



Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey

MR3003B.101 Emprendimiento tecnológico

## *Evidencia 1. Business Case*

### **Docentes**

Raquel Tejeda Alejandre  
Hiram José Uribe Hernández

### **Equipo 6**

José Antonio Avila Samayoa	A00829547
Paulina Dávila Verástegui	A01383785
Danya Rivera López	A01568331
Mariely Charles Rodríguez	A00828348
Juan Francisco Valenzuela Diaz	A00826978
Rodrigo Rodas Barrera	A00827047

Campus Monterrey  
14 de marzo de 2022

## **Sistema de realidad aumentada basada en proyección**

### **Propuesta de proyecto**

A pesar del creciente nivel de automatización industrial, el ensamblaje manual continúa siendo de gran importancia en distintos sectores de la manufactura. Sin embargo, este tipo de operaciones manuales son más susceptibles a errores humanos, ocasionando problemas de calidad y tiempo y por lo tanto, pérdidas económicas. Para dar solución a esta problemática, se busca implementar un sistema de realidad aumentada basado en proyección, con el fin de proporcionar una guía al usuario, que permita el ensamble de la pieza de una manera más fácil y sin errores.

El proyecto consiste en la implementación de un sistema de webcam y un proyector que permite optimizar la secuencia de ensamble de un producto definido, minimizando errores por parte del operario y facilitando el entrenamiento para la secuencia final. Por medio de una webcam (HD 1080P), se identifica cada pieza del producto que se ensamblará, en este caso, un rompecabezas. Estas piezas son reconocidas por la inteligencia artificial debido a su entrenamiento previo el cual consta de un análisis estadístico de los píxeles de las imágenes y la correlación con el nombre de la carpeta en la cual se ingresó cada imagen y define su ubicación en la matriz para después dar la instrucción de colocar dicha pieza en el ensamble, todo esto utilizando un proyector Samsung 'The Freestyle'. A través de este proyecto, se busca disminuir el tiempo de búsqueda de piezas por parte del usuario a través del seguimiento de instrucciones directas y en tiempo real, permitiendo un entrenamiento facilitado, la reducción del tiempo de proceso y de preparación del personal, obteniendo así, un ensamblaje sin errores. Además, el sistema puede reducir los costos asociados con la reparación o la refrabricación de piezas defectuosas.

Este sistema se caracteriza principalmente por ser eficiente y preciso, mostrando al operador de ensamblaje las instrucciones de montaje en tiempo real. Este incluye características como la detección de objetos y la medición en tiempo real para garantizar que cada pieza se coloque correctamente y en la posición adecuada.

Para garantizar que este sistema sea efectivo en la reducción de errores y en la optimización del tiempo de entrenamiento y ensamblaje, se ha considerado principalmente que el sistema sea fácil de usar y que el personal pueda entender claramente las instrucciones proporcionadas por el proyector y la cámara. Esto se ha logrado mediante la utilización de interfaces intuitivas y una presentación clara de las instrucciones de montaje. En segundo lugar, es importante que el sistema logre adaptarse a diferentes tipos de piezas y ensambles. Para lograr esto, el sistema incluirá una base de datos de piezas y ensambles que se puede actualizar y modificar según sea necesario para asegurar que las instrucciones proporcionadas sean precisas y aplicables a la pieza o ensamble en cuestión.

Como métricas relevantes para este proyecto, se pueden considerar las siguientes:

1. Reducción de errores por parte del usuario: Esta métrica se puede medir mediante la realización de pruebas de usabilidad antes y después de la implementación del proyecto. Se puede medir el número de errores que cometen los usuarios al ensamblar el producto y comparar los resultados antes y después de la implementación del proyecto.

2. Reducción del tiempo de entrenamiento del personal: Esta métrica se puede medir registrando el tiempo que toma el personal para aprender a ensamblar el producto antes y después de la implementación del proyecto. Se puede medir la cantidad de tiempo que se necesita para que el personal se sienta cómodo y confiado ensamblando el producto.
3. Reducción del tiempo de ensamble de la pieza: Esta métrica se puede medir registrando el tiempo que toma el ensamblaje de la pieza antes y después de la implementación del proyecto. Se puede medir la cantidad de tiempo que se necesita para ensamblar la pieza de manera efectiva y eficiente.

En general, estas métricas están relacionadas con la mejora de la eficiencia y la reducción de errores en el proceso de ensamblaje de la pieza. Al medir estas métricas, se puede determinar si el proyecto ha logrado sus objetivos y si se ha producido una mejora significativa en el proceso de ensamblaje.

### **Análisis de alternativas propuestas, presentando pros y contras para cada una**

El uso de un sistema de cámara y proyector puede ser una excelente opción para optimizar el tiempo y reducir errores en una variedad de aplicaciones, desde la producción industrial hasta la enseñanza. En la Tabla 1 se presentan algunas alternativas propuestas para este tipo de sistema, junto con sus pros y contras.

<b>Alternativa propuestas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pros</b>	<b>Contras</b>
Sistema de guía visual	Este sistema consiste en utilizar una cámara y un proyector para mostrar imágenes de referencia en tiempo real mientras se ensambla el producto. <u>La cámara captura imágenes de la pieza en tiempo real y las envía al proyector, que proyecta imágenes superpuestas de la pieza completa.</u> Este sistema puede ayudar a reducir errores al proporcionar una guía visual más clara para el ensamblaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona una guía visual clara y en tiempo real para el ensamblaje.</li> <li>- Puede ser muy útil para piezas complejas o difíciles de ensamblar.</li> <li>- Puede reducir la necesidad de entrenamiento extenso del personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede ser costoso de implementar.</li> <li>- Requiere una buena iluminación y condiciones de trabajo óptimas para funcionar correctamente.</li> <li>- Puede ser menos efectivo para piezas muy pequeñas o detalladas.</li> </ul>
Sistema de detección y corrección de errores	Este sistema utiliza una cámara para detectar automáticamente errores en el ensamblaje. Cuando se detecta un error, el sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede reducir significativamente los errores en el ensamblaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede ser costoso de implementar.</li> <li>- Requiere una buena iluminación</li> </ul>

	<p>puede alertar al trabajador y <u>proporcionar una guía visual para corregir el error</u>. Este sistema puede ayudar a reducir errores y mejorar la calidad del ensamblaje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede mejorar la calidad del producto.</li> <li>- Puede reducir la necesidad de inspección manual.</li> </ul>	<p>y condiciones de trabajo óptimas para funcionar correctamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede ser menos efectivo para piezas muy pequeñas o detalladas.</li> </ul>
<p>Sistema de asistencia de ensamblaje por voz</p>	<p>Este sistema utiliza un micrófono y un altavoz para proporcionar instrucciones de ensamblaje por voz. El sistema puede <u>reconocer los comandos de voz del trabajador y proporcionar instrucciones paso a paso</u>. Este sistema puede ser especialmente útil para trabajadores con discapacidades visuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona una forma de asistencia de ensamblaje para trabajadores con discapacidades visuales.</li> <li>- Puede reducir la necesidad de entrenamiento extenso del personal.</li> <li>- Puede ser más económico que otros sistemas de asistencia de ensamblaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede ser menos efectivo para piezas muy complejas o detalladas.</li> <li>- Puede ser menos útil para trabajadores con discapacidades auditivas.</li> <li>- Requiere una buena acústica y condiciones de trabajo óptimas para funcionar correctamente.</li> </ul>

*Tabla 1. Análisis de alternativas propuestas para un sistema de cámara y proyector en una línea de ensamblaje*

## Recomendación justificada

Este sistema de cámara y proyector para la optimización de una línea de ensamblaje es recomendable debido principalmente a las siguientes razones:

1. Mejora la eficiencia del proceso de producción: Al utilizar el sistema de cámara y proyector, se pueden reducir los tiempos de producción al optimizar el proceso de ensamblaje. La visualización clara y precisa de las instrucciones de ensamblaje reducirá la cantidad de tiempo que se necesita para armar cada producto y aumentará la cantidad de productos que se pueden producir en un periodo de tiempo determinado.
2. Reduce los errores de ensamblaje: Al mostrar instrucciones visuales claras y precisas en tiempo real, el sistema ayuda a los trabajadores a ensamblar correctamente cada componente del producto. Esto reduce la posibilidad de errores de ensamblaje y la necesidad de retrabajo, lo que a su vez disminuye los costos de producción.

3. Proporciona un nivel de control de calidad consistente: El proceso de ensamblaje se vuelve más estandarizado y repetible. Esto significa que se puede lograr un mayor nivel de control de calidad en el proceso de producción, lo que garantiza que cada producto cumpla con los estándares establecidos.
4. Mejora la seguridad del trabajador: Los trabajadores pueden trabajar de manera más segura ya que las instrucciones visuales se muestran claramente en una pantalla en lugar de tener que ver constantemente las piezas mientras trabajan. Además, el sistema de cámara y proyector puede ser diseñado para garantizar la seguridad del trabajador y reducir la posibilidad de accidentes.

Para justificar la implementación y valor de nuestro proyecto en la industria, se desarrollaron pruebas con un rompecabezas para aludir a un producto en la línea de ensamblaje, y así mediante pruebas poder definir el tiempo de armado de una persona y los errores que puede tener durante la solución.

Se llevaron a cabo diversas pruebas de armado del rompecabezas con 6 personas que no conocían el patrón de este. El tiempo promedio de una persona encontrando la solución fue de 58.90 segundos con 3.17 errores por ensamble, dando como resultado un 4.06% de error humano. Por lo tanto, la implementación de este sistema reducirá los tiempos de producción en un 20% y los errores de ensamblaje manual en un 100%.

### **Análisis de riesgos posibles de la solución y su plan de mitigación**

Al implementar este sistema de cámara y proyector para la optimización de una línea de ensamblaje existen algunos riesgos posibles, se muestran en la Tabla 2.

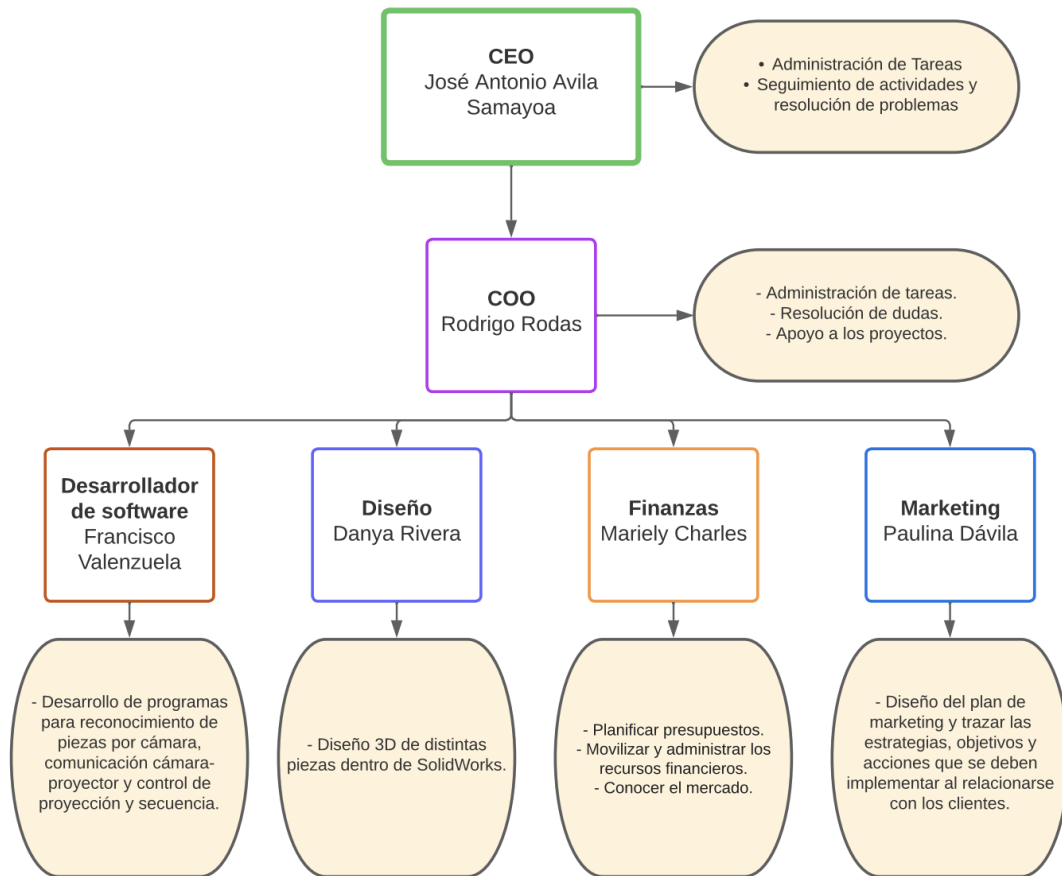
Riesgo	Descripción	Plan de mitigación
Mal funcionamiento del sistema	Es posible que el sistema de cámara y proyector tenga fallas técnicas, como problemas de software o hardware, lo que podría provocar errores en la visualización o en la identificación de los componentes.	Realizar pruebas de calidad rigurosas del sistema antes de su lanzamiento, y programar mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema. Además, tener un equipo técnico de soporte disponible para resolver cualquier problema técnico de manera rápida y efectiva.
Mal interpretación de las instrucciones	El sistema de cámara y proyector proporciona instrucciones visuales para ayudar a los trabajadores a ensamblar los productos. Sin embargo, es posible que los trabajadores malinterpreten	Proporcionar capacitación adecuada a los trabajadores sobre cómo usar el sistema de cámara y proyector de manera efectiva, y asegurarse de que las instrucciones sean claras y comprensibles.

	estas instrucciones, lo que podría provocar errores de ensamblaje y aumentar la tasa de errores.	
Seguridad de datos	El sistema de cámara y proyector podría recopilar datos sobre los productos y los trabajadores. Si estos datos no están protegidos adecuadamente, pueden ser vulnerables a ataques informáticos o accesos no autorizados.	Implementar medidas de seguridad robustas para proteger los datos del sistema, como el cifrado de datos, la autenticación de usuarios y el monitoreo constante de los registros de actividad.
Lesiones personales	El sistema de cámara y proyector requiere que los trabajadores se acerquen a la zona de trabajo, lo que podría aumentar el riesgo de lesiones personales si no se toman precauciones de seguridad adecuadas.	Proporcionar equipo de protección personal adecuado, como cascos y guantes, y asegurarse de que la zona de trabajo esté debidamente señalizada y separada de otras áreas del lugar de trabajo para evitar accidentes. Además, realizar una evaluación de riesgos completa antes de instalar el sistema y asegurarse de que se hayan tomado medidas adecuadas para reducir el riesgo de lesiones personales.

*Tabla 2. Análisis de riesgos posibles de la solución y su plan de mitigación.*

## Fases del proyecto

Para la realización de los entregables se asignaron los roles y responsabilidades a cumplir dentro del proyecto. En base a estos, se establecieron los compromisos de cada uno, como se muestra en la Figura 1:



*Figura 1. Organigrama.*

En la Figura 2 se muestran los pasos a seguir en la programación del sistema cámara-proyector, utilizando Matlab y Visual Studio Code con un interpretador de Python.

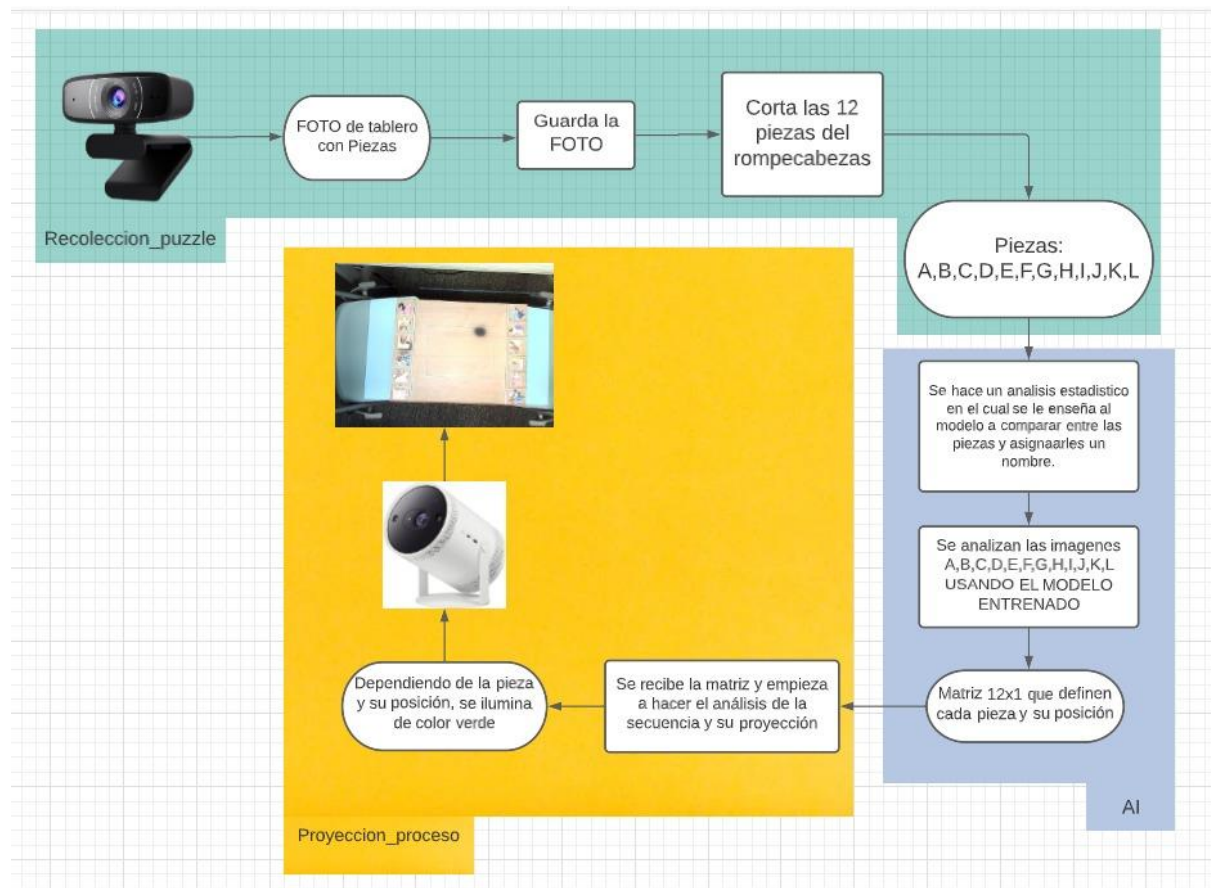


Figura 2. Pasos a seguir en la programación del sistema.

Los entregables para el proyecto, junto con la persona responsable y los recursos necesarios se muestran en la Tabla 3.

Entregable	Persona responsable	Recursos necesarios
Gantt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antonio Avila</li> <li>- Paulina Dávila</li> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Mariely Charles</li> <li>- Juan Francisco Valenzuela</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	N/A
Journey Map	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antonio Avila</li> <li>- Paulina Dávila</li> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Mariely Charles</li> <li>- Juan Francisco Valenzuela</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	N/A



Generar un Moodboard	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paulina Dávila</li> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Mariely Charles</li> </ul>	N/A
Realizar QFD	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antonio Avila</li> <li>- Paulina Dávila</li> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Mariely Charles</li> <li>- Juan Francisco Valenzuela</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	Plantilla QFD
Propuesta de solución	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antonio Avila</li> <li>- Paulina Dávila</li> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Mariely Charles</li> <li>- Juan Francisco Valenzuela</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	N/A
Generar Organigrama	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antonio Avila</li> <li>- Paulina Dávila</li> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Mariely Charles</li> <li>- Juan Francisco Valenzuela</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	N/A
Modelo de Negocio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antonio Avila</li> <li>- Paulina Dávila</li> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Mariely Charles</li> <li>- Juan Francisco Valenzuela</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	N/A
Estrategias de salida del mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paulina Dávila</li> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	N/A
Prototipo funcional del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antonio Avila</li> <li>- Juan Francisco Valenzuela</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyector</li> <li>- Cámara</li> <li>- Rompecabezas</li> <li>- Software (SolidWorks, Matlab, Visual Studio Code)</li> </ul>
Presentación Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antonio Avila</li> <li>- Paulina Dávila</li> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Mariely Charles</li> <li>- Juan Francisco Valenzuela</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	N/A
Evidencia 1. Business Case	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antonio Avila</li> <li>- Paulina Dávila</li> </ul>	N/A

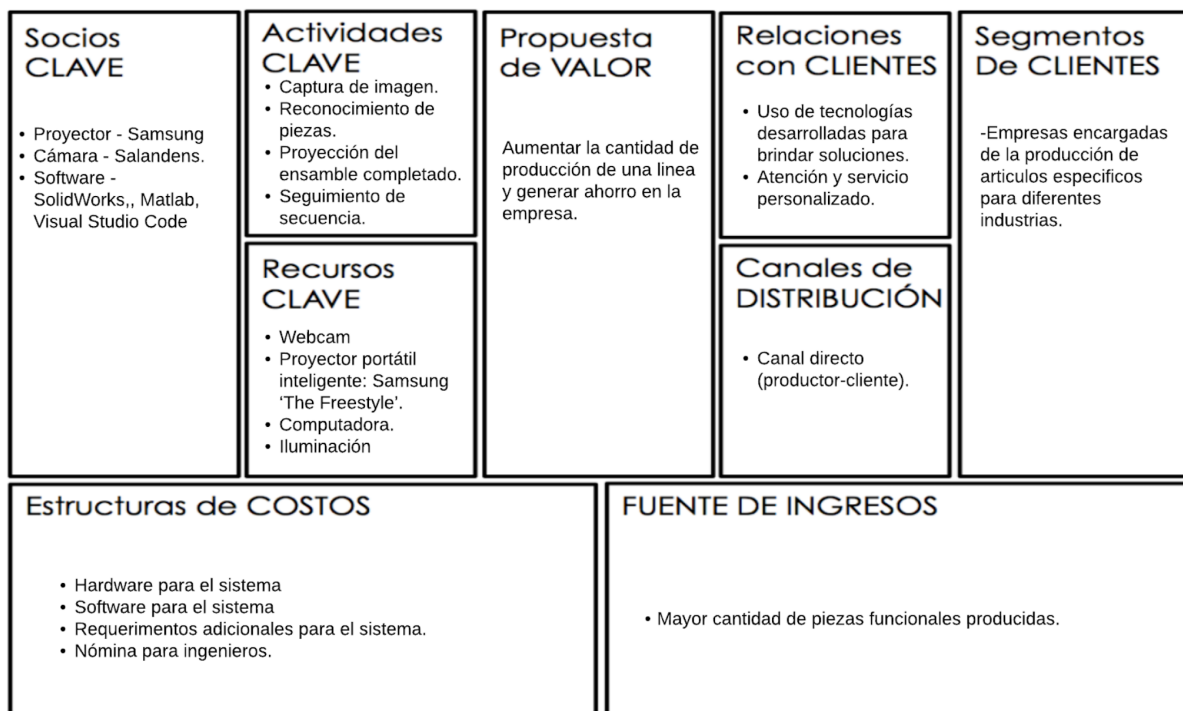
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Danya Rivera</li> <li>- Mariely Charles</li> <li>- Juan Francisco Valenzuela</li> <li>- Rodrigo Rodas</li> </ul>	
--	---	--

*Tabla 3. Fases del proyecto.*

## Modelo de Negocio

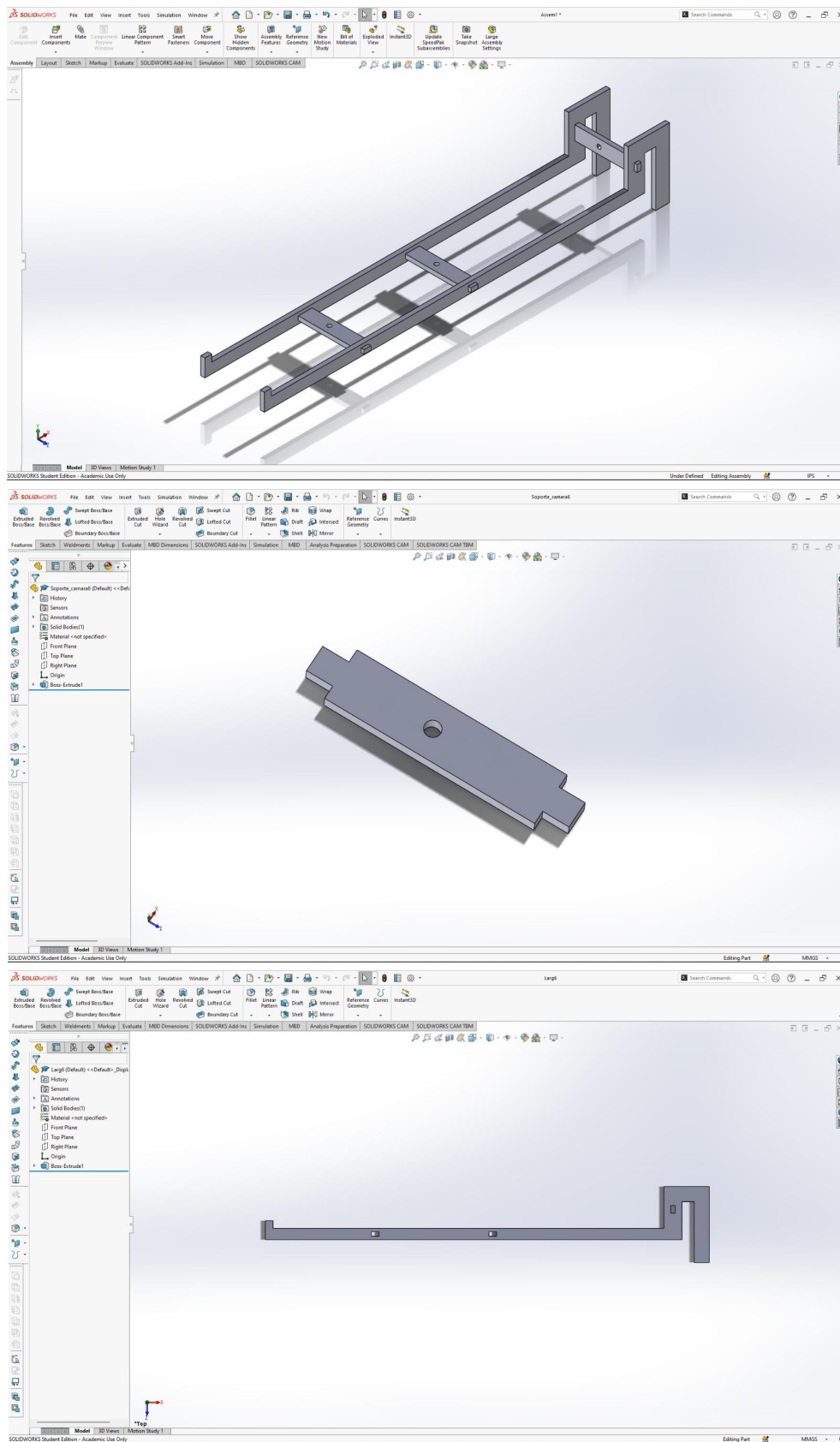
Para implementar esta propuesta de solución, es importante desarrollar un modelo de negocio sólido que pueda garantizar la rentabilidad y el éxito a largo plazo del proyecto.

El modelo de negocio para un sistema de cámara y proyector debe considerar varios factores clave, como el mercado objetivo, el precio del producto, los costos de producción, los canales de distribución y el soporte técnico y de servicio al cliente. Además, es importante identificar los beneficios específicos que el sistema puede ofrecer a los clientes y cómo se pueden comunicar eficazmente. A continuación se muestra el Modelo de Negocio:



*Figura 3. Modelo de Negocio.*

## ANEXOS



*Anexos 1,2 y 3. Diseños CAD del armazón para la colocación de la cámara y el proyector sobre la estación de ensamblado.*