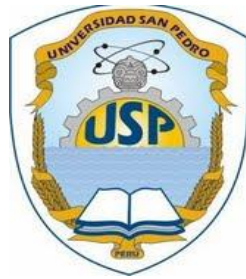


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA



**Propuesta de iluminación solar all in one - plaza de armas del
distrito Huaura 2022**

**Tesis para obtener el título profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista**

Autor

Caballero Mauricio, Jorge Roy

Asesor – Código ORCID

Alva Julca, Ruber

Código 0000-0002-6206-278X

CHIMBOTE – PERÚ

2023

INDICE

Palabras clave.....	ii
Título.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
I. Introducción.....	1
II. Metodología.....	8
III. Resultados.....	9
IV. Análisis y discusión.....	29
V. Conclusiones.....	30
VI. Recomendaciones.....	32
VII. Agradecimiento.....	33
VIII. Referencias bibliográficas.....	34
IX. Anexos y apéndice.....	38

LISTA DE TABLAS:

Tabla 1. Definición conceptual y operación de variables en estudio.

Tabla 2. Máxima demanda (W) y energía (kWh) de iluminación plaza de armas de Huaura 2022 en condiciones actuales

Tabla 3. Máxima demanda (W) y energía (kWh) de iluminación plaza de armas de Huaura 2022 en luminarias LED SOLAR ALL IN ONE

Tabla 4. Ángulo de inclinación para panel solar.

Tabla 5. Irradiación mensual en Huaura en superficie (S) a 0° y 15° de inclinación, hacia el norte.

Tabla 6. Reducción de gastos por consumo de energía eléctrica en la Plaza de Armas de Huaura.

Tabla 7. Perfil de carga de iluminación de plaza de Armas de Huaura.

Tabla 8. Factor global de pérdidas.

Tabla 9. Cálculo de baterías de litio con 1 días de autonomías.

Tabla 10. Costos de inversión baterías litio con 1 días de autonomía.

Tabla 11. Temperatura mensual Huaura.

Tabla 12. Temperatura anualizada para Huaura.

Tabla 13. Parámetros eléctricos del módulo fotovoltaico.

Tabla 14. Pliego tarifario de energía eléctrica 2009-2022.

Tabla 15. Características físicas y eléctricas del módulo de iluminación solar all in one.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Potencial energético del sol y demanda mundial.

Figura 2. Mapa de horas equivalentes de sol anual a nivel mundial.

Figura 3. Costo nivelado de la electricidad del proyecto.

Figura 4. Perfil de carga - potencia diaria iluminación, plaza de armas de Huaura
2022.

Figura 5. Especificaciones del panel fotovoltaico 100 Wp

Figura 6. Ficha técnica panel fotovoltaico 100 Wp

Figura 7. Especificaciones del Regulador o Controlador MPPT.

Figura 8. Regulador o Controlador MPPT

Figura 9. Radiación horizontal global Perú.

Figura 10. Área para instalación de paneles fotovoltaicos en Plaza de Armas de
Huaura.

Figura 11. Plaza de Armas de Huaura.

Figura 12. Plaza de Armas de Huaura.

Figura 13. Arreglo iluminación solar all in one.

Figura 14. Parámetros eléctricos del módulo de iluminación solar all in one.

Figura 15. Iluminación solar all in one.

Palabras Claves:

Tema	Iluminación Solar
Especialidad	Ing. Mecánica Eléctrica

Keywords:

Theme	Solar lighting
Speciality	Electrical Mechanical Engineering

OCDE			Líneas de investigación
Área	Sub-área	Disciplina	
Ingeniería, Tecnología	Ingeniería eléctrica, electrónica e informática	Ingeniería eléctrica y electrónica	Sector energía



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Propuesta de iluminación solar all in one - plaza de armas del distrito Huaura 2022** " del (a) estudiante: **CABALLERO MAURICIO JORGE ROY**, identificado(a) con Código N° **1113000102**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **28%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 29 de diciembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

**Propuesta de iluminación solar all in one - plaza de armas
del distrito Huaura 2022**

Resumen

El propósito principal de la investigación será realizar una Propuesta de iluminación solar all in one - plaza de armas del distrito Huaura, para ahorrar energía eléctrica.

El estudio será del tipo descriptivo debido que la investigación muestra las condiciones actuales de iluminación de la Plaza de Armas de Huaura. El diseño de investigación es no experimental porque se basa fundamentalmente en la observación del nivel de Iluminación de la Plaza de Armas de Huaura.

Con la utilización de luminarias LED solar all in one en la Plaza de Armas de Huaura se tendría una Máxima Demanda de 1.78 KW y un consumo de energía de 13.61 kWh por cada día, que representa el consumo del 15% de energía consumida en las actuales condiciones. Asimismo, con mi propuesta de investigación la Municipalidad Distrital de Huaura no tendría que pagar consumo al concesionario por tratarse de luminarias solares all in one, son sistemas de alumbrado a base de paneles solares, baterías y cargador con autonomía para el alumbrado de la Plaza de Armas de Huaura.

Abstract

The main purpose of the research will be to carry out a Proposal for solar lighting all in one - Plaza de Armas of the Huaura district, to save electricity.

The study will be of the descriptive type because the research shows the current lighting conditions of the Plaza de Armas de Huaura. The research design is non-experimental because it is fundamentally based on the observation of the lighting level of the Huaura Plaza de Armas.

Con la utilización de luminarias LED solar all in one en la Plaza de Armas de Huaura se tiene una Máxima Demanda de 1.78 KW y un consumo de energía de 13.61 kWh por cada día, que representa el consumo del 15% de energía consumida en las corrientes condiciones Asimismo con mi propuesta de investigación la Municipalidad Distrital de Huaura no tengo que pagar consumo al concesionario por tratarse de luminarias solares all in one, son sistemas de alumbrado a base de paneles solares, baterías y cargador con autonomía para el alumbrado de la Plaza de Armas de Huaura.

I. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de elaborar el presente trabajo de investigación para obtener mi título de Ingeniero Mecánico Electricista he tenido la necesidad de buscar información relacionada con el tema de iluminación solar all in one.

Anand Singh, Priyanka Marathey, & Indrajit Mukhopadhyay (2017), en el desarrollo de su investigación denominada “Energy positive solar LED streetlight system”, relacionada con el sistema de alumbrado público LED solar de energía positiva, concluyen que el alumbrado público es una de las principales cargas eléctricas en una ciudad, representando entre el 10% al 38% de la energía factura de las ciudades típicas de todo el mundo.

Uno de los antecedentes que voy a utilizar es el artículo científico difundido por la IEEE, elaborado por Aishwarya Barad, Shubhangi Tungar, N. Sangle, Ketan Bharambe & DP Kadam (2017), cuyo título es “Cargador multimóvil basado en Panel Solar con Iluminación LED”, donde concluye que la luz solar es la fuente de energía favorecida porque es respetuosa con el medio ambiente y libre de contaminación, la vitalidad del sol es independiente e ilimitada por lo que se puede ejecutar un cargador móvil múltiple basado en un panel solar y un sistema de farola.

Viral Kansara (2017), realizó su investigación titulada “Solar & LED technology for energy efficient substation”, concluye que es mucho más eficiente utilizar energía solar para iluminación de la Sub Estación de una Planta Térmica en Rajasthan (India) en comparación de utilizar la energía auxiliar de la Sub Estación, dicha conclusión es luego de haber evaluado las alternativas en terminos de ahorro energético, beneficios ambientales y análisis comercial.

Maheshkumar, Shubhangi, Manohar, Bhaskar, & V.B. Bhosale (2017) llevaron a cabo el estudios, relacionados con el diseño de iluminación pública LED

solar inteligente utilizando Arduino basado en un micro controlador de bajo costo, con el proposito de diseñar farolas inteligentes energeticamente eficientes para la conservación de energía, el sistema consta de Luminaria LED, controlador LED, panel fotovoltaico, sensor de luz del controlador de carga, sensor de movimiento, Arduino. De tal manera que el alumbrado público se utilice solamente cuando sea necesario y evitar el consumo de energía eléctrica cuando no exista transitabilidad por la vía pública.

B.R. Ranjini, I. Omsekhar, & Gurunayk Nayak (2017), en su investigación, relacionada con el diseño y control de convertidor de potencia para iluminación con lámparas LED accionada desde un módulo fotovoltaico, manifiestan que el sistema fotovoltaico es muy beneficioso en áreas que se encuentran alejadas de la red, proponen que un convertidor de potencia es adecuado para las cargas de iluminación.

M. Deepu Vijay, Kamlesh Shah, G. Bhuvaneswari, & Bhim Singh (2015) ejecutaron la investigación titulada “LED based street lighting with automatic intensity control using solar PV”, relacionada con el Alumbrado público basado en luminarias LED con un control de intensidad automático mediante energía solar fotovoltaico, donde hacen referencia que la energía renovable tanto la eólica y la solar están recibiendo ultimamente mayor atención por parte de los investigadores. La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía disponible a nivel mundial, que no afecta al medio ambiente y menos al cambio climático, lo cual es una forma para disminuir el problema del calentamiento global. Este artículo también se enfoca en el uso de la energía solar fotovoltaica de acuerdo al escenario de transitabilidad por las vías públicas, manejándose la intensidad de la luz pública en los rangos comprendidos entre el 0 y 100% y su diseño está considerando baterías con iones de litio, cuyas cargas y descargas se controlan mediante convertidores.

Hugo Macias & Yuri Ulianov (2014), en su investigación “Low cost off-grid solar PV and led lightning system”, que es un sistema de iluminación fotovoltaica fuera de la red de bajo costo, propone un sistema de iluminación de

alto rendimiento aislado de la red, lo que va a permitir que las personas alejadas de la red se puedan beneficiar con la iluminación de sus viviendas de una manera segura, confiable y económica sin la necesidad de instalarse a la red o de la utilización de combustibles. Este sistema propone la generación de energía eléctrica utilizando paneles solares, almacenándolo en baterías y buscando alternativas de disipación de calor en las lámparas LED.

El fundamento teórico de usar la energía solar como fuente de energía renovable se sustenta en que el Sol tiene una potencia de 23 000 TW y demanda energética de la población en la Tierra es de 16 TW, según Cloete (citado por PV3x, 2019).

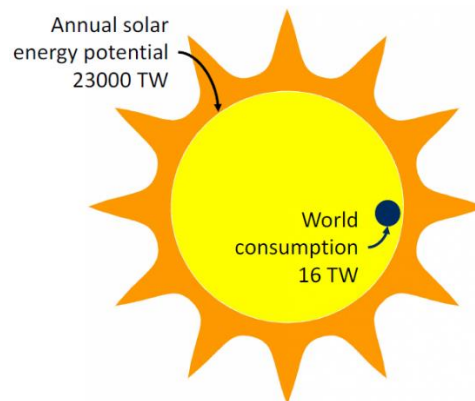


Figura 1. Potencial energética del sol y demanda mundial
Fuente: PV3x (2019)

PV3x (2019) señala que: “La tecnología de módulo fotovoltaico más común se basa en células... de silicio cristalino... son rígidos... enmarcados con vidrio y aluminio”

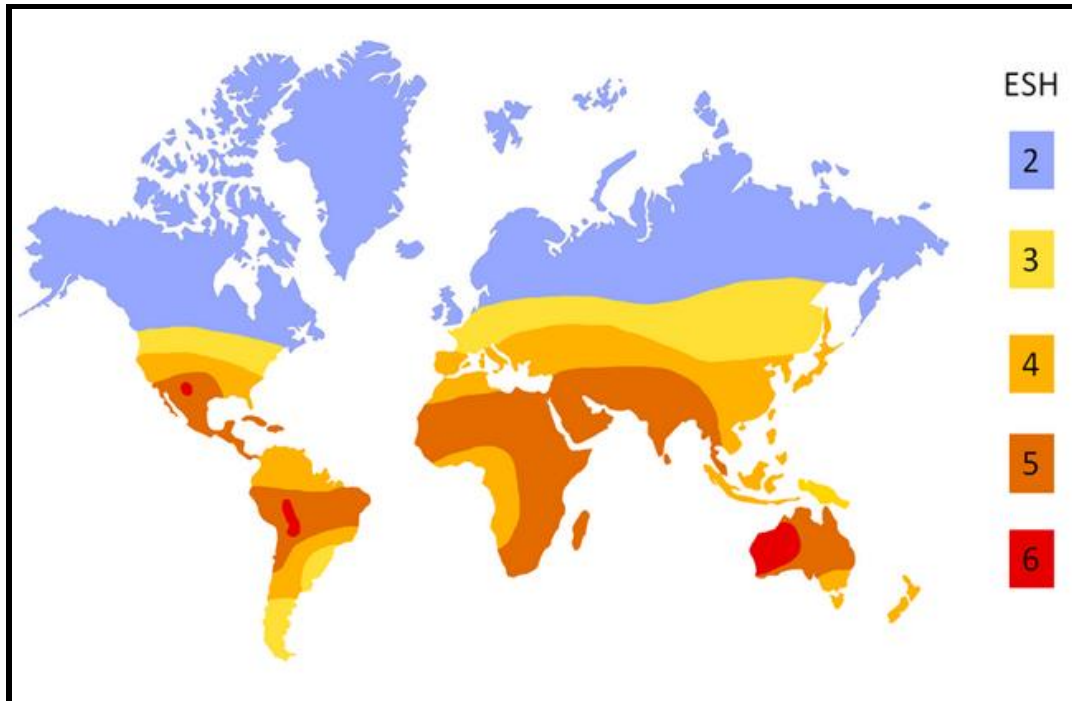


Figura 2. Mapa de horas equivalentes de sol anual a nivel mundial.
Fuente: PV3x (2019)

La presente investigación se justifica social y políticamente porque la tarifa eléctrica se ha incrementado en un 61% durante el 2010 al 2020 (Medina, 2020), por lo que su implementación contribuirá a la economía de la comunidad y evitara la emisión de gases del efector invernadero por lo que se enmarca en la política gubernamentales que protegen el medio ambiente. El aporte científico de la tesis es el de elaborar un estudio inédito de Propuesta de iluminación de la plaza de armas del distrito de Huaura con sistema fotovoltaico autónomo.

Respecto al problema de la investigación, debo manifestar que el Perú tiene una de las más altas tarifas eléctricas de Sudamérica superada solo por Uruguay, como lo indica Vela secretario técnico de la Comisión de Energía de la Sociedad Nacional de Industrias (citado por Medina, 2018): “En el Perú, la energía cuesta 16.1 centavos (de dólar) el kilovatio hora; en Chile es 12.6 centavos el kilovatio hora y en Colombia es 14 centavos”. Dado que el Perú al estar ubicado próximo a la línea ecuatorial tiene una alta radiación solar que se propone aprovechar eléctricamente en iluminación de espacios públicos.

En la actualidad el alumbrado de la plaza de armas de Huaura cuenta con 4 postes CAC de 13m con 03 pastorales y 03 luminarias de VSAP de 250W de potencia a 220V de tensión suministrado por la concesionaria de energía eléctrica – Enel, por lo que presenta una potencia instala de iluminación de 3.00 kW (3x4x0.25) con un consumo diario de energía durante 12 horas de 36.00 kWh/día. Asimismo, cuenta 28 postes ornamentales de fierro fundido de 5m de altura cada uno con 3 farolas de VSAP 50W de potencia a 220 voltios, lo que representa una potencia instalada de 4.20 kW (3x28x0.050) con un consumo de energía diario de 50.40 kWh/día. Considerando perdidas del 5% en los equipos de alumbrado público en forma total tendríamos un consumo de energía de 90.72 kWh/día. El problema de la iluminación de la Plaza de Armas de Huaura es la baja calidad de alumbrado público y el alto consumo de energía eléctrica, por lo que se propone la iluminación solar all in one - plaza de armas del distrito Huaura 2022, para ahorro de energía eléctrica, esto es la aplicación del Sistema Inteligente de ahorro de energía solar, iluminando al 100 % cuando detecta movimiento y disminuyendo su intensidad al 40% en ausencia de éste. Por lo mencionado se origina la siguiente interrogante:

¿La Propuesta de iluminación solar all in one en la Plaza de Armas del distrito Huaura 2022 ahorrará el consumo de energía eléctrica?

En la Tabla 1, se detalla la conceptualización y operacionalización de las variables de la presente investigación.

Tabla 1.*Definición conceptual y operación de variables en estudio.*

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumentos
Iluminación solar all in one	Iluminación solar all in one: “integrando en un solo sistema el panel solar, batería de litio de alto rendimiento... y Leds” (Ledsolar, 2022).	Se dimensiona los componentes de iluminación solar all in one	Potencia de la lámpara	Potencia (W)	Recopilación y análisis de datos secundarios	Instrumento 1 - Registro de potencia de las lámparas Instrumento 2 - Registro de irradiación e irradiancia.
			Irradiación	Energía incidente (kWh/m ² .día)		
			Irradiancia	Potencia unitaria incidente (kW/m ² .día)		

La hipótesis de mi trabajo de investigación se basa en la propuesta de iluminación solar all in one que permitiría un ahorro de energía y una disminución de monóxido de carbono.

El objetivo general de mi trabajo de investigación es el de: Realizar una propuesta de iluminación solar all in one - plaza de armas del distrito Huaura

Para lo cual detallo los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Calcular la facturación de energía y el perfil de carga diario del sistema de iluminación actual de la plaza de armas de la ciudad de Huaura.
- ✓ Calcular las horas equivalentes de sol promedio incidente en el arreglo fotovoltaico.

II. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Tipo y diseño de investigación

Para el estudio es necesario la observación cuantitativa, lo que nos va a permitir recopilar la información tal como se encuentra en la actualidad de una manera objetiva, el tipo de investigación a desarrollar es el descriptivo.

La investigación se sustentó en las normas técnicas establecidas por la Dirección general de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas, relacionadas con el alumbrado público, además consideramos de ser el caso la aplicación de normas internacionales.

2.2 Población y muestra

La población y muestra esta constituida por la Plaza de Armas de la ciudad de Huaura.

El esquema del diseño de investigación transeccional descriptivo:

$$M_1 \rightarrow O_1$$

Donde:

M_1 : *Diseño iluminación solar all in one de la plaza de armas.*

O_1 : *Observaciones.*

2.3 Técnica e instrumento

Para el desarrollo del estudio se utilizó como técnica la recopilación y análisis de datos secundarios.

Podemos indicar que las técnicas utilizadas en mi investigación son: El análisis de datos históricos, Observación no experimental, Revisión y

análisis documental. Respecto a los instrumentos utilizados es la recopilación de información en el campo, visita a la Municipalidad Distrital de Huaura, recopilación de datos respecto a la iluminación existente en la Plaza de Armas de Huaura.

III. RESULTADO:

Se determino el consumo de energía eléctrica de la Iluminación de la Plaza de Armas de la ciudad de Huaura, tal como se puede observar en las tablas 2.1 y 2.2.

El procedimiento más obvio para calcular la irradiancia global sobre una superficie inclinada, en un panel fotovoltaico $G(\beta, \alpha)$ según [A. Luque & S. Hegedus, 2003], es obtener por separado los componentes de radiación. Ecuación (1), (directa, difusa y de albedo).

$$G(\beta, \alpha) = H(\beta, \alpha) + D(\beta, \alpha) + R(\beta, \alpha) \quad (1)$$

Donde:

$G(\beta, \alpha)$: Radiación solar global.

$H(\beta, \alpha)$: Radiación directa.

$D(\beta, \alpha)$: Radiación difusa.

$R(\beta, \alpha)$: Radiación de albedo (reflejada).

Tabla 2*Máxima demanda (W) y energía (kWh) de iluminación plaza de armas de Huaura 2022 en condiciones actuales*

<i>Descripción</i>	<i>Nº Postes</i>	<i>Nº Luminarias</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P_{Luminaria} (w)</i>	<i>PI_(Kw)</i>	<i>MD_(Kw)</i>	<i>H.Op_(h)</i>	<i>Energía_(Kw/día)</i>
LED en postes c.a.c. de 13m.	4	3	12	250	3.00	3.00	12	36.00
LED en estructuras ornamentales 5m.	28	3	84	50	4.20	4.20	12	50.40
SUBTOTAL								86.40
PÉRDIDAS (5%)								4.32
TOTAL						7.20		90.72

Tabla 3*Máxima demanda (W) y energía (kWh) de iluminación plaza de armas de Huaura 2022 en Luminarias LED SOLAR ALL IN ONE*

<i>Descripción</i>	<i>Nº Postes</i>	<i>Nº Luminarias</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P_{Luminaria} (w)</i>	<i>PI_(Kw)</i>	<i>MD_(Kw)</i>	<i>H.Op_(h)</i>	<i>Energía_(Kw/día)</i>
LED en estructuras ornamentales 5m.	28		36	30	1.08	1.08	12	12.96
SUBTOTAL								12.96
PÉRDIDAS (5%)								0.65
TOTAL						1.08		13.61

Con respecto al montaje se sigue las siguientes etapas.

3.1 Etapa 1:

Se debe conocer la ubicación exacta donde se implementará dicho sistema la radiación emitida. Para este diseño se tomó en la plaza de armas ubicada en el distrito de Huaura. Provincia de Huacho, departamento Lima, estos datos obtenemos ingresando Google Maps:

Latitud (φ): -11.070057

Longitud (λ): -77.599258

3.2 Etapa 2:

Determinación de la declinación solar: es el ángulo que forma la línea Sol-Tierra y el plano del ecuador celeste, el valor de la declinación solar varía continuamente a lo largo del año ($\delta = \pm 23.5^\circ$). Ecuación (2), para la determinación de la declinación solar se ha tomado para el 15 de julio ($d_n = 196$ días), por ser el mes más desfavorable donde la radiación global es mínima.

$$\delta = 23.5^\circ \sin \left[\frac{360(d_n + 284)}{365} \right] \quad (2)$$

$$\delta = 23.5^\circ \sin \left[\frac{360(196 + 284)}{365} \right]$$

$$\delta = 21.56^\circ$$

Donde:

δ : Declinación solar.

d_n : Día estimada más desfavorable 15 de julio (196 días).

3.3 Etapa 3:

Determinación del ángulo de salida del sol al amanecer sobre un plano horizontal. Ecuación (3):

$$\omega_s = -\arccos(-\tan(\delta) \times \tan(\varphi)) \quad (3)$$

$$\omega_s = -\arccos(-\tan(21.56) \times \tan(-11.07))$$

$$\omega_s = -85.56^\circ$$

Donde:

$\omega_s = \text{Ángulo de salida del sol al amanecer.}$

$\delta = \text{Declinación solar.}$

$\varphi = \text{Latitud.}$

3.4 Etapa 4:

Definimos la inclinación adecuada, Ecuación (4):

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69|\varphi| \quad (4)$$

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69|-11.07|$$

$$\beta_{opt} = 11.33^\circ$$

Dónde:

β_{opt} : Es la inclinación óptima del panel solar.

φ : Latitud del lugar.

En la tabla 3, se observa que el ángulo de inclinación fijo para nuestro panel será de 15° en función de la latitud (φ) del lugar $|-11.07|$.

Tabla 4.
Ángulo de inclinación para panel solar.

Latitud del lugar (grados)	Ángulo de inclinación fijo
0° a 15°	15°
15° a 25°	La misma latitud
25° a 30°	Latitud más 5°
30° a 35°	Latitud más 10°
35° a 40°	Latitud más 15°
40° a más	Latitud más 20°

3.5 Etapa 5:

Determinar el ángulo de salida del sol al amanecer sobre un plano inclinado. Ecuación (5):

$$\begin{aligned}\omega_{ss} &= \max[\omega_s; -\arccos(-\tan(\delta) \times \tan(\varphi - \beta))] & (5) \\ \omega_{ss} &= \max[-85.56; -\arccos(-\tan(21.56) \times \tan(11.07 - 15))] \\ \omega_{ss} &= \max[-85.56; -88.44] \\ \omega_{ss} &= -85.56^\circ\end{aligned}$$

Donde:

ω_{ss} = *Ángulo de salida del sol al amanecer, plano inclinado*

3.6 Etapa 6:

Determinación del factor de excentricidad. Ecuación (6):

$$\begin{aligned}\varepsilon_0 &= 1 + 0,033 \times \cos\left(\frac{360 \times d_n}{365}\right) & (6) \\ \varepsilon_0 &= 1 + 0,033 \times \cos\left(\frac{360 \times 196}{365}\right) \\ \varepsilon_0 &= 0,968\end{aligned}$$

Donde:

ε_0 : *Factor de excentricidad.*

d_n : *Día estimada mas desfavorable 15 de julio (196 días).*

3.7 Etapa 7:

Determinación de la irradiancia solar extraterrestre sobre un plano horizontal. Ecuación (7):

$$H_0 = \left(\frac{T}{\pi}\right) I_0 \varepsilon_0 \left[-\left(\frac{\pi}{180}\right) (\omega_s \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta)) - (\cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_s)) \right] \quad (7)$$

$$H_0 = \left(\frac{24}{\pi}\right) 1367 * 0.968 \left[-\left(\frac{\pi}{180}\right) (-85.56 \cdot \sin(11.07) \cdot \sin(21.56)) \right] -$$
$$[(\cos(11.07) \cdot \cos(21.56) \cdot \sin(-85.56))]$$

$$H_0 = 10,258.31 \text{ Wh/m}^2$$

Donde:

H_0 = Irradiancia solar extraterrestre solar
sobre una superficie horizontal.

T = es la longitud del día (24h).

I_0 = Constante solar (1367 W/m²).

ε_0 = Factor de excentricidad.

ω_s = Ángulo de salida del sola al amanecer.

φ = Latitud del lugar.

δ = Declinación solar.

3.8 Etapa 8:

Se define la radiación solar global desde una base de datos reconocida para el mes más desfavorable Tabla 4.

Tabla 5.

Irradiación mensual en Huaura en superficie (S) a 0° y 15° de inclinación, hacia el norte (kWh/m2/día).

Inclinación	S0°	S15°
Ene	6.09	6.56
Feb	6.04	6.12
Mar	5.97	6.23
Abr	5.58	6.14
May	4.37	5.38
Jun	3.29	4.15
Jul	3.20	4.06
Ago	3.63	4.27
Set	4.29	5.26
Oct	5.11	6.18
Nov	5.61	6.12
Dic	5.78	6.89
Promedio	4.91	5.61
Máximo	6.09	6.89
Mínimo	3.20	4.06

Fuente: <http://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>.

$$G_{am}(o) = 4.06 \text{ kWh/m}^2$$

Donde:

$G_{am}(o)$ = Radiación global en superficie horizontal.

3.9 Etapa 9:

Determinación del índice de claridad. Ecuación (8):

$$K_{Tm} = \frac{G_0}{H_0}$$

$$K_{Tm} = \frac{4060}{10,258.31}$$

$$K_{Tm} = 0.3957$$

Donde:

K_{Tm} : Índice de claridad.

$G_{dm}(o)$ = Radiación global en superficie horizontal.

H_0 = Irradiancia solar extraterrestre
sobre una superficie horizontal

3.10 **Etapa 10:**

Determinación de la fracción difusa:

$$F_{Dm} = 1 - 1.13K_{Tm} \quad (9)$$

$$F_{Dm} = 1 - 1.13 (0.3957)$$

$$F_{Dm} = 0.552$$

Donde:

F_{Dm} = Fracción difusa.

3.11 **Etapa 11:**

Determinación de la radiación difusa sobre un plano horizontal.

Ecuación (10):

$$D_0 = F_{Dm} \times G_0 \quad (10)$$

$$D_0 = 0.552 \times 4060$$

$$D_0 = 1232.61 \text{ wh/m}^2$$

Donde:

D_0 = Radiación difusa.

3.12 **Etapa 12:**

Determinación de la radiación directa sobre un panel solar horizontal.

Ecuación (11):

$$H_{dm(0)} = G_0 - D_0 \quad (11)$$

$$H_{dm(0)} = 4,060 - 1,232.61$$

$$H_{dm(0)} = 2,287.39$$

Donde:

$H_{dm(0)}$ = Irradiancia directa sobre un lano horizontal.

3.13 **Etapa 13:**

Determinación del factor de corrección para paneles solares inclinados.
Ecuación (12):

$$K = \frac{\omega_{ss} \frac{\pi}{180} [\text{sign}(\varphi) \cdot \sin \delta \cdot \sin(|\varphi| - \beta) + \cos \delta \cdot \cos(|\varphi| - \beta) \cdot \sin \omega_{ss}]}{\omega_s \frac{\pi}{180} \cdot \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \sin \omega_s} \quad (12)$$

$$K = \frac{-85.56 \frac{\pi}{180} [\text{sign}(11.07) \cdot \sin 21.56 \cdot \sin(|11.07| - 15) + \cos 21.56 \cdot \cos(|11.07| - 15) \cdot \sin -85.56]}{-85.56 \frac{\pi}{180} \cdot \sin 21.56 \cdot \sin 11.07 + \cos 21.56 \cdot \cos 11.07 \cdot \sin -85.56}$$

$$K = 1.586$$

3.14 **Etapa 14:**

Determinación de la radiación solar directa sobre un panel inclinado.
Ecuación (13):

$$H_{(\beta, \alpha)} = H_{dm(0)} \times K \quad (13)$$

$$H_{(\beta, \alpha)} = 2,287.39 \times 1.586$$

$$H_{(\beta, \alpha)} = 3,627.80 \text{ wh/m}^2$$

Donde:

$H_{(\beta, \alpha)}$: Radiación solar directa.

$H_{dm(0)}$ = Irradiancia directa sobre un lano horizontal.

3.15 **Etapa 15:**

Determinación de la radiación difusa sobre un panel solar inclinado. Ecuación (14):

$$D_{(\beta,\alpha)} = D_0 x \left(\frac{1 + \cos(\beta)}{2} \right) \quad (14)$$

$$D_{(\beta,\alpha)} = 1,232.61x \left(\frac{1 + \cos(15)}{2} \right)$$

$$D_{(\beta,\alpha)} = 1,211.59 \text{ wh/m}^2$$

Donde:

$D_{(\beta,\alpha)}$: Radiación difusa sobre panel inclinado.

3.16 **Etapa 16:**

Determinación de la radiación solar de albedo sobre un plano solar inclinado. Ecuación (15):

$$AL_{(\beta,\alpha)} = \rho \cdot G_0 \cdot \frac{1 - \cos(\beta)}{2} \quad (15)$$

$$AL_{(\beta,\alpha)} = 0.2x4060 \cdot \frac{1 - \cos(15)}{2}$$

$$AL_{(\beta,\alpha)} = 13.84 \text{ wh/m}^2$$

Donde:

$AL_{(\beta,\alpha)}$ = Radiación solar de albedo sobre un plano inclinado.

3.17 **Etapa 17:**

Determinación de la radiación solar global sobre un plano inclinado. Ecuación (16)

$$G_{(\beta,\alpha)} = H_{(\beta,\alpha)} + D_{(\beta,\alpha)} + AL_{(\beta,\alpha)}$$

$$G_{(\beta,\alpha)} = 3,627.80 + 1,211.59 + 13.84$$

$$G_{(\beta,\alpha)} = 4,853.23 \text{ wh/m}^2$$

Donde:

$G_{(\beta,\alpha)}$: radiación solar global sobre un panel solar inclinado.

$H_{(\beta,\alpha)}$: Radiación solar directa sobre un panel solar inclinado.

$D_{(\beta,\alpha)}$: Radiación solar difusa sobre un panel solar inclinado.

$AL_{(\beta,\alpha)}$: Radiación solar de albedo sobre un panel solar inclinado.

3.18 Cálculo y diseño del sistema fotovoltaico autónomo

Determinación del factor de rendimiento global. Ecuación (17):

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) \left(1 - \frac{k_a \cdot N}{P_d}\right) \quad (17)$$

$$R = (1 - 0.05 - 0.00 - 0.05) \left(1 - \frac{0.005 \times 1}{0.6}\right)$$

Donde:

R : Factor de rendimiento global

k_b : Coeficiente de pérdidas por rendimiento en las baterías (0.05 si no se preciasn descargas fuertes, 0.1 para casos muy desfavorables.

k_c : Coeficiente de pérdidas en el inversor (0.2 para inversores senoidales, 0.1 para inversores de onda cuadrada, según fabricante 95%.

k_v : Coeficiente de pérdidas varias (Efecto Joule, caídas de tensión, etc.) valor predeterminado 0.15.

k_a : Coeficiente de auto descarga de las baterías, valor recomendado 0.005

N : Número de días de autonomía, se esta considerando 1 día.

P_d : Profundidad de descarga de las baterías, según fabricante 0.6

3.18.1 Energía necesaria:

Dimensionamiento de la energía necesaria. Ecuación (18):

$$E = \frac{E_t}{R} \quad (18)$$

$$E = \frac{360}{0.892}$$

$$E = 403.59 \text{ Wh/día}$$

Donde:

E : Energía necesaria (Wh/día).

E_t : Energía Teórica (Wh/día).

R : Factor de rendimiento global.

3.18.2 Cálculo de las horas solares pico (HSP):

Para calcular las horas solares pico, debemos tomar el valor de la radiación del mes más desfavorable (Julio), con un ángulo de inclinación de $\beta = 15^\circ$ (4,853.23 Wh/m²/día). Ecuación (19):

$$HSP = \frac{G}{I_{CEM}} \quad (19)$$
$$HSP = \frac{4,853.23 \text{ Wh/m}^2}{1000 \text{ W/m}^2}$$
$$HSP = 4.853 \text{ h}$$

Donde:

G : Irradiación solar media (Wh/m²)

I_{CEM} : Potencia de radiación incidente, en W/m², para las condiciones estándar de medida (CEM), siendo su valor de 1000W/m².

3.18.3 Cálculo del número de paneles solares:

Determinamos el número de paneles solares. Ecuación (20):

$$N_T = \frac{E}{\eta \cdot HSP \cdot P_{panel}} \quad (20)$$
$$N_T = \frac{403.59}{0.9 \times 4.853 \times 100}$$
$$N_T = 0.92 \approx 1 \text{ panel solar}$$

Donde:

N_T : Número total de paneles solares.

E : Energía total media diaria (Wh/días)

η : Rendimiento del panel solar, considera 0.9

HSP : Horas solares pico.

P_{panel} : Potencia del panel solar a considerar, para nuestro caso 100W

3.18.4 Cálculo del número de paneles conectados en serie:

El número de paneles conectados en serie va a estar dado por la división de la tensión de trabajo del sistema fotovoltaico entre la tensión de los paneles fotovoltaicos. Ecuación (21):

$$N_{ps} = \frac{V_s}{V_p} \quad (21)$$

$$N_{ps} = \frac{12}{18.41}$$

$$N_{ps} = 0.65 \approx 1$$

Donde:

N_{ps} : Número de paneles en serie

V_s : Tensión del sistema fotovoltaico (12v)

V_p : Tensión de máxima potencia del panel (18.41v)

3.18.5 Cálculo del número de paneles conectados en paralelo

Este dado por la división del número total de paneles entre el número de paneles conectados en serie. Ecuación (22):

$$N_{pp} = \frac{N_T}{N_{ps}} \quad (22)$$

$$N_{pp} = \frac{1}{1}$$

$$N_{pp} = 1$$

Donde:

N_{pp} : Número de paneles en paralelo

N_T : Número total de paneles

N_{ps} : Número de paneles en serie

3.18.6 Cálculo de la corriente máxima que debe soportar el regulador de carga:

Determinar la corriente máxima. Ecuación (23):

$$I_{reg} = 1.2 \times I_{ccp} \times N_{pp} \quad (23)$$

$$I_{reg} = 1.2 \times 5.89x$$

$$I_{reg} = 7.06 \text{ A}$$

Donde:

I_{reg} : Corriente máxima que puede soportar el regulador

I_{ccp} : Corriente de cortocircuito del panel

N_{pp} : Núemro de paneles en paralelo

3.18.7 Cálculo del voltaje máximo que debe soportar el regulador de carga:

Determinación del voltaje máximo. Ecuación (24):

$$V_{reg} = 1.2 \times V_{oc} \times N_{ps} \quad (24)$$

$$V_{reg} = 1.2 \times 22.41 \times 1$$

$$V_{reg} = 26.89 \text{ V}$$

Donde:

V_{reg} : Tensión máxima que puede soportar el regulador

V_{oc} : Tensión de cortocircuito del panel

N_{ps} : Núemro de paneles en paralelo

3.18.8 Cálculo de capacidad mínima del banco de baterías:

Determinación de la capacidad del banco de baterías. Ecuación (25):

$$C_T = \frac{E \times N_D}{V_s \times P_{Dm\acute{a}x}} \quad (25)$$

$$C_T = \frac{403.59 \times 1}{12 \times 0.6}$$

$$C_T = 56.05 \text{ Ah}$$

Donde:

C_T : Capacidad mínima del banco de baterías (Ah)

E : Energía necesaria (Wh/día)

N_D : Número de días de autonomía

V_s : Número de paneles en paralelo

$P_{Dm\acute{a}x}$: Profundidad de descarga de la batería (0.6)

3.18.9 Cálculo del número de baterías que deben conectarse en serie:

Determinación del número de baterías en serie. Ecuación (26):

$$N_{bs} = \frac{V_s}{V_b} \quad (26)$$

$$N_{bs} = \frac{12}{12}$$

$$N_{bs} = 1$$

Donde:

N_{bs} : Número de baterías en serie

V_s : Tensión del sistema fotovoltaico

V_b : Número de días de autonomía

3.18.10 Cálculo del número de baterías que deben conectarse en paralelo:

Determinación de baterías en paralelo. Ecuación (27):

$$N_{bp} = \frac{C_T}{C_b} \quad (27)$$

$$N_{bp} = \frac{56.05}{75}$$

$$N_{bp} = 0.747 \approx 1$$

Donde:

N_{bp} : Número de baterías en paralelo

C_T : Capacidad mínima del banco de baterías (Ah)

C_b : Capacidad individual de la batería (75 Ah)

3.18.11 Cálculo del número total de baterías:

Determinación del número total de baterías. Ecuación (28)

$$N_{BT} = N_{bs} \times N_{bp} \quad (28)$$

$$N_{BT} = 1 \times 1$$

$$N_{BT} = 1$$

Donde:

N_{BT} : Número total de baterías

N_{bs} : Número de baterías en serie

Para los calculo de Iluminación se ha utilizado la aplicación del software Dialux Evo, que es utilizado para diseño de Iluminación en ambientes interiores y exteriores, este programa es muy amigable y permite obtener resultados por medio de visualizaciones fotorrealistas, los resultados de la utilización del Dialux Evo son entregados en archivos pdf, los mismos que se muestran en los anexos.

En la Tabla 5, se muestra el cálculo de la cuantificación del costo de energía eléctrica que dejaría de pagar la Municipalidad Provincial de Huaura a la Empresa concesionaria de energía eléctrica (ENEL).

Tabla 6

Reducción de gastos por consumo de energía eléctrica en la Plaza de Armas de Huaura

Pot. (kW)	Tiempo (H)	Energía (Kwh)	Costo (S./Kwh)	Costo x dia (S./Kwh)	Costo x mes (S./Kwh)	Costo x año (S./Kwh)
7.2	12	86.4	0.866	74.84	2,245.32	26,943.84

IV. ANALISIS Y DISCUSION:

- Maheshkumar, Shubhangi, Manohar, Bhaskar, & V.B. Bhosale (2017), nos indica para el diseño e implementación de una farola Led solar inteligente se instale un micro controlador, para ahorrar energía, de tal manera que el alumbrado público se utilice solamente cuando sea necesario y evitar el consumo de energía eléctrica cuando no exista transitabilidad por la vía pública. En nuestro estudio encontramos relación y características similares con lo propuesto por los autores, mediante un módulo de iluminación solar all in one, que estará integrado por un controlador MPTT y sensores de movimiento para optimizar en el ahorro de energía.
- Hugo Macias & Yuri Ulianov (2014), en su investigación propone la generación de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos a bajo costo, en nuestro caso la utilización de la energía solar mediante sistemas fotovoltaicos, tiene un gran futuro como un tipo de energía alternativa. Además, con el avance de la tecnología se disminuirá el costo, así como su instalación, dando así una mayor accesibilidad para familias de sectores rurales.

V. CONCLUSIONES:

- Se obtuvo la potencia instalada de la plaza de armas del distrito de Huaura, para ello se elaboró el cuadro de máxima demanda, obteniéndose una Máxima Demanda actual de 7.20 KW, con un consumo de energía de 90.72 KWH cada día, incluido pérdidas del orden del 5%. Con la utilización de luminarias LED solar all in one en la Plaza de Armas de Huaura se tendría una Máxima Demanda de 1.78 KW y un consumo de energía de 13.61 kWh por cada día, que representa un consumo del 15% comparado con las condiciones actuales. La iluminación de la Plaza de Armas tendría una mejor iluminación y cumpliendo el nivel de iluminación que exige las normas para plazas. Se determinó realizar este análisis con el cuadro de máxima demanda final ya que este contará con un sistema de iluminación solar all in one, con equipos más eficientes y mayor vida útil lo cual mejorará la eficiencia en iluminación.
- Se obtuvo los valores de irradiación solar máximos y mínimos proporcionados por la Nasa (<http://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>), se dan anualmente en donde se realizó un cuadro de valores promedio por mes, de este cuadro se sustrajo el valor más crítico (Julio), el mes de menor radiación donde se calculó la irradiación de 4.853 kWh/m²/d, con un ángulo de inclinación óptimo de ($\beta = 15^\circ$) del panel solar, para comenzar hacer los cálculos y poder dimensionar cada uno de los equipos que formarán parte del sistema de iluminación solar all in one.
- Se dimensionó el sistema de iluminación all in one, el cual estará formado de 28 módulos constituidos por los postes ornamentales existentes. En el cálculo se muestra la disposición de cada módulo de acuerdo a su ubicación, en unos casos conformados por dos equipos de luminarias LED y en otros casos por un equipo de luminaria LED, cada equipo esta

integrado por un panel solar monocristalino de una potencia máxima de 100 Wp y 36 células, 1 batería de 75 Ah, con un día de autonomía, 1 regulador o controlador de carga MPPT de 30A/12V.

- La aplicación del presente proyecto significaría un ahorro anual para la Municipalidad Provincial de Huaura de 26,943.84 soles.

VI. RECOMENDACIONES:

- El proveedor recomienda que las baterías estén cargadas como mínimo al 50%, para prolongar su vida útil.
- El sistema de iluminación solar all in one está diseñado para que trabaje 12 horas al día, por lo que recomienda cumplir el horario de trabajo.

VII. AGRADECIMIENTO:

A mi madre quien siempre estuvo a mi lado dándome fuerzas para seguir adelante, dándome cátedra de valores y principios para lograr un grado profesional más de tantos que deseo obtener.

A los catedráticos que contribuyeron en mi formación profesional, en especial a mi asesor que estuvo en cada momento que lo necesite y me guio para lograr terminar este proyecto.

A mis mamitas, familia y amigos que brindaron apoyo moral, los consejos y apoyándome han logrado alimentarme de ganas y esfuerzos para poder culminar con éxito mi carrera

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Barad, A., Tungar, S., Sangle, N., Ketan, B., & Kadam, D. (2017). Solar panel based multi-mobile charger with LED illumination. *2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS)*. Coimbatore, India: IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8276052/authors#authors>.
- Dengsheng, W., Lidi, W., Xiuhua, W., Xiaofang, M., Jun, W., Dan, G., & Hui, W. (2016). Research and design of off-grid solar PV power generation LED display system. *2016 Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*. Yinchuan, China: IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7531005>.
- Hernández, S., Méndez, S., & Mendoza, P. (11 de Junio de 2014). Recuperado el 10 de Diciembre de 2018, de Recursos en línea de Metodología de la investigación (6a. ed.): McGRAW-HILL. Recuperado de <http://highered.mheducation.com/sites/dl/free/1456223968/1016239/CAPITULO07.pdf>
- Houghton Mifflin Company. (2005). «LED». *The American Heritage Science Dictionary*. Houghton Mifflin Harcourt. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Led>.
- IDEA. (2011). *Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red*. Madrid: IDEA. Recuperado de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf.

- Kansara, V. (2017). Solar & LED technology for energy efficient substation. *2017 IEEE Region 10 Symposium (TENSymp)*. Cochin, India: IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8070010/authors#authors>.
- Lia, H., Jiann-Fuh, C., Wu, T.-H., & Huang, Y.-C. (2017). Design of Solar LED Street Lamp Automatic Control Circuit. *2017 IEEE 3rd International Future Energy Electronics Conference and ECCE Asia (IFEEEC 2017 - ECCE Asia)*. Kaohsiung, Taiwan: IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7992163/authors#authors>.
- Liew, H., & Zainal, A. (2019). A Proposed Standard Design of Solar Street Light System Towards Energy Efficiency Development for Managing Facility Planning. *2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)*. Cambridge, United Kingdom: IEEE.
- Macias, H., & Ulianov, Y. (2014). Low cost off-grid solar PV and led lightning system. *2014 IEEE ANDESCON*. Cochabamba, Bolivia: IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7098550/authors#authors>.
- Maheshkumar, N., Shubhangi, S., Manohar, S., Bhaskar, S., & Bhosale, B. (2017). Design and implementation of smart solar LED street light. *2017 International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI)*. Tirunelveli, India : IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8300980/authors#authors>.
- Mardikaningsih, I. S., Sutopo, W., Zakaria, R., Nizam, M., & Kadir, E. A. (2016). Evaluation and designing street lighting with solar cell: A case study. *2016 2nd International Conference of Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering (ICIMECE)*.

- Yogyakarta, Indonesia: IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7910455>.
- Martyanov, A., Korobotov, D., & Solomin, E. (2017). *Simulation model of public street lighting provided by a photovoltaic converter and battery storage*. St. Petersburg, Russia: IEEE.
- Medina, M. (14 de Noviembre de 2018). *Diario Correo - Economía*. Recuperado el 4 de enero de 2019, de <https://diariocorreo.pe/economia/energia-electrica-tarifas-subieron-50-en-los-ultimos-8-anos-853675/>
- Ranjini, B., Omsekhar, I., & Nayak, G. (2017). Design and control of power converter for LED lighting driven from the PV module. *2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICT)*. Kannur, India: IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8342535>.
- Shubham, S., Kshitij, M., & Prajakta, V. (2017). *Smart street-lighting using green energy designing a novel stand-alone solar powered lighting system*. Madurai, India: IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8250701/authors#authors>.
- Singh, A., Marathe, P., & Mukhopadhyay, I. (2017). Energy positive solar LED streetlight system. *2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*. Chennai, India: IEEE. <https://www.proceedings.com/39829.html>
- Vijay, D., Shah, K., Bhuvaneshwari, G., & Singh, B. (2015). LED based street lighting with automatic intensity control using solar PV. *2015 IEEE IAS Joint Industrial and Commercial Power Systems /*

Petroleum and Chemical Industry Conference (ICPSPCIC).
Hyderabad, India : IEEE. Recuperado de
<https://ieeexplore.ieee.org/document/7974074>.

Wang, Y., Chen, X., Tang, H., Yang, Y., Wen, H., & Lin, Y. (2018).
Design a Modified Bi-Directional Converter for Solar LED
Lighting System. *2018 IEEE Energy Conversion Congress and
Exposition (ECCE)*. Portland, OR, USA: IEEE. Recuperado de
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8557641>.

Wikipedia. (2019). *Panel fotovoltaico*. Wikipedia. Recuperado de
https://es.wikipedia.org/wiki/Panel_fotovoltaico.

IX. ANEXOS Y APENDICE:

Anexo 1. Perfil de carga de iluminación de plaza de armas de Huaura para un sistema solar all in one 2022.

Tabla 7.
Perfil de carga de iluminación de plaza de armas de Huaura.

Tiempo (h)	MD (Kw)	E (Kwh)	E acumulada (Kwh)
0	8.70	8.70	8.70
1	8.70	8.70	17.40
2	8.70	8.70	26.10
3	8.70	8.70	34.80
4	8.70	8.70	43.50
5	8.70	8.70	52.20
6	0.00	0.00	52.20
7	0.00	0.00	52.20
8	0.00	0.00	52.20
9	0.00	0.00	52.20
10	0.00	0.00	52.20
11	0.00	0.00	52.20
12	0.00	0.00	52.20
13	0.00	0.00	52.20
14	0.00	0.00	52.20
15	0.00	0.00	52.20
16	0.00	0.00	52.20
17	0.00	0.00	52.20
18	8.70	8.70	60.90
19	8.70	8.70	69.60
20	8.70	8.70	78.30
21	8.70	8.70	87.00
22	8.70	8.70	95.70
23	8.70	8.70	104.4

Anexo 2. Costo nivelado de la electricidad del proyecto con cobertura total y parcial de la iluminación de la plaza de armas vs Tarifa de la concesionaria eléctrica.

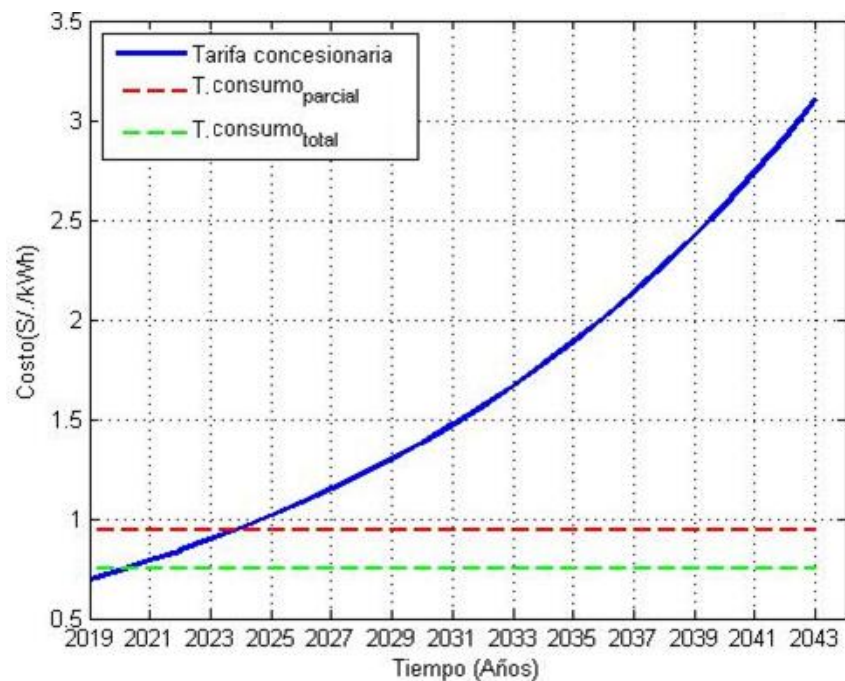


Figura 3. Costo nivelado de la electricidad del proyecto.

Anexo 3. Eficiencia del sistema para el cálculo del factor global de pérdidas.

Tabla 8.
Factor global de pérdidas.

Eficiencias del cálculo	
Regulador de carga MPPT	95%
Baterías de litio	96%
Cables	94%
Suciedad	92%
Total	89.20%

Anexo 4. Cálculo de número de baterías según tecnología y número de días de autonomía.

Tabla 9.
Cálculo de baterías de litio con 1 días de autonomías.

Capacidad batería de gel	0.9	kW-h
Eficiencia	96	%
Voltaje del sistema	12	V
Energía a suministrar	0.403	kWh/d
Profundidad de descarga gel	0.6	
Números días de autonomía	1	
Número de baterías de litio	1	

Anexo 5. Análisis de costos de inversión por tipo de tecnología de baterías y días de autonomía.

Tabla 10.
Costos de inversión baterías litio con 1 días de autonomía.

N°	Descripción	Cant.	Und.	Costo	Subtotal
1	Panel fotovoltaico monocristalino 36 celdas 100Wp	1	U.	407.21	407.21
3	Baterías de litio	1	U.	1 536.45	1 536.45
4	Soporte de iluminación all in one	1	U.	250.85	250.85
5	Instalación y materiales misceláneos	1	Glb.		500.00
				Total S/.	2 694.51

Anexo 6. Las horas equivalentes de sol o horas sol pico HSP promedio en el módulo fotovoltaico con inclinación de 15° en Huaura.

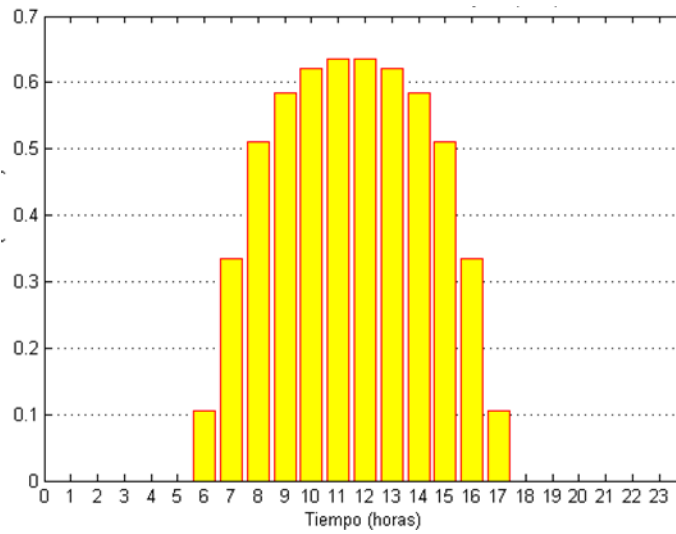


Figura 4. Perfil de carga - potencia diaria iluminación, plaza de armas de Huaura 2022.

Anexo 7. Temperatura máxima, mínima y promedio en Huaura.

Tabla 11.
Temperatura mensual Huaura.

Mes	$T_{m\acute{a}x}$ °C	$T_{m\grave{i}n}$ °C
Enero	27.90	16.40
Febrero	28.73	17.31
Marzo	28.05	17.40
Abril	26.07	14.66
Mayo	24.86	14.30
Junio	25.01	13.67
Julio	23.64	12.62
Agosto	23.87	12.92
Setiembre	23.11	12.85
Octubre	24.18	12.66
Noviembre	24.44	13.46
Diciembre	25.12	14.47

Fuente: <http://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>.

Tabla 12.*Temperatura anualizada para Huaura.*

Altitud	785.56 m.s.n.m.
Temperatura media	26.45
Temperatura máxima	28.73
Temperatura mínima	12.62

Anexo 8. Parámetros eléctricos del módulo fotovoltaico para diversas condiciones de trabajo y cálculo de tensión de circuito abierto, corriente de cortocircuito a irradiancia (E) mínima y máxima.

Tabla 13.*Parámetros eléctricos del módulo fotovoltaico.*

P_{pk} (w)	V_{oc} (v)	V_{mpp} (v)	I_{mpp} (A)	I_{sc} (A)	a (A%/°C)	b (V%/°C)
100	22.41	18.41	5.43	5.89	0.06	-0.31

Anexo 9. Tarifa eléctrica promedio anual – Huaura.

Tabla 14.*Pliego tarifario de energía eléctrica
2009-2022.*

N°	Año	ctmSol/kWh
1	2009	46.015
2	2010	43.953
3	2011	45.636
4	2012	47.796
5	2013	49.040
6	2014	52.164
7	2015	58.348
8	2016	63.406
9	2017	63.977
10	2018	66.960









Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019).

Anexo 10. Datos técnicos del panel fotovoltaico de 100 Wp.



Eco Green Energy's modules are only made of grade A solar cells with a very high efficiency and ensured more than 25 years lifespan.

KEY FEATURES

-  5 bus bars cells, with efficiency up to 21 %
-  IP65 junction box for long term weather endurance
-  High quality aluminum frame, resisting load up to 5400 Pa and wind pressure up to 2400 Pa
-  High transmissivity, low-iron tempered glass
-  High performance in low-light environment
-  Double EL test before and after lamination
-  **25 YEARS OUTPUT POWER WARRANTY**
-  **12 YEARS PRODUCT WARRANTY**

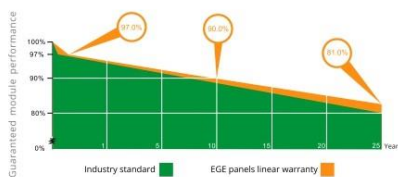


CERTIFICATES

IEC 61215 / IEC 61730 / CE
ISO 9001:2015

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12-Year Product Warranty · 25-Year Linear Power Warranty



Eco Green Energy Group Ltd. 2018. All rights reserved.

Figura 5. Especificaciones del panel fotovoltaico 100 Wp

ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	100 W	105 W
Power tolerance	0~+3 %	0~+3 %
Module efficiency	14.63 %	15.36 %
Maximum power voltage (Vmp)	18.41 V	18.92 V
Maximum power current (Imp)	5.43 A	5.55 A
Open circuit voltage (Voc)	22.41 V	23.32 V
Short circuit current (Isc)	5.89 A	5.92 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m²
Cell temperature: 25 °C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NOCT*

Power output (Pmax)	73.98 W	77.68 W
Maximum power voltage (Vmp)	17.00 V	17.48 V
Maximum power current (Imp)	4.35 A	4.44 A
Open circuit voltage (Voc)	20.80 V	21.65 V
Short circuit current (Isc)	4.78 A	4.81 A

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m²
Ambiant temperature: 20 °C • AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT	45 °C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.41%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.31%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.06%/°C

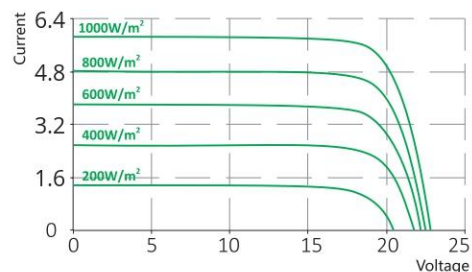
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-45 °C ~+85 °C
Maximum system voltage	1500 V
Max series fuse rating	15 A
Max front load (e.g.: snow)	5 400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2 400 Pa

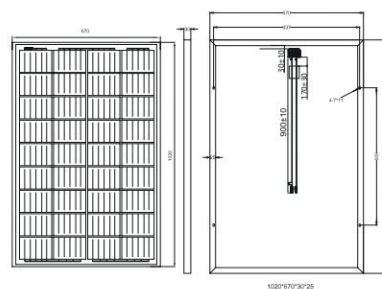
MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Polycrystalline (156.75x104 mm)
Number of cells	36
Dimensions	1020x670x30mm
Weight	7.7 kg
Glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP65
Cable	0.9 m
Connector	MC4 or MC4 compatible

I-V CURVES



ENGINEERING DRAWINGS (mm)



PACKAGING

Type	Pcs/ Type	Weight
Per pallet	35 pcs	299.5 kg
20ft GP Container	990 pcs	8.5 t
40ft GP Container	2150 pcs	18.4 t
40ft HQ Container	2500 pcs	21.4 t



Eco Green Energy Group Ltd. 2018. All rights reserved.
Add: 299 Xing Cheng Road, Chong Chuan District, Nantong,
Jiangsu, China
Tel: +86 513 66690088 / E-mail: info@eco-greenenergy.com

Specifications included in this datasheet are subject to
change without prior notice. Refer to our website for further
information or contact one of our sales staff.
www.eco-greenenergy.com

Figura 6. Ficha técnica panel fotovoltaico 100 Wp

Anexo 11. Regulador o Controlador MPPT



Shenzhen Must Energy Technology Co.,Ltd.

Tel: +86 755-29022692, 29101136

Email: sales@must-solar.com

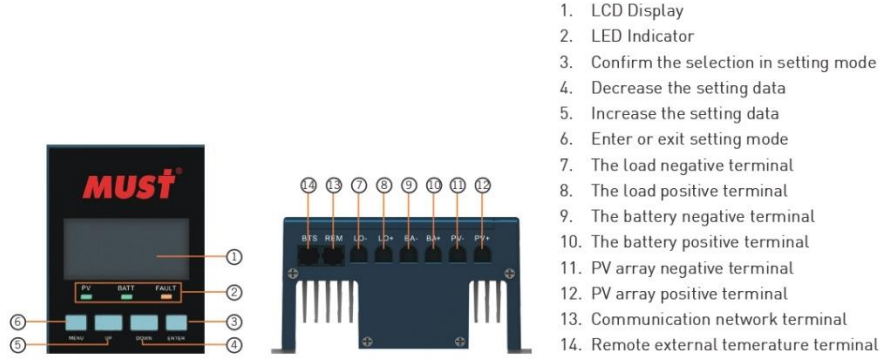
Web: www.must-solar.com

MUST[®]

Figura 7. Especificaciones del Regulador o Controlador MPPT.

MUST®

PC1600A Series (20/30/40A)
MPPT Solar Charge Controller



MODEL	PC16-2015A	PC16-3015A	PC16-4015A	
Nominal Battery System Voltage	12VDC/24VDC (Auto Detection)			
CONTROLLER INPUT	PV Open Circuit Voltage	100VDC@12V/145VDC @24V		
	PV Array MPPT Voltage Range	16VDC-100VDC / 32VDC-130VDC		
	Max PV Input Power(12V)	300W	450W	600W
	Max PV Input Power(24V)	600W	900W	1200W
BATTERY	Absorption Voltage	12.5VDC / 25.0VDC		
	Refloat Voltage	13.7VDC / 27.4VDC		
	Float Voltage	14.3VDC / 28.6VDC		
	Low Voltage Protection Point	10.0VDC / 20.0VDC		
DC OUTPUT	Output Voltage	10.0-14.5VDC / 20.0-29.0VDC		
	Peak Conversion Efficiency	98%(MPPT Efficiency 99%)		
	Max Charging Current	20 amps continuous	30 amps continuous	40 amps continuous
	Max Output Current	20 amps continuous	20 amps continuous	20 amps continuous
	Low Voltage alarm	10.25VDC / 20.5VDC		
	Low Voltage cutoff	10.0VDC / 20.0 VDC		
	Low Voltage Recovery	11.0VDC / 22.0VDC		
GENERAL SPECIFICATION	Radiating Mode	Automatic cooling		
DISPLAY & PROTECTION	LED Indication	Systematic operation, LV indication, LV protection, Over charge protection Loads protection, Short circuit protection		
	LED Display	Charge Voltage, Charge Current, Voltage of storage battery, Capacity of storage battery, Output current		
	Alarm Protections	PV array short circuit, PV reverse polarity		
		Battery reverse polarity, Over charging protection		
Output short circuit protection				
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Mounting	Wall mount		
	Machine Dimension(W*H*D)	154*236*88mm (color box / pcs)		
	Gross Wight (kg)(per pcs)	2.5kg		
	Package Dimension (W*H*D)	610*308*230mm (4PCS/Carton)		
	Gross Weight (kg)(per carton)	10.8kg	13.4kg	13.4kg
OTHER	Environmental Rating	Indoor		
	Operation Temperature Range	-25°C ~ +55°C		
	Ambient Humidity	0-90% relative humidity (non-condensing)		
	Altitude	≤3000m		
	Loading (20GP/40GP/40HQ)	2500pcs / 5000pcs / 5800pcs		

Figura 8. Regulador o Controlador MPPT.

Anexo 13. Mapa de Radiación horizontal global Perú.

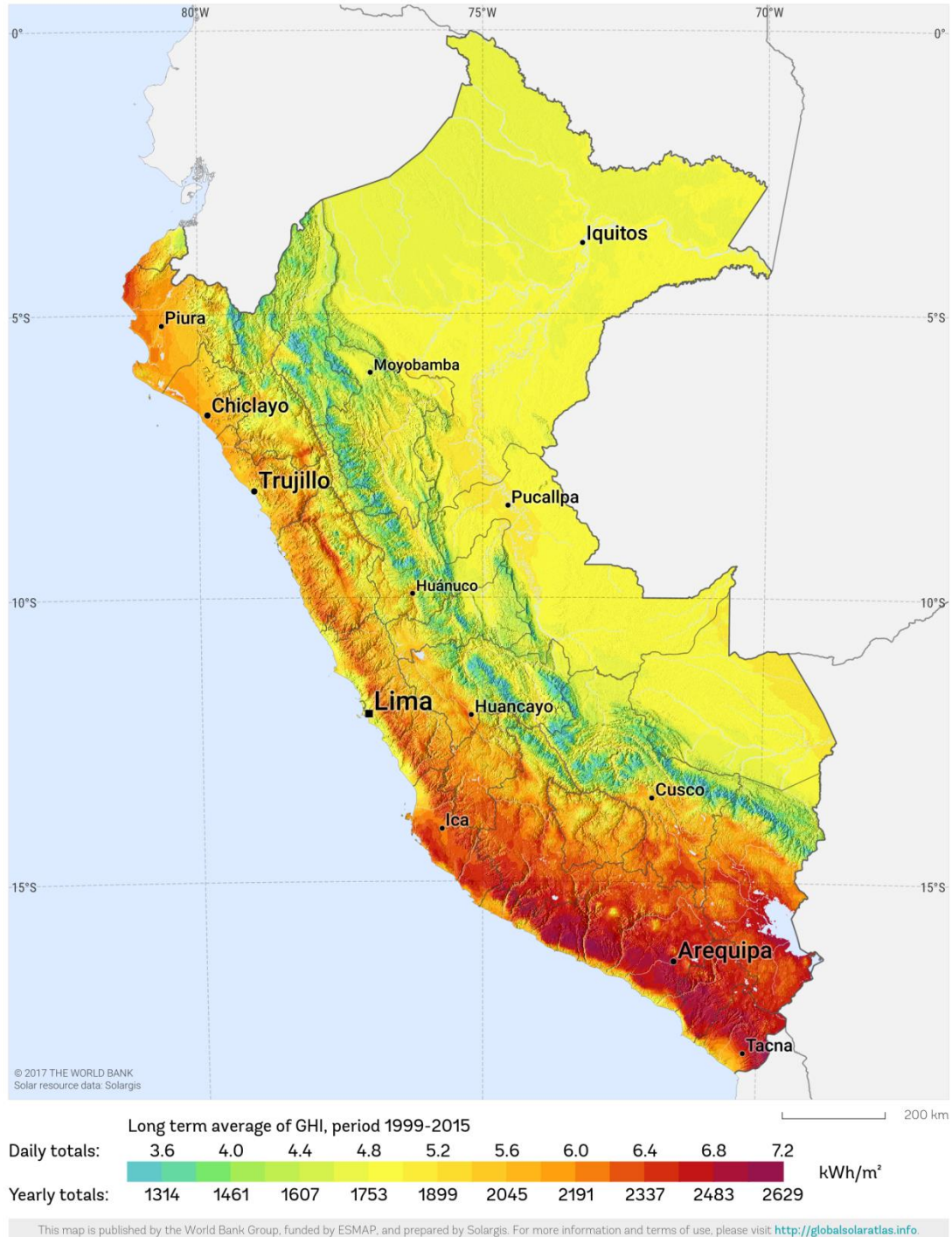


Figura 9. Radiación horizontal global Perú.

Fuente: SolarGis, 2019.

Anexo 14. Área disponible para instalación de iluminación solar all in one.



Figura 10. Área para instalación de paneles fotovoltaicos en Plaza de Armas de Huaura.
Fuente: Google, 2020.

Anexo 15. Tomas fotográficas de campo



Figura 11. Plaza de Armas de Huaura.

Fuente: Google, 2020.



Figura 12. Plaza de Armas de Huaura.
Fuente: Google, 2020.

Anexo 16. Detalle del sistema de iluminación solar all in one.



Figura 13. Arreglo iluminación solar all in one.

ELÉCTRICOS

Potencial nominal	Operate 2~3 rainy days under intelligent model
Conversión de energía	Controlador inteligente

FOTOMÉTRICOS Y COLORIMÉTRICOS

Número de LEDS	Variable
Relación lm/W LED	> 180 lm/W
Temperatura de color	3000/4000/5000/5700
Índice de reproducción de color	> 70 / > 80 (opcional)
Mantenimiento lumínico L70	> 52 000 h
Flujo emitido al hemisferio superior	0%
Ángulo de fuente de luz	T3(75°*160°)/T4(78°*153°)

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Temperatura de funcionamiento	-10°C to 50°C
-------------------------------	---------------

MECÁNICOS Y FUNCIONALES

Material de la envolvente	Aluminio Inyectado
Material de la óptica	UV Polycarbonate
Material del protector	Polycarbonato
Acabado del cuerpo	A2
Color	Gris RAL 7010. Otros colores RAL bajo pedido
Grado de protección IP	65
Grado de protección IK	08
Instalación	Access to the electronic compartment from the top
Altura de instalación recomendada	5 - 7 m, 7 - 12 m (See installation manual of the product)

Figura 14. Parámetros eléctricos del módulo de iluminación solar all in one.

La luminaria LED a utilizarse tiene las siguientes características técnicas:

Modelo	: ISC SOLAR Series
Potencia	: 30 Watts
Flujo Luminoso	: 6,000 lúmenes
Función de control	: Control Inteligente MPPT
Eficiencia luminosa	: Mayor 200 lm/Watt
Material	: Policarbonato
Color de Temperatura	: 5,700 k – 6,500 k
IRC	: ≥ 70 (Índice de Reproducción Cromática)
IP	: 65 (Protección entrada de polvo y contra pulverización de agua)

Información Técnica del Panel Solar:

Potencia	: 35 Watt
Temperatura de trabajo	: -10 °C a 60 °C
Máxima autonomía	: Operar 2-3 días lluviosos bajo modelo inteligente.



Figura 15. Iluminación solar all in one

Tabla 15.
*Características físicas y eléctricas del
 módulo de iluminación solar all in one.*

Características Físicas	Unidades
Altura	1020 mm
Ancho	670 mm
Espesor	30 mm
Peso	7.7 kg
Características Eléctricas	Unidades
Potencia pico ($P_{m\acute{a}x}$)	100 Wp
Corriente cortocircuito (I_{sc})	5.89 A
Tensión circuito abierto (V_{oc})	22.41V
Corriente máxima potencia ($I_{m\acute{a}x}$)	5.43A
Tensión máxima potencia ($V_{m\acute{a}x}$)	18.41V

Anexo 17. Resultados del Cálculos de Iluminación en el Software Dialux Evo

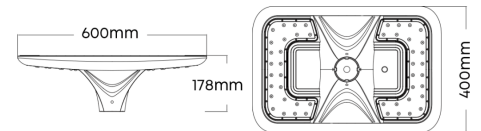
ISC SOLAR Series



FEATURES

Wattage	10W/20W/30W
LM	2000/4000/6000
Working mode	2H-100%, 2H-50%, 20%- dawn
Control function	MPPT intelligent controller

DIMENSIONS

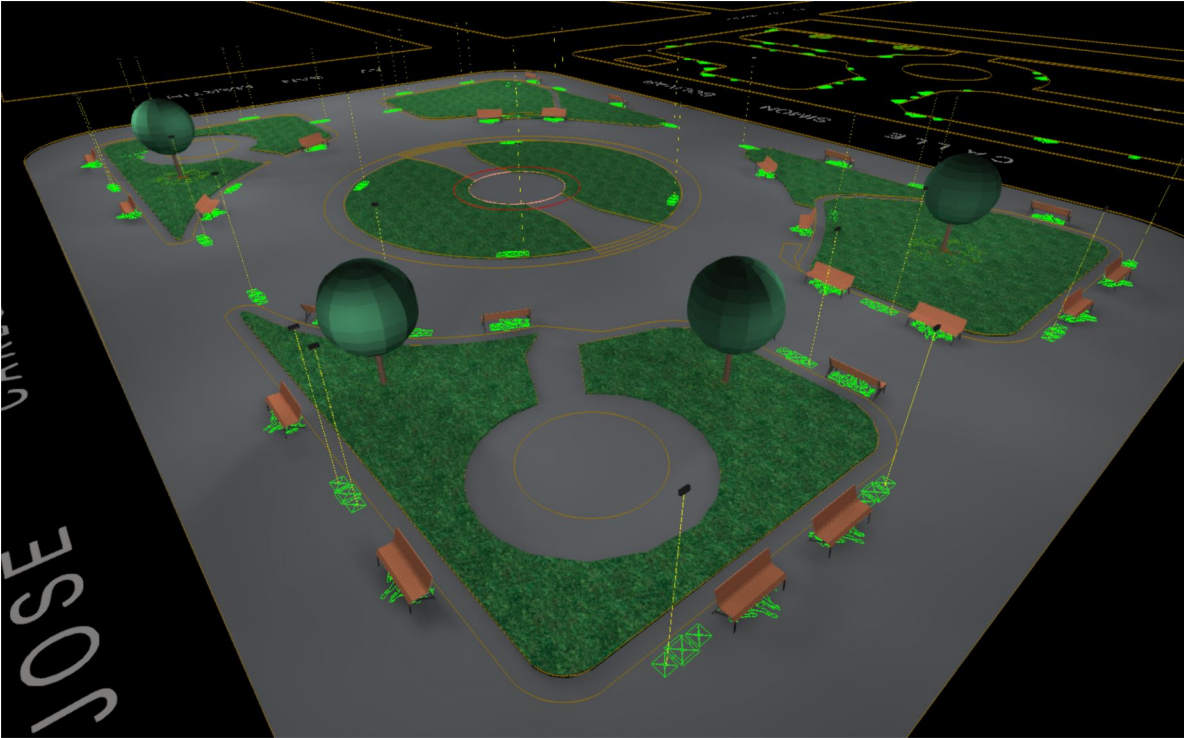


PHOTOMETRIC AND COLORIMETRIC

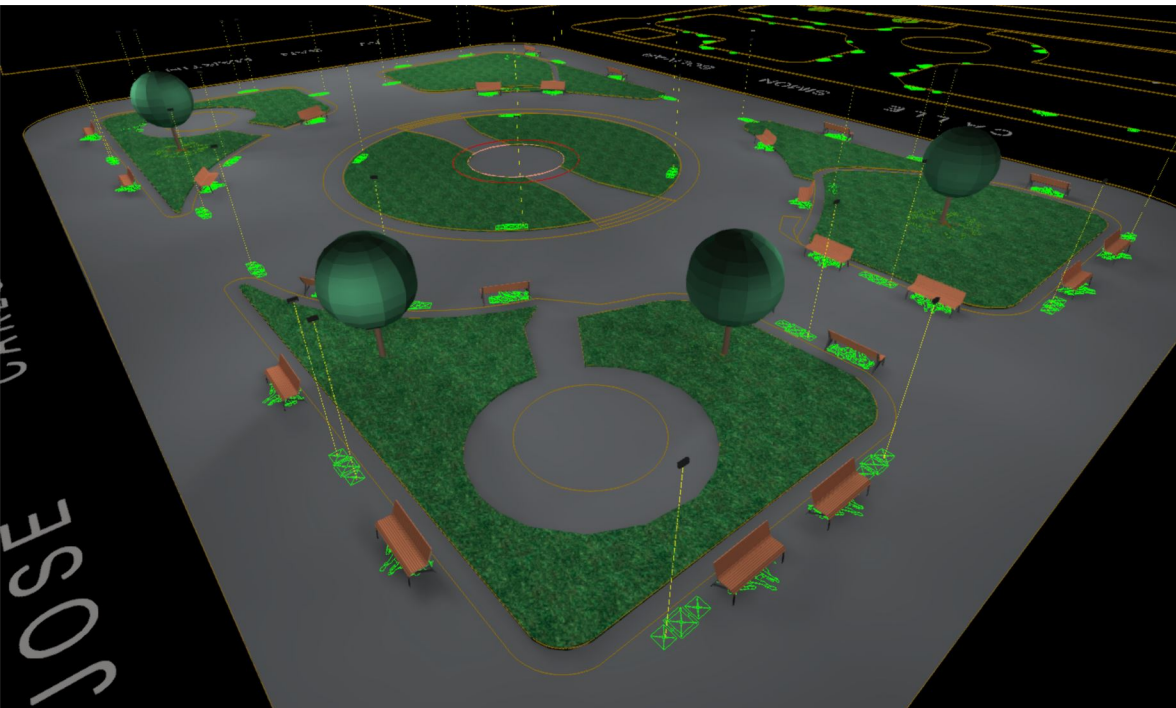
Led model	5050
Lumen efficiency	>200 lm/W
Lens	polycarbonate
Color temperature	3000k/4000k/5000k/5700k/6500k
CRI	≥70
IP Rating	65

SOLAR PANEL DATA

Solar Panel	35 W
Working Temperature	-10°C to 60°C(14°F to 140°F)
Maximum Autonomy	Operate 2-3 rainy days under intelligent model



PLAZA DE ARMAS HUAURA



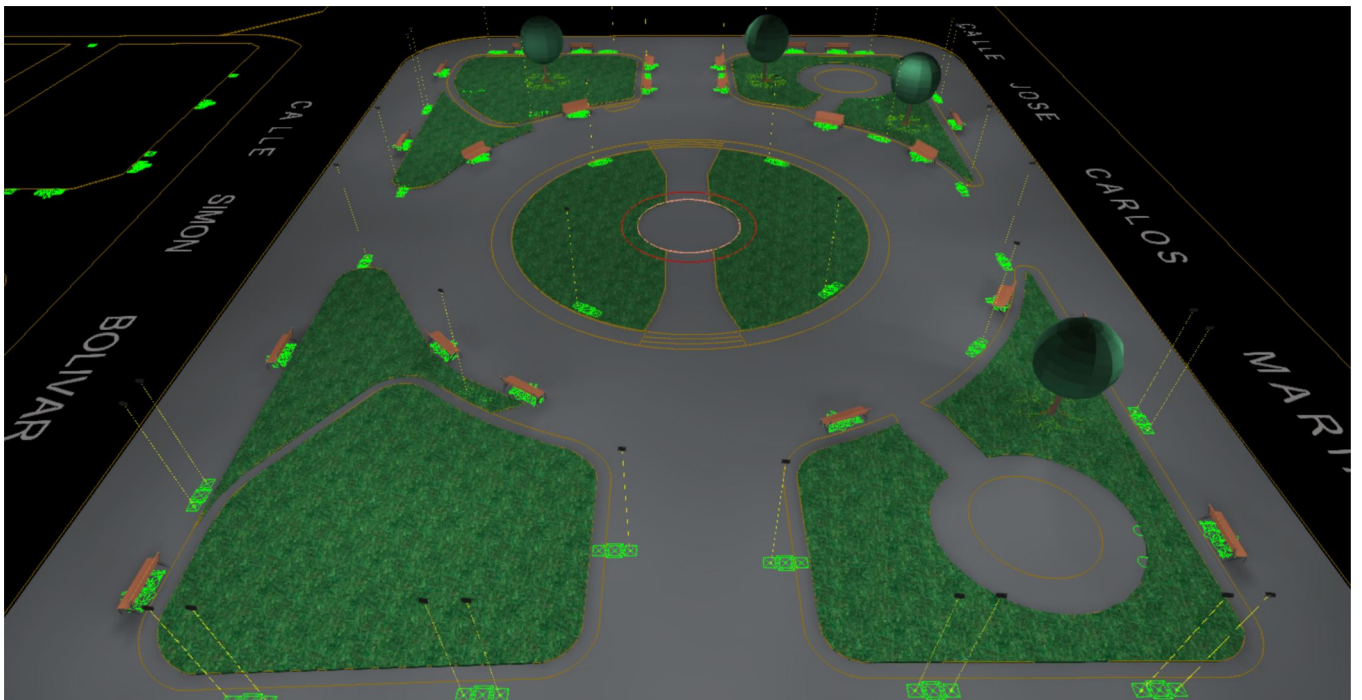
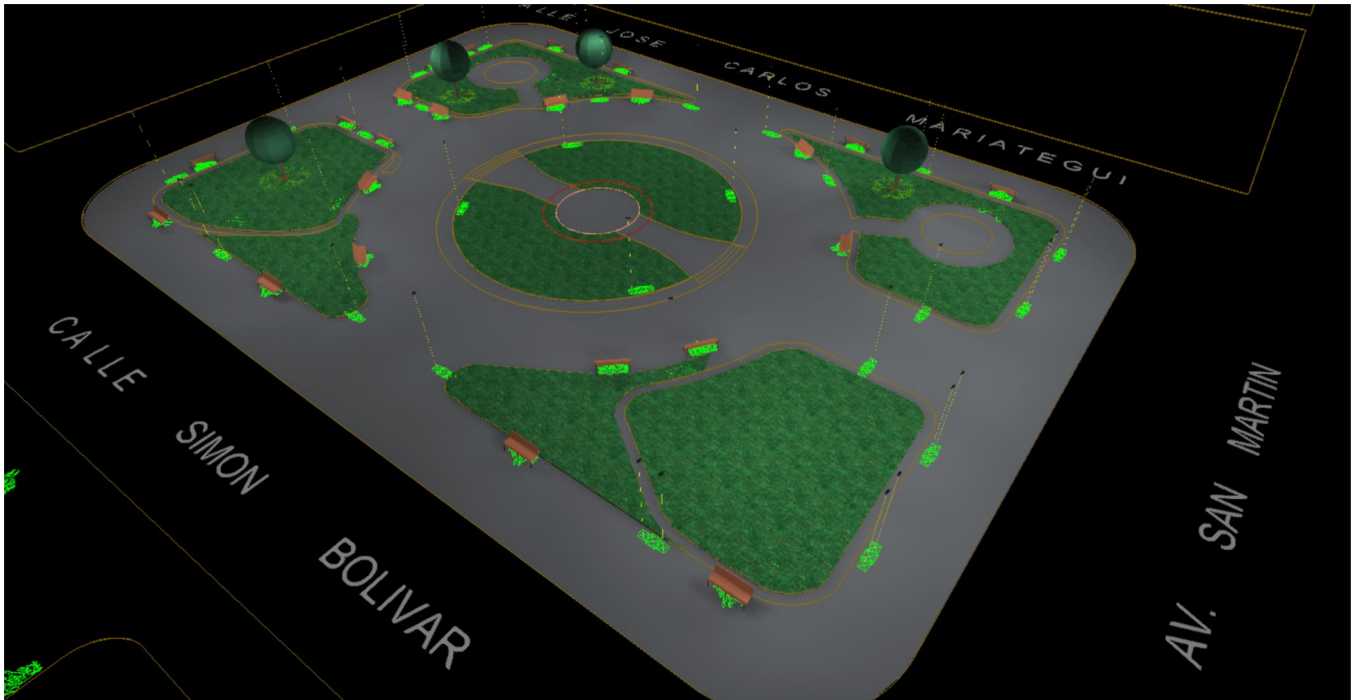
Descripción

Altura de montaje : 5m.

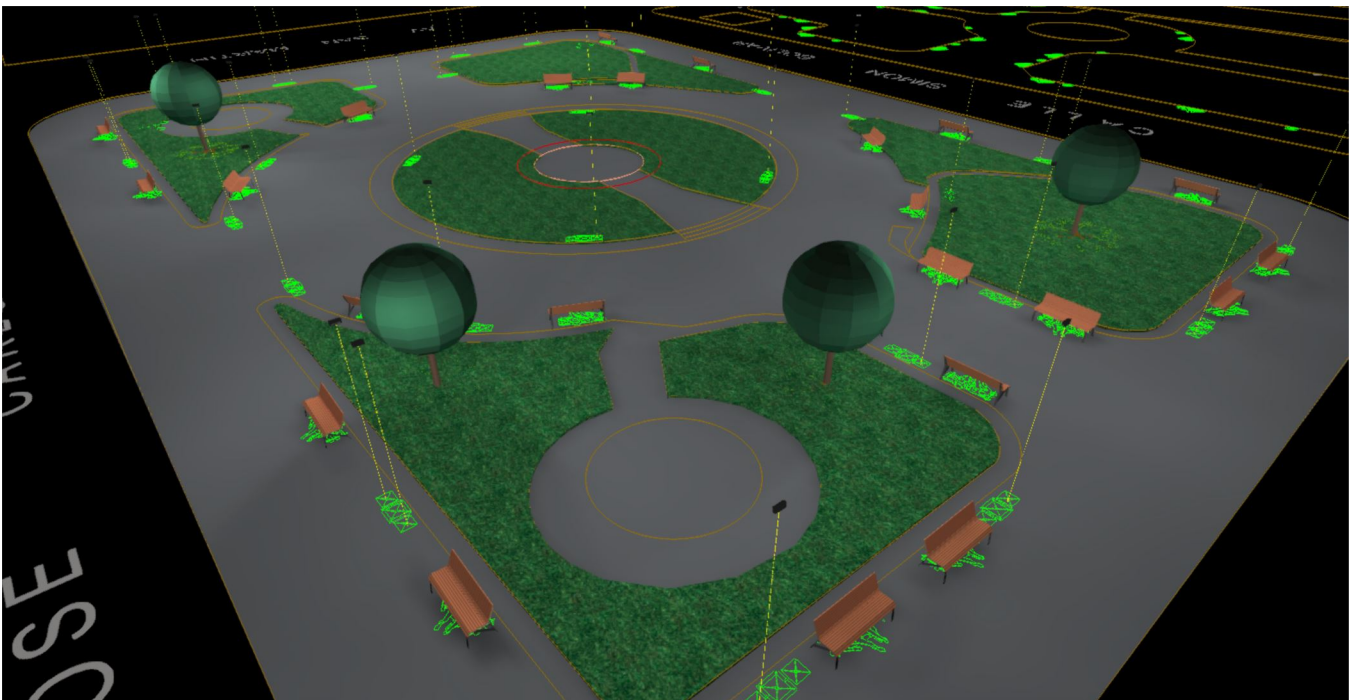
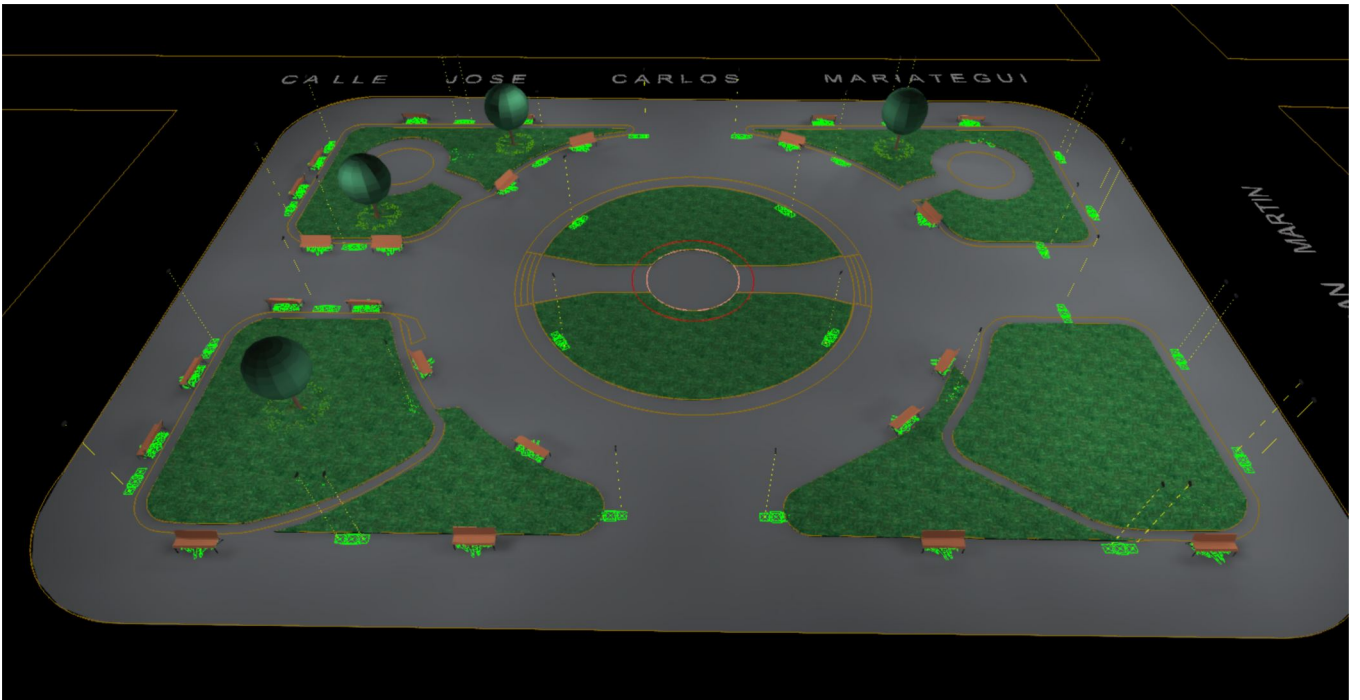
Moonoff
Luis Felipe Villarán 362 Oficina
501

T 955433984
maria@moonoff.com.pe

Imágenes

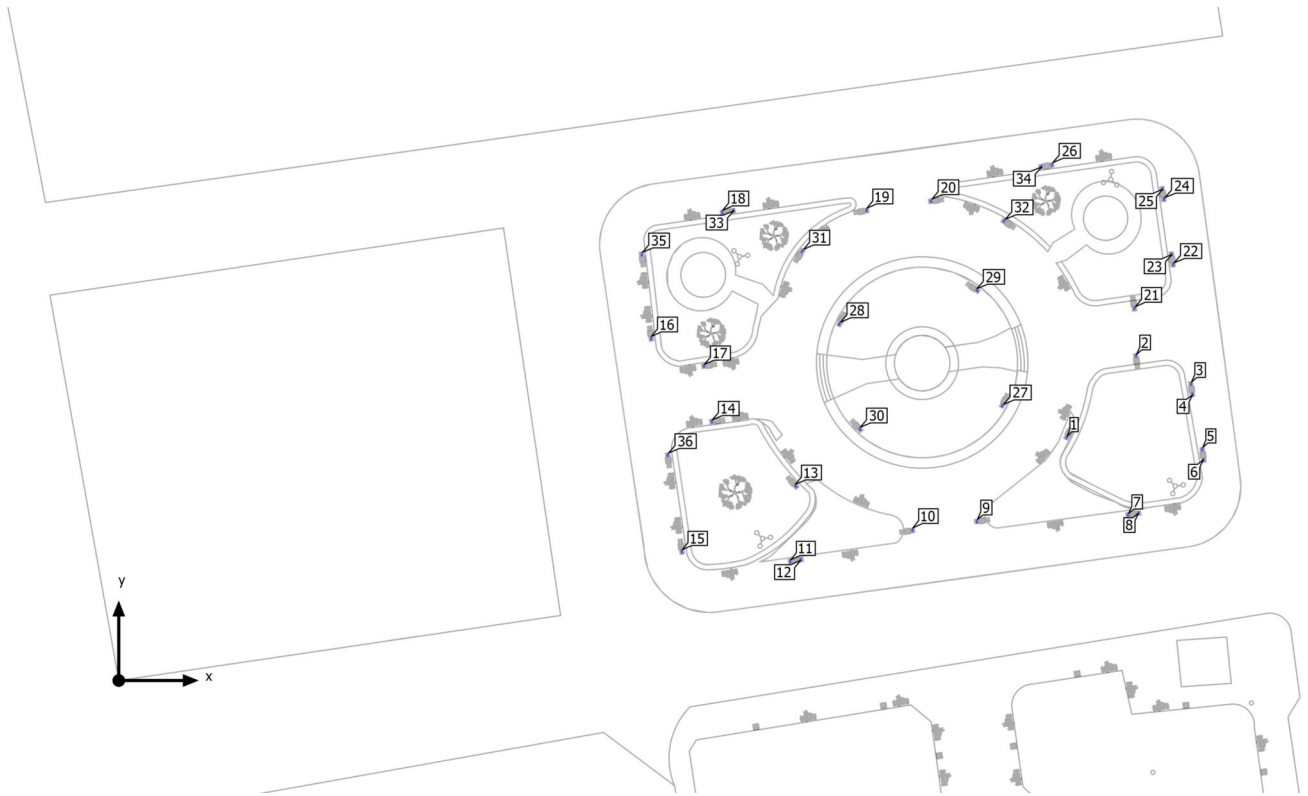


Imágenes



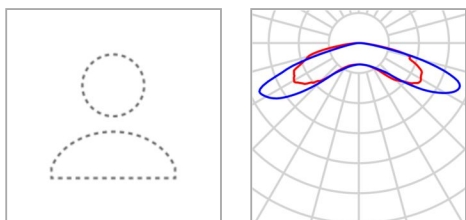
Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante	No hay ningún miembro DIALux	P	29.8 W
Nº de artículo	A	Φ Luminaria	5640 lm
Nombre del artículo	ISC SOLAR-30W _s C-DC-A5-SN-5070-T502-P		
Lámpara	1x 5050		

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
91.229 m	23.414 m	5.000 m	1
97.892 m	31.244 m	5.000 m	2
103.185 m	28.538 m	5.000 m	3
103.332 m	27.553 m	5.000 m	4
104.255 m	22.242 m	5.000 m	5
104.403 m	21.257 m	5.000 m	6
97.123 m	15.939 m	5.000 m	7
98.130 m	16.120 m	5.000 m	8
82.582 m	15.297 m	5.000 m	9
76.372 m	14.477 m	5.000 m	10
64.623 m	11.461 m	5.000 m	11
65.630 m	11.642 m	5.000 m	12
65.160 m	18.681 m	5.000 m	13

Terreno 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
57.077 m	24.935 m	5.000 m	14
54.184 m	12.377 m	5.000 m	15
51.231 m	32.923 m	5.000 m	16
56.318 m	30.272 m	5.000 m	17
58.086 m	45.055 m	5.000 m	18
71.957 m	45.249 m	5.000 m	19
78.162 m	46.140 m	5.000 m	20
97.743 m	35.831 m	5.000 m	21
101.468 m	40.044 m	5.000 m	22
101.320 m	41.029 m	5.000 m	23
100.576 m	46.332 m	5.000 m	24
100.429 m	47.317 m	5.000 m	25
89.792 m	49.643 m	5.000 m	26
85.009 m	26.452 m	5.000 m	27
69.338 m	34.310 m	5.000 m	28
82.598 m	37.528 m	5.000 m	29
71.333 m	24.169 m	5.000 m	30
65.757 m	41.317 m	5.000 m	31
85.185 m	44.228 m	5.000 m	32
59.148 m	45.247 m	5.000 m	33
88.782 m	49.474 m	5.000 m	34
50.323 m	41.011 m	5.000 m	35
52.833 m	21.695 m	5.000 m	36

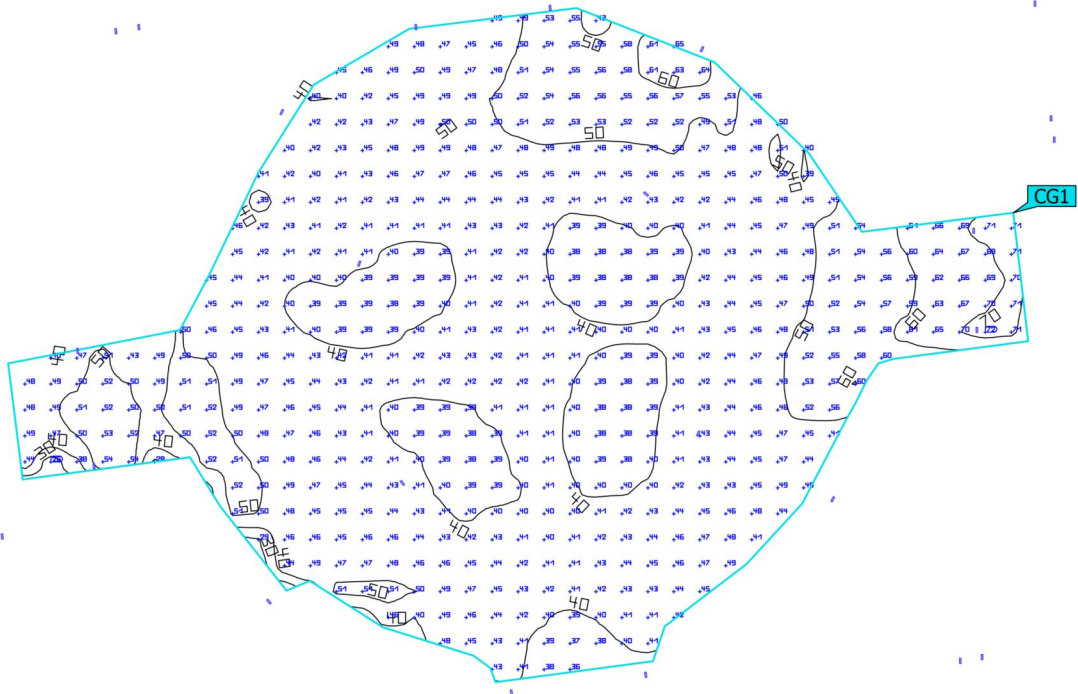
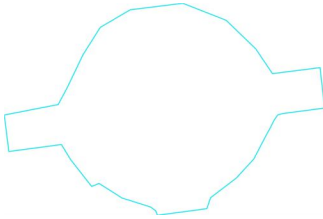
Terreno 1

Lista de luminarias

Φ_{total} 203040 lm	P_{total} 1072.8 W	Rendimiento lumínico 189.3 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
36	No hay ningún miembro DIALux	A	ISC SOLAR-30WsC-DC-A5-SN-5070-T502-P	29.8 W	5640 lm	189.1 lm/W

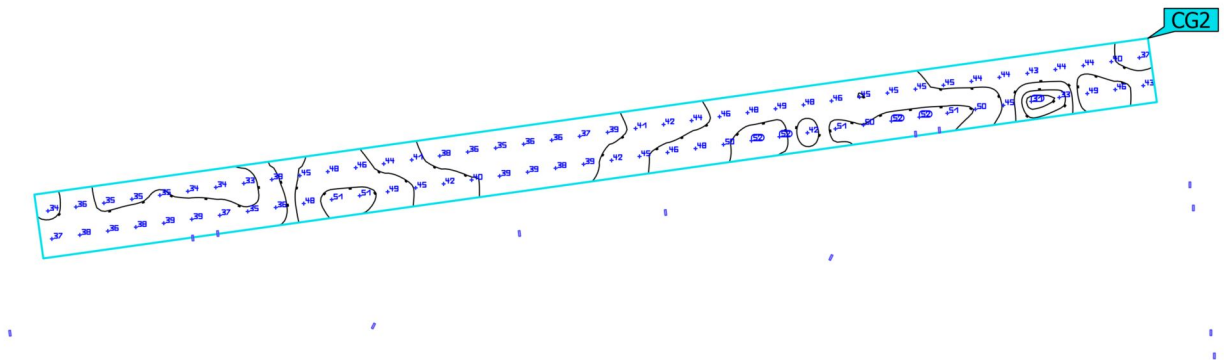
Terreno 1 (Escena de luz 1)
CIRCULACIÓN 01



Propiedades	\bar{E}	E_{min}	$E_{m\acute{a}x}$	g_1	g_2	Índice
CIRCULACIÓN 01 Intensidad lumínica horizontal Altura: 0.000 m	45.8 lx	25.6 lx	71.7 lx	0.56	0.36	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

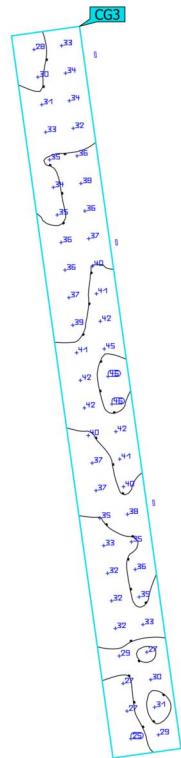
Terreno 1 (Escena de luz 1)
CIRCULACIÓN 02



Propiedades	\bar{E}	E_{min}	$E_{m\acute{a}x}$	g_1	g_2	Índice
CIRCULACIÓN 02 Intensidad lumínica horizontal Altura: 0.000 m	42.3 lx	31.4 lx	52.4 lx	0.74	0.60	CG2

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

Terreno 1 (Escena de luz 1)
CIRCULACIÓN 03



Propiedades	\bar{E}	E_{min}	$E_{m\acute{a}x}$	g_1	g_2	Índice
CIRCULACIÓN 03 Intensidad lumínica horizontal Altura: 0.000 m	35.4 lx	25.1 lx	46.3 lx	0.71	0.54	CG3

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
Caballero Mauricio Jorge Roy	70003679	jorge.roy22@gmail.com	
Apellidos y Nombres	DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional¹			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
Propuesta de iluminación solar all in one - plaza de armas del distrito de Huaura 2022			
5. Programa Académico			
Ingeniería Mecánica Eléctrica			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público ² (<i>info:eu-repo/semantics/openAccess</i>)	<input type="checkbox"/> Acceso restringido ³ (<i>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</i>) ^(*)		
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.⁶




 Firma

Lugar	Dia	Mes	Año
Chimbote	03	05	24

Importante

1. Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 6, inciso 6.2
2. Ley N° 30035: Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 906-2015-PCM
3. Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
4. En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONCYTEC-DUGC (Numerales 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
5. Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
6. Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales-RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

Nota. - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3)

Propuesta de iluminación solar all in one - plaza de armas del distrito Huaura 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%	28%	%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe	9%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.ucv.edu.pe	6%
	Fuente de Internet	
3	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unac.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	Submitted to Grupo IOE	1%
	Trabajo del estudiante	
6	1library.co	1%
	Fuente de Internet	
7	docslide.us	1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja	1%
	Trabajo del estudiante	

9	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	1 %
11	www.indisect.com Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	revistas.ecci.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	www.trujillonoticias.com Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Internacional del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante	<1 %
18	vatiopico.com Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Selçuk Üniversitesi Trabajo del estudiante	<1 %

20

vdocumento.com

Fuente de Internet

<1 %

21

arn.espora.org

Fuente de Internet

<1 %

22

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo