

Estudiante pre-grado		Mijael Américo Chávez Bendezú	
Código UNI	20182034H		Facultad: ingeniería Mecánica
Teléfono	-/ celular: 994941761		
Dirección	Jr. Henry Arredondo 276		
Distrito	San Martín de Porres		E-mail: mchavezb@uni.pe

Agregar más co-investigadores o estudiantes, de ser el caso.

2. PROYECTO EN EXTENSO

2.1 RESUMEN DE LA PROPUESTA (máximo 1 página, interlineado 1.5 líneas)

Los diseños actuales en los sistemas de iluminación se basan en la visión fotópica. Esta última es la percepción visual que se produce con niveles de iluminación diurnos (a plena luz del día) [1], Para los diseños actuales, el tipo de visión que acontece en condiciones de iluminación exterior de pistas y veredas es en su mayoría mesópica [2], y es justamente por ello que nuestro objetivo es determinar qué tan eficiente sería incorporar el criterio de visión mesópica al momento de elegir el tipo de luminaria y la intensidad indicada para el alumbrado público. De esta manera reducir el consumo energético y aumentar la eficiencia lumínica del sistema de alumbrado público.

Los actuales diseños en la visión fotópica, de un sistema de gestión de la iluminación pública contribuye en que dichos efectos se agraven aún más, esto mencionando la falta de criterios para elegir el tipo de luminaria adecuado para cada zona, la ausencia de un programa de modernización constante de luminarias y el desinterés en incluir las nuevas tecnologías de telegestión en el alumbrado público.

Palabras clave: **Visión mesópica, alumbrado público, tele-gestión, equipos SQM y luxómetro.**

2.2 JUSTIFICACIÓN

A medida de que los proyectos que estudian la eficiencia energética del alumbrado público se acrecientan, la ciencia y la ingeniería proveen de medios menos costosos para el alumbrado público, aminorando el costo de este último [3], sin embargo, todos estos métodos de vanguardia sustentan su diseño en un tipo de visión específica, la visión fotópica, lo cual se contradice con la realidad de la vía pública, ya que el principal tipo de visión que se observa en autopistas y calzadas es la visión mesópica [4].

El presente proyecto de investigación pretende medir el grado de eficiencia que se puede alcanzar al momento de incluir el criterio de visión mesópica, en lugar del criterio de visión fotópica proporcionado por los fabricantes, en la elección de luminarias, haciendo uso del software Dialux y pruebas existentes en

la zona de prueba.

- Científico y/o tecnológico:

El objetivo trascendental de la presente investigación se basa en la importancia de mantener a la vanguardia los criterios lumínicos que tienen los ingenieros proyectistas y los fabricantes para poder evitar los efectos secundarios que puede tener algunos espectros de luz en la salud humana y poder reducir el consumo eléctrico.

- Económico:

Teóricamente sabemos que una luminaria necesita de más energía para poder emitir más radiación lumínica, y lo que nos proporciona el criterio de visión mesópica es la posibilidad de reducir la potencia suministrada a las luminarias, ya que el rango de luminiscencia de la visión mesópica es considerablemente menor al de la visión fotópica; esta reducción de potencia significa un ahorro en el consumo energético del alumbrado público.

- Social:

El cambio de luminarias influye directamente en las células que se encargan de poder detectar la luz en el ojo humano, este proceso de adaptación tiene una duración variable de humano a humano, sin embargo, si el ojo humano se adapta a un correcto tipo de luminaria y a una correcta potencia que se adecúe a un estudio de correcta eficiencia eléctrica, beneficia directamente el desempeño de los conductores y esto influye directamente en los índices de seguridad vial.

- Ambiental:

La contaminación lumínica, que no es otra cosa más que el exceso de luz artificial hacia el medio ambiente, afecta directamente a la flora y fauna de la zona, en las ciudades afectando a los animales como aves, insectos y a las plantas y alterando significativamente los ciclos biológicos de los mismos [5]. Hoy en día ya existe un marco regulatorio, aprobado en el pleno del congreso en el año 2021, para todas las fuentes de contaminación lumínica en el país, ley que aún mantiene sus fundamentos de regulación primitivamente en la visión fotópica como principal criterio [6].

2.3 OBJETIVO (máximo 200 palabras)

“Diseño y construcción de un sistema de funcionamiento para el alumbrado público, en base al criterio de adaptación visual del ojo humano, considerando los flujos efectivos del tipo mesópico para la elección de las luminarias en la zona de la Universidad Nacional de Ingeniería”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propuestas para mejorar la calidad del alumbrado público en el Perú en base a la visión mesópica en el Perú.
- Realizar una comparación con los valores medidos en campo con los resultados obtenidos con el software Dialux.

- Cumplir con los parámetros regulados de contaminación lumínica.
- Cumplir con los parámetros reguladores actuales de iluminación de alumbrado público en Perú.
- Construcción de un módulo con cuatro lámparas, medidor de energía y control de corriente, implementando en el laboratorio de electricidad.

2.4 ANTECEDENTES (ESTADO DEL ARTE)

- 1. Primer trabajo en “Contaminación Lumínica”:** El actual grupo de investigación expuso el tema de “Las variables, instrumentos de medición y efectos negativos de la Contaminación Lumínica”, llevado a cabo en el curso de Ingeniería de Iluminación (ML 423) durante el período 2020-I. El equipo investigó sobre todas las variables que se tienen que tomar en cuenta cuando se quiere hacer una evaluación de CL en un lugar en específico, tomando en cuenta las condiciones del lugar. Se logró un conocimiento de los diversos equipos e instrumentos, que se utilizan para medir de forma eficiente la contaminación lumínica. Finalmente, se comprendieron los principales efectos negativos, tanto para la salud de los humanos y animales como para el medio ambiente. También se mostró las normas internacionales que regulan la contaminación lumínica (España), dependiendo de la zona a aplicarse. Se describieron cuatro tipos de zonas: E1, E2, E3 y E4. La zona más protegida contra la contaminación lumínica es la E1, mientras que la zona E4 es de la mínima protección.
- 2. Segundo Trabajo en “Contaminación Lumínica”:** Otro grupo de estudiantes expuso el tema “Medición de la Contaminación Lumínica en espacios naturales” cuyo tema principal fue el estudio de la CL en el Parque Natural del Delta del Ebro - España. Esta exposición resaltó el uso del método de Walker para el análisis en un espacio natural, considerando el espacio de medición de cúpula cerrada (Luminancia de bóveda celeste medida al cenit, Iluminancia del suelo y Luminancias zonales y puntuales del horizonte). Asimismo, identificando el uso de los instrumentos de medición tales como: Sky Quality Meter (SQM), el Luxómetro o luminancímetro y finalmente el esquema de recorrido de mediciones. Los resultados más resaltantes de este trabajo fue la obtención de un mapa de calores con los niveles de CL y el porcentaje de afectación de la humedad relativa. Concluyendo que este tipo de investigación puede emplearse en el ámbito nacional para parques zonales, parques naturales, etc.
- 3. Tercer Trabajo “Contaminación Lumínica”:** El grupo de investigación fue ganador de una subvención convocado por el UNIFIM, el cual terminó a finales de noviembre de 2021. El proyecto fue titulado **“Estudio y medición de los parámetros (brillo del cielo nocturno e iluminancia) de contaminación lumínica en la av. Tupac Amaru (pta 3 y 4 de la UNI), para su evaluación y comparación con estándares nacionales e internacionales”**. El equipo técnico realizó un estudio de la contaminación lumínica en las zonas comerciales de Lima tal como la Av. Tupac Amaru - frontis UNI (que es el lugar de estudio para este proyecto) se ha venido incrementando con el uso de luminarias inadecuadas y excesiva publicidad, y sus escasos estudios para implementar políticas de reducción o mitigación. Para realizar las mediciones de contaminación lumínica se consideran dos equipos fundamentalmente, el SQM (Sky Quality Meter) y luxómetro. Con el SQM se harán mediciones del brillo del cielo nocturno en valores de mag/arcsec^2 , los cuales son medidas estandarizadas y se puede medir la calidad del cielo nocturno, y con el luxómetro se

medirán los luxes en cada punto considerado para la zona estudiada. Para obtener cada punto de medición se usarán las normas nacionales (Norma Técnica DGE) e internacionales (CIE 140: 2000). También se realizará una simulación del lugar de estudio y se hará una comparación de los resultados con los obtenidos de los equipos de medición. Finalmente, después de analizarlos, se emitirán las conclusiones acerca de la contaminación lumínica de la zona estudiada.

- 4. Cuarto Trabajo en “Medidores inteligentes”:** El grupo de investigación fue ganador de una subvención convocado por el UNIFIM, el cual terminó a finales de noviembre de 2021. El proyecto fue titulado **Proyecto de investigación realizado para la oficina UNIFIM (2021) “Estudio y construcción de un medidor de energía con conexión WIFI como equipo alternativo implementado con tecnología 4.0, que contraste las lecturas de los medidores de las empresas distribuidoras de energía para evitar el exceso de cobros de luz en la ciudad de Lima - Perú” [7]:**. Durante muchos años, las empresas de distribución realizan la lectura de los medidores de forma manual. Envían a un trabajador para que tome lectura del consumo registrado en cada medidor, para luego realizar los cálculos respectivos y emitir el recibo con el costo por el consumo de energía del mes correspondiente. Cuando se emitió el recibo con la última lectura, más de 84 000 usuarios presentaron reclamos a la empresa concesionaria por el cobro excesivo en su recibo, incluso el presidente de Osinergmin reportó un alza excesiva en el monto de su recibo. Las empresas de distribución afirman que el incremento en los recibos es por el mayor uso de dispositivos electrónicos y otras cargas por parte de los usuarios y justifican la veracidad de los recibos con la lectura de los medidores. Si bien es cierto, durante la cuarentena el consumo de energía aumentó debido a que la mayoría de los usuarios se quedaron en casa, usando en mayor medida, dispositivos electrónicos y otras cargas. Sin embargo, esto no justifica los exorbitantes incrementos en el pago del consumo de energía, pues se reportan reclamos donde el costo aumentó en 500% respecto al promedio. Para solucionar el problema, este proyecto plantea estudiar un dispositivo alternativo que pueda ser instalado junto al medidor de las empresas de distribución o cerca al tablero eléctrico del usuario y pueda comparar su lectura. De esta manera los usuarios podrán verificar si su consumo corresponde al monto que debe pagar y podrán reportar si la cantidad en kWh no coincide con el medidor de energía, proporcionado por la empresa de distribución. Este dispositivo podrá brindar al usuario la capacidad de ver su consumo en tiempo real para tomar consciencia de la energía que pueda estar malgastando y ahorrar para contribuir a la conservación del medio ambiente.
- 5. Estudio Sobre Contaminación Lumínica en el Parque Natural del Delta del Ebro:** Por medio de este trabajo se presenta una investigación realizada en España, el “Parc Natural del Delta de l'Ebre”, cuyo objetivo fue determinar las condiciones lumínicas existentes y su afectación en el Parque. La investigación consistió en: Medición y cualificación de las condiciones lumínicas del Parque; Estudio de las influencias que determinan variaciones lumínicas; y, Relación de la información con las posibles afectaciones a la población biológica de la zona. Se encontró que los factores lumínicos que definían las condiciones nocturnas fueron: la luminancia del fondo de cielo, la iluminancia en el terreno, y la existencia de luminancias puntuales o sectoriales muy elevadas en el horizonte. Así también, después de

llevar a cabo el tratamiento de los datos, se determinó que las condiciones lumínicas dependían de las condiciones de iluminación en el entorno, características e índice de emisión lumínica de los focos contaminantes, distancia desde el foco al área de estudio y la extinción atmosférica al momento de la medición.

2.5 HIPÓTESIS (máximo una página)

HIPÓTESIS GENERAL

La reintegración y consideración de la adaptación visual del ojo humano a flujos efectivos del tipo mesópico nos ayudará en la elección de las luminarias del alumbrado público en la zona comercial de la Av. Túpac Amaru (Frontis UNI) como zona de estudio, así se podrá evaluar los parámetros y sus niveles en valores de luxes, lo cual permitirá en un futuro instaurar políticas de fomentación de trabajo con la visión mesópica en el diseño de alumbrado público permitidos en estándares nacionales e internacionales.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

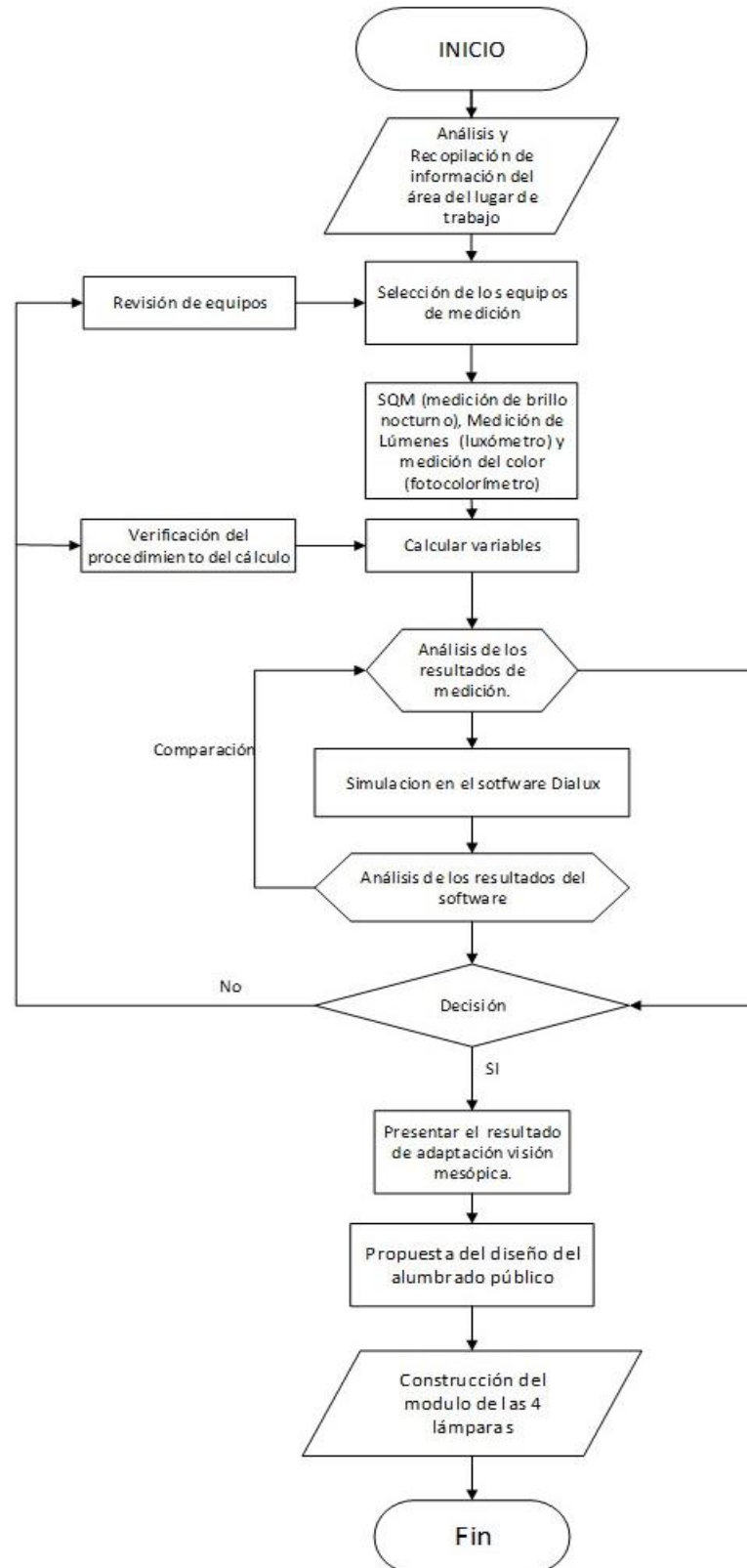
- a.** Con el estudio de parámetros de transformación para el diseño de sistemas de alumbrado público con visión fotópica a conversión de visión mesópica y la simulación en el software Dialux, se obtendrán valores para su comparación respectiva.
- b.** Con los datos obtenidos se podrá cumplir con los parámetros regulados en el ámbito alumbrados públicos indicadas en normativas nacionales e internacionales.
- c.** Se determinará la medición de la luz/radiación en el escenario de estudio en $\text{lum} \cdot \text{m}^2/\text{w}$.
- d.** Se realizarán las primeras propuestas de diseño de alumbrado público con visión mesópica, en las zonas comerciales del Perú, lo que servirá como base a futuros estudios.

2.6 RESULTADOS Y CONTRIBUCIONES (QUE ESPERA ALCANZAR) - máximo una página

- Realizar la puesta de valor de la visión mesópica en relación con la visión fotópica para el diseño, manufactura y elección de luminarias públicas.
- Diseñar un sistema de alumbrado público con la visión mesópica como criterio fundamental.
- Contrastar las mediciones del diseño con los datos obtenidos de la simulación hecha en el software Dialux.
- Contrastar la intensidad luminosa y el consumo energético usando como criterio de elección la visión fotópica y mesópica.
- Medir el incremento de la eficiencia y ahorro energética del sistema de alumbrado público usando la visión mesópica como criterio principal.

2.7 DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y METODOLÓGICA (). Descripción de los protocolos, técnicas experimentales, equipos e instrumentos a utilizar, y los recursos humanos identificando claramente el responsable por cada actividad y el porcentaje de intervención en el proyecto (co-investigadores y tesisistas) (máximo cinco páginas).

- DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y METODOLOGICA



- METODOLOGÍA

Este estudio de transformación para el diseño de sistemas de alumbrado público con visión fotópica a conversión de visión mesópica nos permitirá medir el incremento de la eficiencia y ahorro energético del sistema de alumbrado público usando la visión mesópica como criterio principal.

Este estudio ofrece un conjunto de resultados:

- Diseñar un sistema de alumbrado público con la visión mesópica como criterio fundamental.
- Elección del tipo de luminaria de alumbrado público para la adaptación de visión mesópica.
- Contrastar la intensidad luminosa y el consumo energético usando como criterio de elección la visión fotópica y mesópica.
- Comparar las mediciones del diseño con los datos obtenidos de la simulación hecha en el software Dialux.

Las herramientas utilizadas para esta adaptación de visión fotópica a conversión de visión mesópica son las siguientes:

- Análisis y Recopilación de información del área del lugar de trabajo.
- Selección de los equipos de medición: SQM (medición de brillo nocturno), medición de Lúmenes (luxómetro) y medición del color (fotocolorímetro).
- Calcular variables y Análisis de los resultados de medición.
- Utilizamos el software dialux para la simulación de las luminarias.
- Procedemos a la comparación de los resultados de los equipos de medición con el software dialux.
- Luego se pasa a corregir y validar los resultados de las mediciones.
- Presentar el resultado de adaptación de visión fotópica a conversión de visión mesópica y se procede a realizar de la propuesta del diseño del alumbrado público.
- Finalmente Procedemos a la realización de la Construcción del módulo de las 4 lámparas.

DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN:

- SQM (sky quality meter) es un fotómetro calibrado, de tamaño compacto y fácil de usar, creado para medir el brillo del cielo nocturno de forma estandarizada. La magnitud por segundo de arco al

- [illegible]

N°	INTEGRANTES		% DE PARTICIPACIÓN
1	Edgar Guadalupe Goñas	Investigador principal	36%
2	Daniel Eduardo Rojas Cama	Co-investigador	30%
3	Zedrix Augusto Quispe Carrillo	Estudiante 1	14%
4	Mijael Américo Chávez Bendezú	Estudiante 2	7%
5	Marco Aurelio Carhuancho Fabian	Estudiante 3	14%
Total:			100%

EL PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO INGRESARLO POR PLATAFORMA VRI

[illegible]

Formato Proyectos de Investigación Formativa 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

1.1.1 Vicerrectorado de Investigación

B) VALOR REFERENCIAL

SUBVENCIONES	Mes 1 (S/.)	Mes 2 (S/.)	Mes 3 (S/.)	Mes 4 (S/.)	Mes 5 (S/.)	Mes 6 (S/.)	Mes 7 (S/.)	Mes 8 (S/.)	Mes 9 (S/.)	% Subvención
Jefe de Proyecto(Investigador)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	36%
Docente co-investigador	680	680	680	680	680	680	680	640	650	30%
Estudiante 1	300	300	300	300	300	300	300	300	300	14%
Estudiante 2	150	150	150	150	150	150	150	150	150	7%
Estudiante 3	300	300	300	300	300	300	300	300	300	14%
Sub-Total	2230	2230	2230	2230	2230	2230	2230	2190	2200	100%

S/ 20000

C) FINANCIAMIENTO

Rubro	Mes 1 (S/.)	Mes 2 (S/.)	Mes 3 (S/.)	Mes 4 (S/.)	Mes 5 (S/.)	Mes 6 (S/.)	Mes 7 (S/.)	Mes 8 (S/.)	Mes 9 (S/.)	% Subvención
Subvenciones	2230	2230	2230	2230	2230	2230	2230	2190	2200	40%
Bienes (equipos e instrumentos)	0	24000	0	0	0	0	0	0	0	48%
Imprevistos	0	0	0	0	3000	0	3000	0	0	12%

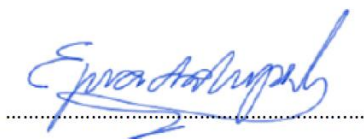
Total S/ 50000

BIENES (EQUIPOS, INSTRUMENTOS, DISPOSITIVOS, ETC.)				
Equipo	Precio	Cantidad	Total	Descripción
SQM (SKY QUALITY METER)	3000,00	1	3000	Descripción: El SQM mide el brillo del cielo de la noche en magnitudes por segundo de arco cuadrado. Marca: UNIHEDRON
LUXÓMETRO	2000,00	1	2000	Descripción: Luxómetro con datalogger + RS 232 (hasta 20000 Lux) (DL,-536) Marca: TECPEL – TAIWAN O equipo similar.
Componentes electrónicos	3500,00	1	3500	Componentes electrónico para la construcción del módulo de pruebas con las luminarias y los parámetros que se proponen mejorar.
Cuatro lámparas	1500,00	4	6000	Descripción: Luminaria halógena, Luminaria LED Estándar, Luminaria de vial LED para calles inteligentes, lámpara de sodio de alta presión.
Medidor espectrómetro portátil	4000,00	1	4000	Descripción :Espectrómetro portátil, instrumento que mide el espectro de color de la luz emitida, analizador de espectro luxímetro, colorímetro y medidor de luz. OHSP-350C colorímetro de irradiación espectral, espectro integrado, CCT, CRI, Lux, irradiación. Marca: HOPOOCOLOR
Medidor digital	5500,00	1	5500	Transformador medidor 1 (6) A – utilizable para 1A – así como para 5A- transformación de potencia. Modbus, M-Bus (también a través de RS485), LON opcional. Optomos salidas (2 x P / Q o P + / P-). Direcciones de 2 energías incl. energía activa / reactiva. Fuente de alimentación resistente a cortocircuitos. Terminales de conductor neutro / conductor máx. 4,0 mm ² . Tensión / terminales adicionales máx. 2,5 mm ² . Ancho: 6 TE incl. comunicación. Factor de transformador configurable en el medidor.
Subtotal S/			24000	

2.9 REFERENCIAS

- [1] Wandell, Brian A. (1995). Foundations of Vision. Sunderland (Massachusetts): Sinaur Associates.
- [2] E. Navarrete de Gálvez; “LUMINOTECNIA. ESPECTROS DE EMISIÓN. INFLUENCIA EN LA BIOLOGÍA HUMANA”, (2021).
- [3] Irena Fryc, Dariuz Czyzewski, Jiajie Fan and Catalin D Galatanu. “The Drive towards Optimization of Road Lighting Energy”, (2021).
- [4] M Eloholmaa MSc, M Viikaria MSc, L Halonena DrSc, H Walkeyb PhD, T Googmanc BSc, J Alferdinckd; “Mesopic models-from brightness matching to visual performance in night-time driving: a review”, (2005).
- [5] Sanginés, Guevara; “Mitigación del cambio climático a través de un alumbrado público eficiente en México: superando los retos politicos en áreas de la eficiencia económica y el equilibrio ambiental”, (2015).
- [6] Gobierno del Perú, «LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA» EMPRESA PERUANA DE SERVICIOS EDITORIALES S.A., Lima, 2021.
- [7] (Solano H, San Martín R, García M. 2009. Estudio Sobre Contaminación Lumínica en el Parque Natural del Delta del Ebro. Cienc Trab. Oct-Dic; 11 (34): 211-216)

Fecha: 30/11/22



Edgar Guadalupe Goñas