

**TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE TIANGUISTENCO
DIVISIÓN DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

*“Aplicación y Evaluación de software para la planeación y diseño de
instalaciones industriales”*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

Mauricio Pérez Chávez

DIRIGIDA POR:

Mtro. Víctor Manuel Ferreyra Coroy

Tianguistenco, Estado de México, Abril del 2025

Agradecimiento

Por medio del presente trabajo de investigación doy a conocer mi sincero agradecimiento al Tecnológico de Estudios superiores de Tianguistenco.

A mis asesores ya que por su experiencia, conocimientos y motivación he crecido académica y profesionalmente para poder llegar a cumplir mis metas.

Gracias a mi madre, abuelos y hermana por ser los pilares de mis sueños, quienes con su amor, consejos, apoyo y esfuerzo me han permitido cumplir mis metas.

Así mismo agradezco a mis amigas y amigos por todo el apoyo que me han brindado en este tiempo y por todos los momentos compartidos, y por último a todas las personas que me brindaron su ayuda para poder realizar mi trabajo con éxito.

Resumen

Una adecuada planeación y diseño de instalaciones es importante para el desarrollo de un proyecto o generar mejoras dentro de una organización. Estas actividades aseguran la visualización precisa de instalaciones identificando áreas de procesos, seguridad, almacenes, flujo de materiales, obteniendo una optimización procesos y costos de producción. Para ello existen diferentes softwares como AutoCAD y SolidWorks que permiten estos diseños los cuales tienen ciertas ventajas y desventajas al ser implementados.

Dentro de esta investigación se adopta el software Blender, el cual no es un software diseñado para el ámbito industrial. Por lo tanto, en base a ello, el objetivo de identificar la viabilidad de generar una planeación y diseño de instalaciones en un proceso industrial con Blender.

Para lo cual la metodología implementada se basó en el análisis del software mediante el uso de sus herramientas y funciones que lo integran. Se diseñó un proceso industrial de la elaboración de pan blanco en barra implementando software y se evaluaron los resultados obtenidos a partir del diseño elaborado.

Después de diseñar el proceso de elaboración de pan, se realizaron pruebas piloto con Blender y la relación de diseño con otro software para comparar los aspectos positivos y negativos de Blender. Donde la 1ra se designaron los espacios por medio de un layout 2D, en la 2da se diseñó la maquinaria para el proceso productivo y en la prueba 3 se hizo la distribución de charolas y personal dentro del proceso y en la prueba final se incorporó la transformación del material dentro del diseño. Así mismo se hizo un comparativo de diseño con AutoCAD para destacar características relevantes del software. Teniendo como resultados la viabilidad para el diseño de un plano en 2D y 3D, aunque carece de exactitud y precisión, siendo una desventaja para llevar a cabo la estandarización de un diseño.

Palabras clave: Blender, diseño, planeación, instalaciones

Índice

Capítulo I Generalidades	7
1.1 Introducción	8
1.2 Planteamiento del Problema	10
1.3 Justificación.....	12
1.4 Objetivo general	13
1.4.1 Objetivos específicos	13
Capitulo II. Marco Teórico.....	14
2.1 Antecedentes	15
2.2 Planeación y diseño de instalaciones.....	16
2.2.1 Objetivos de la planeación y diseño de instalaciones	17
2.2.2 Proceso de planeación de instalaciones.....	18
2.2.3 Factores que influyen en la distribución de planta	20
2.2.4 Flujo de procesos, materiales y producto	22
2.3 Métodos de planeación, distribución y diseño de instalaciones	25
2.3.1 Diagrama de operaciones de proceso	25
2.3.2 Diagrama de recorrido	26
2.3.3 Diagrama de flujo	29
2.3.4 Análisis de relaciones	30
2.4 Software de diseño	33
2.4.1 Blender.....	35
2.4.2 AutoCAD	36
2.4.3 Revit.....	37
2.4.4 SolidWorks	40
2.4.5 SketchUp.....	41
2.5 Normatividad para el diseño de instalaciones	43
2.5.1 NOM-001-STPS-2008	43
2.5.1.1 Estabilidad estructural.....	44

2.5.1.2 Salidas de emergencia y accesos.....	44
2.5.1.3 Ventilación adecuada.....	45
2.5.1.4 Iluminación y señalización.....	45
2.5.1.5 Distribución de áreas.....	47
2.5.2 NOM-036-1-STPS-2018.....	47
Capítulo III. Estado del arte	49
3.1 Softwares de diseño.....	50
3.2 Usos de Blender.....	59
3.2 Análisis.....	64
Selección de la mejor opción.....	68
Capítulo IV. Metodología.	70
4.1 Metodología	71
Capítulo V. Resultados y discusión.....	73
5.1 Análisis y funcionamiento del software Blender.....	74
5.2 Desarrollo de propuesta de diseño (Elaboración de pan blanco en barra).....	77
5.3 Diseño y ejecución de proceso industrial en el software Blender	84
5.4.1 Prueba piloto 1	90
5.4.2 Prueba piloto 2	93
5.4.3 Prueba piloto 3	95
5.4.4 Prueba final	96
5.4.5 Comparativo de diseño	98
5.5 Conclusiones y recomendaciones.....	102
5.6 Referencias	104
5.7 Competencias por asignatura.....	108
Glosario	109

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Trayectoria de línea de flujo (Elaboración propia).....	23
Ilustración 2 Ejemplo de diagrama de operaciones de proceso (Elaboración propia).....	26
Ilustración 3 Ejemplo de diagrama de recorrido (Elaboración Propia).	28
Ilustración 4 Diagrama de flujo (Elaboración propia).....	29
Ilustración 5 Casillero de tabla relacional (Elaboración propia).	31
Ilustración 6 Formato de Diagrama de relación de actividades.....	33
Ilustración 7 Características de Blender (Elaboración propia).	36
Ilustración 8 Características de AutoCAD (Elaboración propia).	37
Ilustración 9 Características de Revit (Elaboración propia).	39
Ilustración 10 Características de SolidWorks (Elaboración propia).	41
Ilustración 11 Características de SketchUp (Elaboración Propia).....	42
Ilustración 12 Costos mensuales de cada software (Elaboración propia).	64
Ilustración 13 Subsistemas de cada software (Elaboración propia).	65
Ilustración 14 Softwares más utilizados actualmente.....	66
Ilustración 15 Usos del software Blender en profesiones (Elaboración propia).	68
Ilustración 16 Metodología (Elaboración propia).	71
Ilustración 17 Pantalla de inicio.	74
Ilustración 18 Interfaz Gráfica (Elaboración propia).	75
Ilustración 19 Modos de interacción (Elaboración propia).	76
Ilustración 20 Diagrama de operaciones. (Elaboración propia).	78
Ilustración 21 Distribución de operaciones-Layout (Elaboración propia).	81
Ilustración 22 Diagrama de relación de actividades de proceso de producción de pan (Elaboración propia).	83
Ilustración 23 Diagrama de recorrido (Elaboración Propia).	84
Ilustración 24 diseño de espacios (Elaboración propia).	85
Ilustración 25 Ficha técnica silo (Elaboración propia).....	86
Ilustración 26 Ficha técnica mezcladora (Elaboración propia)	86
Ilustración 27 Ficha técnica laminadora (Elaboración propia).....	87
Ilustración 28 Ficha técnica horno (Elaboración propia).	87
Ilustración 29 Ficha técnica rebanadora (Elaboración propia).	88
Ilustración 30 Ficha técnica Empacadora (Elaboración propia).....	88
Ilustración 31 Ficha técnica banda transportadora (Elaboración propia).	89

Ilustración 32 Ficha técnica Rack (Elaboración propia).	89
Ilustración 33 Diseño 3D vista isométrica (Elaboración propia).	91
Ilustración 34 Prueba piloto II (Elaboración propia).....	94
Ilustración 35 Prueba piloto III (Elaboración propia).	95
Ilustración 36 Prueba final (Elaboración propia).	97

Índice de tablas

Tabla 1 Ventajas y desventajas de la planeación y diseño de instalaciones (Elaboración propia).....	16
Tabla 2 Simbología utilizada en un diagrama de operaciones de proceso. (Elaboración propia).	25
Tabla 3 Simbología diagrama de recorrido (Elaboración propia).	27
Tabla 4 Interpretación de valores de proximidad.	31
Tabla 5 Ejemplo de lista de motivos	32
Tabla 6 Software de diseño (Elaboración propia).	34
Tabla 7 Clasificación de intensidad lumínica (Elaboración propia).....	46
Tabla 8 Software AutoCAD (Elaboración Propia).....	51
Tabla 9 Software Revit (elaboración propia).	52
Tabla 10 Software Blender (elaboración Propia)	53
Tabla 11 Software SolidWorks (elaboración propia).....	55
Tabla 12 Software AVEVA E3D (elaboración propia).....	56
Tabla 13 Bentley (Elaboración Propia)	57
Tabla 14 Usos de Blender en otros contextos	59
Tabla 15 Costos por proyecto (Elaboración propia).....	64
Tabla 16 Usos y aplicaciones de Blender (Elaboración propia).....	67
Tabla 17 Softwares analizados (Elaboración propia).	68
Tabla 18 Reducción a 4 softwares (Elaboración propia).....	69
Tabla 19 Mejor Software (Elaboración propia).....	69
Tabla 20 Ingredientes para la elaboración de una barra de pan (Elaboración propia)	79
Tabla 21 Cantidades de materiales por barra, minuto, hora, jornada laboral (Elaboración propia).	80
Tabla 22 Clasificación y relación de cercanía (Elaboración propia).	82
Tabla 23 Comparativo Blender - AutoCAD (Elaboración propia).....	99
Tabla 24 Asignaturas y competencias (Elaboración propia).	108

Capítulo I Generalidades

1.1 Introducción

En el sector industrial, la planificación y diseño de instalaciones es un proceso importante y que están en constante cambio. De esta manera la planeación de un proceso industrial implica el orden físico de los elementos industriales, la cual incluye la organización y disposición eficiente de recursos, equipos y espacios, esto con el objetivo de optimizar el flujo de trabajo, reducción de costos y mejorar de la productividad de la empresa. (Vega et al, 2023). No obstante, llevar acabo esta tarea puede presentar una serie de problemas, como implementar diseños que generen flujo ineficiente, costos inesperados, retrasos en la planificación, errores en la estimación de capacidades, diseños no ergonómicos, entre otros. Por lo que ignorar estos aspectos, puede generar contradicciones en los objetivos de la empresa.

Para lograr el objetivo de este proyecto se comienza con la investigación de los distintos softwares como AutoCAD, Revit, FlexSim, por mencionar algunos que existen en el mercado para poder llevar acabo un diseño de un proceso. Posteriormente a la investigación, se procedió a un análisis detallado de los programas más destacados en cuanto a sus características y usos que se les han dado en este ámbito, lo cual permitió seleccionar el más apropiado a las necesidades y requerimientos específicos que se presentan.

Dado que Blender al ser un software gratuito y que permite crear y diseñar modelos tridimensionales detallados como entornos, animaciones y objetos a través de distintas herramientas de diseño se seleccionó para llevar a cabo el diseño de un proceso industrial. De esta manera el siguiente escrito tiene la siguiente estructura.

Capítulo 1 Presenta la introducción, planteamiento del problema, justificación, objetivo general y específicos en el que da a conocer mejor el tema e introducir a lo que se va a realizar.

Capítulo 2 Se muestra el marco teórico el cual permite dar un sustento teórico de lo que se realizó teniendo en cuenta antecedentes, planeación y diseño de instalaciones, métodos de registro de movimientos, softwares de diseño y normatividad.

Capítulo 3 Analiza los softwares más relevantes y el análisis que permitió elegir la mejor opción de software por sus características y necesidades a cubrir

Capítulo 4 Se visualiza el esquema de la metodología del cómo se realizó la investigación.

Capítulo 5 Presenta los resultados obtenidos mediante el software como el análisis, estructura, pruebas preliminares, un comparativo de diseño con otro software, y las conclusiones y recomendaciones que se proporcionan para un mejor aprovechamiento y uso del software de diseño.

1.2 Planteamiento del Problema

En la actualidad el diseño industrial y la simulación de procesos es de suma importancia, pues con el control correcto de un proceso se puede anticipar y corregir problemas generando un impacto económico en la industria.

Una de las problemáticas en el diseño y desarrollo de un proceso radica en la falta de integración de las necesidades operativas, distribución de materiales y el diseño físico de las instalaciones, lo que puede llegar a generar ineficiencias como el mal flujo de trabajo, tiempos muertos, el mal aprovechamiento del espacio disponible. (Sharma et al., 2016).

El diseño de una planta industrial involucra factores determinantes para que la ejecución de procesos sea optima. Por ejemplo, la disponibilidad de maquinaria, ergonomía en los espacios de trabajo, flujo de materiales, etc. Por lo que tener una mala distribución entre áreas es un problema bastante grande ya que afecta la eficiencia de los tiempos de producción y tiempos de traslado innecesarios. (Mansur et al., 2021).

Hasta ahora existen distintos softwares que ayudan a realizar diseños, como lo es AutoCAD aunque es muy preciso para el diseño técnico, carece en el sentido de realizar simulaciones avanzadas de procesos dinámicos o físicos, lo que condiciona la posibilidad de detectar fallos en las operaciones y eficiencia en las primeras etapas de desarrollo, además de que su costo de este y varios softwares es elevado y genera un gasto a las empresas.

Por consiguiente, implementar estas tecnologías para la creación de una planta o proceso industrial, puede genera una reducción en los costos ya que adquirir un software que permita optimizar este diseño es viable para muchas empresas, debido a que las asesorías técnicas son caras. También alguno de los mayores desafíos al diseñar una instalación es cumplir los objetivos y criterios de la empresa, como la productividad, costos, calidad, y seguridad. De igual manera, otro de los problemas es conocer si la distribución de áreas es correcta, ya que en ocasiones se genera demoras por el transporte de materiales hasta el área de trabajo, generando movimientos y tiempos innecesarios de los colaboradores. (LinkedIn et al. 2023).

Por lo tanto, se pretende utilizar un software para el diseño de un layout de un proceso industrial y evaluar como una alternativa ante los demás softwares o tecnologías demandantes para la realización de esta tarea, además de conocer los desafíos que se pueden presentar al utilizar estos softwares al momento de ejecutarlos.

1.3 Justificación

Actualmente en las empresas es de suma importancia contar con una buena planeación y diseño de instalaciones que permitan visualizar y comunicar conceptos de manera clara y eficiente.

Ante la llegada de la industria 4.0 utilizar estas herramientas para realizar diseños de instalaciones por medio de softwares, permite a las empresas optimizar procesos y mejorar eficiencia al generar una distribución de planta optima. Dado que la competencia global, el desarrollo tecnológico e innovación constante, hace que las empresas de manufactura se ven forzadas a reconfigurar sus procesos, donde la industria 4.0 es parte de la transformación por la integración de nuevas tecnologías como lo son las herramientas de diseño para poder crear novedosos sistemas de manufactura, que permiten optimizar los procesos de fabricación, generar mayor flexibilidad, eficiencia y generar valor ante los clientes, así como responder de manera oportuna a las necesidades de mercado. (Cortes et al., 2017).

Sin embargo, el poder generar un proceso de producción requiere de una óptima planeación y diseño de instalaciones, por lo que contar con un software que permita optimizar el proceso de diseño ayuda a ser mas flexibles ante la demanda del mercado. Por lo que se adopta el uso de softwares como una estrategia para obtener un buen flujo de trabajo dentro del proceso productivo.

Por consiguiente, se evaluará Blender como una alternativa ante los softwares convencionales para el diseño de instalaciones industriales y así destacar si es conveniente implementarlo dentro de una organización. dado que por medio de la realización de un layout se puede saber cómo será el flujo del proceso y así generar mejoras oportunas antes de llevarlo a algo físico.

Al utilizar estas tecnologías para la creación de una planta o proceso industrial, permite a la organización generar una reducción en los costos, ya que adquirir o usar un software de diseño que ayude a poder visualizar la distribución de cada uno de los elementos puede generar una optimización y generar una mayor eficiencia al detectar áreas de oportunidad

1.4 Objetivo general

Analizar y Evaluar el software Blender para el diseño y planeación de un proceso industrial.

1.4.1 Objetivos específicos

- a) Analizar un software para la planeación y diseño de instalaciones.
- b) Investigar el funcionamiento, usos y aplicaciones del software.
- c) Seleccionar un proceso para la planeación y diseño.
- d) Implementar el software Blender para la planeación y diseño del proceso seleccionado.
- e) Evaluar la efectividad después de la implementación del diseño.
- f) Establecer beneficios y desafíos.

Capitulo II. Marco Teórico

2.1 Antecedentes

El diseño de instalaciones y distribución de las áreas de trabajo es tan antiguo como el mismo hombre, donde los diseños eran hechos por arquitectos o eran producto de la persona que llevaba a cabo el trabajo a realizar, se creaban áreas de trabajo para cumplir con una misión, sin aplicar algún principio. Con la evolución de la industria, se comenzó a estudiar el orden de las áreas que componen una fábrica, con el fin de alcanzar un incremento económico y poner atención el flujo de materiales, antiguamente los procesos eran lineales y no se tenía un orden claro, como lo refiere (Balarezo, 2022).

El diseño y planeación de instalaciones en la industria ha ido cambiando a través del tiempo, Según (Meyers et al, 2006), el diseño de instalaciones se refiere a la organización de las instalaciones físicas de una empresa, esto con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como los es el personal, equipos, maquinaria, materiales, entre otros. Esto incluye la ubicación de la planta, diseño del inmueble y la distribución de planta. Adicionalmente, (Reyes et al. 2020) comenta que el diseño en una empresa juega un papel importante para el funcionamiento de un proceso dentro de la empresa.

En la actualidad gracias a la implementación de softwares de diseño asistido por computadora (CAD), no solo ayuda a realizar planos que después puedan ser editados, sino que también permiten ejecutar un sistema tridimensional que ayuda a crear representaciones realistas y detalladas de proyectos antes de que se construyan, también ayudan a visualizar como quedaran las instalaciones, equipos y procesos en el espacio real, también puede involucrar a la elaboración de prototipos o productos relacionados a áreas de la salud, civiles, simulaciones, entre otras. (Caballero et al, 2021).

Los avances en tecnología y la transformación digital están cambiando al sector industrial por lo que al implementar tecnologías de vanguardia como IoT, Big Data, Inteligencia artificial y realidad aumentada, han estimulado al desarrollo de la manufactura inteligente, lo que conocemos como industria 4.0. Al combinar estas tecnologías, un software CAD y el entorno se puede generar instalaciones con una interacción entre la vida real y la artificial o como se conoce como gemelos digitales. (Caiza et al., 2023)

2.2 Planeación y diseño de instalaciones

Para familiarizarse con la planeación y diseño de instalaciones, primero se deben entender conceptos importantes como lo son la planeación, instalación, diseño y posteriormente que es el diseño de instalaciones, para poder así, realizar una definición concisa de este tema.

- **Planeación:** Consiste en fijar el curso de una acción que ha de seguirse, estableciendo principios para poder orientarlo, como la secuencia de operaciones, determinación de tiempos y números necesarios para su realización.
- **Diseño:** Es la actividad mediante la cual se realiza la configuración de objetos y mensajes visuales, por lo que es una actividad que está en constante cambio.
- **Instalación industrial:** Es el conjunto de medios o recursos necesarios para llevar a cabo los procesos de fabricación y de servicio dentro de una organización
- **Diseño de instalaciones (Layout):** Puede traducirse como disposición o plan, el cual consiste en planificar y crear espacios funcionales y eficientes para distintos propósitos, afocándose en la creación y análisis de características físicas y elementos arquitectónicos.

Una vez definidos estos conceptos se puede entender que la planeación y diseño de instalaciones es un proceso que combina la organización estratégica de recursos, la creación de espacios eficientes y funcionales para el desarrollo de procesos industriales en un espacio físico, garantizando que las instalaciones sean productivas y adaptables a las necesidades de cada organización para alcanzar la excelencia en su cadena de suministro. (Tompkins et al.,2011). Por lo cual en la TABLA 1 se destacan características importantes.

Tabla 1 Ventajas y desventajas de la planeación y diseño de instalaciones (Elaboración propia).

Ventajas	Desventajas
-Optimización de espacios	- Altos costos de inversión
-Mejora de la productividad	- Tiempo de ejecución demorado
-Minimiza los costos de operación	-Riesgo de obsolescencia

-Flexibilidad para el crecimiento	- Diseños complicados
-Mejora de la calidad y cumplimiento normativo	- Impacto en la producción
-Satisfacción del cliente	

2.2.1 Objetivos de la planeación y diseño de instalaciones

La planeación de instalaciones tiene como objetivo principal diseñar, organizar y optimizar el espacio físico y los recursos de las empresas para poder garantizar operaciones eficientes y productivas, al igual que debe de estar orientada a la satisfacción de los clientes, por lo que esto guía a los objetivos específicos siguientes:

- Mejorar la satisfacción del cliente al facilitar sus transacciones, cumplir las promesas hechas y responder a sus necesidades
- Aumentar el retorno sobre los activos al maximizar las vueltas de inventario, maximizar la participación de los empleados, minimizar el inventario obsoleto y maximizar la mejora continua
- Aumentar la velocidad de respuesta al cliente
- Reducir costos y aumentar la rentabilidad
- Apoyar la visión de la organización a través del mejoramiento el manejo de materiales, el control de materiales y un buen mantenimiento.
- Saber utilizar con eficacia al personal, equipos, espacio y la energía
- Ser adaptable y promover la facilidad de mantenimiento
- Ofrecer a los colaboradores seguridad satisfacción en su trabajo y tener responsabilidad ambiental
- Asegurar su sustentabilidad y flexibilidad

Cabe resaltar que estos objetivos no aseguran que un diseño de una instalación pueda ser superior a otro, algunos de los objetivos pueden entrar en conflicto entre sí. Por lo que es de suma importancia evaluar cuidadosamente el desempeño de cada diseño o alternativa con los criterios adecuados. (Tompkins et al.,2011).

2.2.2 Proceso de planeación de instalaciones.

Para poder llevar a cabo de manera correcta siguiendo paso a paso el diseño de una planeación es importante tener en cuenta el ciclo de vida de una instalación, aunque solo se planifica una sola vez, debe tomarse en cuenta que en algún momento debe realizarse un rediseño de esta para poder estar alineado a los objetivos de la empresa que igual, al pasar del tiempo pueden cambiar. Las empresas también buscan la mejora continua en sus procesos y organización. Cabe mencionar que, aunque la planeación de instalaciones no es una ciencia exacta puede ser llevada de una forma organizada y sistemática, de esta manera se hace mención del proceso tradicional del diseño de una instalación. (Tompkins et al.,2011).

1. **Definir el problema:** En la primera etapa del proceso es esencial que se especifique la cantidad de productos o servicios obtenidos y proporcionados ya sea que se planifique o rediseñe una instalación nueva, también se deben de identificar el volumen o niveles de actividad y las funciones que van a cumplir las instalaciones dentro de la cadena de suministro. Cabe mencionar que también es de importancia especificar las actividades principales y de apoyo, permitirá poder llegar al objetivo y poder desarrollarse con un mínimo de interrupciones y retrasos.
2. **Analizar el problema:** Se debe decretar si las actividades interactúan o se apoyan dentro de los límites de la instalación al igual la forma en la que esto debe realizarse y establecer las relaciones cuantitativas y cualitativas.
3. **Requerimientos de espacio para todas las actividades:** En este punto deben ser considerados todos los requerimientos de materiales, equipos y personal al calcular los espacios para cada actividad, además se deben de generar diseños alternos para la instalación considerando la disposición, estructura y el sistema de manejo de los materiales.

4. **Evaluación de alternativas:** En base a los criterios aprobados y clasificar los planes especificados, se determinan los factores subjetivos relacionados y se evalúa si estos factores afectan la instalación y su funcionamiento.
5. **Selección del diseño más apropiado:** A partir de este punto se debe determinar cuál de las planeaciones o alternativas, si es que existen, será el más apropiado o alineado para cumplir los objetivos y satisface las metas de la empresa, lo cual ayuda a la selección final de una instalación.
6. **Implementación del diseño:** Por último, una vez elegido un plan la mayor parte de la implementación es la construcción y disposición de un área final. Lo cual permite prepararse para iniciar y depurar aspectos de la planeación.

2.2.3 Factores que influyen en la distribución de planta

(Platas et al 2014) menciona, que dentro una empresa se consideran ocho factores que pueden influir de una manera importante en la distribución de planta, aunque esto puede ser variable con respecto al tipo de organización, por lo que de igual manera una adecuada disposición de los elementos dentro de la planta permite optimizar los flujos de materiales, minimización de tiempos y reducir desperdicios. Para poder lograrlo se consideran los siguientes factores.

Factor de material

El factor de material es el más importante en la distribución porque incluye los materiales de entrada, en proceso, material para mantenimiento, en salida o embalado y materiales accesorios empleados durante el proceso. De igual manera otro de los aspectos a considerar son las piezas defectuosas, rechazadas o en retrabajo, también la chatarra, viruta, desperdicio, desechos. Como parte del flujo de material se considera las entregas entre departamentos, transporte de artículos voluminosos, pesado, costosos en distancias largas y los materiales en tiempo de permanencia en proceso.

Factor maquinaria

En este factor la selección adecuada de herramientas y equipos es esencial para la distribución de planta. Entre los elementos fundamentales se incluye la maquinaria de producción, equipo de proceso y manejo de materiales, así como herramientas específicas como moldes, patrones y plantillas, además, es importante considerar aparatos de medición, ya que garantizan la calidad del proceso.

También se debe evaluar el estado del equipo, incluyendo maquinaria averiada o inactiva lo que representa un obstáculo para la eficiencia. Así mismo, equipos que generan vibración, ruido o contaminantes. Por lo que en la ilustración se muestra una fórmula para calcular el número de maquinaria requerida de acuerdo con la producción y tiempo.

$$\text{Numero de maquinas requeridas} = \frac{\text{piezas x hora para cubrir necesidades de producción}}{\text{Piezas x hora y maquinaria}} = \frac{\text{Tiempo de operacion x hora}}{\text{Tiempo por pieza para cubrir necesidades de producción}}$$

Factor hombre

El factor humano es considerado como flexible, ya que puede trasladar, capacitar en diferentes actividades y adaptarse a diferentes tareas por lo que es factible dividir o repartir el trabajo entre las personas. Considerando puntos que deben evitarse en relación con este factor. Como las condiciones de trabajo, áreas que no se ajustan a reglamentos de seguridad, rotación de personal, confusión entre operarios y considerar a trabajadores calificados en mantenimiento.

Factor de movimiento, manejo de materiales

Es un factor de importancia ayuda a la reducción de costos de producción, porque permite a los trabajadores concentrarse en las operaciones sin perder tiempo en el traslado de insumos. Pero para lograr esto, es esencial optimizar la circulación dentro de la planta, reducir cruces y establecer direcciones únicas para el flujo de material. Los pasillos deben ser rectos, despejados, amplios y diseñados para facilitar el tránsito. También es importante evitar que operarios calificados en trabajos específicos realicen el manejo de materiales, sino que debe sincronizarse las tareas con el equipo disponible y garantizar que este se mantenga en buenas condiciones.

Factor de espera: almacenamiento

En este factor el manejo de materiales en los almacenes o estaciones de producción puede generar demoras y costos adicionales. Estas situaciones pueden ocurrir cuando existen grandes acumulaciones de materiales, congestiones en áreas que son críticas en el almacén. Alguno de los problemas a considerar incluye materiales dañados, sistemas de almacenamiento inseguro, acciones repetitivas dentro del almacén, así como los costos elevados por demoras y esperas del equipo de almacén. Es de importancia abordar estos desafíos para mejorar el flujo de trabajo dentro del almacén.

Factor edificio

En este factor la infraestructura de la organización es crucial para la distribución de planta, actúa como el contenedor que protege a empleados, materiales, maquinaria y equipos. Donde una infraestructura adecuada permite a las empresas operar de una manera eficiente, mientras que al no contar con esta característica o un diseño mal planificado puede generar interferencias y dificultades en los flujos de

trabajo. Por esta razón es esencial adaptar el inmueble a las necesidades específicas de la organización y en relación al tipo de producto que se maneja y ofrece.

Para poder considerar este factor dentro de la organización, es recomendable delimitar las áreas de productos, procesos y equipos mediante divisiones claras, garantizar pasillos rectos y amplios para facilitar el tránsito, así como evitar trabajar sobre áreas o pasillos que no son designados para esa tarea.

Factor cambio

El cambio es un factor esencial en los procesos de mejora continua dentro de las organizaciones. Su frecuencia aumenta conforme a la creciente demanda del cliente, deben adaptarse a sus necesidades. Donde los ajustes de procesos y distribución de planta permiten responder de manera eficiente a las modificaciones necesarias, como los diseños de producto, materiales o métodos de trabajo.

Para gestionar el cambio de manera efectiva, es importante considerar que los equipos estén normalizados y contar con un espacio amplio, para impedir obstrucciones a la hora de realizar una redistribución del mobiliario. Además de que se debe garantizar que los nuevos equipos o suplementos sean adaptables al espacio, para poder contribuir a mantener a la continuidad operativa de la empresa.

2.2.4 Flujo de procesos, materiales y producto

El contar con los conocimientos del flujo de procesos, producto y materiales son de valor para el planificador, porque definen el ambiente general del flujo dentro de cada movimiento que ocurre durante el proceso, lo que ayuda a generar una minimización en costos de flujo que puede ser visto desde cualquiera de las siguientes perspectivas: (Tompkins et al.,2011).

- Eliminar movimientos innecesarios de material con la reducción de número de pasos de fabricación.
- Minimizar el manejo de materiales al reducir las distancias de transporte
- Eliminar el manejo de materiales al reducir las distancias de transporte.

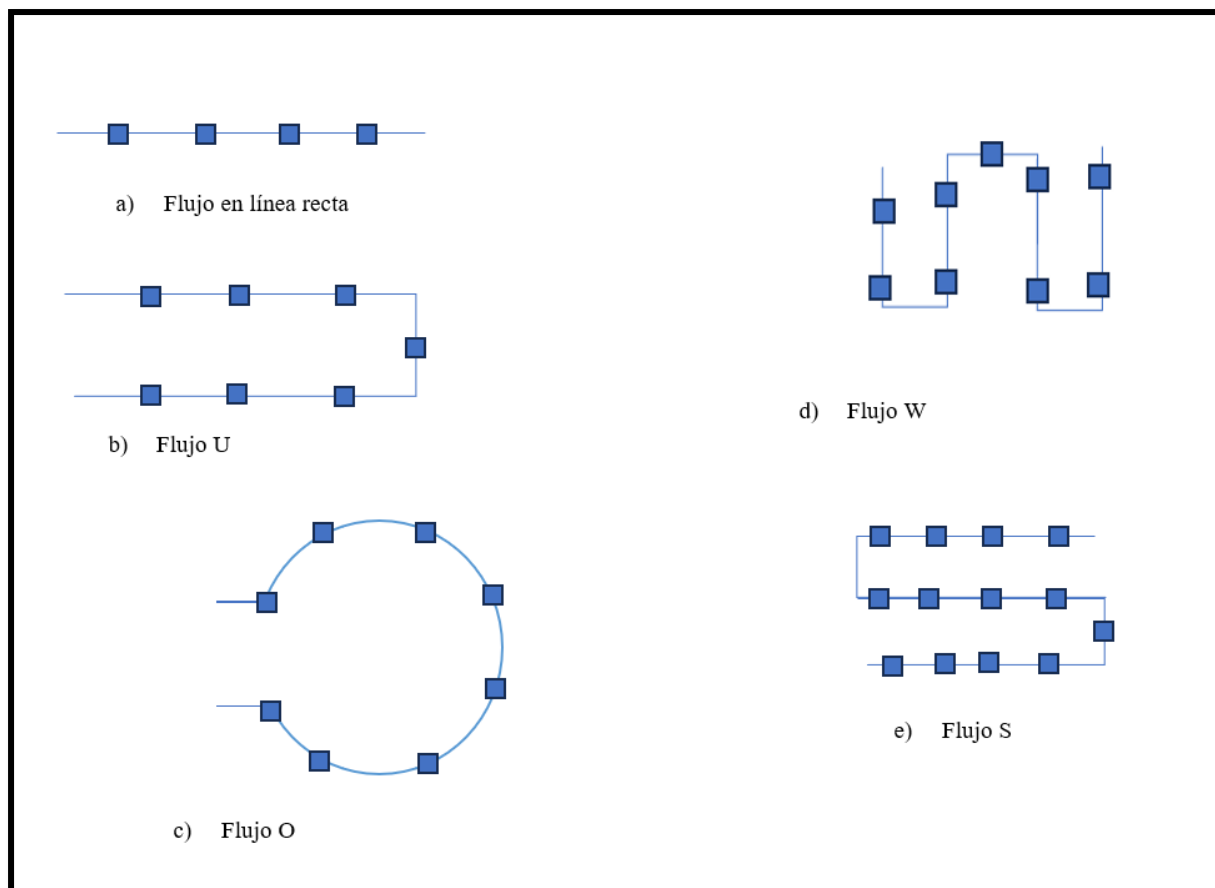


Ilustración 1 Trayectoria de línea de flujo (Elaboración propia).

Las trayectorias del flujo dentro de cada proceso pueden cambiar en el caso de sistemas mecanizados o automatizados donde implica el uso continuo de bandas transportadoras, carros transportadores, vehículos guiados, robots, entre otros. Para ello en la ILUSTRACIÓN 1 se identifican distintas líneas de flujo o distribución de procesos:

- **Inciso a).** Flujo en línea recta: el cual representa el flujo continuo y directo entre estaciones de trabajo el cual es ideal para procesos simples con pocos cambios de dirección, minimizando los movimientos laterales. Una de sus desventajas es que ocupa más espacio longitudinal
- **Inciso b).** Flujo en U: En este tipo de flujo las estaciones están dispuestas en forma de U, lo que permite la interacción entre las fases iniciales y finales, es usado para optimizar espacios

reduciendo las distancias entre inicio y fin del proceso y facilitar la supervisión y el transporte de materiales.

- **Inciso c).** Flujo en O: Es una configuración circular donde las estaciones forman un ciclo continuo, utilizando procesos que necesitan reciclaje o interacciones constantes, ayuda a optimizar la continuidad del proceso y mejora el uso del espacio central.
- **Inciso d).** Flujo en W: Representa una organización con varias subidas y bajadas en forma de W, es usado para separar etapas de trabajo o combinar procesos paralelos, es adecuado para configuraciones complejas donde se requieren múltiples procesos consecutivos.
- **Inciso e).** Flujo en S: En esta distribución de procesos las estaciones de trabajo están distribuidas en un patrón de zigzag o serpiente, maximizando el espacio disponible, es ideal para áreas con restricciones de espacio donde el flujo directo no es posible permitiendo un flujo continuo en espacios reducidos.

Cada distribución de procesos se adapta a necesidades específicas de cada empresa dependiendo del tipo de producto, espacios disponibles y requerimientos del proceso mencionando que existen muchas más trayectorias de flujo al igual que combinaciones. Dado que muchas de estas estructuras de flujo se utilizan en el diseño de líneas de flujo automatizadas y sistemas flexibles de fabricación. (Tompkins et al.,2011).

2.3 Métodos de planeación, distribución y diseño de instalaciones

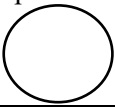
El registro de toda actividad a nivel operativo surgió en Europa alrededor del siglo XVIII, iniciado por Jean Rudolph P. y generando gran impacto por Frederick Winslow Taylor al incluir la definición de “tarea” por lo que es una técnica clave en Ingeniería industrial y por ende en la planeación y diseño de instalaciones, el cual permite hacer la medición del trabajo, análisis y optimización de procesos, haciendo un registro de tiempo y ritmo de trabajo correspondiente a elementos (pasos a seguir) de una o varias actividades definidas, los pasos a seguir y tiempos en que se realizan la actividad determinan el tiempo para poder efectuar esa tarea.

Donde el estudio de tiempos incluye el análisis de los métodos de registro de todas las actividades y la manera en que se realizan, teniendo como objetivo realizar mejoras en la eficiencia de trabajo. Por otro lado, el estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo de quien realiza la actividad, teniendo como objetivo eliminar movimientos innecesarios y realizar la actividad de manera efectiva. (Cuevas et al., 2024).

2.3.1 Diagrama de operaciones de proceso

Este diagrama es el que representa las principales operaciones e inspecciones de procesos se puede observar un ejemplo en la ILUSTRACIÓN 2, permite realizar una primera aproximación al método de trabajo, por lo que en otras palabras permite registrar rápidamente y de manera superficial la totalidad de los procesos antes del estudio detallado, registrando como suceden las principales operaciones e inspecciones, en la TABLA 2 se muestra el significado y simbología dentro de este diagrama.

Tabla 2 Simbología utilizada en un diagrama de operaciones de proceso. (Elaboración propia).

Símbolo	Definición
Operación 	Indica las fases del proceso, método o procedimiento
Inspección 	Representa el verificar la naturaleza, calidad o cantidad de los insumos y productos

Entre los objetivos de este diagrama se pueden destacar los siguientes:

- Proporcionando una imagen clara de los acontecimientos del proceso
- Ayuda a estudiar todas las fases del proceso en forma sistemática, con el fin de disminuir demoras, comparar métodos y eliminar tiempos innecesarios. (López, 2017).

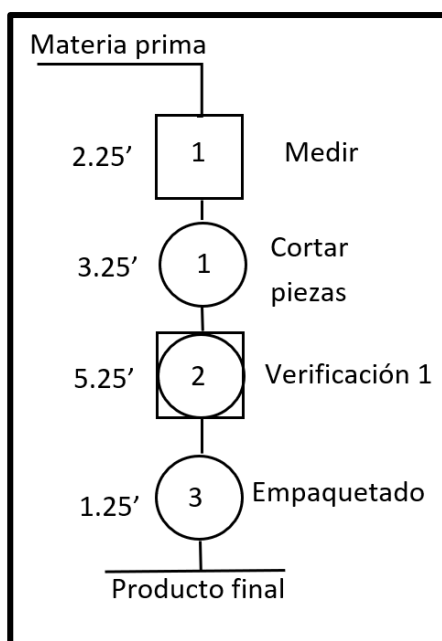


Ilustración 2 Ejemplo de diagrama de operaciones de proceso (Elaboración propia).

2.3.2 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es un plano bidimensional o tridimensional de la planta industrial o del área de trabajo donde se representa en un plano a escala los desplazamientos de los trabajadores, materias primas, productos terminados, productos semi ensamblados, materiales, maquinarias y equipos a través de símbolos que se muestran en la TABLA 3, para poder mostrar las operaciones que se realizan en las diferentes áreas de trabajo. En la ILUSTRACIÓN 3 se muestra un ejemplo de diagrama de recorrido de un proceso productivo de pan blanco en el cual se visualiza la distribución de maquinaria y almacén, así como la simbología mencionada anteriormente. (Alvares et al, 2021).

Características de un diagrama de recorrido

Visualización clara: Representa de manera gráfica y objetiva la distribución física del área de trabajo, con ubicaciones exactas de equipos y zonas de operación.

Simbología estándar: Utiliza símbolos como círculos, flechas y triángulos para denotar operaciones, transportes y almacenamientos, facilitando la interpretación universal del diagrama

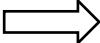
Optimización de procesos: Ayuda a identificar movimientos innecesarios, tiempos muertos o cuellos de botella en el flujo de trabajo, permitiendo proponer soluciones efectivas.

Plano a escala: Se elabora sobre un plano detallado, lo que garantiza precisión en las distancias y ubicaciones representadas.

Aplicación amplia: Útil en industrias como la manufactura, la construcción y el diseño de instalaciones para mejorar la eficiencia operacional.

Base para mejoras: Sirve como herramienta inicial para rediseñar la disposición de planta o ajustar procesos operativos según los datos analizados

Tabla 3 Simbología diagrama de recorrido (Elaboración propia).

Símbolos	Nombre
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Espera
	Almacenamiento

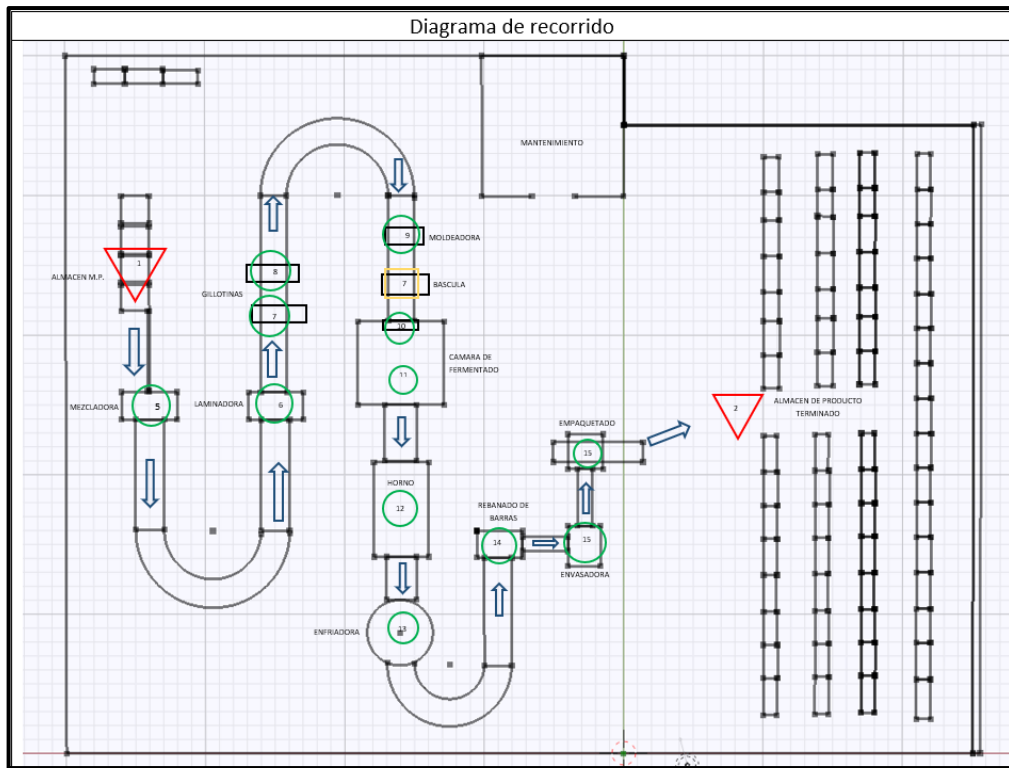


Ilustración 3 Ejemplo de diagrama de recorrido (Elaboración Propia).

2.3.3 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica que utiliza símbolos y flechas para mostrar de una manera clara y ordenada la secuencia de pasos o procesos necesarios para poder alcanzar un objetivo específico, ayuda a la planificación, análisis y mejora de procedimientos en diversas áreas, en la ILUSTRACIÓN 4 se muestran los símbolos que lo conforman, donde se comienza con un ovalo que representa la entrada o inicio del proceso y de igual manera se representa la salida o fin del proceso , con un rectángulo la acción, proceso o actividad a realizar, con un rombo, se representa una pregunta o punto de decisión, la cual permite analizar la situación, que lleva a distintos caminos con base a un sí o no, con un paralelogramo, se representa la entrada de datos, que es la lectura de datos e impresión de datos y las líneas o conectores de flujo que indican el orden de la ejecución de las operaciones. (Escalante et al., 2023).

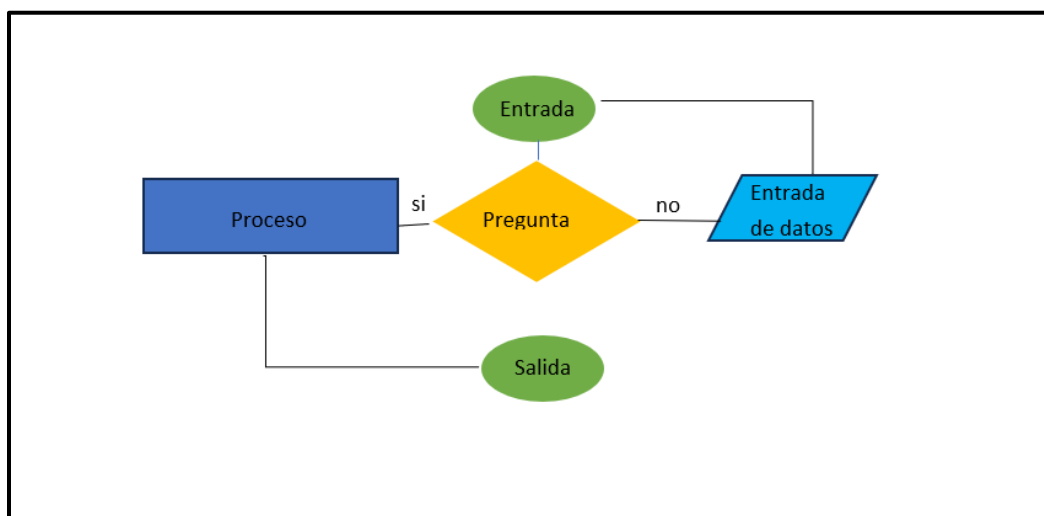


Ilustración 4 Diagrama de flujo (Elaboración propia).

Por lo que un diagrama de flujo tiene múltiples funciones como:

- **Análisis:** Permiten descomponer un proceso complejo en partes más pequeñas y fáciles de entender.
- **Diseño:** Ayudan a visualizar y planificar la estructura de un nuevo proceso o sistema.

- **Comunicación:** Facilitan la comprensión de un proceso a diferentes personas, incluso aquellas que no están familiarizadas con el tema.
- **Documentación:** Sirven como registro visual de un proceso, lo cual es útil para futuras referencias o auditorías.
- **Optimización:** Identifican posibles cuellos de botella o áreas de mejora en un proceso.

2.3.4 Análisis de relaciones

Un análisis de relaciones entre actividades es realizado después de que se establecen los procesos para la fabricación de los productos, se definen funciones dentro de la empresa y se ha tomado la decisión de las áreas funcionales que se ubicaran en una localización. Este análisis es un paso previo a la propuesta de distribución general. La cual permite desarrollar la propuesta de distribución no solamente de áreas productivas, si no también administrativas y de servicios, ya se son áreas donde no existe el flujo de materiales.

Tabla relacional

Una tabla relacional es un cuadro organizado en diagonal, en el que se muestran las relaciones de cercanía o proximidad entre cada actividad y las demás actividades. Además, evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades, a través de una codificación apropiada.

La elaboración de esta tabla se apoya en dos elementos básicos:

- Tabla de valor de proximidad
- Lista de razones o motivos

La tabla relacional constituye una poderosa herramienta para preparar un planteamiento de mejora, ayuda a integrar los servicios productivos y operacionales, lo que hace posible prever la disposición de oficinas y servicios. Cada uno de los casilleros de la TABLA 4 representa la intersección de dos actividades. Cada uno está dividido horizontalmente en dos. La parte superior representa el valor

de aproximación y la parte inferior indica las razones que han inducido a elegir el valor en la ILUSTRACIÓN 5 se muestra el casillero de la tabla relacional.

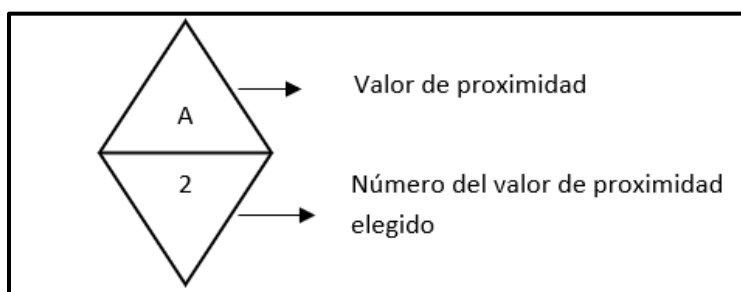


Ilustración 5 Casillero de tabla relacional (Elaboración propia).

Los valores de proximidad de cada actividad están compuestos por las letras A, E, I, O, U, X, XX, donde cada una de las cuales tiene un valor específico que se muestra en la tabla

Tabla 4 Interpretación de valores de proximidad.

Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No deseable
XX	Altamente no deseable

La lista de razones o motivos para el sustento de valor de proximidad se elabora considerando todas las fuentes de relación que se generan en la planta de estudio. A continuación, se muestra una lista de motivos que se presentan como ejemplos, que se pueden considerar en cada organización y establecen diferentes niveles de relación.

- Secuencia de operaciones
- Mínima distancia por recorrer
- Importancia de los contactos directos
- Importancia de los contactos administrativos o de información
- Utilización de estos equipos industriales
- Utilización de impresos o formados comunes
- Requerimiento de inspección o control
- Condiciones de impacto ambiental
- Generación de distracciones o interrupciones
- Seguridad de las operaciones

La lista de motivos se muestra en la TABLA 5 que determinaran los valores de proximidad

Tabla 5 Ejemplo de lista de motivos

Numero	Motivos
1	Flujo de materiales
2	Reducción del tráfico de materiales
3	Posible contaminación cruzada
4	Servicios para personal
5	Mejor control
6	Verificación de la Calidad

Con la intención de que la calificación de la proximidad y la asignación de la razón sean lo más exactas posible, el responsable del estudio debe conocer perfectamente las características de las zonas por distribuir, así como el proceso de producción y las restricciones a presentarse por el tipo de proceso de

producción. En la ILUSTRACIÓN 6 se muestra la plantilla para un diagrama de relación de actividades. (Garay et al, 2018).

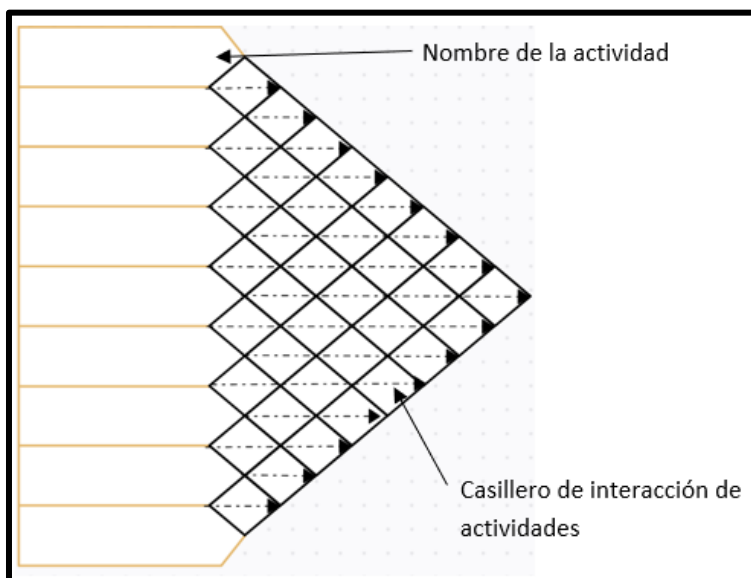


Ilustración 6 Formato de Diagrama de relación de actividades

2.4 Software de diseño

El software de diseño asistido por computadora (CAD) se refiere a herramientas tecnológicas que permiten a los diseñadores crear, analizar, y optimizar modelos digitales de productos, sistemas o instalaciones industriales. Estos softwares integran capacidades avanzadas como simulaciones dinámicas, análisis por elementos finitos (FEA) y modelado tridimensional, lo que los convierte en parte importante de la ingeniería moderna. Su evolución ha permitido a los profesionales en campos como ingeniería, arquitectura y manufactura, abordar problemas complejos de manera eficiente, reduciendo costos y tiempos de desarrollo.

En el diseño y planeación de instalaciones industriales, el uso del software CAD/CAE ha tenido una transformación en los procesos. Permitiendo a ingenieros trabajar en entornos virtuales que eliminan, en muchos casos, la necesidad de generar prototipos físicos. Los modelos digitales en varias ocasiones pueden ser sometidos a pruebas de estrés, simulaciones de funcionamiento y análisis de factores humanos,

permitiendo al diseñador asegurar que lo realizado cumple con los requisitos necesarios para llevarlo a la implementación. (Rojas et al, 2006) También al utilizar este tipo de software los beneficios que trae consigo son los siguientes:

1. **Optimización de Recursos:** Reduce costos al minimizar errores, optimizar materiales y procesos.
2. **Reducción del Tiempo de Desarrollo:** Acelera la creación y validación de diseños mediante simulaciones y ajustes en tiempo real.
3. **Mejora de la Calidad y Seguridad:** Facilita el análisis de desempeño y resistencia de los diseños bajo condiciones simuladas.
4. **Integración y Colaboración:** Permite la integración de equipos multidisciplinarios mediante ingeniería concurrente y trabajo en red.

Estas herramientas también fomentan la automatización integral de los procesos industriales, al vincular el diseño con la fabricación a través de sistemas integrados (CAD/CAM/CAE). Por ejemplo, el análisis por elementos finitos permite identificar zonas críticas de un diseño, optimizando su resistencia y funcionalidad antes de pasar a la etapa de manufactura. Algunas características clave se mencionan en la TABLA 6.

Tabla 6 Software de diseño (Elaboración propia).

Ventajas	Desventajas	Tipos
- Precisión y exactitud de medidas - Ofrece herramientas que aumentan la creatividad - Corrección y realización de cambios rápidos - Simulación y visualización 3D - Almacenamiento en la nube	- Costos elevados - Compatibilidad - Dependencia a la tecnología - Curva de aprendizaje	- Diseño grafico - Diseño CAD - Modelado y renderizado 3D - Diseño de interiores y arquitectura - Diseño UX/UI - Diseño de circuito

- Colaboración en línea		
-------------------------	--	--

2.4.1 Blender

Blender es una herramienta de software libre y de código abierto dedicada al modelado, animación, renderizado y creación de gráficos 3D. En diseño de instalaciones, Blender permite la generación de modelos tridimensionales precisos que representan espacios arquitectónicos o industriales. Por lo que su capacidad de renderizado fotorrealista y simulación física facilita el diseño, la planificación y la comunicación de ideas antes de la implementación en el mundo real.

El uso de Blender en proyectos de diseño y modelado de instalaciones. Según Huestipa et al, 2023 permite incluir la creación de recorridos virtuales, como se muestra en el caso de estudio del Instituto Tecnológico Superior de Atlixco. Este software fue empleado para modelar en 3D diversas ubicaciones del campus, generando un entorno virtual interactivo que permite a los usuarios explorar áreas clave con un alto grado de realismo. Este enfoque no solo optimiza la visualización de los espacios, sino que también mejora la eficiencia y precisión del diseño mediante la integración con motores gráficos.

Características

Blender principalmente es un conjunto de herramientas de creación de contenido 3d, que incluye instrumentos de modelado y animación, cuenta con funciones como procesamiento y texturizado pudiéndose adaptar a cualquier industria, también genera simulaciones dinámicas gracias a el gran desarrollo por parte de la comunidad por ser un software de código libre se mantiene en constante cambio.

Es un software multiplataforma, con una interfaz gráfica de usuario (GUI) en OpenGL, que es uniforme en todas las plataformas principales (y personalizable con comandos de Python). Blender se basa en una arquitectura 3D de alta gama, que permite un flujo de trabajo de creación rápido y eficiente. Por lo que en la ILUSTRACIÓN 7 se muestran las características del software.



Ilustración 7 Características de Blender (Elaboración propia).

2.4.2 AutoCAD

AutoCAD es un software desarrollado por Autodesk ampliamente utilizado para diseño asistido por computadora (CAD). Desde su lanzamiento, se ha utilizado como una herramienta importante en campos como la arquitectura, la ingeniería y el diseño industrial. Este software permite a los usuarios crear dibujos precisos en 2D y modelado en 3D, facilitando el desarrollo de proyectos desde conceptos iniciales hasta planos detallados.

La principal utilidad de AutoCAD radica en su capacidad para automatizar tareas que anteriormente requerían procesos manuales largos y complejos. Con AutoCAD, los diseñadores pueden generar representaciones visuales detalladas, realizar ajustes en tiempo real y prever problemas potenciales antes de la construcción física de un proyecto. Esto lo convierte en una herramienta clave para optimizar recursos, reducir costos y mejorar la calidad de los diseños. (Annas et al, 2022).

Además de sus aplicaciones tradicionales en el diseño arquitectónico y mecánico, AutoCAD se ha adaptado a diversos sectores, incluyendo la gestión de almacenes y la logística. Por ejemplo, Annas et al, (2022). Menciona su uso para rediseñar layout's industriales con el fin de mejorar la organización y eficiencia en el almacenamiento y distribución de productos. Por lo que, este tipo de simulaciones permite prever el flujo de materiales, optimizar espacios y reducir tiempos de operación, así como realizar la toma de decisiones antes de llevarlo a cabo de manera física. En la ILUSTRACIÓN 8 se muestran características importantes del software.



Ilustración 8 Características de AutoCAD (Elaboración propia).

2.4.3 Revit

Revit es un software desarrollado por Autodesk basado en la metodología BIM (Modelado de Información de Construcción), diseñado para la planificación, diseño, construcción y gestión de proyectos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones. Este software permite crear modelos digitales detallados que integran información paramétrica, facilitando la colaboración multidisciplinaria y optimizando el ciclo de vida del proyecto desde su diseño hasta su operación.

En el diseño de instalaciones, Revit destaca por su capacidad de modelar sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos y sanitarios de manera integrada, permitiendo detectar interferencias y analizar su funcionalidad en un entorno virtual antes de su implementación física. Por ejemplo, (Villa, 2017), hizo uso del software para modelar infraestructura educativa, obteniendo resultados como mayor precisión en el diseño, cuantificación exacta de materiales y reducción de costos derivados de errores de diseño y coordinación.

Características principales de Revit:

1. **Modelado Paramétrico:** Los elementos del diseño están basados en parámetros ajustables, lo que facilita realizar cambios y actualizaciones en tiempo real.
2. **Coordinación Multidisciplinaria:** Integra disciplinas como arquitectura, estructuras e instalaciones, garantizando la coherencia y compatibilidad de los modelos.
3. **Detección de Interferencias:** Identifica y resuelve conflictos entre los sistemas de instalaciones en etapas tempranas del proyecto.
4. **Automatización de Tareas:** Genera automáticamente vistas, planos, tablas de cantidades y estimaciones de costos.
5. **Integración BIM:** Permite un flujo de trabajo colaborativo, centralizando toda la información del proyecto en un modelo único que es accesible y actualizable por todos los involucrados. En la ILUSTRACIÓN 9 se muestran algunas de estas características.



Ilustración 9 Características de Revit (Elaboración propia).

2.4.4 SolidWorks

SolidWorks es un software de diseño asistido por computadora (CAD) ampliamente utilizado para la modelación tridimensional de piezas y ensamblajes en ingeniería y manufactura. Su capacidad de diseño paramétrico y simulación lo convierte en una herramienta poderosa para proyectos de diseño de instalaciones, desde estaciones de trabajo hasta estructuras industriales complejas. Este software permite a los diseñadores visualizar, analizar y perfeccionar sus ideas en un entorno virtual antes de la fabricación, minimizando errores y optimizando recursos.

En el contexto del diseño de instalaciones, SolidWorks destaca por su capacidad de modelar componentes individuales y ensamblajes completos con alta precisión. En el caso (Guillen, 2020), muestra la realización de una estación de trabajo ajustable, donde el software se utilizó para diseñar cada componente de la mesa, realizar análisis de ensamblaje y verificar la funcionalidad de elementos como bases ajustables, soportes, y accesorios integrados. Esto aseguró un diseño ergonómico y funcional adaptado a las necesidades del usuario.

Características principales de SolidWorks:

1. **Diseño Paramétrico:** Permite crear modelos tridimensionales dinámicos, donde los cambios en una parte se reflejan automáticamente en todo el diseño.
2. **Simulación Integrada:** Realiza análisis de estrés, dinámica y movimiento para prever el comportamiento del diseño en condiciones reales.
3. **Generación de Ensamblajes Complejos:** Facilita la creación y validación de sistemas con múltiples componentes, asegurando compatibilidad y funcionalidad.
4. **Automatización de Planos de Fabricación:** Genera planos técnicos detallados listos para la producción a partir de los modelos 3D.

5. **Interfaz Intuitiva y Personalizable:** Diseñada para optimizar el flujo de trabajo del usuario, con herramientas específicas para diferentes industrias. En la ILUSTRACION 10 se muestran algunas de estas características.



Ilustración 10 Características de SolidWorks (Elaboración propia).

2.4.5 SketchUp

SketchUp es un software de modelado tridimensional diseñado para facilitar el proceso creativo y visual de los diseñadores en múltiples disciplinas como arquitectura, diseño de interiores, planificación urbana y diseño industrial. Su interfaz intuitiva y herramientas accesibles permiten generar modelos en 3D de manera rápida y sencilla, lo que lo convierte en una herramienta clave para explorar ideas y presentar conceptos de diseño.

(Song et al, 2020) menciona que, en el diseño de instalaciones, SketchUp permite a los diseñadores crear representaciones visuales detalladas de los espacios y su distribución, integrando elementos como terrenos, estructuras, mobiliario, y paisajismo. Su capacidad para modelar secciones y perspectivas en tiempo real permite identificar problemas potenciales en la etapa temprana del proyecto, optimizando tanto los recursos como el tiempo. Además, su funcionalidad de integración con otras

herramientas, como CAD y Photoshop, agregan valor en el proceso de diseño. Por ejemplo, los planos creados en CAD pueden transformarse en modelos tridimensionales en SketchUp, y posteriormente ser perfeccionados visualmente en Photoshop. Esto permite a los usuarios interactuar de forma dinámica y ajustar los detalles del diseño en respuesta a comentarios o nuevas necesidades y propuestas.

SketchUp también se destaca por su versatilidad en la comunicación del diseño. Los modelos generados no solo sirven como herramientas de análisis y planificación, sino que también como medios efectivos para presentar propuestas a clientes y colaboradores. La facilidad para añadir texturas, efectos de iluminación y detalles de materiales proporciona un nivel de realismo que facilita la comprensión de los proyectos y la toma de decisiones informadas. Otro de sus beneficios, es que SketchUp mejora significativamente la eficiencia y la calidad en el diseño de instalaciones al proporcionar una plataforma integrada y accesible para la conceptualización, el desarrollo y la presentación de proyectos. En la ILUSTRACIÓN 11 se muestran estas características relevantes.



Ilustración 11 Características de SketchUp (Elaboración Propia).

2.5 Normatividad para el diseño de instalaciones

La normativa en el diseño y planeación de instalaciones industriales es importante para garantizar seguridad, eficiencia operativa y cumplimiento legal. Según (Dielschneider et al, 2016), el diseño debe considerar estándares técnicos como el ASME y normas específicas de seguridad e higiene que aborden riesgos eléctricos, mecánicos, ambientales y humanos. Incluyendo el uso de materiales adecuados y la instalación correcta de sistemas críticos (por ejemplo, redes de hidrantes o sistemas de aire comprimido), señalización preventiva y planes de evacuación. Las normativas permiten un diseño que minimiza riesgos de accidente, optimizando recursos y protegiendo a los trabajadores y la comunidad, adecuándose a estándares nacionales e internacionales. También permite integrar prácticas seguras y eficientes que responden a las necesidades específicas de cada empresa o proyecto dentro de la misma.

2.5.1 NOM-001-STPS-2008

La NOM-001-STPS-2008, "Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad y salud", establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción y mantenimiento de edificios e instalaciones en los centros de trabajo. Su objetivo es prevenir riesgos que puedan afectar la seguridad de los trabajadores y fomentar condiciones adecuadas en los centros de trabajo. Esta norma aplica a todos los centros de trabajo en México, sin importar el sector o tamaño, y abarca aspectos relacionados con la estructura física, accesos, salidas de emergencia, sistemas de iluminación, ventilación, señalización y medidas de protección contra incendios. También incluye disposiciones sobre la correcta distribución de áreas y el mantenimiento de las instalaciones para garantizar un entorno seguro.

Entre sus alcances está el garantizar la estabilidad estructural de edificios, contar con salidas de emergencia suficientes y accesibles, mantener una ventilación adecuada que evite acumulaciones de contaminantes, y asegurar que las instalaciones eléctricas cumplan con las normativas correspondientes. El cumplimiento de esta norma no solo protege la integridad física de los trabajadores, sino que también favorece un ambiente laboral más seguro y eficiente.

2.5.1.1 Estabilidad estructural

Dentro de la NOM-001-STPS-2008 el punto de estabilidad estructural dice que se debe garantizar que las edificaciones, instalaciones y estructuras en los centros de trabajo sean seguras y capaces de resistir cargas y esfuerzos a los que estarán sometidas durante su uso, sin comprometer la integridad de los trabajadores ni de las operaciones. Por lo que este punto es importante para garantizar un entorno de trabajo seguro y funcional. Para cumplir con este requisito, las edificaciones deben diseñarse y construirse conforme a los reglamentos locales, como el Reglamento de Construcciones de México, considerando cargas permanentes (peso propio de la estructura), cargas vivas (personas, equipos y materiales) y cargas accidentales (viento, sismos, etc.). El análisis estructural debe asegurar que la edificación soporte estos esfuerzos con márgenes de seguridad adecuados.

La inspección y el mantenimiento son igualmente importantes. Las instalaciones deben diseñarse para permitir acceso a áreas críticas, facilitando la identificación de posibles daños, desgaste o corrosión, y asegurando su reparación oportuna. En zonas sísmicas, las estructuras deben cumplir con normas específicas de diseño antisísmico, integrando elementos como juntas de expansión, disipadores de energía y refuerzos adicionales para resistir movimientos telúricos.

Por último, contar con documentación técnica completa, como planos y memorias de cálculo estructural, es indispensable tanto para respaldar el diseño como para futuras verificaciones de seguridad.

2.5.1.2 Salidas de emergencia y accesos

Los centros de trabajo deben contar con un número suficiente de salidas de emergencia, distribuidas estratégicamente para facilitar la evacuación de todas las personas en el menor tiempo posible. Estas salidas deben ubicarse de manera que ningún trabajador se encuentre a más de 45 metros de una, salvo que se utilicen sistemas de rociadores automáticos, donde la distancia puede ampliarse.

Las dimensiones de las salidas deben ser adecuadas para permitir un flujo continuo y seguro de personas. Por lo general, se requiere un ancho mínimo de 1.20 metros en puertas y pasillos principales.

Además, las puertas de emergencia deben abrir hacia el exterior y no tener mecanismos de apertura complicados, como cerraduras con llaves o códigos.

La accesibilidad es fundamental, por lo que las rutas de evacuación deben ser transitables para personas con discapacidades o movilidad reducida, manteniéndose libres de obstrucciones en todo momento. Esto incluye asegurar que las rutas estén despejadas de equipos, materiales u objetos que puedan dificultar el paso.

La señalización de las salidas debe ser clara y visible, utilizando elementos luminosos o reflectantes que sean fáciles de identificar, incluso en condiciones de baja iluminación. Asimismo, las rutas de evacuación deben estar iluminadas y ventiladas adecuadamente para evitar pánico o riesgos adicionales durante la evacuación.

2.5.1.3 Ventilación adecuada

Según la **NOM-001-STPS-2008**, los espacios laborales deben contar con sistemas de ventilación natural, mecánica o una combinación de ambas, que aseguren la renovación del aire, eviten la acumulación de contaminantes y mantengan una atmósfera segura para los trabajadores.

En actividades donde se generen vapores, humos, gases o partículas, la norma exige sistemas de extracción localizados que eliminen los contaminantes en su punto de origen. Además, se debe monitorear regularmente la calidad del aire para verificar que se mantengan los niveles permitidos de oxígeno y de sustancias tóxicas según la normatividad aplicable.

La ventilación también debe garantizar el confort térmico de los trabajadores, evitando temperaturas extremas que puedan afectar su desempeño o salud. Para ello, es importante considerar el tipo de actividad, el número de personas en el espacio y las características climáticas de la región.

2.5.1.4 Iluminación y señalización

La iluminación y señalización en los centros de trabajo son elementos esenciales para garantizar la seguridad y eficiencia operativa. La NOM-001-STPS-2008 establece los lineamientos para proporcionar condiciones de iluminación que permitan a los trabajadores desempeñar sus actividades de forma segura y

cómoda, así como la instalación de señalización que facilite la identificación de riesgos, rutas de evacuación y áreas específicas.

En cuanto a la iluminación, la norma exige que cada área de trabajo cuente con niveles adecuados de luz según las actividades realizadas. En la TABLA 7 se muestran ejemplos como, áreas donde se manejen objetos pequeños o maquinaria de precisión deben tener mayor intensidad lumínica que zonas de tránsito o almacenamiento, también se muestran los luxes necesarios por metro cuadrado, donde un lux se usa para determinar la cantidad de luz proyectada sobre una superficie. Asimismo, se requiere que la iluminación sea uniforme, sin deslumbramientos ni sombras que puedan dificultar la visibilidad.

Por otro lado, la señalización debe ser clara, visible y comprensible. Esto incluye el uso de colores y símbolos estandarizados para identificar riesgos, indicar prohibiciones, advertencias o instrucciones, y señalar rutas de evacuación y salidas de emergencia. Además, en áreas con poca iluminación o riesgo de fallas eléctricas, se deben instalar señales luminiscentes o con iluminación de respaldo.

Tabla 7 Clasificación de intensidad lumínica (Elaboración propia).

Clase de actividad	Intensidad de iluminación recomendada en lux por metro cuadrado
Recintos destinados solo a estancias, orientación.	60
Trabajos en los que el ojo debe percibir cosas detalladamente con contrastes altos.	120-150
Actividades que hacen necesario reconocer detalles medianos con contrastes.	500-700
Trabajos en que el ojo debe reconocer detalles medianos con contrastes.	1000-1500
Trabajos de precisión que requieren un reconocimiento de detalles muy precisos con contrastes reducidos.	2000-3000
Casos especiales en los que el trabajo a realizar impone altas exigencias, poco corrientes a las intensidades de iluminación, por ejemplo, operaciones clínicas.	5000 y mas

2.5.1.5 Distribución de áreas

La distribución de áreas en un centro de trabajo es un elemento importante para garantizar la seguridad, eficiencia y funcionalidad de las instalaciones. La planificación adecuada ayuda a optimizar el flujo de personas, materiales y equipos, minimizando riesgos laborales y mejorando la productividad.

Es de importancia que cada área esté diseñada para su propósito específico, considerando factores como el espacio necesario, las características de los procesos y las necesidades de los trabajadores. Por ejemplo, las zonas de almacenamiento deben ubicarse cerca de las áreas de recepción y despacho para reducir el tiempo y esfuerzo en el movimiento de materiales. Asimismo, las áreas de producción deben organizarse según el flujo lógico de los procesos, evitando cruces innecesarios o riesgos de colisiones.

La separación entre áreas críticas, como oficinas, producción y zonas de alto riesgo (almacenamiento de sustancias peligrosas o maquinaria pesada), también es fundamental. Esto no solo mejora la seguridad, sino que asegura un entorno de trabajo más ordenado. Además, es importante incluir espacios específicos para emergencias, como salidas de evacuación y puntos de reunión, así como zonas de descanso que promuevan el bienestar del personal.

2.5.2 NOM-036-1-STPS-2018

La Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018 establece los lineamientos para identificar, analizar, prevenir y controlar los factores de riesgo ergonómico relacionados con el manejo manual de cargas en los centros de trabajo. Este tipo de actividades puede generar lesiones musculoesqueléticas agudas o crónicas, por lo que la norma busca proteger la salud de los trabajadores mediante la implementación de medidas preventivas.

La norma aplica a todas las empresas en las que los trabajadores realicen actividades de manejo manual de cargas, definiendo estas como las acciones de levantar, bajar, empujar, jalar, transportar o sujetar objetos que impliquen esfuerzo físico. Establece límites de peso máximo, considerando factores

como género, edad, postura, frecuencia y duración de las tareas. Entre sus principales requisitos se destacan:

1. **Identificación de riesgos:** Las empresas deben realizar un análisis ergonómico de las actividades laborales para identificar factores de riesgo relacionados con el manejo manual de cargas.
2. **Evaluación de los factores de riesgo:** Se consideran elementos como el peso de la carga, las características del entorno (superficies, espacio, iluminación) y las capacidades físicas del trabajador.
3. **Medidas preventivas y de control:** Incluyen el rediseño de tareas, uso de herramientas auxiliares, capacitación del personal y adecuación del ambiente laboral.
4. **Capacitación y difusión:** Los trabajadores deben recibir capacitación periódica sobre técnicas seguras de manejo de cargas y concientización de los riesgos asociados.

Capítulo III. Estado del arte

3.1 Softwares de diseño

En la planeación y diseño de instalaciones es de gran importancia realizar la mejor elección de un software que permita y garantice la precisión, eficiencia y calidad de proyectos, y que a su vez garantice la satisfacción y el cumplimiento de los objetivos de la empresa, por lo que a continuación se muestran distintos softwares especializados en el diseño, donde se muestran características principales y sus aplicaciones, así como sus ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Como herramientas enfocadas en el diseño asistido por computadora (CAD) hasta softwares especializados en la simulación y visualización de entornos y objetos.

AutoCAD.

Es un software de diseño asistido por computadora (CAD) desarrollado por Autodesk aplicado a la creación de planos detallados de edificios, distribución de espacios y diseño de interiores, diseño de carreteras, puentes, diseño de piezas mecánicas, maquinaria, desarrollo de productos y prototipos.

AutoCAD es valorado por su versatilidad, precisión y su amplia adopción en múltiples industrias, en la TABLA 8 se muestran elementos importantes y destacables de esta plataforma.

Tabla 8 Software AutoCAD (Elaboración Propia).

Ventajas	Desventajas	Módulos	Precio
• Permite el diseño con una precisión milimétrica, ideal para dibujos técnicos, planos arquitectónicos y de ingeniería. • Soporta varios formatos como DWG, DXF y PDF • Los usuarios pueden personalizar comandos, automatización de tareas. • Cuenta con una alta gama de tutoriales hechos por los propios usuarios	• Es un software complejo, por lo que requiere tiempo considerable para que usuarios dominen funciones avanzadas • Las licencias de AutoCAD pueden ser costosas • Requiere un buen equipo para procesamiento de gráficos • No es el mejor programa para trabajos creativos, modelado orgánico	• AutoCAD LT • AutoCAD Architecture • AutoCAD Electrical • AutoCAD Electrical • AutoCAD Mechanical • AutoCAD MEP • AutoCAD Civil 3D • AutoCAD Map 3D • AutoCAD Plant 3D • AutoCAD Raster Design • AutoCAD Advance Steel (Autodesk, 2024b)	Suscripción anual: \$ 36210.06 MXN Suscripción mensual: \$4562.66 MXN Suscripción por 3 años: \$ 108630 MXN

Revit

Es un software BIM desarrollado por Autodesk, utilizado principalmente en la arquitectura, ingeniería y construcción para el diseño modelado y documentación de edificios o estructuras. Revit a diferencia de otros softwares CAD, permite realizar un modelo 3D inteligente incluyendo información detalla de elementos del proyecto, por lo que facilita la colaboración entre múltiples usuarios reduciendo errores, en la TABLA 9 se muestran elementos importantes y destacables de esta plataforma.

Tabla 9 Software Revit (elaboración propia).

Ventajas	Desventajas	Subsistema	Precio
• Permite la colaboración de diferentes usuarios a la vez • Los cambios en el modelado 3D se actualizan automáticamente en los planos 2D y sus demás vistas • Tiene herramientas de simulación y análisis de estructuras, instalaciones y eficiencia energética • Es compatible con otros productos de AutoDesk, soportando varios formatos	• Curva de aprendizaje considerable ya que es un software complejo y robusto • Requisitos altos de hardware • Costo de suscripción alto • Si el usuario no está adaptado a softwares BIM, tendrá complicaciones para utilizarlo	• Revit Architecture • Revit Structure • Revit ME • Revit LT (Autodesk, 2024a)	Suscripción mensual: \$ 6871,27 MXN Suscripción anual: \$ 55163,75 MXN Suscripción por 3 años: \$ 165491,24 MXN

Blender

Es un software de código abierto gratis, el cual es utilizado principalmente para la creación de gráficos y animaciones 3D desarrollado en 1998 por Ton Roosendaal, Blender a evolucionado a lo largo de los años convirtiéndose en una herramienta multipropósito, que puede ser empleada en distintos ámbitos como diseño gráfico, animación, modelado D, simulación, efectos visuales (VFX), realidad aumentada y postproducción de video. También Blender es ampliamente utilizado por profesionales como por aficionados o personas que se adentran a el mundo del diseño, gracias a su flexibilidad, capacidad para manejar diferentes aspectos de producción 3D y con una amplia comunidad de desarrolladores y usuarios que mejoran continuamente el software, en la TABLA 10 se muestran elementos importantes y destacables de esta plataforma.

Tabla 10 Software Blender (elaboración Propia)

Ventajas	Desventajas	Subsistemas	precio
- Es un software completamente gratuito, además al ser de código abierto los usuarios pueden modificar y personalizar según sus necesidades. - Esta disponible para para Windows, macOS y Linux, accesibilidad para cualquier usuario. - Incluye herramientas como modelado 3D, simulación de partículas, fluidos, cabello, piel, físicas, texturizados, escultura digital, etc. - Actualizaciones frecuentes que incluyen mejoras de rendimiento, herramientas nuevas, entre otras.	- Blender, aunque es una herramienta completa, puede ser complicado para nuevos usuarios, ya que requiere tiempo y esfuerzo para dominarlo. - En comparación con otras herramientas premium de la industria, puede tener dificultades al manejar escenas extremadamente complejas o con efectos visuales de gran escala. - Cuenta con una gran variedad de	- Modelado 3D - Animación - Simulación - Renderizado - Texturizado y sombreado - Estructura digital - Postproducción y edición de video - Realidad Virtual	Gratuito

• Comunidad amplia que contribuyen con tutoriales, plugins y mejoras del software.	formatos, pero en ocasiones puede presentar limitaciones de compatibilidad.		
--	---	--	--

SolidWorks

SolidWorks es un software CAD orientado al modelado 3D paramétrico, fue desarrollado por Dassault Systèmes, también es una herramienta ampliamente utilizada en la industria mecánica y manufactura, lo que permite a los usuarios a diseñar, crear prototipos, analizar piezas y crear ensambles complejos en la fabricación contando con una interfaz intuitiva diseñada para reducir la curva de aprendizaje. De igual forma permite al usuario a través del análisis de piezas o modelos prever el comportamiento físico bajo diferentes condiciones antes de llevarlo a la fabricación como un análisis térmico, dinámicos y de fluidos, en la TABLA 11 se muestran elementos importantes y destacables de esta plataforma.

Tabla 11 Software SolidWorks (elaboración propia)

Ventajas	Desventajas	Subsistema	Precio
• Cuenta con una interfaz intuitiva y amigable para el usuario • Incluye herramientas de simulación para el análisis de piezas • Cuenta con una biblioteca de piezas estándar y componentes reutilizables • Cuenta con alta gama de tutoriales, cursos y soporte técnico	• Costo elevado para poder adquirirlo • Para ensambles grandes o complejos requiere un nivel alto de hardware • SolidWorks solo está disponible en Windows	• SolidWorks estándar • SolidWorks Profesional • SolidWorks Premium • SolidWorks Simulation • SolidWorks Flow Simulation • SolidWorks Electrical • SolidWorks PDM • SolidWorks Composter (Dassault Systèmes.2024)	Versión estándar: \$ 25 065,63 MXN Versión Profesional: \$ 28 936,77 Versión Premium o perpetua: \$ 154 748,82 Con un costo de mant.. Anual de \$ 38 614,62

AVEVA E3D

AVEVA E3D es un software CAD especializado en el diseño de plantas industriales, es mayormente utilizado en los sectores petrolero y gases, petroquímica, energía donde se requiere de diseños detallados de las instalaciones y plantas que pueden llegar a manejarse. Permite crear modelos 3D de plantas completas, con la integración de información sobre tuberías, estructuras, equipos y sistemas eléctricos, lo que puede facilitar el diseño, simulación y la gestión del modelado o proyecto a realizar, en la TABLA 12 se muestran elementos importantes y destacables de esta plataforma.

Tabla 12 Software AVEVA E3D (elaboración propia)

Ventajas	Desventajas	Subsistema	Precio
• Soporta el trabajo simultáneo de varios departamentos (estructuras, tuberías, eléctricos). • Detección automática de interferencias garantizan que los diseños estén libres de conflictos antes de llegar a la fase de construcción. • Ayuda a reducir costos al prever problemas potenciales en el diseño antes de la construcción y optimizar el uso de recursos. • Los usuarios pueden personalizar el software para adaptarlo a los requisitos específicos de cada proyecto.	• Requiere una capacitación significativa, ya que es un software complejo. • Requiere equipos de alto rendimiento. • Algunos de sus módulos son criticados por tener una interfaz obsoleta en comparación a otros softwares.	• Diseño de tuberías • Diseño estructural • Diseño eléctrico • Manejo de equipos • Dibujo Isometrico (AVEVA Group Limited, 2024).	Gratuito Cuenta con tarifas ajustables a cada cliente u empresa

Bentley systems

Es una compañía especializada en software para soluciones en ingeniería, arquitectura, construcción y operación de infraestructura. Sus productos están enfocados en el diseño, análisis y gestión de proyectos en áreas de transporte, energía, recursos hídricos y construcción, sus herramientas están enfocadas a profesionales que necesitan modelar y gestionar infraestructuras complejas, como plantas industriales, carreteras, puentes y redes eléctricas, en la TABLA 13 se muestran elementos importantes y destacables de esta plataforma.

Tabla 13 Bentley (Elaboración Propia)

Ventajas	Desventajas	Subsistema	Precio
- Ofrece una gama completa de software para diseñar, simular, analizar y gestionar infraestructuras. - Muchos de los productos de Bentley, permiten crear modelos tridimensionales altamente detallados, facilitando el análisis y visualización de infraestructuras complejas. - Las herramientas de Bentley están diseñadas para ser interoperables con otros sistemas CAD y BIM - Tiene herramientas para evaluar el impacto ambiental de los proyectos y optimizar la sostenibilidad en el diseño y	- Algunas de sus herramientas requieren una formación, ya que son complejas y son diseñadas para usuarios profesionales en este ámbito. - El software y herramientas o subsistemas que ofrece son costosos, lo que hace que exista una barrera para los usuarios, pequeñas empresas y personas que ofrecen servicios a terceros. - Al ser un software con herramienta extensas, se requiere de equipos de computo con hardware de	- MicroStation - OpenRoads - OpenBuildings - OpenPlant - ProjectWise - STAAD Pro - AssetWise - ContextCapture - OpenFlows - PLAXIS 3D - SYNCHRO 4D	Los costos varían según el producto(subsistema) a adquirir. Por ejemplo, de los más destacados: - MicroStation- USD \$2284 por 12 meses. - ProjectWise- USD \$877 por 12 meses. - PLAXIS 3D- USD \$10339 por 12 meses. - SYNCHRO 4D- USD \$4280 por 12 meses. (Bentley, 2024).

operación de infraestructuras. • Da soluciones robustas para la gestión de proyectos de gran escala, incluyendo herramientas de colaboración y gestión de datos, que optimizan la coordinación entre equipos y el seguimiento de los activos a lo largo de su ciclo de vida.	requisitos altos.		
---	--------------------------	--	--

3.2 Usos de Blender

A continuación, se presenta una recopilación y análisis de distintos artículos donde se muestran los usos que se le han dado al software en diversas profesiones, en estos ejemplos mostrados en la TABLA 14 se destacara los resultados obtenidos tras el uso de este, identificando las fortalezas, limitaciones y el impacto que genera en cada una de las disciplinas, donde, de igual manera, podremos identificar patrones de uso y las razones por las cuales optaron en utilizar el software.

Tabla 14 Usos de Blender en otros contextos

Artículo	Autor	¿Que se realizó?	Cuáles fueron los resultados
Blender in architectural modeling: Case: Modeling of Kalevalatalo.	Sami Nykänen	Se realizó un modelo 3D del edificio Kalevalatalo fue basado a planos realizados por Eliel Saarinen en 1921. El objetivo fue estudiar las capacidades del software para el modelado arquitectónico y hacer una comparación entre los distintos softwares convencionales CAD.	Como resultado se obtuvieron tres modelos de este edificio, divididos por niveles de detalle. Un modelo Low-poly (baja cantidad de polígonos) Un modelo Med-poly (mediana cantidad de polígonos) Un modelo High-poly (alta cantidad de polígonos). “Los polígonos son piezas que constituyen una forma tridimensional”. Demostrando que al utilizar Blender como una herramienta para arquitectura es viable ya que permite tener una mejor interpretación del plano principal a pesar de que el diseño realizado solo era con la intención de una visualización artística y fotorrealista. (Nykänen, 2017).

Comparative analysis between 3D-printed models designed with generic and dental-specific software	Pazán Morales Domenica Patricia	Junto con la combinación de otros softwares como Exocad e InLAB fue utilizado para una comparación entre softwares comunes en el ámbito odontológico como G-CAD y D-CAD (CAD/CAM) para medir la precisión de modelos 3D en el ámbito odontológico que este caso se hizo se digitalizo un tipodonto con un escáner intraoral donde los modelos obtenidos se exportaron a formato STL	Como resultado Blender formo parte de distintos grupos en combinación con los otros softwares, donde se demostró que el grupo 4 (Blender-InLAB) obtuvo el promedio más alto y con mayor precisión en comparación a el grupo 5 con menos promedio (Meshmixer- Blender), Aunque no se encontró una diferencia significativa en la precisión de los modelos producidos en los softwares convencionales, la combinación de grupos de software dental y CAD, demostraron una mayor precisión y tolerancia.(Pazan, 2023).
Desarrollo de una nueva versión de BioBlender, un módulo de Blender para visualización de biomoléculas	Ramos et al.	Se realizo la representación visual de biomoléculas (BioBlender), como proteínas, ácidos nucleicos, potencial electrostático y potencial lipofílico molecular, de manera fotorealista utilizando renderizado.	Se implemento la representación visual con Blender de las biomoléculas, permitiendo ver la cadena principal de las proteínas como sus cadenas laterales, hidrógenos y superficies 3D, logrando así la optimización en el cálculo del potencial lipofílico y electrostático, con texturación avanzada mediante nodos de sombreado, también se restructuro el sistema de representación de partículas en las trayectorias de campo eléctrico de las biomoléculas, obteniendo una visualización fluida del flujo de estas partículas en movimiento y se implementó una función por medio de la reestructuración del código y la creación de módulos para mejorar la accesibilidad y control del sistema. Con ello se generó la función que permite exportar secuencias de movimiento de proteínas, representado simultáneamente el potencial electroestático y lipofílico. (Ramos et al, 2021).

Diseño y creación de un personaje 3D para un videojuego MOBA	Lozano J.	Se realizó el modelado en 3D de un personaje humanoide para un videojuego MOBA siguiendo el proceso “box modeling” que es la refinación de una forma básica hasta obtener un resultado detallado de esa figura, de igual forma se crearon huesos que generan la movilidad del personaje mediante el proceso de rigging, además del uso de shape keys que es la deformación de objetos y darles nuevas formas para animar expresiones faciales y darle más vitalidad al personaje. Y se animaron habilidades del personaje realizando usando cinemática directa.	El resultado final fue el diseño, modelado, texturizado y animado de un personaje 3D en su totalidad en Blender, también se generaron renders del personaje y sus habilidades utilizando el motor de Eevee. Y se creó un video en Adobe Premiere que muestra lo mencionado anteriormente. (Lozano, 2022).
Architectural Design in Open-Source Software	Kevan Cress, Philip Beesley	Se utilizó como parte de una iniciativa para desarrollar MeasureIt-ARCH, la cual es un complemento de Blender que es utilizado para visualizar medidas en la ventana de trabajo que facilita el proceso de diseño de objetos y puede ser utilizado en diseño arquitectónico. Donde el objetivo principal fue proporcionar una alternativa para utilizar un software de diseño arquitectónico, para reducir las barreras entre los usuarios y pudieran colaborar de manera abierta en proyectos sin tener que utilizar softwares de pago.	Entre los resultados obtenidos por el/los autores fue el dimensionamiento y la anotación en 3D directamente en Blender, aprovechando el entorno que ofrece el software sin la necesidad de trabajar en planos 2D, también el complemento de MeasureIt-Arch demostró que puede posicionar automáticamente dimensiones en función geométrica de un modelo, lo que ayuda a reducir el tiempo de diseños complejos, y a través del trazado dinámico el complemento utilizado puede ajustar los trazados de líneas en el plano 3D, lo que permitió generar y modificar más rápido las anotaciones del diseño arquitectónico. (Cress et al,
COLLEGE 3D MODEL USING BLENDER	Dhepe et al.	Se creó un modelo 3D interactivo de un campus universitario (MGM College of Engineering and	Se realizó el modelado en 3D del campus universitario (MGM College of Engineering and Technology), que con la obtención de este modelo se puede comprender y

		Technology), donde se indica la utilidad del modelado 3D para la enseñanza y navegación en el entorno, esto con el objetivo de que estudiantes, administrativos y profesores puedan realizar recorridos virtuales por el campus y tener una representación detallada del mismo y satisfaga las necesidades de todas las partes interesadas.	presentar de manera efectiva el entorno del campus, permite visualizar las relaciones espaciales y estética del diseño del campus. Lo que permite que estudiantes potenciales que viven lejos o en el extranjero puedan visitar el campus de manera virtual, lo que les puede ahorrar dinero y tiempo. También lo que facilita a construcciones o remodelaciones futuras del campus y lo que permite a que cualquier persona tenga acceso a explorar el campus. (Dhepe et al, 2024).
Open source systems and 3D computer design applicable in the dental medical engineering Industry 4.0 – sustainable concept	Mrugalska et al.	En este artículo se crearon modelos dentales en 3D, donde específicamente fue utilizado para el diseño y modelado de estructuras dentales como: dientes, implantes, coronas, entre otros componentes haciendo uso de técnicas de malla poligonal, donde también se hizo uso de complementos como Human Teeth y BDENTAL con el uso de estos elementos se simplificó el proceso de diseño proporcionando diseños dentales 3D predefinidos.	Se destacó que Blender en conjunto con los complementos y las capacidades de scripts en Python, permitió la creación geométrica 3D precisa, lo que es parte esencial para la fabricación y modelado de prótesis dentales, implantes y herramientas de alta precisión en el ámbito odontológico, esto contribuyó a generar un avance de la industria 4.0 en este sector (Salud dental), ya que permitió producir productos odontológicos de alta calidad mediante tecnologías modernas de diseño y manufactura.

Blender Geometry Nodes Node- based Procedural Modelling for a Short Film	Lappi M.	Se utilizo en conjunto con el complemento Geometry Nodes de su versión 2.93 el cual permite el modelado automatizado haciendo que no todo el proceso de diseño sea del todo manual o que el usuario intervenga en todo ese proceso. Permitiendo hacer una evaluación de este complemento que ofrece el software examinando casos prácticos para después probarlo para el modelado de un cortometraje.	Como resultado principal se intentó utilizar geometry Nodes para generar el rig de un personaje principal, aunque no se tuvo éxito con esto, el sistema fue utilizado para generar un tipo de criaturas las cuales fueron colocados en capsulas de laboratorio, estas criaturas fueron formadas de manera automática presentaban variaciones entre cada una como las extremidades generadas y ojos. También con este complemento se realizó un generador de pasillos para uno de los personajes, lo cual detecto objetos con curva, detectando esquinas y colocando paredes mientras la transición del personaje. Esto permitió demostrar que con el uso de este personaje se puede tener un enfoque flexible y rápido para poder crear entornos detallados, logrando que estos se pudieran ajustar fácilmente sin tener que rehacer el modelado manual.
---	-----------------	--	---

3.2 Análisis

Después de explorar 6 softwares importantes aplicados según sus características, en la ILUSTRACIÓN 12, se presenta un gráfico donde se puede observar el costo de adquisición por consumidor de cada uno de los softwares, resaltando que los pagos de cada uno son de manera mensual.

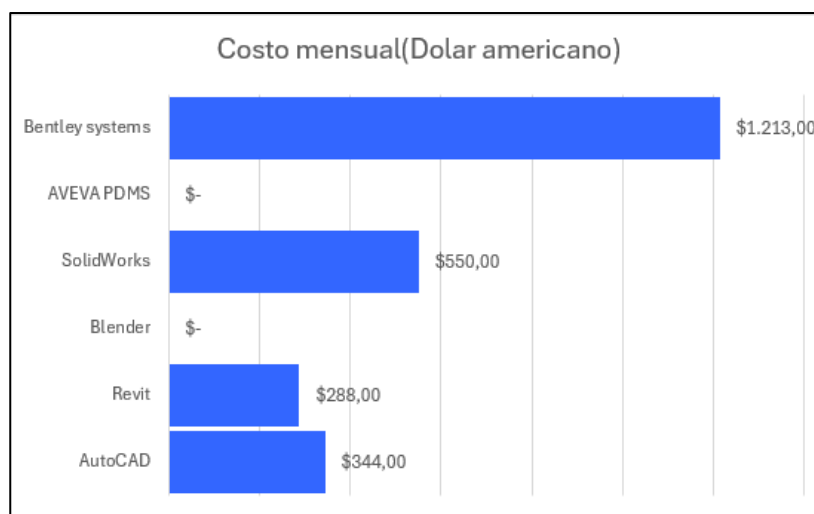


Ilustración 12 Costos mensuales de cada software (Elaboración propia).

Por otro lado, en la TABLA 15 se muestra una comparación de los costos por la realización de un proyecto diseño de los softwares analizados. Donde se observa que el costo es elevado para poder realizar un proyecto en los softwares convencionales o más conocidos, por otro lado, Blender al ser un software de código libre y ser gratuito en su totalidad permite ser adaptado a las necesidades que presente la empresa y solo se paga el salario del contribuyente.

Tabla 15 Costos por proyecto (Elaboración propia).

Software	Costo por proyecto
AutoCAD	\$10000-\$20000
Revit	\$12000-\$24000
Blender	Gratis

SolidWorks	\$10000-\$24000
AVEVA E3D	\$20000-\$30000
Bentley systems	\$16000-\$28000

Donde los softwares más conocidos o utilizados en el diseño de instalaciones son AutoCAD y SolidWorks, aun que cuentan de 8 a 11 subsistemas de trabajo, los costos para adquirirlo son elevados en el caso de que un estudiante desee adquirirlo para la realización de sus proyectos. Por otro lado, Revit cuenta con solo 4 subsistemas y el costo sigue siendo elevado para su adquisición, además de que su enfoque es para diseño y modelado en construcción y arquitectura. En cuanto a Bentley systems su costo mensual es aún más elevado a diferencia de los softwares anteriores y su uso se enfoca en lo corporativo y especializado en el uso de una empresa para el diseño, análisis y gestión de proyectos en áreas de transporte, energía, recursos hídricos y construcción. Por ultimo los softwares AVEVA y Blender son gratuitos para cualquier usuario por lo que es una ventaja ante los demás softwares, pero AVEVA cuenta con interfaz de trabajo discontinuada en distintos de sus subsistemas lo que lo vuelve obsoleto en ese aspecto, en comparación a Blender más aun de ser un software gratuito, es un software de código abierto lo que quiere decir que cualquier usuario puede modificar, mejorar e inspeccionar el código fuente según las necesidades de este, además de que recibe actualizaciones cada 4 meses. Por lo tanto en la ILUSTRACIÓN 13 se muestra con una gráfica los módulos con los que cuenta cada uno de estos softwares

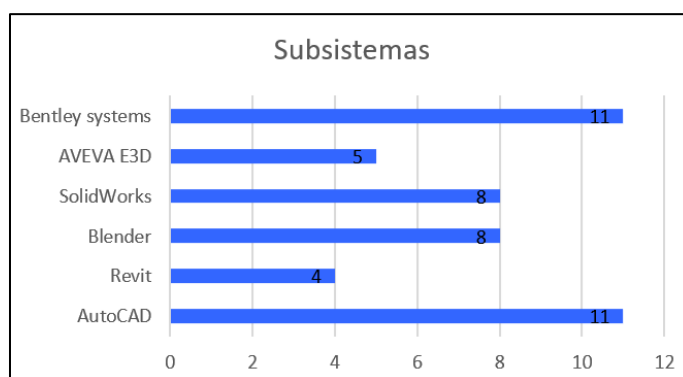


Ilustración 13 Subsistemas de cada software (Elaboración propia).

Se ha determinado utilizar Blender para realizar el diseño de una instalación, dado que sus funciones permiten al usuario realizar modelado 3D de proyectos simples y complejos como equipos, maquinarias y espacios con buen detalle, además de que su capacidad de renderizado genera visualizaciones realistas, útiles para presentaciones, evaluación de diseños y simulaciones de un layout, por ejemplo.

En la ILUSTRACIÓN 14 se muestran los softwares utilizados actualmente para diseñar una distribución de planta (Layout) en donde el grafico de pastel indica que AutoCAD es el software dominante con un 35% seguido de FlexSim con un 20%, SketchUp, Tecnomatix ambos con 15%, mientras que Factory Design y AVEVA E3D tiene menor frecuencia en su uso para este aspecto, además de que hay un 3% con softwares que tienen un uso mínimo a comparación de los otros. Esto significa que los usuarios prefieren utilizar softwares mas tradicionales o mayor mente conocidos.

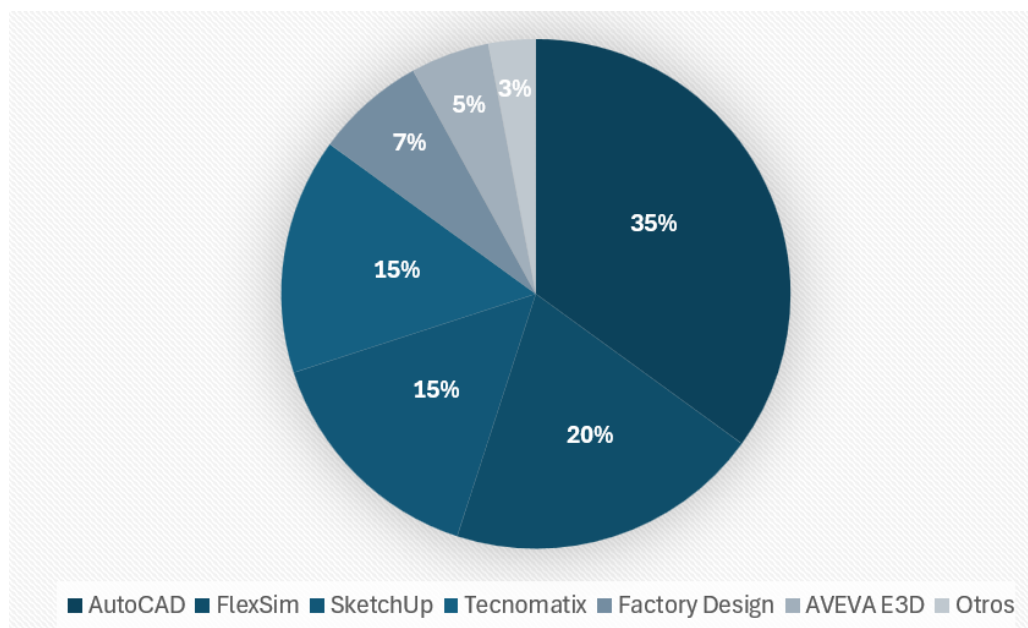


Ilustración 14 Softwares más utilizados actualmente.

Por otro lado, a través de la exploración de distintos autores que han utilizado Blender en diferentes ámbitos, no se ha descubierto que Blender se haya utilizado en Ingeniería Industrial para la planeación y diseño de instalaciones industriales, por lo que en la figura 3 se muestra el análisis de 8

artículos/autores donde se utilizó Blender y el porcentaje con respecto a la aplicación a distintas profesiones, demostrando que las más relevantes fueron arquitectura y salud en el ámbito odontológico, aunque no se realizó un análisis exhaustivo de más artículos, se sabe que el software Blender es utilizado con mayor frecuencia para animación y diseño, videojuegos e impresión 3D, se destaca que es una opción para poder realizar el diseño de una instalación industrial.

El funcionamiento de Blender requiere de herramientas para su ejecución óptima, a través de un análisis realizado (ver TABLA 14) se muestran de 8 aportaciones para el diseño de las diferentes áreas según su necesidad, en la TABLA 16 se muestran profesiones en las cuales se utilizó el software para el diseño de objetos, entornos, etc. Dada la gama de aplicaciones que se tiene con este software para el diseño y simulación de diferentes objetos, entornos, animaciones, se concluye que es un software apto para el diseño de un layout de un proceso. Además de que en la ILUSTRACIÓN 15 se muestran de manera grafica el uso que se le a dado a Blender en los artículos analizados de estas profesiones

Tabla 16 Usos y aplicaciones de Blender (Elaboración propia).

Profesión	Uso
Arquitectura	Creación de modelos 3D de edificios
Odontología	Digitalización y medición de precisión en modelos dentales y el diseño de dientes, implantes, etc.
Videojuegos	Diseño de personajes 3D, modelado automatizado
Educación	Modelado 3D interactivo de un campus
Química orgánica	Representación de biomoléculas



Ilustración 15 Usos del software Blender en profesiones (Elaboración propia).

Selección de la mejor opción

En base a un análisis detallado de 6 softwares de diseño a través de la revisión de aportaciones, proyectos, tesis, páginas web, etc. Se determinaron los 6 mejores softwares con relación a sus características, ventajas, desventajas, subsistemas y precios donde se incluye el enfoque, usos, compatibilidad con el sistema operativo entre otros, se muestran en la TABLA 17.

Tabla 17 Softwares analizados (Elaboración propia).

	Software
1	AutoCAD
2	Revit
3	Bentley systems
4	SolidWorks
5	AVEVA E3D
6	Blender

Posteriormente, se realizó la selección minuciosa basada en las características, funciones, subsistemas, ventajas, desventajas y costos para la adquisición del software, además de incluir aspectos como precios donde se incluye el enfoque, usos, compatibilidad con el sistema operativo, navegación lo cual llevó a 4 softwares recomendables. Los cuales se muestran en la TABLA 18.

Tabla 18 Reducción a 4 softwares (Elaboración propia).

	Software
1	AutoCAD
2	Revit
3	Bentley Systems
4	Blender

Por último, en la TABLA 19 se muestra el mejor software. Fue seleccionado como una alternativa, ya que, según sus características, funciones, modulo y lo más importante que es un software gratuito para cualquier usuario, posibilita realizar el diseño optimo de una instalación por lo que llega a ofrecer.

Tabla 19 Mejor Software (Elaboración propia).

	Software
1	Blender

Capítulo IV. Metodología.

4.1 Metodología

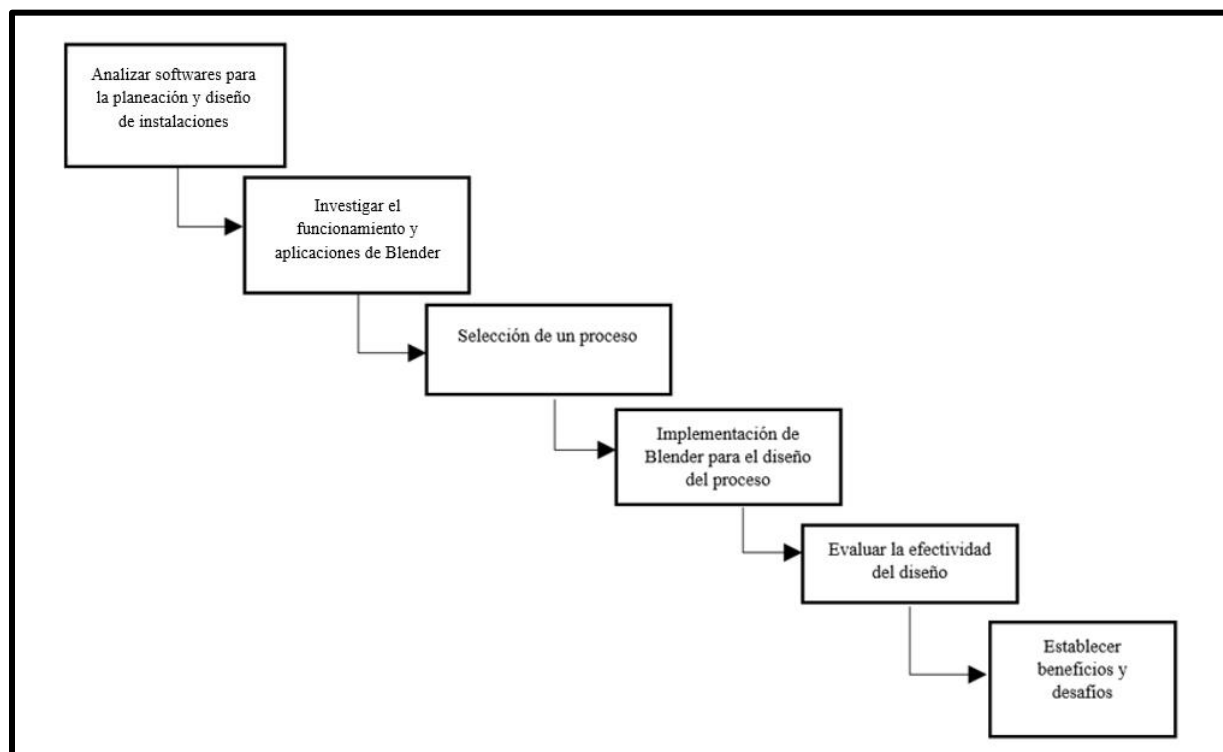


Ilustración 16 Metodología (Elaboración propia).

Analizar softwares para la planeación y diseño de instalaciones.

Se analizarán distintos softwares que son utilizados para el diseño de instalaciones de una planta industrial.

Investigar el funcionamiento y aplicaciones del software Blender.

Conocer las aplicaciones que se le ha dado al software Blender, además de utilizar como guía, video tutoriales y trabajos de autores, conociendo las limitantes que pudiera llegar a tener el software.

Selección de un proceso industrial

Se hará la selección de propuesta de diseño de un proceso industrial para realizar la planeación y diseño del proceso

Implementación de Blender para el diseño del proceso

Con ayuda del software se realizará el diseño tridimensional del proceso seleccionado, donde se utilizarán herramientas que ofrece el software

Evaluar la efectividad

A través de pruebas con Blender, se evaluará la efectividad mediante la creación de modelos 3D, analizando la capacidad que tiene el software, donde de igual manera se realizara un comparativo con la realización del mismo diseño a través de otro software.

Establecer los beneficios y desafíos

A través de la evaluación de la efectividad e implementación del software mencionado para el diseño de instalaciones se determinarán los puntos positivos de esta simulación y su efectividad en el mundo real. Lo que se pretende es generar menos errores en el diseño de una instalación y reducir los tiempos de planeación al igual de que se desea mejorar la flexibilidad al implementarla.

Entre los desafíos que pudieran presentar de primera mano sería detectar si esto puede generar algún costo que no beneficie al usuario, al igual que la curva de aprendizaje sea lenta por no tener la familiarización con el software Blender y así pudieran existir limitaciones a la simulación.

Capitulo V. Resultados y discusión

5.1 Análisis y funcionamiento del software Blender

Blender es un software el cual permite crear contenido 3D, en películas, efectos visuales, arte, modelos de impresión, gráficos en movimiento, realidad virtual, etc. Ya analizado el software se comienza con su adquisición desde de la página oficial, donde solo se ofrece una única versión gratuita. En la ILUSTRACIÓN 17 se muestra el software ya instalado, posterior a comenzar a usar le software se muestra una ventana donde se configuran las preferencias de la interfaz, recomendando que se deje en predeterminado.

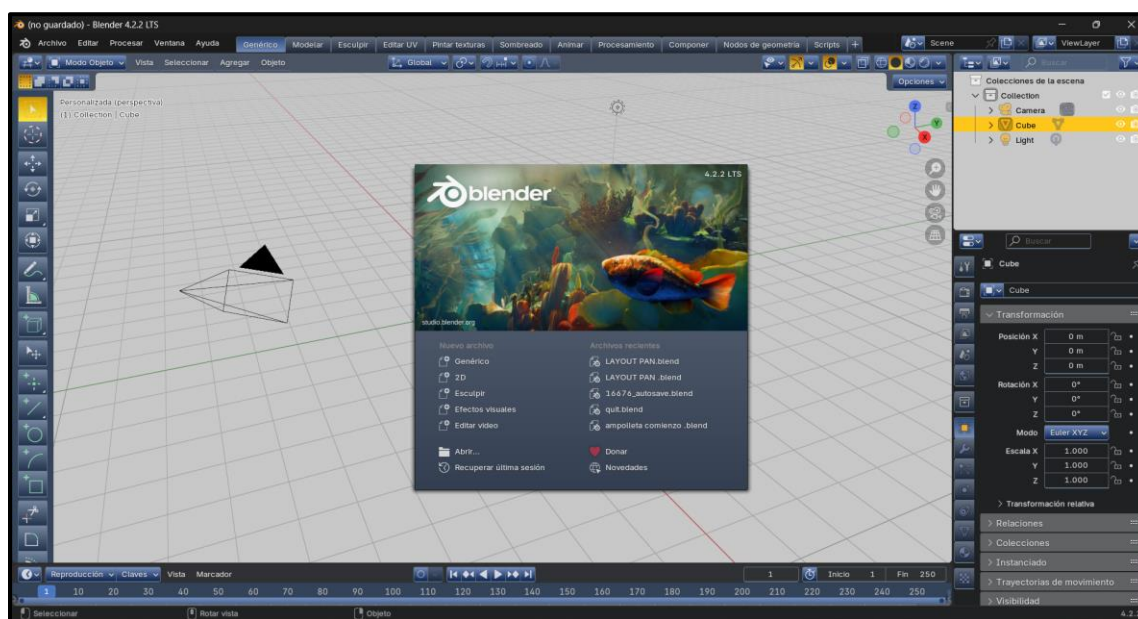


Ilustración 17 Pantalla de inicio.

Posteriormente al elegir el archivo a trabajar, se muestra el área de trabajo y todos los comandos con los que cuenta el software. En la ILUSTRACIÓN 18 se pueden observar rectángulos de distintos colores, donde el rectángulo de color rojo muestra la barra superior que tiene barra de menú y espacios de trabajo donde se pueden realizar distintos modos de edición como la vista tridimensional, modelado, esculpido, mapeo de texturas, pintura de textura, programación, entre otros. En el cuadrado de color verde se muestra el editor listas, donde se muestra todos los elementos de una escena que por defecto viene un

ubo, cámara e iluminación y se muestran en forma de lista. En los cuadrados rosa y amarillo se observa el editor de propiedades en el cual el cuadrado rosa se muestran comandos que están orientados a propiedades de la escena como renderizado, capas de escena, unidades de medida y colores del mundo. Y el cuadrado amarillo resalta comandos que están orientados a propiedades del objeto activo donde se configuran características del objeto como escala, animación, modificadores del objeto, partículas del objeto, etc. Y por último en la parte inferior encerrado en un rectángulo morado se muestra el editor de línea de tiempo que por medio de fotogramas se pueden componer animaciones.

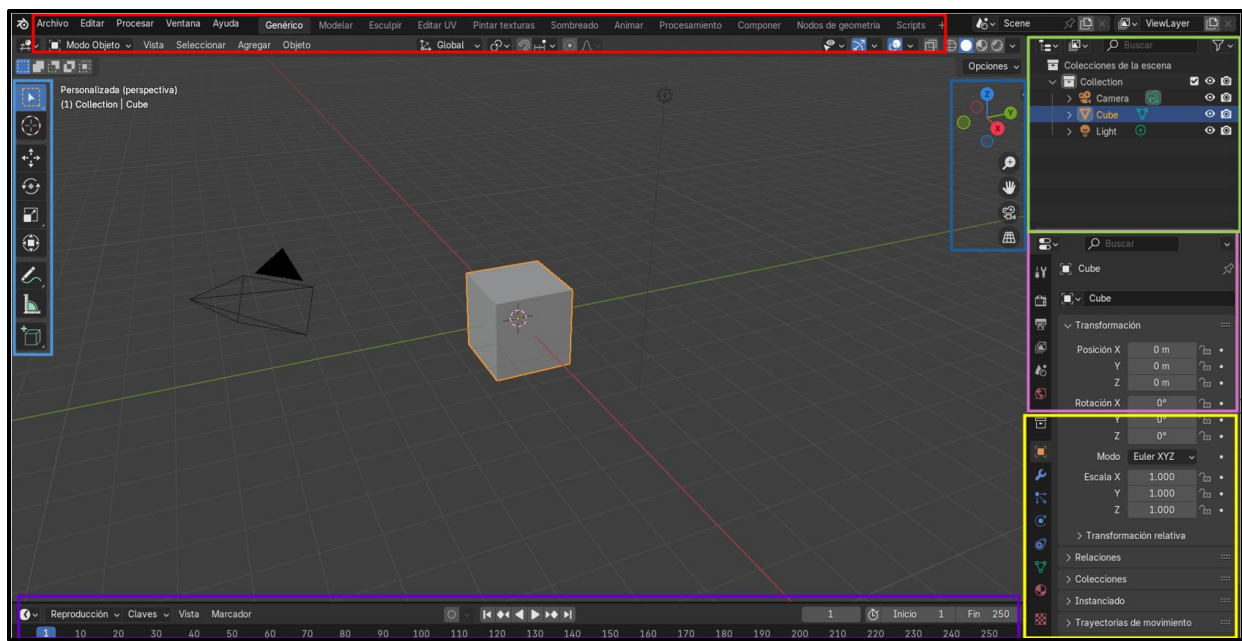


Ilustración 18 Interfaz Gráfica (Elaboración propia).

Para poder tener una mejor relación con los modos de interacción del software en la ILUSTRACIÓN 19 se muestra una tabla que se divide en modo objeto, modo edición y modo esculpido, donde se detallan características de cada uno, también se puede observar que en cada modo se activan distintas herramientas para trabajar con un objeto activo según se desee.

En el primer modo permite trabajar con objetos para poder moverlos, asignar una escala o poder rotarlo. En el modo edición permite realizar modificaciones a la geometría de un objeto como vértices, bordes y caras, al igual que ayuda a diseñar y ajustar con precisión. Y el modo esculpido que se utiliza para moldear formas orgánicas utilizando pinceles para generar detalles en la superficie del objeto.

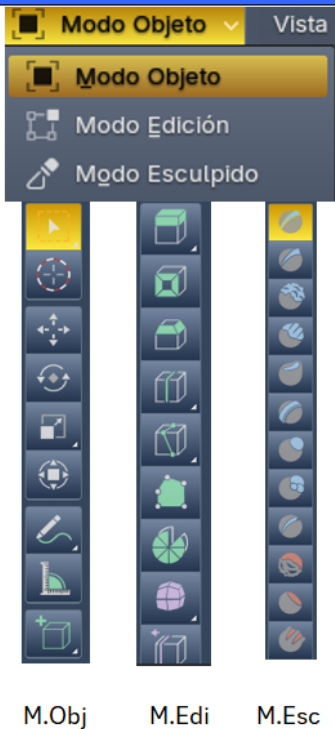
Modos de interacción						
	Definición	Nivel de detalle	Manipulación del objeto	Funciones principales	Propósito	Ilustración
Modo Objeto	Permite trabajar con objetos como entidades completas.	Objeto completo.	Global: mover, escalar, rotar objetos.	Global: mover, escalar, rotar objetos.	Organización de la escena.	
Modo Edición	Se utiliza para modificar directamente la geometría de un objeto.	Geometría básica (vértices, bordes, caras).	Modificaciones manuales vértice a vértice.	Modificaciones manuales vértice a vértice.	Diseñar y ajustar la geometría exacta.	
Modo Esculpido	Ayuda a modelar formas orgánicas mediante herramientas de esculpido.	Superficie detallada.	Pinceles para moldear la superficie.	Pinceles para moldear la superficie.	Crear y refinar formas orgánicas.	

Ilustración 19 Modos de interacción (Elaboración propia).

5.2 Desarrollo de propuesta de diseño (Elaboración de pan blanco en barra)

Al hacer uso del software su propósito principal es presentar una propuesta de diseño. Para el cual se generará la creación de un layout del proceso de producción de pan blanco utilizando Blender. El cual permitirá la visualización del proceso de producción de pan.

El proceso comienza en el almacén de materia prima, donde los ingredientes principales se encuentran en silos que permiten una distribución precisa para el mezclado de la masa. Estos ingredientes (harina, levadura, agua, aceite, azúcar y sal) son transportados a una mezcladora en espiral, que se encarga de integrarlos hasta obtener una masa homogénea.

A continuación, la masa es trasladada mediante bandas transportadoras a la siguiente etapa: el laminado. En esta fase, la masa es prensada hasta alcanzar el espesor adecuado, tras lo cual pasa por guillotinas que la cortan en porciones exactas. Posteriormente, estas porciones son colocadas en charolas y pesadas antes de ingresar a la cámara de fermentación.

En la cámara de fermentación, la masa aumenta su volumen bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Una vez fermentada, pasa al horno, donde se lleva a cabo la cocción que da lugar al pan.

Tras el horneado, las piezas de pan son trasladadas a una cámara de enfriamiento, donde se regulan sus niveles de humedad para conservar su suavidad. Luego, las barras de pan pasan a una cortadora, que las divide en rebanadas iguales. Finalmente, en la etapa de empaque, las rebanadas de pan son selladas en bolsas, colocadas en charolas de transporte y enviadas al almacén de producto terminado.

Por lo que en la ILUSTRACIÓN 20 se muestra el diagrama de operaciones del proceso mencionado anteriormente, en el cual se visualiza el proceso y las diferentes etapas por las que pasa, ya que consta de 14 operaciones de entre las cuales se encuentra mezclado corte, fermentado, horneado, entre otros. y 7 inspecciones de las cuales para que el proceso se pueda efectuar de la mejor manera.

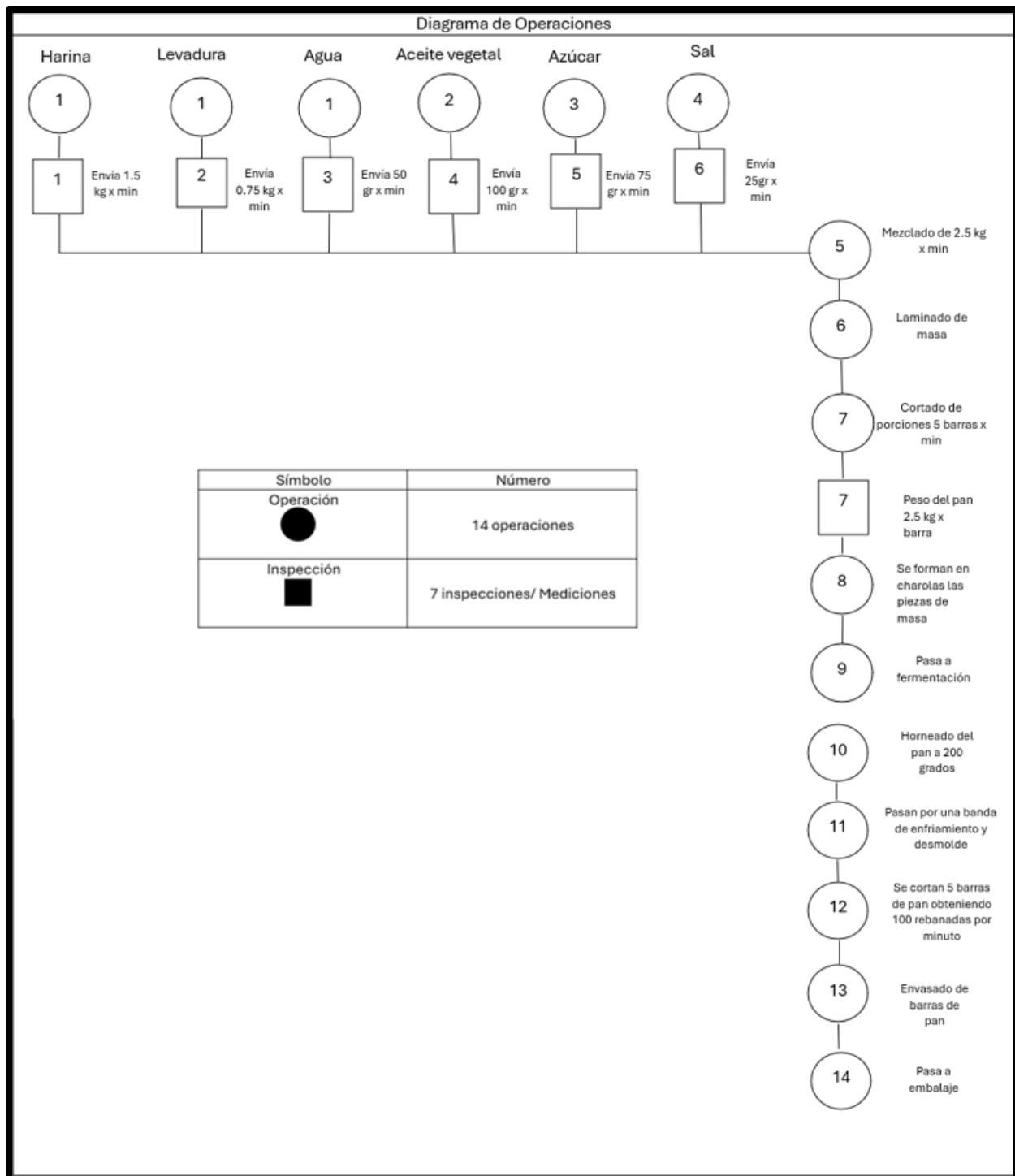


Ilustración 20 Diagrama de operaciones. (Elaboración propia).

Para el cálculo de porciones de una barra de pan blanco 500 gr, primero se mencionan los ingredientes necesarios los cuales son harina, agua, levadura, sal, aceite y azúcar y sus respectivas porciones por la elaboración de cada barra de pan blanco, los cuales se muestran en la TABLA 20.

Tabla 20 Ingredientes para la elaboración de una barra de pan (Elaboración propia)

Ingredientes	Porciones
Harina	300 gr.
Agua	150 gr.
Levadura	10 gr.
Sal	5 gr.
Aceite	20 gr.
Azúcar	15 gr.

Para el cálculo de la producción y el espacio que se necesita para el almacén de producto terminado. Se tomo en cuenta la capacidad de hacer el corte de 100 rebanas de pan blanco durante un minuto y que encada empaquetado se pueden poner 11 barras de pan por charola, todo esto adaptándolo a una jornada laboral.

$$\text{Rebanadas de pan blanco: } 100 \times \text{minuto} \quad 11 \text{ barras} \times \text{charola}$$

$$100 \text{ rebanadas} \times 60 \text{ minutos} = 6000 \text{ rebanadas por hora}$$

$$\text{Por jornada: } 6000 \text{ rebanadas} \times 8 \text{ horas} = 48000 \text{ rebanadas por jornada}$$

$$\text{Total cajas producidas} \frac{48000 \text{ rebanadas}}{11 \text{ barras de pan}} = 4364 \text{ charolas} \times \text{jornada}$$

Al saber la producción en una jornada de 8 horas, de igual manera, es importante saber cuánto material estaremos utilizando en ese tiempo por lo que se debe realizar el cálculo de la materia prima a utilizar por una pieza, minuto, hora y jornada de trabajo, el cual se muestran en la TABLA 21.

Tabla 21 Cantidades de materiales por barra, minuto, hora, jornada laboral (Elaboración propia).

Material	Cantidad por pieza	Cantidad por minuto	Cantidad por hora	Cantidad por jornada
Harina	300 gr.	1.5 kg.	90 kg.	720 kg.
Agua	150 gr.	0.75kg.	45 kg.	360 kg.
Levadura	10 gr.	50 gr.	3 kg.	24 kg.
Sal	5 gr.	25 gr.	1.5 kg.	12 kg.
Aceite	20 gr.	100 gr.	6 kg.	48 kg.
Azúcar	15 gr.	75 gr.	4.5 kg.	36 kg.

Una vez obtenido la producción por jornada/día se procede a determinar el tamaño del almacén necesario para la producción obtenida.

En un almacén es importante el uso de Raks para la conservación del producto y se encuentre en buenas condiciones, se debe realizar el cálculo del espacio de la posición de cada rack y la medida de pasillos, para que sea más sencillo realizar maniobras por parte de los colaboradores, por lo que el cálculo se desarrolla a continuación.

Cada rak tiene un tamaño promedio de 1.2m ancho x 2.5m largo y 3m altura un metro de altura por cada nivel

Lo que sería a *Capacidad por rack*: $\frac{2.5\text{ m}}{0.6\text{ m / charola}} = 4\text{ charolas x fila}$

8 charolas en cada nivel por lo que : 8 charolas x 3 niveles = 24 charolas por rack

Total de Racks: $\frac{4364\text{ charolas}}{24\text{ charolas x rack}} = 182\text{ racks}$

Donde el espacio o metro cuadrado por rack es

$$1.2m \times 2.5m = 3\text{ m}^2$$

Y para el número total de los racks

$$182 \text{ racks} \times 3 \text{ m}^2 = 546 \text{ m}^2$$

Una vez realizado los cálculos necesarios se comenzó con el diseño del Layout donde se asignan las medidas totales dentro del área de producción y almacén, así como la distribución de operaciones. El cual se muestra en la ILUSTRACION 21

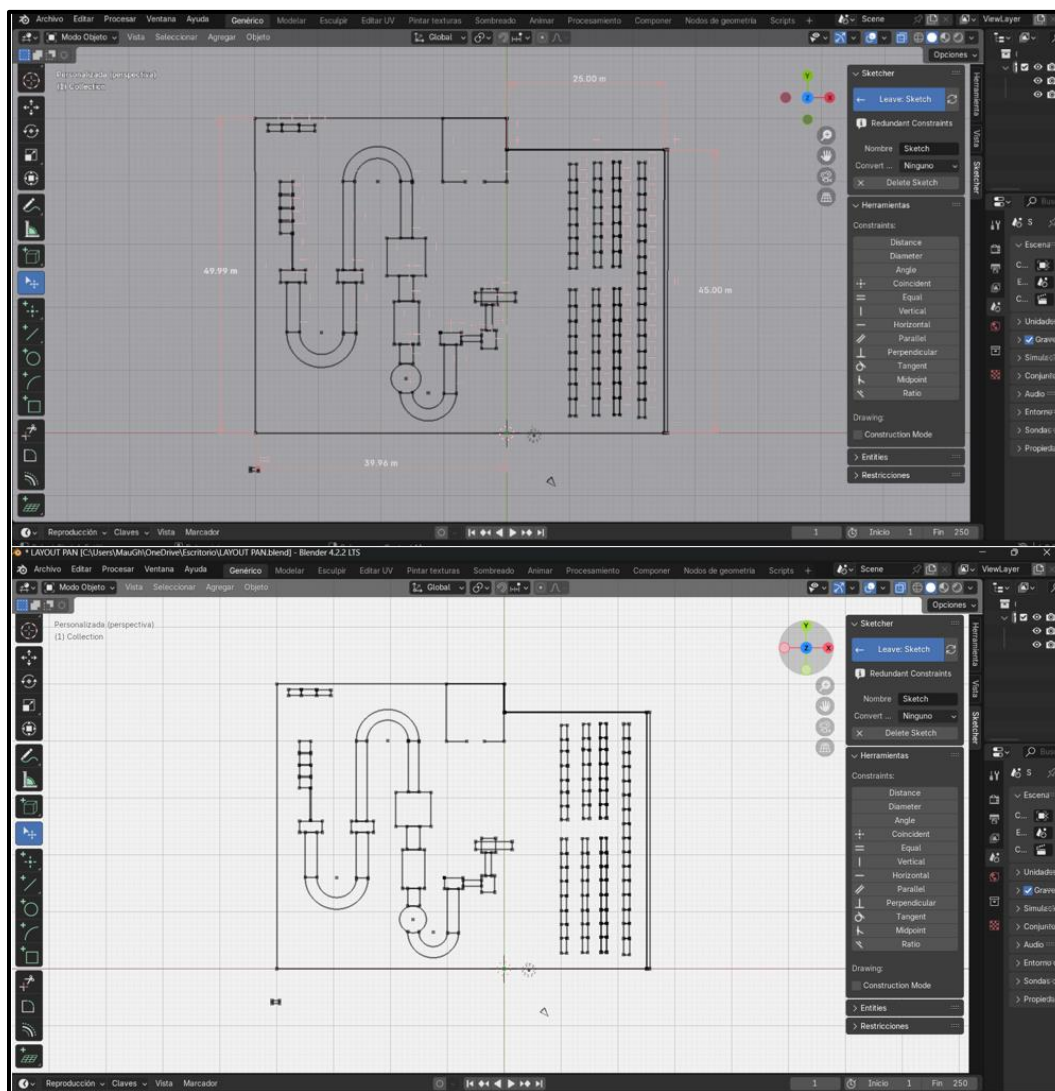


Ilustración 21 Distribución de operaciones-Layout (Elaboración propia).

La propuesta de Layout y distribución de las operaciones se diseñó de esta manera gracias a un análisis de relación de actividades, en el cual con ayuda del software se determinó la relación entre cada actividad, se es necesario para que se lleve de la mejor manera el proceso de producción.

En la TABLA 22 se muestra la clasificación y relación de cercanía entre actividades con su respectivo valor y código asignado y en la ILUSTRACIÓN 22 se muestra la representación del análisis de relaciones, el cual establece la disposición más eficiente de las áreas involucradas en el proceso considerando el almacén de materia prima hasta empaquetado y almacén de producto terminado. También las actividades están interconectadas entre sí, lo indica que el orden de ejecución es importante ya que cada actividad depende de los resultados de la anterior para poder continuar, considerando factores como el flujo de material, orden de las operaciones, inspección y mantenimiento.

Tabla 22 Clasificación y relación de cercanía (Elaboración propia).

Valor	Cercanía	Código	Razón
A	Absolutamente necesario	1	Flujo de material
E	Especialmente necesario	2	Orden del proceso
I	Importante	3	Inspección de control
O	Normal	4	Mínima distancia recorrida
U	Sin importancia	5	No necesario
X	No deseable	6	Necesidad de proceso anterior
		7	Mantenimiento

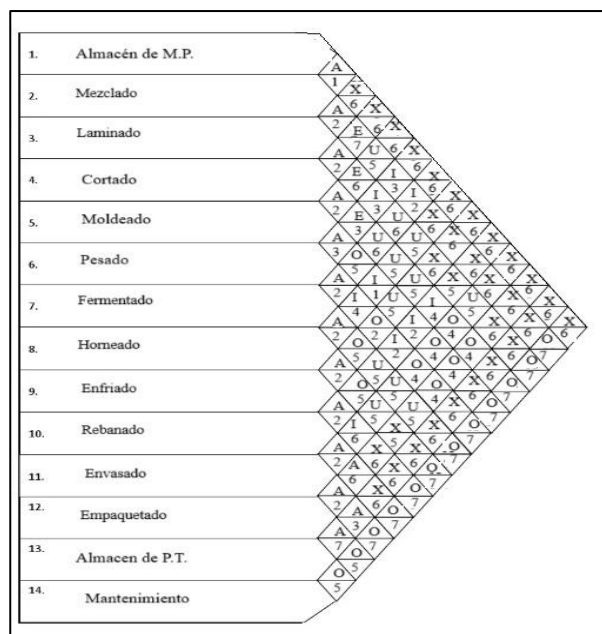


Ilustración 22 Diagrama de relación de actividades de proceso de producción de pan (Elaboración propia).

Como se puede observar en la ilustración 1 el proceso de producción está en forma de “S” con el fin de que exista un flujo eficiente, en las etapas de producción se desarrollan de manera secuencial. También este tipo de proceso ayuda tener un control en los tiempos que en este caso son los tiempos de mezclado, amasado, fermentación y horneado. De igual manera ayuda a reducir la manipulación del producto ya que puede sufrir deformaciones o posibles daños y así perder su calidad, pero lo más importante es que permite maximizar la eficiencia máxima en el uso del espacio disponible en la planta, optimizando movimientos de operarios y que exista un buen flujo de los materiales.

En la ILUSTRACION 23 se muestra un diagrama de recorrido el cual es una representación gráfica de la ruta de movimientos, donde se observan todas las operaciones que conforman el proceso productivo como la mezcla cortado, laminado, fermentado, horneado, etc., así como los transportes de materiales y los almacenes de materia prima y producto terminado. También lo que a futuro puede permitir identificar las posibles áreas.

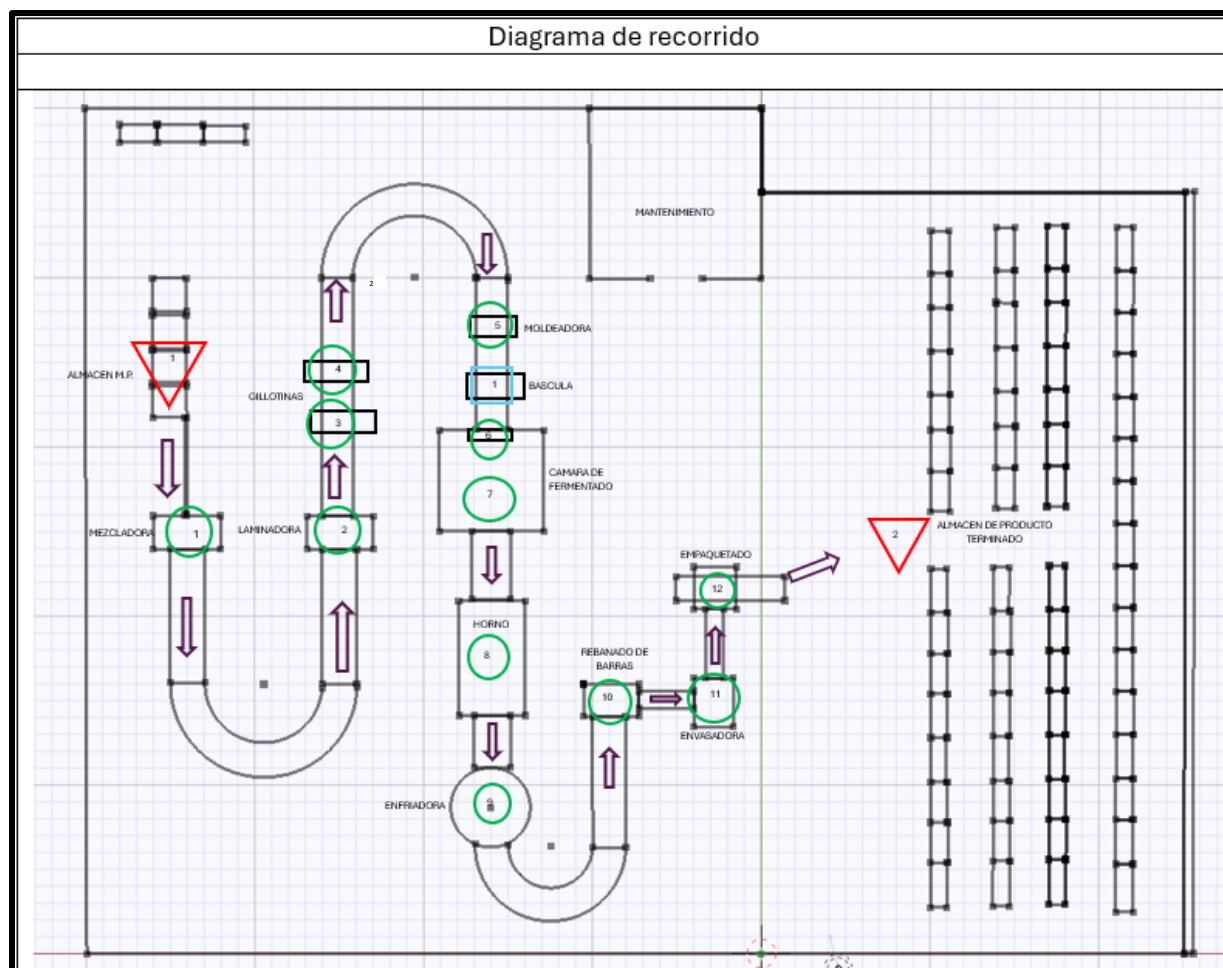


Ilustración 23 Diagrama de recorrido (Elaboración Propia).

5.3 Diseño y ejecución de proceso industrial en el software Blender

Posteriormente se procede a realizar el diseño de la planta en 3D utilizando como guía el layout diseñado anteriormente donde en La ILUSTRACIÓN 24 se puede observar a más detalle. Para lo cual en primer paso se realiza la asignación de espacios que son muros y piso en el cual fueron utilizadas las funciones de malla, plano y comandos para crear la división entre los muros en el que de igual forma ayuda a delimitar las áreas del layout.

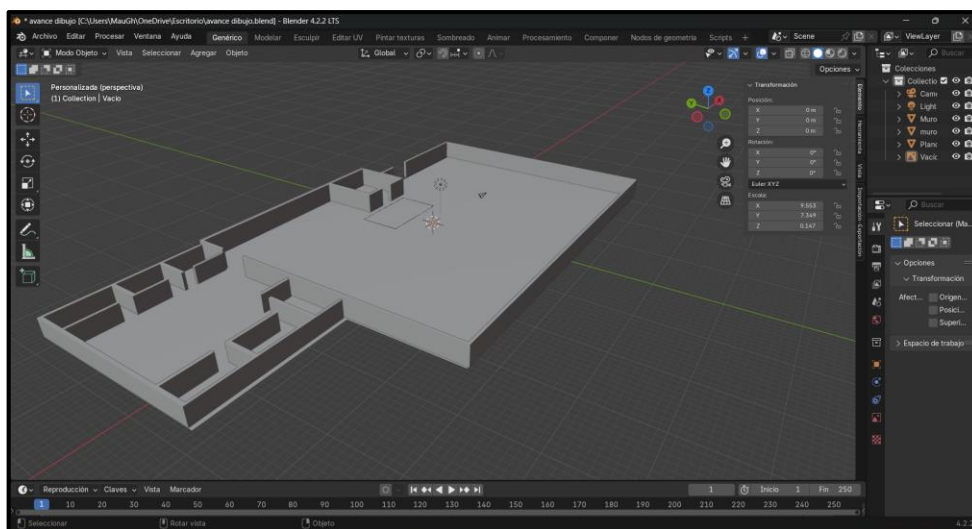


Ilustración 24 diseño de espacios (Elaboración propia).

Después se procede a realizar el diseño en 3D de maquinarias y equipos como silos, mezcladora, cortadora, horno, fermentadora, entre otros que componen el proceso de producción de pan.

Para lograr un diseño funcional, se importaron medidas reales con fichas técnicas que se muestran en las ILUSTRACIÓN 25-32 donde se puede observar las características técnicas, medidas y funciones de cada una, asegurando que las proporciones fueran exactas al asignar los espacios de cada una de ellas.

Aunque al momento de hacer la aplicación de texturas el software presento inconvenientes, de cada objeto realizado en el layout 3D.

FICHA TECNICA DE MAQUINA-EQUIPO					
REALIZADO POR:		Mauricio Pérez Chávez		FECHA	XX-XX-XXXX
MAQUINA-EQUIPO	Silo	UBICACIÓN	Producción		
FABRICANTE	SILOS&SILOS	PROCESO	Almacen de materia		
MARCA/MODELO		CODIGO			
VOLUMEN	4.42 m3	ALTURA	2.5 m2	DIAMETRO	1.5 m2
CARACTERISTICAS			ILUSTRACION DE MAQUINA-EQUIPO		
Temperatura de operación: -30 C a 70 C Resistencia a la tracción: $\geq 300 \text{ kgf/cm}$ Grosor del tejido: 0.6-1.0 mm Capacidad máxima: 4 toneladas					
FUNCION ▪ Su función principal es el almacenamiento y manejo eficiente de materiales sólidos a granel en condiciones controladas. Como harinas, polvos o productos granulados. ▪ Facilita el flujo de materiales hacia procesos posteriores por descarga controlada ▪ Protege el material almacenado de agentes externos como humedad, polvo, plagas, entre otros.					
FECHA DE MANTENIMIENTO: XX-XX-XXXX					

Ilustración 25 Ficha técnica silo (Elaboración propia)

FICHA TECNICA DE MAQUINA-EQUIPO							
REALIZADO P		Mauricio Pérez Chávez		FECHA	XX-XX-XXXX		
MAQUINA-EQ	Mezcladora	UBICACIÓN	produccion				
FABRICANTE	EMC	PROCESO	mezclado de masa				
MARCA/MOD		CODIGO	URC-86HH				
PESO	500 KG	ALTURA	1.8 m	ANCHO	1.5 m	LARGO	2.5 m
CARACTERISTICAS				ILUSTRACION DE MAQUINA-EQUIPO			
Tipo de Mezclado: Mezcla en espiral con sistema planetario. Material de Fabricación: Acero inoxidable grado alimenticio (AISI 304) resistente a la corrosión y fácil de limpiar. Motor: 7.5 HP con variador de velocidad. Velocidad de Mezclado: 50-150 rpm, ajustable. Capacidad del Tazón: 600 litros, removible para fácil limpieza.							
FUNCION							
Sistema de control PLC y pantalla táctil Conexión con cortador de masa automático y transportador Ángulo ajustable hacia adelante y hacia atrás Conectado directamente con el sistema de pesaje para lograr el efecto de mezcla en línea. Hoja de acero inoxidable y tipo Invierta la transmisión a los rangos de velocidad máxima con un arranque suave y un uso mínimo de energía.							
FECHA DE MANTENIMIENTO: XX-XX-XXXX							

Ilustración 26 Ficha técnica mezcladora (Elaboración propia)

FICHA TECNICA DE MAQUINA-EQUIPO							
REALIZADO POR:	Mauricio Pérez Chávez			FECHA	XX-XX-XXXX		
MAQUINA-EQUIPO	laminadora	UBICACIÓN	producción				
FABRICANTE	kitchemax	PROCESO	laminado de masa				
MARCA/MODELO	EQUIchef	CODIGO	LMB-160				
PESO	88 kg	ALTURA	1.60 m	ANCHO	0.80 m	LARGO	1.10 m
CARACTERISTICAS				ILUSTRACION DE MAQUINA-EQUIPO			
Fabricada en lámina de acero esmaltado en color blanco. Tipo de piso con banda. Interruptor reversible. Rodillos de acero inoxidable. Apertura entre rodillos de 5 cms. Y mínima de 0.5 cms. Graduador de grosor de apertura ajustable. Cuchillas limpiadoras. Brazos abatibles. Banda transportadora de pvc higiénica y lavable. Motor de ½ h.P.							
FUNCION Obtén masa uniforme para preparar pan, galletas, bolillo y mucho más. Ideal para su uso de panaderías, panificadoras, panaderías							
FECHA DE MANTENIMIENTO: XX-XX-XXXX							

Ilustración 27 Ficha técnica laminadora (Elaboración propia).

FICHA TECNICA DE MAQUINA-EQUIPO							
REALIZADO	Mauricio Pérez Chávez			FECHA	XX-XX-XXXX		
MAQUINA-	Horno	UBICACIÓN	Producción				
FABRICAN	vigervr	PROCESO	Horneado				
MARCA/M	YBS-12	CODIGO	BUC2-34K				
PESO		ALTURA	2 m	ANCHO	1.3 m	LARGO	8 m
CARACTERISTICAS				ILUSTRACION DE MAQUINA-EQUIPO			
consumo extremadamente bajo de energía necesaria para hornear Una gran escala de superficie de cocción posibilidad de superficies de cocción (from 25 a 165 m²) Variedad de producto :ser hornos universales utilizados para la cocción continua de todo tipo de pan y. Pasteles que requieren una temperatura de cocción de hasta 300 °C. El transporte a través de la zona de cocción puede realizarse por medio de materiales Diagrama ajustable del tiempo de cocción y la temperatura que son conectivamente							
FUNCION Proporcionar un ambiente controlado de temperatura como horneado, secado, calentamiento, curado, etc.							
FECHA DE MANTENIMIENTO: XX-XX-XXXX							

Ilustración 28 Ficha técnica horno (Elaboración propia).

FICHA TECNICA DE MAQUINA-EQUIPO													
REALIZADO		Mauricio Pérez Chávez		FECHA		XX-XX-XXXX							
MAQUINA-E		Rebanadora de pan		UBICACIÓN		PRODUCCION							
FABRICANT		PICOMATIC		PROCESO		REBANADO DE PAN							
MARCA/MC		PICOMATIC		CODIGO		UTOV-786BV							
PESO		ALTURA		50 cm		ANCHO		50 cm		LARGO		70 cm	
CARACTERISTICAS						ILUSTRACION DE MAQUINA-EQUIPO							
Rebana hasta 270 piezas por hora con una dimensión máxima de 440x300x180 mm Rango de espesor de las rebanadas: estándar de espesor 14.5 mm y de 6 a 20 mm sobre pedido Con sistema de conteo del pan Equipo de mesa, con base en opción Tiene incorporado un cajón recolector de migajas para facilitar la limpieza FUNCION Diseñada para rebanar de forma rápida, segura y sencilla todo tipo de panes; sobre todo pan europeo de costra dura. Permite cortar tanto pan esponjoso como crujiente, denso o con un alto contenido en centeno o miga pegajosa.													
FECHA DE MANTENIMIENTO: XX-XX-XXXX													

Ilustración 29 Ficha técnica rebanadora (Elaboración propia).

FICHA TECNICA DE MAQUINA-EQUIPO							
REALIZADO	Mauricio Pérez Chávez			FECHA	XX-XX-XXXX		
MAQUINA-EQ	Empacadora de barras de pan	UBICACIÓN	produccion				
FABRICANTE	Flow Pack horizontal (HFFS)	PROCESO	empaquetado de pan				
MARCA/MOD	Flow Pack horizontal (HFFS)	CODIGO	D34IH1-5F				
PESO		ALTURA		ANCHO		LARGO	
CARACTERISTICAS				ILUSTRACION DE MAQUINA-EQUIPO			
Construcción en placa vertical para el máximo higiene y limpieza de la máquina. Sentido de trabajo de izquierda a derecha. Mordazas rotativas de soldadura transversal. Tres pares de rodillos de arrastre longitudinal, soldadura y plegado del film. Portabobinas autocentrante con freno. Carro de alimentación de 2 mts de longitud. Molde conformador extensible. Ajuste de parámetros (longitud de formato, posición de							
FUNCION							
La máquina empacadora de pan automática está diseñada específicamente para agilizar y optimizar el proceso de empaque de productos de pan.							
FECHA DE MANTENIMIENTO: XX-XX-XXXX							

Ilustración 30 Ficha técnica Empacadora (Elaboración propia).

FICHA TECNICA DE MAQUINA-EQUIPO							
REALIZADO	Mauricio Pérez Chávez		FECHA	XX-XX-XXXX			
MAQUINA-EQUIPO	Banda transportadora	UBICACION	produccion				
FABRICANTE		PROCESO	trasporte de material				
MARCA/MOD		CODIGO	RVF4-BT542				
ESPECSOR	2.1 mm	ALTURA	1.06 m	ANCHO	72 cm	LARGO	3 m- 6m
CARACTERISTICAS			ILUSTRACION DE MAQUINA-EQUIPO				
Material de la Banda: PVC alimentario, resistente a aceites y abrasión. Estructura: Acero inoxidable AISI 304 para ambientes higiénicos y corrosivos. Sistema de Motor: Motorreductor de 1.5 HP con variador de frecuencia para control de velocidad. Rodillos: Rodillos con rodamientos sellados para un funcionamiento suave y silencioso. Sistema de Ajuste: Altura y ángulo de inclinación ajustables (hasta 30°). Ancho Útil de la Banda: 0.7 m.							
FUNCION Transportar materiales o productos de forma continua y eficiente entre diferentes puntos de un proceso industrial, optimizando tiempos y reduciendo la manipulación manual. Ideal para líneas de producción en industrias alimentarias, farmacéuticas, automotrices y logísticas.							
FECHA DE MANTENIMIENTO: XX-XX-XXXX							

Ilustración 31 Ficha técnica banda transportadora (Elaboración propia).

FICHA TECNICA DE MAQUINA-EQUIPO							
REALIZADO	Mauricio Pérez Chávez		FECHA	XX-XX-XXXX			
MAQUINA-EQUIPO	Rack	UBICACIÓN	Almacen				
FABRICANTE		PROCESO	almacen de materiales				
MARCA/MOD		CODIGO	R7AQR				
CAP. DE CARGA	800KG	ALTURA	3m	ANCHO	1.2m	LARGO	2.5m
CARACTERISTICAS			ILUSTRACION DE MAQUINA-EQUIPO				
Material: Acero estructural con recubrimiento anticorrosivo (pintura electrostática). Sistema de Ensamble: Modular, sin necesidad de herramientas especializadas. Pisos: Rejillas metálicas o paneles de madera MDF, según necesidad. Ajustes: Altura de los niveles ajustable en incrementos de 5 cm. Estabilidad: Patas niveladoras con perforaciones para anclaje al piso. Colores Disponibles: Azul y naranja (estándar).							
FUNCION Almacenar productos o materiales de forma organizada y segura en industrias como logística, manufactura, alimentos o comercios. Ideal para optimizar el uso del espacio vertical y facilitar el acceso a mercancías.							
FECHA DE MANTENIMIENTO: XX-XX-XXXX							

Ilustración 32 Ficha técnica Rack (Elaboración propia).

5.4.1 Prueba piloto 1

El modelo 3D desarrollado en Blender representa un diseño conceptual para una instalación industrial, específicamente orientada a un proceso productivo. En la ILUSTRACIÓN 33 se observan en una vista isométrica los distintos elementos clave que integran tanto áreas de almacenamiento como de producción. Donde las estanterías están organizadas en filas paralelas, maximizando el uso eficiente del espacio disponible, mientras que el sistema de bandas transportadoras conecta de manera lógica las diferentes secciones de la planta, asegurando un flujo continuo de materiales.

La maquinaria se encuentra distribuida en puntos estratégicos para poder llevar a cabo las actividades del proceso de manera correcta, lo que presenta una planificación que prioriza la ergonomía y la facilidad de acceso para los operarios. Además, los muros delimitan claramente el área de trabajo, creando una división visual entre zonas y facilitando la identificación de áreas específicas del proceso productivo. Este diseño permite identificar puntos críticos del flujo de trabajo, como posibles cuellos de botella o espacios de mejora, lo que resulta esencial para la optimización del diseño final.

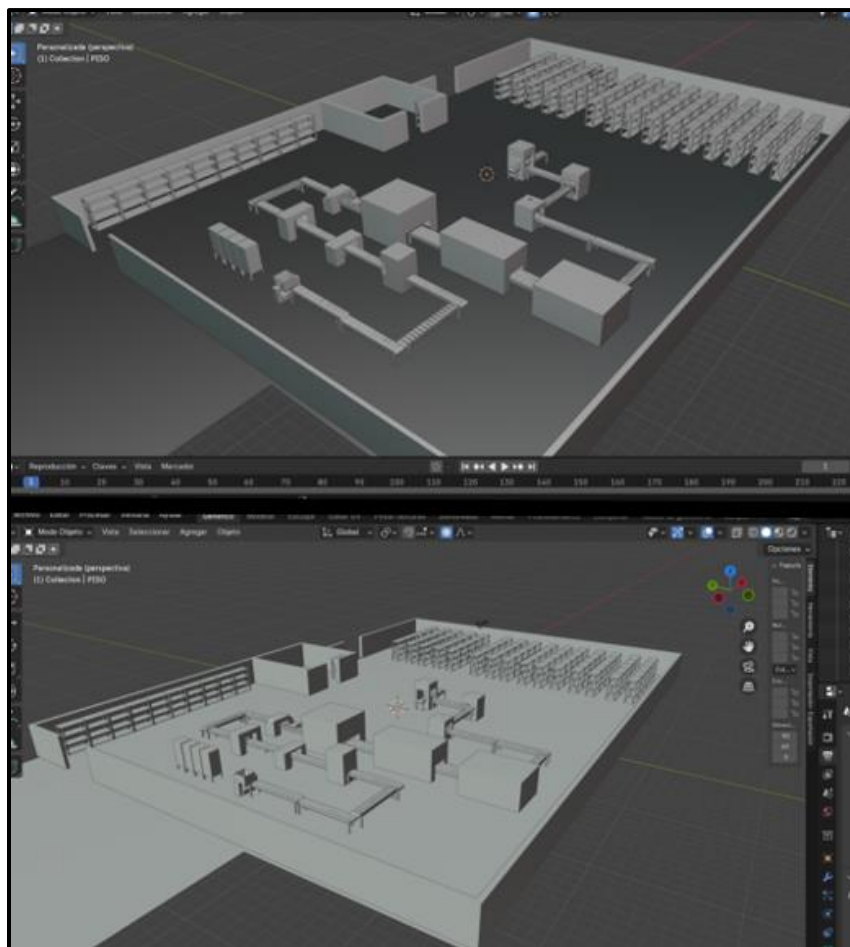


Ilustración 33 Diseño 3D vista isométrica (Elaboración propia).

El uso de Blender en este modelo destaca por la claridad visual que ofrece en el diseño de instalaciones. Su capacidad para representar en tres dimensiones no solo ayuda a visualizar la disposición general, sino también a anticipar problemas y proponer soluciones antes de la construcción física. Este diseño demuestra cómo una herramienta como Blender puede servir como una plataforma accesible y flexible para conceptualizar procesos industriales.

Por medio de un recorrido realizado se puede observar mejor el diseño y distribución del proceso el cual se puede observar por medio del siguiente vinculo: [https://generico4-my.sharepoint.com/personal/mauricio_202024102_test_edu_mx/_layouts/15/stream.aspx?id=%2Fpersonal%2Fmauricio%2F202024102%2Ftest%2Fedu%2Fmx%2FDocuments%2FVideo%20layout%2FREuni%](https://generico4-my.sharepoint.com/personal/mauricio_202024102_test_edu_mx/_layouts/15/stream.aspx?id=%2Fpersonal%2Fmauricio%2F202024102%2Ftest%2Fedu%2Fmx%2FDocuments%2FVideo%20layout%2FREuni%2F)

<C3%B3n%20en%20%5FGeneral%5F%2D20250122%5F113902%2DGrabaci%C3%B3n%20de%20la%20reuni%C3%B3n%2Emp4&nav=eyJyZWZlcnJhbEluZm8iOmsicmVmZXJyYWxBcHAIoiJPbmVEcmI2ZUZvckJ1c2luZXNzIiwicmVmZXJyYWxBcHBQbGF0Zm9ybSI6IldlYiIsInJlZmVycmFsTW9kZSI6InZpZXciLCJyZWZlcnJhbFZpZXciOiJNeUZpbGVzTGlua0NvcHkifX0&ga=1&referrer=StreamWebApp%2EWeb&referrerScenario=AddressBarCopied%2Eview%2E153d0f83%2Dbe2e%2D4f6a%2D8483%2D1bcf0086dcfb>

5.4.2 Prueba piloto 2

Tras la elaboración del modelo 3D denominado como “Prueba piloto 2” realizado en Blender. Donde el propósito fue evaluar el diseño y sombreado básico ya que las limitaciones de hardware del dispositivo no permiten realizar un diseño más optimo. En el cual se emplearon herramientas básicas de modelado como: extrusión, subdivisión y modelado de vértices.

Uno de los aspectos fundamentales del proyecto fue la implementación del sombreado de vista (Viewport Shjading), es una técnica que permite visualizar los objetos con una representación básica de sombras y colores sin requerir cálculos complejos de ILUSTRACIÓN 34, en la ilustración se muestra el modelo obtenido. De igual forma realizar la asignación de sombras aleatorias permitió visualizar con mayor exactitud los objetos tridimensionales destacando sus características, demostrando tener resultados funcionales en términos de diseño y estructura.



Ilustración 34 Prueba piloto II (Elaboración propia).

Por medio de un recorrido realizado se puede observar el diseño y distribución del proceso el cual se muestra en el siguiente vinculo: https://generico4-my.sharepoint.com/:v/g/personal/mauricio_202024102_test_edu_mx/Ef78OIDVAPBMp4tMmA6N9oBUVtzadVMOP2Yk4Upb5BNsw?nav=eyJyZWZlcnJhbEluZm8iOnsicmVmZXJyYWxBcHAIiOiJPbmVEcmI2ZUZvcjJ1c2luZXNzIiwicmVmZXJyYWxBcHBQbGF0Zm9ybSI6IldlYiIsInJlZmVycmFsTW9kZSI6InZpZXciLCJyZWZlcnJhbFZpZXciOiJNeUZpbGVzTGlua0NvcHkifX0&e=kjzNyD

5.4.3 Prueba piloto 3

Como prueba piloto III se realizó con el objetivo de simular la distribución de personas, materia prima y charolas(Producto terminado), así como la delimitación del área de producción y cada una de las operaciones al igual que los pasillos, se orientó en la optimización del espacio y la evaluación visual de la organización. En el cual se crearon figuras humanas simplificadas para representar a los trabajadores dentro del espacio. Estas figuras se modelaron con una geometría básica, evitando detalles complejos.

También se incluyeron charolas de almacenamiento, las cuales ayudan a mantener el producto en buen estado y permitiendo almacenar varias barras de pan en una sola de ellas, al igual que permite estibar varias de ellas para facilitar el transporte. Estas fueron distribuidas de manera estratégica en los racks, considerando el tamaño para optimizar el espacio. El modelo permitió observar de manera grafica como es que el operador puede interactuar en el proceso. Las estructuras de diferentes colores corresponden a las diferentes maquinarias, mientras que los pasillos conectan con las diferentes áreas en una secuencia lógica para facilitar el flujo de los materiales. Por lo que en la ILUSTRACIÓN 35 se puede observar cada una de estas características.

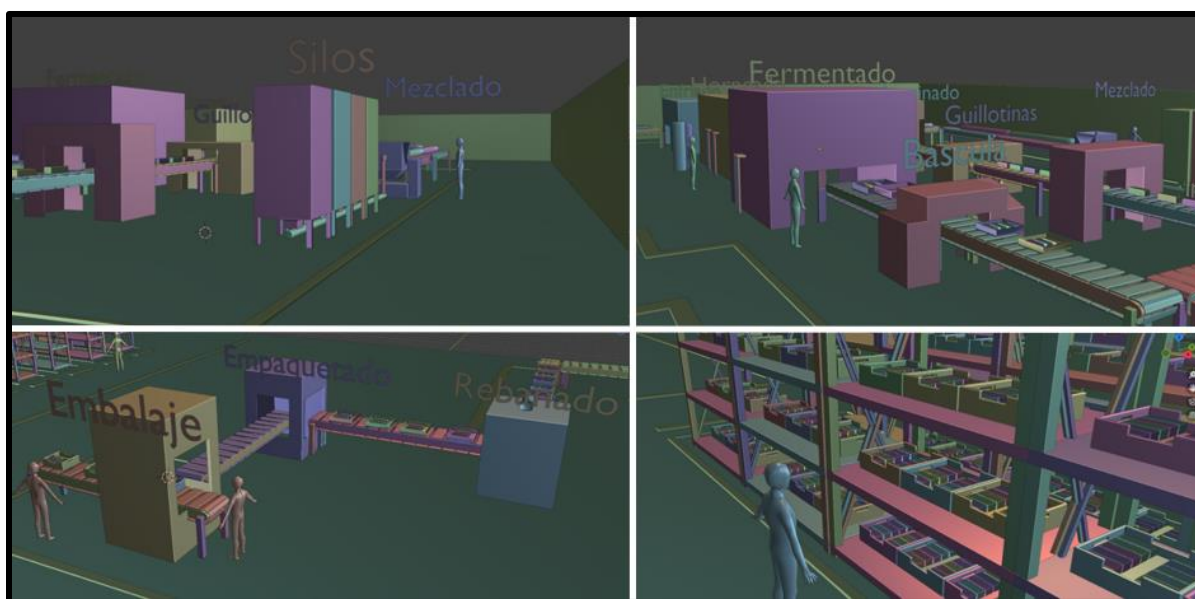


Ilustración 35 Prueba piloto III (Elaboración propia).

Por medio de un recorrido realizado se puede observar el diseño y distribución del proceso el cual se muestra en el siguiente vinculo: https://generico4-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/mauricio_202024102_test_edu_mx/Ed1R-Lh33IVEo7mUzHMgh6kBQSLSlz6MChYj2Oc00oHstUi1w?e=ydjpkW

5.4.4 Prueba final

En esta etapa final, el modelo tridimensional ha sido actualizado para incorporar el flujo completo de producción de barras de pan. Este diseño incluye las estaciones previamente modeladas En el entorno se observa el producto representado en diferentes etapas de su elaboración, mostrando un proceso continuo desde el rebanado hasta el almacenamiento final. El uso de transportadores conectados facilita la transición entre las estaciones, asegurando una producción fluida y eficiente.

La inclusión de barras de pan como elemento visual clave resalta la evolución del producto dentro del sistema, desde su manipulación inicial hasta el resultado final. Las áreas de horneado y enfriado se integran perfectamente al flujo general, manteniendo la coherencia del diseño. Este modelo permite no solo visualizar las operaciones, sino también identificar posibles áreas de mejora en la secuencia de producción y distribución, garantizando así un análisis detallado del proceso productivo. El cual puede ser visto en la ILUSTRACIÓN 36.

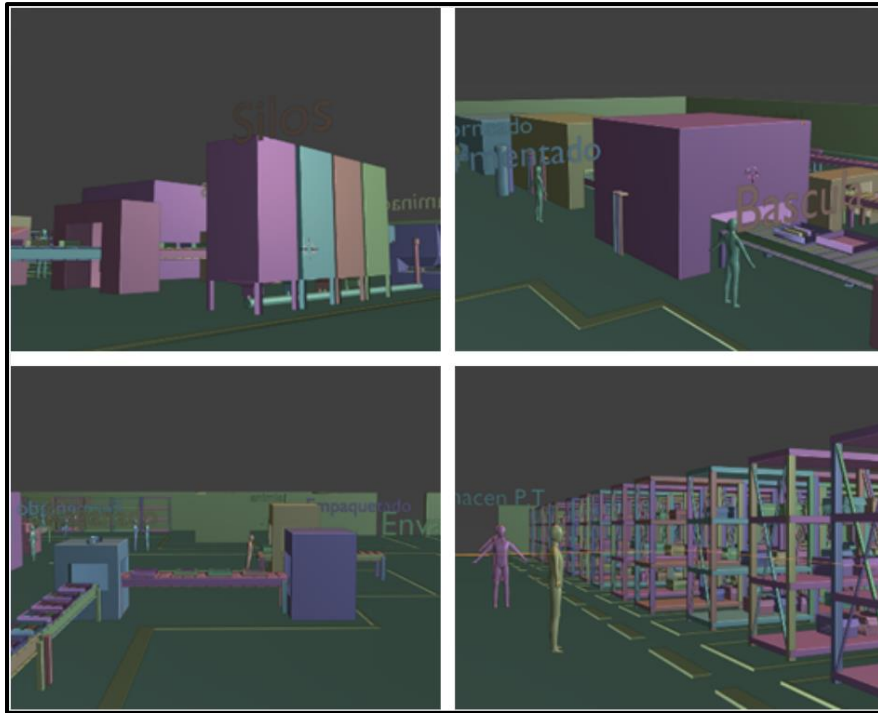


Ilustración 36 Prueba final (Elaboración propia).

Por medio de un recorrido realizado se puede observar el diseño y distribución del proceso el cual se muestra en el siguiente vinculo https://generico4-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/mauricio_202024102_test_edu_mx/EVAJki8x9SNAoCdqqCi-dsEBeTKlORvghciQW5yiriOJCQ?e=GxJvBV

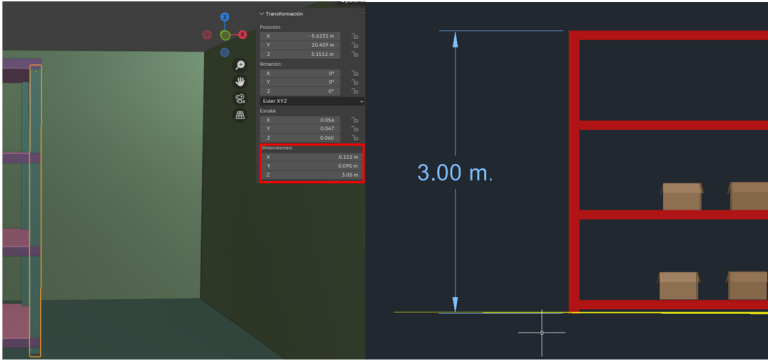
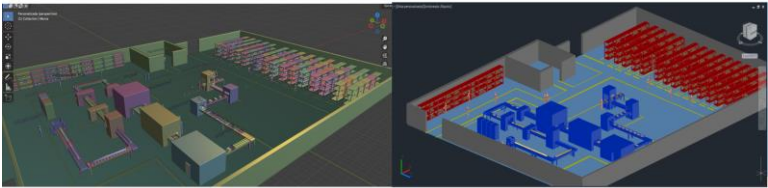
5.4.5 Comparativo de diseño

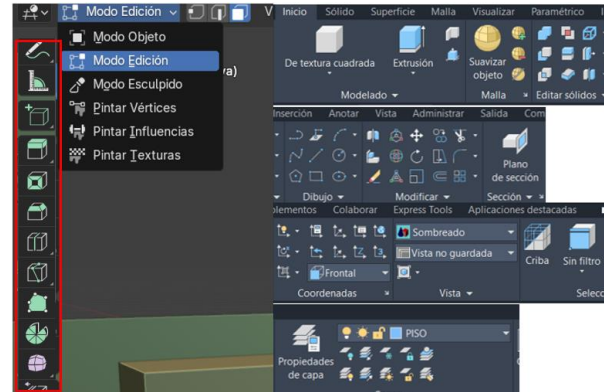
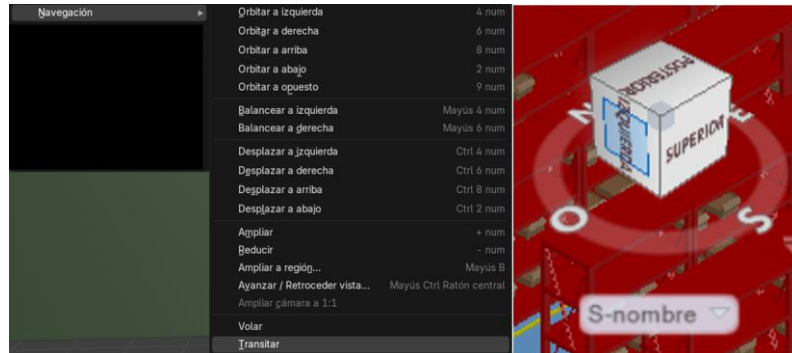
Para complementar si es viable utilizar Blender para el diseño de un proceso industrial se realizó un comparativo entre este software y AutoCAD con el objetivo de ver su eficiencia y aplicabilidad en la industria, por lo tanto, en la TABLA 23 se puede observar los aspectos comparados entre estas plataformas como: precisión, representación visual, interacción, tiempos de diseño y costos. Los cuales permitieron destacar puntos a favor de Blender como: el aspecto visual, interactividad con los objetos modelados pudiendo realizar recorridos por todo el proceso y el costo ya que es un software gratuito.

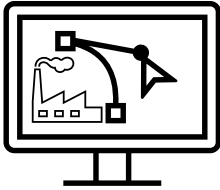
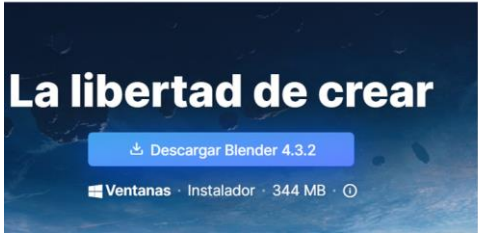
Por otro lado, se encontraron algunas de sus contras: falta de precisión técnica ya que no es un software que se especialice en alguna normativa referente a exactitud y tolerancias, y su complejidad para realizar modificaciones ya que gran variedad de funciones.

Además, se halló que, a diferencia de AutoCAD, “Blender” requiere de una gran capacidad de componentes (Hardware) ya que en ciertas circunstancias limitó el uso de algunas de las funciones de Blender como: añadir colores a cada uno de los objetos mencionando que se adaptó utilizando colores de estructuras predeterminados que no requieren de una gran demanda de hardware, texturas y el poder realizar una animación del proceso de producción.

Tabla 23 Comparativo Blender - AutoCAD (Elaboración propia).

Comparación entre Blender - AutoCAD			
Hoja 1 de 3			
Aspecto comparado	Blender	AutoCAD	Imagen
Precisión Técnica	Menos precisión en medidas exactas, ya que está orientado a visualización	Cuenta con una alta precisión en diseños geométricos, haciendo uso de cotas exactas	 Blender AutoCAD
Representación Visual	Cuenta con modelado 3D avanzado	Permite el realizar un modelado 3D básico, de igual manera permitió añadir colores a los objetos diseñados, para obtener una mejor visualización	 Blender AutoCAD

Comparación entre Blender - AutoCAD			
Hoja 2 de 3			
Aspecto comparado	Blender	AutoCAD	Imagen
Facilidad de modificación	El usuario requiere conocimientos avanzados de modelado para la edición de objetos, ya que contiene una extensa gama de funciones.	Utiliza capas y bloques para generar cambios rápidos.	 Blender AutoCAD
Interactividad	Permite obtener una visión de los objetos diseñados a través de los ejes X, Y y Z, al igual de que cuenta con la opción de poder navegar y realizar un recorrido por todo el proceso.	Esta limitado a observar e interactuar con los objetos diseñados a través de vistas isométricas, frontal, laterales, arriba y abajo. Al igual que una vista personalizada.	 Blender AutoCAD

Comparación entre Blender - AutoCAD																							
Hoja 3 de 3																							
Aspecto comparado	Blender	AutoCAD	Imagen																				
Aplicabilidad en la industria	No es tan compatible al ámbito industrial. A menos de que se obtenga una capacitación previa. Ya que puede ser utilizado como ayuda visual para ver la función del proceso.	Su uso es más común en ingeniería y diseños técnicos. Lo cual lo hace ser utilizado para la planificación técnica.																					
Tiempo de diseño	Dependiendo del nivel de detalle 3D puede llevar más tiempo de diseño, además de que fue realizado a prueba y error	Dependiendo de la complejidad de geometrías, cotas contando con un conocimiento básico previo fue un poco menos complejo poder realizar el diseño.																					
Requerimientos de hardware	Requiere más potencia grafica para modelado, renderizado y simulación	Menos demanda de recursos para generar modelos 2D y 3D	<i>Requerimientos de Hardware</i> <table> <thead> <tr> <th colspan="2">Blender</th><th colspan="2">AutoCAD</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Windows</td><td>10-11</td><td>Windows</td><td>10</td></tr> <tr> <td>CPU</td><td>8GB</td><td>RAM</td><td>8 GB</td></tr> <tr> <td>RAM</td><td>32 GB</td><td>GPU</td><td>2 GB</td></tr> <tr> <td>GPU</td><td>8GB de VRAM</td><td colspan="2">Procesador 1.8 GHz</td></tr> </tbody> </table>	Blender		AutoCAD		Windows	10-11	Windows	10	CPU	8GB	RAM	8 GB	RAM	32 GB	GPU	2 GB	GPU	8GB de VRAM	Procesador 1.8 GHz	
Blender		AutoCAD																					
Windows	10-11	Windows	10																				
CPU	8GB	RAM	8 GB																				
RAM	32 GB	GPU	2 GB																				
GPU	8GB de VRAM	Procesador 1.8 GHz																					
Costos	Blender es un software 100 % gratuito para cualquier usuario, lo cual podría llegar a ayudar a la reducción de gastos de una empresa	El costo de una licencia de AutoCAD tiene un costo de \$ 6233 MXN al mes lo cual generaría gastos para la empresa	  Blender AutoCAD																				

5.5 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La implementación de Blender como herramienta para el diseño 3D de instalaciones industriales, como primer punto que puede llegar a beneficiar al usuario a utilizarlo ya que es un software totalmente gratuito. Por lo que en este caso específico se realizó el diseño de una línea de producción para la elaboración de barras de pan, por medio de 3 pruebas piloto hechas en Blender, una prueba final y al realizar la comparación con AutoCAD en el diseño y modelado 3D del proceso de elaboración de pan blanco en barra, demuestra su potencial para poder planificar, modelar y visualizar procesos productivos. Este software ofrece una representación clara y detallada de la disposición de las máquinas, líneas de transporte, áreas de almacenamiento y otros elementos clave del flujo de trabajo.

Al utilizar el software se destaca por su capacidad para crear modelos tridimensionales a pesar de carecer de exactitud, es útil para la planificación de procesos industriales. Con su interfaz y herramientas de modelado permite representar con claridad la distribución de las máquinas y equipos, considerando factores como el espacio disponible, los recorridos del producto y la disposición eficiente de las estaciones de trabajo. El uso de vistas ortográficas y 3D que facilitan una evaluación de acceso a los equipos, elementos esenciales para optimizar la operación en planta.

Sin embargo, al evaluar y comparar Blender con AutoCAD para el diseño de instalaciones industriales, también se identificaron ciertas limitaciones. La principal es que permite el cálculo de tiempos en cada uno de los procesos, lo cual limita generar una mejora del proceso, además de que no está diseñado específicamente para aplicaciones de ingeniería industrial por la precisión limitada en cuanto a mediciones exactas y tolerancias, Blender no opera con las normas estándar de diseño industrial. Esto puede generar pequeños desajustes si los modelos 3D se trasladan directamente a la fabricación sin ajustes adicionales. Además de que se debe contar con un dispositivo (computadora y/o laptop) que tenga componentes de alta gama en cuanto a hardware, esto también limita al software a generar un diseño de alta calidad y poder simular una animación, sin embargo, cuenta con una función que permite poder

realizar un recorrido por el proceso diseñado lo cual permite tener una idea del flujo de materiales dentro del proceso.

Recomendaciones

Al implementar Blender como software para realizar el diseño y planeación de un proceso industrial, es importante seguir un conjunto de pasos para maximizar su eficiencia y lograr resultados óptimos, algunas de las recomendaciones que se pueden realizar son:

- Establecer objetivos claros y medibles como los problemas que se espera resolver mediante el diseño y así mismo que mejoras se esperan del mismo.
- Asegurarse que el diseñador cuente con los conocimientos básicos o avanzados En el uso de softwares de diseño o en este caso del software Blender.
- Realizar pruebas de funcionamiento y analizar las diversas herramientas que contiene el software.
- Crear o generar manual o guía que describan los pasos realizados en Blender asegurando el entendimiento del diseño.
- Priorizar que el equipo de cómputo cuente con los recursos necesarios para ejecutar Blender sin interrupciones o retrasos.
- Utilizar herramientas adicionales de Blender como simulaciones físicas para prever problemas antes de implementar real.
- Instalar las versiones más recientes del software para acceder a nuevas funciones y mejorar la experiencia en el diseño.
- Evaluar, verificar el rendimiento y eficiencia del software junto con los avances del diseño en comparación con el cronograma del proyecto ajustando los tiempos según sea necesario.

5.6 Referencias

- Álvarez Castro, B., Bach Yacupaico Cabrera, M., Roberto Pág, W., Mejora La Ejecución De Partidas De La, D. E., Álvarez Castro Willan Roberto Yacupaico Cabrera Asesor, M., & Ing Orlando Aguilar Aliaga, M. (n.d.). *"Diagramas de recorrido optimizado y propuesta.*
- Annas, M., & Humairoh, H. (2022). *Redesigning of Industrial Warehouse Layout Using CAD.*
<https://doi.org/10.31933/dijms.v4i1>
- Balarezo Sarmiento Mario Andrés. (2022). *Diseño de layout para la optimización de los procesos productivos en la lubricadora salcedo.*
- Caballero Rodrigo, Castrellón María, & Pulido Gonzalo. (2021). *Vista de Modelado 3D CAD de una Planta Potabilizadora.*
- Caiza, G., & Sanz, R. (2023). Digital Twin to Control and Monitor an Industrial Cyber-Physical Environment Supported by Augmented Reality. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(13).
<https://doi.org/10.3390/app13137503>
- Cress, K., & Beesley, P. (n.d.). *Architectural Design in Open-Source Software Developing MeasureIt-ARCH, an Open Source tool to create Dimensioned and Annotated Architectural drawings within the Blender 3D creation suite.*
- Cuevas Arteaga, C., González Montenegro, Y. Á., Torres Salazar, M. del C., & Valladares Cisneros, M. G. (2020). Importancia de un estudio de tiempos y movimientos. *Inventio*, 16(39).
<https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/7>
- Dhepe Tanishq, Jadhav Rohit, Dhanvi Nishant, Kamble Nirbhay, & Karmode Sayali. (2024). *college 3d model using blender.* <https://doi.org/10.58257/IJPREMS33496>

- Dielschneider, A. :, Bono, D., & Juliana, M. (n.d.). *Práctica profesional supervisada Ingeniería Industrial (Plan 2010) Diseño de Instalaciones Industriales y del Plan de Seguridad e Higiene.*
- Escalante, D., León, J., & Castillo, R. (2023a). Design and implementation of Supply Relationship Management and Flowchart and to reduce costs of an Aesthetic and Regenerative Medicine office. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2023.1.1.169>
- Garay, B. D., & Noriega, M. T. (2018). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*. Universidad de Lima.
- Lappi Mikko. (2023). *Blender Geometry Nodes Node-based Procedural Modelling for a Short Film*.
- López cristóbal Manuel Isaías. (2017). *Ingeniería de procesos*.
- Lozano González Julia. (2022). *Diseno_y_creacion_de_un_personaje_3D_para_un_videojuego_Lozano_Gonzalez_Julia*.
- Luis Gonzalo Guillén Anaya, Jesús Andrés Hernández Gómez, Lázaro Rico Pérez, Raúl Ñeco Caberta, & Dra Manuela Alejandra Zalapa Garibay. (2020). *Título del Proyecto de Investigación a que corresponde el Reporte Técnico: Tipo de financiamiento*.
- Mansur, M., Ahmarofi, A. A., & Gui, A. (2021). Designing the Re-layout of the Production Floor Using Integrated Systematic Layout Planning (SLP) and Simulation Methods. *International Journal of Industrial Management*, 10, 151–159. <https://doi.org/10.15282/ijim.10.1.2021.6058>
- Meyers E. Fred, & Stephens P. Matthew. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (Guerrero Rosas Pablo Miguel, Ed.; Tercera Edición). Guerrero Rosas Pablo Miguel.
- Mrugalska, B., Dovramadjiev, T., Pavlova, D., Filchev, R., Stoeva, M., Bozhikova, V., & Dimova, R. (2021). Open source systems and 3D computer design applicable in the dental medical

engineering Industry 4.0 – sustainable concept. *Procedia Manufacturing*, 54, 296–301.

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.09.002>

Pazán Morales Domenica Patricia. (2023). *comparative analysis between 3d-printed models designed with generic and dental-specific software*. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Platas García José Armando, & Cervantes Valencia Maria Isabel. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de instalaciones* (1er Edición, pp. 68–72).

Prendes Espinosa, C. (2014). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 46, 187–203. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>

Ramos Bermúdez Pablo Emmanuel, Pupo Meriño Mario, Zoppé Monica, Loni Tiziana, & Navas Conyedo Edisel. (2021). Development of a new version of BioBlender, a Blender module for visualization of biomolecules. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15, 2021. <http://rcci.uci.cu>Pág.120-130

Reyes, J. F., Barragan, M. A., Sanchez, P., & Garcia, M. v. (2020). *Planificación del diseño de las instalaciones de la industria de comercialización de neumáticos*.

Rojas Lazo, O., & Rojas Rojas, L. (2006). *Diseño asistido por computador (1)*.

Rosales Velazco Luis Jacobo, & Ezequiel Huestipa Ponciano. (2023). *Desarrollo de un recorrido virtual eficiente en ejecución que muestra las instalaciones del ITSA*. MES) DE.

Sami Nykänen. (2017). *Blender in architectural modeling: Case: Modeling of Kalevalatalo*.

Secretaria Del Trabajo y Prevision Social. (n.d.). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios*.

Sharma, P., & Singhal, S. (2016). Design and evaluation of layout alternatives to enhance the performance of industry. *OPSEARCH*, 53(4), 741–760. <https://doi.org/10.1007/s12597-016-0257-6>

Tompkins J A., White J A., Bozer Y A., & Tanchoco J M A. (2011). *Planeación de instalaciones*. (Cuarta edición.). CENGAGE Learning.

Vega-Vacca, L. V., Monroy-Sepúlveda, R., Romero-Arcos, Y. A., & Gelves-Díaz, J. F. (2023).

Determinación de las constantes “K” del método Guerchet para el cálculo de las superficies de distribución de planta para una empresa del sector confecciones en el área metropolitana de Cúcuta. *Respuestas*, 28(2). <https://doi.org/10.22463/0122820x.3694>

Villa Quiroz Jorge Junior. (n.d.). “*implementación de tecnologías bim-revit en los procesos de diseño de proyectos en la empresa consultora jc. ingenieros s.r.l.*”

5.7 Competencias por asignatura

En la TABLA 24 se muestran las asignaturas/ materias utilizadas en la elaboración de la tesis, a través de las cuales se aplicaron los conocimientos adquiridos utilizando cada una de las competencias asignadas, donde se divide en 3 aspectos: asignatura, competencia, aplicación.

Tabla 24 Asignaturas y competencias (Elaboración propia).

Asignatura	Competencia	Aplicación
Fundamentos de investigación	Aplica los elementos de la investigación documental para elaborar escritos académicos de su entorno profesional	Investigación, técnicas de redacción y fuentes de investigación
Dibujo industrial	Aplica conocimientos de dibujos técnicos para su ejecución en el software de diseño asistido por computadora	realización de layout y y luego elaboración de objetos 3D en el software Blender
Estudio del trabajo	Identifica, evalúa, diseña y genera propuestas de mejora en los procesos de producción, estaciones de trabajo, distribución de planta, genera métodos de trabajo	Elaboración de diagramas de operaciones, diagrama de recorrido, flujo y relación de actividades, así como el diseño y distribución de planta.
Formulación y evaluación de proyectos	Formula, evalúa y gestiona proyectos de inversión, que le permita emprender la creación de unidades productivas de bienes y servicios bajo criterios de competitividad y sustentabilidad.	Evaluación del diseño dependiendo de las necesidades del usuario.
Taller de investigación I	Se inclinaría el prototipo del proyecto de investigación	Análisis del funcionamiento del software
Mercadotecnia	Conoce las características y diferencias de la competencia perfecta e imperfecta	Análisis de los 6 softwares para elegir la mejor opción de implementación
Taller de investigación II	Consolida el protocolo para ejecutar la investigación y obtener productos para su exposición, defensa y gestión de su trascendencia.	Resultados de las pruebas de implementación mediante el análisis de funcionamiento del software.
Industria 4.0	Diseña piezas para establecer el método de manufactura adecuado, utilizando software CAD/CAM/AD asistido por computadora	Diseño de maquinaria y equipo a través de software Blender
Calidad y productividad	Conoce, diseña, administra e implementa modelos y métodos para medir, evaluar, planear y mejorar la productividad y calidad en todo tipo de empresa, organización o institución.	Realización de la tesis.

Glosario

- **Diseño de instalaciones:** Se refiere a la organización de las instalaciones físicas de una empresa, esto con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como los es el personal, equipos, maquinaria, materiales, entre otros. (Meyers et al, 2006).
- **Diseño:** Es la actividad mediante la cual se realiza la configuración de objetos y mensajes visuales, por lo que es una actividad que está en constante cambio. (Tompkins et al.,2011)
- **Flujo de material:** Se refiere a la determinación de la más efectiva secuencia de movimiento de material, a través de pasos necesarios del proceso, lo cual se entiende como el movimiento de materiales de manera progresiva a través del proceso, hasta completar el mismo.
- **Instalación industrial:** Es el conjunto de medios o recursos necesarios para llevar a cabo los procesos de fabricación y de servicio dentro de una organización. (Tompkins et al.,2011)
- **Layout o distribución de planta:** es un proceso de ordenamiento de los elementos que conforman el sistema productivo en el espacio físico de manera que se alcancen los objetivos de producción de la forma más adecuada y eficiente posible (Chase et al., 2014).
- **Modelado 3D:** Es el proceso de creación de objetos tridimensionales con softwares especializados que simulen la apariencia y la estructura de objetos en el mundo real basándose en principios de geometría, materiales y técnicas
- **Planeación:** Consiste en fijar el curso de una acción que ha de seguirse, estableciendo principios para poder orientarlo, como la secuencia de operaciones, determinación de tiempos y números necesarios para su realización. (Tompkins et al.,2011)
- **Software de diseño:** Es un conjunto de herramientas digitales que se usan para crear modelos 2D y 3D de distintos proyectos.