

PLAN DE TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD DEL PROYECTO: INVESTIGACIÓN

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MONTAJE FÍSICO E INFORMÁTICO QUE
FACILITE EL ESCANEO DE PIEZAS 3D MEDIANTE FOTOGRAFÍAS PARA
REALIZAR TAREAS DE INGENIERÍA INVERSA EN UN ENTORNO CAD.**

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECAÑICAS
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
BUCARAMANGA

2018

PLAN DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MONTAJE FÍSICO E INFORMÁTICO QUE FACILITE EL ESCANEO DE PIEZAS 3D MEDIANTE FOTOGRAFÍAS PARA REALIZAR TAREAS DE INGENIERÍA INVERSA EN UN ENTORNO CAD.

PRESENTADO A: COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO

ESCUELA: INGENIERÍA MECÁNICA

FACULTAD: INGENIERÍAS FÍSICOMECAÑICAS

ELABORADO POR: RAMIRO JAVIER PÉREZ VERGARA

Bucaramanga

2018

CONTENIDO

DATOS DEL TRABAJO DE GRADO.	1
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.	3
1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.	4
2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN.	6
2.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.	6
2.1.1. Escaneo mediante fotogrametría.	6
2.1.1.1. Preparación de la pieza.	7
2.1.1.2. Captura de imágenes bidimensionales.	7
• Selección de elementos para la captura de imágenes.	
2.1.1.3. Generar nube y malla de puntos.	9
• Selección del paquete de software.	
2.1.2. Resumen selección general.	10
2.1.3. Propuesta de diseño para el módulo mecánico.	11
3. GESTIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.	12
3.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS TAREAS.	12
3.1.1. Investigación.	12
3.1.2. Análisis.	12
3.1.3. Estudio de herramientas informáticas.	12
3.1.4. Diseño y selección de componentes.	13
3.1.5. Manufactura y montaje.	13
3.1.6. Documentación.	13
4. DIAGRAMA DE GANTT.	14
5. PRESUPUESTO	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Método para captura de imágenes (objeto fijo)	8
Figura 2. Método para captura de imágenes (objeto rotando)	8
Figura 3. Propuesta de diseño del módulo mecánico.	11

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen selección de componentes y software

10

DATOS DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MONTAJE FÍSICO E INFORMÁTICO QUE FACILITE EL ESCANEEO DE PIEZAS 3D MEDIANTE FOTOGRAFÍAS PARA REALIZAR TAREAS DE INGENIERÍA INVERSA EN UN ENTORNO CAD.

DIRECTOR:

Ricardo Alfonso Jaimes Rolon.

Facultad: Ingenierías Físico – Mecánicas.

Escuela: Ingeniería mecánica.

AUTOR:

Ramiro Javier Pérez Vergara

Carrera: Ingeniería mecánica.

Código: 2123779

Correo: ramirojavierperezvergara@gmail.com

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El diseño asistido por computadora se refiere a la utilización de una serie de herramientas que facilitan los procesos de diseño en dos o tres dimensiones, por medio de una computadora; En la actualidad estas herramientas son utilizadas por ingenieros, arquitectos o cualquier otro profesional en diseño en áreas que van desde la joyería hasta la medicina.

Estas herramientas proporcionan ambientes ideales para el diseño de piezas, donde el diseñador tiene la posibilidad de ver de manera tridimensional el producto terminado y a demás agregar una serie de características como por ejemplo, las propiedades del material para poder hacer estudios posteriores de resistencia mecánica o conseguir información acerca del peso que tendrá la pieza luego de ser construida, esta posibilidad de simular situaciones reales sobre las piezas a construir, supone un gran desarrollo industrial gracias a la reducción de costos por mano de obra y a la eliminación de errores humanos.

Todas estas herramientas que ofrece el diseño asistido por computadora, puede ser aprovechada no solo para diseñar, si no para conocer características de piezas ya fabricadas, para lo que es necesario realizar el modelo en 3D de la pieza a estudiar y agregar las propiedades de material, esto es una tarea relativamente fácil si se poseen los planos del elemento o la pieza posee una geometría sencilla, el problema surge cuando la geometría es compleja y no se posee información precisa de su fabricación, por lo tanto se acude a un proceso al cual se le llama ingeniería inversa, que tiene como objetivo obtener el diseño a partir del producto ya fabricado, donde el diseñador se da a la tarea de tomar mediciones y con ayuda de las herramientas CAD generar un modelo en 3D que puede ser estudiado por medio de simulaciones.

Generar este modelo 3D puede ser bastante complejo por lo que en la actualidad se cuenta con herramientas que facilitan el proceso por medio de escáner, sin embargo, resulta ser una tecnología costosa y de difícil acceso, volviéndola poco rentable en procesos de modelado a pequeña escala.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

De la anterior problemática surge la necesidad de diseñar un sistema que permita obtener un modelo 3D de una pieza ya fabricada de manera más económica; algunas herramientas CAD, tienen la posibilidad de conseguir un modelo 3D a partir de una serie de imágenes en dos dimensiones, lo que hace viable la opción de diseñar un módulo que facilite el escaneo de piezas 3D mediante fotografías para realizar tareas de ingeniería inversa en un entorno CAD.

El escaneo en tres dimensiones es una tecnología relativamente nueva y que aún se encuentra en desarrollo, esta permite recrear objetos del mundo real en el espacio digital, lo que lo convierte en una excelente herramienta para trabajar en diversas áreas, como la arquitectura, diseño de videojuegos, realidad virtual, arqueología, biomecánica, joyería, diseño de productos, entre otras.

Desde el punto de vista de la ingeniería mecánica hay dos áreas específicas que pueden ser potencializadas con la tecnología del escaneo 3D, estas son, la biomecánica y el diseño de productos y herramientas.

En cuanto al diseño de producto y herramientas, donde se pueden encontrar geometrías complejas, debido a los requerimientos de ergonomía, el poder escanear la pieza para llevarlo a un espacio virtual, es mucho más fácil que generar desde cero el modelo tridimensional.

1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO.

1.3.1. Objetivo general.

Construcción de un sistema que facilite el escaneo de piezas 3D mediante fotografías obtenidas con un celular o cámara digital sencilla, para realizar tareas de captura geométrica y posteriormente llevar esta información a un entorno CAD, contribuyendo de esta manera con el fortalecimiento de la misión de la universidad industrial de Santander y la escuela de ingeniería mecánica en la formación de profesionales de alta calidad humana, ética, política, técnica y científica que aporten en el desarrollo de la industria.

1.3.2. Objetivos específicos.

1. Diseño y construcción de un módulo mecánico que cumpla con los siguientes requerimientos:
 - Tamaño de piezas en un rango entre 4cm x 4cm x 4cm y 20cm x 20cm x 15cm.
 - Rotación de 360 grados de la pieza a escanear.
 - Fácil adaptabilidad a cualquier Smartphone o cámara digital.
 - Iluminación difusa que evite la aparición de sombras en las fotografías.
2. Seleccionar el software que permita realizar un procesamiento adecuado de los datos obtenidos con la cámara fotográfica.

3. Crear un módulo informático que permita procesar las imágenes tomadas y llevarlas a un formato compatible con las aplicaciones CAD disponibles.
4. Realizar prueba de escaneo de una pieza, con el fin de verificar el funcionamiento mecánico y el procesamiento de las imágenes.
5. Generar un manual de operación para cada una de las etapas del proceso.
 - a. Montaje del módulo: Donde se mencione información acerca de los componentes e instalación del sistema.
 - b. Escaneo de la pieza: Debe incluir el procedimiento adecuado para obtener los datos de la pieza a escanear.
 - c. Exportar datos a un software CAD: Donde se mencionen el paquete de software a utilizar y cada uno de los procedimientos para obtener la pieza en 3D.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN.

La finalidad de este proyecto es volver accesible la posibilidad de escanear una pieza tridimensional, está claro que en la actualidad se cuentan con dispositivos que realizan esta tarea, sin embargo, suelen ser costosos o de difícil acceso; este trabajo pretende utilizar una técnica conocida como fotogrametría cuyo objeto es definir la forma, dimensión y posición en el espacio de un objeto cualquiera, a partir de mediciones hechas sobre fotografías de ese objeto; Esta técnica implica la utilización de componentes más económicos, que si se utilizan de manera adecuada se pueden obtener resultados con gran precisión.

El volver más accesible la tarea de generar una pieza tridimensional en el espacio virtual a partir de una pieza real, implica el beneficio de profesionales en diversas áreas ya mencionadas en la justificación del problema.

2.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Se puede definir el escaneo 3D como una forma de captura con la capacidad de recrear objetos del mundo que nos rodea en un entorno virtual, utilizando una serie de estrategias computacionales para recopilar y procesar los datos requeridos para el modelamiento de la geometría de los objetos.

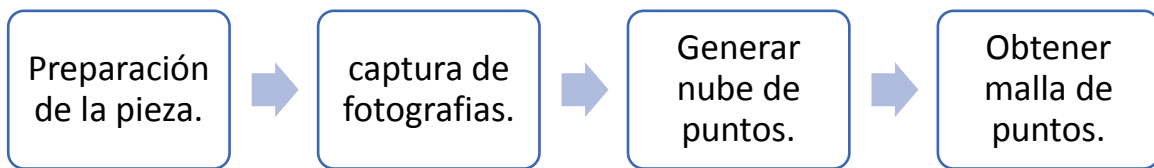
La manera en que se recopila la información depende del tipo de dispositivo a utilizar y la técnica que se aplicará, se pueden distinguir tres tipos de escaneo, escaneo realizado mediante escáneres de luz estructurada, escaneo laser y por fotogrametría, siendo esta ultima la técnica a utilizar en este proyecto.

Para realizar una adecuada selección tanto de los componentes a utilizar en el módulo mecánico como del paquete de software para la reconstrucción tridimensional de la pieza, se estudió cada una de las etapas del proceso de escaneo por fotogrametría.

2.1.1. Escaneo mediante fotogrametría

Este método logra obtener modelos tridimensionales, partiendo de múltiples fotografías bidimensionales tomadas desde múltiples ángulos de la pieza a modelar, resulta ser un método adecuado si se desea recrear color y textura de la superficie, además es la forma de escaneo más accesible económicamente.

Se puede decir que la fotogrametría se divide en dos etapas, la obtención de las fotografías de la pieza a modelar y la exportación de los datos obtenidos a un software que permita generar un modelo tridimensional a partir de las fotografías.



2.1.1.1. Preparación de la pieza.

Si se desea escanear una pieza por medio de fotogrametría se deben tener en cuenta varios factores que limitan la calidad del escaneo por medio de esta técnica; tamaño, brillo, iluminación y estabilidad son los que más se deben tener en cuenta.

La nube de puntos se crea mediante un software con capacidad de detectar características en la pieza encontrando puntos comunes en pares de fotos; si la pieza es brillante y no se cuenta con la iluminación adecuada, la información de un punto de la superficie será diferente para cada ángulo debido a los reflejos y sombras que se generan, esto hace que el software se confunda y sea incapaz de generar la nube de puntos.

Si la pieza es demasiado brillante, muy clara o de superficie reflectante, se debe hacer un tratamiento especial, por lo general se utilizan pinturas en aerosol removibles, esto sí se desea llevar la pieza de nuevo a su estado

original, de lo contrario bastará con utilizar una pintura regular de un color que no sea brillante.

2.1.1.2. Obtención de las imágenes bidimensionales.

La captura de las fotografías es el momento más importante del proceso, de estas dependen en gran porcentaje la calidad del escaneo, con esta información es que trabajará el software que generará la nube de puntos.

Para realizar la captura de las fotos desde todos los ángulos de la pieza existen dos formas.

- Fijar el objeto y fotografiar alrededor de la pieza:

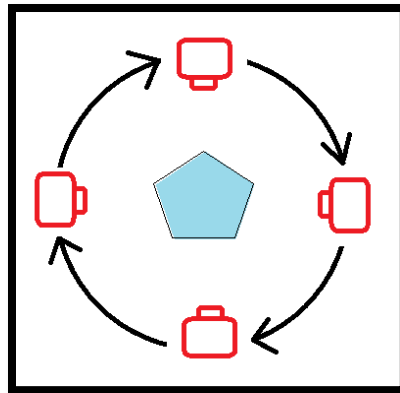


Figura 1. Método para captura de imágenes (objeto fijo)

- Rotar el objeto a escanear mientras la cámara se encuentra fija:

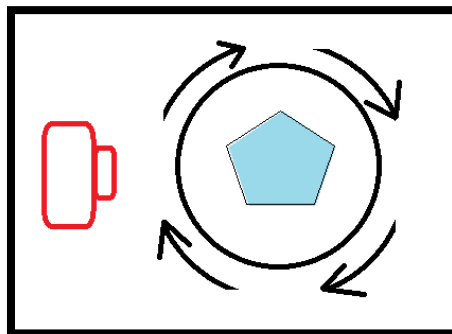


Figura 2. Método para captura de imágenes (objeto rotando)

Ambos métodos resultan ser eficientes si se aplica la técnica de manera adecuada, sin embargo, para pequeñas y medianas piezas, resulta conveniente utilizar el segundo método donde la cámara esta fija y el objeto rota sobre su propio eje, esto permite tener una iluminación igual para cada foto capturada.

Se deben capturar imágenes del objeto aproximadamente cada 5 o 15 grados, Este giro puede ser controlado mediante un servomotor o un con un motor paso a paso.

En cuanto al dispositivo para capturar las imágenes, es posible utilizar cualquier dispositivo fotográfico que me permita llevar las imágenes tomadas al computador, teniendo mejores resultados para dispositivos con mejores características; En este proyecto no se hará una selección como tal del dispositivo, pero se pretende que sea posible la adaptación de cualquier dispositivo encontrado en el mercado,

- **Selección de elementos para la captura de imágenes:**
 - ✓ Método de captura: Rotar el objeto mientras la cámara esta fija.
 - ✓ Iluminación: Paneles Led de luz blanca.
 - ✓ Motor: Servomotor.
 - ✓ Control: Arduino.
 - ✓ Captura de foto: Disparador remoto.

2.1.1.3. Generar nube y malla de puntos:

“Una nube de puntos es un gran conjunto de puntos adquiridos mediante escáneres láser 3D u otras tecnologías para crear representaciones tridimensionales de las estructuras existentes”¹. Actualmente existen varios

¹ “Acerca del trabajo con nubes de puntos”. [en línea]. Fecha de consulta: 17/04/2018. Disponible en <https://knowledge.autodesk.com/es/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ESP/AutoCAD-Core/files/GUID-C0C610D0-9784-4E87-A857-F17F1F7FEEBE-htm.html>

programas que me permiten visualizar y modificar nubes de puntos; Para la selección del paquete de software a utilizar en conjunto con el módulo físico, se analizaron las características de algunos de los que se encuentran disponibles de manera gratuita y de esta manera seguir garantizando la accesibilidad del sistema.

Para nuestros requerimientos no basta con que el software tenga la capacidad de visualizar la nube de puntos, también es necesario generarla a partir de las imágenes bidimensionales obtenidas en la etapa anterior y posteriormente generar la malla de puntos, lo que conlleva a la utilización de varios programas en conjunto.

- **Selección del paquete de software.**

- ✓ VisualSFM.
- ✓ MeshLab.
- ✓ Blender.

2.1.2. Resumen selección general.

ETAPA	Tarea	Elemento	Software
Obtención de las imágenes	Iluminación	Panel led de luz blanca	
	Captura de foto	Disparador remoto	
	Girar objeto	Servomotor	
	Control	Arduino	
Procesamiento de las imágenes	Generar nube de puntos		VisualSFM.
	Generar malla de puntos		
	Editar malla de puntos		MeshLab.

Tabla 1. Resumen selección de componentes y software

2.1.3. Propuesta de diseño del módulo mecánico.

El diseño de este módulo físico debe estar enfocado en la calidad de las imágenes capturadas, en brindar un entorno con la iluminación adecuada y permitir una estabilidad total del dispositivo fotográfico como también de la pieza a fotografiar, es importante obtener fotografías alrededor de toda la pieza cada 5 o 15 grados para que sea posible hacer la reconstrucción tridimensional; esta rotación estará controlada por un servomotor, programado en Arduino, al igual que el control del disparo de captura.

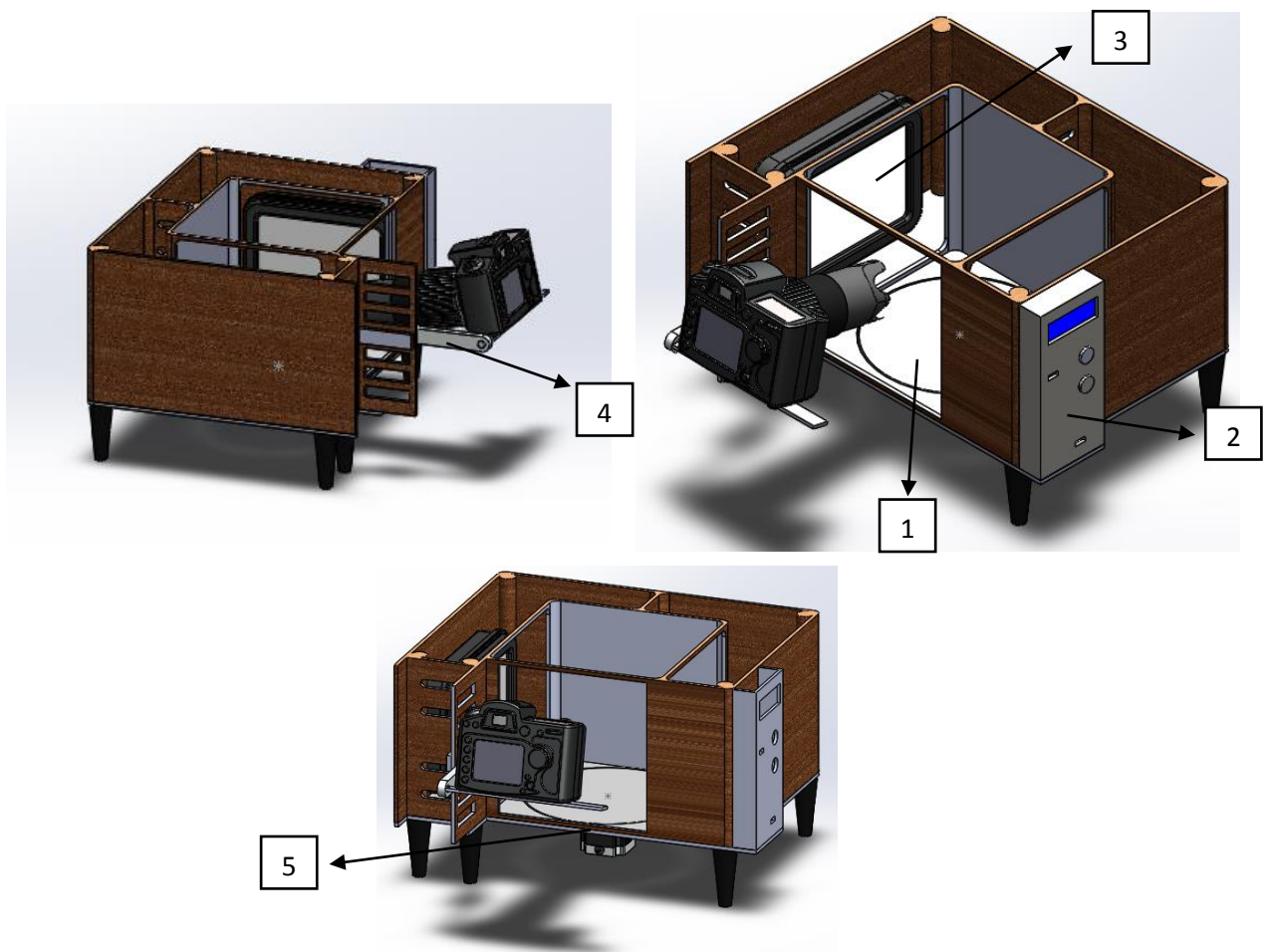


Figura 3. Propuesta de diseño.

1-Disco giratorio. 2-Panel de control. 3-Panel de luz led con difusor. 4- Acoples para cámara. 5-Servomotor.

3. GESTIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

3.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS TAREAS.

Para cumplir con los objetivos del proyecto se diseña este plan teniendo en cuenta las tareas a realizar para cada fase.

3.1.1. Investigación.

- Identificar la necesidad.
- Recopilación de bibliografía y conceptualización.
- Planteamiento de objetivos.
- Determinar los recursos necesarios.
- Justificación del trabajo de grado.
- Estructuración de las tareas a desarrollar.

Tiempo requerido: 4 semanas.

3.1.2. Análisis.I

- Análisis de la información recopilada en la fase anterior.
- Análisis de los métodos de escaneo tridimensional.
- Análisis del principio de la fotogrametría.
- Análisis del estado del arte.

Tiempo requerido: 3 semanas.

3.1.3. Estudio de herramientas informáticas.

- Identificación de software.
- Dominar las herramientas informáticas necesarias.

Tiempo requerido: 3 semanas.

3.1.4. Diseño y selección de componentes.

- Diseño del sistema de control de giro.
- Diseño del módulo físico para la obtención de fotografías.
- Selección de componentes necesarios.
- Presentación del plan de trabajo de grado.

Tiempo requerido: 2 semanas.

3.1.5. Manufactura y montaje.

- Construcción del módulo físico.
- Instalación del sistema de control de giro y disparo.
- Instalación de los elementos de iluminación.
- Construcción e instalación de los acoples necesarios para la adaptación de los diferentes dispositivos fotográficos.
- Realizar prueba piloto.

Tiempo requerido: 6 semanas.

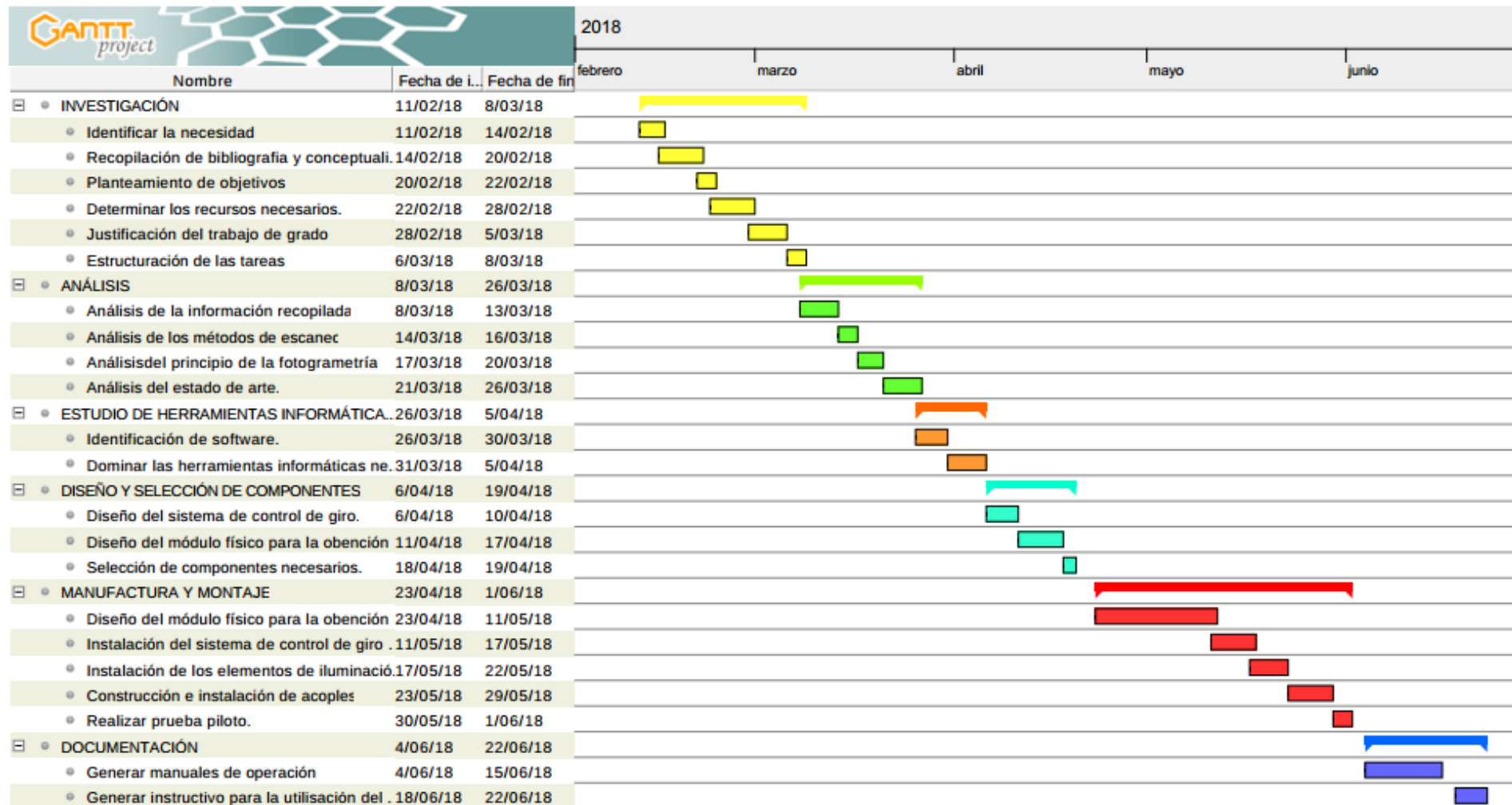
3.1.6. DOCUMENTACIÓN

- Generar manuales de operación.
- Generar instructivo para la utilización del paquete de software.

Tiempo requerido: 3 semanas.

TIEMPO TOTAL: 21 SEMANAS

4. DIAGRAMA DE GANTT.



5. PRESUPUESTO

ILUMINACION.

Paneles led para fotografía.

Difusores de luz.

\$180.000

SISTEMA DE ROTACIÓN DE LA PIEZA.

Servomotor.

Elementos electrónicos.

\$200.000

MANUFACTURA.

Diseño y construcción de acoples para cámara.

Cortes en laser sobre MDF.

Elementos de fijación.

\$700.000

TOTAL

\$1.080.000

Nota: El costo del dispositivo fotográfico no se ha tenido en cuenta en el presupuesto, dentro de los objetivos se menciona la adaptabilidad a diferentes dispositivos fotográficos que debería ser proporcionado por el usuario final, teniendo en cuenta que entre mayor calidad de fotografía se obtendrán mejores resultados.