 78 y la Fig. 79, por lo tanto, están consideradas dentro del grupo 0, también llamado grupo exento según la norma IEC 62471, ya que todas presentan valores de irradiancia menores a  $0.001 \text{ W/m}^2$ , las cuales no generan ningún tipo de riesgo fotobiológico, aunque el tiempo de exposición a las lámparas sea prolongado.



Fig. 78 Resultados obtenidos con el equipo Extech UV510

Fuente: autor



Fig. 79 Resultados obtenidos con el equipo Extech SDL470

Fuente: autor

#### 4.5.11 Presupuesto referencial.

Tabla 40. Costo referencial del estudio

Unidades	Descripción	Valor (USD)	Proporcionado por:
1	Transporte	100.00	Autor del proyecto
29	Lámparas	31.35	Autor del proyecto
1	Computadora Dell Latitude Rugged 14	1200.00	Laboratorio de Luminotécnica
1	Esfera integradora LISUN LPCE-2.	80000.00	Laboratorio de Luminotécnica
1	Medidor de Irradiancia ultravioleta Extech UV510	150.00	Laboratorio de Luminotécnica
1	Medidor de Irradiancia ultravioleta Extech SDL470	943.95	Laboratorio de Luminotécnica
1	Soporte técnico de laboratorista	450.00	Laboratorio de Luminotécnica
<b>Total</b>		<b>82775.30</b>	

Fuente: autor

## CAPÍTULO 5

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

1. Se logró determinar presencia de radiación ultravioleta en todas las lámparas que fueron utilizadas para este estudio, sin embargo, cabe aclarar que la radiación ultravioleta encontrada en los estudios está dentro del rango de UV-A cercano al límite de la luz visible desde 380 nm a 400nm, muy cerca del límite del espectro visible, presentando valores de energía cercanos a 0 mW y valores de irradiancia iguales a cero, lo cual hace totalmente despreciable a esta emisión, por lo tanto, se concluye que ninguna lámpara pudiera generar un riesgo de tipo biológico o fisiológico en las personas según la norma IEC 62471.
2. Dentro del análisis realizado se logró obtener las curvas espectrales de cada una de las lámparas LED en la esfera integradora de Ulbricht, con estas se pudo determinar el rango de emisión UV, como también la cantidad de energía que emite cada una de las lámparas. Mediante esto se concluye que la emisión de radiación ultravioleta de las lámparas está dentro en un rango UV-A cercano al límite de la luz visible.
3. La comparación entre los datos adquiridos sobre emisión de radiación ultravioleta con los tiempos de exposición sugeridos no se realizó ya que el valor de irradiancia encontrado en las lámparas utilizadas en este estudio es cero, por ende, se concluye que en base a la norma IEC 62471 las lámparas están consideradas dentro del grupo exento, las cuales no generan riesgo fotobiológico, aunque el tiempo de exposición sea prolongada.
4. Mediante el estudio realizado a las 29 lámparas se concluye que la mayoría de estas cumplen con los límites permisibles de la normativa IEC 62612, exceptuando 7 lámparas que pueden no estar cumpliendo con el estándar, en donde tenemos a la lámpara de luz cálida de 8 W tipo filamento de la marca B, la lámpara de luz fría de 12 W de la marca C, la lámpara de luz fría de 9 W de la marca D, la lámpara de luz fría de 20 W de la marca D, la lámpara de luz cálida de 9 W de la marca E, la lámpara de luz cálida de 11 W de la marca F y la lámpara de luz cálida de 12 W de la marca G.

#### 5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda hacer este mismo estudio con todas las lámparas que se comercializan a nivel nacional para tener un alcance mayor y de esta manera determinar la producción de radiación UV, la irradiancia producida por estas y fiabilidad de los datos técnicos que ofrece cada fabricante.

2. Realizar un estudio donde se tenga en cuenta todo el rango ultravioleta, ya que por limitación del equipamiento no se pudo explorar el espectro UV-B y UV-C, el cual va de 315 nm a 200 nm, siendo la radiación UV-B considerada la que más riesgo potencial presenta sobre la salud de las personas.
3. Realizar un estudio enfocado en el rendimiento de las 7 lámparas que no cumplen con la normativa IEC 62612, con una mayor número de muestras para corroborar la eficacia y el cumplimiento de las especificaciones técnicas ofrecidas por el fabricante.
4. Realizar campañas de socialización sobre parámetros lumínicos, para que la población pueda identificar de mejor manera que lámpara LED es la más adecuada para sus necesidades, puesto que generalmente se asocia el consumo con la cantidad de luz que emite una lámpara.
5. Realizar este estudio con lámparas destinadas al alumbrado público ya que estas al tener una mayor potencia, presentan mayor flujo luminoso, pudiendo generar valores de irradiancia que no sean aceptables, lo que generaría problemas no solo a las personas que circulan por las calles, sino también a las aves.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Martínez, L. E. (2019). El color como factor de calidad en la iluminación y su influencia sobre el estado de ánimo humano. ISBN: 978-607-28-1790-6.  
<http://zaloamati.azc.uam.mx//handle/11191/6383>
- Amo, E. (2022, agosto 26). *Como evitar ceguera por diabetes* » *Oftalmólogos Martínez de Carneros Madrid*. Oftalmólogos Martínez de Carneros Madrid. <https://www.martinezdecarneros.com/como-evitar-ceguera-por-diabetes/>
- AQ instruments. (2020, diciembre 10). *Diferencia entre Radiómetro, Espectrofotómetro y Espectroradiómetro* AQinstruments. auateknica.com. <https://www.auateknica.com/diferencia-entre-radiometro-espectrofotometro-y-espectroradiometro/>
- Arellano, T. (2021, marzo 3). *Que son y cómo se utilizan las curvas fotométricas | Iluminet revista de iluminación*. iluminet. <https://www.iluminet.com/que-son-como-utilizar-curvas-fotometricas/>
- Bachiller G., R. (2015). *La polarización de la luz. Trabajos de Malus, Arago y Fresnel*. Real Sociedad Española de Física. <http://rsefalicante.umh.es/TemasLuz/Luz07.htm>
- Bioamara. (2021, agosto 28). *Hacer crecer una planta con luz artificial es posible si sabes cómo: La mega-guía de iluminación LED para plantas de interior*. Xataka. <https://www.xataka.com/otros/hacer-crecer-planta-luz-artificial-posible-sabes-como-mega-guia-iluminacion-led-para-plantas-interior>
- Boggi, S. (2020, mayo). *Figura 1.2.3: Onda TEM-Transverso electromagnética*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/figure/Figura-123-Onda-TEM-Transverso-electromagnetica\\_fig3\\_349847683](https://www.researchgate.net/figure/Figura-123-Onda-TEM-Transverso-electromagnetica_fig3_349847683)
- Caretel. (2022). *El Espacio De Color Cie 1931, De Cromaticidad, El Espacio De Color imagen png— Imagen transparente descarga gratuita*. freepng.es. <https://www.freepng.es/png-ghev3a/>
- Castillo M., I. J. (2006). Sentido de la luz, El. Ideas, mitos y evolución de las artes y los espectáculos de la luz hasta el cine [Ph.D. Thesis, Universitat de Barcelona]. En *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. maacm
- Cavanillas, B. (2015, julio 10). *Lámparas LED: Consejos para elegir el color*. smartlighting. <https://smart-lighting.es/lamparas-led-consejos-para-elegir-el-color/>
- Coluccio L., E. (2021, julio 16). Espectro Visible—Qué es, longitud de onda y colores. *Concepto*. <https://concepto.de/espectro-visible/>
- Coluccio L., E. (2023, octubre 5). Luz. *Enciclopedia Humanidades*. <https://humanidades.com/luz/>
- Commission internationale de l'éclairage. (1989). *The measurement of luminous flux* (Versión 1). <https://www.lisungroup.com/wp-content/uploads/2020/02/CIE-84-1989-Standard-Free-Download.pdf>
- ComparaLUX. (2016). *ComparaLUX - APUNTES DE LUMINOTECNIA: MAGNITUDES FÍSICAS FUNDAMENTALES*. ComparaLUX buscador de iluminación. <https://www.comparalux.es/www/apuntes/magnitudesFundamentales.php>
- Coroneo, M. (2011). Ultraviolet Radiation and the Anterior Eye. *Eye & Contact Lens*, 37(4), 214. <https://doi.org/10.1097/ICL.0b013e318223394e>

De la Peñá, L. (2018, mayo 3). La naturaleza de la luz | Revista Digital Universitaria | UNAM. *RDU UNAM*, 19(3). <https://www.revista.unam.mx/2018v19n3/la-naturaleza-de-la-luz/>

Diffey, B. L. (2002). Sources and measurement of ultraviolet radiation. *Methods*, 28(1), 4-13. [https://doi.org/10.1016/S1046-2023\(02\)00204-9](https://doi.org/10.1016/S1046-2023(02)00204-9)

Echazú, R., & Cadena, C. (2012). Medida en laboratorio de la emisión UV emitida por lámparas fluorescentes compactas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente - AVERMA*, 16(0), Article 0.

Elwood, J. M., Williamson, C., & Stapleton, P. J. (1986). Malignant melanoma in relation to moles, pigmentation, and exposure to fluorescent and other lighting sources. *British Journal of Cancer*, 53(1), 65-74. <https://doi.org/10.1038/bjc.1986.10>

Extech. (2014, julio 28). *Amazon.com: Extech SDL470 UVA/UVC Light Meter Datalogger: Electronics*. Amazon.Com. <https://www.amazon.com/-/es/Extech-SDL470-Medidor-luz-UVA/dp/B00M9AWQLO>

Extech. (2017, septiembre 22). *Amazon.com: Extech UV510, UVA Light Meter: Electronics*. Amazon.Com. <https://www.amazon.com/-/es/Extech-UV510-medidor-luz-UVA/dp/B075VCYW1F>

Faro Barcelona. (2022, abril 6). *Luminancia e iluminancia ¿Cuál es la diferencia?* <https://faro.es/es/blog/luminancia-iluminancia-diferencia/>

Fernández, J. L. (2023). *Dispersión de la Luz*. <https://www.fisicalab.com/apartado/dispersion-luz>

Gallagher, R., Lee, T., Bajdik, C., & Borugian, M. (2010). Ultraviolet radiation. *Chronic diseases in Canada*, 29 Suppl 1, 51-68. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.29.S1.04>

Gil-Lozaga, P., & Úbeda, A. (s. f.). *ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS Y SALUD*. [https://www.etsist.upm.es/estaticos/catedra-coitt/web\\_salud\\_medioamb/Informes/informes\\_PDF/camposelectromagneticos/OndasEMySalud.pdf](https://www.etsist.upm.es/estaticos/catedra-coitt/web_salud_medioamb/Informes/informes_PDF/camposelectromagneticos/OndasEMySalud.pdf)

González-Púmariega, M., Tamayo, M. V., & Sánchez-Lamar, Á. (2009). *LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA. SU EFECTO DAÑINO Y CONSECUENCIAS PARA LA SALUD HUMANA*. 18. <https://www.redalyc.org/pdf/299/29917006006.pdf>

Guaman, C., & Paul, M. (2015). *Diseño de iluminación con luminarias tipo Led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas*. [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10253/1/UPS-GT001344.pdf>

Huayanay Nieto, J. (2021). *INTERFERENCIA, DIFRACCIÓN Y POLARIZACIÓN DE LA LUZ*. 1. Interferencia y difracción de ondas luminosas. 2. Interferencia por dos ranuras. Longitud de onda de la luz natural y láser. 3. Interferencia en películas delgadas. 4. Difracción de la luz natural y láser por una rendija única. 5. Intensidad y amplitud de la luz difractada. Fasores. 6. Difracción en una abertura circular. 7. Difracción por una rejilla. 8. Polarización de la luz por reflexión. Láminas polarizadoras. 9. Polarización por doble refracción. Polarización circular. [Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/7592>

Icaza, D., Borge-Diez, D., & Pulla, S. (2021). Proposal of 100% renewable energy production for the City of Cuenca- Ecuador by 2050. *Renewable Energy*, 170, 1324-1341. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.067>

- IEC. (2018, agosto). *IEC 62612 2018-08 Edition 1.2 FINALE VERSION | PDF*. Scribd.  
<https://www.scribd.com/document/447958773/IEC-62612-2018-08-Edition-1-2-FINALE-VERSION>
- Illuminating Engineering Society. (2008). *IES LM- 79- 08 Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products*. <https://www.lisungroup.com/wp-content/uploads/2019/07/IESNA-LM-79-08-2008-Standard-Free-Download.pdf>
- Illuminating Engineering Society. (2020). *ANSI/IES LM-80-20—Approved Method: Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of LED Packages, Arrays, and Modules*.  
<https://webstore.ansi.org/standards/iesna/ansieslm8020>
- International Electrotechnical Commission. (2006). *IEC 62471:2006 Photobiological safety of lamps and lamp systems (1.0)*. IEC. <https://webstore.iec.ch/publication/7076>
- International Electrotechnical Commission. (2018). *IEC 62612:2013+AMD1:2015+AMD2:2018 CSV*.  
<https://webstore.iec.ch/publication/63728>
- itan1409e. (2014, octubre 2). *Candle, tungsten bulb, fluorescent bulb and LED bulb*. iStock.  
<https://www.istockphoto.com/es/foto/l%C3%A1mpara-de-vela-de-tungsteno-l%C3%A1mpara-fluorescente-y-bombilla-led-gm516080621-48144142>
- Ivanov, I. V., Mappes, T., Schaupp, P., Lappe, C., & Wahl, S. (2018). Ultraviolet radiation oxidative stress affects eye health. *Journal of Biophotonics*, 11(7), e201700377.  
<https://doi.org/10.1002/jbio.201700377>
- Lampenwelt GmbH. (2023). *Índice de reproducción cromática en iluminación | Lámpara.es*.  
<https://www.lampara.es/inspiracion/indice-reproduccion-cromatica/>
- León, N. (2022, octubre 19). *Qué es la Difracción y Cómo Afecta a la Nitidez de tus Fotos*. dzoom.  
<https://www.dzoom.org.es/difraccion-y-nitidez/>
- LISUN. (2023, febrero 22). Sistema de esfera integradora de espectrorradiómetro de alta precisión LISUN LPCE-2 (LMS-9000C)—Preguntas y respuestas posventa. LISUN.  
<https://es.lisungroup.com/noticias/noticias-de-tecnolog%C3%ADa/Espectrorradi%C3%B3metro-de-alta-precisi%C3%B3n-lisun-lpce-2lms-9000c%2C-sistema-de-esfera-integradora%2C-preguntas-y-respuestas-posventa.html>
- Lisun group. (2003). High Precision CCD Spectroradiometer For Optical Spectrum Analysis. LISUN.  
<https://www.lisungroup.com/products/spectroradiometer/high-precision-ccd-spectroradiometer.html>
- Lisun group. (2017, junio 20). Cómo elegir la esfera integradora para medir diferentes lámparas. LISUN. <https://es.lisungroup.com/noticias/noticias-de-tecnolog%C3%ADa/C%C3%B3mo-elegir-la-esfera-integradora-para-medir-diferentes-l%C3%A1mparas.html>
- Lumega. (2017, febrero 27). Un mundo de iluminación: ¿Qué es la temperatura del color? lumega.  
<https://lumega.eu/es/blog/un-mundo-de-iluminacion-que-es-la-temperatura-del-color/>
- Martínez B., E. (2015, abril 11). *Tips naturales para los ojos irritados*. Mejor con Salud.  
<https://mejorconsalud.as.com/tips-naturales-para-los-ojos-irritados/>
- Masip, J. G. (2015). Maxwell: La teoría electromagnética de la luz. *Arbor*, 191(775), Article 775.  
<https://doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5004>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019, noviembre). *INDICE ULTRAVIOLETA (IUV)—IDEAM*. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/indice-ultravioleta-iuv->

Montoya A., N. J. (2018). *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* [Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/8207>

Mora, B. M. E. (2009). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA ESFERA DE ULBRICHT* [Universidad de los Andes]. <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/42527.pdf>

Morcillo, R. (2022, abril 20). *¿Qué es la eficiencia y eficacia luminosa (lm/W)?* [//faro.es/es/blog/eficiencia-y-eficacia-luminosa/](http://faro.es/es/blog/eficiencia-y-eficacia-luminosa/)

Morente M., C. (2012, junio). *Fuentes de luz y equipos auxiliares*. Curso on-line de iluminación. <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz.php#>

Muñoz, J. B. (2013). *Propagación de ondas electromagnéticas*. Universitat Oberta de Catalunya. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41573238/Teoria\\_Electromagnetica\\_-\\_7ma\\_Edicion\\_-\\_William\\_H.\\_Hayt\\_Jr.\\_John\\_A.\\_Buck-libre.pdf?1453771250=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPropagacion\\_de\\_ondas\\_electromagneticas.pdf&Expires=1679944546&Signature=ADtDNyPkg10zCC3SG8EW-5654-d27G91BDAtLrBNxGAazft~2gvRCBtir~iqxL2NobZzFW2xhJasvoQAkA~c8PB0DTa5SepPZsi4a1NhQFrIEf5rSJvftzP3pB~YaxVV3bSLQ2GqVFuri506X8yAJImm2NsJeFYQfDbxiYLIVM-sNAJpseeVRPnU1hfqdWQWQUKW3FsHXKVMXXIW~rZNFbPkJEsJUP8XYHEviY4IHLqPWOE5kCJQImOwzLRqYx8ybdDLPg5jY26BYxvPVW32vjUl~g92yKo62j3mod378aj4zfRrf2ShgoBAR0wZg-iqullA1Hrkoel-HocaYMPwg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41573238/Teoria_Electromagnetica_-_7ma_Edicion_-_William_H._Hayt_Jr._John_A._Buck-libre.pdf?1453771250=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPropagacion_de_ondas_electromagneticas.pdf&Expires=1679944546&Signature=ADtDNyPkg10zCC3SG8EW-5654-d27G91BDAtLrBNxGAazft~2gvRCBtir~iqxL2NobZzFW2xhJasvoQAkA~c8PB0DTa5SepPZsi4a1NhQFrIEf5rSJvftzP3pB~YaxVV3bSLQ2GqVFuri506X8yAJImm2NsJeFYQfDbxiYLIVM-sNAJpseeVRPnU1hfqdWQWQUKW3FsHXKVMXXIW~rZNFbPkJEsJUP8XYHEviY4IHLqPWOE5kCJQImOwzLRqYx8ybdDLPg5jY26BYxvPVW32vjUl~g92yKo62j3mod378aj4zfRrf2ShgoBAR0wZg-iqullA1Hrkoel-HocaYMPwg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Navas P., F. J. N. (2012, junio 6). *CONOCIMIENTO DEL MEDIO EN EDUCACIÓN INFANTIL*. Campus virtual. [https://ocw.uca.es/pluginfile.php/227/mod\\_resource/content/1/](https://ocw.uca.es/pluginfile.php/227/mod_resource/content/1/)

Nevado, F. (2018, marzo 6). *Fotovoltaica—¿Por qué la tecnología PERC se está haciendo un hueco en la fotovoltaica?* Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias.; *Fotovoltaica - ¿Por qué la tecnología PERC se está haciendo un hueco en la fotovoltaica?* - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. <https://www.energies-renovables.com/fotovoltaica/por-que-la-tecnologia-perc-se-20180306>

Oliver, . Adriana Lira, & Mon, A. B. G. (2017). *IRRADIANCIA Y RADIANCIA*. UNAM. [http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/07/180515\\_Practica15\\_LES.pdf](http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/07/180515_Practica15_LES.pdf)

Parapi Patiño, C. E. (2018). *Elaboración de un manual de procedimiento para medir el flujo lumínico en lámparas fluorescentes compactas* [Universidad Católica de Cuenca. Carrera de Ingeniería Eléctrica]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/7965>

Perez C., A. (Director). (2021a, julio 8). *La TEORÍA ONDULATORIA de la LUZ*. <https://www.youtube.com/watch?v=Ciut-9wFtYQ>

Perez C., A. (Director). (2021b, octubre 18). *La TEORÍA CUÁNTICA de la LUZ*. <https://www.youtube.com/watch?v=C-SDQfjRJEw>

Pimentel, J. (2015). Teorías de la luz y el color en la época de las Luces. De Newton a Goethe. *Arbor*, 191(775), Article 775. <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5003>

- Pimputkar, S., Speck, J. S., DenBaars, S. P., & Nakamura, S. (2009). Prospects for LED lighting. *Nature Photonics*, 3(4), Article 4. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2009.32>
- Pulido, A. (2012, septiembre 6). Lámparas y más lámparas: Lámparas incandescentes. *Aprendemos tecnología*. <https://aprendemostecnologia.org/2012/09/06/lamparas-y-mas-lamparas-lamparas-incandescentes/>
- Pulla, S., Borge-Diez, D., & Icaza, D. (2022). Novel control system applied in the modernization of public lighting systems in heritage cities: Case study of the City of Cuenca. *Energy Reports*, 8, 10478-10491. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.08.191>
- REGULACIÓN Nro. ARCERNR 006/20, 5 (2020). <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-006-20.pdf>
- RETILAP RESOLUCION No. 18 0540, 21 (2010). <https://sic.gov.co/sites/default/files/files/reglamentos%20tecnicos/RETILAP.pdf>
- Roat, M. (2021, abril). *Pinguécula y Pterigión—Trastornos oftálmicos*. Manual MSD versión para profesionales. <https://www.msmanuals.com/es/professional/trastornos-oft%C3%A1lmicos/trastornos-conjuntivales-y-esclerales/pingu%C3%A9cula-y-pterigi%C3%B3n>
- Rodríguez Meza, M. A., & Cervantes Cota, J. L. (2006). El efecto fotoeléctrico. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 13(3), 303-311.
- Rolamo, N. (2014). *LED lamps—Photometric and electrical performance* [Universidad Aalto]. <https://core.ac.uk/download/80712458.pdf>
- Salabert, E. (2021, mayo 25). *Restauran parcialmente la visión de un ciego con terapia optogenética*. <https://www.webconsultas.com/noticias/salud-al-dia/retinosis-pigmentaria/restauran-parcialmente-la-vision-de-un-ciego-con-terapia>
- Sancho, J. M. L., Moreno Gómez, E., & Gómez Díaz, M. J. (2005). *La medida de la velocidad de la luz*. Museo virtual de la ciencia. <https://museovirtual.csic.es/salas/luz/luz17.htm>
- Santos, T. S. dos, Batista, M. C., Pozza, S. A., & Rossi, L. S. (2015). Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 20, 595-602. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040125106>
- sengled. (2022). *Bombilla LED inteligente Sengled | Funciona con Alexa | AO Exclusive*. [aoexclusivecuador.com. https://aoexclusivecuador.com/producto/foco-inteligente-sengled/](https://aoexclusivecuador.com/producto/foco-inteligente-sengled/)
- Toda Materia. (2020, diciembre 22). *Reflexión y refracción de la luz*. Toda Materia: Contenidos escolares. <https://www.todamateria.com/reflexion-y-refraccion-de-la-luz/>
- Tomé L., C. (2019, abril 9). *Polarización de la luz*. Cuaderno de Cultura Científica. <https://culturacientifica.com/2019/04/09/polarizacion-de-la-luz/>
- Valenzuela, D. (2019, octubre 21). *Teorías de la luz*. Física de nivel básico, nada complejo.. <http://www.fisic.ch/contenidos/ondas-y-la-luz/teorias-de-la-luz/>
- Vo, K., Hernandez, M., & Patel, N. (2013, octubre 2). *Electromagnetic Radiation*. Chemistry LibreTexts. [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical\\_and\\_Theoretical\\_Chemistry\\_Textbook\\_Maps/Supplemental\\_Modules\\_\(Physical\\_and\\_Theoretical\\_Chemistry\)/Spectroscopy/Fundamentals\\_of\\_Spectroscopy/Electromagnetic\\_Radiation](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Spectroscopy/Fundamentals_of_Spectroscopy/Electromagnetic_Radiation)

We UV Care. (2023). *Ultravioleta explicado—La luz UV es un componente natural*. Berson, Hanovia & Aquionics UV. <https://www.weuvcare.com/es/uv-education/>

Westinghouse. (2023). *CRI - Color Rendering Index* [Blog]. westinghouse. <https://www.westinghouselighting.com/lighting-education/color-rendering-index-cri.aspx>

Westland, S. (2001). *El Sistema CIE y el modelo CIE L\*a\*b\**. Libro Electrónico Tecnología de Gráfica Digital 1. <https://tgd1libroelectronico.faud.unsj.edu.ar/wp-content/uploads/2021/02/5-2CIE.pdf>

Yam, J. C. S., & Kwok, A. K. H. (2014). Ultraviolet light and ocular diseases. *International Ophthalmology*, 34(2), 383-400. <https://doi.org/10.1007/s10792-013-9791-x>

Yanza Verdugo, E. J. (2022). *Alumbrado residencial: Uso de luminarias en el cantón Cuenca, eficiencia energética* [Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/10766>

Zamora R., A. (2022, julio). *Definición de Refracción*. Definición ABC. <https://www.definicionabc.com/ciencia/refraccion.php>

# ANEXOS

## ANEXO A: DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO

MARCA A.

Muestra 1.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 21:23:02

Category: LED

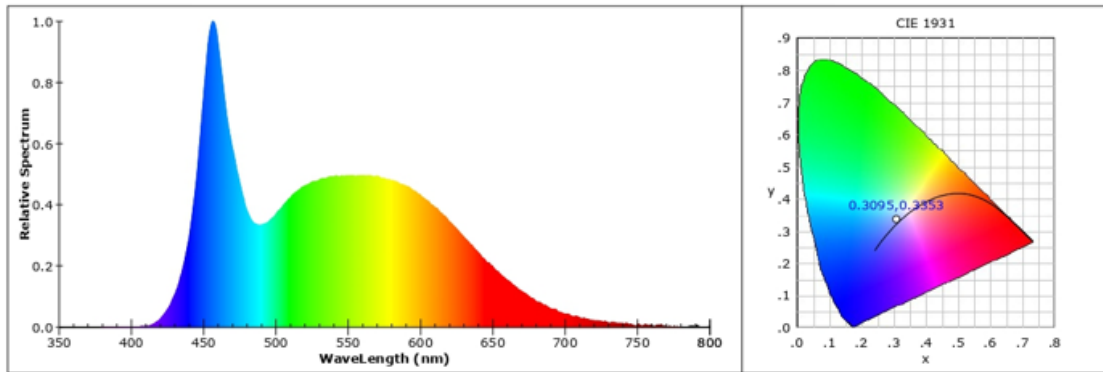
Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 31

Manufacturer: MARCA A

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3095,0.3353

CIE(u,v): 0.1933,0.3141

CIE(u',v'): 0.1933,0.4712

CCT: 6628 K (Duv=0.007991)

Dominant Wavelength: 492.8 nm

Color Purity: 0.079

Peak Wavelength: 456.4 nm

Half Width: 28.5 nm

Color Ratio: R:0.131, G:0.803, B:0.066

Color Render Index: Ra:83.8, avgR(1~14):77.0, avgR(1~15):77.0

R1: 82	R2: 92	R3: 94	R4: 78	R5: 81	R6: 87	R7: 87	R8: 68
R9: 9	R10: 80	R11: 78	R12: 58	R13: 86	R14: 97	R15: 76	

Color Quality Scale: Qa:82.3, Qf:82.7, Qp:80.3, Qg:88.5,

Q1: 79	Q2: 96	Q3: 85	Q4: 75	Q5: 77	Q6: 77	Q7: 82	Q8: 89
Q9: 96	Q10: 93	Q11: 88	Q12: 87	Q13: 85	Q14: 72	Q15: 76	

TM-30-18: Rf:83, Rg:91

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:84.1, GAI\_BB\_8:85.8, GAI\_BB\_15:91.7

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 806.54 lm

Radiant Power: 2.601 W

Efficiency: 98.60 lm/W

Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :98.60lm/W)

S/P: 2.362

Pupil Flux: 1576.91 Plm (Kp=1.955)

Pupil Lumens per Watt: 192.78 Plm/W

Cirtopic Flux: 3964.40 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1136.45 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1362.04 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1191.85 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 111.000 V

Current: 0.1240 A

Power: 8.180 W

Power Factor: 0.5930

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 406 ms

Peak of Signal: 48624

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:20.9°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 21:23:02

Category: LED

Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 31

Manufacturer: MARCA A

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4039	9.8168	660	0.1544	3.7532
355	0.0000	0.0000	510	0.4305	10.4637	665	0.1347	3.2735
360	0.0000	0.0000	515	0.4532	11.0153	670	0.1171	2.8471
365	0.0000	0.0000	520	0.4697	11.4174	675	0.1003	2.4375
370	0.0000	0.0000	525	0.4818	11.7095	680	0.0845	2.0526
375	0.0000	0.0000	530	0.4894	11.8963	685	0.0728	1.7687
380	0.0000	0.0000	535	0.4954	12.0408	690	0.0607	1.4750
385	0.0000	0.0000	540	0.5000	12.1526	695	0.0500	1.2158
390	0.0009	0.0225	545	0.5016	12.1917	700	0.0439	1.0680
395	0.0007	0.0181	550	0.5013	12.1847	705	0.0350	0.8498
400	0.0000	0.0000	555	0.5008	12.1724	710	0.0307	0.7469
405	0.0011	0.0271	560	0.5032	12.2293	715	0.0272	0.6606
410	0.0034	0.0831	565	0.5027	12.2174	720	0.0214	0.5191
415	0.0112	0.2714	570	0.5005	12.1650	725	0.0184	0.4484
420	0.0287	0.6966	575	0.4920	11.9593	730	0.0142	0.3463
425	0.0615	1.4939	580	0.4862	11.8162	735	0.0140	0.3393
430	0.1098	2.6686	585	0.4755	11.5572	740	0.0103	0.2498
435	0.1851	4.4996	590	0.4674	11.3611	745	0.0100	0.2435
440	0.3042	7.3939	595	0.4518	10.9819	750	0.0096	0.2337
445	0.4962	12.0608	600	0.4371	10.6231	755	0.0093	0.2249
450	0.7776	18.9005	605	0.4170	10.1349	760	0.0038	0.0916
455	1.0000	24.3056	610	0.3957	9.6188	765	0.0069	0.1679
460	0.9444	22.9552	615	0.3743	9.0969	770	0.0012	0.0303
465	0.7378	17.9334	620	0.3481	8.4596	775	0.0030	0.0726
470	0.5920	14.3893	625	0.3256	7.9131	780	0.0000	0.0000
475	0.4792	11.6481	630	0.2979	7.2410	785	0.0021	0.0510
480	0.3867	9.3987	635	0.2716	6.6009	790	0.0047	0.1136
485	0.3434	8.3459	640	0.2471	6.0055	795	0.0000	0.0000
490	0.3397	8.2558	645	0.2190	5.3239	800	0.0000	0.0000
495	0.3505	8.5190	650	0.1994	4.8471			
500	0.3761	9.1421	655	0.1769	4.2997			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:20.9°C,<65%  
Approver:

## Muestra 2.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-01 21:20:34

Category: LED

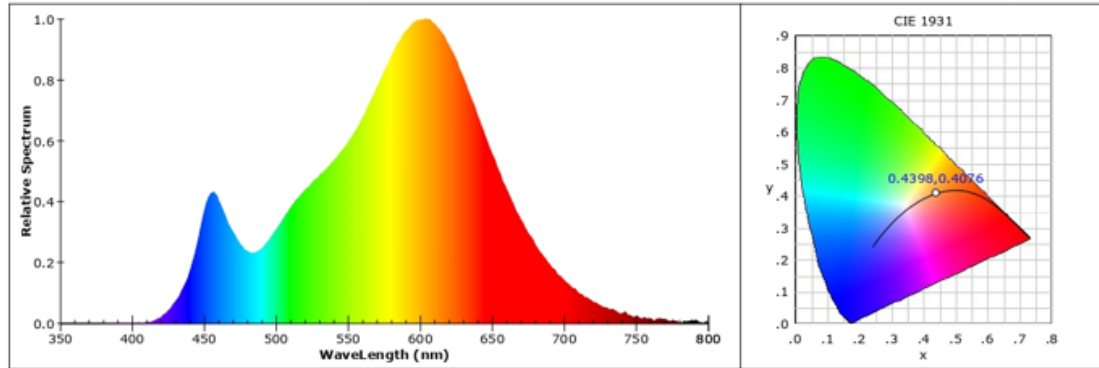
Type: LED 9W

Spec: LED Residencial

Number: 1

Manufacturer: MARCA A

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.4398,0.4076

CIE(u,v): 0.2509,0.3488

CIE(u',v'): 0.2509,0.5232

CCT: 2981 K (Duv=0.001004)

Dominant Wavelength: 582.6 nm

Color Purity: 0.543

Peak Wavelength: 603.1 nm

Half Width: 121.3 nm

Color Ratio: R:0.228, G:0.745, B:0.027

Color Render Index: Ra:81.1, avgR(1~14):75.4, avgR(1~15):75.2

R1: 79

R2: 91

R3: 95

R4: 78

R5: 80

R6: 90

R7: 81

R8: 55

R9: -0

R10: 80

R11: 76

R12: 71

R13: 82

R14: 98

R15: 71

Color Quality Scale: Qa:81.6, Qf:82.2, Qp:81.0, Qg:88.4,

Q1: 77

Q2: 94

Q3: 85

Q4: 79

Q5: 81

Q6: 81

Q7: 82

Q8: 86

Q9: 95

Q10: 91

Q11: 87

Q12: 83

Q13: 82

Q14: 70

Q15: 72

TM-30-18: Rf:84, Rg:93

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:50.1, GAI\_BB\_8:88.0, GAI\_BB\_15:96.3

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 862.50 lm

Radiant Power: 2.575 W

Efficiency: 92.94 lm/W

Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :92.94lm/W)

S/P: 1.339

Pupil Flux: 1082.78 Plm (Kp=1.255)

Pupil Lumens per Watt: 116.68 Plm/W

Cirtopic Flux: 2115.37 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 958.76 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1041.61 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 975.38 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 111.000 V

Current: 0.1360 A

Power: 9.280 W

Power Factor: 0.6150

Frequency: 59.99 Hz

Geometry: 4n, 2m

Warmup Time: 0

Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000

Integration Time: 734 ms

Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Peak of Signal: 48590

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.7°C, Ta:22.0°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-01 21:20:34

Category: LED

Type: LED 9W

Spec: LED Residencial

Number: 1

Manufacturer: MARCA A

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3457	6.1438	660	0.4400	7.8192
355	0.0000	0.0000	510	0.3822	6.7921	665	0.3853	6.8460
360	0.0000	0.0000	515	0.4114	7.3101	670	0.3380	6.0056
365	0.0000	0.0000	520	0.4387	7.7963	675	0.2943	5.2302
370	0.0000	0.0000	525	0.4634	8.2338	680	0.2556	4.5418
375	0.0000	0.0000	530	0.4881	8.6744	685	0.2225	3.9542
380	0.0000	0.0000	535	0.5097	9.0583	690	0.1908	3.3908
385	0.0000	0.0000	540	0.5355	9.5166	695	0.1619	2.8775
390	0.0010	0.0177	545	0.5655	10.0486	700	0.1408	2.5019
395	0.0006	0.0108	550	0.5973	10.6143	705	0.1165	2.0708
400	0.0000	0.0000	555	0.6346	11.2760	710	0.0982	1.7444
405	0.0010	0.0179	560	0.6777	12.0433	715	0.0856	1.5207
410	0.0027	0.0475	565	0.7272	12.9225	720	0.0689	1.2252
415	0.0089	0.1574	570	0.7779	13.8241	725	0.0587	1.0423
420	0.0201	0.3566	575	0.8321	14.7859	730	0.0477	0.8482
425	0.0419	0.7441	580	0.8835	15.7000	735	0.0408	0.7257
430	0.0729	1.2954	585	0.9266	16.4657	740	0.0298	0.5288
435	0.1128	2.0053	590	0.9634	17.1190	745	0.0276	0.4900
440	0.1721	3.0575	595	0.9895	17.5842	750	0.0236	0.4202
445	0.2612	4.6408	600	0.9993	17.7569	755	0.0190	0.3370
450	0.3709	6.5905	605	1.0000	17.7701	760	0.0137	0.2438
455	0.4299	7.6394	610	0.9831	17.4698	765	0.0133	0.2372
460	0.4035	7.1701	615	0.9562	16.9914	770	0.0116	0.2054
465	0.3461	6.1507	620	0.9123	16.2123	775	0.0106	0.1877
470	0.2977	5.2902	625	0.8663	15.3945	780	0.0032	0.0570
475	0.2594	4.6101	630	0.8064	14.3307	785	0.0065	0.1147
480	0.2353	4.1813	635	0.7442	13.2242	790	0.0078	0.1391
485	0.2326	4.1332	640	0.6808	12.0986	795	0.0020	0.0360
490	0.2477	4.4024	645	0.6153	10.9332	800	0.0001	0.0015
495	0.2746	4.8802	650	0.5551	9.8643			
500	0.3094	5.4975	655	0.4969	8.8294			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.7°C, Ta:22.0°C,<65%  
Approver:

### Muestra 3.



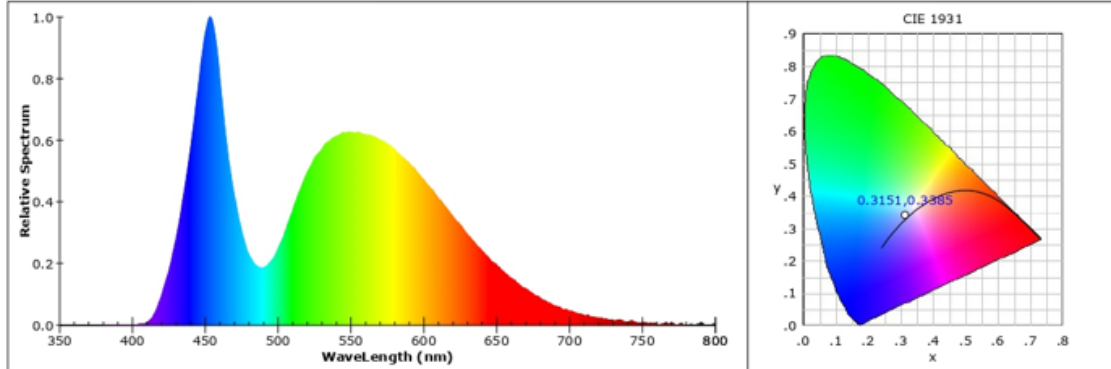
## Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-01 20:58:34

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA A

Type: LED 9W  
Number: 2  
Submitter: UCACUE



### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3151,0.3385      CIE(u,v): 0.1960,0.3158      CIE(u',v'): 0.1960,0.4737  
CCT: 6320 K (Duv=0.006806)      Dominant Wavelength: 495.4 nm      Color Purity: 0.058  
Peak Wavelength: 453.3 nm      Half Width: 29.6 nm      Color Ratio: R:0.121, G:0.835, B:0.044

Color Render Index: Ra:73.6 , avgR(1~14):62.9 , avgR(1~15):63.0

R1: 70    R2: 78    R3: 83    R4: 73    R5: 71    R6: 70    R7: 84    R8: 60  
R9: -28    R10: 47    R11: 68    R12: 44    R13: 72    R14: 90    R15: 65

Color Quality Scale: Qa:72.6 , Qf:72.5 , Qp:73.6 , Qg:87.3 ,

Q1: 81    Q2: 96    Q3: 68    Q4: 59    Q5: 67    Q6: 71    Q7: 76    Q8: 85  
Q9: 92    Q10: 77    Q11: 71    Q12: 72    Q13: 73    Q14: 60    Q15: 68

TM-30-18: Rf:75 , Rg:91

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:81.7 , GAI\_BB\_8:84.4 , GAI\_BB\_15:90.9

### Photometric Parameters

Luminous Flux: 861.58 lm      Radiant Power: 2.644 W      Efficiency: 91.95 lm/W  
Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :91.95lm/W)      S/P: 2.064

Pupil Flux: 1516.25 Plm (Kp=1.760)

Pupil Lumens per Watt: 161.82 Plm/W

Cirtpopic Flux: 3531.99 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1143.56 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1348.89 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1191.10 lm (Lp=0.100)

### Electric Parameters

Voltage: 111.200 V      Current: 0.1350 A      Power: 9.370 W  
Power Factor: 0.6240      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 427 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 48499  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.7°C, Ta:22.0°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-01 20:58:34

Category: LED

Type: LED 9W

Spec: LED Residencial

Number: 2

Manufacturer: MARCA A

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3113	7.1542	660	0.1536	3.5298
355	0.0000	0.0000	510	0.3799	8.7303	665	0.1333	3.0639
360	0.0000	0.0000	515	0.4458	10.2440	670	0.1181	2.7132
365	0.0000	0.0000	520	0.5031	11.5609	675	0.1006	2.3128
370	0.0000	0.0000	525	0.5511	12.6638	680	0.0875	2.0108
375	0.0000	0.0000	530	0.5797	13.3222	685	0.0732	1.6828
380	0.0000	0.0000	535	0.6072	13.9534	690	0.0630	1.4485
385	0.0000	0.0000	540	0.6234	14.3257	695	0.0518	1.1896
390	0.0006	0.0141	545	0.6339	14.5675	700	0.0457	1.0498
395	0.0015	0.0354	550	0.6337	14.5633	705	0.0381	0.8754
400	0.0002	0.0052	555	0.6356	14.6058	710	0.0316	0.7263
405	0.0029	0.0676	560	0.6265	14.3970	715	0.0273	0.6272
410	0.0092	0.2115	565	0.6213	14.2769	720	0.0225	0.5163
415	0.0383	0.8807	570	0.6081	13.9747	725	0.0202	0.4650
420	0.1000	2.2971	575	0.5956	13.6863	730	0.0150	0.3445
425	0.1804	4.1448	580	0.5779	13.2812	735	0.0169	0.3880
430	0.2872	6.5992	585	0.5538	12.7277	740	0.0092	0.2122
435	0.4250	9.7658	590	0.5331	12.2519	745	0.0096	0.2207
440	0.5897	13.5519	595	0.5060	11.6286	750	0.0095	0.2191
445	0.7820	17.9715	600	0.4784	10.9939	755	0.0079	0.1824
450	0.9646	22.1676	605	0.4484	10.3034	760	0.0016	0.0362
455	1.0000	22.9806	610	0.4167	9.5752	765	0.0069	0.1596
460	0.8180	18.7982	615	0.3898	8.9576	770	0.0056	0.1298
465	0.5838	13.4156	620	0.3570	8.2043	775	0.0026	0.0600
470	0.4240	9.7448	625	0.3308	7.6013	780	0.0000	0.0000
475	0.3104	7.1326	630	0.2980	6.8476	785	0.0005	0.0108
480	0.2321	5.3327	635	0.2708	6.2222	790	0.0063	0.1452
485	0.1952	4.4850	640	0.2454	5.6396	795	0.0000	0.0000
490	0.1898	4.3627	645	0.2185	5.0218	800	0.0000	0.0007
495	0.2108	4.8433	650	0.1977	4.5432			
500	0.2529	5.8115	655	0.1746	4.0130			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.7°C, Ta:22.0°C, <65%  
Approver:

## Muestra 4.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-01 20:28:36

Category: LED

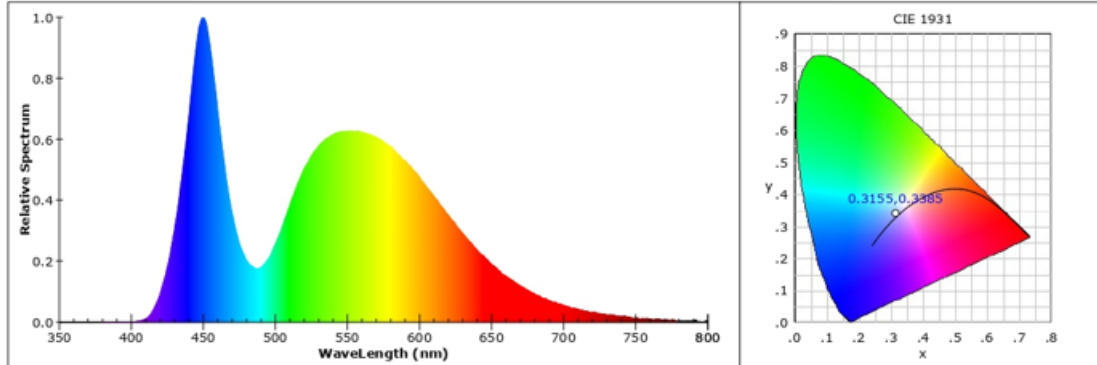
Type: LED 15W

Spec: LED Residencial

Number: 3

Manufacturer: MARCA A.

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3155,0.3385

CIE(u,v): 0.1962,0.3158

CIE(u',v'): 0.1962,0.4737

CCT: 6300 K (Duv=0.006621)

Dominant Wavelength: 495.4 nm

Color Purity: 0.057

Peak Wavelength: 449.7 nm

Half Width: 29.5 nm

Color Ratio: R:0.120, G:0.838, B:0.042

Color Render Index: Ra:72.6, avgR(1~14):61.8, avgR(1~15):61.9

R1: 69 R2: 77 R3: 81 R4: 73 R5: 70 R6: 68 R7: 83 R8: 60

R9: -32 R10: 44 R11: 68 R12: 44 R13: 70 R14: 89 R15: 64

Color Quality Scale: Qa:72.2, Qf:71.9, Qp:73.7, Qg:87.6,

Q1: 81 Q2: 95 Q3: 67 Q4: 60 Q5: 68 Q6: 72 Q7: 76 Q8: 85

Q9: 92 Q10: 76 Q11: 70 Q12: 71 Q13: 73 Q14: 59 Q15: 67

TM-30-18: Rf:74, Rg:92

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:82.0, GAI\_BB\_8:84.9, GAI\_BB\_15:91.1

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 1543.40 lm

Radiant Power: 4.756 W

Efficiency: 110.64 lm/W

Energy Efficiency Class:E (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :110.64lm/W)

S/P: 2.040

Pupil Flux: 2690.96 Plm (Kp=1.744)

Pupil Lumens per Watt: 192.90 Plm/W

Cirtpopic Flux: 6203.20 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 2037.91 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 2399.92 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 2121.31 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 110.900 V

Current: 0.2000 A

Power: 13.950 W

Power Factor: 0.6300

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 241 ms

Peak of Signal: 48534

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia

Testing Environment: Ts:20.6°C, Ta:21.9°C,<65%

Operator: John López; Marco Quintero

Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-01 20:28:36

Category: LED

Type: LED 15W

Spec: LED Residencial

Number: 3

Manufacturer: MARCA A

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3174	13.2106	660	0.1513	6.2981
355	0.0000	0.0000	510	0.3857	16.0545	665	0.1334	5.5510
360	0.0000	0.0000	515	0.4497	18.7176	670	0.1176	4.8930
365	0.0000	0.0000	520	0.5037	20.9659	675	0.1039	4.3256
370	0.0000	0.0000	525	0.5464	22.7408	680	0.0905	3.7658
375	0.0000	0.0000	530	0.5787	24.0860	685	0.0792	3.2983
380	0.0000	0.0000	535	0.6011	25.0207	690	0.0701	2.9163
385	0.0000	0.0000	540	0.6161	25.6429	695	0.0611	2.5412
390	0.0014	0.0595	545	0.6245	25.9931	700	0.0546	2.2712
395	0.0009	0.0381	550	0.6263	26.0661	705	0.0464	1.9308
400	0.0004	0.0146	555	0.6262	26.0629	710	0.0413	1.7185
405	0.0033	0.1372	560	0.6214	25.8630	715	0.0363	1.5100
410	0.0115	0.4803	565	0.6156	25.6238	720	0.0316	1.3163
415	0.0392	1.6331	570	0.6051	25.1867	725	0.0275	1.1454
420	0.0954	3.9708	575	0.5909	24.5954	730	0.0237	0.9846
425	0.1823	7.5896	580	0.5747	23.9193	735	0.0221	0.9190
430	0.3080	12.8186	585	0.5505	22.9148	740	0.0180	0.7492
435	0.4744	19.7447	590	0.5280	21.9750	745	0.0173	0.7218
440	0.6809	28.3419	595	0.5035	20.9571	750	0.0137	0.5697
445	0.9057	37.6951	600	0.4747	19.7590	755	0.0116	0.4839
450	1.0000	41.6221	605	0.4424	18.4135	760	0.0096	0.4012
455	0.8949	37.2486	610	0.4122	17.1548	765	0.0101	0.4186
460	0.6964	28.9846	615	0.3810	15.8592	770	0.0074	0.3061
465	0.5037	20.9651	620	0.3510	14.6091	775	0.0082	0.3426
470	0.3569	14.8529	625	0.3204	13.3348	780	0.0044	0.1818
475	0.2596	10.8051	630	0.2906	12.0944	785	0.0048	0.1992
480	0.2029	8.4450	635	0.2624	10.9200	790	0.0034	0.1436
485	0.1779	7.4037	640	0.2368	9.8572	795	0.0015	0.0611
490	0.1812	7.5407	645	0.2129	8.8619	800	0.0025	0.1043
495	0.2084	8.6737	650	0.1899	7.9030			
500	0.2571	10.7023	655	0.1687	7.0213			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.6°C, Ta:21.9°C,<65%  
Approver:

## Muestra 5.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-01 21:43:18

Category: LED

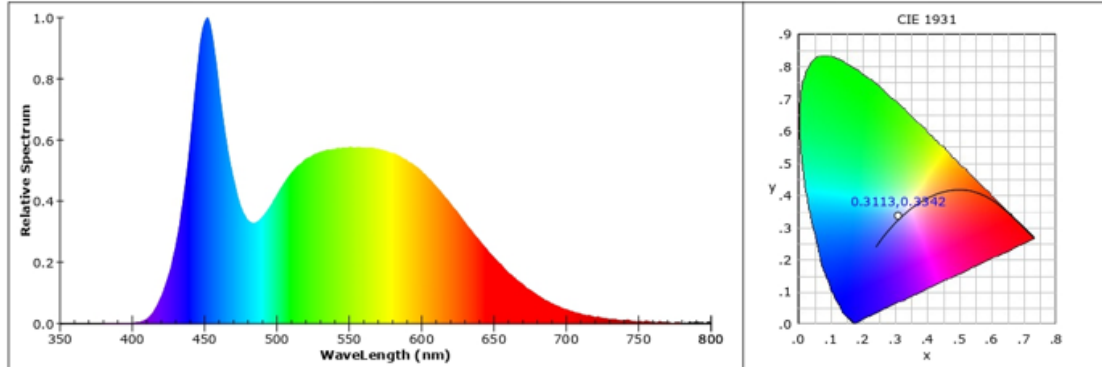
Type: LED 20W

Spec: LED Residencial

Number: 4

Manufacturer: MARCA A

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3113,0.3342

CIE(u,v): 0.1949,0.3139

CIE(u',v'): 0.1949,0.4709

CCT: 6540 K (Duv=0.006539)

Dominant Wavelength: 492.3 nm

Color Purity: 0.074

Peak Wavelength: 451.9 nm

Half Width: 30.8 nm

Color Ratio: R:0.130, G:0.812, B:0.058

Color Render Index: Ra:82.5 , avgR(1~14):74.9 , avgR(1~15):74.8

R1: 80

R2: 87

R3: 92

R4: 81

R5: 81

R6: 82

R7: 88

R8: 68

R9: 0

R10: 69

R11: 80

R12: 61

R13: 82

R14: 96

R15: 74

Color Quality Scale: Qa:81.7 , Qf:82.0 , Qp:81.3 , Qg:90.3 ,

Q1: 83

Q2: 99

Q3: 80

Q4: 75

Q5: 80

Q6: 82

Q7: 85

Q8: 90

Q9: 97

Q10: 87

Q11: 84

Q12: 83

Q13: 82

Q14: 69

Q15: 75

TM-30-18: Rf:83 , Rg:93

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:86.2 , GAI\_BB\_8:88.2 , GAI\_BB\_15:93.0

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 1650.71 lm

Radiant Power: 5.281 W

Efficiency: 87.48 lm/W

Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta$ TM:87.48lm/W)

S/P: 2.262

Pupil Flux: 3120.34 Plm (Kp=1.890)

Pupil Lumens per Watt: 165.36 Plm/W

Cirtopic Flux: 7609.31 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 2281.27 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 2721.51 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 2387.27 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 111.100 V

Current: 0.2760 A

Power: 18.870 W

Power Factor: 0.6160

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 228 ms

Peak of Signal: 48649

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.7°C, Ta:22.0°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-01 21:43:18

Category: LED

Type: LED 20W

Spec: LED Residencial

Number: 4

Manufacturer: MARCA A

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4650	20.2137	660	0.1678	7.2956
355	0.0000	0.0000	510	0.4998	21.7248	665	0.1463	6.3604
360	0.0000	0.0000	515	0.5251	22.8246	670	0.1270	5.5220
365	0.0000	0.0000	520	0.5454	23.7075	675	0.1090	4.7375
370	0.0000	0.0000	525	0.5587	24.2829	680	0.0919	3.9927
375	0.0000	0.0000	530	0.5681	24.6920	685	0.0770	3.3464
380	0.0000	0.0000	535	0.5760	25.0381	690	0.0653	2.8402
385	0.0000	0.0000	540	0.5777	25.1086	695	0.0547	2.3775
390	0.0007	0.0298	545	0.5825	25.3179	700	0.0458	1.9919
395	0.0006	0.0282	550	0.5838	25.3770	705	0.0364	1.5824
400	0.0011	0.0485	555	0.5829	25.3347	710	0.0310	1.3454
405	0.0047	0.2047	560	0.5812	25.2644	715	0.0266	1.1577
410	0.0155	0.6719	565	0.5813	25.2666	720	0.0212	0.9222
415	0.0423	1.8403	570	0.5772	25.0910	725	0.0177	0.7686
420	0.0894	3.8850	575	0.5710	24.8197	730	0.0138	0.6012
425	0.1579	6.8641	580	0.5631	24.4777	735	0.0115	0.4991
430	0.2566	11.1547	585	0.5516	23.9780	740	0.0091	0.3935
435	0.4012	17.4374	590	0.5386	23.4112	745	0.0073	0.3186
440	0.6002	26.0879	595	0.5215	22.6670	750	0.0077	0.3352
445	0.8431	36.6458	600	0.5033	21.8758	755	0.0083	0.3608
450	1.0000	43.4668	605	0.4781	20.7805	760	0.0040	0.1741
455	0.9634	41.8737	610	0.4533	19.7033	765	0.0055	0.2381
460	0.7821	33.9940	615	0.4256	18.4995	770	0.0022	0.0948
465	0.6035	26.2315	620	0.3957	17.1978	775	0.0026	0.1125
470	0.4789	20.8179	625	0.3656	15.8904	780	0.0007	0.0322
475	0.3867	16.8084	630	0.3337	14.5030	785	0.0051	0.2195
480	0.3402	14.7859	635	0.3037	13.2011	790	0.0044	0.1902
485	0.3340	14.5168	640	0.2747	11.9411	795	0.0007	0.0309
490	0.3536	15.3695	645	0.2450	10.6503	800	0.0003	0.0122
495	0.3864	16.7950	650	0.2179	9.4735			
500	0.4261	18.5205	655	0.1941	8.4381			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.7°C, Ta:22.0°C,<65%  
Approver:

MARCA B.

Muestra 1.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

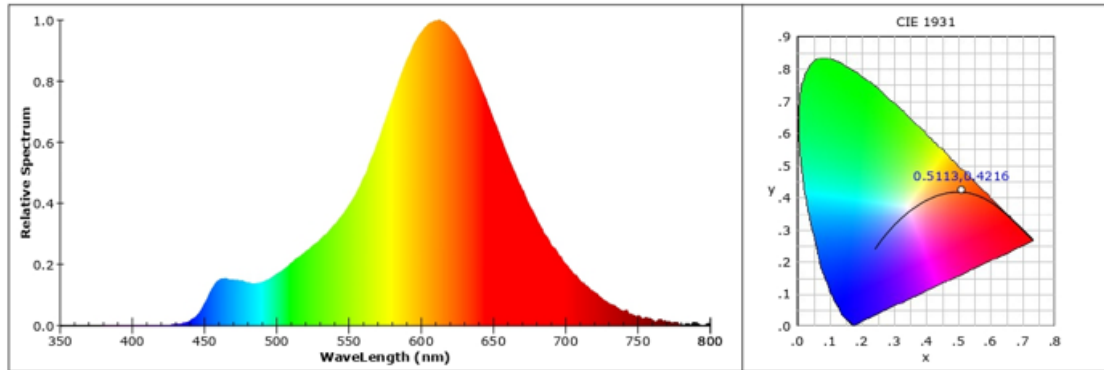
### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 21:40:12

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA B

Type: 8W  
Number: 32  
Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.5113,0.4216      CIE(u,v): 0.2906,0.3595      CIE(u',v'): 0.2906,0.5392  
CCT: 2189 K (Duv=0.002029)      Dominant Wavelength: 586.8 nm      Color Purity: 0.800  
Peak Wavelength: 612.0 nm      Half Width: 102.7 nm      Color Ratio: R:0.300, G:0.683, B:0.017

Color Render Index: Ra:78.3 , avgR(1~14):73.7 , avgR(1~15):73.3

R1: 77    R2: 92    R3: 90    R4: 73    R5: 77    R6: 93    R7: 76    R8: 49  
R9: -2    R10: 83    R11: 71    R12: 79    R13: 80    R14: 95    R15: 67

Color Quality Scale: Qa:75.7 , Qf:76.5 , Qp:79.4 , Qg:76.4 ,

Q1: 72    Q2: 84    Q3: 85    Q4: 76    Q5: 74    Q6: 73    Q7: 74    Q8: 80  
Q9: 83    Q10: 81    Q11: 80    Q12: 79    Q13: 77    Q14: 65    Q15: 69

TM-30-18: Rf:80 , Rg:88

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:23.3 , GAI\_BB\_8:74.5 , GAI\_BB\_15:86.7

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 530.01 lm      Radiant Power: 1.710 W      Efficiency: 95.32 lm/W  
Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015 η<sub>TM</sub>:95.32lm/W)      S/P: 0.953

Pupil Flux: 510.56 Plm (Kp=0.963)

Pupil Lumens per Watt: 91.83 Plm/W

Cirtopic Flux: 854.57 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 521.31 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 513.02 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 519.76 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 111.100 V

Current: 0.0620 A

Power: 5.560 W

Power Factor: 0.8040

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 1008 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 48714  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:20.9°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 21:40:12

Category: LED

Type: 8W

Spec: LED Residencial

Number: 32

Manufacturer: MARCA B

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.1845	2.5084	660	0.5548	7.5413
355	0.0000	0.0000	510	0.2054	2.7918	665	0.4981	6.7697
360	0.0000	0.0000	515	0.2243	3.0483	670	0.4456	6.0562
365	0.0000	0.0000	520	0.2432	3.3056	675	0.3917	5.3242
370	0.0000	0.0000	525	0.2624	3.5671	680	0.3475	4.7239
375	0.0000	0.0000	530	0.2825	3.8392	685	0.3019	4.1032
380	0.0000	0.0000	535	0.3043	4.1366	690	0.2629	3.5736
385	0.0000	0.0000	540	0.3313	4.5031	695	0.2321	3.1547
390	0.0005	0.0063	545	0.3604	4.8990	700	0.2020	2.7450
395	0.0016	0.0217	550	0.3945	5.3625	705	0.1716	2.3320
400	0.0000	0.0000	555	0.4340	5.8998	710	0.1462	1.9876
405	0.0000	0.0000	560	0.4857	6.6014	715	0.1283	1.7435
410	0.0000	0.0000	565	0.5432	7.3835	720	0.1068	1.4517
415	0.0000	0.0000	570	0.6031	8.1971	725	0.0888	1.2076
420	0.0000	0.0000	575	0.6707	9.1161	730	0.0712	0.9676
425	0.0005	0.0070	580	0.7415	10.0782	735	0.0599	0.8138
430	0.0054	0.0734	585	0.8101	11.0110	740	0.0449	0.6106
435	0.0082	0.1109	590	0.8710	11.8396	745	0.0376	0.5116
440	0.0160	0.2178	595	0.9235	12.5525	750	0.0331	0.4500
445	0.0346	0.4709	600	0.9619	13.0750	755	0.0272	0.3692
450	0.0723	0.9828	605	0.9910	13.4703	760	0.0168	0.2286
455	0.1196	1.6257	610	1.0000	13.5924	765	0.0193	0.2623
460	0.1490	2.0251	615	0.9977	13.5614	770	0.0111	0.1505
465	0.1535	2.0870	620	0.9775	13.2863	775	0.0104	0.1416
470	0.1486	2.0192	625	0.9478	12.8829	780	0.0037	0.0503
475	0.1469	1.9965	630	0.9060	12.3142	785	0.0069	0.0941
480	0.1401	1.9043	635	0.8539	11.6060	790	0.0083	0.1124
485	0.1377	1.8721	640	0.7992	10.8637	795	0.0000	0.0000
490	0.1424	1.9355	645	0.7376	10.0252	800	0.0016	0.0212
495	0.1540	2.0927	650	0.6751	9.1756			
500	0.1701	2.3119	655	0.6153	8.3628			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:20.9°C,<65%  
Approver:

## Muestra 2.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

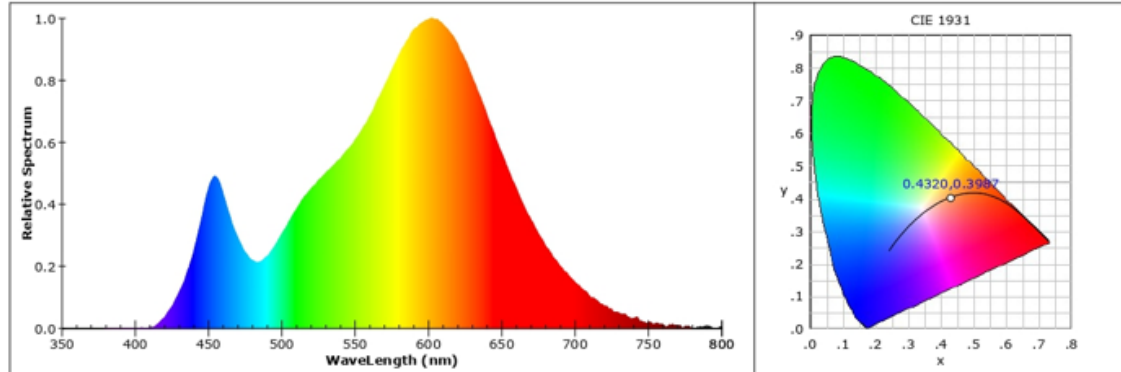
### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 20:05:22

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA B

Type: LED 9W  
Number: 8  
Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.4320,0.3987      CIE(u,v): 0.2497,0.3457      CIE(u',v'): 0.2497,0.5185  
CCT: 3040 K (Duv=-0.001473 )      Dominant Wavelength: 583.2 nm      Color Purity: 0.494  
Peak Wavelength: 601.7 nm      Half Width: 125.8 nm      Color Ratio: R:0.226, G:0.747, B:0.027

Color Render Index: Ra:81.7 , avgR(1~14):76.3 , avgR(1~15):76.0

R1: 80	R2: 91	R3: 95	R4: 79	R5: 80	R6: 89	R7: 81	R8: 57
R9: 4	R10: 79	R11: 77	R12: 72	R13: 83	R14: 98	R15: 73	

Color Quality Scale: Qa:81.2 , Qf:81.4 , Qp:82.8 , Qg:91.4 ,

Q1: 78	Q2: 95	Q3: 82	Q4: 78	Q5: 81	Q6: 82	Q7: 82	Q8: 85
Q9: 95	Q10: 89	Q11: 85	Q12: 82	Q13: 81	Q14: 71	Q15: 73	

TM-30-18: Rf:84 , Rg:95

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:56.3 , GAI\_BB\_8:96.2 , GAI\_BB\_15:103.0

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 775.25 lm      Radiant Power: 2.347 W      Efficiency: 78.71 lm/W  
Energy Efficiency Class:G (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :78.71lm/W)      S/P: 1.363

Pupil Flux: 986.98 Plm (Kp=1.273)

Pupil Lumens per Watt: 100.20 Plm/W

Cirtpic Flux: 1944.46 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 867.73 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 946.86 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 883.68 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 111.200 V      Current: 0.1460 A      Power: 9.850 W  
Power Factor: 0.6050      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 824 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 48394  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.4°C, Ta:22.8°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 20:05:22

Category: LED

Type: LED 9W

Spec: LED Residencial

Number: 8

Manufacturer: MARCA B

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3471	5.4821	660	0.4514	7.1291
355	0.0000	0.0000	510	0.3878	6.1246	665	0.3959	6.2526
360	0.0000	0.0000	515	0.4246	6.7064	670	0.3486	5.5062
365	0.0000	0.0000	520	0.4525	7.1475	675	0.3051	4.8187
370	0.0000	0.0000	525	0.4793	7.5701	680	0.2651	4.1868
375	0.0000	0.0000	530	0.5041	7.9621	685	0.2302	3.6355
380	0.0000	0.0000	535	0.5259	8.3057	690	0.1998	3.1558
385	0.0000	0.0000	540	0.5501	8.6883	695	0.1735	2.7401
390	0.0004	0.0065	545	0.5794	9.1505	700	0.1490	2.3535
395	0.0008	0.0125	550	0.6109	9.6492	705	0.1253	1.9797
400	0.0000	0.0000	555	0.6464	10.2093	710	0.1029	1.6255
405	0.0008	0.0129	560	0.6876	10.8604	715	0.0900	1.4210
410	0.0028	0.0449	565	0.7376	11.6491	720	0.0728	1.1500
415	0.0138	0.2173	570	0.7845	12.3901	725	0.0595	0.9401
420	0.0365	0.5766	575	0.8363	13.2083	730	0.0485	0.7664
425	0.0716	1.1314	580	0.8872	14.0128	735	0.0407	0.6435
430	0.1178	1.8611	585	0.9295	14.6813	740	0.0293	0.4632
435	0.1757	2.7757	590	0.9669	15.2715	745	0.0240	0.3785
440	0.2535	4.0038	595	0.9880	15.6052	750	0.0205	0.3241
445	0.3526	5.5691	600	1.0000	15.7943	755	0.0169	0.2667
450	0.4543	7.1758	605	0.9993	15.7838	760	0.0095	0.1495
455	0.4906	7.7483	610	0.9821	15.5120	765	0.0100	0.1580
460	0.4338	6.8510	615	0.9556	15.0926	770	0.0069	0.1088
465	0.3539	5.5888	620	0.9168	14.4796	775	0.0068	0.1068
470	0.2919	4.6109	625	0.8662	13.6814	780	0.0000	0.0000
475	0.2451	3.8709	630	0.8090	12.7770	785	0.0053	0.0830
480	0.2188	3.4562	635	0.7524	11.8836	790	0.0041	0.0644
485	0.2156	3.4054	640	0.6891	10.8840	795	0.0000	0.0000
490	0.2345	3.7043	645	0.6251	9.8727	800	0.0013	0.0202
495	0.2662	4.2050	650	0.5655	8.9324			
500	0.3075	4.8570	655	0.5061	7.9932			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.4°C, Ta:22.8°C,<65%  
Approver:

### Muestra 3.



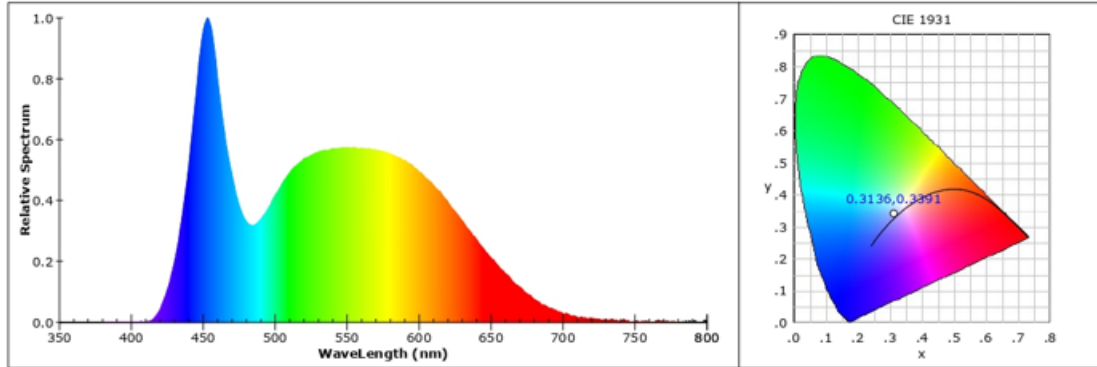
## Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 20:21:58

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA B

Type: LED 9W  
Number: 9  
Submitter: UCACUE



### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3136,0.3391      CIE(u,v): 0.1947,0.3158      CIE(u',v'): 0.1947,0.4737  
CCT: 6392 K (Duv=0.007846)      Dominant Wavelength: 495.5 nm      Color Purity: 0.063  
Peak Wavelength: 453.0 nm      Half Width: 29.8 nm      Color Ratio: R:0.131, G:0.812, B:0.057

Color Render Index: Ra:82.2 , avgR(1~14):74.4 , avgR(1~15):74.3

R1: 79    R2: 87    R3: 93    R4: 80    R5: 80    R6: 83    R7: 88    R8: 67  
R9: -2    R10: 70    R11: 79    R12: 59    R13: 82    R14: 96    R15: 73

Color Quality Scale: Qa:81.6 , Qf:82.0 , Qp:80.6 , Qg:89.6 ,

Q1: 82    Q2: 98    Q3: 81    Q4: 75    Q5: 79    Q6: 81    Q7: 84    Q8: 89  
Q9: 97    Q10: 89    Q11: 85    Q12: 84    Q13: 83    Q14: 69    Q15: 74

TM-30-18: Rf:83 , Rg:93

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:84.4 , GAI\_BB\_8:86.9 , GAI\_BB\_15:92.2

### Photometric Parameters

Luminous Flux: 832.75 lm      Radiant Power: 2.606 W      Efficiency: 95.39 lm/W  
Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :95.39lm/W)      S/P: 2.249

Pupil Flux: 1566.83 Plm (Kp=1.882)

Pupil Lumens per Watt: 179.48 Plm/W

Cirtopic Flux: 3812.40 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1147.79 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1368.37 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1200.76 lm (Lp=0.100)

### Electric Parameters

Voltage: 110.900 V  
Power Factor: 0.5970

Current: 0.1320 A  
Frequency: 59.98 Hz

Power: 8.730 W

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 459 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 48985  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.4°C, Ta:22.8°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 20:21:58

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA B

Type: LED 9W  
Number: 9  
Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4678	10.2109	660	0.1642	3.5845
355	0.0000	0.0000	510	0.5021	10.9577	665	0.1372	2.9946
360	0.0000	0.0000	515	0.5292	11.5502	670	0.1159	2.5297
365	0.0000	0.0000	520	0.5497	11.9973	675	0.0951	2.0750
370	0.0000	0.0000	525	0.5614	12.2539	680	0.0756	1.6492
375	0.0000	0.0000	530	0.5722	12.4879	685	0.0585	1.2759
380	0.0000	0.0000	535	0.5775	12.6047	690	0.0464	1.0123
385	0.0000	0.0000	540	0.5835	12.7347	695	0.0384	0.8376
390	0.0010	0.0222	545	0.5845	12.7571	700	0.0278	0.6073
395	0.0001	0.0026	550	0.5860	12.7902	705	0.0218	0.4763
400	0.0000	0.0000	555	0.5874	12.8212	710	0.0150	0.3271
405	0.0005	0.0113	560	0.5844	12.7548	715	0.0149	0.3257
410	0.0018	0.0392	565	0.5831	12.7265	720	0.0131	0.2855
415	0.0115	0.2500	570	0.5777	12.6087	725	0.0098	0.2136
420	0.0450	0.9814	575	0.5718	12.4804	730	0.0084	0.1832
425	0.1100	2.4002	580	0.5625	12.2758	735	0.0056	0.1227
430	0.2053	4.4805	585	0.5528	12.0649	740	0.0040	0.0862
435	0.3471	7.5764	590	0.5434	11.8605	745	0.0054	0.1180
440	0.5352	11.6813	595	0.5261	11.4815	750	0.0048	0.1042
445	0.7707	16.8211	600	0.5042	11.0036	755	0.0030	0.0665
450	0.9812	21.4152	605	0.4820	10.5204	760	0.0009	0.0195
455	1.0000	21.8256	610	0.4592	10.0216	765	0.0050	0.1084
460	0.8197	17.8894	615	0.4351	9.4969	770	0.0000	0.0003
465	0.6277	13.7000	620	0.4027	8.7884	775	0.0017	0.0382
470	0.4932	10.7634	625	0.3707	8.0908	780	0.0000	0.0000
475	0.3932	8.5812	630	0.3400	7.4204	785	0.0041	0.0890
480	0.3382	7.3805	635	0.3080	6.7220	790	0.0030	0.0659
485	0.3255	7.1043	640	0.2778	6.0633	795	0.0007	0.0147
490	0.3469	7.5704	645	0.2445	5.3366	800	0.0005	0.0119
495	0.3823	8.3445	650	0.2157	4.7068			
500	0.4284	9.3492	655	0.1892	4.1299			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.4°C, Ta:22.8°C, <65%  
Approver:

## Muestra 4.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

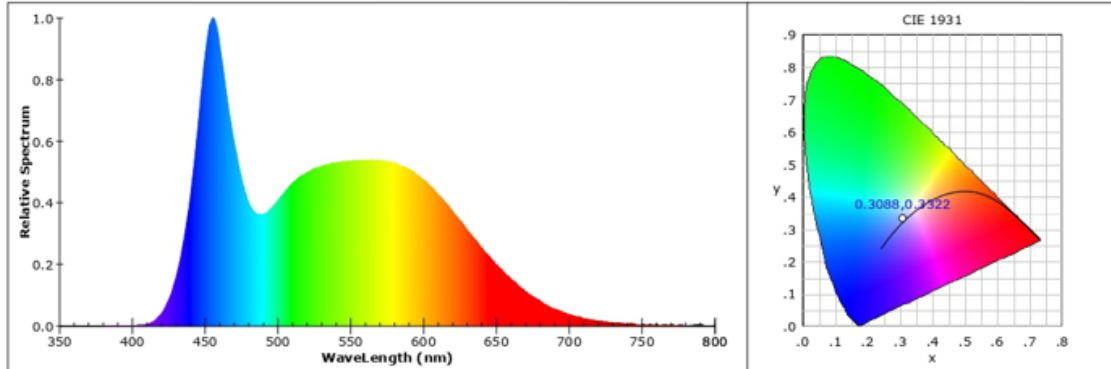
### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 20:42:40

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA B

Type: LED 15W  
Number: 10  
Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3088,0.3322      CIE(u,v): 0.1939,0.3130      CIE(u',v'): 0.1939,0.4694  
CCT: 6692 K (Duv=0.006802)      Dominant Wavelength: 491.1 nm      Color Purity: 0.084  
Peak Wavelength: 455.4 nm      Half Width: 32.2 nm      Color Ratio: R:0.130, G:0.805, B:0.065

Color Render Index: Ra:83.6 , avgR(1~14):76.5 , avgR(1~15):76.5

R1: 81      R2: 91      R3: 94      R4: 79      R5: 82      R6: 86      R7: 87      R8: 67  
R9: 4      R10: 78      R11: 79      R12: 61      R13: 85      R14: 97      R15: 76

Color Quality Scale: Qa:82.0 , Qf:82.4 , Qp:80.3 , Qg:88.9 ,

Q1: 80      Q2: 97      Q3: 84      Q4: 75      Q5: 78      Q6: 79      Q7: 83      Q8: 89  
Q9: 97      Q10: 92      Q11: 87      Q12: 85      Q13: 84      Q14: 71      Q15: 75

TM-30-18: Rf:83 , Rg:92

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:85.2 , GAI\_BB\_8:86.7 , GAI\_BB\_15:92.0

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 1490.07 lm      Radiant Power: 4.783 W      Efficiency: 108.37 lm/W  
Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :108.37lm/W)      S/P: 2.350

Pupil Flux: 2901.62 Plm (Kp=1.947)

Pupil Lumens per Watt: 211.03 Plm/W

Cirtopic Flux: 7266.23 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 2094.70 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 2509.18 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 2196.24 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 110.900 V      Current: 0.2060 A      Power: 13.750 W  
Power Factor: 0.6030      Frequency: 59.98 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 237 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 48385  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.4°C, Ta:22.7°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 20:42:40

Category: LED

Type: LED 15W

Spec: LED Residencial

Number: 10

Manufacturer: MARCA B

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4374	18.3507	660	0.1526	6.4043
355	0.0000	0.0000	510	0.4639	19.4646	665	0.1308	5.4875
360	0.0000	0.0000	515	0.4858	20.3813	670	0.1108	4.6500
365	0.0000	0.0000	520	0.4992	20.9459	675	0.0939	3.9408
370	0.0000	0.0000	525	0.5120	21.4840	680	0.0797	3.3456
375	0.0000	0.0000	530	0.5195	21.7963	685	0.0640	2.6832
380	0.0000	0.0000	535	0.5249	22.0236	690	0.0548	2.3009
385	0.0000	0.0000	540	0.5301	22.2419	695	0.0448	1.8788
390	0.0006	0.0266	545	0.5331	22.3678	700	0.0364	1.5294
395	0.0008	0.0322	550	0.5350	22.4465	705	0.0298	1.2507
400	0.0000	0.0019	555	0.5372	22.5400	710	0.0239	1.0029
405	0.0025	0.1055	560	0.5381	22.5773	715	0.0188	0.7871
410	0.0058	0.2424	565	0.5391	22.6198	720	0.0155	0.6516
415	0.0177	0.7421	570	0.5376	22.5565	725	0.0145	0.6078
420	0.0412	1.7286	575	0.5326	22.3485	730	0.0094	0.3953
425	0.0863	3.6228	580	0.5281	22.1576	735	0.0086	0.3603
430	0.1582	6.6381	585	0.5173	21.7059	740	0.0044	0.1826
435	0.2696	11.3124	590	0.5071	21.2750	745	0.0057	0.2371
440	0.4277	17.9455	595	0.4909	20.5957	750	0.0058	0.2430
445	0.6474	27.1640	600	0.4728	19.8374	755	0.0059	0.2496
450	0.8826	37.0312	605	0.4520	18.9650	760	0.0033	0.1372
455	1.0000	41.9580	610	0.4262	17.8818	765	0.0041	0.1707
460	0.9147	38.3801	615	0.4010	16.8270	770	0.0027	0.1139
465	0.7393	31.0188	620	0.3713	15.5792	775	0.0028	0.1174
470	0.5934	24.8966	625	0.3413	14.3196	780	0.0005	0.0229
475	0.4785	20.0775	630	0.3108	13.0385	785	0.0027	0.1136
480	0.3987	16.7266	635	0.2827	11.8633	790	0.0040	0.1679
485	0.3644	15.2897	640	0.2533	10.6292	795	0.0000	0.0000
490	0.3635	15.2522	645	0.2260	9.4828	800	0.0001	0.0054
495	0.3804	15.9608	650	0.1975	8.2875			
500	0.4084	17.1360	655	0.1755	7.3635			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.4°C, Ta:22.7°C,<65%  
Approver:

## Muestra 5.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

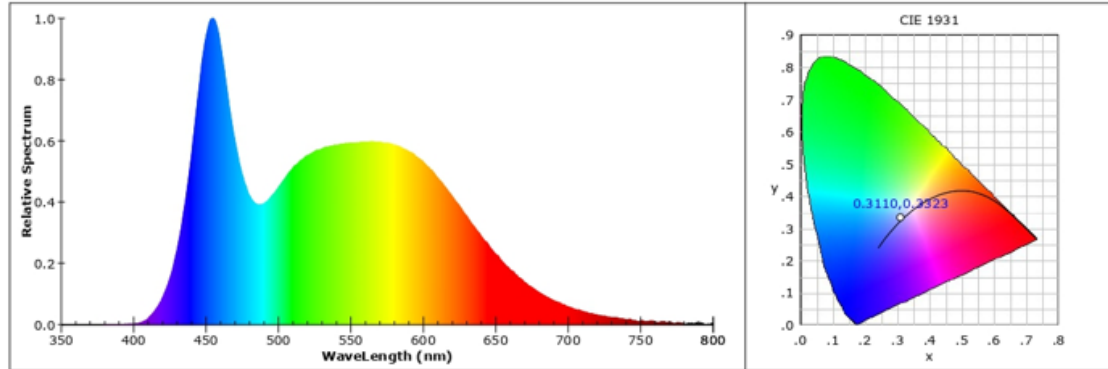
### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 20:58:34

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA B

Type: LED 20W  
Number: 11  
Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3110,0.3323      CIE(u,v): 0.1955,0.3132      CIE(u',v'): 0.1955,0.4698  
CCT: 6570 K (Duv=0.005686 )      Dominant Wavelength: 491.1 nm      Color Purity: 0.076  
Peak Wavelength: 454.6 nm      Half Width: 36.1 nm      Color Ratio: R:0.133, G:0.805, B:0.063

Color Render Index: Ra:84.2 , avgR(1~14):77.3 , avgR(1~15):77.3

R1: 82    R2: 90    R3: 94    R4: 82    R5: 82    R6: 86    R7: 88    R8: 69  
R9: 7    R10: 76    R11: 81    R12: 64    R13: 85    R14: 97    R15: 77

Color Quality Scale: Qa:82.7 , Qf:83.1 , Qp:81.6 , Qg:90.1 ,

Q1: 83    Q2: 98    Q3: 83    Q4: 76    Q5: 80    Q6: 81    Q7: 85    Q8: 90  
Q9: 97    Q10: 90    Q11: 86    Q12: 84    Q13: 83    Q14: 71    Q15: 76

TM-30-18: Rf:84 , Rg:93

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:86.5 , GAI\_BB\_8:88.4 , GAI\_BB\_15:93.1

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 1918.90 lm      Radiant Power: 6.251 W      Efficiency: 91.12 lm/W  
Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :91.12lm/W)      S/P: 2.311

Pupil Flux: 3687.61 Plm (Kp=1.922)

Pupil Lumens per Watt: 175.10 Plm/W

Cirtpic Flux: 9140.97 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 2677.08 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 3201.11 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 2804.46 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 111.100 V      Current: 0.2960 A      Power: 21.060 W  
Power Factor: 0.6410      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 237 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 55911  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.4°C, Ta:22.7°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA B

Test Time: 2023-03-02 20:58:34

Type: LED 20W  
Number: 11  
Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4819	23.5011	660	0.1802	8.7899
355	0.0000	0.0000	510	0.5139	25.0636	665	0.1575	7.6793
360	0.0000	0.0000	515	0.5357	26.1256	670	0.1374	6.7016
365	0.0000	0.0000	520	0.5529	26.9643	675	0.1197	5.8387
370	0.0000	0.0000	525	0.5664	27.6224	680	0.1035	5.0463
375	0.0000	0.0000	530	0.5752	28.0508	685	0.0895	4.3668
380	0.0000	0.0000	535	0.5818	28.3720	690	0.0773	3.7701
385	0.0000	0.0000	540	0.5862	28.5873	695	0.0669	3.2606
390	0.0008	0.0397	545	0.5902	28.7841	700	0.0575	2.8025
395	0.0016	0.0758	550	0.5934	28.9384	705	0.0487	2.3738
400	0.0023	0.1137	555	0.5938	28.9574	710	0.0436	2.1285
405	0.0074	0.3633	560	0.5964	29.0841	715	0.0366	1.7836
410	0.0214	1.0457	565	0.5974	29.1353	720	0.0314	1.5315
415	0.0486	2.3695	570	0.5955	29.0445	725	0.0279	1.3585
420	0.0903	4.4041	575	0.5919	28.8668	730	0.0231	1.1277
425	0.1529	7.4560	580	0.5853	28.5454	735	0.0199	0.9698
430	0.2465	12.0212	585	0.5760	28.0896	740	0.0155	0.7558
435	0.3817	18.6176	590	0.5634	27.4780	745	0.0143	0.6987
440	0.5599	27.3074	595	0.5478	26.7139	750	0.0129	0.6314
445	0.7711	37.6040	600	0.5303	25.8621	755	0.0104	0.5088
450	0.9437	46.0218	605	0.5064	24.6978	760	0.0085	0.4132
455	1.0000	48.7696	610	0.4785	23.3365	765	0.0096	0.4705
460	0.9156	44.6548	615	0.4502	21.9554	770	0.0082	0.3981
465	0.7486	36.5101	620	0.4178	20.3736	775	0.0063	0.3086
470	0.6001	29.2650	625	0.3862	18.8332	780	0.0026	0.1268
475	0.4903	23.9141	630	0.3540	17.2665	785	0.0053	0.2586
480	0.4208	20.5236	635	0.3208	15.6437	790	0.0039	0.1880
485	0.3913	19.0842	640	0.2883	14.0612	795	0.0007	0.0340
490	0.3964	19.3343	645	0.2596	12.6599	800	0.0031	0.1489
495	0.4192	20.4452	650	0.2304	11.2382			
500	0.4494	21.9181	655	0.2038	9.9383			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.4°C, Ta:22.7°C,<65%  
Approver:

**MARCA C.**  
**Muestra 1.**



**Laboratorio de Luminotecnia**  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

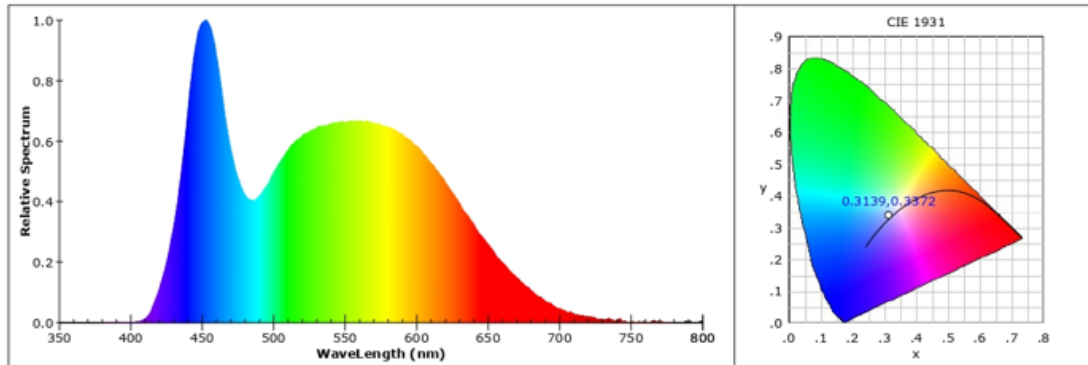
**Lightsource Test Report**

**Report No:** 1

**Test Time:** 2023-03-02 21:19:34

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA C

Type: LED 7W  
Number: 12  
Submitter: UCACUE



**CIE Colorimetric Parameters**

CIE(x,y): 0.3139,0.3372      CIE(u,v): 0.1956,0.3152      CIE(u',v'): 0.1956,0.4728  
 CCT: 6388 K (Duv=0.006772)      Dominant Wavelength: 494.3 nm      Color Purity: 0.063  
 Peak Wavelength: 452.3 nm      Half Width: 38.1 nm      Color Ratio: R:0.132, G:0.809, B:0.058

Color Render Index: Ra:83.1 , avgR(1~14):75.9 , avgR(1~15):75.8  
 R1: 80    R2: 88    R3: 93    R4: 82    R5: 81    R6: 84    R7: 88    R8: 68  
 R9: 2    R10: 71    R11: 81    R12: 64    R13: 82    R14: 96    R15: 75

Color Quality Scale: Qa:82.5 , Qf:82.9 , Qp:81.7 , Qg:90.4 ,  
 Q1: 83    Q2: 99    Q3: 82    Q4: 77    Q5: 81    Q6: 82    Q7: 85    Q8: 90  
 Q9: 97    Q10: 89    Q11: 85    Q12: 84    Q13: 83    Q14: 70    Q15: 75

TM-30-18: Rf:84 , Rg:94      Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:85.6 , GAI\_BB\_8:88.2 , GAI\_BB\_15:92.7

**Photometric Parameters**

Luminous Flux: 582.74 lm      Radiant Power: 1.856 W      Efficiency: 89.51 lm/W  
 Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015 η<sub>TM</sub>:89.51lm/W)      S/P: 2.253

Pupil Flux: 1098.00 Plm (Kp=1.884)      Pupil Lumens per Watt: 168.66 Plm/W  
 Cirtopic Flux: 2674.92 lm      Mesopic Flux (CIE R.): 803.86 lm (Lp=0.100)  
 Mesopic Flux (USP): 958.54 lm (Lp=0.100)      Mesopic Flux (MOVE): 841.03 lm (Lp=0.100)

**Electric Parameters**

Voltage: 110.900 V      Current: 0.0910 A      Power: 6.510 W  
 Power Factor: 0.6480      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 738 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 48367  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.3°C, Ta:22.6°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 21:19:34

Category: LED

Type: LED 7W

Spec: LED Residencial

Number: 12

Manufacturer: MARCA C

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.5396	7.1716	660	0.2005	2.6644
355	0.0000	0.0000	510	0.5746	7.6367	665	0.1726	2.2939
360	0.0000	0.0000	515	0.6029	8.0129	670	0.1479	1.9654
365	0.0000	0.0000	520	0.6220	8.2665	675	0.1258	1.6716
370	0.0000	0.0000	525	0.6375	8.4731	680	0.1050	1.3951
375	0.0000	0.0000	530	0.6495	8.6327	685	0.0861	1.1450
380	0.0000	0.0000	535	0.6544	8.6977	690	0.0693	0.9209
385	0.0000	0.0000	540	0.6618	8.7965	695	0.0565	0.7503
390	0.0020	0.0264	545	0.6667	8.8615	700	0.0458	0.6083
395	0.0010	0.0128	550	0.6667	8.8617	705	0.0339	0.4501
400	0.0000	0.0000	555	0.6698	8.9021	710	0.0261	0.3468
405	0.0022	0.0290	560	0.6710	8.9182	715	0.0240	0.3195
410	0.0141	0.1878	565	0.6716	8.9261	720	0.0192	0.2557
415	0.0503	0.6688	570	0.6633	8.8157	725	0.0128	0.1698
420	0.1138	1.5127	575	0.6565	8.7259	730	0.0109	0.1447
425	0.2015	2.6778	580	0.6489	8.6248	735	0.0104	0.1385
430	0.3215	4.2727	585	0.6384	8.4852	740	0.0042	0.0555
435	0.4871	6.4746	590	0.6270	8.3339	745	0.0051	0.0683
440	0.7108	9.4476	595	0.6083	8.0856	750	0.0025	0.0338
445	0.9137	12.1435	600	0.5877	7.8115	755	0.0034	0.0452
450	1.0000	13.2911	605	0.5605	7.4503	760	0.0000	0.0000
455	0.9910	13.1720	610	0.5299	7.0434	765	0.0061	0.0805
460	0.8890	11.8163	615	0.5018	6.6689	770	0.0019	0.0259
465	0.7206	9.5782	620	0.4653	6.1844	775	0.0001	0.0009
470	0.5757	7.6511	625	0.4315	5.7348	780	0.0000	0.0000
475	0.4813	6.3971	630	0.3956	5.2582	785	0.0000	0.0000
480	0.4237	5.6309	635	0.3605	4.7911	790	0.0018	0.0235
485	0.4062	5.3986	640	0.3258	4.3301	795	0.0000	0.0000
490	0.4229	5.6207	645	0.2900	3.8543	800	0.0000	0.0000
495	0.4557	6.0564	650	0.2600	3.4561			
500	0.5012	6.6609	655	0.2261	3.0045			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.3°C, Ta:22.6°C,<65%  
Approver:

## Muestra 2.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

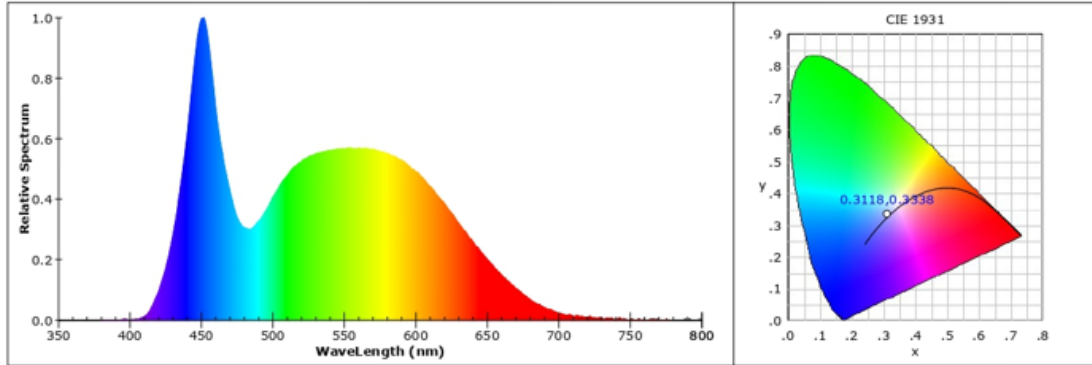
### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 21:42:11

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA C

Type: LED 9W  
Number: 13  
Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3118,0.3338      CIE(u,v): 0.1955,0.3138      CIE(u',v'): 0.1955,0.4707  
CCT: 6516 K (Duv=0.006042)      Dominant Wavelength: 502.2 nm      Color Purity: 0.072  
Peak Wavelength: 450.8 nm      Half Width: 29.8 nm      Color Ratio: R:0.129, G:0.815, B:0.056

Color Render Index: Ra:81.4 , avgR(1~14):73.5 , avgR(1~15):73.4

R1: 79    R2: 86    R3: 91    R4: 81    R5: 80    R6: 81    R7: 87    R8: 67  
R9: -5    R10: 66    R11: 80    R12: 61    R13: 80    R14: 95    R15: 73

Color Quality Scale: Qa:80.7 , Qf:80.9 , Qp:80.7 , Qg:90.3 ,

Q1: 83    Q2: 98    Q3: 79    Q4: 74    Q5: 79    Q6: 81    Q7: 85    Q8: 89  
Q9: 97    Q10: 86    Q11: 82    Q12: 81    Q13: 81    Q14: 67    Q15: 74

TM-30-18: Rf:83 , Rg:94

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:86.3 , GAI\_BB\_8:88.4 , GAI\_BB\_15:93.0

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 735.22 lm      Radiant Power: 2.318 W      Efficiency: 87.42 lm/W  
Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :87.42lm/W)      S/P: 2.234

Pupil Flux: 1376.24 Plm (Kp=1.872)

Pupil Lumens per Watt: 163.64 Plm/W

Cirtopic Flux: 3330.68 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1010.40 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1203.68 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1056.68 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 111.000 V

Current: 0.1120 A

Power: 8.410 W

Power Factor: 0.6780

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 508 ms

Peak of Signal: 49281

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.2°C, Ta:22.6°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 21:42:11

Category: LED

Type: LED 9W

Spec: LED Residencial

Number: 13

Manufacturer: MARCA C

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4485	8.9366	660	0.1507	3.0021
355	0.0000	0.0000	510	0.4805	9.5755	665	0.1261	2.5135
360	0.0000	0.0000	515	0.5090	10.1434	670	0.1035	2.0615
365	0.0000	0.0000	520	0.5265	10.4909	675	0.0849	1.6911
370	0.0000	0.0000	525	0.5423	10.8066	680	0.0665	1.3253
375	0.0000	0.0000	530	0.5521	11.0023	685	0.0530	1.0552
380	0.0000	0.0000	535	0.5582	11.1224	690	0.0411	0.8191
385	0.0000	0.0000	540	0.5612	11.1831	695	0.0318	0.6334
390	0.0015	0.0290	545	0.5669	11.2961	700	0.0237	0.4727
395	0.0026	0.0521	550	0.5684	11.3254	705	0.0164	0.3277
400	0.0012	0.0239	555	0.5691	11.3402	710	0.0136	0.2719
405	0.0030	0.0589	560	0.5702	11.3615	715	0.0127	0.2538
410	0.0131	0.2605	565	0.5691	11.3409	720	0.0105	0.2097
415	0.0439	0.8745	570	0.5663	11.2838	725	0.0089	0.1768
420	0.0966	1.9258	575	0.5576	11.1100	730	0.0059	0.1178
425	0.1751	3.4884	580	0.5516	10.9904	735	0.0052	0.1029
430	0.2840	5.6592	585	0.5419	10.7977	740	0.0020	0.0401
435	0.4336	8.6410	590	0.5291	10.5434	745	0.0054	0.1077
440	0.6209	12.3723	595	0.5112	10.1860	750	0.0042	0.0828
445	0.8523	16.9828	600	0.4907	9.7771	755	0.0047	0.0937
450	1.0000	19.9263	605	0.4695	9.3553	760	0.0000	0.0005
455	0.9242	18.4160	610	0.4423	8.8124	765	0.0042	0.0840
460	0.7077	14.1026	615	0.4137	8.2432	770	0.0006	0.0126
465	0.5445	10.8507	620	0.3858	7.6876	775	0.0037	0.0732
470	0.4273	8.5154	625	0.3544	7.0627	780	0.0000	0.0000
475	0.3409	6.7932	630	0.3202	6.3813	785	0.0004	0.0085
480	0.3058	6.0933	635	0.2915	5.8084	790	0.0012	0.0235
485	0.3044	6.0647	640	0.2594	5.1693	795	0.0000	0.0000
490	0.3286	6.5470	645	0.2282	4.5472	800	0.0000	0.0000
495	0.3645	7.2622	650	0.2018	4.0210			
500	0.4085	8.1402	655	0.1738	3.4637			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.2°C, Ta:22.6°C, <65%  
Approver:

### Muestra 3.



## Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 21:58:38

Category: LED

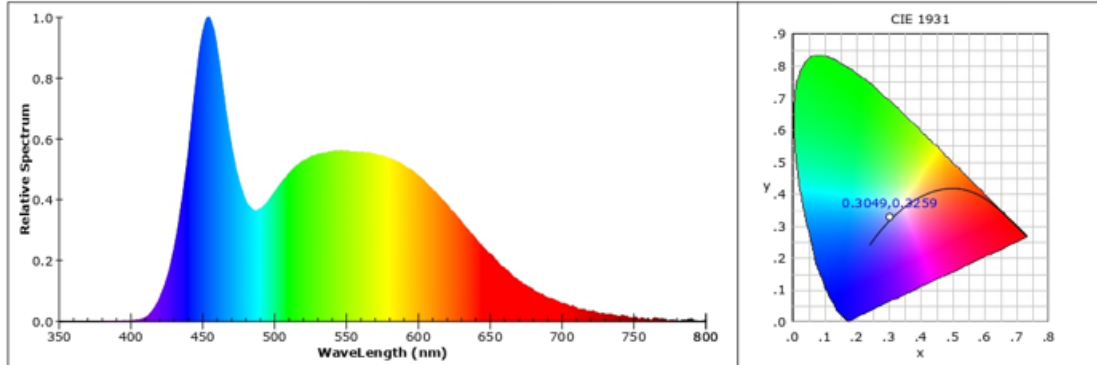
Type: 12W

Spec: LED Residencial

Number: 14

Manufacturer: MARCA C

Submitter: UCACUE



### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3049,0.3259

CIE(u,v): 0.1935,0.3103

CIE(u',v'): 0.1935,0.4655

CCT: 6978 K (Duv=0.005626)

Dominant Wavelength: 488.3 nm

Color Purity: 0.102

Peak Wavelength: 453.6 nm

Half Width: 34.9 nm

Color Ratio: R:0.130, G:0.806, B:0.064

Color Render Index: Ra:84.7, avgR(1~14):78.0, avgR(1~15):78.0

R1: 83

R2: 90

R3: 94

R4: 82

R5: 83

R6: 85

R7: 89

R8: 72

R9: 13

R10: 76

R11: 81

R12: 63

R13: 85

R14: 97

R15: 78

Color Quality Scale: Qa:83.1, Qf:83.4, Qp:82.4, Qg:90.7,

Q1: 84

Q2: 98

Q3: 83

Q4: 75

Q5: 80

Q6: 81

Q7: 86

Q8: 90

Q9: 97

Q10: 90

Q11: 85

Q12: 85

Q13: 84

Q14: 73

Q15: 78

TM-30-18: Rf:84, Rg:93

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:88.5, GAI\_BB\_8:89.0, GAI\_BB\_15:93.7

### Photometric Parameters

Luminous Flux: 782.27 lm

Radiant Power: 2.590 W

Efficiency: 74.57 lm/W

Energy Efficiency Class:G (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :74.57lm/W)

S/P: 2.370

Pupil Flux: 1533.64 Plm (Kp=1.960)

Pupil Lumens per Watt: 146.20 Plm/W

Cirtopic Flux: 3840.53 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1103.99 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1323.60 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1158.01 lm (Lp=0.100)

### Electric Parameters

Voltage: 111.200 V

Current: 0.1020 A

Power: 10.490 W

Power Factor: 0.9240

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 508 ms

Peak of Signal: 52475

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.1°C, Ta:22.5°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 21:58:38

Category: LED

Type: 12W

Spec: LED Residencial

Number: 14

Manufacturer: MARCA C

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4599	9.7523	660	0.1749	3.7082
355	0.0000	0.0000	510	0.4883	10.3548	665	0.1511	3.2047
360	0.0000	0.0000	515	0.5134	10.8865	670	0.1319	2.7977
365	0.0000	0.0000	520	0.5312	11.2652	675	0.1168	2.4764
370	0.0000	0.0000	525	0.5444	11.5440	680	0.1034	2.1922
375	0.0000	0.0000	530	0.5527	11.7212	685	0.0889	1.8843
380	0.0000	0.0000	535	0.5554	11.7782	690	0.0764	1.6209
385	0.0000	0.0000	540	0.5610	11.8969	695	0.0678	1.4387
390	0.0013	0.0266	545	0.5628	11.9338	700	0.0591	1.2530
395	0.0016	0.0337	550	0.5629	11.9374	705	0.0492	1.0443
400	0.0013	0.0274	555	0.5597	11.8684	710	0.0445	0.9435
405	0.0045	0.0958	560	0.5586	11.8450	715	0.0405	0.8585
410	0.0133	0.2822	565	0.5578	11.8290	720	0.0332	0.7041
415	0.0362	0.7677	570	0.5509	11.6825	725	0.0269	0.5694
420	0.0777	1.6482	575	0.5458	11.5738	730	0.0224	0.4749
425	0.1439	3.0510	580	0.5375	11.3988	735	0.0205	0.4349
430	0.2422	5.1352	585	0.5273	11.1826	740	0.0153	0.3249
435	0.3842	8.1468	590	0.5133	10.8841	745	0.0179	0.3792
440	0.5658	11.9977	595	0.4987	10.5758	750	0.0136	0.2877
445	0.7882	16.7144	600	0.4805	10.1901	755	0.0120	0.2540
450	0.9599	20.3560	605	0.4584	9.7212	760	0.0060	0.1271
455	1.0000	21.2060	610	0.4338	9.1986	765	0.0098	0.2083
460	0.9036	19.1621	615	0.4103	8.7015	770	0.0033	0.0693
465	0.7341	15.5679	620	0.3849	8.1624	775	0.0041	0.0879
470	0.5787	12.2719	625	0.3580	7.5926	780	0.0020	0.0417
475	0.4685	9.9339	630	0.3281	6.9578	785	0.0045	0.0964
480	0.3973	8.4257	635	0.2999	6.3606	790	0.0048	0.1011
485	0.3670	7.7834	640	0.2726	5.7800	795	0.0000	0.0000
490	0.3725	7.8999	645	0.2452	5.2000	800	0.0006	0.0122
495	0.3941	8.3567	650	0.2211	4.6884			
500	0.4273	9.0605	655	0.1973	4.1840			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.1°C, Ta:22.5°C,<65%  
Approver:

**MARCA D.**  
**Muestra 1.**



**Laboratorio de Luminotecnia**  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

**Lightsource Test Report**

**Report No:** 1

**Test Time:** 2023-03-02 19:06:19

Category: LED

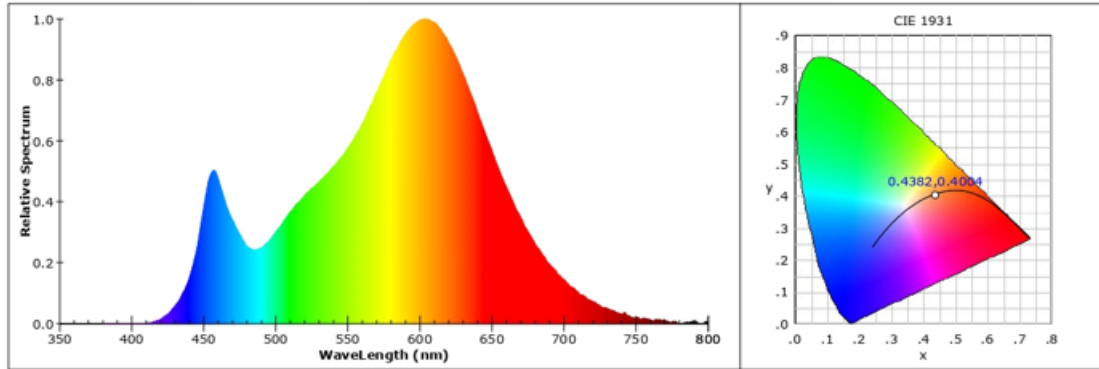
Type: LED 8W

Spec: LED Residencial

Number: 6

Manufacturer: MARCA D

Submitter: UCACUE



**CIE Colorimetric Parameters**

CIE(x,y): 0.4382,0.4004

CIE(u,v): 0.2530,0.3467

CIE(u',v'): 0.2530,0.5201

CCT: 2949 K (Duv=-0.001648 )

Dominant Wavelength: 583.6 nm

Color Purity: 0.517

Peak Wavelength: 602.9 nm

Half Width: 118.2 nm

Color Ratio: R:0.233, G:0.738, B:0.029

Color Render Index: Ra:81.9 , avgR(1~14):76.9 , avgR(1~15):76.7

R1: 81	R2: 93	R3: 93	R4: 78	R5: 82	R6: 92	R7: 80	R8: 56
R9: 5	R10: 85	R11: 77	R12: 74	R13: 84	R14: 97	R15: 74	

Color Quality Scale: Qa:81.7 , Qf:82.0 , Qp:82.8 , Qg:90.0 ,

Q1: 78	Q2: 94	Q3: 84	Q4: 78	Q5: 80	Q6: 82	Q7: 83	Q8: 85
Q9: 94	Q10: 91	Q11: 86	Q12: 82	Q13: 81	Q14: 71	Q15: 74	

TM-30-18: Rf:84 , Rg:93

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:53.4 , GAI\_BB\_8:95.4 , GAI\_BB\_15:103.7

**Photometric Parameters**

Luminous Flux: 887.54 lm

Radiant Power: 2.697 W

Efficiency: 106.16 lm/W

Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :106.16lm/W)

S/P: 1.359

Pupil Flux: 1127.27 Plm (Kp=1.270)

Pupil Lumens per Watt: 134.84 Plm/W

Cirtopic Flux: 2243.20 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 992.26 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1081.95 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1010.32 lm (Lp=0.100)

**Electric Parameters**

Voltage: 110.800 V

Current: 0.0780 A

Power: 8.360 W

Power Factor: 0.9720

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 701 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 48185  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.8°C, Ta:22.8°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 19:06:19

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA D

Type: LED 8W  
Number: 6  
Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3339	6.2023	660	0.4501	8.3624
355	0.0000	0.0000	510	0.3673	6.8230	665	0.3953	7.3436
360	0.0000	0.0000	515	0.3962	7.3611	670	0.3468	6.4422
365	0.0000	0.0000	520	0.4227	7.8526	675	0.3011	5.5943
370	0.0000	0.0000	525	0.4459	8.2845	680	0.2603	4.8355
375	0.0000	0.0000	530	0.4667	8.6694	685	0.2271	4.2198
380	0.0000	0.0000	535	0.4911	9.1240	690	0.1943	3.6106
385	0.0000	0.0000	540	0.5174	9.6129	695	0.1664	3.0918
390	0.0016	0.0297	545	0.5453	10.1301	700	0.1427	2.6511
395	0.0006	0.0111	550	0.5775	10.7293	705	0.1199	2.2280
400	0.0000	0.0000	555	0.6153	11.4305	710	0.1006	1.8694
405	0.0008	0.0155	560	0.6576	12.2166	715	0.0869	1.6140
410	0.0019	0.0361	565	0.7089	13.1700	720	0.0714	1.3264
415	0.0065	0.1216	570	0.7614	14.1451	725	0.0589	1.0941
420	0.0144	0.2672	575	0.8148	15.1364	730	0.0497	0.9233
425	0.0316	0.5874	580	0.8674	16.1149	735	0.0392	0.7283
430	0.0594	1.1037	585	0.9111	16.9269	740	0.0300	0.5567
435	0.0965	1.7934	590	0.9515	17.6762	745	0.0272	0.5053
440	0.1526	2.8349	595	0.9813	18.2311	750	0.0203	0.3768
445	0.2449	4.5502	600	0.9985	18.5497	755	0.0181	0.3354
450	0.3858	7.1677	605	1.0000	18.5780	760	0.0107	0.1992
455	0.4943	9.1828	610	0.9881	18.3570	765	0.0117	0.2175
460	0.4781	8.8812	615	0.9634	17.8973	770	0.0085	0.1578
465	0.3984	7.4014	620	0.9225	17.1383	775	0.0071	0.1328
470	0.3393	6.3030	625	0.8764	16.2823	780	0.0016	0.0288
475	0.2928	5.4401	630	0.8193	15.2205	785	0.0050	0.0931
480	0.2549	4.7351	635	0.7590	14.1010	790	0.0078	0.1448
485	0.2416	4.4888	640	0.6948	12.9078	795	0.0009	0.0158
490	0.2512	4.6669	645	0.6298	11.6996	800	0.0024	0.0441
495	0.2715	5.0433	650	0.5681	10.5549			
500	0.3028	5.6254	655	0.5047	9.3756			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.8°C, Ta:22.8°C,<65%  
Approver:

## Muestra 2.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 18:46:36

Category: LED

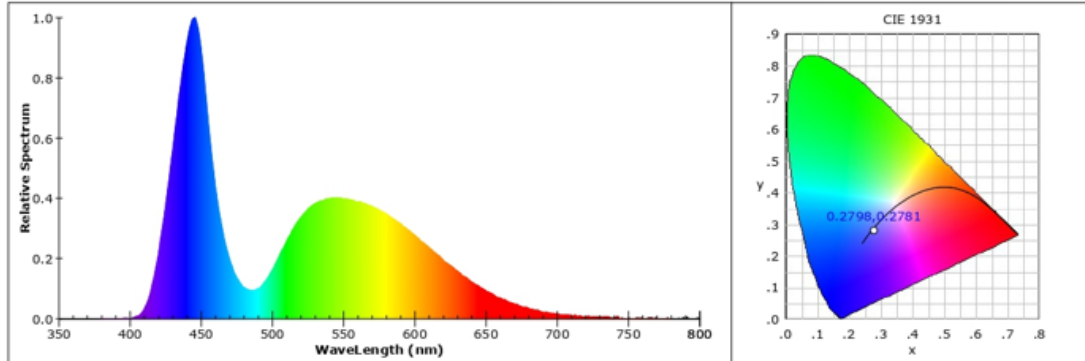
Type: LED 9W

Spec: LED Residencial

Number: 5

Manufacturer: MARCA D

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.2798,0.2781

CIE(u,v): 0.1937,0.2888

CIE(u',v'): 0.1937,0.4332

CCT: 10800 K (Duv=-0.004959)

Dominant Wavelength: 476.4 nm

Color Purity: 0.234

Peak Wavelength: 444.9 nm

Half Width: 30.2 nm

Color Ratio: R:0.107, G:0.846, B:0.048

Color Render Index: Ra:71.0, avgR(1~14):60.9, avgR(1~15):61.6

R1: 74

R2: 71

R3: 64

R4: 75

R5: 76

R6: 63

R7: 76

R8: 68

R9: -15

R10: 27

R11: 78

R12: 45

R13: 72

R14: 79

R15: 72

Color Quality Scale: Qa:68.3, Qf:64.7, Qp:77.4, Qg:90.9,

Q1: 86

Q2: 89

Q3: 61

Q4: 51

Q5: 67

Q6: 76

Q7: 82

Q8: 91

Q9: 81

Q10: 63

Q11: 56

Q12: 59

Q13: 66

Q14: 61

Q15: 73

TM-30-18: Rf:67, Rg:95

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:95.6, GAI\_BB\_8:90.3, GAI\_BB\_15:93.7

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 594.82 lm

Radiant Power: 2.090 W

Efficiency: 72.54 lm/W

Energy Efficiency Class:G (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :72.54lm/W)

S/P: 2.332

Pupil Flux: 1151.30 Plm (Kp=1.936)

Pupil Lumens per Watt: 140.40 Plm/W

Cirtpic Flux: 2810.60 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 833.26 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 997.34 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 873.31 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 111.000 V

Current: 0.1180 A

Power: 8.200 W

Power Factor: 0.6240

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 400 ms

Peak of Signal: 48121

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.9°C, Ta:22.7°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 18:46:36

Category: LED

Type: LED 9W

Spec: LED Residencial

Number: 5

Manufacturer: MARCA D

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.2130	5.4488	660	0.0680	1.7404
355	0.0000	0.0000	510	0.2611	6.6805	665	0.0567	1.4503
360	0.0000	0.0000	515	0.3054	7.8130	670	0.0476	1.2174
365	0.0000	0.0000	520	0.3388	8.6687	675	0.0392	1.0033
370	0.0000	0.0000	525	0.3656	9.3542	680	0.0336	0.8593
375	0.0000	0.0000	530	0.3839	9.8232	685	0.0284	0.7258
380	0.0000	0.0000	535	0.3930	10.0565	690	0.0213	0.5444
385	0.0000	0.0000	540	0.3999	10.2314	695	0.0185	0.4740
390	0.0011	0.0269	545	0.4024	10.2959	700	0.0160	0.4099
395	0.0016	0.0419	550	0.3974	10.1690	705	0.0130	0.3330
400	0.0012	0.0319	555	0.3951	10.1089	710	0.0106	0.2717
405	0.0095	0.2418	560	0.3887	9.9442	715	0.0097	0.2490
410	0.0353	0.9023	565	0.3829	9.7975	720	0.0065	0.1669
415	0.1056	2.7014	570	0.3718	9.5138	725	0.0077	0.1962
420	0.2240	5.7323	575	0.3601	9.2145	730	0.0077	0.1974
425	0.3867	9.8934	580	0.3473	8.8869	735	0.0070	0.1798
430	0.5704	14.5956	585	0.3304	8.4546	740	0.0010	0.0266
435	0.7634	19.5314	590	0.3147	8.0520	745	0.0031	0.0798
440	0.9250	23.6677	595	0.2959	7.5722	750	0.0025	0.0640
445	1.0000	25.5863	600	0.2760	7.0628	755	0.0027	0.0678
450	0.8911	22.7987	605	0.2544	6.5079	760	0.0000	0.0000
455	0.6535	16.7217	610	0.2348	6.0085	765	0.0034	0.0883
460	0.4382	11.2126	615	0.2169	5.5489	770	0.0000	0.0000
465	0.2936	7.5111	620	0.1939	4.9613	775	0.0000	0.0000
470	0.1958	5.0101	625	0.1762	4.5085	780	0.0000	0.0000
475	0.1353	3.4622	630	0.1562	3.9968	785	0.0024	0.0618
480	0.1031	2.6390	635	0.1387	3.5495	790	0.0027	0.0689
485	0.0946	2.4194	640	0.1208	3.0920	795	0.0000	0.0000
490	0.1019	2.6066	645	0.1071	2.7404	800	0.0000	0.0000
495	0.1269	3.2464	650	0.0914	2.3373			
500	0.1655	4.2354	655	0.0795	2.0342			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.9°C, Ta:22.7°C, <65%  
Approver:

### Muestra 3.



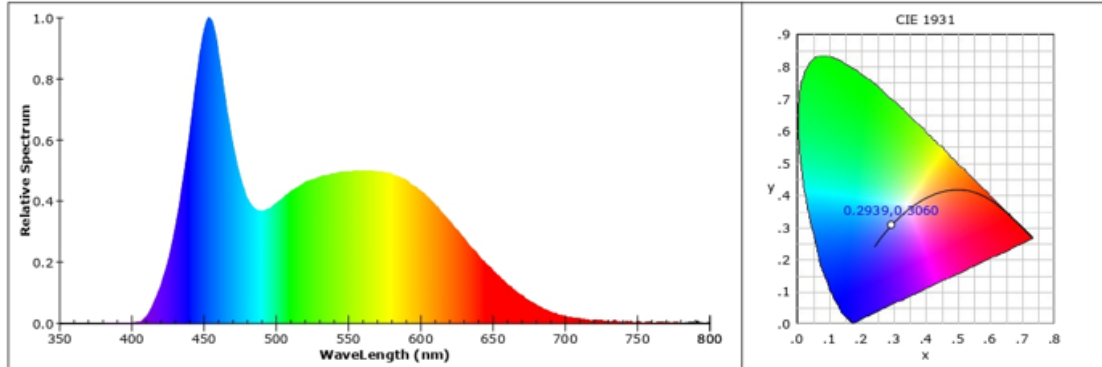
## Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 19:30:10

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA D

Type: LED 20W  
Number: 7  
Submitter: UCACUE



### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.2939,0.3060      CIE(u,v): 0.1932,0.3018      CIE(u',v'): 0.1932,0.4527  
CCT: 8072 K (Duv=0.001378 )      Dominant Wavelength: 482.2 nm      Color Purity: 0.157  
Peak Wavelength: 453.4 nm      Half Width: 37.5 nm      Color Ratio: R:0.126, G:0.802, B:0.072

Color Render Index: Ra:85.4 , avgR(1~14):79.0 , avgR(1~15):79.1

R1: 84    R2: 91    R3: 93    R4: 84    R5: 84    R6: 86    R7: 89    R8: 73  
R9: 14    R10: 77    R11: 83    R12: 65    R13: 87    R14: 97    R15: 81

Color Quality Scale: Qa:82.0 , Qf:82.0 , Qp:82.1 , Qg:90.9 ,

Q1: 85    Q2: 99    Q3: 82    Q4: 73    Q5: 78    Q6: 81    Q7: 86    Q8: 91  
Q9: 97    Q10: 88    Q11: 83    Q12: 81    Q13: 81    Q14: 72    Q15: 77

TM-30-18: Rf:84 , Rg:93

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:92.8 , GAI\_BB\_8:90.6 , GAI\_BB\_15:94.2

### Photometric Parameters

Luminous Flux: 1035.60 lm      Radiant Power: 3.520 W      Efficiency: 61.64 lm/W  
Energy Efficiency Class:G (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :61.64lm/W)      S/P: 2.500

Pupil Flux: 2116.67 Plm (Kp=2.044)

Pupil Lumens per Watt: 125.99 Plm/W

Cirtpic Flux: 5457.96 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1497.37 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1804.30 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1574.82 lm (Lp=0.100)

### Electric Parameters

Voltage: 110.900 V  
Power Factor: 0.6010

Current: 0.2520 A  
Frequency: 60.00 Hz

Power: 16.800 W

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 320 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 47951  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.6°C, Ta:22.8°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-02 19:30:10

Category: LED

Type: LED 20W

Spec: LED Residencial

Number: 7

Manufacturer: MARCA D

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4133	12.9173	660	0.1273	3.9796
355	0.0000	0.0000	510	0.4340	13.5624	665	0.1065	3.3269
360	0.0000	0.0000	515	0.4488	14.0243	670	0.0906	2.8312
365	0.0000	0.0000	520	0.4654	14.5427	675	0.0726	2.2702
370	0.0000	0.0000	525	0.4728	14.7748	680	0.0583	1.8211
375	0.0000	0.0000	530	0.4824	15.0748	685	0.0456	1.4253
380	0.0000	0.0000	535	0.4876	15.2369	690	0.0359	1.1214
385	0.0000	0.0000	540	0.4925	15.3915	695	0.0275	0.8602
390	0.0007	0.0212	545	0.4977	15.5531	700	0.0227	0.7108
395	0.0007	0.0226	550	0.4995	15.6094	705	0.0171	0.5346
400	0.0006	0.0176	555	0.5025	15.7039	710	0.0148	0.4634
405	0.0042	0.1326	560	0.5020	15.6866	715	0.0117	0.3643
410	0.0228	0.7112	565	0.5027	15.7098	720	0.0101	0.3165
415	0.0667	2.0848	570	0.4991	15.5979	725	0.0096	0.3006
420	0.1252	3.9140	575	0.4961	15.5041	730	0.0051	0.1600
425	0.2064	6.4498	580	0.4898	15.3080	735	0.0062	0.1936
430	0.3139	9.8101	585	0.4808	15.0258	740	0.0024	0.0753
435	0.4579	14.3095	590	0.4695	14.6707	745	0.0066	0.2053
440	0.6260	19.5634	595	0.4509	14.0915	750	0.0067	0.2082
445	0.8170	25.5328	600	0.4336	13.5517	755	0.0028	0.0885
450	0.9676	30.2380	605	0.4124	12.8870	760	0.0013	0.0393
455	1.0000	31.2507	610	0.3891	12.1583	765	0.0047	0.1454
460	0.8895	27.7973	615	0.3627	11.3331	770	0.0000	0.0005
465	0.7263	22.6974	620	0.3355	10.4861	775	0.0030	0.0948
470	0.5862	18.3181	625	0.3060	9.5623	780	0.0000	0.0000
475	0.4814	15.0436	630	0.2799	8.7466	785	0.0028	0.0882
480	0.4102	12.8203	635	0.2489	7.7793	790	0.0023	0.0710
485	0.3764	11.7618	640	0.2223	6.9469	795	0.0006	0.0187
490	0.3704	11.5748	645	0.1959	6.1212	800	0.0003	0.0090
495	0.3770	11.7808	650	0.1730	5.4049			
500	0.3963	12.3848	655	0.1504	4.7010			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:21.6°C, Ta:22.8°C, <65%  
Approver:

MARCA E.

Muestra 1.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

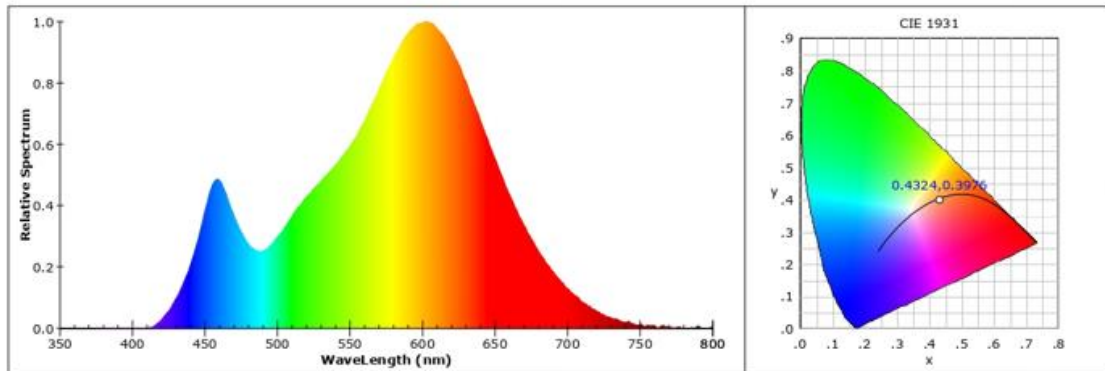
### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 20:26:35

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA E

Type: 9W  
Number: 28  
Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.4324,0.3976      CIE(u,v): 0.2504,0.3454      CIE(u',v'): 0.2504,0.5181  
CCT: 3024 K (Duv=-0.001979)      Dominant Wavelength: 583.5 nm      Color Purity: 0.491  
Peak Wavelength: 602.1 nm      Half Width: 120.3 nm      Color Ratio: R:0.227, G:0.743, B:0.030

Color Render Index: Ra:81.2, avgR(1~14):76.0, avgR(1~15):75.8

R1: 80	R2: 93	R3: 93	R4: 77	R5: 81	R6: 91	R7: 80	R8: 55
R9: 2	R10: 83	R11: 75	R12: 74	R13: 83	R14: 97	R15: 73	

Color Quality Scale: Qa:80.9, Qf:81.2, Qp:82.0, Qg:90.2,

Q1: 77	Q2: 94	Q3: 83	Q4: 77	Q5: 80	Q6: 81	Q7: 82	Q8: 85
Q9: 95	Q10: 90	Q11: 85	Q12: 81	Q13: 80	Q14: 70	Q15: 73	

TM-30-18: Rf:83, Rg:94

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:55.6, GAI\_BB\_8:95.8, GAI\_BB\_15:103.3

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 770.51 lm      Radiant Power: 2.318 W      Efficiency: 73.24 lm/W  
Energy Efficiency Class:G (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :73.24lm/W)      S/P: 1.379

Pupil Flux: 989.73 Plm (Kp=1.285)

Pupil Lumens per Watt: 94.08 Plm/W

Cirtpopic Flux: 1981.29 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 866.24 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 947.82 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 882.73 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 110.800 V      Current: 0.1530 A      Power: 10.520 W  
Power Factor: 0.6190      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 829 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 48754  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.8°C, Ta:21.1°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 20:26:35

Category: LED

Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 28

Manufacturer: MARCA E

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3310	5.2512	660	0.4375	6.9398
355	0.0000	0.0000	510	0.3663	5.8097	665	0.3840	6.0907
360	0.0000	0.0000	515	0.3999	6.3436	670	0.3351	5.3150
365	0.0000	0.0000	520	0.4310	6.8374	675	0.2923	4.6364
370	0.0000	0.0000	525	0.4585	7.2727	680	0.2514	3.9886
375	0.0000	0.0000	530	0.4829	7.6606	685	0.2147	3.4052
380	0.0000	0.0000	535	0.5081	8.0595	690	0.1847	2.9297
385	0.0000	0.0000	540	0.5337	8.4654	695	0.1548	2.4551
390	0.0007	0.0108	545	0.5652	8.9656	700	0.1290	2.0461
395	0.0007	0.0105	550	0.5973	9.4743	705	0.1057	1.6764
400	0.0000	0.0000	555	0.6333	10.0463	710	0.0852	1.3512
405	0.0007	0.0117	560	0.6787	10.7664	715	0.0712	1.1295
410	0.0014	0.0227	565	0.7294	11.5697	720	0.0551	0.8739
415	0.0087	0.1386	570	0.7826	12.4138	725	0.0440	0.6985
420	0.0278	0.4409	575	0.8361	13.2630	730	0.0330	0.5229
425	0.0576	0.9139	580	0.8861	14.0554	735	0.0253	0.4010
430	0.0976	1.5485	585	0.9285	14.7279	740	0.0165	0.2616
435	0.1469	2.3309	590	0.9660	15.3228	745	0.0151	0.2388
440	0.2081	3.3012	595	0.9912	15.7235	750	0.0144	0.2279
445	0.2881	4.5698	600	1.0000	15.8626	755	0.0104	0.1648
450	0.3852	6.1106	605	0.9992	15.8504	760	0.0052	0.0823
455	0.4673	7.4122	610	0.9810	15.5607	765	0.0086	0.1361
460	0.4834	7.6676	615	0.9523	15.1062	770	0.0014	0.0215
465	0.4329	6.8666	620	0.9093	14.4246	775	0.0025	0.0400
470	0.3679	5.8357	625	0.8619	13.6717	780	0.0001	0.0019
475	0.3149	4.9952	630	0.8061	12.7874	785	0.0024	0.0381
480	0.2755	4.3697	635	0.7430	11.7855	790	0.0035	0.0555
485	0.2533	4.0177	640	0.6782	10.7583	795	0.0000	0.0000
490	0.2535	4.0209	645	0.6166	9.7814	800	0.0012	0.0191
495	0.2710	4.2991	650	0.5541	8.7888			
500	0.2991	4.7448	655	0.4941	7.8371			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.8°C, Ta:21.1°C,<65%  
Approver:

## Muestra 2.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 20:44:04

Category: LED

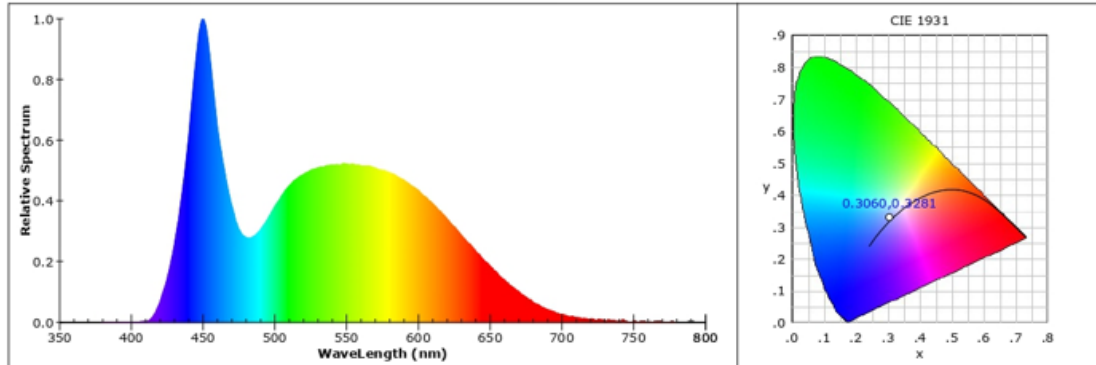
Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 29

Manufacturer: MARCA E

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3060,0.3281

CIE(u,v): 0.1935,0.3112

CIE(u',v'): 0.1935,0.4668

CCT: 6886 K (Duv=0.006138)

Dominant Wavelength: 489.2 nm

Color Purity: 0.096

Peak Wavelength: 449.8 nm

Half Width: 27.7 nm

Color Ratio: R:0.126, G:0.816, B:0.057

Color Render Index: Ra:81.7, avgR(1~14):73.8, avgR(1~15):73.8

R1: 79

R2: 86

R3: 90

R4: 82

R5: 80

R6: 81

R7: 88

R8: 69

R9: -1

R10: 66

R11: 81

R12: 60

R13: 81

R14: 95

R15: 74

Color Quality Scale: Qa:81.1, Qf:81.1, Qp:81.4, Qg:90.7,

Q1: 84

Q2: 98

Q3: 79

Q4: 74

Q5: 80

Q6: 82

Q7: 85

Q8: 90

Q9: 96

Q10: 86

Q11: 82

Q12: 81

Q13: 81

Q14: 69

Q15: 75

TM-30-18: Rf:83, Rg:95

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:87.9, GAI\_BB\_8:88.8, GAI\_BB\_15:93.4

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 870.46 lm

Radiant Power: 2.782 W

Efficiency: 97.37 lm/W

Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :97.37lm/W)

S/P: 2.290

Pupil Flux: 1661.40 Plm (Kp=1.909)

Pupil Lumens per Watt: 185.84 Plm/W

Cirtopic Flux: 4059.48 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1209.64 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1445.05 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1266.63 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 110.800 V

Current: 0.1310 A

Power: 8.940 W

Power Factor: 0.6160

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 387 ms

Peak of Signal: 48339

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:21.0°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 20:44:04

Category: LED

Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 29

Manufacturer: MARCA E

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4194	10.8871	660	0.1383	3.5910
355	0.0000	0.0000	510	0.4499	11.6803	665	0.1165	3.0249
360	0.0000	0.0000	515	0.4733	12.2879	670	0.0988	2.5638
365	0.0000	0.0000	520	0.4886	12.6836	675	0.0810	2.1037
370	0.0000	0.0000	525	0.5018	13.0261	680	0.0645	1.6752
375	0.0000	0.0000	530	0.5092	13.2198	685	0.0525	1.3617
380	0.0001	0.0022	535	0.5160	13.3955	690	0.0416	1.0802
385	0.0000	0.0000	540	0.5181	13.4500	695	0.0318	0.8262
390	0.0001	0.0034	545	0.5175	13.4340	700	0.0264	0.6864
395	0.0000	0.0000	550	0.5215	13.5375	705	0.0185	0.4814
400	0.0004	0.0104	555	0.5195	13.4877	710	0.0156	0.4050
405	0.0014	0.0353	560	0.5149	13.3670	715	0.0130	0.3375
410	0.0034	0.0895	565	0.5150	13.3701	720	0.0118	0.3060
415	0.0210	0.5460	570	0.5076	13.1777	725	0.0098	0.2550
420	0.0704	1.8276	575	0.5006	12.9950	730	0.0055	0.1432
425	0.1483	3.8503	580	0.4918	12.7682	735	0.0057	0.1488
430	0.2597	6.7421	585	0.4794	12.4452	740	0.0037	0.0958
435	0.4156	10.7902	590	0.4688	12.1702	745	0.0026	0.0664
440	0.6213	16.1300	595	0.4494	11.6664	750	0.0053	0.1376
445	0.8736	22.6806	600	0.4331	11.2428	755	0.0041	0.1077
450	1.0000	25.9609	605	0.4124	10.7069	760	0.0002	0.0060
455	0.8674	22.5191	610	0.3911	10.1521	765	0.0026	0.0688
460	0.6477	16.8151	615	0.3659	9.4991	770	0.0000	0.0004
465	0.4983	12.9356	620	0.3406	8.8416	775	0.0001	0.0015
470	0.3847	9.9861	625	0.3137	8.1442	780	0.0000	0.0000
475	0.3061	7.9462	630	0.2871	7.4544	785	0.0002	0.0055
480	0.2780	7.2176	635	0.2604	6.7597	790	0.0021	0.0553
485	0.2825	7.3336	640	0.2345	6.0891	795	0.0000	0.0000
490	0.3068	7.9641	645	0.2084	5.4101	800	0.0000	0.0000
495	0.3431	8.9082	650	0.1855	4.8150			
500	0.3841	9.9720	655	0.1619	4.2023			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:21.0°C,<65%  
Approver:

### Muestra 3.



## Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 21:00:38

Category: LED

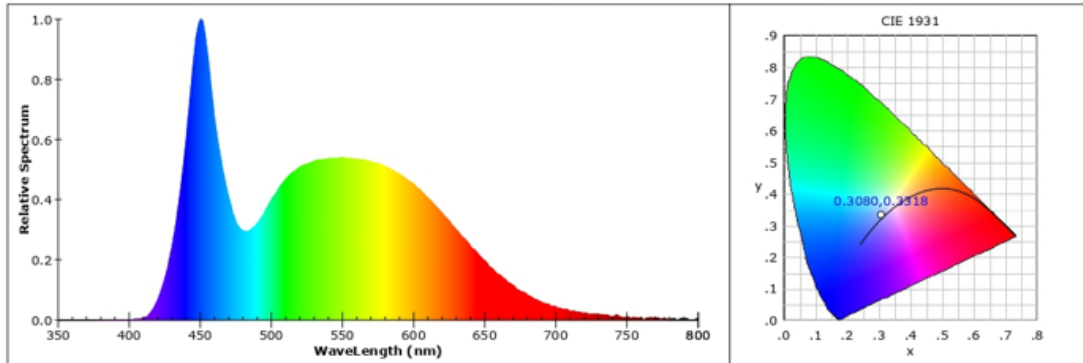
Type: 12W

Spec: LED Residencial

Number: 30

Manufacturer: MARCA E

Submitter: UCACUE



### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3080,0.3318

CIE(u,v): 0.1935,0.3128

CIE(u',v'): 0.1935,0.4691

CCT: 6738 K (Duv=0.007022)

Dominant Wavelength: 501.1 nm

Color Purity: 0.086

Peak Wavelength: 450.3 nm

Half Width: 28.2 nm

Color Ratio: R:0.127, G:0.815, B:0.057

Color Render Index: Ra:82.0, avgR(1~14):74.1, avgR(1~15):74.1

R1: 79

R2: 86

R3: 91

R4: 82

R5: 80

R6: 81

R7: 88

R8: 68

R9: -1

R10: 67

R11: 80

R12: 60

R13: 81

R14: 95

R15: 74

Color Quality Scale: Qa:81.6, Qf:81.8, Qp:81.5, Qg:90.5,

Q1: 84

Q2: 98

Q3: 80

Q4: 75

Q5: 80

Q6: 82

Q7: 85

Q8: 90

Q9: 97

Q10: 87

Q11: 83

Q12: 82

Q13: 82

Q14: 69

Q15: 75

TM-30-18: Rf:83, Rg:94

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:86.9, GAI\_BB\_8:88.2, GAI\_BB\_15:93.0

### Photometric Parameters

Luminous Flux: 1121.73 lm

Radiant Power: 3.603 W

Efficiency: 105.43 lm/W

Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :105.43lm/W)

S/P: 2.281

Pupil Flux: 2134.42 Plm (Kp=1.903)

Pupil Lumens per Watt: 200.60 Plm/W

Cirtopic Flux: 5207.17 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1556.08 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1858.11 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1629.07 lm (Lp=0.100)

### Electric Parameters

Voltage: 111.200 V

Current: 0.1540 A

Power: 10.640 W

Power Factor: 0.6200

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 329 ms

Peak of Signal: 51369

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:21.0°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 21:00:38

Category: LED

Type: 12W

Spec: LED Residencial

Number: 30

Manufacturer: MARCA E

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4371	14.0864	660	0.1496	4.8204
355	0.0000	0.0000	510	0.4692	15.1195	665	0.1318	4.2467
360	0.0000	0.0000	515	0.4929	15.8830	670	0.1140	3.6734
365	0.0000	0.0000	520	0.5097	16.4262	675	0.0954	3.0737
370	0.0000	0.0000	525	0.5187	16.7166	680	0.0823	2.6535
375	0.0000	0.0000	530	0.5290	17.0483	685	0.0687	2.2149
380	0.0000	0.0000	535	0.5330	17.1776	690	0.0575	1.8525
385	0.0000	0.0009	540	0.5372	17.3116	695	0.0506	1.6297
390	0.0013	0.0432	545	0.5380	17.3373	700	0.0428	1.3799
395	0.0008	0.0256	550	0.5398	17.3942	705	0.0357	1.1518
400	0.0002	0.0062	555	0.5378	17.3301	710	0.0303	0.9757
405	0.0024	0.0780	560	0.5344	17.2222	715	0.0259	0.8344
410	0.0078	0.2502	565	0.5333	17.1866	720	0.0235	0.7570
415	0.0257	0.8293	570	0.5267	16.9729	725	0.0200	0.6437
420	0.0688	2.2177	575	0.5205	16.7725	730	0.0187	0.6031
425	0.1404	4.5253	580	0.5087	16.3920	735	0.0168	0.5422
430	0.2451	7.8992	585	0.4974	16.0304	740	0.0112	0.3611
435	0.3961	12.7637	590	0.4844	15.6112	745	0.0112	0.3616
440	0.6021	19.4021	595	0.4690	15.1139	750	0.0108	0.3486
445	0.8571	27.6189	600	0.4531	14.6003	755	0.0083	0.2671
450	1.0000	32.2253	605	0.4301	13.8606	760	0.0050	0.1613
455	0.8920	28.7466	610	0.4064	13.0954	765	0.0065	0.2091
460	0.6763	21.7930	615	0.3820	12.3099	770	0.0061	0.1961
465	0.5216	16.8077	620	0.3552	11.4473	775	0.0052	0.1664
470	0.4083	13.1569	625	0.3299	10.6323	780	0.0022	0.0711
475	0.3276	10.5575	630	0.3005	9.6837	785	0.0008	0.0255
480	0.2965	9.5546	635	0.2733	8.8060	790	0.0034	0.1100
485	0.2991	9.6384	640	0.2449	7.8927	795	0.0002	0.0052
490	0.3224	10.3907	645	0.2215	7.1379	800	0.0003	0.0091
495	0.3584	11.5497	650	0.1962	6.3213			
500	0.4016	12.9423	655	0.1728	5.5676			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:21.0°C,<65%  
Approver:

**MARCA F.**  
**Muestra 1.**



**Laboratorio de Luminotecnia**  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

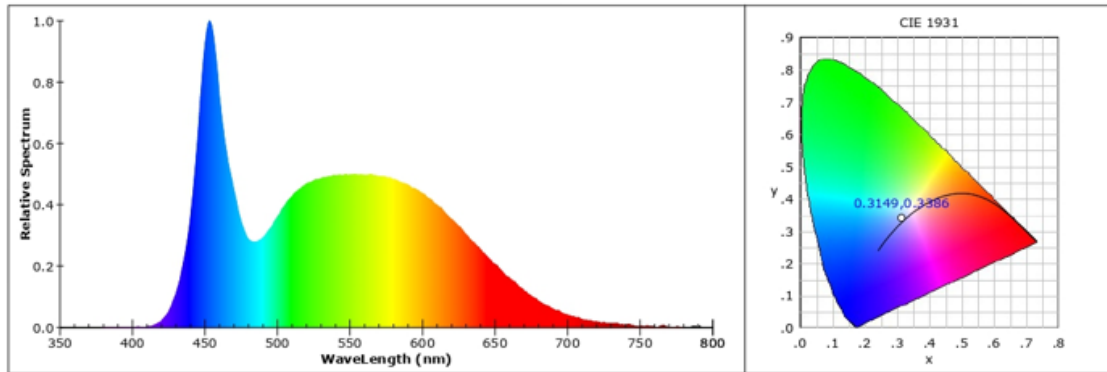
**Lightsource Test Report**

**Report No:** 1

**Test Time:** 2023-03-07 19:30:03

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA F

Type: 9W  
Number: 25  
Submitter: UCACUE



**CIE Colorimetric Parameters**

CIE(x,y): 0.3149,0.3386      CIE(u,v): 0.1958,0.3158      CIE(u',v'): 0.1958,0.4737  
CCT: 6330 K (Duv=0.006976)      Dominant Wavelength: 495.4 nm      Color Purity: 0.059  
Peak Wavelength: 453.2 nm      Half Width: 24.8 nm      Color Ratio: R:0.134, G:0.808, B:0.058

Color Render Index: Ra:83.6 , avgR(1~14):76.3 , avgR(1~15):76.3  
R1: 81    R2: 89    R3: 93    R4: 81    R5: 81    R6: 84    R7: 89    R8: 69  
R9: 8    R10: 74    R11: 80    R12: 57    R13: 84    R14: 97    R15: 76

Color Quality Scale: Qa:82.4 , Qf:82.7 , Qp:81.5 , Qg:90.3 ,  
Q1: 82    Q2: 98    Q3: 81    Q4: 74    Q5: 79    Q6: 81    Q7: 85    Q8: 90  
Q9: 97    Q10: 90    Q11: 86    Q12: 85    Q13: 84    Q14: 72    Q15: 77

TM-30-18: Rf:83 , Rg:93      Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:85.0 , GAI\_BB\_8:87.9 , GAI\_BB\_15:93.7

**Photometric Parameters**

Luminous Flux: 752.27 lm      Radiant Power: 2.385 W      Efficiency: 122.12 lm/W  
Energy Efficiency Class:E (EU 2019/2015 η<sub>TM</sub>:122.12lm/W)      S/P: 2.258  
Pupil Flux: 1420.04 Plm (Kp=1.888)      Pupil Lumens per Watt: 230.53 Plm/W  
Cirtopic Flux: 3475.05 lm      Mesopic Flux (CIE R.): 1038.81 lm (Lp=0.100)  
Mesopic Flux (USP): 1239.03 lm (Lp=0.100)      Mesopic Flux (MOVE): 1086.97 lm (Lp=0.100)

**Electric Parameters**

Voltage: 110.900 V      Current: 0.1000 A      Power: 6.160 W  
Power Factor: 0.5560      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 434 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 48343  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.9°C, Ta:20.9°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 19:30:03

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA F

Type: 9W  
Number: 25  
Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4073	9.1487	660	0.1645	3.6944
355	0.0000	0.0000	510	0.4380	9.8379	665	0.1424	3.1982
360	0.0000	0.0000	515	0.4615	10.3654	670	0.1207	2.7114
365	0.0000	0.0000	520	0.4802	10.7848	675	0.1025	2.3015
370	0.0000	0.0000	525	0.4908	11.0237	680	0.0874	1.9640
375	0.0000	0.0000	530	0.4980	11.1860	685	0.0729	1.6380
380	0.0000	0.0000	535	0.5035	11.3078	690	0.0605	1.3593
385	0.0000	0.0000	540	0.5062	11.3702	695	0.0509	1.1443
390	0.0008	0.0187	545	0.5075	11.3982	700	0.0405	0.9092
395	0.0006	0.0132	550	0.5099	11.4537	705	0.0334	0.7495
400	0.0000	0.0000	555	0.5094	11.4406	710	0.0259	0.5827
405	0.0011	0.0239	560	0.5080	11.4098	715	0.0230	0.5167
410	0.0027	0.0602	565	0.5089	11.4303	720	0.0188	0.4221
415	0.0091	0.2046	570	0.5045	11.3310	725	0.0164	0.3680
420	0.0226	0.5071	575	0.4996	11.2223	730	0.0139	0.3125
425	0.0542	1.2184	580	0.4939	11.0940	735	0.0100	0.2249
430	0.1141	2.5637	585	0.4834	10.8577	740	0.0070	0.1569
435	0.2125	4.7731	590	0.4746	10.6604	745	0.0065	0.1459
440	0.3697	8.3033	595	0.4623	10.3835	750	0.0050	0.1119
445	0.6369	14.3053	600	0.4466	10.0298	755	0.0053	0.1189
450	0.9456	21.2392	605	0.4278	9.6093	760	0.0012	0.0269
455	1.0000	22.4605	610	0.4060	9.1198	765	0.0058	0.1310
460	0.7744	17.3927	615	0.3856	8.6608	770	0.0000	0.0000
465	0.5803	13.0337	620	0.3600	8.0853	775	0.0025	0.0569
470	0.4572	10.2683	625	0.3372	7.5737	780	0.0000	0.0000
475	0.3525	7.9182	630	0.3106	6.9760	785	0.0019	0.0430
480	0.2942	6.6085	635	0.2840	6.3789	790	0.0031	0.0693
485	0.2851	6.4044	640	0.2608	5.8586	795	0.0000	0.0000
490	0.3010	6.7605	645	0.2331	5.2354	800	0.0000	0.0000
495	0.3307	7.4279	650	0.2101	4.7178			
500	0.3697	8.3030	655	0.1862	4.1816			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.9°C, Ta:20.9°C, <65%  
Approver:

## Muestra 2.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 19:50:09

Category: LED

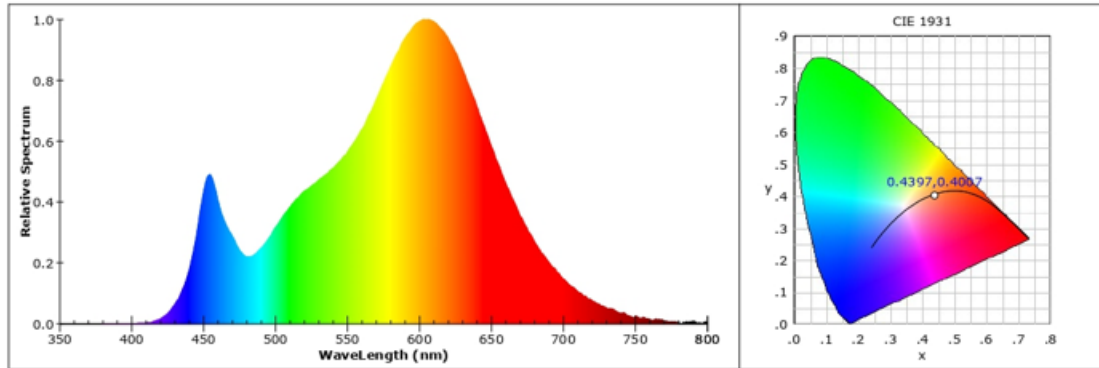
Type: 11W

Spec: LED Residencial

Number: 26

Manufacturer: MARCA F

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.4397,0.4007

CIE(u,v): 0.2538,0.3470

CIE(u',v'): 0.2538,0.5204

CCT: 2927 K (Duv=-0.001715 )

Dominant Wavelength: 583.8 nm

Color Purity: 0.522

Peak Wavelength: 602.8 nm

Half Width: 119.6 nm

Color Ratio: R:0.237, G:0.735, B:0.028

Color Render Index: Ra:83.5 , avgR(1~14):78.9 , avgR(1~15):78.7

R1: 83

R2: 94

R3: 94

R4: 81

R5: 84

R6: 93

R7: 81

R8: 59

R9: 10

R10: 86

R11: 81

R12: 77

R13: 86

R14: 97

R15: 75

Color Quality Scale: Qa:83.2 , Qf:83.3 , Qp:84.8 , Qg:91.6 ,

Q1: 79

Q2: 94

Q3: 85

Q4: 81

Q5: 84

Q6: 85

Q7: 85

Q8: 86

Q9: 94

Q10: 91

Q11: 87

Q12: 84

Q13: 83

Q14: 73

Q15: 75

TM-30-18: Rf:85 , Rg:95

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:53.9 , GAI\_BB\_8:97.4 , GAI\_BB\_15:104.6

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 880.44 lm

Radiant Power: 2.698 W

Efficiency: 109.92 lm/W

Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :109.92lm/W)

S/P: 1.354

Pupil Flux: 1115.32 Plm (Kp=1.267)

Pupil Lumens per Watt: 139.24 Plm/W

Cirtpic Flux: 2203.55 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 983.05 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1071.03 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1000.76 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 110.900 V

Current: 0.1290 A

Power: 8.010 W

Power Factor: 0.5610

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 712 ms

Peak of Signal: 48370

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.9°C, Ta:21.1°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 19:50:09

Category: LED

Type: 11W

Spec: LED Residencial

Number: 26

Manufacturer: MARCA F

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3540	6.5633	660	0.4611	8.5495
355	0.0000	0.0000	510	0.3852	7.1422	665	0.4075	7.5564
360	0.0000	0.0000	515	0.4134	7.6652	670	0.3530	6.5458
365	0.0000	0.0000	520	0.4372	8.1069	675	0.3104	5.7554
370	0.0000	0.0000	525	0.4538	8.4137	680	0.2683	4.9744
375	0.0000	0.0000	530	0.4738	8.7859	685	0.2314	4.2909
380	0.0000	0.0000	535	0.4928	9.1384	690	0.2013	3.7324
385	0.0000	0.0000	540	0.5132	9.5156	695	0.1729	3.2067
390	0.0002	0.0045	545	0.5369	9.9556	700	0.1461	2.7081
395	0.0011	0.0203	550	0.5660	10.4955	705	0.1243	2.3043
400	0.0000	0.0000	555	0.6019	11.1613	710	0.1042	1.9315
405	0.0017	0.0314	560	0.6406	11.8779	715	0.0906	1.6796
410	0.0032	0.0602	565	0.6888	12.7714	720	0.0744	1.3787
415	0.0081	0.1505	570	0.7385	13.6943	725	0.0641	1.1878
420	0.0168	0.3122	575	0.7938	14.7182	730	0.0508	0.9422
425	0.0353	0.6539	580	0.8466	15.6976	735	0.0446	0.8262
430	0.0665	1.2333	585	0.8954	16.6034	740	0.0327	0.6063
435	0.1110	2.0579	590	0.9410	17.4476	745	0.0275	0.5100
440	0.1812	3.3601	595	0.9729	18.0401	750	0.0252	0.4675
445	0.2959	5.4869	600	0.9952	18.4532	755	0.0215	0.3994
450	0.4389	8.1376	605	1.0000	18.5421	760	0.0129	0.2383
455	0.4883	9.0544	610	0.9931	18.4138	765	0.0141	0.2621
460	0.4055	7.5184	615	0.9699	17.9831	770	0.0079	0.1459
465	0.3311	6.1395	620	0.9368	17.3699	775	0.0074	0.1376
470	0.2864	5.3107	625	0.8923	16.5455	780	0.0060	0.1116
475	0.2417	4.4812	630	0.8361	15.5033	785	0.0068	0.1260
480	0.2207	4.0920	635	0.7759	14.3874	790	0.0062	0.1155
485	0.2273	4.2144	640	0.7134	13.2283	795	0.0024	0.0438
490	0.2510	4.6537	645	0.6486	12.0258	800	0.0027	0.0493
495	0.2813	5.2156	650	0.5823	10.7962			
500	0.3188	5.9118	655	0.5224	9.6861			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.9°C, Ta:21.1°C, <65%  
Approver:

**Muestra 3.**



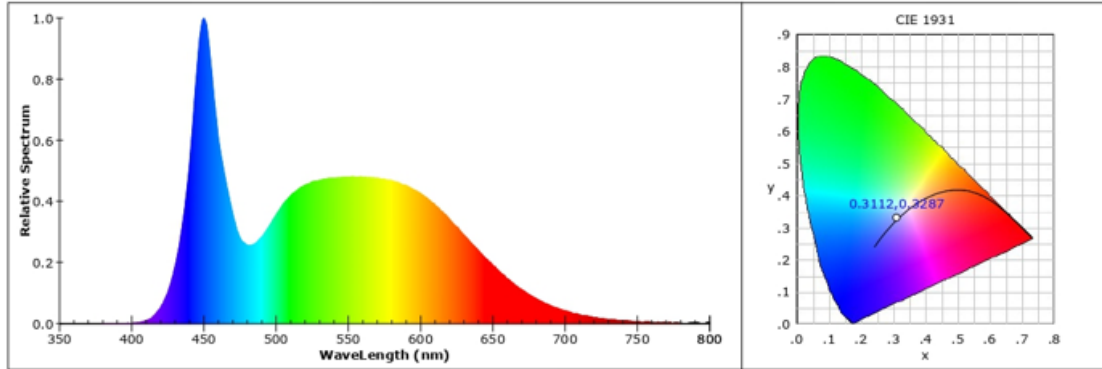
**Lightsource Test Report**

**Report No:** 1

**Test Time:** 2023-03-07 20:07:24

Category: LED  
 Spec: LED Residencial  
 Manufacturer: MARCA F

Type: 14W  
 Number: 27  
 Submitter: UCACUE



**CIE Colorimetric Parameters**

CIE(x,y): 0.3112,0.3287      CIE(u,v): 0.1969,0.3120      CIE(u',v'): 0.1969,0.4680  
 CCT: 6590 K (Duv=0.003829)      Dominant Wavelength: 498.9 nm      Color Purity: 0.078  
 Peak Wavelength: 449.9 nm      Half Width: 24.4 nm      Color Ratio: R:0.134, G:0.809, B:0.057

Color Render Index: Ra:83.8 , avgR(1~14):76.8 , avgR(1~15):76.8

R1: 82    R2: 88    R3: 91    R4: 84    R5: 83    R6: 83    R7: 89    R8: 72  
 R9: 11    R10: 70    R11: 84    R12: 61    R13: 84    R14: 95    R15: 78

Color Quality Scale: Qa:82.4 , Qf:82.2 , Qp:83.1 , Qg:92.3 ,

Q1: 85    Q2: 98    Q3: 78    Q4: 74    Q5: 81    Q6: 84    Q7: 87    Q8: 91  
 Q9: 96    Q10: 86    Q11: 83    Q12: 82    Q13: 83    Q14: 72    Q15: 77

TM-30-18: Rf:84 , Rg:95

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:89.4 , GAI\_BB\_8:91.3 , GAI\_BB\_15:95.9

**Photometric Parameters**

Luminous Flux: 1747.53 lm      Radiant Power: 5.660 W      Efficiency: 131.10 lm/W  
 Energy Efficiency Class:E (EU 2019/2015 η<sub>TM</sub>:131.10lm/W)      S/P: 2.263

Pupil Flux: 3304.23 Plm (Kp=1.891)

Pupil Lumens per Watt: 247.88 Plm/W

Cirtopic Flux: 8063.39 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 2415.44 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 2881.68 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 2527.71 lm (Lp=0.100)

**Electric Parameters**

Voltage: 111.200 V

Current: 0.2050 A

Power: 13.330 W

Power Factor: 0.5860

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
 Warmup Time: 0  
 Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
 Integration Time: 181 ms  
 Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
 Peak of Signal: 48226  
 Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
 Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.9°C, Ta:21.1°C, <65%  
 Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 20:07:24

Category: LED

Type: 14W

Spec: LED Residencial

Number: 27

Manufacturer: MARCA F

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3925	21.7074	660	0.1470	8.1286
355	0.0000	0.0000	510	0.4195	23.1986	665	0.1271	7.0282
360	0.0000	0.0000	515	0.4400	24.3331	670	0.1096	6.0640
365	0.0000	0.0000	520	0.4545	25.1375	675	0.0941	5.2035
370	0.0000	0.0000	525	0.4646	25.6933	680	0.0806	4.4572
375	0.0000	0.0000	530	0.4694	25.9617	685	0.0681	3.7680
380	0.0000	0.0025	535	0.4746	26.2461	690	0.0577	3.1890
385	0.0001	0.0051	540	0.4769	26.3753	695	0.0486	2.6852
390	0.0007	0.0382	545	0.4785	26.4631	700	0.0414	2.2903
395	0.0013	0.0741	550	0.4800	26.5482	705	0.0333	1.8437
400	0.0014	0.0775	555	0.4791	26.4985	710	0.0288	1.5923
405	0.0040	0.2204	560	0.4785	26.4670	715	0.0252	1.3943
410	0.0107	0.5891	565	0.4781	26.4451	720	0.0203	1.1251
415	0.0253	1.3992	570	0.4760	26.3247	725	0.0169	0.9370
420	0.0544	3.0101	575	0.4717	26.0900	730	0.0130	0.7213
425	0.1048	5.7989	580	0.4671	25.8337	735	0.0117	0.6467
430	0.1898	10.4966	585	0.4593	25.4017	740	0.0090	0.4997
435	0.3218	17.7986	590	0.4512	24.9524	745	0.0088	0.4844
440	0.5281	29.2050	595	0.4377	24.2102	750	0.0066	0.3671
445	0.8311	45.9659	600	0.4247	23.4890	755	0.0058	0.3199
450	1.0000	55.3072	605	0.4078	22.5567	760	0.0041	0.2259
455	0.8460	46.7881	610	0.3876	21.4382	765	0.0039	0.2147
460	0.6129	33.8966	615	0.3649	20.1829	770	0.0022	0.1227
465	0.4709	26.0437	620	0.3412	18.8686	775	0.0025	0.1373
470	0.3594	19.8750	625	0.3163	17.4953	780	0.0024	0.1335
475	0.2818	15.5868	630	0.2898	16.0295	785	0.0021	0.1134
480	0.2572	14.2233	635	0.2641	14.6077	790	0.0040	0.2229
485	0.2614	14.4597	640	0.2395	13.2461	795	0.0011	0.0597
490	0.2845	15.7348	645	0.2140	11.8361	800	0.0025	0.1394
495	0.3199	17.6926	650	0.1915	10.5915			
500	0.3579	19.7960	655	0.1684	9.3162			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.9°C, Ta:21.1°C, <65%  
Approver:

MARCA G.

Muestra 1.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 21:37:32

Category: LED

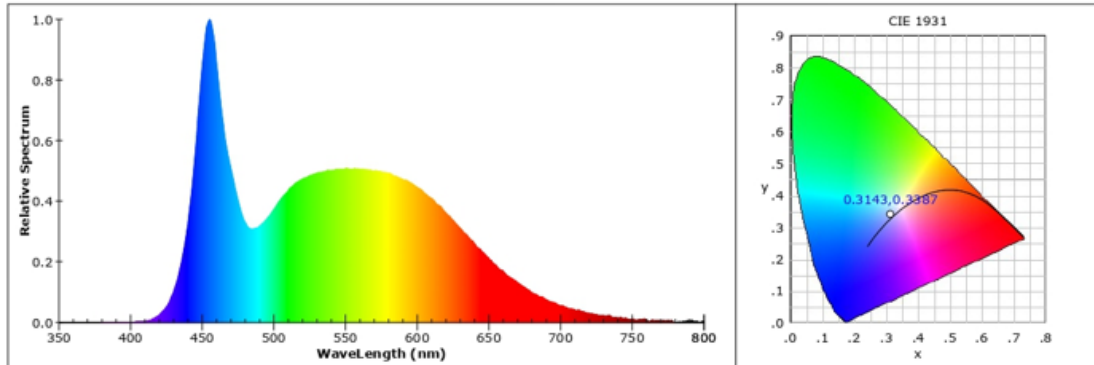
Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 21

Manufacturer: MARCA G

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3143,0.3387

CIE(u,v): 0.1953,0.3158

CIE(u',v'): 0.1953,0.4736

CCT: 6358 K (Duv=0.007306)

Dominant Wavelength: 495.3 nm

Color Purity: 0.061

Peak Wavelength: 455.1 nm

Half Width: 26.5 nm

Color Ratio: R:0.135, G:0.804, B:0.061

Color Render Index: Ra:84.2, avgR(1~14):77.3, avgR(1~15):77.3

R1: 82

R2: 91

R3: 95

R4: 80

R5: 82

R6: 86

R7: 88

R8: 70

R9: 11

R10: 78

R11: 80

R12: 58

R13: 85

R14: 97

R15: 77

Color Quality Scale: Qa:82.9, Qf:83.3, Qp:81.5, Qg:89.9,

Q1: 81

Q2: 97

Q3: 83

Q4: 75

Q5: 79

Q6: 80

Q7: 84

Q8: 90

Q9: 97

Q10: 92

Q11: 87

Q12: 86

Q13: 85

Q14: 73

Q15: 77

TM-30-18: Rf:83, Rg:92

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:84.6, GAI\_BB\_8:87.3, GAI\_BB\_15:93.2

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 911.26 lm

Radiant Power: 2.934 W

Efficiency: 137.65 lm/W

Energy Efficiency Class:D (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :137.65lm/W)

S/P: 2.292

Pupil Flux: 1740.08 Plm (Kp=1.910)

Pupil Lumens per Watt: 262.85 Plm/W

Cirtopic Flux: 4300.68 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1266.67 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1513.29 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1326.40 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 111.000 V

Current: 0.1060 A

Power: 6.620 W

Power Factor: 0.5600

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 368 ms

Peak of Signal: 48683

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia

Testing Environment: Ts:19.5°C, Ta:20.9°C,<65%

Operator: John López; Marco Quintero

Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 21:37:32

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA G

Type: 9W  
Number: 21  
Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4084	11.1438	660	0.1690	4.6118
355	0.0000	0.0000	510	0.4370	11.9259	665	0.1465	3.9991
360	0.0000	0.0000	515	0.4597	12.5450	670	0.1296	3.5366
365	0.0000	0.0000	520	0.4746	12.9521	675	0.1143	3.1202
370	0.0000	0.0000	525	0.4849	13.2331	680	0.0977	2.6659
375	0.0000	0.0000	530	0.4930	13.4537	685	0.0852	2.3241
380	0.0000	0.0000	535	0.4972	13.5677	690	0.0740	2.0198
385	0.0000	0.0000	540	0.5012	13.6781	695	0.0655	1.7886
390	0.0015	0.0419	545	0.5043	13.7609	700	0.0551	1.5040
395	0.0016	0.0425	550	0.5081	13.8660	705	0.0466	1.2712
400	0.0005	0.0137	555	0.5057	13.8005	710	0.0400	1.0913
405	0.0026	0.0700	560	0.5055	13.7947	715	0.0371	1.0134
410	0.0043	0.1161	565	0.5036	13.7435	720	0.0307	0.8384
415	0.0115	0.3126	570	0.5008	13.6665	725	0.0257	0.7005
420	0.0252	0.6880	575	0.4962	13.5420	730	0.0233	0.6364
425	0.0533	1.4539	580	0.4921	13.4277	735	0.0191	0.5224
430	0.1031	2.8139	585	0.4818	13.1483	740	0.0136	0.3724
435	0.1894	5.1683	590	0.4706	12.8434	745	0.0150	0.4092
440	0.3310	9.0315	595	0.4605	12.5663	750	0.0118	0.3234
445	0.5590	15.2540	600	0.4445	12.1304	755	0.0099	0.2692
450	0.8514	23.2338	605	0.4252	11.6041	760	0.0071	0.1941
455	1.0000	27.2893	610	0.4073	11.1137	765	0.0049	0.1329
460	0.8613	23.5034	615	0.3859	10.5303	770	0.0036	0.0980
465	0.6420	17.5196	620	0.3615	9.8638	775	0.0079	0.2151
470	0.5081	13.8664	625	0.3366	9.1848	780	0.0000	0.0000
475	0.4048	11.0456	630	0.3111	8.4900	785	0.0048	0.1307
480	0.3294	8.9904	635	0.2861	7.8071	790	0.0038	0.1043
485	0.3077	8.3982	640	0.2603	7.1038	795	0.0048	0.1298
490	0.3193	8.7127	645	0.2341	6.3890	800	0.0026	0.0720
495	0.3423	9.3408	650	0.2107	5.7492			
500	0.3745	10.2197	655	0.1879	5.1277			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.5°C, Ta:20.9°C,<65%  
Approver:

## Muestra 2.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 21:57:09

Category: LED

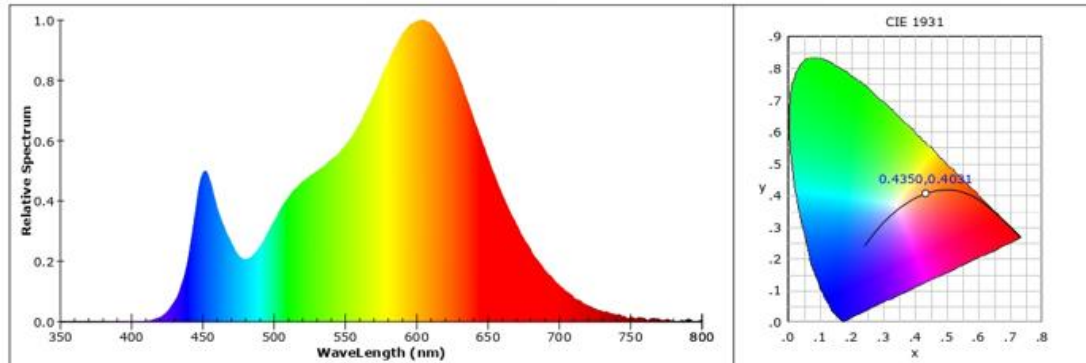
Type: 12W

Spec: LED Residencial

Number: 22

Manufacturer: MARCA G

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.4350,0.4031

CIE(u,v): 0.2498,0.3472

CIE(u',v'): 0.2498,0.5207

CCT: 3024 K (Duv=-0.000121)

Dominant Wavelength: 582.8 nm

Color Purity: 0.516

Peak Wavelength: 603.7 nm

Half Width: 123.0 nm

Color Ratio: R:0.228, G:0.745, B:0.027

Color Render Index: Ra:82.6, avgR(1~14):77.3, avgR(1~15):77.0

R1: 81

R2: 92

R3: 95

R4: 81

R5: 82

R6: 91

R7: 81

R8: 57

R9: 3

R10: 82

R11: 81

R12: 74

R13: 84

R14: 98

R15: 73

Color Quality Scale: Qa:82.6, Qf:83.1, Qp:83.2, Qg:90.5,

Q1: 77

Q2: 95

Q3: 85

Q4: 81

Q5: 84

Q6: 85

Q7: 84

Q8: 87

Q9: 95

Q10: 91

Q11: 87

Q12: 84

Q13: 82

Q14: 71

Q15: 73

TM-30-18: Rf:85, Rg:95

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:53.8, GAI\_BB\_8:92.7, GAI\_BB\_15:100.0

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 837.84 lm

Radiant Power: 2.489 W

Efficiency: 122.13 lm/W

Energy Efficiency Class:E (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :122.13lm/W)

S/P: 1.371

Pupil Flux: 1071.58 Plm (Kp=1.279)

Pupil Lumens per Watt: 156.21 Plm/W

Cirtopic Flux: 2111.68 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 939.92 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1027.08 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 957.52 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 110.900 V

Current: 0.1090 A

Power: 6.860 W

Power Factor: 0.5690

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 760 ms

Peak of Signal: 48624

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.3°C, Ta:20.8°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 21:57:09

Category: LED

Type: 12W

Spec: LED Residencial

Number: 22

Manufacturer: MARCA G

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3769	6.5429	660	0.4200	7.2915
355	0.0000	0.0000	510	0.4127	7.1650	665	0.3666	6.3633
360	0.0000	0.0000	515	0.4410	7.6565	670	0.3184	5.5274
365	0.0000	0.0000	520	0.4650	8.0717	675	0.2752	4.7769
370	0.0000	0.0000	525	0.4826	8.3774	680	0.2359	4.0944
375	0.0000	0.0000	530	0.5002	8.6827	685	0.2011	3.4917
380	0.0000	0.0000	535	0.5164	8.9643	690	0.1690	2.9346
385	0.0000	0.0000	540	0.5369	9.3207	695	0.1449	2.5151
390	0.0000	0.0003	545	0.5562	9.6563	700	0.1194	2.0729
395	0.0013	0.0228	550	0.5849	10.1536	705	0.0975	1.6922
400	0.0000	0.0000	555	0.6161	10.6955	710	0.0791	1.3729
405	0.0007	0.0122	560	0.6580	11.4234	715	0.0655	1.1372
410	0.0024	0.0418	565	0.7048	12.2354	720	0.0514	0.8925
415	0.0066	0.1140	570	0.7534	13.0793	725	0.0419	0.7266
420	0.0142	0.2467	575	0.8090	14.0436	730	0.0330	0.5722
425	0.0327	0.5684	580	0.8611	14.9482	735	0.0273	0.4747
430	0.0660	1.1465	585	0.9108	15.8118	740	0.0198	0.3446
435	0.1192	2.0685	590	0.9548	16.5758	745	0.0184	0.3187
440	0.2164	3.7563	595	0.9830	17.0654	750	0.0150	0.2612
445	0.3721	6.4595	600	0.9972	17.3113	755	0.0129	0.2232
450	0.4932	8.5621	605	1.0000	17.3597	760	0.0076	0.1318
455	0.4668	8.1028	610	0.9871	17.1356	765	0.0103	0.1791
460	0.3767	6.5395	615	0.9572	16.6162	770	0.0043	0.0742
465	0.3109	5.3964	620	0.9154	15.8903	775	0.0071	0.1236
470	0.2597	4.5090	625	0.8637	14.9929	780	0.0012	0.0204
475	0.2187	3.7971	630	0.8045	13.9653	785	0.0038	0.0653
480	0.2061	3.5783	635	0.7385	12.8194	790	0.0063	0.1090
485	0.2191	3.8027	640	0.6721	11.6680	795	0.0000	0.0000
490	0.2478	4.3011	645	0.6049	10.5016	800	0.0017	0.0297
495	0.2883	5.0055	650	0.5398	9.3708			
500	0.3333	5.7866	655	0.4783	8.3026			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.3°C, Ta:20.8°C, <65%  
Approver:

### Muestra 3.



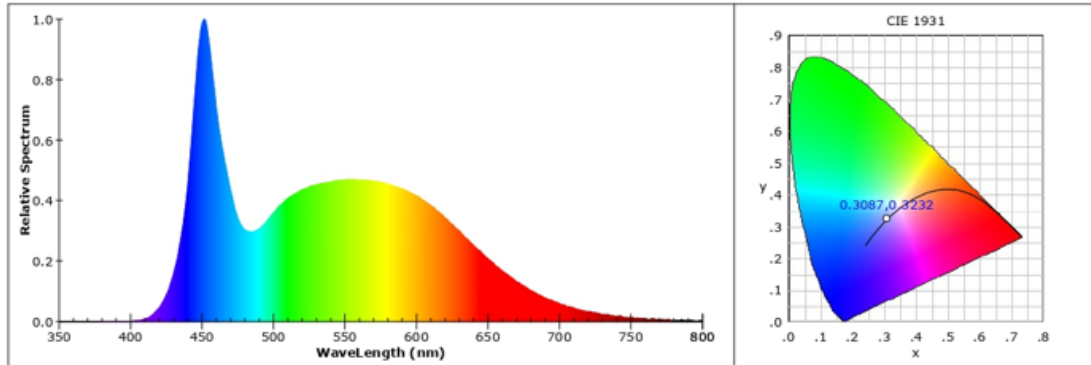
## Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 18:52:24

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA G

Type: 12W  
Number: 23  
Submitter: UCACUE



### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3087,0.3232      CIE(u,v): 0.1973,0.3097      CIE(u',v'): 0.1973,0.4646  
CCT: 6780 K (Duv=0.002223 )      Dominant Wavelength: 486.2 nm      Color Purity: 0.091  
Peak Wavelength: 451.6 nm      Half Width: 26.4 nm      Color Ratio: R:0.137, G:0.800, B:0.063

Color Render Index: Ra:86.6 , avgR(1~14):80.7 , avgR(1~15):80.8  
R1: 86    R2: 91    R3: 93    R4: 86    R5: 86    R6: 86    R7: 90    R8: 76  
R9: 27    R10: 78    R11: 85    R12: 62    R13: 88    R14: 96    R15: 83

Color Quality Scale: Qa:84.1 , Qf:84.0 , Qp:84.6 , Qg:93.1 ,  
Q1: 86    Q2: 99    Q3: 80    Q4: 75    Q5: 81    Q6: 84    Q7: 89    Q8: 92  
Q9: 97    Q10: 89    Q11: 85    Q12: 84    Q13: 85    Q14: 77    Q15: 81

TM-30-18: Rf:85 , Rg:96      Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:91.5 , GAI\_BB\_8:92.7 , GAI\_BB\_15:97.3

### Photometric Parameters

Luminous Flux: 1472.00 lm      Radiant Power: 4.938 W      Efficiency: 112.88 lm/W  
Energy Efficiency Class:E (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :112.88lm/W)      S/P: 2.337

Pupil Flux: 2854.08 Plm (Kp=1.939)      Pupil Lumens per Watt: 218.87 Plm/W  
Cirtopic Flux: 7119.09 lm      Mesopic Flux (CIE R.): 2064.15 lm (Lp=0.100)  
Mesopic Flux (USP): 2471.18 lm (Lp=0.100)      Mesopic Flux (MOVE): 2163.61 lm (Lp=0.100)

### Electric Parameters

Voltage: 110.900 V      Current: 0.1240 A      Power: 13.040 W  
Power Factor: 0.9460      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
Warmup Time: 0  
Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
Integration Time: 200 ms  
Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
Peak of Signal: 46032  
Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.1°C, Ta:20.9°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 18:52:24

Category: LED

Type: 12W

Spec: LED Residencial

Number: 23

Manufacturer: MARCA G

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3920	18.3527	660	0.1687	7.8975
355	0.0000	0.0000	510	0.4132	19.3441	665	0.1504	7.0396
360	0.0000	0.0000	515	0.4280	20.0364	670	0.1326	6.2083
365	0.0000	0.0000	520	0.4419	20.6877	675	0.1177	5.5115
370	0.0000	0.0000	525	0.4514	21.1304	680	0.1027	4.8059
375	0.0000	0.0000	530	0.4586	21.4668	685	0.0898	4.2027
380	0.0000	0.0000	535	0.4629	21.6699	690	0.0785	3.6764
385	0.0003	0.0155	540	0.4675	21.8864	695	0.0690	3.2298
390	0.0010	0.0491	545	0.4724	22.1127	700	0.0589	2.7588
395	0.0006	0.0297	550	0.4747	22.2197	705	0.0504	2.3592
400	0.0011	0.0521	555	0.4751	22.2417	710	0.0443	2.0726
405	0.0037	0.1739	560	0.4739	22.1824	715	0.0377	1.7637
410	0.0097	0.4517	565	0.4727	22.1279	720	0.0335	1.5697
415	0.0225	1.0554	570	0.4692	21.9640	725	0.0292	1.3691
420	0.0473	2.2136	575	0.4653	21.7827	730	0.0245	1.1491
425	0.0905	4.2351	580	0.4600	21.5327	735	0.0201	0.9424
430	0.1604	7.5106	585	0.4511	21.1151	740	0.0179	0.8388
435	0.2740	12.8286	590	0.4439	20.7781	745	0.0147	0.6862
440	0.4630	21.6734	595	0.4317	20.2081	750	0.0133	0.6233
445	0.7670	35.9043	600	0.4207	19.6923	755	0.0109	0.5100
450	1.0000	46.8124	605	0.4037	18.8994	760	0.0090	0.4191
455	0.9350	43.7685	610	0.3868	18.1090	765	0.0096	0.4495
460	0.7190	33.6603	615	0.3676	17.2083	770	0.0066	0.3103
465	0.5591	26.1735	620	0.3473	16.2575	775	0.0067	0.3160
470	0.4401	20.6013	625	0.3243	15.1791	780	0.0033	0.1532
475	0.3479	16.2841	630	0.3017	14.1220	785	0.0074	0.3447
480	0.3068	14.3620	635	0.2777	12.9982	790	0.0036	0.1667
485	0.3001	14.0491	640	0.2548	11.9272	795	0.0023	0.1075
490	0.3124	14.6234	645	0.2331	10.9098	800	0.0018	0.0827
495	0.3351	15.6864	650	0.2100	9.8293			
500	0.3637	17.0254	655	0.1891	8.8506			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.1°C, Ta:20.9°C,<65%  
Approver:

## Muestra 4.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 19:11:17

Category: LED

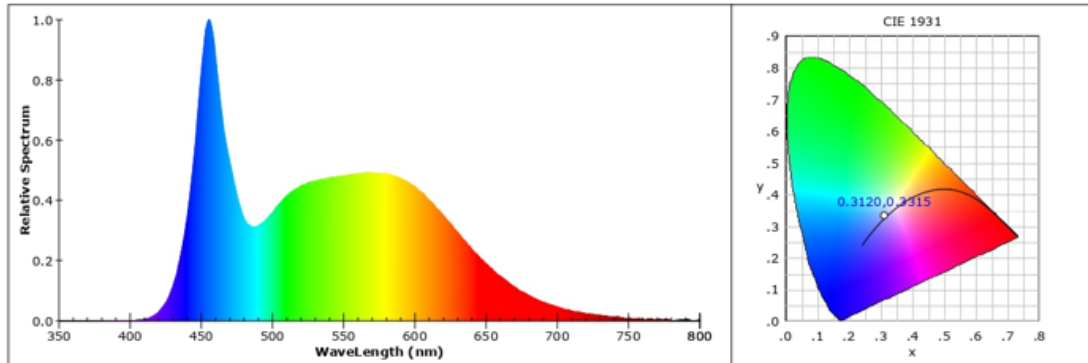
Type: 13W

Spec: LED Residencial

Number: 24

Manufacturer: MARCA G

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3120,0.3315

CIE(u,v): 0.1964,0.3130

CIE(u',v'): 0.1964,0.4696

CCT: 6524 K (Duv=0.004834)

Dominant Wavelength: 490.6 nm

Color Purity: 0.073

Peak Wavelength: 455.4 nm

Half Width: 27.5 nm

Color Ratio: R:0.134, G:0.802, B:0.064

Color Render Index: Ra:84.2, avgR(1~14):77.5, avgR(1~15):77.5

R1: 83

R2: 92

R3: 94

R4: 80

R5: 82

R6: 87

R7: 87

R8: 68

R9: 9

R10: 80

R11: 80

R12: 60

R13: 86

R14: 97

R15: 78

Color Quality Scale: Qa:82.0, Qf:82.3, Qp:80.7, Qg:89.7,

Q1: 81

Q2: 97

Q3: 83

Q4: 74

Q5: 77

Q6: 79

Q7: 84

Q8: 89

Q9: 97

Q10: 91

Q11: 86

Q12: 84

Q13: 83

Q14: 72

Q15: 76

TM-30-18: Rf:83, Rg:92

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:86.1, GAI\_BB\_8:88.2, GAI\_BB\_15:93.7

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 1599.19 lm

Radiant Power: 5.175 W

Efficiency: 125.62 lm/W

Energy Efficiency Class:E (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :125.62lm/W)

S/P: 2.321

Pupil Flux: 3084.45 Plm (Kp=1.929)

Pupil Lumens per Watt: 242.30 Plm/W

Cirtpic Flux: 7706.67 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 2235.74 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 2674.71 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 2342.67 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 110.800 V

Current: 0.1940 A

Power: 12.730 W

Power Factor: 0.5910

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 200 ms

Peak of Signal: 47974

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.0°C, Ta:20.9°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-07 19:11:17

Category: LED

Type: 13W

Spec: LED Residencial

Number: 24

Manufacturer: MARCA G

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3902	19.2828	660	0.1473	7.2774
355	0.0000	0.0000	510	0.4153	20.5245	665	0.1285	6.3485
360	0.0000	0.0000	515	0.4352	21.5072	670	0.1106	5.4636
365	0.0000	0.0000	520	0.4497	22.2220	675	0.0962	4.7552
370	0.0000	0.0000	525	0.4598	22.7218	680	0.0832	4.1093
375	0.0000	0.0000	530	0.4650	22.9790	685	0.0719	3.5532
380	0.0000	0.0000	535	0.4700	23.2269	690	0.0616	3.0442
385	0.0000	0.0000	540	0.4746	23.4522	695	0.0522	2.5811
390	0.0006	0.0304	545	0.4782	23.6311	700	0.0455	2.2494
395	0.0005	0.0265	550	0.4813	23.7858	705	0.0375	1.8554
400	0.0001	0.0047	555	0.4868	24.0577	710	0.0320	1.5826
405	0.0026	0.1273	560	0.4886	24.1421	715	0.0290	1.4321
410	0.0061	0.2992	565	0.4917	24.2993	720	0.0239	1.1822
415	0.0144	0.7126	570	0.4917	24.2994	725	0.0210	1.0396
420	0.0305	1.5060	575	0.4901	24.2190	730	0.0186	0.9199
425	0.0617	3.0495	580	0.4887	24.1502	735	0.0150	0.7413
430	0.1169	5.7790	585	0.4810	23.7710	740	0.0128	0.6329
435	0.2080	10.2780	590	0.4727	23.3573	745	0.0110	0.5416
440	0.3486	17.2272	595	0.4595	22.7088	750	0.0090	0.4431
445	0.5590	27.6224	600	0.4428	21.8828	755	0.0081	0.3985
450	0.8348	41.2544	605	0.4242	20.9635	760	0.0041	0.2009
455	1.0000	49.4154	610	0.4008	19.8058	765	0.0075	0.3683
460	0.8829	43.6282	615	0.3754	18.5488	770	0.0043	0.2126
465	0.6658	32.8997	620	0.3501	17.2993	775	0.0051	0.2537
470	0.5277	26.0752	625	0.3222	15.9205	780	0.0015	0.0736
475	0.4192	20.7136	630	0.2939	14.5224	785	0.0031	0.1546
480	0.3411	16.8549	635	0.2662	13.1551	790	0.0050	0.2454
485	0.3129	15.4636	640	0.2386	11.7916	795	0.0001	0.0069
490	0.3164	15.6339	645	0.2128	10.5167	800	0.0003	0.0143
495	0.3344	16.5223	650	0.1893	9.3542			
500	0.3607	17.8237	655	0.1667	8.2389			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:20.0°C, Ta:20.9°C,<65%  
Approver:

**MARCA H.**  
**Muestra 1.**



**Laboratorio de Luminotecnia**  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

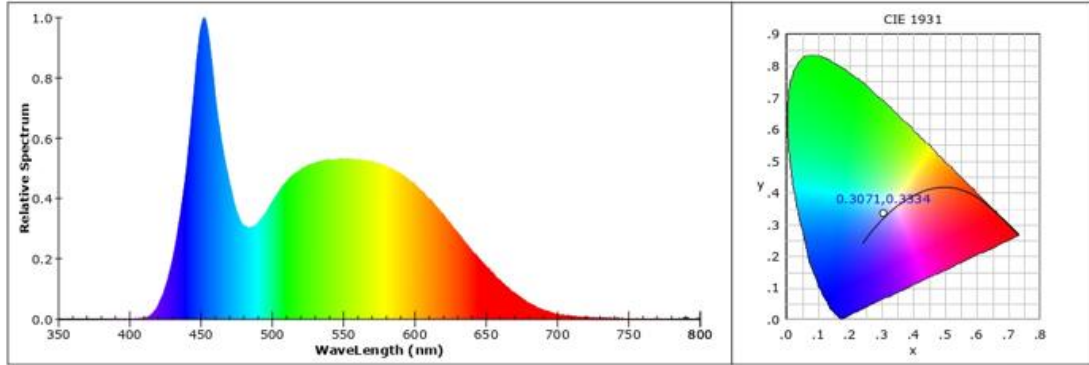
**Lightsource Test Report**

**Report No:** 1

**Test Time:** 2023-03-06 20:47:09

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA H

Type: 9W  
Number: 19  
Submitter: UCACUE



**CIE Colorimetric Parameters**

CIE(x,y): 0.3071,0.3334      CIE(u,v): 0.1923,0.3132      CIE(u',v'): 0.1923,0.4698  
 CCT: 6772 K (Duv=0.008283 )      Dominant Wavelength: 491.8 nm      Color Purity: 0.089  
 Peak Wavelength: 452.2 nm      Half Width: 28.1 nm      Color Ratio: R:0.125, G:0.816, B:0.059

Color Render Index: Ra:81.0 , avgR(1~14):72.7 , avgR(1~15):72.6  
 R1: 78    R2: 86    R3: 92    R4: 79    R5: 79    R6: 82    R7: 87    R8: 65  
 R9: -10    R10: 68    R11: 78    R12: 57    R13: 80    R14: 96    R15: 71

Color Quality Scale: Qa:80.4 , Qf:80.8 , Qp:79.4 , Qg:88.7 ,  
 Q1: 81    Q2: 98    Q3: 80    Q4: 73    Q5: 78    Q6: 80    Q7: 83    Q8: 89  
 Q9: 97    Q10: 88    Q11: 84    Q12: 82    Q13: 81    Q14: 66    Q15: 72

TM-30-18: Rf:82 , Rg:93      Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:84.7 , GAI\_BB\_8:85.9 , GAI\_BB\_15:91.2

**Photometric Parameters**

Luminous Flux: 820.85 lm      Radiant Power: 2.569 W      Efficiency: 96.34 lm/W  
 Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015 ηTM:96.34lm/W)      S/P: 2.301

Pupil Flux: 1572.18 Plm (Kp=1.915)      Pupil Lumens per Watt: 184.53 Plm/W  
 Cirtopic Flux: 3861.44 lm      Mesopic Flux (CIE R.): 1142.98 lm (Lp=0.100)  
 Mesopic Flux (USP): 1366.08 lm (Lp=0.100)      Mesopic Flux (MOVE): 1197.10 lm (Lp=0.100)

**Electric Parameters**

Voltage: 110.800 V      Current: 0.1150 A      Power: 8.520 W  
 Power Factor: 0.6700      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
 Warmup Time: 0  
 Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
 Integration Time: 433 ms  
 Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
 Peak of Signal: 49241  
 Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
 Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:21.0°C, <65%  
 Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 20:47:09

Category: LED

Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 19

Manufacturer: MARCA H

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4382	10.2075	660	0.1313	3.0578
355	0.0000	0.0000	510	0.4687	10.9190	665	0.1074	2.5007
360	0.0000	0.0000	515	0.4939	11.5039	670	0.0866	2.0169
365	0.0000	0.0000	520	0.5112	11.9088	675	0.0684	1.5924
370	0.0000	0.0000	525	0.5253	12.2364	680	0.0532	1.2396
375	0.0000	0.0000	530	0.5331	12.4185	685	0.0393	0.9147
380	0.0000	0.0000	535	0.5395	12.5673	690	0.0300	0.6989
385	0.0000	0.0000	540	0.5426	12.6390	695	0.0222	0.5166
390	0.0006	0.0133	545	0.5441	12.6755	700	0.0165	0.3847
395	0.0014	0.0334	550	0.5455	12.7076	705	0.0116	0.2698
400	0.0000	0.0001	555	0.5450	12.6953	710	0.0090	0.2093
405	0.0014	0.0334	560	0.5440	12.6721	715	0.0081	0.1886
410	0.0037	0.0859	565	0.5398	12.5754	720	0.0068	0.1590
415	0.0153	0.3572	570	0.5361	12.4892	725	0.0052	0.1208
420	0.0496	1.1555	575	0.5290	12.3231	730	0.0031	0.0719
425	0.1100	2.5633	580	0.5189	12.0869	735	0.0022	0.0507
430	0.2035	4.7404	585	0.5076	11.8231	740	0.0001	0.0012
435	0.3407	7.9352	590	0.4943	11.5134	745	0.0031	0.0728
440	0.5236	12.1968	595	0.4771	11.1137	750	0.0002	0.0043
445	0.7759	18.0739	600	0.4593	10.6991	755	0.0022	0.0511
450	1.0000	23.2943	605	0.4336	10.1011	760	0.0004	0.0084
455	0.9770	22.7578	610	0.4094	9.5371	765	0.0012	0.0283
460	0.7619	17.7491	615	0.3819	8.8972	770	0.0000	0.0000
465	0.5867	13.6663	620	0.3557	8.2846	775	0.0000	0.0000
470	0.4640	10.8082	625	0.3242	7.5520	780	0.0000	0.0000
475	0.3667	8.5429	630	0.2942	6.8538	785	0.0018	0.0418
480	0.3183	7.4135	635	0.2627	6.1198	790	0.0046	0.1072
485	0.3134	7.3005	640	0.2326	5.4183	795	0.0000	0.0000
490	0.3297	7.6810	645	0.2046	4.7668	800	0.0000	0.0000
495	0.3607	8.4018	650	0.1797	4.1853			
500	0.4012	9.3448	655	0.1549	3.6093			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.7°C, Ta:21.0°C,<65%  
Approver:

## Muestra 2.



### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 20:07:42

Category: LED

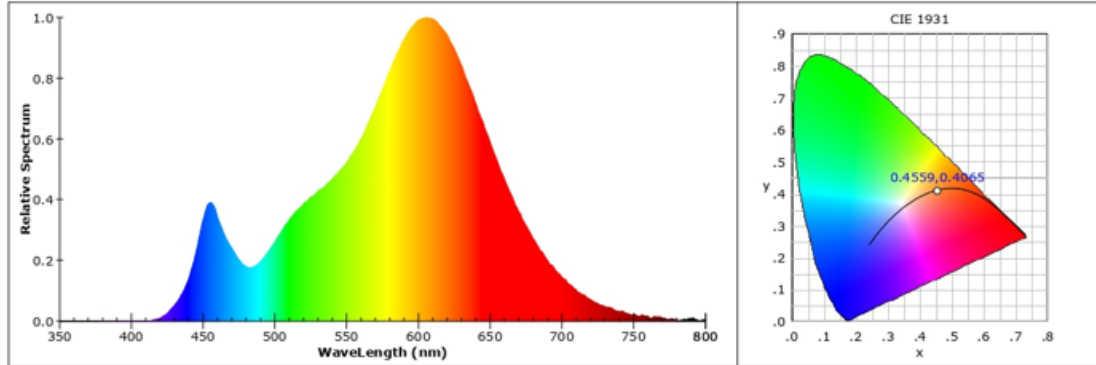
Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 16

Manufacturer: MARCA H

Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.4559,0.4065

CIE(u,v): 0.2618,0.3501

CIE(u',v'): 0.2618,0.5252

CCT: 2724 K (Duv=-0.001200 )

Dominant Wavelength: 584.5 nm

Color Purity: 0.588

Peak Wavelength: 605.1 nm

Half Width: 110.7 nm

Color Ratio: R:0.249, G:0.727, B:0.024

Color Render Index: Ra:81.7 , avgR(1~14):76.9 , avgR(1~15):76.6

R1: 81

R2: 93

R3: 93

R4: 79

R5: 81

R6: 92

R7: 80

R8: 55

R9: 4

R10: 84

R11: 78

R12: 76

R13: 84

R14: 97

R15: 72

Color Quality Scale: Qa:81.7 , Qf:81.9 , Qp:83.8 , Qg:90.4 ,

Q1: 77

Q2: 93

Q3: 85

Q4: 80

Q5: 82

Q6: 83

Q7: 82

Q8: 84

Q9: 93

Q10: 90

Q11: 86

Q12: 82

Q13: 81

Q14: 71

Q15: 73

TM-30-18: Rf:84 , Rg:95

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:47.5 , GAI\_BB\_8:96.3 , GAI\_BB\_15:104.4

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 836.57 lm

Radiant Power: 2.549 W

Efficiency: 101.28 lm/W

Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :101.28lm/W)

S/P: 1.244

Pupil Flux: 991.61 Plm (Kp=1.185)

Pupil Lumens per Watt: 120.05 Plm/W

Cirtpopic Flux: 1880.05 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 904.43 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 964.25 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 916.21 lm (Lp=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 110.800 V

Current: 0.1340 A

Power: 8.260 W

Power Factor: 0.5560

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 720 ms

Peak of Signal: 48406

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia

Testing Environment: Ts:19.8°C, Ta:20.9°C,<65%

Operator: John López; Marco Quintero

Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 20:07:42

Category: LED

Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 16

Manufacturer: MARCA H

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.3000	5.5530	660	0.4666	8.6370
355	0.0000	0.0000	510	0.3342	6.1849	665	0.4123	7.6319
360	0.0000	0.0000	515	0.3630	6.7188	670	0.3592	6.6486
365	0.0000	0.0000	520	0.3860	7.1444	675	0.3129	5.7907
370	0.0000	0.0000	525	0.4078	7.5475	680	0.2706	5.0086
375	0.0000	0.0000	530	0.4285	7.9310	685	0.2312	4.2791
380	0.0000	0.0000	535	0.4456	8.2468	690	0.1975	3.6559
385	0.0000	0.0000	540	0.4682	8.6658	695	0.1695	3.1376
390	0.0009	0.0172	545	0.4945	9.1518	700	0.1445	2.6739
395	0.0003	0.0058	550	0.5226	9.6722	705	0.1200	2.2217
400	0.0000	0.0000	555	0.5592	10.3506	710	0.1010	1.8695
405	0.0000	0.0000	560	0.6019	11.1399	715	0.0863	1.5978
410	0.0000	0.0000	565	0.6521	12.0686	720	0.0683	1.2638
415	0.0033	0.0619	570	0.7049	13.0466	725	0.0565	1.0451
420	0.0097	0.1791	575	0.7649	14.1572	730	0.0466	0.8633
425	0.0258	0.4778	580	0.8252	15.2738	735	0.0400	0.7409
430	0.0524	0.9703	585	0.8805	16.2974	740	0.0288	0.5322
435	0.0885	1.6375	590	0.9287	17.1881	745	0.0250	0.4633
440	0.1423	2.6345	595	0.9660	17.8786	750	0.0221	0.4097
445	0.2275	4.2113	600	0.9922	18.3642	755	0.0192	0.3557
450	0.3355	6.2089	605	1.0000	18.5086	760	0.0128	0.2372
455	0.3901	7.2196	610	0.9939	18.3960	765	0.0141	0.2612
460	0.3446	6.3777	615	0.9728	18.0054	770	0.0075	0.1396
465	0.2818	5.2163	620	0.9415	17.4257	775	0.0081	0.1492
470	0.2395	4.4323	625	0.8953	16.5700	780	0.0028	0.0521
475	0.2016	3.7307	630	0.8419	15.5817	785	0.0062	0.1141
480	0.1778	3.2901	635	0.7789	14.4169	790	0.0070	0.1289
485	0.1786	3.3055	640	0.7154	13.2419	795	0.0015	0.0278
490	0.1971	3.6478	645	0.6531	12.0878	800	0.0014	0.0251
495	0.2270	4.2012	650	0.5883	10.8887			
500	0.2615	4.8407	655	0.5269	9.7518			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.8°C, Ta:20.9°C,<65%  
Approver:

### Muestra 3.



## Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 19:57:01

Category: LED

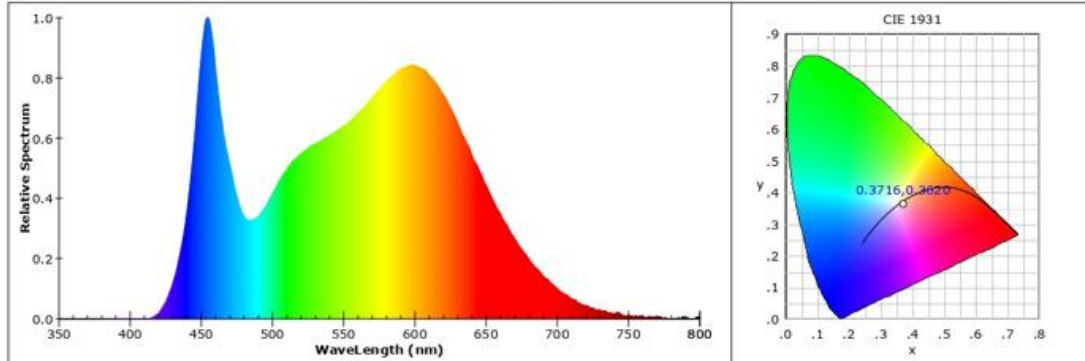
Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 15

Manufacturer: MARCA H

Submitter: UCACUE



### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3716,0.3620

CIE(u,v): 0.2252,0.3290

CIE(u',v'): 0.2252,0.4936

CCT: 4145 K (Duv=-0.004420)

Dominant Wavelength: 581.7 nm

Color Purity: 0.201

Peak Wavelength: 454.5 nm

Half Width: 27.4 nm

Color Ratio: R:0.189, G:0.767, B:0.044

Color Render Index: Ra:87.1, avgR(1~14):82.3, avgR(1~15):82.4

R1: 88

R2: 95

R3: 96

R4: 85

R5: 87

R6: 91

R7: 86

R8: 70

R9: 26

R10: 87

R11: 85

R12: 68

R13: 90

R14: 99

R15: 83

Color Quality Scale: Qa:84.8, Qf:84.8, Qp:85.2, Qg:94.3,

Q1: 84

Q2: 98

Q3: 82

Q4: 77

Q5: 82

Q6: 86

Q7: 89

Q8: 90

Q9: 98

Q10: 91

Q11: 87

Q12: 85

Q13: 85

Q14: 77

Q15: 80

TM-30-18: Rf:85, Rg:96

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:79.8, GAI\_BB\_8:98.4, GAI\_BB\_15:104.5

### Photometric Parameters

Luminous Flux: 942.99 lm

Radiant Power: 2.956 W

Efficiency: 110.94 lm/W

Energy Efficiency Class:E (EU 2019/2015  $\eta_{TM}$ :110.94lm/W)

S/P: 1.816

Pupil Flux: 1501.55 Plm (Kp=1.592)

Pupil Lumens per Watt: 176.65 Plm/W

Cirtpic Flux: 3401.10 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1184.77 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1370.71 lm (Lp=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1225.74 lm (Lp=0.100)

### Electric Parameters

Voltage: 111.200 V

Current: 0.1370 A

Power: 8.500 W

Power Factor: 0.5590

Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 503 ms

Peak of Signal: 48358

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.8°C, Ta:20.9°C, <65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 19:57:01

Category: LED

Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 15

Manufacturer: MARCA H

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4614	9.0798	660	0.3497	6.8804
355	0.0000	0.0000	510	0.4975	9.7893	665	0.3080	6.0606
360	0.0000	0.0000	515	0.5284	10.3975	670	0.2656	5.2268
365	0.0000	0.0000	520	0.5497	10.8173	675	0.2312	4.5495
370	0.0000	0.0000	525	0.5667	11.1502	680	0.1983	3.9020
375	0.0000	0.0000	530	0.5826	11.4637	685	0.1680	3.3061
380	0.0005	0.0090	535	0.5955	11.7178	690	0.1407	2.7691
385	0.0000	0.0000	540	0.6090	11.9833	695	0.1206	2.3734
390	0.0000	0.0000	545	0.6258	12.3139	700	0.0993	1.9531
395	0.0006	0.0123	550	0.6407	12.6063	705	0.0805	1.5848
400	0.0000	0.0000	555	0.6594	12.9756	710	0.0650	1.2790
405	0.0000	0.0000	560	0.6827	13.4336	715	0.0526	1.0347
410	0.0008	0.0152	565	0.7059	13.8890	720	0.0444	0.8732
415	0.0045	0.0884	570	0.7354	14.4697	725	0.0367	0.7223
420	0.0194	0.3821	575	0.7632	15.0174	730	0.0295	0.5812
425	0.0575	1.1324	580	0.7896	15.5365	735	0.0209	0.4118
430	0.1206	2.3734	585	0.8111	15.9605	740	0.0156	0.3070
435	0.2157	4.2438	590	0.8301	16.3348	745	0.0138	0.2713
440	0.3638	7.1593	595	0.8391	16.5106	750	0.0117	0.2309
445	0.5947	11.7013	600	0.8409	16.5467	755	0.0098	0.1921
450	0.8819	17.3538	605	0.8310	16.3515	760	0.0068	0.1347
455	1.0000	19.6770	610	0.8092	15.9235	765	0.0080	0.1568
460	0.8353	16.4352	615	0.7816	15.3796	770	0.0047	0.0928
465	0.6353	12.5000	620	0.7430	14.6209	775	0.0033	0.0652
470	0.5116	10.0677	625	0.6998	13.7691	780	0.0000	0.0000
475	0.4072	8.0118	630	0.6503	12.7965	785	0.0033	0.0656
480	0.3401	6.6930	635	0.5989	11.7852	790	0.0017	0.0339
485	0.3269	6.4334	640	0.5443	10.7105	795	0.0000	0.0000
490	0.3416	6.7224	645	0.4943	9.7273	800	0.0009	0.0170
495	0.3731	7.3416	650	0.4411	8.6797			
500	0.4174	8.2134	655	0.3927	7.7268			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.8°C, Ta:20.9°C,<65%  
Approver:

## Muestra 4.



Laboratorio de Luminotecnia  
Centro de Investigación, Innovación y Transfere  
Universidad Católica de Cuenca

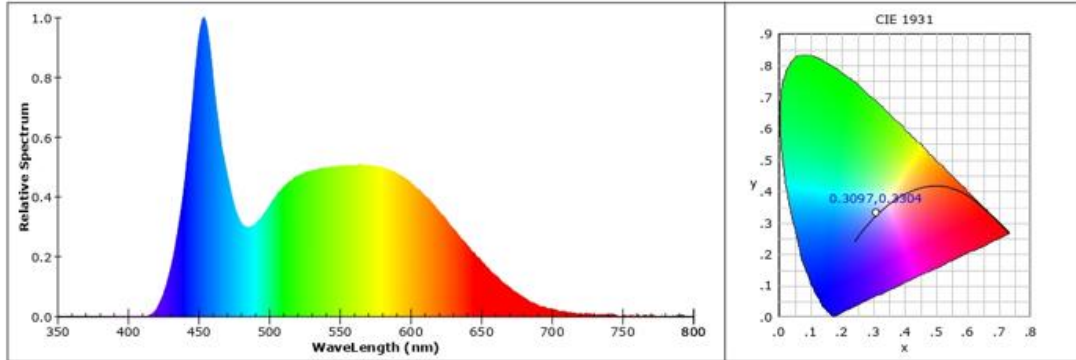
### Lightsource Test Report

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 20:19:17

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA H

Type: 9W  
Number: 17  
Submitter: UCACUE



#### CIE Colorimetric Parameters

CIE(x,y): 0.3097,0.3304      CIE(u,v): 0.1952,0.3124      CIE(u',v'): 0.1952,0.4686  
CCT: 6658 K (Duv=0.005441)      Dominant Wavelength: 490.1 nm      Color Purity: 0.082  
Peak Wavelength: 453.2 nm      Half Width: 27.9 nm      Color Ratio: R:0.131, G:0.809, B:0.061

Color Render Index: Ra:83.1, avgR(1~14):75.6, avgR(1~15):75.6

R1: 81    R2: 89    R3: 93    R4: 81    R5: 81    R6: 84    R7: 88    R8: 68  
R9: 1    R10: 73    R11: 80    R12: 59    R13: 84    R14: 97    R15: 75

Color Quality Scale: Qa:81.3, Qf:81.6, Qp:80.6, Qg:89.9,

Q1: 82    Q2: 98    Q3: 80    Q4: 73    Q5: 78    Q6: 80    Q7: 85    Q8: 89  
Q9: 97    Q10: 89    Q11: 84    Q12: 83    Q13: 82    Q14: 69    Q15: 75

TM-30-18: Rf:83, Rg:93

Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:86.6, GAI\_BB\_8:88.2, GAI\_BB\_15:93.4

#### Photometric Parameters

Luminous Flux: 887.98 lm      Radiant Power: 2.817 W      Efficiency: 100.60 lm/W  
Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015 η<sub>TM</sub>:100.60lm/W)      S/P: 2.303

Pupil Flux: 1702.28 Plm (K<sub>p</sub>=1.917)

Pupil Lumens per Watt: 192.86 Plm/W

Cirtpopic Flux: 4210.94 lm

Mesopic Flux (CIE R.): 1237.09 lm (L<sub>p</sub>=0.100)

Mesopic Flux (USP): 1478.75 lm (L<sub>p</sub>=0.100)

Mesopic Flux (MOVE): 1295.75 lm (L<sub>p</sub>=0.100)

#### Electric Parameters

Voltage: 110.800 V      Current: 0.1420 A      Power: 8.827 W  
Power Factor: 0.5610      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m

Self-absorption Factor: 1.000

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)

Warmup Time: 0

Integration Time: 377 ms

Peak of Signal: 48752

Spectroradiometer: LMS9000C

Digital Power Meter:

Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.8°C, Ta:21.0°C,<65%  
Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 20:19:17

Category: LED

Type: 9W

Spec: LED Residencial

Number: 17

Manufacturer: MARCA H

Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4135	10.8785	660	0.1379	3.6287
355	0.0000	0.0000	510	0.4410	11.6024	665	0.1140	2.9999
360	0.0000	0.0000	515	0.4612	12.1325	670	0.0956	2.5151
365	0.0000	0.0000	520	0.4792	12.6075	675	0.0781	2.0547
370	0.0000	0.0000	525	0.4903	12.8979	680	0.0618	1.6256
375	0.0000	0.0000	530	0.4981	13.1029	685	0.0474	1.2461
380	0.0000	0.0000	535	0.5031	13.2352	690	0.0360	0.9471
385	0.0000	0.0000	540	0.5058	13.3058	695	0.0294	0.7747
390	0.0004	0.0102	545	0.5084	13.3746	700	0.0240	0.6320
395	0.0010	0.0252	550	0.5119	13.4671	705	0.0166	0.4361
400	0.0000	0.0000	555	0.5130	13.4947	710	0.0145	0.3805
405	0.0004	0.0093	560	0.5131	13.4978	715	0.0115	0.3029
410	0.0009	0.0243	565	0.5145	13.5338	720	0.0096	0.2535
415	0.0053	0.1384	570	0.5144	13.5325	725	0.0089	0.2335
420	0.0263	0.6920	575	0.5112	13.4484	730	0.0051	0.1345
425	0.0805	2.1184	580	0.5054	13.2970	735	0.0058	0.1518
430	0.1651	4.3430	585	0.4966	13.0651	740	0.0030	0.0783
435	0.2914	7.6668	590	0.4847	12.7513	745	0.0043	0.1120
440	0.4651	12.2360	595	0.4716	12.4077	750	0.0041	0.1070
445	0.7072	18.6042	600	0.4530	11.9176	755	0.0034	0.0891
450	0.9531	25.0739	605	0.4311	11.3413	760	0.0030	0.0793
455	1.0000	26.3073	610	0.4088	10.7551	765	0.0046	0.1213
460	0.8097	21.3015	615	0.3844	10.1133	770	0.0017	0.0444
465	0.6098	16.0415	620	0.3555	9.3534	775	0.0008	0.0214
470	0.4795	12.6142	625	0.3273	8.6110	780	0.0013	0.0339
475	0.3762	9.8974	630	0.2978	7.8344	785	0.0021	0.0556
480	0.3152	8.2908	635	0.2675	7.0360	790	0.0017	0.0458
485	0.3031	7.9739	640	0.2410	6.3400	795	0.0001	0.0034
490	0.3162	8.3196	645	0.2130	5.6042	800	0.0000	0.0000
495	0.3421	9.0005	650	0.1869	4.9169			
500	0.3778	9.9381	655	0.1615	4.2491			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.8°C, Ta:21.0°C,<65%  
Approver:

**Muestra 5.**



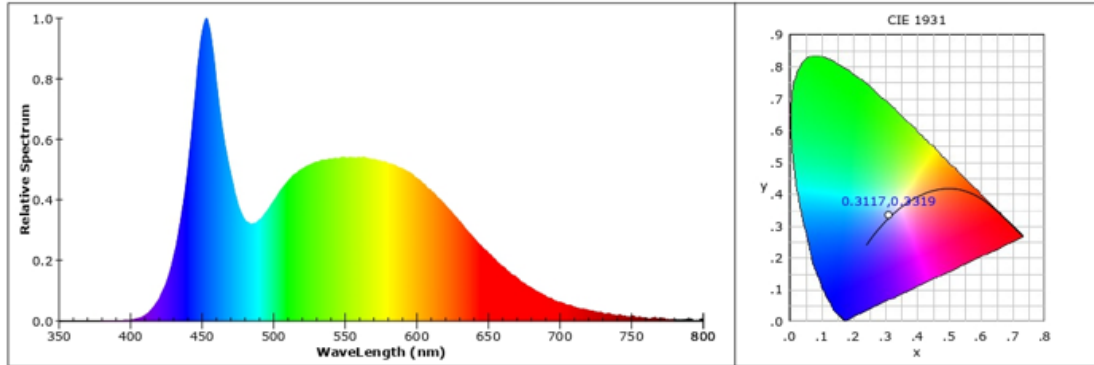
**Lightsource Test Report**

**Report No:** 1

**Test Time:** 2023-03-06 21:15:19

Category: LED  
 Spec: LED Residencial  
 Manufacturer: MARCA H

Type: 12W  
 Number: 20  
 Submitter: UCACUE



**CIE Colorimetric Parameters**

CIE(x,y): 0.3117,0.3319      CIE(u,v): 0.1961,0.3131      CIE(u',v'): 0.1961,0.4697  
 CCT: 6538 K (Duv=0.005178 )      Dominant Wavelength: 490.9 nm      Color Purity: 0.074  
 Peak Wavelength: 452.9 nm      Half Width: 29.5 nm      Color Ratio: R:0.134, G:0.807, B:0.060

Color Render Index: Ra:84.4 , avgR(1~14):77.6 , avgR(1~15):77.6  
 R1: 82    R2: 89    R3: 93    R4: 83    R5: 83    R6: 84    R7: 89    R8: 72  
 R9: 13    R10: 74    R11: 82    R12: 62    R13: 84    R14: 96    R15: 78

Color Quality Scale: Qa:83.0 , Qf:83.2 , Qp:82.7 , Qg:91.4 ,  
 Q1: 85    Q2: 99    Q3: 81    Q4: 75    Q5: 80    Q6: 82    Q7: 86    Q8: 90  
 Q9: 97    Q10: 89    Q11: 85    Q12: 84    Q13: 84    Q14: 73    Q15: 78

TM-30-18: Rf:84 , Rg:94      Gamut Area Index (GAI): GAI\_EES:87.7 , GAI\_BB\_8:89.8 , GAI\_BB\_15:94.7

**Photometric Parameters**

Luminous Flux: 1042.91 lm      Radiant Power: 3.417 W      Efficiency: 94.55 lm/W  
 Energy Efficiency Class:F (EU 2019/2015 ηTM:94.55lm/W)      S/P: 2.284

Pupil Flux: 1986.36 Plm (Kp=1.905)      Pupil Lumens per Watt: 180.09 Plm/W  
 Cirtopic Flux: 4884.72 lm      Mesopic Flux (CIE R.): 1447.54 lm (Lp=0.100)  
 Mesopic Flux (USP): 1728.74 lm (Lp=0.100)      Mesopic Flux (MOVE): 1515.54 lm (Lp=0.100)

**Electric Parameters**

Voltage: 110.800 V      Current: 0.1540 A      Power: 11.030 W  
 Power Factor: 0.6490      Frequency: 60.00 Hz

Geometry: 4n, 2m  
 Warmup Time: 0  
 Spectroradiometer: LMS9000C

Self-absorption Factor: 1.000  
 Integration Time: 368 ms  
 Digital Power Meter:

Photometric Method: sphere-photometer (spec\_rev)  
 Peak of Signal: 52532  
 Power Source: Not Installed

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
 Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.6°C, Ta:21.0°C, <65%  
 Approver:



### Spectral Power Distribution Data

Report No: 1

Test Time: 2023-03-06 21:15:19

Category: LED  
Spec: LED Residencial  
Manufacturer: MARCA H

Type: 12W  
Number: 20  
Submitter: UCACUE

WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)	WL(nm)	PL	PE(mW/nm)
350	0.0000	0.0000	505	0.4445	12.7368	660	0.1837	5.2638
355	0.0000	0.0000	510	0.4755	13.6258	665	0.1615	4.6294
360	0.0000	0.0000	515	0.5000	14.3290	670	0.1440	4.1279
365	0.0000	0.0000	520	0.5169	14.8140	675	0.1259	3.6092
370	0.0000	0.0000	525	0.5300	15.1882	680	0.1109	3.1772
375	0.0000	0.0000	530	0.5391	15.4499	685	0.0961	2.7528
380	0.0000	0.0000	535	0.5460	15.6473	690	0.0837	2.3981
385	0.0000	0.0000	540	0.5490	15.7323	695	0.0710	2.0346
390	0.0005	0.0148	545	0.5509	15.7864	700	0.0638	1.8293
395	0.0019	0.0539	550	0.5541	15.8785	705	0.0534	1.5309
400	0.0027	0.0763	555	0.5540	15.8751	710	0.0466	1.3357
405	0.0085	0.2423	560	0.5538	15.8700	715	0.0409	1.1733
410	0.0195	0.5593	565	0.5516	15.8078	720	0.0357	1.0241
415	0.0410	1.1740	570	0.5483	15.7139	725	0.0310	0.8882
420	0.0764	2.1881	575	0.5410	15.5042	730	0.0255	0.7295
425	0.1313	3.7631	580	0.5335	15.2883	735	0.0226	0.6491
430	0.2173	6.2280	585	0.5260	15.0745	740	0.0168	0.4825
435	0.3420	9.8006	590	0.5147	14.7511	745	0.0168	0.4814
440	0.5198	14.8959	595	0.5027	14.4073	750	0.0172	0.4938
445	0.7611	21.8108	600	0.4842	13.8762	755	0.0141	0.4029
450	0.9821	28.1438	605	0.4626	13.2566	760	0.0094	0.2682
455	1.0000	28.6574	610	0.4407	12.6294	765	0.0115	0.3297
460	0.8142	23.3323	615	0.4150	11.8932	770	0.0098	0.2802
465	0.6261	17.9416	620	0.3909	11.2014	775	0.0055	0.1577
470	0.4984	14.2830	625	0.3647	10.4500	780	0.0043	0.1226
475	0.3972	11.3839	630	0.3358	9.6238	785	0.0039	0.1131
480	0.3416	9.7883	635	0.3071	8.8013	790	0.0048	0.1375
485	0.3294	9.4401	640	0.2803	8.0318	795	0.0024	0.0689
490	0.3434	9.8421	645	0.2535	7.2650	800	0.0037	0.1069
495	0.3715	10.6465	650	0.2298	6.5851			
500	0.4077	11.6850	655	0.2069	5.9281			

Test Lab: Laboratorio de Luminotecnia  
Operator: John López; Marco Quintero

Testing Environment: Ts:19.6°C, Ta:21.0°C, <65%  
Approver:

## AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros, **John Cristopher López Suárez** y **Marco Antonio Quintero Orellana** portadores de las cédulas de ciudadanía N.º 0107590119 y 0107344822. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Determinación de la presencia de radiación ultravioleta en las luminarias led de uso doméstico”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 5 de mayo de 2023

F:  .....

John Cristopher López Suárez

0107590119

F:  .....

Marco Antonio Quintero Orellana

0107344822