



**PROYECTO DE GRADO – Elaboración de un Modelo en Realidad Virtual para la
Automatización de la Producción Artesanal de Arepas de Maíz Blanco**

Presentado a.

JOHANNA KARINA SOLANO

Presentado por.

ANGIE NATALIA PACHON CASTAÑEDA

JULIAN RAMIREZ ROBAYO

KEVIN ESMITH PERALTA ARANGO

UNIVERSIDAD EAN

BOGOTÁ D.C

2024



Tabla de contenido

1	Resumen ejecutivo	5
2	Introducción	6
3	Objetivo General	8
4	Objetivo Específicos	8
5	Definición del problema	9
6	Pregunta de proyecto.....	12
7	Justificación	12
8	Análisis de requerimientos.....	14
	8.1 Intención del Producto	14
	8.2 Verificación de Parámetros de Diseño.....	14
	8.3 Estimación de Características de Diseño	14
9	Marco de referencia	15
	9.1 Acompañamiento del humano y la máquina la manufactura.....	15
	9.2 Automatización industrial.....	15
	9.3 Automatización en la industria alimenticia.....	15
	9.4 Utilización de la Realidad Virtual para capacitar trabajadores.....	16
	9.5 Aplicaciones de modelos Realidad Virtual en modelos mobiliarios	16
	9.6 Aplicaciones de la realidad virtual en la enseñanza de ingeniería química	16



10	Marco Teórico.....	17
11	Análisis de restricciones	23
11.1	. Ambientales	23
11.1.1	Interacción con el medio ambiente	23
11.2	Económicas.....	23
11.2.1	Disponibilidad de capital	23
11.2.2	Condiciones macroeconómicas:.....	23
11.3	Legales	24
11.3.1	Cumplimiento normativo.....	24
11.3.2	Registro de maquinaria	24
11.4	Salud y Seguridad	24
11.4.1	Riesgos para la salud.....	24
11.5	Socioculturales.....	24
11.5.1	Preferencias del consumidor	24
11.6	Restricciones Internas	25
11.6.1	Capacidades de la empresa	25
11.7	Restricciones de proyecto.	25
11.7.1	Limitaciones en sitio exposición.....	25
11.7.2	Limitaciones en las pruebas de VR.....	25
12	Metodología para la selección y desarrollo de la solución	26
12.1	Soluciones ilógicas.....	26
12.2	Comparar hechos conocidos.	27



12.3	Evaluación de las soluciones.	27
13	Metodología para la selección y desarrollo de la solución.	29
13.1	Fase inicial.	29
13.2	Fase de diseño CAD.....	36
13.2.1	Olla de cocido.	36
13.2.2	Estufa eléctrica colador y olla recolectora de agua.....	39
13.2.3	Soportes de olla de cocción y soporte de colador y olla de recolección de agua.....	43
13.2.4	Molino eléctrico.....	44
13.2.5	Banda transportadora Molino- Amasadora.....	46
13.2.6	Amasadora.	47
13.2.7	Troqueladora.	49
13.2.8	Voltaje 120V Trifásico.....	51
13.2.9	Amperaje: 19.75 Amperios.....	51
13.2.10	Kilovatios: 1.5 Kilovatios.....	51
13.3	Fase de simulación de movimiento y aplicación de modelo VR.....	52
13.4	Fase simulación en VR Unity y AR en Edrawings.....	53
14	Análisis de costos.....	56
15	Conclusiones.	61
16	Tabla de contenido de Figuras.....	62
17	Índice de tablas.....	64
18	Bibliografía.	65



1 Resumen ejecutivo

La industria de alimentos artesanales representa una oportunidad para crear empresa con productos de calidad y sin conservantes, esta industria es clave para el sustento de familias y comunidades enteras, en el caso de los productos de maíz es importante hay una variedad de productos y presentaciones, en el caso específico de este proyecto se hace referencia a las arepas de maíz peto

Al observar detalladamente como personas dedicadas a elaborar arepas de maíz blanco especificando este caso, denota claramente una falta de automatización real, la maquinaria ya existente es básica, como ejemplo estufa a gas, molino eléctrico, presentes en las primeras fases de manufactura, el amasado del maíz se hace manualmente.

Aquellas personas desconocen como la automatización les ofrece algún beneficio en particular, creen que está fuera de su alcance y comprensión, alegando también de sobrecostos en maquinaria relacionada al sector alimenticio.

El proyecto de elaboración de un modelo de realidad virtual para la automatización en producción Artesanal con Arepas de Maíz Blanco, busca avanzar en los modelos de automatización en la industria de alimentos artesanales en la región Bogotá-Cundinamarca, además de fácil acceso y manejo.



2 Introducción

El proceso de transformación dado por las revoluciones industriales efectuó cambios económicos y de realización de ciertos trabajos. Causando modificaciones del trabajo suave del sistema artesanal, el humano pasa del tipo trabajo anterior a uno de fábrica. A partir aquel suceso, se desarrollarían nuevas nociones de extracción y procesamiento de recursos y las maquinas ayudan al hombre a realizar trabajos de diferente índole. El mundo globalizado, crean investigaciones e innovaciones continuas, aportando desarrollos en temáticas o áreas definidas (da Silva et al., 2024).

Las tecnologías de la automatización se utilizan para sustituir el trabajo hecho por los seres humanos en determinadas fases de los procesos de producción además de ocupar ese espacio. En años recientes, dichas tecnologías han marcado en el trabajo discusiones sobre cómo se emplean en el trabajo. El mejoramiento de los robots industriales y las IA han mejorado notoriamente, facilitando el realizar tareas no rutinarias tomadas como tareas factibles para los trabajadores (Filippi et al., 2023)

En recientes años, la industria alimenticia se enfrenta múltiples retos en temas de control de calidad y sostenibilidad. Afianzar seguridad y satisfacción del consumidor son fundamentales de la industria alimentaria, garante por normas rigurosas de riesgos de contaminación y deterioro. La variabilidad en las materias primas, técnicas de procesamiento y almacenamiento, son algunas variables que repercuten en la calidad de la industria alimentaria. Una solución posible, para contrarrestar estas variables, es imprescindible analizar el proceso de producción y los factores de



calidad de alimentos, la meta será predecir y minimizar el desperdicio de alimentos y asentar un proceso sostenible (Puttero et al., 2024).

Para desarrollar este modelo de realidad virtual, se debe tener en cuenta los procesos automatizar, después realizar el diseño de la maquinaria que cumpla con las expectativas de este y por último las simulaciones en realidad virtual de como vería este modelo y su simulación de movimiento, esto permitirá presentarle el modelo al cliente en realidad virtual, para mostrarle las dimensiones de su modelo y su funcionamiento.



3 Objetivo General

Desarrollar un modelo en realidad virtual interactivo y realidad aumentada para la mejora en la elaboración de alimentos tradicionales a base de maíz, como estrategia para la eficiencia en la producción. Siendo el caso de estudio arepas de maíz blanco.

4 Objetivo Específicos

- Análisis de procesos de manufactura actuales en la producción artesanal de arepas de maíz peto, en las fases de cocción, molido, amasado.
- Diseño de modelo en programa especializado utilizando software de modelado 3D y simulación de procesos y de acuerdo con mejorar la eficiencia de procesos.
- Realizar modelo en realidad virtual para generar una simulación de un prototipo que represente de manera detallada cada fase del proceso de producción de arepas de maíz blanco.



5 Definición del problema

En Colombia, el fenómeno de la informalidad laboral representa un problema que afecta al 55.8% de la población laboral activa en Colombia y un 33,7% en Bogotá (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2024).

Millones de trabajadores informales no poseen los derechos y deberes ofrecidos por la ley laboral colombiana, careciendo de acceso a pensiones, servicios de salud y otras condiciones laborales contempladas por ley.

La informalidad constituye un desafío para las familias y trabajadores individuales dependientes, a su vez, el crecimiento económico nacional, es limitador en productividad y competitividad de muchos sectores, también en sectores de producción artesanal y la pequeña industria alimentaria (SDP, 2020).

Para Bogotá, la principal urbe del país y de la región Andina, la informalidad influye negativamente a gran parte de los sectores productivos y la manufactura artesanal, presentado esta última un atraso tecnológico, además una baja modernización (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2019).

Los pequeños productores de alimentos artesanales derivados del maíz, especificando el



caso de arepas de maíz blanco (maíz peto), encaran problemas similares. En la región metropolitana Bogotá-Cundinamarca, para producir alimentos artesanales como el masato, la chicha y las arepas de maíz blanco, realizados con modelos de producción fieles a mantener la calidad, carecen de sistemas modernos en las manufacturas. Gran parte de los productores usan herramientas básicas, para fases como moler el maíz utilizan molinos de maíz, pero tareas como el amasado y la cocción se llevan a cabo manualmente, esto disminuye notablemente la eficiencia y cifras de producción (Cárdenas et al., 2017).

Siendo limitada y a pequeña escala la producción, afecta la capacidad de los productores de ingresar y competir en mercados a mayores escalas, pues las industrias con procesos automatizados poseen mayor ventaja debido a su mayor capacidad de producción y reducción de costos.

Un factor que contribuye al problema es la falta de educación y formación tecnológica entre los productores artesanales. En muchos casos, la percepción generalizada es que la automatización o la implementación de maquinaria avanzada es costosa y difícil de acceder. Esta visión se sustenta en la limitada información que los pequeños productores tienen sobre las posibilidades de modernización, reforzando la creencia de que cualquier inversión en tecnologías que mejoren la productividad no es justificable, dada la magnitud de sus negocios (Cárdenas et al., 2017).

Como resultado, los productores artesanales se ven atrapados en un ciclo de baja inversión y bajos rendimientos, lo que perpetúa su dependencia en el trabajo manual y la



informalidad.

La producción artesanal de arepas de maíz blanco, en particular, se enfrenta a una paradoja: mientras que la demanda de productos tradicionales sigue siendo alta, especialmente en las zonas urbanas donde hay un auge del consumo de productos locales y orgánicos, la capacidad de los pequeños productores para satisfacer esta demanda es limitada debido a las ineficiencias en sus procesos. Las fases clave del proceso, como el amasado y la cocción, no han sido optimizadas, lo que provoca una baja productividad. En muchos casos, el trabajo manual implica una inversión de tiempo y esfuerzo físico que no es sostenible a largo plazo, lo que afecta la calidad del producto y restringe las posibilidades de crecimiento empresarial (Cárdenas et al., 2017).

Entrado en contexto, el proyecto "Elaboración de un Modelado en 3D para la Automatización en Producción Artesanal con Arepas de Maíz Blanco" busca generar un prototipo digital aumente la efectividad en las tres primeras fases del proceso productivo, los cuales son la cocción, el moler y amasado. El modelo no solo mejorará la eficiencia, también asegurará que las arepas de maíz peto mantengan y mejoren su calidad y autenticidad. Al diseñar un modelo accesible y fácil de implementar, se desea contribuir al crecimiento socioeconómico de los pequeños productores y de la industria de alimentos artesanales, facilitando su transición hacia procesos más eficientes sin comprometer la esencia de sus productos.



6 Pregunta de proyecto

¿Es posible desarrollar un modelo en realidad virtual, para poder ver el funcionamiento de las tres primeras fases de producción de arepas artesanales de manera automática?

7 Justificación

Al modernizarse la industria alimenticia después de la Segunda Guerra Mundial, hizo a este sector comenzar a competir en aspectos de calidad. Pues los alimentos eran percibidos por las personas como nutrientes básicos para saciar el hambre y cuando comenzaron a aparecer demasiadas empresas compartiendo el mismo segmento de mercado, esto favoreció a diferenciarse de la competencia para sacar ventaja (Hassoun et al., 2023). Hasta el presente los procesos de autorización han hecho aumentar esta diferenciación, pues la automatización procesos ha causado una mejora en calidad y la eficiencia de producción, además de reducción de costos.

Hoy en día gracias a los avances tecnológicos e industriales, han hecho que el proceso de automatización este acompañado de inteligencia artificial, internet y otros avances, esto se conocen como industrias 4.0, esto ha impacto ventajoso en campos diferentes al industrial. En el foque social se crean nuevos productos, dando un aumento en calidad de vida de la población. Al desarrollarse la industria 4.0, hace una modernización industrial con la automatización de procesos producción de gran escala (Ministerio de Tecnologías de la Información y las



Comunicaciones, 2019).

Ofrece a las manufacturas, organizaciones y diferentes industrias beneficios relacionados con sostenibilidad, transparencia de la información, mejoras de productividad y mejoras de la satisfacción del consumidor. Al emerger tecnologías nuevas y avances digitales, el entorno creado implica una constante evolución. Dados estos cambios de manera rápida proporciona un aviso a las manufacturas y sectores industriales, pues no adoptar dichos cambios, corren el riesgo de ser eliminadas competitivamente o dilapidar su ventaja competitiva (Ostadi et al., 2024).

La solución es una automatización accesible con los requerimientos de los productores artesanales mejorará la eficiencia, pero también contribuirá a preservar la autenticidad de los productos tradicionales. Lo fundamental del éxito de esta innovación tecnológica reside en desarrollar herramientas fáciles de manipular y su bajo costo, asegurando que los pequeños emprendedores puedan adoptarlas sin necesidad de poseer capacitación especializada ni inversiones excesivas. Esto permitirá a los productores beneficiarse del aumento en la productividad, una reducción de capital humano y una mejora en la calidad del producto final, a su vez, les permite competir en mercados más amplios y variados.



8 Análisis de requerimientos

8.1 Intención del Producto

Como principal intención de la automatización es generar una reducción de los tiempos muertos y un aumento de la productividad, también, aunque no menos importante el beneficio al trabajador. Puesto que, al reemplazar las labores manuales en los procesos de cocido, molido, amasado y prensado además de las reducciones de factores antes mencionados, representa una ventaja competitiva en la industria de las arepas artesanales de maíz peto.

8.2 Verificación de Parámetros de Diseño

- Realizar una recolección de datos en video e imágenes para realizar los procesos fabricación manual
- Busca referencias de los diferentes tipos de maquinaria que se pueda vincular o relacionar en su diseño y en los movimientos realizados en esta maquinaria.
- Elección de software de diseño en 3D del tipo CAD como lo es SOLIDWORKS
- Software animación y modelado para visión en VR Blender.
- Después de realizar las animaciones y otros arreglos estéticos del modelo se pasa por un modelo interactivo de animación en la plataforma Unity 6

8.3 Estimación de Características de Diseño

- Diseño y simulación en para poderse ver en realidad virtual en gafas de realidad virtual.
- La simulación es interactiva de movimiento para poder ver como funcione el proceso en una secuencia ordenada.



- Se busca que procese las 3 arrobos de maíz por cada vez que funcione la cadena de producción.
- También se puede visualizar el diseño por QR, para poderlo ver teléfono celular y hacer más accesible la vista del diseño, solamente el diseño por limitaciones del programa

9 Marco de referencia

9.1 Acompañamiento del humano y la máquina la manufactura

Los trabajos que antes eran realizados por humanos en las líneas de diferentes productos y sectores de las industrias en general, hoy en día estas labores repetitivas están siendo realizadas por robots industriales o máquinas automáticas y se presentando avances más significativos en labores las específicas y detalladas (Philip & Wong, 2024).

9.2 Automatización industrial

La automatización de tareas industriales pasa a ser una necesidad para las empresas pues los procesos tradicionales hoy en día representan altos costos y una baja eficiencia. La automatización industrial utiliza para esto elementos como computadoras, actuadores, dispositivos digitales, sensores, encargados estos elementos de recoger, almacenar ejecutar y distribuir, datos que sirven para una toma de decisiones efectiva y eficiente (Tanwar et al., 2022).

9.3 Automatización en la industria alimenticia

Existe variedad de sensores utilizados para la automatización en la fabricación de



alimentos, utilizados para abordar problemas los restos planteados por los órganos de regulación a los productos alimenticios. Además, puede haber un riesgo de contaminación estos sistemas debido al material del cual están hechos, pero esto es fácil de solucionar al implementarse el acero de tipo adecuado para los alimentos además de un grado estricto de limpieza.(Bader & Rahimifard, 2020).

9.4 Utilización de la Realidad Virtual para capacitar trabajadores

El capital humano debe ser correctamente capacitado, gracias a las industrias 4.0 se puede hacer más fácil la capacitación por medio de realidad virtual y otros medios de simulación ahorrando espacio y combinando la con capacitación presencial, además de traer otros, también es útil para introducir mejoras y aumentar la curva de aprendizaje (Martínez-Gutiérrez et al., 2023)

9.5 Aplicaciones de modelos Realidad Virtual en modelos mobiliarios

Los agentes inmobiliarios buscan realizar modelos realidad virtual para poder mejorar la compra virtual de los clientes, no es solamente es para realizar compras o ventas, adema de proporcionar una inmersión, también suele aplicarse en la industria con el mismo motivo de poder ofrecer a los clientes la vista de la maquinaria y de funcionamiento para reforzar la decisión de compra del cliente, para saber si su producto cumple con sus requerimientos (Hsiao et al., 2024)

9.6 Aplicaciones de la realidad virtual en la enseñanza de ingeniería química



Para esta área de la ingeniería se estudiado la inclusión de las tecnologías de realidad virtual, pues debido que esta tecnología permite desarrollar entornos seguros las prácticas en ciertas condiciones que son necesarias, es modelo interesante para poder reforzar el aprendizaje, además de ser aplicables en otras ramas de la ingeniería (Zhou et al., 2024)

10 Marco Teórico

La automatización industrial ha sido un factor clave en la transformación de los procesos de producción, y su integración con tecnologías emergentes ha generado una nueva fase en el desarrollo de la industria moderna. A lo largo de las últimas décadas, las empresas han adoptado sistemas automatizados para mejorar la eficiencia, reducir los costos operacionales y minimizar la intervención humana en procesos repetitivos. Estas tecnologías incluyen sensores, actuadores, sistemas de control digital y maquinaria avanzada que permiten a las empresas optimizar su producción y garantizar la calidad constante de sus productos. A medida que las innovaciones tecnológicas continúan avanzando, la automatización se ha visto complementada con sistemas más inteligentes, como la inteligencia artificial y el internet de las cosas (IoT), que permiten un mayor grado de flexibilidad y personalización en la producción (Schwab, 2016).

La Industria 4.0 representa un concepto que integra tecnologías digitales avanzadas para mejorar la eficiencia y la personalización de los procesos productivos. Entre las herramientas más destacadas de esta revolución se encuentran los sistemas de fabricación inteligentes, que no solo automatizan tareas repetitivas, sino que también permiten que las máquinas se adapten y tomen decisiones autónomamente. Esto implica la interconexión de dispositivos, la recopilación y análisis de grandes cantidades de datos y la optimización en tiempo real de los procesos. De esta manera, las fábricas pueden mejorar su productividad, reducir el tiempo de inactividad y responder de



manera más efectiva a las demandas del mercado (Lasi et al., 2014).

Un área clave que ha experimentado grandes avances gracias a la automatización y la tecnología digital es la industria alimentaria, especialmente en sectores como la producción artesanal, donde la eficiencia y la preservación de la calidad son esenciales. La automatización ha permitido a los pequeños y medianos productores mejorar la eficiencia de sus procesos, reducir desperdicios y garantizar la calidad constante de sus productos, a la vez que se mantiene el enfoque artesanal que caracteriza a estas industrias (Porter & Heppelmann, 2015). Los sistemas automatizados no solo contribuyen a aumentar la producción, sino también a mejorar la seguridad y la higiene, al reducir la intervención humana en los procesos más sensibles.

Sin embargo, uno de los mayores desafíos en la implementación de estas tecnologías es la percepción de que son costosas y difíciles de integrar en industrias pequeñas y medianas. La resistencia al cambio y la falta de conocimientos sobre las opciones tecnológicas disponibles han creado barreras para muchos productores. Es aquí donde la capacitación y el acceso a herramientas de bajo costo juegan un papel crucial. La integración de tecnologías como la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) ha facilitado este proceso, permitiendo la visualización, simulación y entrenamiento en entornos virtuales antes de la implementación real (Milgram & Kishino, 1994).

La realidad virtual (RV) es una tecnología que permite a los usuarios interactuar con un entorno generado por computadora en el que pueden experimentar situaciones, procesos o condiciones que imitan la realidad, sin estar físicamente presentes en ellas. En el contexto industrial, la RV se ha utilizado para la capacitación de operarios, la simulación de procesos de producción y el diseño de maquinaria, lo que permite a las empresas experimentar con nuevas ideas sin incurrir en el riesgo de errores en el mundo real. Esta herramienta resulta especialmente útil para la educación y formación en áreas como la ingeniería industrial, química y alimentaria,



ya que permite a los estudiantes y operarios practicar en entornos controlados y repetir situaciones hasta que logren el dominio necesario. Además, la RV permite visualizar los efectos de diferentes variables en un entorno de producción sin la necesidad de realizar experimentos costosos o peligrosos (Hendrix & Sundstrum, 2018).

La realidad aumentada (RA), por otro lado, superpone elementos virtuales sobre la realidad física, lo que permite que los usuarios interactúen con el mundo real mientras reciben información adicional en tiempo real. En la industria alimentaria y manufacturera, la RA puede ser utilizada para monitorear procesos, visualizar el estado de las máquinas o equipos y proporcionar información precisa sobre el funcionamiento de los sistemas sin necesidad de interrumpir las actividades. En sectores de producción artesanal, la RA también puede ayudar a los pequeños productores a seguir instrucciones de operación, ajustar parámetros de máquinas y detectar posibles problemas en sus procesos sin la intervención de personal especializado (Azuma, 1997). SolidWorks es un software de diseño asistido por computadora (CAD) ampliamente utilizado en la ingeniería y el diseño industrial. Esta herramienta permite crear modelos en 3D de productos, componentes y sistemas, lo que facilita su visualización, análisis y modificación antes de la fabricación. SolidWorks es especialmente útil para el diseño de piezas complejas y sistemas que requieren una precisión detallada, ya que permite simular su funcionamiento en un entorno virtual, identificando posibles problemas de diseño o errores antes de que se produzcan. En el contexto de la automatización, SolidWorks se utiliza para diseñar maquinaria y equipos automatizados, permitiendo a los ingenieros crear prototipos digitales que pueden ser validados, modificados y mejorados sin la necesidad de fabricar prototipos físicos, lo que ahorra tiempo y recursos. Además, su integración con otras herramientas de simulación, como las de dinámica de fluidos o análisis de tensiones, permite un desarrollo más rápido y preciso de los sistemas (Dassault Systèmes, 2024).



Blender es una suite para ceración y animación en 3D de código abierto y gratuito, con una gran compatibilidad y tiene funciones de, modelado, rigging, animación, simulación, renderizado y entre otros más (Blender, 2024).

En la práctica industrial, la integración de la RV, la RA y el software de diseño como SolidWorks no solo mejora la eficiencia en el diseño y la capacitación, sino que también abre nuevas posibilidades para el desarrollo de soluciones innovadoras. Los fabricantes de maquinaria, por ejemplo, pueden usar SolidWorks para diseñar modelos de sistemas automatizados y luego utilizar la RA para superponer información sobre el estado de estos sistemas en tiempo real, mejorando la toma de decisiones y optimizando los procesos de mantenimiento. Asimismo, la RV puede utilizarse para entrenar a los operarios en la manipulación de estos sistemas antes de su implementación, reduciendo el riesgo de fallos y mejorando la seguridad en el entorno de trabajo.

La combinación de estas tecnologías ofrece a las empresas una ventaja competitiva significativa al mejorar la precisión, la eficiencia y la seguridad, especialmente en industrias donde la automatización de procesos es crucial, como la producción artesanal de alimentos. Además, facilita la adopción de tecnologías avanzadas en empresas de menor tamaño al hacer las herramientas más accesibles y fáciles de implementar. Sin embargo, para que estas tecnologías sean efectivas, es esencial que los empresarios y trabajadores reciban la capacitación adecuada para utilizarlas y adaptarse a los cambios que implican. SolidWorks es un software de diseño asistido por computadora (CAD) ampliamente utilizado en la ingeniería para la creación de modelos tridimensionales (3D) de productos, componentes y sistemas.

Este software facilita el diseño, la simulación y la validación de prototipos sin necesidad de crear modelos físicos. En la automatización industrial, SolidWorks es especialmente útil para diseñar maquinaria automatizada, permitiendo realizar análisis de comportamiento, detección de



errores y optimización de los diseños (Dassault Systèmes, 2024).

Además, la integración de SolidWorks con otras herramientas de simulación mejora la precisión del diseño y acelera los tiempos de desarrollo, lo cual resulta en un ahorro significativo de recursos y costos en la manufactura.

La creación de entornos 3D implica el diseño y modelado de escenarios tridimensionales que permiten la visualización y simulación de sistemas complejos. En el contexto industrial, estos entornos se utilizan para representar procesos de producción, analizar flujos de trabajo y probar disposiciones de maquinaria. La creación de modelos 3D mejora la comprensión del diseño y facilita la toma de decisiones en etapas tempranas de un proyecto. Herramientas como SolidWorks, Blender y Unity son utilizadas para crear estos entornos, permitiendo simular condiciones reales antes de implementarlas físicamente (Blender, 2024).

La Realidad Virtual (VR) y la Realidad Aumentada (AR) son tecnologías que permiten crear experiencias inmersivas o complementadas con información digital. La VR proporciona un entorno completamente virtual donde los usuarios pueden interactuar con objetos y procesos simulados. La AR, en cambio, superpone elementos digitales sobre el mundo físico, brindando información adicional sin que el usuario se desvincule del entorno real.

Estas tecnologías se aplican en la industria para la capacitación de operarios, la simulación de procesos y la mejora de la seguridad. En la industria alimentaria, por ejemplo, la AR puede utilizarse para monitorear el estado de las máquinas y la producción en tiempo real, mientras que la VR se emplea en entrenamientos sin poner en riesgo a los trabajadores (Hendrix & Sundstrum, 2018; Azuma, 1997). Los entornos interactivos en VR permiten a los usuarios interactuar activamente con un mundo virtual. Este tipo de entornos se utiliza en la capacitación de operarios, ya que permite experimentar con diferentes escenarios sin riesgo



Por ejemplo, en la automatización industrial, los trabajadores pueden practicar operaciones con maquinaria compleja y tomar decisiones en tiempo real dentro de un entorno seguro. Esta tecnología es fundamental para la educación y la mejora de las competencias en la industria, ya que proporciona una experiencia práctica sin los costos o riesgos asociados a la capacitación en el mundo real (Hendrix & Sundstrum, 2018).

Unity es una plataforma de desarrollo de software utilizada para crear experiencias inmersivas en 3D, particularmente en VR. Unity permite diseñar simulaciones interactivas donde los usuarios pueden manipular entornos virtuales en tiempo real, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para la creación de entornos industriales simulados. En la automatización, Unity se emplea para desarrollar simulaciones de sistemas automatizados y para entrenar a los operarios en la operación de maquinaria sin necesidad de realizar pruebas físicas costosas. Su integración con otras tecnologías, como la VR, ofrece soluciones de capacitación y simulación más efectivas, mejorando la seguridad y la productividad en el entorno de trabajo (Unity Technologies, 2024).



11 Análisis de restricciones

El desarrollo del modelo de automatización en la producción artesanal de arepas de maíz blanco enfrenta diversas restricciones que pueden limitar su viabilidad y eficacia. A continuación, se detallan las principales categorías de restricciones que entramos a considerar

11.1 . Ambientales

11.1.1 *Interacción con el medio ambiente*

La producción de alimentos debe cumplir con normativas ambientales, como la Ley 99 de 1993 y la Ley 1333 de 2009, que previenen la contaminación y promueven la sostenibilidad. La utilización de maquinarias y tecnologías debe minimizar el impacto ambiental y respetar las normativas vigentes, incluyendo la obtención de licencias ambientales según el Código Nacional de Recursos Naturales.

11.2 Económicas

11.2.1 *Disponibilidad de capital*

Los pequeños productores podrían no tener acceso a financiamiento adecuado, lo que limita su capacidad de modernización. Es importante considerar la Ley 590 de 2000, que promueve la micro, pequeña y mediana empresa en Colombia.

11.2.2 *Condiciones macroeconómicas:*

Factores como la inflación y cambios en la política económica pueden influir en la viabilidad del proyecto. Subsidios o incentivos gubernamentales, conforme a la Ley 1429 de 2010, podrían facilitar la implementación, pero su ausencia puede presentar un obstáculo



considerable.

11.3 Legales

11.3.1 Cumplimiento normativo

Es crucial revisar las leyes que regulan la producción alimentaria, incluyendo la Ley 1122 de 2007 sobre seguridad alimentaria y la Ley 388 de 1997 sobre el uso del suelo. Dado que el producto no se distribuye ni se prepara para el consumo inmediato, no es necesario contar con el registro del INVIMA según el Decreto 225 de 2012.

11.3.2 Registro de maquinaria

La maquinaria utilizada debe cumplir con normativas de seguridad y salud, como la norma RETIE para aspectos eléctricos y la norma IEEE para microcomponentes internos. Además, se debe garantizar que todos los equipos estén debidamente registrados y certificados conforme a la Resolución 040 de 2004 del Ministerio de la Protección Social.

11.4 Salud y Seguridad

11.4.1 Riesgos para la salud

Las maquinarias y procesos deben garantizar condiciones de trabajo seguras, minimizando el riesgo de accidentes y enfermedades laborales. Esto incluye cumplir con la Ley 1562 de 2012, que establece disposiciones sobre salud ocupacional.

11.5 Socioculturales

11.5.1 Preferencias del consumidor

Existe el riesgo de que la introducción de nuevos procesos y productos no se alinee con los gustos tradicionales, lo que podría resultar en una baja aceptación del mercado. Es importante considerar el contexto cultural y la Ley 1700 de 2013, que fomenta la protección de la cultura y los productos tradicionales.



11.6 Restricciones Internas

11.6.1 Capacidades de la empresa

La resistencia al cambio por parte de los productores puede ser un desafío importante que debe ser abordado. Se deben implementar programas de capacitación y sensibilización, en línea con la Ley 749 de 2002, que promueve la formación y el desarrollo de competencias laborales.

11.7 Restricciones de proyecto.

11.7.1 Limitaciones en sitio exposición

Debido a que el modelo es en realidad virtual se necesitan gafas de realidad virtual, las de tipo Oculus 2 las cuales funcionan por cable o inalámbricas sufren de limitaciones, pues el sitio único es la sala de realidad virtual, pues debido a a la cantidad de gafas VR no posible conseguir el permiso de movilidad o de llevarlas a la casa para realizar la simulación.

11.7.2 Limitaciones en las pruebas de VR

Los equipos que se pueden hacer las pruebas de visualización de las lentes VR, tienen ciertas características de hardware como la tarjeta gráfica y RAM, que no poseen cualquier equipo de cómputo propio, aunque en el FabLab existen los equipos necesarios



12 Metodología para la selección y desarrollo de la solución

12.1 Soluciones ilógicas.

Algunas redundancias, son poco comunes de las cuales son las redundancias como el accionamiento sin ninguna lógica programada en la línea automática y también problemas técnicos con los ensambles o con las comunicaciones entre los aparatos o dispositivos de comunicación, pues debido a que esta es una simulación en VR, estas situaciones no pueden suceder si no se programan o se efectúa algún tipo de animación.

La imposibilidad de que la maquinaria cobre algún tipo de conciencia, en primer lugar, la maquinaria automatizada sigue una serie de lineamientos previamente programados así que es imposible de realizar este tipo de acción de sucesos.

Generar algún tipo de interferencia con los envíos y recepción de datos de los sensores y actuadores las maquinas, eso no sucede si se maneja protocolos de comunicación por medio de cable tipo ethernet o de tipo WiFi, a su vez que ningún aparato electrónico va a interferir con esto.

Que genere problemas de corto circuito o daños en la red de alimentación eléctrica, esto no es directamente ocasionado por la maquinaria esto, puede deberse a problemas de cableado o del suministro eléctrico de la zona.

Despidos masivos porque no es necesaria mano de obra humana, de hecho, no es cierto esta mano de obra de desplaza a procesos de mantenimiento y labores de control de calidad para una mejor presentación del producto final y una mejor imagen.



Problemas de salud y baja moral del personal desplazado, de hecho, se puede ofrecer un mejor sueldo y una oportunidad de trabajo remoto para realización de labores calidad así impidiendo efectos del estrés y ansiedad causados por los desplazamientos.

12.2 Comparar hechos conocidos.

Por el momento de la realización de este proyecto no se conoce en los lugares Colombia donde se fabriquen arepas artesanales la implementación de una automatización, puesto a que se presentan barreras socioeconómicas, además de ello no se han encontrado en la zona de Bogotá y su área metropolitana, solo se ha podido ver que los elementos como molinos son accesibles al público, pero estos no son automáticos si no operados de manera manual y no automática.

12.3 Evaluación de las soluciones.

Principalmente se desea con este proyecto proporcionar un diseño de una simulación virtual de una línea fabricación de las arepas artesanales, que sirva para mejorar la producción en las fases de cocción, molido, amasado y prensado de las arepas de maíz peto.

Para ello se busca hacer una línea automatizada que abarque los procesos en cuestión para poder mejorar los tiempos muertos e improductivos la mano de obra humana, debido entre otras al agotamiento físico.

En la primera parte del proceso se busca implementar un auto relleno de la olla u recipiente de acuerdo a la medida de agua y grano de maíz remojado, previamente remojado, y pasar a sellar el recipiente y después encienda una estufa eléctrica que mediante un sensor temperatura se autorregule a una temperatura previamente programa con aumentos y disminuciones de temperatura y después de cierto tiempo este se apague y este recipiente pueda



depositar el grano cocido en una especie de coladera y que se filtre el agua sobrante del proceso anterior y se regule su temperatura para siguiente fase de moler el grano.

Para moler el grano el grano se transporta por una banda hacia la tolva del molino el cual se activará de manera de arrancador suave para cuidar le motor e ir aumentado las revoluciones de manera progresiva, para poder sacar el grano.

Las fases de amasado y presado se harán de manera de que al terminar el proceso de molido la masa pase por un segundo filtro de enfriado y sea transportados por una banda hacia la maquina amasado que aplicará la mantequilla y sal a la medida programada.

También la posibilidad que este diseño sea parte de una simulación de aprendizaje para diferentes carreras y áreas de la ingeniería, pues sus procesos pueden mejorarse o identificar las partes la cadena de fabricación y aplicable a otros tipos de ensamblajes, con las fases anteriormente dichas de cocción, amasado y molido del maíz peto.

La posibilidad de poder proporcionar modelos de diferentes indoles para ambos rubros de educación y de simulación de procesos lo cual hace que los clientes puedan personalizar sus diseños, para las necesidades de las industrias de que necesiten visualizar estos modelos.

La metodología de combinar ambos modelos es las óptima para este modelo, por qué sirve no solamente para visualizar y simular el modelo de producen de arepas artesanales, sino también en el contenido didáctico y de aprendizaje no solamente de los estudiantes de la universidad sino también a las personas que requieran ser capacitados para la línea de ensamblaje para poder operarla y poder familiarizarse con este tipo de maquinaria.



13 Metodología para la selección y desarrollo de la solución.

13.1 Fase inicial.

La producción de alimentos caseros, utilizan principalmente mano de obra humana para el desarrollo del proceso de elaboración, está sujeta a muchas condiciones del ámbito humano, como limitaciones físicas o anímicas y otras más y siendo un modelo de sustento para muchas familias de clase popular, y como automatizar es la opción más factible, aunque, se presentan condiciones socioeconómicas limitantes, surge la necesidad de saber si es posible realizar un diseño interactivo, del posible funcionamiento del posible modelo de automatización, en este caso el alimento casero serían las arepas de maíz peto, la realidad virtual puede ser la respuesta en el conocimiento de las dimensiones de las propuestas de diseño y su funcionamiento, este tipo de modelo interactivo no solamente tendría la función de visualizar en un entorno de realidad virtual a las personas quienes se involucran en la cadena de manufactura, sino como opción viable para atraer inversión e inversores, ya que al poder ver el modelo en modelo de simulación podrán entender la magnitud de proyecto de automatización y como se dimensionaría entre otras funciones básicas.

Para llevar a cabo este modelo en realidad virtual se debe captar las fases del proceso artesanal para la fabricación de arepas de maíz peto o blanco, estas clasificadas como fase de cocción, molido, amasado y prensado. A las fases previamente catalogadas se proceden a identificar los tiempos de duración y características de cada uno de estos, estos procesos analizados observando y grabando en formato digital los procesos en imágenes y videos.

En la figura se observa el proceso de cocción esta fase, consiste en introducir el grano de



maíz blanco previamente remojado el día anterior para introducirla al la olla de cocción y en seguida se le aplica el agua y comenzar la cocción del grano este proceso puede durar entre 1 a 2 horas, dependiendo la calidad del grano, después de hervir y terminar el proceso de cocción se debe poner en un coladera para poder voltear la olla y poder separar el agua del maíz, debido al tamaño de la coladera, este proceso aumenta la fase de cocción en dos horas más.

Figura 1

Alistamiento del grano



En la figura dos se ve la fase de molido presenta una característica, es única fase que tiene un maquina eléctrica de accionamiento simple mediante un interruptor, un molino eléctrico, el grano cocido se le introduce al molino para generar pasar de grano a masa de maíz blanco, en términos de duración es de 15 a 45 minutos dependiendo de la cantidad de maíz necesario para cumplir la demanda de pedidos de maíz peto, el operario es quien introduce grano de maíz por medio de un recipiente.



Figura 2

Proceso de molido de grano



En la figura 3 y 4 se observa el amasado tiene un tiempo de duración entre 15 minutos a 1 hora dependiendo la cantidad de arepas, esta fase es completamente manual y depende de la velocidad de amasado de las personas que intervengan, en este proceso se añaden mantequilla y sal para darle sabor y textura a la masa para las arepas, después de proceder a hacer el proceso de amasado manual, este proceso es fundamental entender se utilizan las manos, estas utilizando guantes de latex para manejar alimentos y evitar contaminación cruzada al contacto con la piel, produce el mayor desgaste físico pues requiere un gran esfuerzo.



Figura 3

Depósito de masa maíz blanco para amasado



Figura 4

Amasado manual



En la figura 5 y 6 es el prensado o troquelado es una la fase final que comprende la el hacer la arepa con los moldes indicados y con ingredientes extras que se requieran, también en el empaquetado para su distribución y la ventilación de la masa, se utiliza una especie de prensadora manual de un solo puesto esta accionada con la fuerza de las manos del operario el cual debe girar las arepas para darle una textura uniforme, por arepa se estiman unos 10 segundos de proceso de prensado, en total dependiendo de la mano de obra disponible y el tamaño del pedido, además de



ventilar la masa para evitar la alteración en su empaque y este afecte su tiempo de consumo optimo, este proceso puede tardar alrededor de 1 a 3 horas.

Figura 5

Formación del molde para la arepa



Figura 6

Prensado de los moldes de arepa

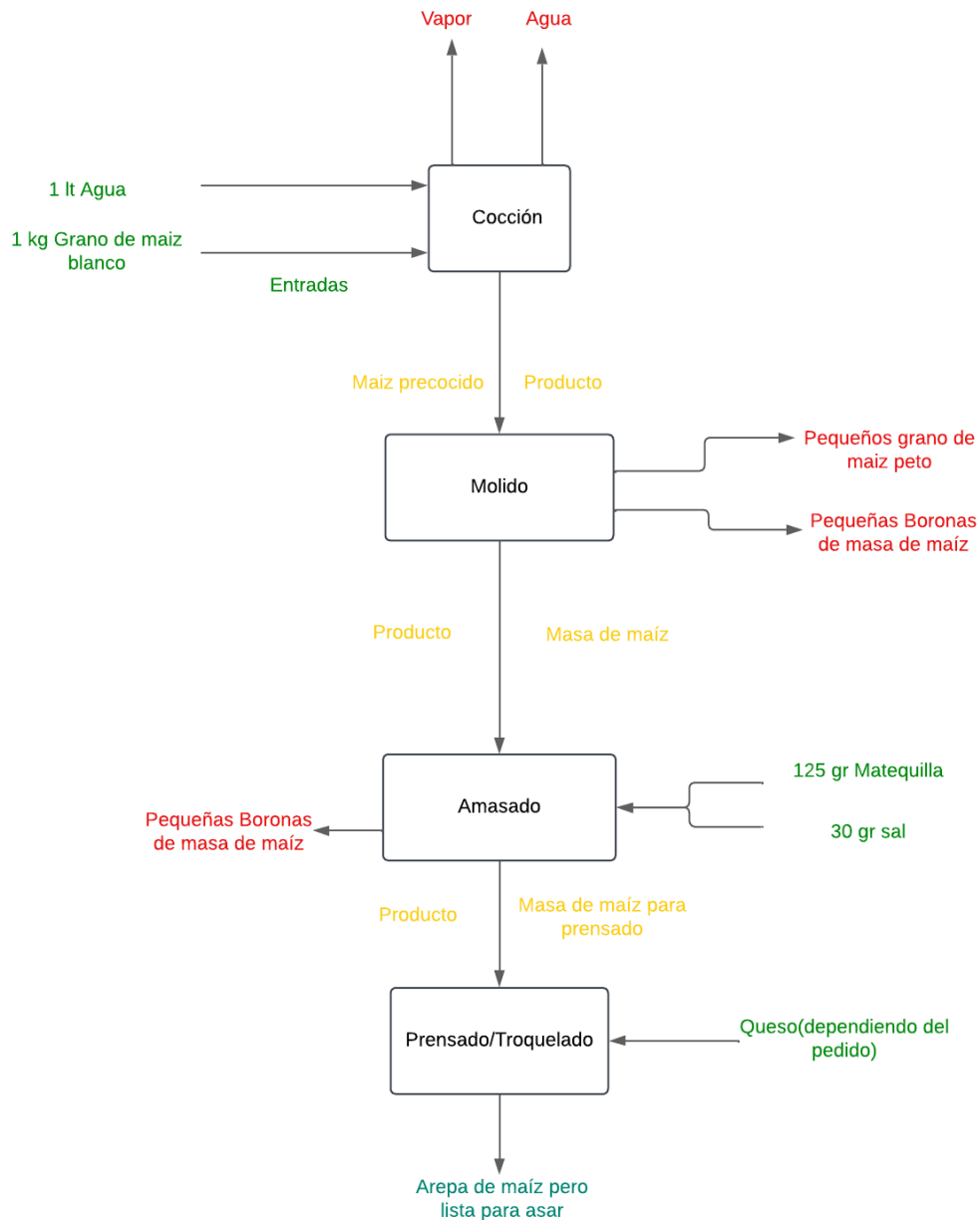




En la figura 7 se ve el esquema conceptual de balance de masa del se observa que los principales objetos de pérdida son el agua, vapor de agua, granos pequeños y boronas de maíz, además de las entradas de material como o son agua, maíz y queso.

Figura 7

Diagrama de balance de masas

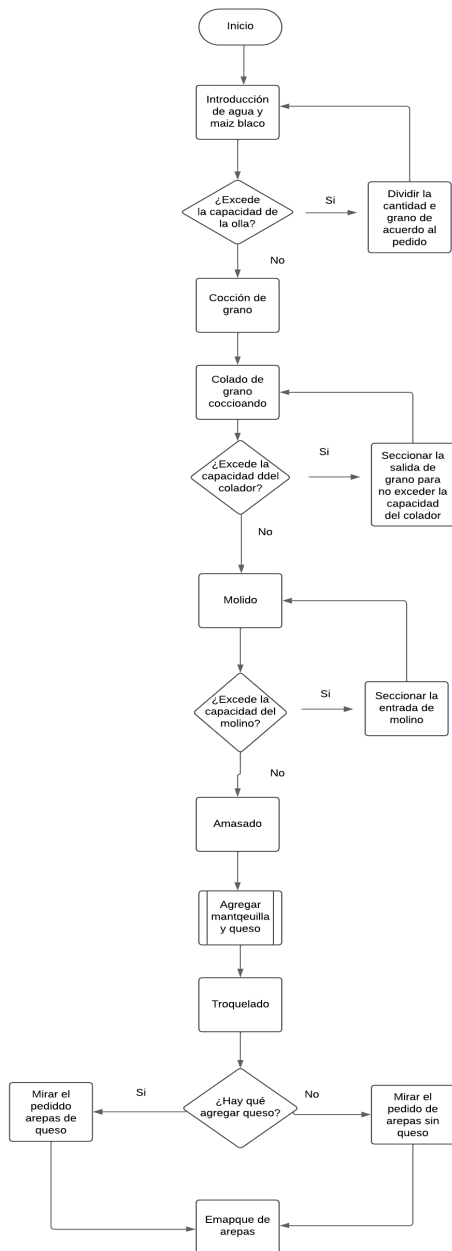




En la figura 8 se detalla los procesos anteriormente vistos en un diagrama de bloques del cual se observa a detalle cada una de las fases y sus posibles condiciones que la afecten y su respectiva solución.

Figura 8

Diagrama de bloques del proceso





13.2 Fase de diseño CAD.

Al poderse observar y analizar los procesos iniciales en la fabricación de las arepas de maíz blanco y plantear la problemática y las dudas entorno de como ofrecer un diseño en realidad virtual se entra a esta fase en donde se escoge un programa de diseño en 3D el cual sería Solid Works programa de tipo CAD su función es realizar y simular mecanismos complejos y sus análisis de movimiento, el programa antes mencionado reconocido para realizar este tipo de mecanismos y también cadenas de montaje y fabricación de diferentes tipos de producto y este caso específico las arepas de maíz peto.

En la fase cocción encontramos las siguientes partes que la integran, como lo son la olla de cocido la estufa el soporte de la olla de cocido el colador entre otros más y la olla de recolectora del agua.

13.2.1 Olla de cocido.

En la figura 9 se observan los cálculos de las dimensiones propuestas para la olla de coaccionado y su capacidad en litros

En la figura 10 podemos ver los planos de la olla tiene unas dimensiones de 800 x 800 mm en centímetros 80x80 cm con una capacidad de 400 litros, eso es equivalente a una cantidad máxima para cocinar grano de maíz un máximo de 3 a 5 arrobas de maíz peto en grano y cantidad de agua de acuerdo a esta cantidad de maíz de suele entre 150 a 250 litros de agua, esto



dependiendo de a la cantidad de grano a procesar, cuenta a su vez con la válvula de expulsión para poder pasar al colador que separa el agua sobrante en la cocción del producto.

Figura 9

Cálculo de volumen de olla de cocido

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

$$V = \frac{\pi \cdot (800)^2}{4} \cdot 800$$

$$V = 402123859.6595mm^3$$

402123859.6595mm³ equivale a 402.1239l



Figura 10

Dimensiones olla de cocción

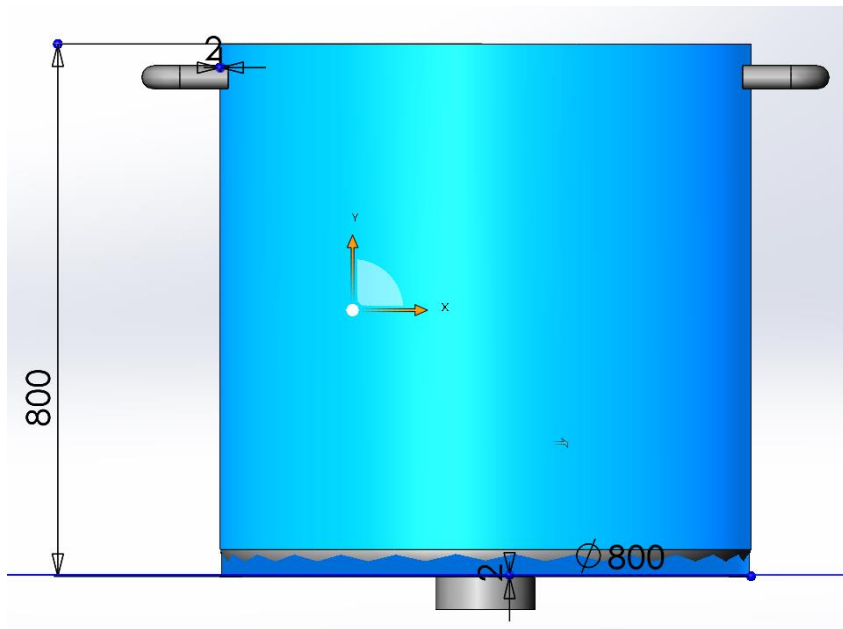


Figura 11

Conducto de olla de cocción

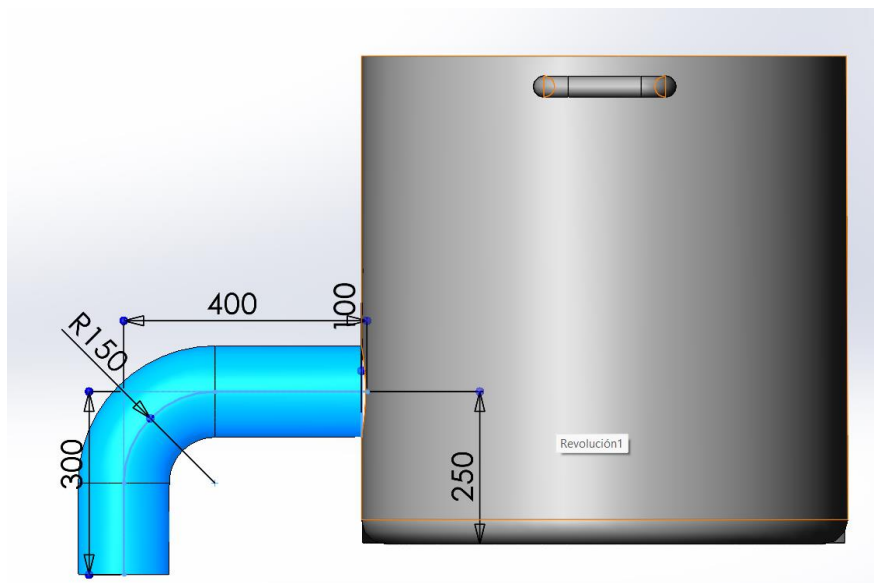
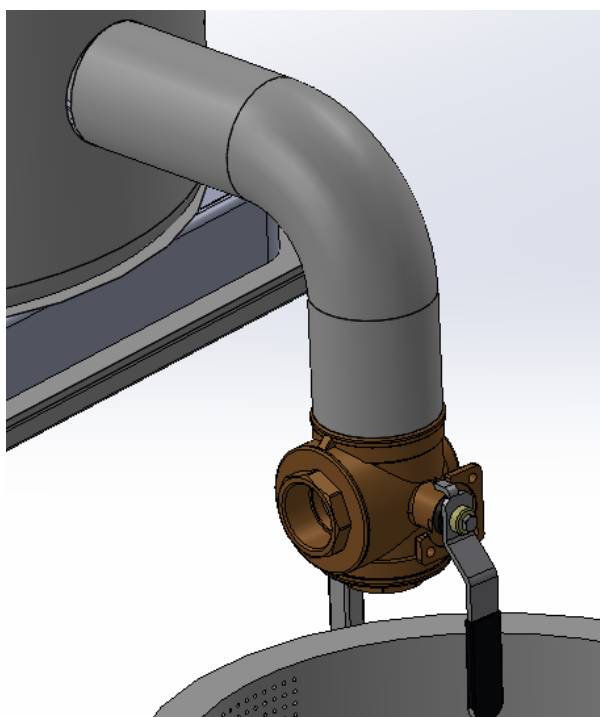




Figura 12

Válvula de expulsión de olla de cocción



13.2.2 Estufa eléctrica colador y olla recolectora de agua.

La figura 13 y 17 son los cálculos propuestos de la olla coladora y la olla recolectora de agua, dados en litros y en ese orden específico.

La estufa la figura 19 la se puso una estufa eléctrica reemplazando la estufa de gas para poder hacer un control de temperatura y el colador la figura 14 y 1 posee la característica de tener medio lado agujereado por el lado donde se encuentra olla recolectora, que posee unas dimensiones de 400x500 mm (40x50 cm) y con una capacidad de 69 litros de solo grano, la olla de recolección de agua tiene unas diversiones 500x500mm (50x50cm) y una capacidad de 87 litros.

En la figura 16 se muestra en motor de que proporciona el giro de la olla de colado este



motor de corriente alterna (AC), con un voltaje de 120V, un amperaje de 4 Amperios y una potencia de 0.25 HP y potencia eléctrica de 0.35 Kw, el modelo básico de motor eléctrico para la potencia en caballos de fuerza que se requiere.

Figura 13

Cálculo de volumen de olla de colado de maíz

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V = \pi \cdot (250)^2 \cdot 400$$

$$V = 78539816.3397mm^3$$

78539816.3397mm³ equivale a 78.5398l



Figura 14

Dimensiones olla coladora

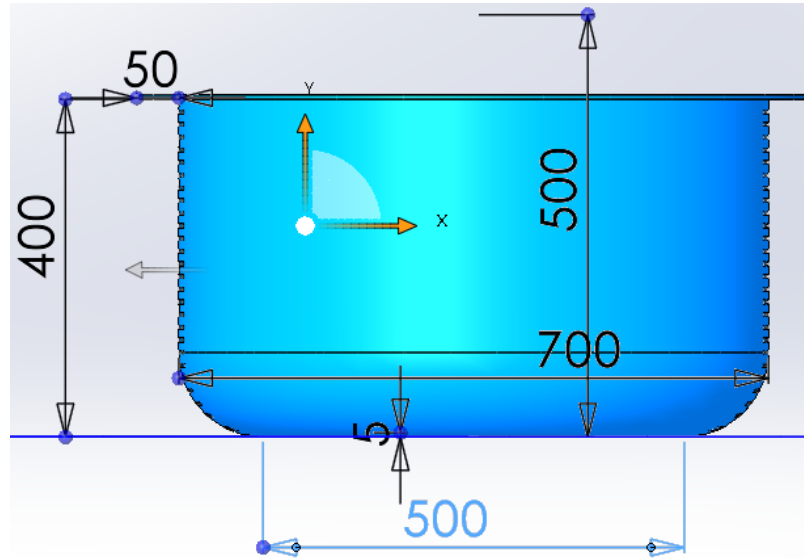


Figura 15

Motor de olla de giro de colador

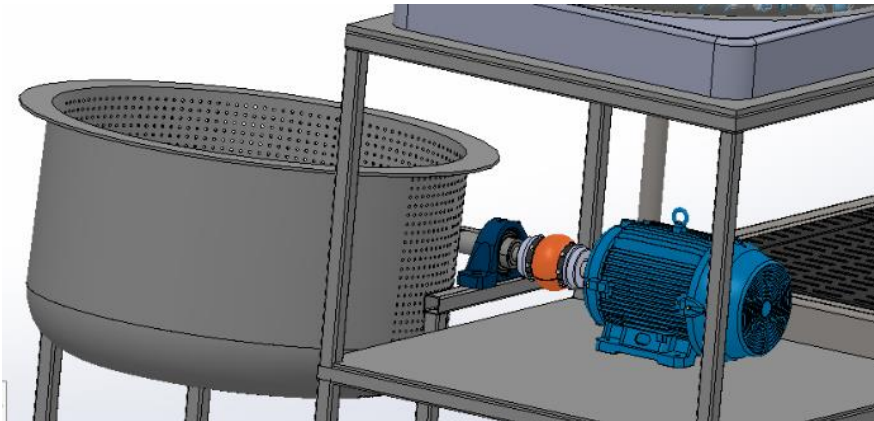




Figura 16

Dimensiones olla recolectora de agua

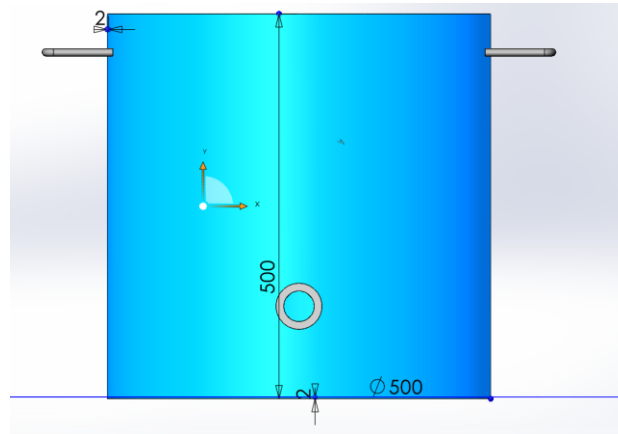


Figura 17

Cálculo de volumen de olla de recolección de agua

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V = \pi \cdot (250)^2 \cdot 500$$

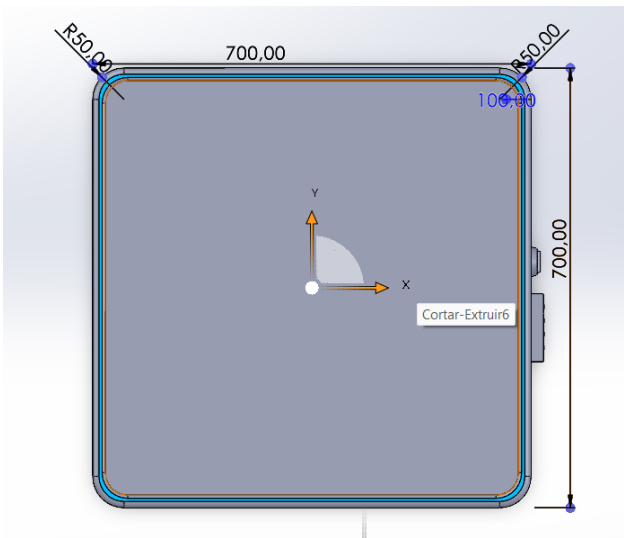
$$V = 98174770.4247 \text{mm}^3$$

98174770.4247mm³ equivale a 98.1748l



Figura 18

Dimensiones de estufa eléctrica



13.2.3 Soportes de olla de cocción y soporte de colador y olla de recolección de agua.

En figura 19, se observa el soporte de la olla de cocción que aloja a la olla de cocción y la estufa eléctrica este se encuentra a una altura de 2500 mm (2.5 m) y figura 20 el soporte se encuentra el colador y la olla recolectora de agua esta se encuentra a una altura de 2000 mm (2 m).



Figura 19

Dimensiones del soporte de la olla de cocción

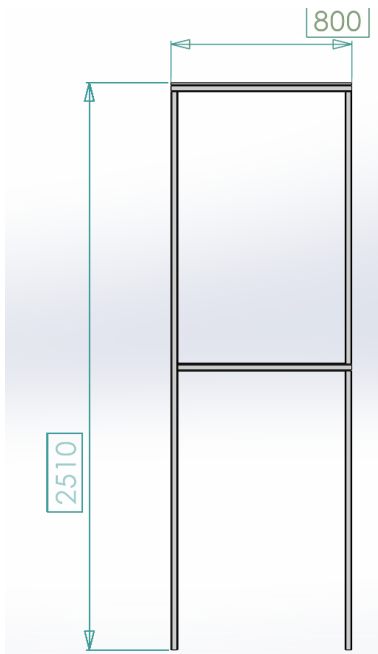
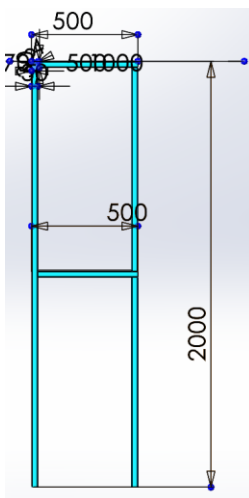


Figura 20

Dimensiones de soporte de coladero y olla de recolección de agua



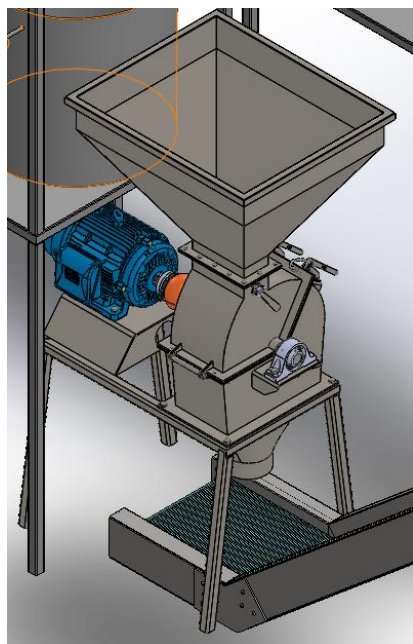
13.2.4 Molino eléctrico



El molino en las figura 21 se modifica con respecto al molino actualmente utilizado el tamaño de la tolva y la posición del motor para dejar directamente conectado el motor sin necesidad de una y mejorando así la transmisión de potencia, también se efectuaron cambios en las aspas del molino, puesto a que se necesitaba mejorar y aumentar la capacidad de molido del grano cocido además de reorientar la posición de salida de masa de maíz de un formato horizontal a uno totalmente vertical la estructura del molino cuenta con una altura de 1500 mm (1.5 m). También en la figura 21 se puede ver el motor que hace girar el molino para poder generar la masa de maíz blanco, monofásico de 120 V, con potencia de 1 Hp, una potencia eléctrica a 0.5 Kv y finalmente un amperaje de 6.25 A, tipo de motor eléctrico estándar en el mercado

Figura 21

Vista isométrica del molino de grano





13.2.5 Banda transportadora Molino- Amasadora

Esta banda vista en las figuras 22, 23 y 24 se encarga de transportar la masa de la salida del molino eléctrico y elevarlo a la misma altura de la amasadora que esta inicie el proceso de amasado, desplazándolo a una altura de 1700 mm (1.70m) para que pueda introducirse la altura de la amasadora de 1600 mm (1.60 m).

Figura 22

Vista superior de cinta transportadora

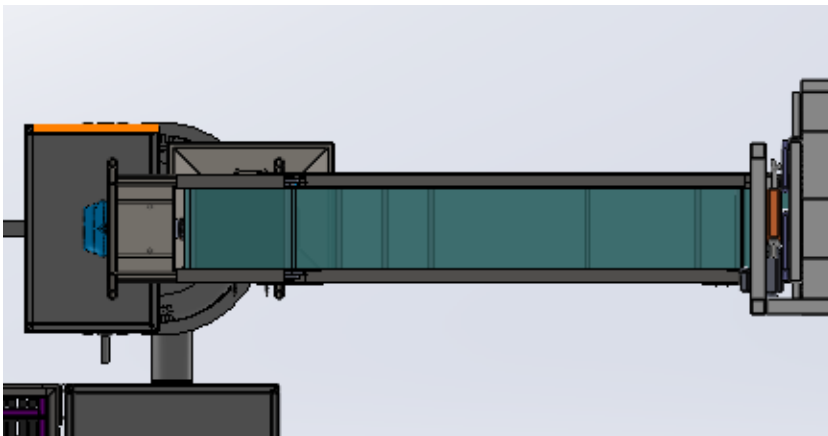




Figura 23

Vista isométrica de cinta transportadora

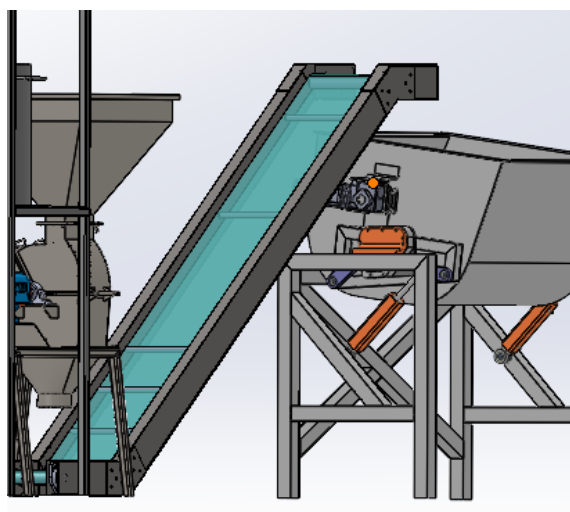
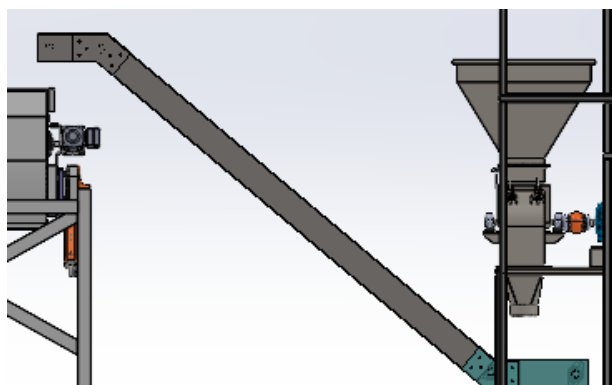


Figura 24

Vista lateral de cinta transportadora



13.2.6 Amasadora.

Esta máquina vista en las figuras 25 y 26 se encarga de pasar una mejor uniformidad a la masa mediante un proceso de amasado, para el cual se le agregan elementos como la sal y la mantequilla y proporcionar un giro con motor de menor potencia que el motor del molino y este



cuenta con aspas de giro para manejar el amasado de manera más uniforme la estructura cuenta con una altura de 1600 mm (1.60 m). en la figura 25 puede observar en la parte superior izquierda un motorreductor de 110 V, 1 Amperio, 60 W y 0.25 Hp.

Figura 25

Vista lateral de amasadora

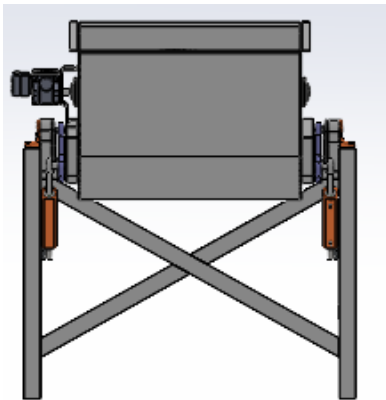
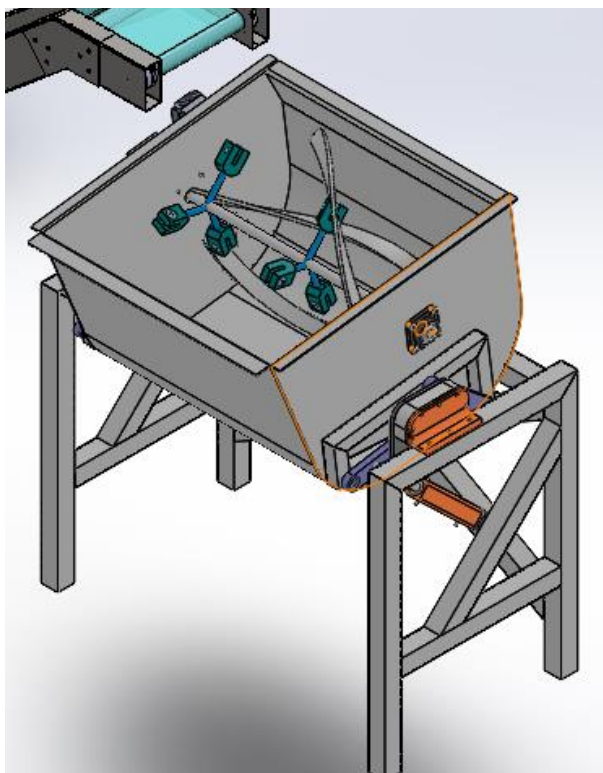




Figura 26

Vista isométrica de amasadora



13.2.7 Troqueladora.

Esta maquinaria vista en las figuras 27 a la 29 se puede observar que la maquina es un 1.80 m de alto y posee dos motores de corriente alterna monofásicos de 120 V, 1 Hp, 6.25 A y 0.5 Kv.



Figura 27

Vista isométrica Troqueladora

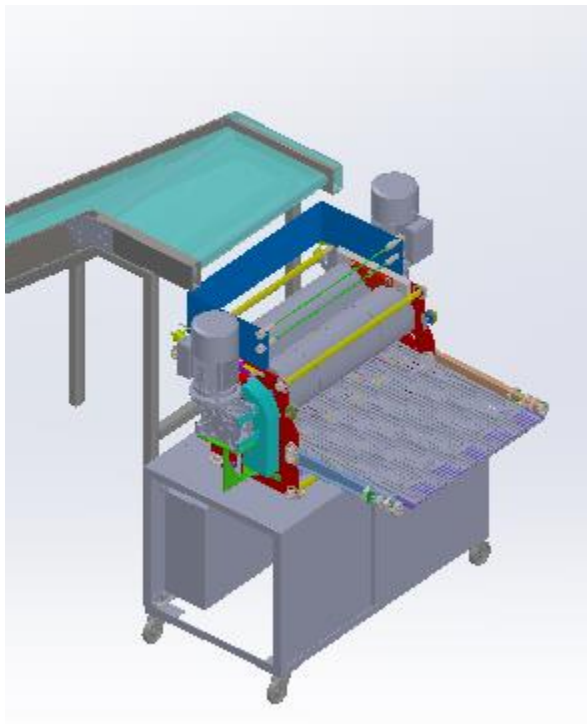


Figura 28

Vista frontal de troqueladora

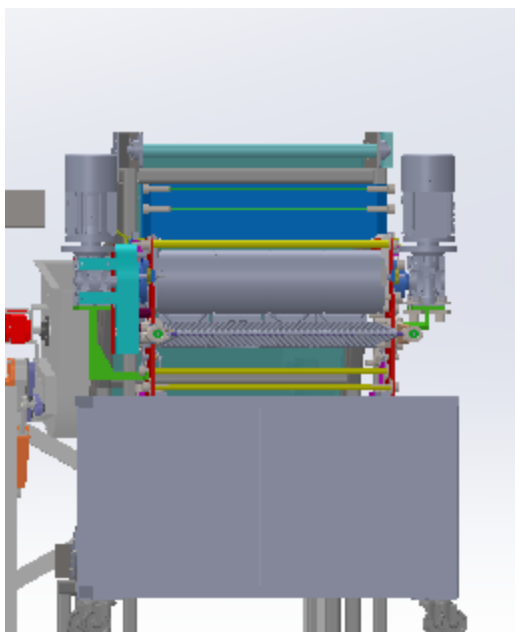
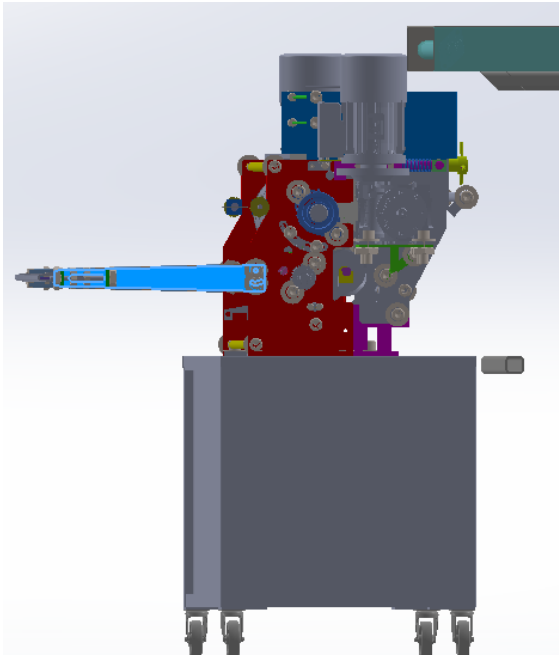




Figura 29

Vista lateral de troqueladora



En total los valores de consumo del circuito eléctrico de los motores presentes en ese ensamblaje serán los siguientes.

13.2.8 Voltaje 120V Trifásico

Este voltaje de 120 V de línea trifásica es para evitar sobre cargas y es constante en todos aparatos que necesitan este tipo de tensión, es recomendable para industrias.

13.2.9 Amperaje: 19.75 Amperios

Este amperaje es la suma de todos amperajes de los motores eléctricos presentes en las diferentes páginas

13.2.10 Kilovatios: 1.5 Kilovatios

La suma de la potencia eléctrica de los diferentes componentes en este caso motores



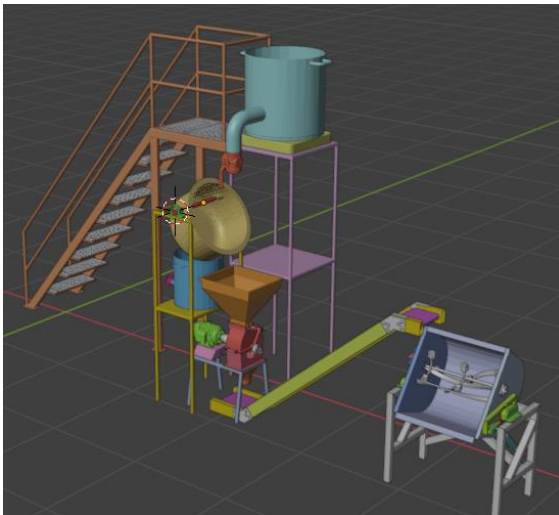
eléctricos monofásicos

13.3 Fase de simulación de movimiento y aplicación de modelo VR.

El programa elegido para realizar el proceso de animación y coloreado de movimiento es Blender este programa es ideal para realizar animaciones y modelado en 3D para poder también poder detalles estéticos como color o sombras de los objetos, la ventaja de Blender es que mediante una funcionalidad propia de poder visualizar sus animaciones por VR mediante gafas de realidad virtual

Figura 30

Vista general de cadena de producción en Blender



Después de realizar los últimos arreglos de animación y estéticos del modelo de realidad virtual de la figura 30 se pasa al programa de Unity para poder realizar el modelo interactivo para poder simular el funcionamiento en realidad virtual de la cadena de fabricación de arepas de maíz blanco



13.4 Fase simulación en VR Unity y AR en Edrawings.

Después de realizada la animación en blender se pasa al programa de Unity 6 en realidad virtual para los cual se exporta el archivo y se crea una plantilla en VR, además de pasar el modelo se deben poner botoneras para activar las interacciones, como se ve en la figura 30 además de esto debe ambientar el escenario como las mostradas en las 31 a la 35.

Figura 31

Botones de interacción VR

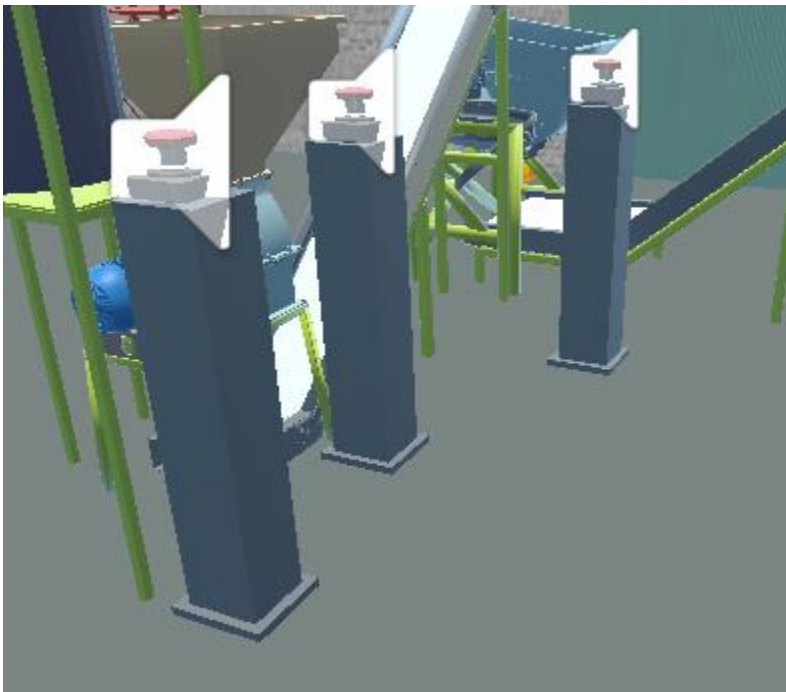




Figura 32

Ambientación de casilleros

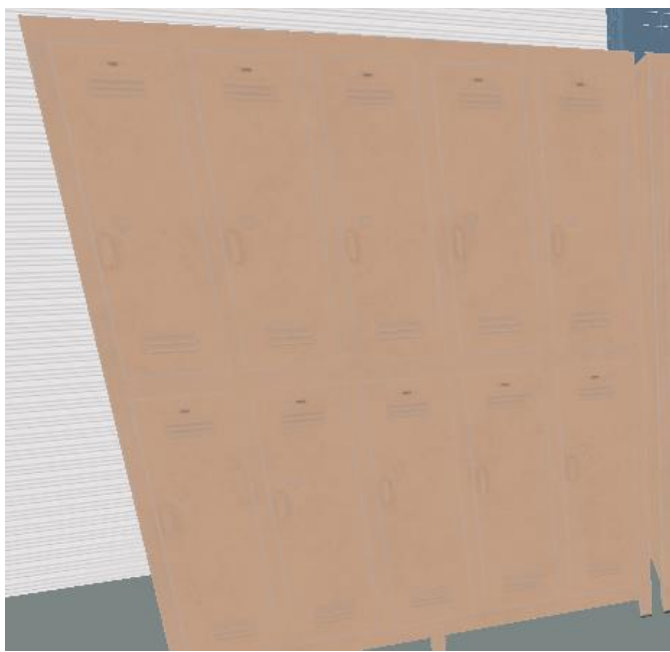


Figura 33

Ambientación de luminarias industriales





Figura 34

Armario de instrumentos y materia prima

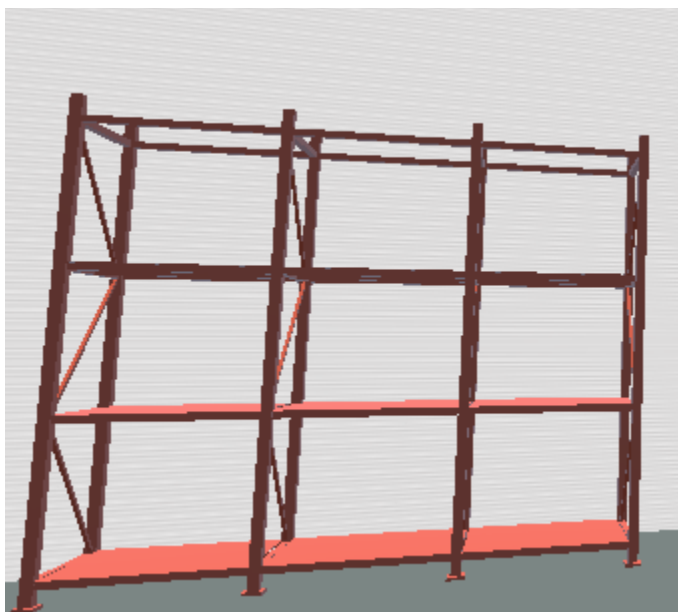


Figura 35

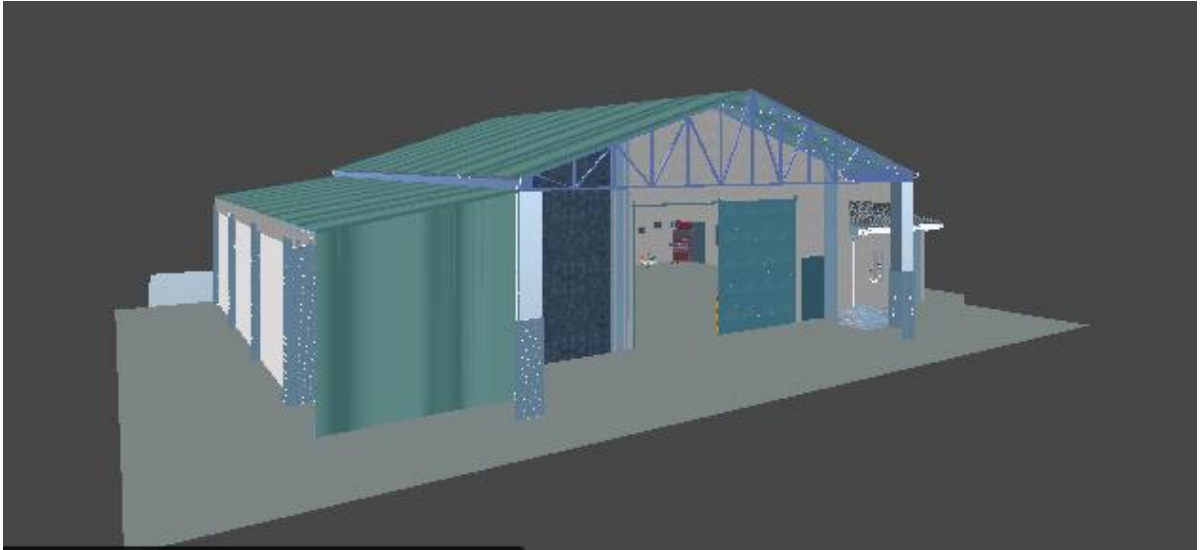
Topes protectores contra montacarga





Figura 36

Estructura general de la fabrica



Además, se les asignan las acciones de animación que se relacionan a los botones de las siguientes fases como lo serian olla de colado, molino, amasadora, troqueladora, cada una con su respectivo botón de activación.

14 Análisis de costos.

Este tipo de trabajos es fundamental entender que se dan los diseños listos para poder realizar las piezas físicas, además de ofrecer un diseño interactivo en VR y un diseño no interactivo en VR, tiene varias utilidades como guías de diseño y modelos para la mejora y la capacitación del personal para darle seguimiento de la producción de este sistema de acuerdo con esto se realiza en los cálculos de la siguiente manera.



Tabla 1

Costos Directos

Rubro	Descripción	Cantidad	Precio unidad	Precio Total
Licencias de Software	Licencia Unity		3456 USD Solid	
	Unity Pro	2	2200 USD	5656 USD
	Solid Works		Unity Pro	
Diseñadores 3d	Solid Works	Por mes	564,21 USD	1128,42 USD
Desarrolladores VR	Unity			
	VR (2 Personas)	Por mes	564,21 USD	1128,42 USD
Hardware	Equipos VR	3 gafas VR	1500 USD X 3	
	PC de alto rendimiento	2 PC de alto rendimiento	2500 USD X 2	9500 USD
Diseño de entorno VR y AR	Diseño de entorno VR y AR	Depende el pedido	1000 USD	1000 USD
Total, Costos directos en USD				18412.84 USD
Total, Costos directos en COP				81586531,38
				COP



Tabla 2

Costos fijos

Rubro	Descripción	Cantidad	Precio unidad	Precio Total
			1805 USD	
Arriendo oficinan y espacio VR		4 meses	oficina con espacio VR	7220 USD
Servicios de agua, luz, Internet		4 meses	33 USD Agua 112 USD Luz 50 USD Internet	132 USD 448 USD 200 USD
Seguro de equipos	VR, PC	Anuales	42 USD mensuales	500 USD anuales
Total, costos directos en USD				8500 USD
Total, costos directos en COP				37.555.550 COP

Tabla 3

Gastos Generales

Rubro	Descripción	Cantidad	Precio unidad	Precio Total
Administración del proyecto		4 meses	625 USD mes	2500 USD
Demostraciones		4 meses	500 USD mes	2000 USD
Capacitaciones		3 meses	500 mes	1500 USD
Total, costos directos en USD				6.000 USD



Total, costos directos en COP

26.509.800 COP

Tabla 4

Costos Indirectos Iniciales

Rubro	Descripción	Cantidad	Precio unidad	Precio Total
Permisos y licencias comerciales		4 meses	250 USD	1000 USD
Certificaciones VR		4 meses	500 USD	2000 USD
Gastos imprevistos		4 meses	750 USD	3000 USD
Total, costos directos en USD				6000 USD
Total, costos directos en COP				26.509.800 COP

Tabla 5

Costos

Rubro	Costo USD	Rubro	Costo COP
Total, Costos directos en USD	18412.84 USD	Total, Costos directos en COP	81586531,38 COP
Total, costos directos en USD	8500 USD	Total, costos directos en COP	37.555.550 COP
Total, gastos generales en USD	6000 USD	Total, costos directos en COP	26.509.800 COP



Total, costos directos en USD	6000 USD	Total, costos directos en COP	26.509.800 COP
Total, USD	38912,84 USD	Total, COP	172.161.681 COP
Divido por 24 meses	1621 USD	Divido por 24 meses	7182583 COP
Divido por 4 usuarios	405.25 USD	Divido por 4 usuarios	1795645 COP

De acuerdo con esta división de gastos podemos realizar ciertas partes del trabajo en 3D y el plano de acuerdo con las necesidades del cliente esto contempla que, si quiere realizar cambios en las primeras fases de diseño, ofreciendo un buen servicio de personalización y ejecución además que el cliente puede escoger cualquiera de estos costos sin necesidad comprar o adquirir productos no servirá además de los equipos que sean necesarios



15 Conclusiones.

La tecnología de VR y de realidad aumentada, puede ofrecer facilidades a la hora de establecer contenidos formativos y de visualización del modelo en cuestión entendiendo que el proceso de transformación de un plano en 2D a uno en realidad virtual, significa un salto y una mejora en la comprensión del modelo de fabricación en este caso, el proceso de producción de maíz peto.

Esto puede ayudar a las personas a visualizar su modelo y si realmente es algo que pueda abarcar su presupuesto a si existentes otros tipos diseños, además de ofrecer un acercamiento a inversiones e inversionistas interesados en este proyecto debido que al tener la visualización del modelo final puede incitarlos a invertir y poner el capital faltante o necesario para realizar ampliaciones y mejoras del proceso de producción en este caso el de arepas maíz peto.

También en el proceso de formación y educativo, se a demostrado que es tipo de lúdicas con VR y realidad aumentada mejora el rendimiento y comprensión de los procesos, en este caso el proceso de elaboración de maíz blanco, el modelo interactivo tiene esas dos funcionalidades tanto en capacitación laboral y académica.

La funcionalidad de este proceso de VR y realidad aumentada, no solamente se limita este proyecto, si no que se amplía sus usos a mecanismos o diferentes tipos de ensambles o maquinaria. Es factible hacer este proceso y sus procesos derivados son varios y ya mencionados, además facilitar las decisiones de clientes o inversionistas puede facilitar por parte de los diseñadores la mejora o simplificar de algunos procesos poco útiles.



16 Tabla de contenido de Figuras

Figura 1	30
Figura 2	31
Figura 3	32
Figura 4	32
Figura 5	33
Figura 6	33
Figura 7	34
Figura 8	35
Figura 9	37
Figura 10	38
Figura 11	38
Figura 12	39
Figura 13	40
Figura 14	41
Figura 15	41
Figura 16	42
Figura 17	42
Figura 18	43
Figura 19	44
Figura 20	44
Figura 21	45



Figura 22	46
Figura 23	47
Figura 24	47
Figura 25	48
Figura 26	49
Figura 27	50
Figura 28	50
Figura 29	51
Figura 30	52
Figura 31	53
Figura 32	54
Figura 33	54
Figura 34	55
Figura 35	55
Figura 36	56



17 Índice de tablas

Tabla 1	57
Tabla 2	58
Tabla 3	58
Tabla 4	59
Tabla 5	59



18 Bibliografía.

Bader, F., & Rahimifard, S. (2020). A methodology for the selection of industrial robots in food handling. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 64, 102379. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2020.102379>

Blender. (2024). *El software de Blender*. <https://www.blender.org/about/>
da Silva, V. L., Kovaleski, J. L., Pagani, R. N., & Gomes, M. A. S. (2024). Technology transfer model oriented to industry 4.0. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 21(2), 1777–1777. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.1777.2024>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024). *Ocupación informal*. 1–16. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-informal-y-seguridad-social#:~:text=Informaci%C3%B3n%20abril%20%2D%20junio%202024&text=Por%20otra%20parte%2C%20para%20las,ubic%C3%B3n%20en%2042%2C8%25>.

Filippi, E., Bannò, M., & Trento, S. (2023). Automation technologies and their impact on employment: A review, synthesis and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 191, 122448. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2023.122448>

Hassoun, A., Jagtap, S., Trollman, H., Garcia-Garcia, G., Abdullah, N. A., Goksen,



G., Bader, F., Ozogul, F., Barba, F. J., Cropotova, J., Munekata, P. E. S., & Lorenzo, J. M.

(2023). Food processing 4.0: Current and future developments spurred by the fourth industrial revolution. *Food Control*, *145*, 109507.

<https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2022.109507>

Hsiao, S. H., Wang, Y. Y., & Lin, T. L. J. (2024). The impact of low-immersion virtual reality on product sales: Insights from the real estate industry. *Decision Support Systems*, *178*, 114131. <https://doi.org/10.1016/J.DSS.2023.114131>

Martínez-Gutiérrez, A., Díez-González, J., Verde, P., & Perez, H. (2023). Convergence of Virtual Reality and Digital Twin technologies to enhance digital operators' training in industry 4.0. *International Journal of Human-Computer Studies*, *180*, 103136. <https://doi.org/10.1016/J.IJHCS.2023.103136>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2019). *Aspectos Básicos de la Industria 4.0*. 1–43. https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf

Ostadi, B., Barrani, L., & Aghdasi, M. (2024). Developing a strategic roadmap towards integration in Industry 4.0: A dynamic capabilities theory perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, *208*, 123679.

<https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2024.123679>



Philip, J., & Wong, S. I. (2024). The paradoxical leader, crafting human worker, and robot teammate: A commentary on the future of leader behaviors. *Scandinavian Journal of Management*, 40(4), 101371. <https://doi.org/10.1016/J.SCAMAN.2024.101371>

Puttero, S., Verna, E., Genta, G., & Galetto, M. (2024). Improved quality control and sustainability in food production by machine learning. *Procedia CIRP*, 122, 533–538. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2024.01.078>

Tanwar, S., Bodkhe, U., Alshehri, M. D., Gupta, R., & Sharma, R. (2022). Blockchain-assisted industrial automation beyond 5G networks. *Computers & Industrial Engineering*, 169, 108209. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2022.108209>

Zhou, Z., Oveissi, F., & Langrish, T. (2024). Applications of augmented reality (AR) in chemical engineering education: Virtual laboratory work demonstration to digital twin development. *Computers & Chemical Engineering*, 188, 108784. <https://doi.org/10.1016/J.COMPCHEMENG.2024.108784>

Cárdenas, D., Ruiz, M., & García, J. (2017). *Producción artesanal de alimentos en la región Andina: Retos y oportunidades*. *Revista de Producción y Tecnología*, 12(3), 45-60. <https://doi.org/xx.xxx/xxxxx>

Moreno, J. S. G. (2021, febrero). *Peto arepas plan de negocios*. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/8cdea48c-b04b-4273-87de-711800bfc03f/content>



Secretaría Distrital de Planeación (SDP). (2020). *Determinantes de la distribución espacial de la informalidad laboral en Bogotá.*

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2019). *Estudio sobre la informalidad laboral en sectores productivos artesanales en Bogotá y Cundinamarca.*

<https://repository.udistrital.edu.co/>

- Aplicación específica de parámetros para la fabricación de arepas

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713522007009>

- entender cómo la informalidad puede impactar la implementación de tecnologías avanzadas

https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/informalidad_empresarial_bogota_2015_0.pdf

- explora cómo la implementación de tecnologías puede mejorar la calidad del producto

<https://www.redalyc.org/journal/118/11871339002/html/>

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

Dassault Systèmes. (2024). *SolidWorks*. <https://www.solidworks.com>

Hendrix, C., & Sundstrum, S. (2018). *The effectiveness of virtual reality for training employees in industries*. Springer.



Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.

Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 93(10), 64-88.

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Publishing Group.

Azuma, R. T. (1997). *A survey of augmented reality*. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>

Blender. (2024). *Blender 3D: Open-source 3D creation suite*. Retrieved from <https://www.blender.org>

Dassault Systèmes. (2024). *SolidWorks: 3D CAD design software*. Retrieved from <https://www.solidworks.com>

Hendrix, C., & Sundstrum, G. (2018). *The application of virtual reality to the training of industrial workers*. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, 15(1), 42-57.
<https://doi.org/10.20545/jvrb.2018.01.06>



Unity Technologies. (2024). *Unity: 3D development platform*. Retrieved from <https://unity.com>