

Diseño de prototipo de caja de luz para fotogrametría de producto comercial

Trabajo de grado

por:

Jennifer Grisales Ortiz

Asesor:

Felipe González Restrepo

Institución Universitaria Pascual Bravo

Tecnología en Animación Digital

2024

Índice

Introducción	3
Planteamiento del problema	4
Formulación del problema	6
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Justificación	8
Marco referencial	9
Marco teórico	11
Diseño metodológico	13
Resultados	15
Análisis de esquema de iluminación	15
Comparativa de costos y materiales	18
Diseño de caja de luz	22
Cómo ensamblar la caja de luz	24
Conclusiones	30
Referencias	31

Introducción

En el siguiente documento, se propone un detallado diseño de una caja de luz a través de una comparación de diversos materiales con el objetivo de optimizar el costo-beneficio y, al mismo tiempo, mejorar el proceso de fotogrametría. La meta principal es facilitar la creación de modelos 3D de forma más ágil y rápida, todo ello apuntando a un menor costo sobre los equipos de fotogrametría disponibles en el mercado.

En un contexto donde el mercado evoluciona constantemente, esta propuesta busca impactar positivamente, ofreciendo una solución que combine eficiencia, calidad y economía. El análisis de la caja de luz resultante puede impactar profesionales, y también a aquellos que buscan innovar y destacar en un entorno competitivo en el mercado e-commerce. Así, se espera que este diseño contribuya al avance tecnológico y al desarrollo de productos más atractivos y versátiles.

Planteamiento del problema

La caja de luz fotográfica es una herramienta ampliamente utilizada para crear imágenes profesionales en el ámbito del eCommerce y otras aplicaciones. Su objetivo principal es proporcionar una iluminación uniforme y controlada, lo que resulta en fotografías más limpias, nítidas y manipulables. Sin embargo, para estos resultados existen muchas variables técnicas, desde la configuración de la cámara y la iluminación, que pueden afectar drásticamente los resultados de la captura resultante.

¿Qué sucede si aprovechamos las ventajas de la caja de luz para otros propósitos? En este contexto, surge la fotogrametría como una técnica que utiliza una serie de imágenes para generar una proyección 3D de un objeto. Al combinar las características de la caja de luz con la fotogrametría, podemos obtener resultados eficientes en la digitalización de objetos tridimensionales. Sin embargo, el diseño de la caja de luz estándar, presenta limitaciones en el desplazamiento y rotación del ángulo de la cámara para capturar el objeto, que son determinantes para el correcto uso de la técnica, del escaneo 3D por fotogrametría.

Uno de los usos más comunes de la fotogrametría es en el escaneo de objetos arqueológicos, donde se usa como una herramienta que permite documentar cada trabajo y generar modelos digitales que tienen varias utilidades, como estudio, difusión y preservación del patrimonio. (Lehmann, 1975) Esto demuestra que apropiarse de las tecnologías digitales nos puede dar un sinfín de usos en cualquier industria. Un consumidor consulta una media de ocho imágenes de un solo producto antes de tomar una decisión de

compra. (Calderón, 2023) Un incremento exponencial desde 2018, cuando la media eran tres: la demanda de las imágenes necesarias para vender y destacar un producto es cada vez mayor, y la fotografía tradicional no siempre garantiza la agilidad y escala necesarias para dar respuesta al volumen que se demanda hoy en día. Poder crear objetos 3D va a permitir crear imágenes y presentar detalles del objeto más rápido dentro de un entorno e-commerce, en diferentes ángulos destacando las características del producto que con la fotografía sería más difícil lograr y se le podrán realizar cambios al producto sin necesidad de producir uno desde cero.

Formulación del problema

¿Cómo diseñar un prototipo de caja de luz que facilite la captura de imágenes para fotogrametría, que logre imágenes de alta calidad para realizar modelos 3D de productos?

Objetivo general

Diseñar un prototipo de caja de luz que facilite la captura de imágenes para fotogrametría, que logre imágenes de alta calidad para realizar modelos 3D de productos.

Objetivos específicos

- Analizar el esquema de iluminación idóneo para el funcionamiento de la luz en capturas fotográficas de productos, ya sea de forma externa o interna.
- Comparar los materiales para la construcción de la caja de luz teniendo en cuenta la relación costo/calidad.
- Diseñar una caja de luz que permita realizar el escaneo fotográfico del producto en todos los ángulos necesarios.

Justificación

La fotografía de producto estándar puede ser mejorada mediante el uso de herramientas como la caja de luz. Esta herramienta mejora la calidad de las imágenes, permitiendo un mayor control y flexibilidad de uso en cualquier entorno, mediante tecnologías adicionales, como la fotogrametría. Esta técnica permite crear modelos 3D de los productos, lo que facilita el control de ángulos, apariencia, dimensiones y textura. Al generar nuevos formatos digitales, se añade valor al producto para su comercialización.

Para obtener resultados óptimos y mayor calidad con la fotogrametría, es crucial controlar la iluminación, ya que, sin luz no hay fotografía, esto es elemental. Y es que la luz es esa energía que es irradiada y permite que el ser humano y demás animales puedan percibir los volúmenes, el color y las formas de cualquier objeto. (Guerra, 2021)

La caja de luz va a permitir tener una mejor calidad de la imagen, teniendo resultados más detallados y uniformes, gracias a que todas las paredes de la caja son blancas, se obtiene una foto más homogénea y suavizada y todo esto se puede controlar desde cualquier lugar por su portabilidad. (Musso, 2018)

Marco referencial

La fotogrametría y la adaptabilidad de la caja de luz ofrecen la posibilidad de integrar herramientas y procesos existentes para optimizar y destacarse en un mercado de la comercialización digital de productos o e-commerce que avanza rápidamente. La fotogrametría permite mejorar la captura de objetos y trasladarlos al mundo digital de manera más rápida y económica.

Según un artículo de la Universidad Complutense de Madrid, se determinó que era mejor utilizar una estrategia de captura para la toma de fotografías consistente en introducir el modelo en una caja de luz y hacerlo rotar mediante una plataforma giratoria, manteniendo la cámara fija durante el tiempo del proceso, de esta manera lograban un mejor y mayor control de la iluminación. (Sterp Moga et al., 2020)

Por otro lado, (Speroni et al., 2021) utilizaron el método de la fotogrametría con el fin de analizar un procedimiento de bajo costo que logra óptimos resultados. A la hora escanear un objeto, teniendo presentes factores como, la buena iluminación evitando reflejos y sombras, sensibilidad ISO, apuntando a la mayor velocidad de obturación posible para obtener imágenes nítidas y la apertura lo más alta posible para tener suficiente profundidad focal. Estos valores determinan una fotografía con las características ideales para un mejor resultado.

Destacar ante la competencia, brindar una mejor experiencia de compra con el consumidor final, esto nos lleva al nuevo término que se está implementando llamado 3D

E-commerce. “El comercio electrónico 3D implementa el modelado 3D para la visualización de productos en línea, la configuración del producto y VR / AR para reforzar el marketing digital y las ventas. A veces también llamado comercio 3D, comercio de modelado 3D o comercio inmersivo, los formatos 3D ofrecen fotografías de comercio electrónico más informativas y visuales.” (PhotoRobot, 2022)

El desarrollo y creación de esta herramienta ayudará a realizar objetos 3D de productos para marcas comerciales por medio de la fotogrametría, por un lado, la caja de luz proporciona portabilidad, versatilidad y economía que en sinergia con la fotogrametría se le ofrece a la marca un resultado de calidad a menor tiempo. Es por esto que el prototipo de caja de luz será la solución para todas aquellas personas que busquen brindar un valor agregado y de innovación a las marcas estando a la vanguardia del mercado.

Marco teórico

Diferentes teorías abordan los conceptos y métodos empleados para la captura de imágenes o características de los objetos, sobre todo desde ámbito de la fotografía de producto, dentro de estas teorías se pueden destacar conceptos como la fotogrametría.

Una Caja de luz Es un accesorio fotográfico que sirve para iluminar tus objetos de forma suave y homogénea, eliminando sombras indeseadas. Consigue una iluminación ideal para fotografías de productos o bodegones. (Musso, 2018)

La fotogrametría es una técnica que tiene como objetivo el estudio y la definición de forma precisa de la forma, las dimensiones y/o la posición en el espacio de un objeto, a través de los datos obtenidos de una o varias fotografías. (Global Mediterránea, 2020)

Lograr una mejor calidad en la imagen es importante para que el modelo 3D quede más preciso y detallado, para ello es necesario tener los parámetros correctos en la cámara y un control de la iluminación, entonces es relevante entender una de las primeras teorías de la luz corpuscular que plantea Isaac Newton. (Moreno Fernández, 2009). Según esto, los rayos luminosos están formados por pequeños corpúsculos, emitidos por los objetos, que viajaban en línea recta a gran velocidad. Se trata de una teoría capaz de explicar correctamente la propagación rectilínea de la luz, la reflexión y la refracción.

Para el modelo de caja de luz se plantea que las paredes que la componen sean de un material translúcido que permita la entrada de luz, pero no de manera directa, generando un efecto de difusión, evitando brillos y sombras contrastadas. (Bernal Rosso, 2019). La

refracción es cuando la luz pasa de un medio a otro en el que tiene una velocidad diferente, se desvía. El ángulo de desviación depende de la relación que haya entre las dos velocidades. De esta manera podemos controlar la velocidad y cantidad de luz necesarias para obtener un óptimo resultado.

De esta manera se está realizando un escaneo en 3D de un objeto, otra de las formas de realizar este proceso es por medio de un escáner 3D (Dzananovic Ustovic, 2012), que es un dispositivo que analiza un objeto o una escena para reunir datos de su forma y ocasionalmente su color. La información obtenida se puede usar para construir modelos digitales tridimensionales que se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. El propósito de un escáner 3D es crear una nube de puntos a partir de muestras geométricas en la superficie de un objeto, estos puntos se usan para extrapolar la forma del objeto. Estos dispositivos son diferentes a las cámaras, al igual que estas, tienen un campo de visión igual que un cono, pero mientras una cámara reúne información de color del objeto dentro de su campo de visión, los escáneres 3D reúnen información acerca de la geometría.

Diseño metodológico

El proyecto se abordará desde la investigación exploratoria con enfoque cuantitativo, haciendo énfasis en la experimentación y recolección de datos sobre, cajas de luz para la captura de productos en fotografía y escaneo 3D a través de la fotogrametría. Este trabajo tiene como objetivo general diseñar un prototipo de caja de luz que facilite la captura de imágenes para fotogrametría, que logre imágenes de alta calidad para realizar modelos 3D de productos.

Uno de los métodos más eficientes para obtener estos modelos es la fotogrametría. Mediante la captura de una serie de imágenes desde diferentes ángulos, es posible generar un modelo tridimensional de forma rápida y precisa. Este proceso, que combina tecnología y creatividad, permite representar objetos y escenas con gran detalle, lo que resulta fundamental en campos como la arquitectura, el diseño industrial, la animación y la realidad virtual.

Para el desarrollo de este objetivo se propone analizar el esquema de iluminación idóneo para el funcionamiento de la luz en capturas fotográficas de productos, ya sea de forma externa o interna, realizando varias pruebas con diferentes esquemas de iluminación y teniendo en cuenta los parámetros de ISO, velocidad y apertura del diafragma de la cámara.

Continuando con este análisis, el objetivo siguiente a desarrollar es comparar los materiales para la construcción de la caja de luz, teniendo en cuenta la relación

costo/calidad, en este punto se creará una tabla comparativa para obtener los resultados de los diferentes materiales.

A partir del desarrollo de los dos objetivos anteriores se propondrá el diseño de una caja de luz que permita realizar el escaneo fotográfico del producto en todos los ángulos necesarios, para elaborar dicha caja es necesario:

- 1. Diseño:** Antes de la elaboración física de la caja de luz se realiza el diseño previo en 3D para determinar la estructura base con sus dimensiones sin perder la portabilidad y que pueda funcionar para muchos tipos de productos.
- 2. Recolección de materiales:** es fundamental reunir todos los materiales necesarios para su construcción.
- 3. Determinación de las dimensiones:** esto depende del tamaño de los objetos, considerando altura, ancho y profundidad.
- 4. Armado del esqueleto:** se comienza construyendo la estructura de la caja, cortando las piezas según las dimensiones definidas y armando la base rectangular.
- 5. Colocación de las paredes:** Una vez se tenga el esqueleto se cubren las paredes con el material seleccionado, según el grosor, color y textura.
- 6. Montaje de la base giratoria manual:** la estructura de esta base se construye de manera armable y que pueda ser controlada de forma manual.

Resultados

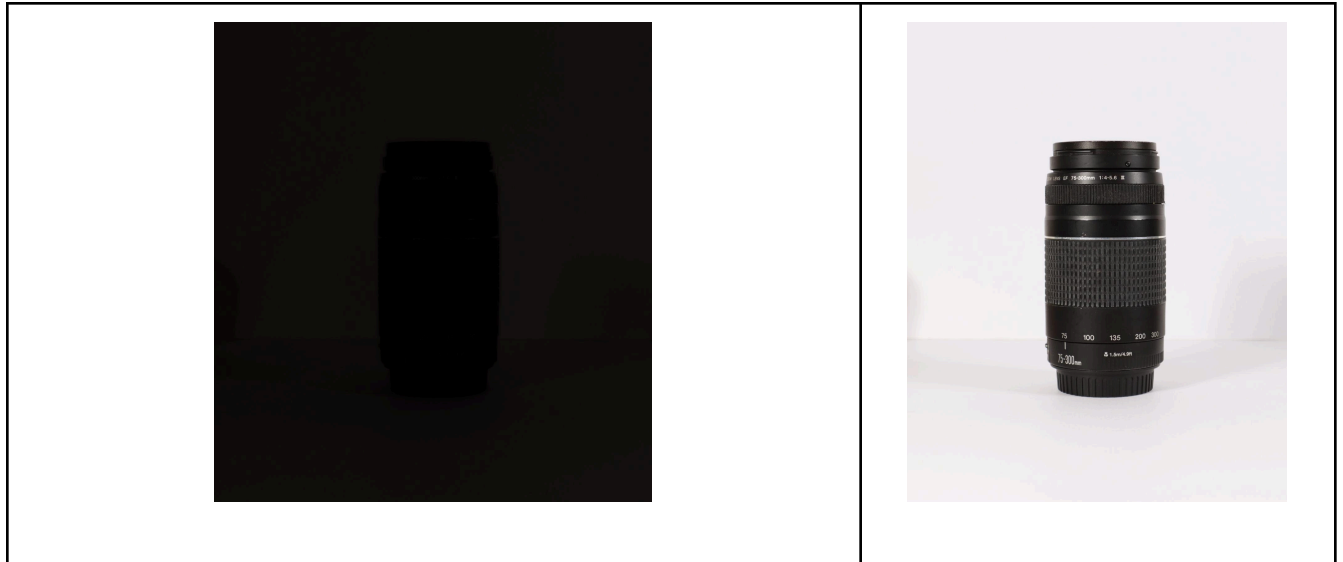
Análisis de esquema de iluminación

Por medio de la recolección y análisis de datos numéricos se proponen las siguientes tablas de ponderación para realizar la correcta interpretación de los datos obtenidos de los esquemas de iluminación que serán analizados

Tabla 1.

Descripción del resultado obtenido de una imagen y un valor ponderado de 1 a 5.

Descripción del resultado obtenido	Valor ponderado
Fotografía oscura con una leve percepción del objeto	1
Fotografía con sombras y brillos muy marcados	2
Fotografía donde las sombras casi que desaparecen y la luz es más intensa	3
Fotografía donde el objeto se aprecia, pero no se ve el detalle y tanto fondo como objeto siguen oscuros	4
Fotografía con una correcta exposición de luz, donde las sombras marcan el volumen del objeto y el color de este es igual al objeto real	5
Ejemplo del valor 1	Ejemplo del valor 5



Fuente: Elaboración propia





Nota: esta tabla describe 5 posibles resultados obtenidos de imagen de un mismo objeto y el valor ponderado que se le otorga a cada uno, siendo el valor 1 la peor imagen y el valor 5 la mejor imagen.

A continuación se analizan 4 esquemas de iluminación y configuración de la cámara donde se tiene en cuenta los parámetros de ISO, esto se refiere a la sensibilidad del sensor de la cámara a la hora de capturar la luz, a mayores valores de ISO mayor cantidad de ruido en la imagen. La apertura es la cantidad de luz que entra o no a la cámara por medio del lente. La velocidad de obturación que es el tiempo se va a tardar la cámara en obtener la imagen y la potencia del flash o flashes son los que van a determinar la cantidad de iluminación necesaria para la fotografía. Como objeto de prueba, se utilizó un teleobjetivo fotográfico, con unas dimensiones de 15 cm de alto y 7 cm de diámetro. Debido a su forma cilíndrica, este elemento presenta una variedad de texturas, que van desde semi-reflectivas hasta corrugadas y opacas. Estas características nos permitirán

explorar parámetros más completos en nuestro esquema de evaluación en comparación con un objeto que tenga una sola textura.

Tabla 2.

Diferentes esquemas de iluminación y configuración de cámara.

Parámetros	Esquema 1	Esquema 2	Esquema 3	Esquema 4
ISO	100	100	200	400
Apertura F	4,5	8	5,6	5,6
Velocidad	1/125	1/160	1/160	1/160
Potencia flash #1	3	1	3	4
Potencia flash #2	1	1	3	3
Ejemplo				

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla se muestran los parámetros como ISO, Apertura F, velocidad, potencia de flash y ejemplo de 4 esquemas diferentes para determinar cuál de todos es que logra un mejor en calidad e iluminación.

Tabla 3

Mención de cada esquema y un valor ponderado del 1 al 5

Esquema	Valor
Esquema 1	2
Esquema 2	1
Esquema 3	4
Esquema 4	5

Fuente: Elaboración propia

Nota: Según los valores ponderados en la Tabla 1, se calificaron los resultados obtenidos en la Tabla 2 y se concluye que el esquema que obtuvo la máxima calificación es el 4, porque logra una fotografía con un correcto balance de color siendo igual al objeto real, una iluminación y configuración de parámetros que hacen que el objeto se visualice claramente y se aprecie cada detalle del mismo, como textura y volumen.

Comparativa de costos y materiales

A continuación se comparan los posibles materiales para la construcción de la caja de luz, teniendo en cuenta la durabilidad, resistencia y peso. Además, se proporciona una breve descripción de cada material y se evalúan las opciones de iluminación en términos de potencia, calidad y costo comercial.

Madera MDF: Es una madera reconstruida fabricada a partir de fibras de madera y resinas sintéticas.

Tubo de PVC: Es un material formado a partir de la combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Como el resto de los materiales plásticos, este producto es con diferencia el que menos depende del petróleo. Es más, su composición adquiere un mayor porcentaje de sal común (cloro) que de petróleo (etileno). Siendo muy flexible y fácil de trabajar, ahora mismo se convierte en el plástico de menor costo y mantenimiento del mercado.

Varilla de metal: Es una barra larga y delgada de hierro o acero que se utiliza en la industria de la construcción para reforzar estructuras de concreto.

Tela translúcida: Es un tejido que permite que la luz pase a través de él, pero aún permite ver a través del tejido. Las telas translúcidas transmiten luz, pero difunden la luz lo suficiente para eliminar la percepción de imágenes nítidas.

Acrílico: Es un material obtenido a través de la polimerización de un compuesto químico llamado ácido acrílico.

Malla: Es un tejido o un producto que se desarrolla en trama. Se trata de una red compuesta por múltiples elementos atados o anudados entre sí.

Bombillo: Pieza de cristal en la que se ha hecho el vacío y dentro de la cual va colocado un hilo de platino, carbón, wolframio, etc., que al paso de una corriente eléctrica se pone incandescente y sirve para alumbrar.

Flash: Aparato que, mediante un destello, da la luz precisa para hacer una fotografía instantánea.

Luz led: Es una fuente de luz que está compuesta por un material semiconductor con dos terminales. Las luces LED son pequeños componentes electrónicos semiconductores que emiten radiación electromagnética para generar luz.

Cartón: Materia formada por la superposición de hojas de pasta de papel adheridas unas a otras con la humedad por compresión y secadas después por evaporación, con lo que adquiere cierta dureza.

Tabla 4

Comparativa de 4 materiales diferentes para cada parte de la caja de luz.

	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	CAJA COMERCIAL
Material estructura	MDF 2.5mm \$39.900	tubo PVC \$8.000	varilla de metal \$18.000	Es una herramienta que crea un efecto luminoso que ayuda a destacar los detalles y las características de los objetos que se colocan en ella. \$370.000
Paredes	tela 4m \$27.000	acrílico \$30.000	malla \$46.500	
Luces	bombillo \$50.00	flash \$350.000	luz led \$550.000	
Base de caja de luz y base giratoria	MDF 2.5mm \$39.900	Cartón \$12.000	acrílico \$30.000	

Fuente: Elaboración propia

Nota: Según los datos arrojados por la Tabla 4 para construir la caja de luz, los materiales seleccionados por su relación costo/calidad son:

- Para la construcción de la base se seleccionó la madera MDF debido a su resistencia y portabilidad.
- Para la construcción de paredes, la tela translúcida es un material portable, flexible y fácil de lavar.

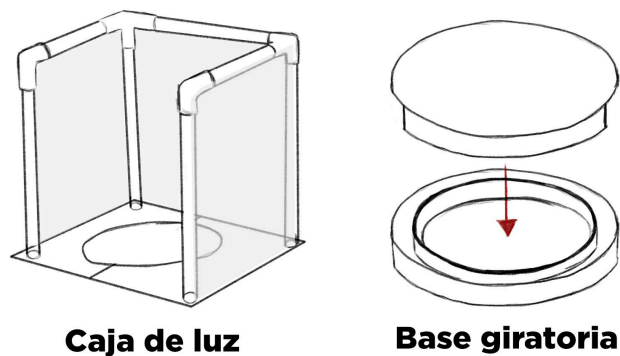
- Para la construcción de estructura el material ideal es el tubo de PVC, ya que es liviano y proporciona la característica de portabilidad necesaria para la caja de luz.
- Para la iluminación el flash es la herramienta indicada, porque además de ser portable, lo más importante es que la potencia del destello de luz es ajustable manualmente, lo que permite adaptarse a cualquier situación.

Diseño de caja de luz

La caja de luz para fotogrametría consta de un cubo de un tamaño de 60 cm X 60 cm armable con tres paredes laterales, el piso y la base giratoria manual donde se ubica el objeto. Cada pared está cubierta por una tela translúcida como se muestra en las imágenes.

Figura 1

Esquema caja de luz



Fuente: Elaboración propia

Nota: esta figura muestra el dibujo técnico del diseño de la caja de luz y la base giratoria.

La caja de luz con dimensiones de 60 cm x 60 cm ha sido diseñada para escanear productos que no superen los 50 cm. Aunque su enfoque es la portabilidad, sigue siendo funcional para una amplia gama de artículos, desde joyería y accesorios hasta pequeños electrodomésticos y artículos de decoración, cubriendo así una amplia gama de artículos que pueden ser usados en el ecommerce.

Lista de materiales:

- **Madera MDF:** 2 retablos de madera de 30cm x 60cm, circunferencia de 40cm x 40cm
- **Tubo de PVC:** 7 tubos de 55 cm
- **Uniones PVC:** 2 uniones de 2 y 2 uniones de 3
- **Tela:** 3 pedazos de tela de 60cm x 60cm

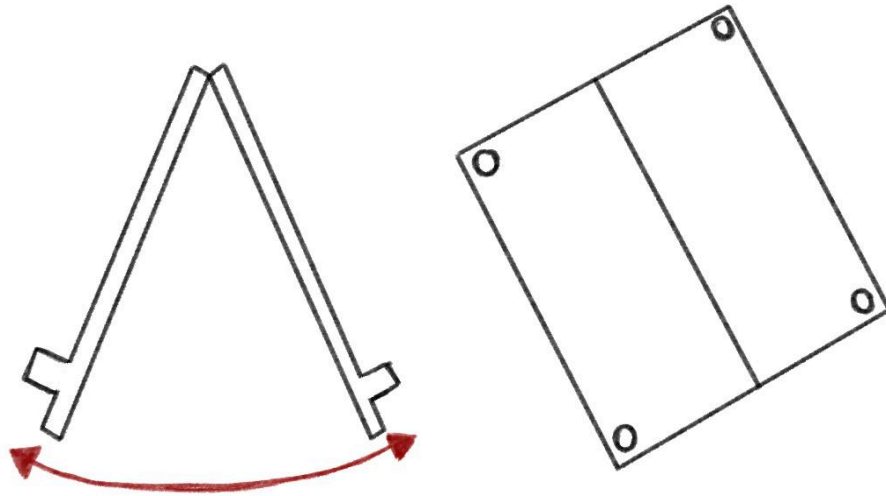
Para el ensamblaje de la caja son necesarios los siguientes materiales, 9 tiras de velcro de 60 cm, 1 pegamento y 2 bisagras para la base.

Cómo ensamblar la caja de luz:

1. **Base:** Abrir la base de madera

Figura 2

Esquema de dibujo técnico de abrir base de madera.

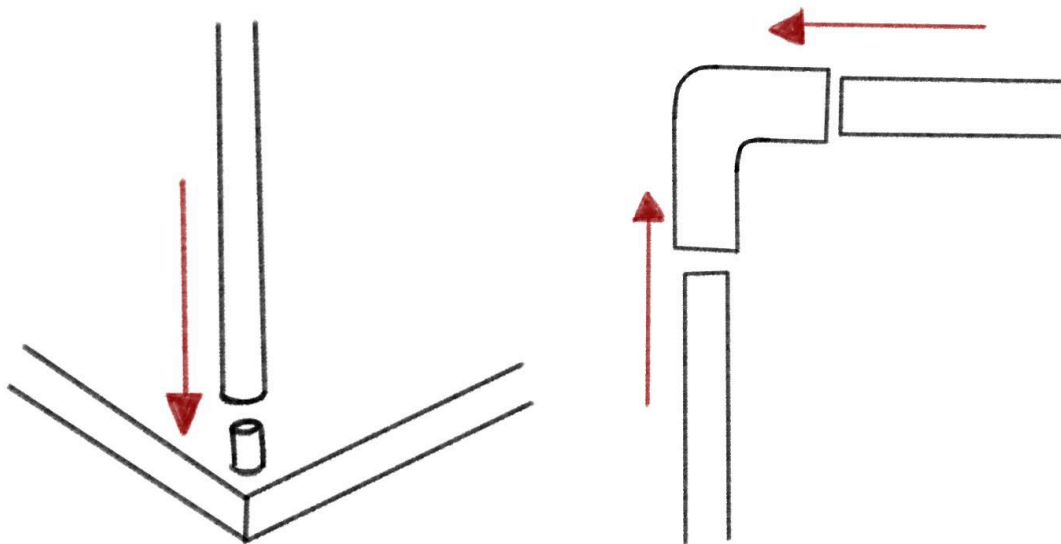


Fuente: Elaboración propia

2. **Armar la estructura con los tubos de pvc:** Comienza ensamblando los tubos de PVC siguiendo el diseño de la caja. Los tubos formarán la estructura básica que sostendrá la tela, conecta los tubos de manera segura utilizando las uniones para evitar que se desarme y ancla la estructura final a la base.

Figura 3

Esquema de dibujo técnico de unión de tubo con base y uniones.

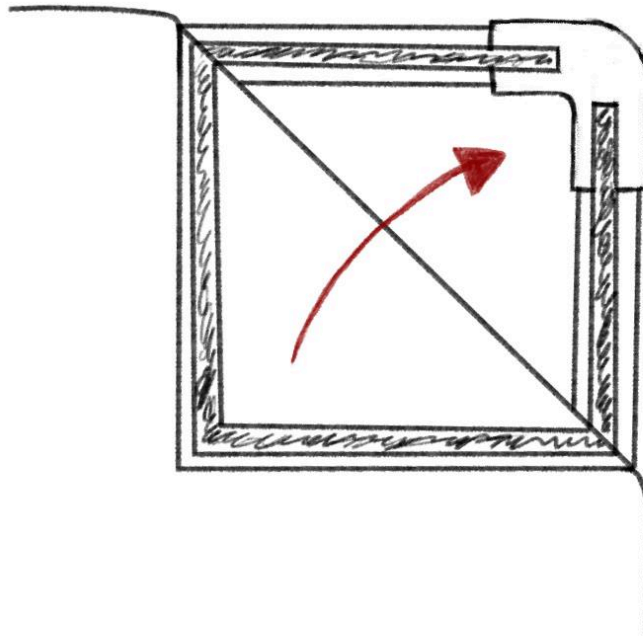


Fuente: Elaboración propia

- 3. Unir los adhesivos de los tubos con la tela:** Una vez se tiene la estructura de los tubos lista, se coloca cada pedazo de tela a cada una de las caras uniéndose con el velcro, asegúrate que la tela esté tensa y sin arrugas para obtener óptimos.

Figura 4

Esquema de dibujo técnico de pegar adhesivos de tela con tubo.

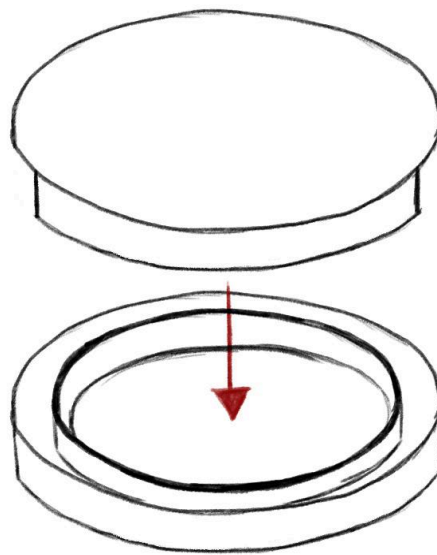


Fuente: Elaboración propia

4. **Base giratoria:** En el centro de la caja de luz poner la estructura de madera giratoria.

Figura 5

Esquema de dibujo técnico de base giratoria.

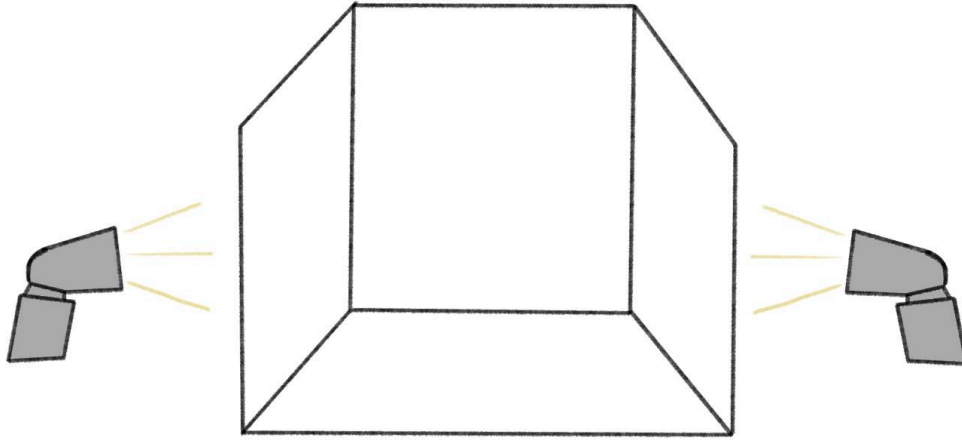


Fuente: Elaboración propia

5. **Iluminación:** Poner en los laterales de la caja de luz un flash, en total 2

Figura 6

Esquema de dibujo técnico de ubicación de flash.

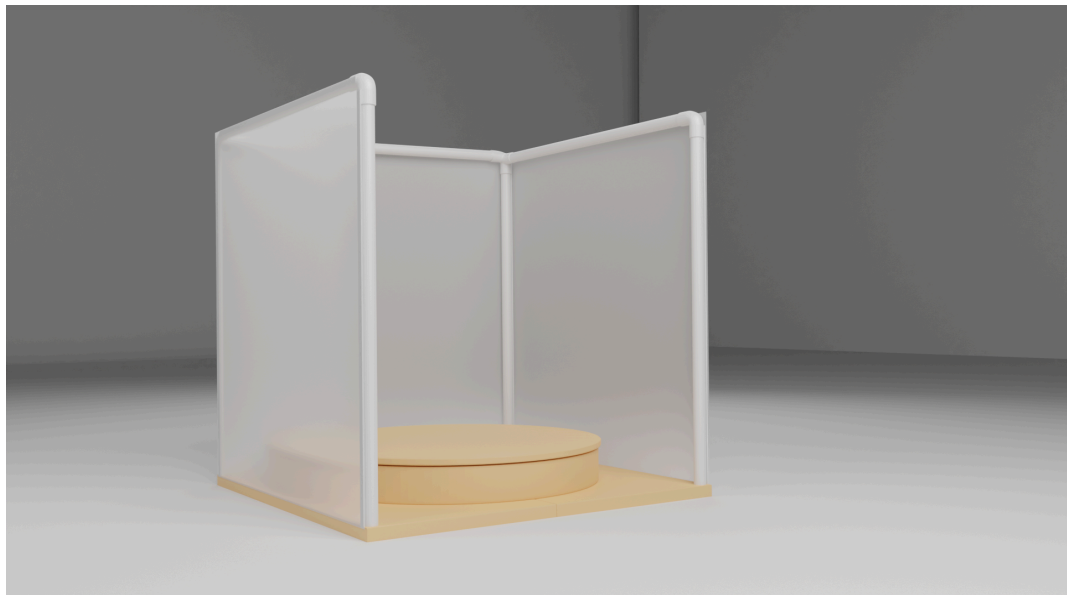


Fuente: Elaboración propia

6. **Resultado:** En el siguiente link se puede ver el diseño en 3D de la caja de luz y su armado: <https://vimeo.com/951528935?share=copy> (Grisales Ortiz, 2024)

Figura 7

Esquema de diseño de caja de luz en software 3D.



Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Se concluyó que el esquema de iluminación puede variar según la configuración de la cámara, puesto que esta afecta la forma en que se captura la imagen (ISO, velocidad, diafragma). El tipo de iluminación y la potencia influyen en la exposición y sombras, por eso es importante contar con una fuente de luz artificial que se pueda ajustar y no sea fija.

Los materiales para el rediseño de la construcción de la caja de luz son madera MDF, tubos de PVC y tela, ya que cumplen con la comparativa costo / calidad, son materiales de fácil manipulación y se pueden encontrar fácilmente en el mercado.

Teniendo en cuenta todos los aspectos para la funcionalidad de la caja de luz y su adaptabilidad para fotogrametría, se concluye que retirar la tapa superior de la caja de luz tradicional hace que este nuevo diseño sea apto para la fotografía enfocada en fotogrametría. Esto se debe a que permite tomar todas las fotografías del producto desde diferentes ángulos: cenital, picado, normal y contrapicado. De esta manera, se obtienen todas las vistas necesarias para el escaneo.

Referencias

- Bernal Rosso, F. (2019). *Control de la iluminación*. Ediciones Paraninfo, S.A.
https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=sEOXDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=control+de+la+iluminaci%C3%B3n&ots=SlaZquUUWd&sig=QIwebsB8d9mImQ_Q1pgDQNJLw6M&redir_esc=y#v=onepage&q=control%20de%20la%20iluminaci%C3%B3n&f=false
- Calderón, R. (2023, July 14). *Crea lo imposible: cómo el modelado en 3D puede ayudarte a diferenciarte y mejorar las ventas de tus productos*. IPMARK. Retrieved May 15, 2024, from
<https://ipmark.com/crea-lo-imposible-como-el-modelado-en-3d-puede-ayudarte-a-diferenciarte-y-mejorar-las-ventas-de-tus-productos/>
- Dzananovic Ustovic, N. (2012). *Modelado 3D a partir de fotografías con 3DSOM*. Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales.
<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/2951>
- Escudero, E. (2020, August 19). *¿Qué es el 3D E-Commerce y cómo está ganando terreno?* THE LOGISTICS WORLD. Retrieved April 12, 2024, from
<https://thelogisticsworld.com/innovacion/que-es-el-3d-e-commerce-y-por-que-cada-vez-mas-retailers-optan-por-el/>
- Fotonostra. (2024, enero 1). *Refracción - Diccionario de fotografía y diseño*. Fotonostra. Retrieved May 22, 2024, from <https://www.fotonostra.com/glosario/refraccion.htm>
- Global Mediterránea. (2020, febrero 11). *Fotogrametría: Qué es, Ventajas y Metodología*. Global Mediterránea. Retrieved May 22, 2024, from

- <https://www.globalmediterranea.es/fotogrametria-que-es/>
- Grisales Ortiz, J. (2024). *Caja de luz*. vimeo. <https://vimeo.com/951528935?share=copy>
- Guerra, I. (2021, August 12). *La importancia de la iluminación en las sesiones fotográficas de estudio*. Madridiario. Retrieved May 22, 2024, from <https://www.madriario.es/importancia-iluminacion-sesiones-fotograficas-estudio>
- Lehmann, G. (1975). *Fotogrametría*. Editores técnicos asociados, s.a. https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=LrHda8Nw4QUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=fotogrametr%C3%ADa+&ots=HVY4AT4MCp&sig=x5yfTQtVvk88v0fkEZpBBIIDWWw#v=onepage&q=fotogrametr%C3%ADa&f=false
- Moreno Fernández, M. (2009, mayo 18). La luz. *Innovación y experiencias creativas*, 45(6), 9. https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_18/MARIA_MORENO_1.pdf
- Musso, C. (2018, marzo 20). *Caja de Luz Por Menos de 1 Euro [Paso a Paso]*. Blog del Fotógrafo. Retrieved May 22, 2024, from <https://www.blogdelfotografo.com/caja-luz/>
- PhotoRobot. (2022, September 14). *Comercio electrónico 3D: qué es, por qué importa y producción*. PhotoRobot. Retrieved April 12, 2024, from <https://es.photorobot.com/blog/3d-ecommerce>
- Speroni, L., Lopresti, L. A., Gavino, S., Fuertes, L. L., & Defranco, G. (2021). *Relevamiento Mediante Fotogrametría E Impresión 3d De Una Pieza Mecánica*. sedici. Retrieved April 12, 2024, from

<https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/128074/Documento.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Statista Digital Market Insights. (2024, 4 4). *eCommerce*. statista. Retrieved April 4, 2024, from <https://es.statista.com/outlook/emo/ecommerce/worldwide?currency=eur>

Steph Moga, E., Hernández-Muñoz, Ó., & Sánchez-Ortiz, A. (2020, 11 4). *Aplicación de fuentes de iluminación en modelos fotogramétricos para la diagnosis y restauración virtual de objetos en cera policromados*. conserva patrimonio.

Retrieved April 12, 2024, from

<https://conservapatrimonio.pt/article/view/21399/17676>