

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS MÉDICOS EN LA EMPRESA ATL TECHNOLOGY COSTA RICA DURANTE EL TERCER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2023.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

SUSTENTANTE: BRANDON VILLALOBOS ROMÁN

TUTOR: LUIS PABLO TORRES GONZÁLEZ

HEREDIA, 2024

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE Figuras	5
DECLARACIÓN JURADA	6
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR	7
CARTA APROBACIÓN DEL LECTOR.....	8
DEDICATORIA.....	9
AGRADECIMIENTOS	10
ABREVIATURAS.....	11
RESUMEN	12
Capítulo I.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	13
1.1 Descripción general del proyecto.....	14
1.2 Identificación de la organización	15
1.2.1 Descripción general de la organización	17
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa	20
1.3 Planteamiento del problema.....	20
1.3.1 Definición y medición del problema	20
1.3.2 Justificación del proyecto.....	21
1.4 OBJETIVOS	23
• 1.4.1 Objetivo general	23
• 1.4.2 Objetivos específicos	23
1.5 Alcances y limitaciones	24
• 1.5.1 Alcances.....	24
• 1.5.2 Limitaciones	24
CAPÍTULO II:	25
MARCO TEÓRICO.....	25
2.1 Marco conceptual de Ingeniería Industrial.	26

2.2 Marco conceptual referente al proyecto	29
2.2.1 Definir	29
2.2.2 Medir	30
2.2.3 Analizar	31
2.2.4 Mejorar	37
• Modelo SLP	37
• Diagrama de Pareto	40
• Balance de línea.	42
• Análisis de tiempos	42
• Value Stream Mapping (VSM).....	43
2.2.5 Controlar	45
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto	46
2.3.1 Tasa de retorno de interno.....	48
2.3.2 Impacto en beneficios del desarrollo del proyecto.	49
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	50
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	53
3.1 Metodología para la definición del problema.....	54
3.2 Metodología para la medición y el respaldo cualitativo y cuantitativo del proyecto	55
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.....	56
3.4 Metodología para la implementación del proyecto.	59
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.	61
CAPÍTULO IV:	64
ANÁLISIS DE CAUZAS RAÍZ	64
4.1 Descripción General del Producto X	65
4.2 Descripción general del flujo del proceso.....	67
4.3 Descripción general del recorrido del producto.....	74
4.4 Mapeo de procesos.....	81
4.4.1 Diagrama de relación de operaciones	87
4.4.2 Análisis de espacio asignado.....	92
4.5 Análisis de capacidad de línea.....	99

4.5.1 Tiempos estimados del NP01	100
4.5.2 Tiempos estimados del NP02	105
4.5.3 Análisis AMFE.....	109
4.8 Analizar	115
CAPÍTULO V:	118
Diseño e implementaciÓn de la soluciÓn.....	118
5.1 Implementacion de la solucion	119
5.1.1 Ideas de mejora y propuesta.....	119
5.2 ImplementaciÓn de la mejora	125
5.2.1 Flujo de líneas	126
5.3 Plan de implementaciÓn.....	140
5.3 Sostenibilidad del diseño	146
Capitulo vi:.....	153
Conclusiones y recomendaciones.....	153
6.1 Conclusiones.....	154
6.2 RECOMENDACIONES	155
Bibliografía	157

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Descripción de cantidad de empleados</i>	18
<i>Tabla 2 Demanda proyectada por ATL Technology (2024-2027)</i>	22
<i>Tabla 3 Definición del problema</i>	54
<i>Tabla 4 Metodología cuantitativa y cualitativa</i>	56
<i>Tabla 5 Propuesta de mejora</i>	58
<i>Tabla 6 Implementación del proyecto</i>	61
<i>Tabla 7 Metodología para la verificación</i>	62
<i>Tabla 8 Símbolos del diagrama de recorrido</i>	75
<i>Tabla 9 Diagrama SIPOC del NP01</i>	82
<i>Tabla 10 Diagrama sipoc NP02</i>	84
<i>Tabla 11 Nivel de importancia de cercanía entre operaciones</i>	87
<i>Tabla 12 Nivel de interacción entre operaciones</i>	88
<i>Tabla 13 Maquinas con espacio fijo</i>	94
<i>Tabla 14 Simbología de red eléctrica</i>	97
<i>Tabla 15 Tiempos estimados para el NP01</i>	101
<i>Tabla 16 Resumen VSM del NP01</i>	104
<i>Tabla 17 Tiempos estimados del NP02</i>	105
<i>Tabla 18 Resumen VSM del NP02</i>	107
<i>Tabla 19 SIMBOLOGÍA DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO</i>	130
<i>Tabla 20 Análisis de costo-beneficio de la implementación</i>	141
<i>Tabla 21 Ganancia por año según demanda</i>	142

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Mapa geográfico de ubicación de la planta</i>	16
<i>Figura 2 Fotografía de la fachada de la Empresa ATL Technology</i>	16
<i>Figura 3 Ingresos totales proyectadas para el expansión</i>	22
<i>Figura 4 Figuras del diagrama de flujo</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 5 Ejemplo de diagrama de Pareto</i>	41
<i>Figura 6 Descripción del NP01</i>	65
<i>Figura 7 Descripción del NP02</i>	66
<i>Figura 8 Descripción del flujo para en número de parte 01</i>	68
<i>Figura 9 Descripción del flujo para en número de parte 02</i>	71
<i>Figura 10 Diagrama de recorrido preliminar del NP01</i>	76
<i>FIGURA 11 DISTRIBUCIÓN DE RECORRIDO DEL NP01</i>	77
<i>Figura 12 diagrama de recorrido preliminar del NP02</i>	79
<i>Figura 13 Distribución del recorrido del NP01</i>	80
<i>Figura 14 Matriz de relación de operaciones del NP01</i>	88
<i>Figura 15 Matriz de relación de operaciones del NP02</i>	91
<i>Figura 16 Plano arquitectónico de cuarto limpio</i>	95
<i>Figura 17 Distribución de redes eléctricas</i>	97
<i>Figura 18 Distribución de redes de aire comprimido</i>	99
<i>Figura 19 Diagrama de Pareto para los tiempos de operación del NP01</i>	103
<i>Figura 20 Diagrama de Pareto para los tiempos de operación del NP02</i>	106
<i>Figura 21 Diagrama de Ishikawa de variables del producto X</i>	116
<i>Figura 22 Diagrama de flujo propuesto del NP01</i>	128
<i>Figura 24 Diagrama de flujo de entrada de materiales del NP01</i>	132
<i>Figura 25 Diagrama de recorrido propuesto del NP01</i> .	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 26 Diagrama de flujo propuesto del NP02</i>	134
<i>Figura 27 Diagrama de flujo de entrada de materiales del NP02</i>	138
<i>Figura 28 DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO DEL NP01</i> .	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 29 Croquis propuesto para el desarrollo del producto X</i>	121
<i>Figura 30 Diagrama de Gantt de implementación</i>	143
<i>Figura 31 Balance del NP01</i>	149
<i>Figura 32 Balance del NP02</i>	149

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Brandon Josué Villalobos Román mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 207520793 egresado de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS MÉDICOS EN LA EMPRESA ATL TECHNOLOGY COSTA RICA DURANTE EL TERCER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2023,

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Alajuela, a los cuatro días del mes de marzo del año dos mil veinticuatro.

Brandon

Firma del estudiante

Cédula 207520793

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

Alajuela , 9 de marzo de 2024

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Brandon Josué Villalobos Román, cédula de identidad número 207520793, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **Diseño de una línea de producción de productos médicos en la empresa ATL Technology costa rica** durante el tercer cuatrimestre del año 2023, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de bachillerato en ingeniería industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	17
	TOTAL		90

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Luis Pablo Torres González

**Luis Pablo
Torres
Gonzalez**

Firmado digitalmente por Luis Pablo Torres Gonzalez
 Fecha: 2024.03.09 08:46:51 -06'00'

CARTA APROBACIÓN DEL LECTOR

CARTA DEL LECTOR

Puntarenas, 23 de mayo de 2024

Señores:
Carrera Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Brandon Josué Villalobos Román, cédula de identidad número 507520793, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "**Diseño de una línea de producción de productos médicos en la empresa ATL Technology Costa Rica durante el tercer cuatrimestre del año 2023**", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de Lector, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de lectura, por lo que se avala el traslado al siguiente paso.

Atentamente,

JONATHAN PEREZ
LARGAESPADA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
JONATHAN PEREZ LARGAESPADA
(FIRMA)
Fecha: 2024.05.23 17:00:45 -06'00'

Nombre Jonathan Pérez Largaespada
Cédula identidad: 205820315
Carné Colegio Profesional: NA 2871

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por ser el centro de nuestras vidas y por darme salud para poder cumplir mis metas establecidas hasta el día de hoy; así como sabiduría para poder finalizar mi carrera con éxito.

A mis padres, por haberme dado la oportunidad de comenzar a crear sueños y por impulsarme día a día para lograr cumplirlos satisfactoriamente, por estar constantemente a mi lado recolectando frutos juntos, los cuales se han completado con éxito gracias al esfuerzo de ellos por sacarnos adelante a mí y a mis hermanos.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, pareja y amigos por haberme apoyado durante todo este proceso de aprendizaje y por impulsarme y motivarme a cumplir mis metas.

A mis profesores de carrera, por ayudarme a construir esa base sólida con sus enseñanzas y conocimientos, gracias a eso hoy en día me he convertido en profesional y espero seguir aportando este conocimiento tanto a nivel personal como a nivel laboral.

A mi tutor, por ser un gran guía durante la confección e investigación de este proyecto, ya que concluyo este proceso de manera exitosa por sus constantes consejos y apoyo durante la elaboración de esta tesis.

A todas esas personas que estuvieron cerca a lo largo de este trayecto, por motivarme e impulsarme a seguir adelante en momentos donde más lo necesitaba.

ABREVIATURAS

DMAIC: D: Definición, M: Medición, A: Análisis, I: Improve (Mejora) y C: Control

SIPOC: Herramienta para identificar la interrelación y delimitación de los procesos, involucra proveedores, insumos, proceso, salidas y clientes.

NP01: Numero de parte 01.

NP02: Numero de parte 02.

VSM: Value Stream Mapping.

OP: Orden de producción.

UW: Soldadora ultrasónica (Ultrasonic welder).

RESUMEN

El presente informe contiene la solución a un problema con el que cuenta la empresa ATL Technology, debido a que tiene la necesidad de diseñar una nueva línea de producción en su planta de Costa Rica, por ello se encontrara una pequeña descripción del trabajo de diseño que se debe realizar para que se lleve a cabo el correcto traslado e implementación de una nueva línea de producción en la planta de producción de ATL Technology en Costa Rica.

Esta investigación consta de siete capítulos en los que se desarrollarán diversos temas relacionados al diseño de una línea de producción del producto X, en el cual se explicaran conceptos básicos que se manejan en el área ingeniería, así como un análisis de información recolectada durante la investigación mediante herramientas de diseño y de lean manufacturing.

En el primer capítulo se dan a conocer el planteamiento del problema, los antecedentes, la delimitación y justificación del problema, los objetivos, tanto el general como los específicos.

En el capítulo dos se exponen todos los conceptos teóricos importantes para el desarrollo del proyecto apoyados en diferentes bibliografías de diversos autores, así como las herramientas de diseño que se van a llevar a cabo para el correcto diseño las cuales son fundamentales para la implementación de una nueva línea de producción.

En el tercer capítulo, se puntualiza el tipo de investigación que se va a utilizar durante la investigación, adicionalmente, se mencionan las diversas herramientas de

metodología a utilizar para el diseño y la implementación, además se explicaran las variantes que puede haber para el diseño durante este periodo, así como las fuentes utilizadas en la recolección de los datos para poder analizar la información que se presente en este capítulo.

En el capítulo cuatro, se mostrará la información con la que se cuenta la cual servirá como base para el diseño que se llevara a cabo mediante diversas herramientas ingenieriles en los que se mencionarán gráficos y tablas de análisis.

Por consiguiente, en el capítulo cinco se desarrolla la interpretación de los resultados obtenidos, donde se desarrolla y analiza una posible repuesta al problema y su respectiva solución mediante un croquis donde se vera el correcto flujo que debe llevar la línea de producción.

En el capítulo seis se encontrarán conclusiones y recomendaciones generados a lo largo de la investigación y del diseño, en las cuales además se añaden recomendaciones para mantener el correcto diseño a futuro en la compañía.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 Descripción general del proyecto

La empresa ATL Technology, logro la adquisición de la fabricación de un nuevo producto en su planta de Costa Rica, por lo cual debió optar por una ampliación en su infraestructura y crear una nueva área para la fabricación de este con el objetivo principal de poder cumplir con las expectativas propuestas al cliente.

Para la compañía ATL Technology la rápida implementación de este en su planta es de gran importancia debido a que el cliente tiene una alta demanda del producto lo cual les generara ingresos importantes a ambos. Uno de los problemas con lo que se enfrenta la empresa es el diseño de nuevas líneas de producción, por lo cual, este proyecto se encarga de diseñar el correcto flujo y distribución de espacio para colaborar en la correcta y más pronta posible implementación de la línea nueva de producción, logrando así llevar el nuevo proyecto hasta la producción en masa.

A través de este documento se presenta a detalle la descripción del diseño de una nueva línea de producción por lo cual se pretende que esta herramienta estandarice a futuro el camino a seguir de la compañía en futuras implementaciones.

El presente proyecto consta de seis capítulos. En el capítulo I se describen los antecedentes de la empresa y el área donde se desarrollará la problemática que debe ser resuelta, fundamentada con información preliminar, para luego definir los objetivos, alcances y limitaciones para desarrollar de manera exitosa el proyecto.

Para el capítulo II se desarrollara el marco teórico donde se explican los temas, conceptos y métodos que se utilizarán para la medición, solución y control del problema definido en el capítulo I, así como también una breve descripción de cada herramienta, por qué debe ser incluida en el estudio, sustentado con referencias bibliográficas, para luego complementarlo con lo que específicamente se hará durante las siguientes fases del proyecto y que se describen en el capítulo III utilizando la metodología DMAIC así como también lo que se pretende desarrollar en cada una de las etapas hasta llegar a la implementación de una solución a dicho problema.

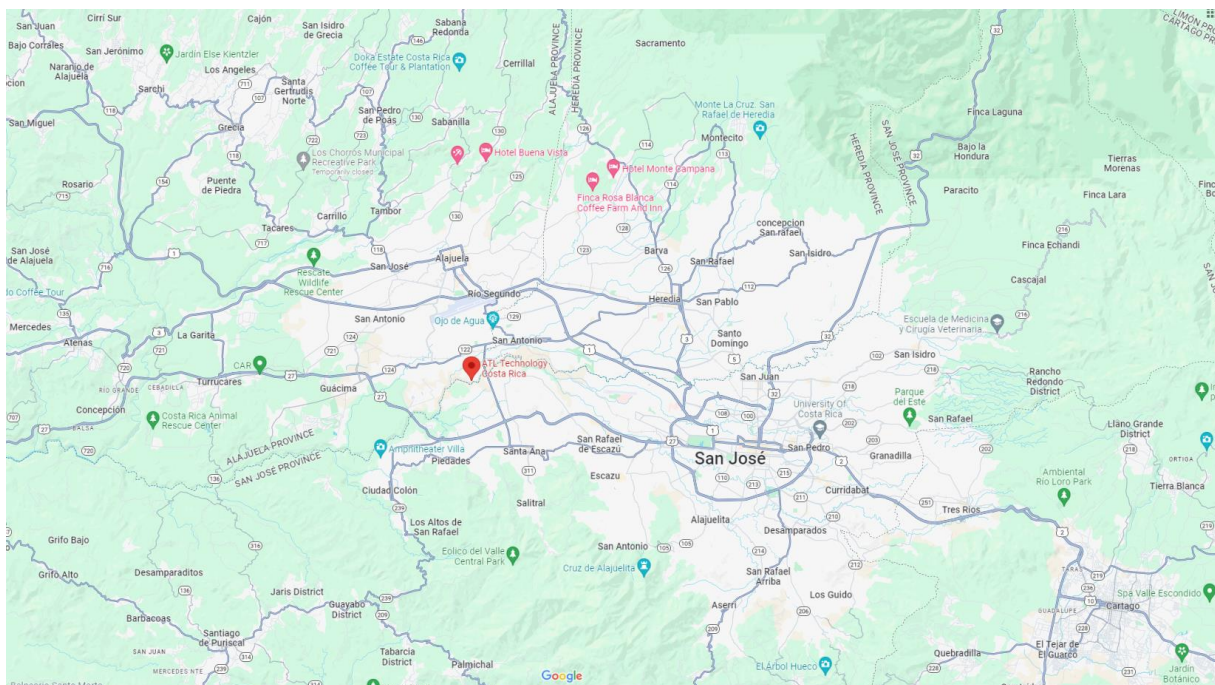
Una vez en el capítulo IV se debe desarrollar un diagnóstico donde con datos específicos se identifican las causas probables que provocan el problema y a su vez en el capítulo V se indican las posibles soluciones que luego de determinar su factibilidad económica y de implementación se procede con la implementación según un cronograma de actividades. Por último, se concluye de acuerdo a los resultados obtenidos y para finalizar se establecen las recomendaciones en el capítulo VI con el fin de asegurar la continuidad y seguimiento a las propuestas implementadas con el proyecto.

1.2 Identificación de la organización

ATL Technolgy es una compañía dedicada al desarrollo de productos manufacturables en el área de los dispositivos médicos, la cual ha estado operando desde hace aproximadamente 30 años a nivel global y hace aproximadamente 10 años en Costa Rica.

La empresa está ubicada en la Zona Franca Flexipark en las bodegas de la G1 a la G4 y la zona franca se ubica en calle potrerillos en San Rafael de Alajuela, Costa Rica.

FIGURA 1 MAPA GEOGRÁFICO DE UBICACIÓN DE LA PLANTA



Fuente: Imágenes Google maps, 2023.

FIGURA 2 FOTOGRAFÍA DE LA FACHADA DE LA EMPRESA ATL TECHNOLOGY



Fuente: Fotografía de elaboración propia, 2023.

La empresa cuenta con 6 600 m² los cuales 1 700 m² son áreas de manufactura, 2 500 m² son áreas de oficinas, 2 000 m² son para área de bodega y almacén y 400 m² son para pasillos comunes.

ATL Technology desarrolla dispositivos médicos para grandes compañías a nivel mundial, estos productos son utilizados por doctores para poder llevar a cabo operaciones o tratamientos quirúrgicos, entre otros.

1.2.1 Descripción general de la organización

ATL Technology es una empresa que basa sus operaciones en el desarrollo de dispositivos médicos para diversos usos en dicha industria, la empresa basa sus operaciones en subensambles de productos para otras compañías.

La compañía dio inicio a las operaciones en Costa Rica tras lograr la compra de la empresa Medconx, esta compra se da en el año 2013, y posterior a la adquisición de esta compañía ATL Technology debía certificarse y registrarse ante la FDA (Food and Drug Administration), la cual es la organización a cargo de las certificaciones para productos médicos, esta certificación y aprobación se da en el año 2015 y así lograr continuar desarrollando los productos que ya se realizaban en la empresa adquirida.

Con el pasar de los años la compañía abrió sus horizontes ante nuevas oportunidades de negocio con diversas compañías, las cuales fue completando con éxito y así logro ampliar su gama de productos de manufactura que se tenían en sus localidades.

Dentro de los productos que realiza la compañía se pueden mencionar cables para conexión de catéteres, dispositivos para operaciones de rodilla, diversos tipos de catéter para operaciones en la columna vertebral, catéter para operaciones en Uretra, entre otros.

Al adquirir la compañía en el 2013 la empresa inicio operaciones con un total de 76 empleados, los cuales con el paso de los años ha ampliado hasta llegar a la cantidad actual de 359 empleados los cuales se dividen en diversas áreas según el desarrollo requerido.

La compañía cuenta con áreas como lo son: operaciones, ingeniería, almacén, finanzas y contabilidad, recursos humanos, ventas, IT y calidad.

La cantidad de empleados en la planta de Costa Rica según el departamento se detalla a continuación en la tabla 01:

TABLA 1 DESCRIPCIÓN DE CANTIDAD DE EMPLEADOS

Departamento	Cantidad de empleados
Contabilidad y finanzas	7
Manufactura	10
Planeación y logística	6
Calidad	28
Ventas	7
Ingeniería	39
Producción	246

Bodega	8
Recursos Humanos	8

Fuente: Elaboración propia, 2023.

ATL Technology trabaja bajo la siguiente misión:

“ATL trabaja de manera abierta y honestas con fabricantes de dispositivos médicos cuidadosamente seleccionados para brindar soluciones de dispositivos médicos”.

Además, cuenta con la siguiente visión para futuro:

“Incrementar las ventas con una fabricación global con riesgos mitigados, siendo socio de diseños de valor agregado”.

La compañía cuenta con planta de producción en Costa Rica, pero además cuenta con una sucursal en Utah en Estados Unidos y con una ubicada en Donghuan en China, cabe mencionar que reciente a inicios del año 2023 realizo la adquisición de una compañía que tenía operaciones en Cardiff en Gales, convirtiéndose así en ATL UK.

El desarrollo que ha tenido ATL Technology ha sido de muy bueno con el paso de los años e incrementado su capacidad en un 372%, pasando así a tener mayores productos y mayores ganancias para sus accionistas al poder contar con mayor variedad de productos.

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa

Esta compañía ha logrado consolidarse en el desarrollo de dispositivos médicos a nivel de industria, logrando así que grandes compañías fijen sus productos en esta.

La compañía ATL Technology ha tenido un aumento en su capacidad de producción de un 150% entre el año 2015 y el 2023, logrando así ampliar su planilla de personal en un 372% entre estos los años que tiene activos en Costa Rica, esto se debe al buen desarrollo de dispositivos médicos que ha logrado con el pasar de los años partiendo de la base de su calidad.

La cantidad de productos exportados por ATL Technology hacia el mercado es de 250.000 dispositivos los cuales van dirigidos a diversas compañías para las que trabaja como subsidiaria.

ATL Technology planteo como estrategia de mercado ante las grandes demandas de diferentes clientes en el mercado y para los que trabaja la compañía el ampliar sus capacidades tecnológicas y manufacturables para así desarrollar productos con un mayor grado de dificultad y poder ser más atractiva ante los ojos y poder obtener futuras oportunidades de negocio.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Definición y medición del problema

La empresa ATL Technology ha tenido gran avance en su desarrollo en la industria de dispositivos médicos, actualmente la compañía obtuvo un nuevo contrato para la fabricación de un nuevo producto que se fabricará en un cuarto limpio en su planta de

producción en Costa Rica, por ende, este trabajo de investigación se basará en el diseño de la línea de producción para este producto.

El nuevo producto se fabrica actualmente en los Estados Unidos y el mismo consta de 2 números de parte, sin embargo, la compañía dueña del producto realizó un análisis de capacidad, tomando como base la demanda que se les presenta a futuro y en sus resultados determinan que la capacidad actual de la planta no será suficiente.

Es ahí donde ingresa ATL Technology que tras negociaciones entre compañías se decide fabricar el promedio anual de 382 unidades en la planta de producción de Costa Rica, el aspecto relevante es que ATL no cuenta actualmente con cuartos limpios que satisfagan el incremento de producción, por lo que se diseñara la disposición de la nueva línea de producción

1.3.2 Justificación del proyecto

El diseño de la disposición de la línea de producción del producto X se justifica a que la organización ATL está considerando el incremento de unidades fabricadas como parte del presupuesto de ventas del año 2024; con el fin de incrementar los ingresos.

Las demandas proyectadas para este producto y a considerar a lo largo del desarrollo de este proyecto son las siguientes.

TABLA 2 DEMANDA PROYECTADA POR ATL TECHNOLOGY (2024-2027)

Número de parte	2024	2025	2026	2027
(NP)				
NP01	33,318	35,839	30,009	21,996
NP02	117,719	136,530	114,319	83,796
Unidades totales	151,037	172,369	144 328	105,792

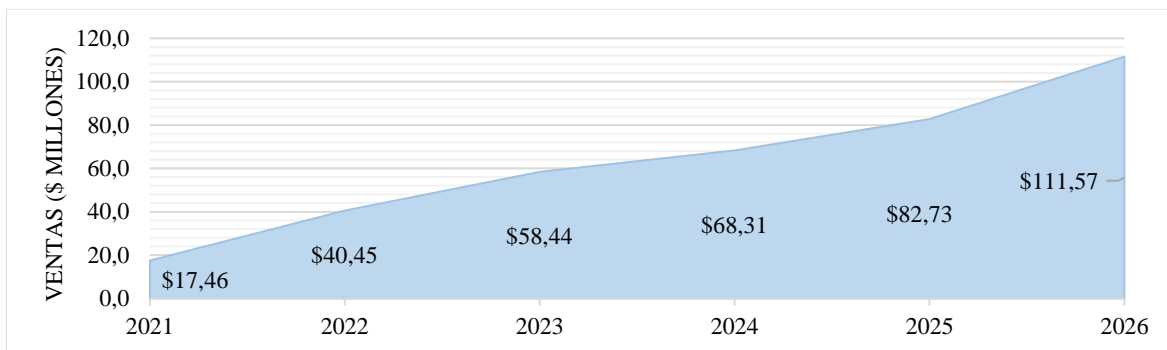
Fuente: Elaboración propia, 2023.

El producto X se va a fabrica dentro de un cuarto limpio y un cuarto controlado de 356 m² y 294 m², respectivamente, que la empresa ha decidido construir, tanto para la fabricación del “Producto X” como para otra variedad de números de parte de otros clientes distintos.

Este proyecto busca además ayudar a la empresa para obtener mejores y más rápidas implementaciones de nuevos productos en su planta de producción para que así mismo les abra las puertas a nuevas oportunidades de negocios.

En la figura 3 se muestra las ventas totales por todas las líneas de producción de la expansión del cuarto limpio y cuarto controlado.

FIGURA 3 INGRESOS TOTALES PROYECTADAS PARA EL EXPANSIÓN



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Nota: Estudio de las ventas proyectadas con la puesta en marcha del nuevo cuarto controlado y cuarto limpio. Datos aportados por la empresa.

1.4 OBJETIVOS

- **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar la distribución de una nueva línea de producción para el producto x de la compañía ATL Technology ubicada en Costa Rica.

- **1.4.2 Objetivos específicos**

- a) Evaluar el proceso productivo del nuevo producto a manufacturar en la planta de la compañía ATL Technology.
- b) Definir la correcta disposición del espacio a utilizar para determinar los requerimientos necesarios en la introducción del nuevo producto.

- c) Diseñar una propuesta de disposición de planta para el proceso de producción del nuevo producto.

1.5 Alcances y limitaciones

- **1.5.1 Alcances**

El alcance de esta investigación abarca desde el análisis de variables que afectan el diseño de una línea de producción, hasta el correcto diseño para la implementación en la planta de producción que se realizara en la planta de producción de ATL Technology en Costa Rica durante el último cuatrimestre del año 2023 y el primero cuatrimestre del año 2024.

- **1.5.2 Limitaciones**

- El ingreso a las áreas de cuartos limpios es restringido ya que es un área controlada, se podrá ingresar a dichos espacios con supervisión.
- El mencionar el nombre de la compañía es posible, sin embargo, el nombre de producto no, por lo cual estaremos llamando al producto principal de este proyecto "Producto X".
- La compañía realiza la implementación del nuevo producto en su planta pero cuenta con un presupuesto limitado para el desarrollo de este proyecto.
- Para los análisis de capacidad, se utilizará la matriz de históricos de tiempo con la que la compañía analiza el estado de sus líneas de producción; debido a que por ser una línea de producción nueva no se podrá toma en sitio los tiempos de corridas.

**CAPÍTULO II:
MARCO TEÓRICO**

2.1 Marco conceptual de Ingeniería Industrial.

Para Lopez, 2019 “La Ingeniería Industrial es la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización, con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios.

El desarrollo de este proyecto llevara a cabo una distribución de planta, la cual, se basa en la distribución por producto, también conocida como distribución en línea, la cual es un esquema de producción que se enfoca en organizar todos los procesos de fabricación en un único departamento o espacio.

Según Tirado, 2018 “La distribución de planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, ya que el objetivo principal es que esta ordenación contribuya satisfactoriamente a la consecución de los procesos de la empresa”. La cual tiene las siguientes ventajas:

- Se optimizan los procesos y las comunicaciones interdepartamentales.
- Se simplifican actividades como la planificación, el control y la evaluación de la producción.
- Se reduce el espacio de fabricación, el tiempo de producción y el stock. Lo mismo pasa con la inversión en la logística de transporte y de almacenamiento de materias primas y productos.

-Ayuda a la correcta elaboración de layout y el aprovechamiento de espacios.

-Permite el lograr entrenar personas desde una etapa temprana involucrándolos en el desarrollo.

Ademas, según el INA (Instituto nacional de aprendizaje) “La distribución de planta implica la organización de espacios necesarios para el almacenamiento y movimiento de los materiales, ubicación de los equipos o líneas de producción, determinación de equipos industriales requeridos, administración, servicios para el personal, etc.

Además, los propósitos de un diseño de planta son:

1. Integración de todos los factores que intervengan en la distribución.
2. Movimiento de material según distancias mínimas.
3. Circulación del trabajo a través de la planta.
4. Utilización “efectiva” de todo el espacio.
5. Mínimo esfuerzo de elaboración y alta seguridad para las personas trabajadoras.”.

Ahora bien según Somengil, 2021 “ Es posible revisar la distribución en planta de forma práctica con estos 7 pasos.

1. Analiza el estado actual.
2. Enfoque Top Down.
 - El layout de cualquier espacio debe planificarse por niveles jerárquicos, desde una vista más macro a una micro.
3. Diseñar para minimizar movimientos.

- Planificar la disposición de equipamientos y máquinas en la distribución en planta, el objetivo fundamental es minimizar el transporte interno.
4. Flujo de material unidireccional, entre la entrada y la salida
 - La distribución en planta debe garantizar un flujo de material unidireccional entre la entrada y la salida del espacio. La disposición de los puestos de trabajo debe realizarse de forma que las primeras tareas se realicen más cerca de la entrada o del almacén de las materias primas. Las últimas actividades deben estar próximas a la salida o al almacenamiento del producto ya terminado.
 5. Un lugar para cada cosa, cada cosa en su lugar.
 - La distribución en planta debe permitir el manejo de materiales, productos y equipamientos de manera ordenada y eficiente. En el puesto de trabajo, cada herramienta y utensilio debe tener una ubicación y un propósito designados. Solo deben estar presentes los materiales estrictamente necesarios.
 6. Simular, antes de implementar.
 - Antes de implementar un nuevo layout, es importante simular. Para esto, es necesario construir un prototipo funcional con materiales de bajo coste.
 7. Facilidad de expansión o cambio.
 - Las instalaciones deben diseñarse de modo a que puedan ampliarse o ajustarse fácilmente para satisfacer las necesidades cambiantes de producción. Cualquier proyecto debe ser flexible, minimizando los tiempos de setup siempre que sea necesario realizar cambios.”

2.2 Marco conceptual referente al proyecto

Para el desarrollo de este proyecto de diseño de línea se trabajará con la metodología del DMAIC, la cual es una estrategia de cinco fases para mejorar una amplia variedad de procesos organizacionales, ya sea desarrollo de software, fabricación o algún otro proceso. Si bien está asociada con Six Sigma, esta estrategia también se puede aplicar a estrategias lean y otras estrategias de mejora de procesos. DMAIC es una técnica de resolución de problemas basada en datos diseñada para identificar y abordar ineficiencias en un proceso, lo que mejora sus resultados y hace que estas mejoras sean más predecibles.

A continuación, se describirá cada etapa del DMAIC según Pérez Urrego, 2013

2.2.1 Definir

Esta fase es crítica para asegurar el éxito de un proyecto, debido a que la correcta implementación de la filosofía Seis Sigma depende de la adecuada identificación y posterior selección del proyecto. Los criterios iniciales los cuales son: Identificar las oportunidades con alto potencial de mejora.

- Delinear el alcance del proyecto.
- Desarrollar una mesa de voz del cliente (VOCT) para identificar las necesidades del cliente.
- Identificar a todas las partes interesadas
- Estimar el impacto y la finalización del proyecto.

- Identificar y documentar oportunidades de negocio.
- Dibujar otros procesos relacionados

Una fase de Definición exitosa lo ayuda a avanzar con objetivos claros y bien definidos y un cronograma para la finalización del proyecto. (Guía didáctica para Pymes, pag 24).

2.2.2 Medir

Además, con la continuación de lo que dice Pérez Urrego “La fase de Medición es donde se trazan líneas de base para evaluar el desempeño de un proceso determinado. Sin tener puntos de referencia sólidos para comparar, es difícil rastrear las mejoras. Por lo tanto, y también se ponen a prueba las características del proyecto mediante el uso de herramientas estadísticas, con las cuales se pretende cuantificarlas junto con los problemas identificados, para finalmente elegir la característica crítica de calidad adecuada para desarrollar el proyecto de mejora Seis Sigma. (Guía didáctica para Pymes, pag 25).

Para esta etapa se debe:

- Desarrollar los métodos de recopilación de datos que se utilizarán para medir el éxito.
- Reconocer indicadores de entrada, procesos y resultados.
- Recopilar y examinar datos del estado actual.

- Describir los modos de falla y el análisis de efectos.
- Implementar análisis de capacidad de proceso.

El uso de herramientas de gestión visual, como gráficos de control, gráficos de barras y gráficos de ejecución, etc., puede ayudarle a lograr mejores resultados en esta etapa.

2.2.3 Analizar

En esta fase Pérez Urrego dice que “su objetivo es identificar y la identificación de la causan raíz, a medida que se investiga con detalle las razones que hacen posible el problema o variación de la característica crítica. Lo más importante identificar la causa raíz del problema a tratar, es preguntarse por qué ocurrió y no se están logrando los resultados esperados; aparte de esto, es de extrema necesidad que el personal que hará las averiguaciones pertinentes, posea un elevado grado de conocimiento acerca de la característica crítica a analizar”. (Guía didáctica para Pymes, pag 25).

Algunas herramientas para utilizar en esta etapa pueden ser:

- Tormenta de ideas

Según Gutierrez, 2013 “Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad (Gutiérrez, 2013, p.153).

De igual manera Gutierrez menciona que la lluvia de ideas contiene aspectos muy importantes los cuales son:

- Se utiliza para crear un gran número de ideas
 - Se utiliza como recurso creativo
 - Se utilizan varias partes de la herramienta para resolver conflictos
 - Es una herramienta simple pero efectiva
 - Se promueve la participación
- Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia.

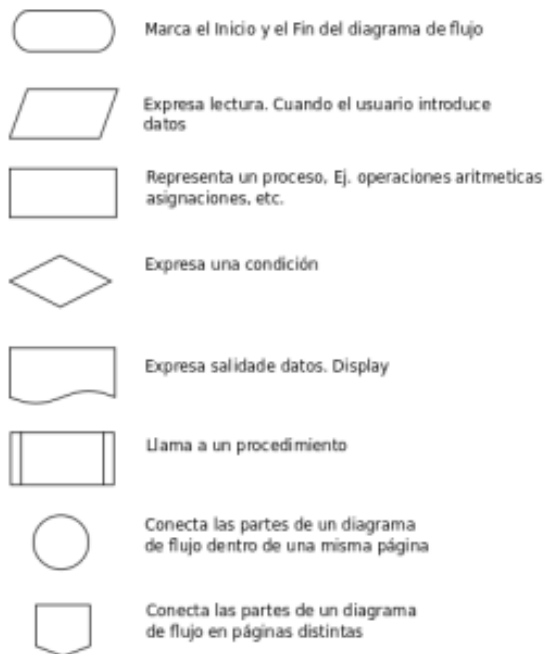
Según Gutiérrez Pulido se deben de seguir estos pasos para construir un buen diagrama de flujo:

- Establecer el alcance del proceso a describir. De esta manera quedará fijado el comienzo y el final del diagrama. Frecuentemente el comienzo es la salida del proceso previo y el final la entrada al proceso siguiente.
- Identificar y listar las principales actividades/subprocesos que están incluidos en el proceso a describir y su orden cronológico.

- Si el nivel de detalle definido incluye actividades menores, listarlas también.
- Identificar y listar los puntos de decisión.
- Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos.
- Prueba para ver errores

A continuación, en la figura 4, se detalla el significado de las figuras más importantes y utilizadas.

FIGURA 4 FIGURAS DEL DIAGRAMA DE FLUJO



Fuente: (Hernández Campos, 2012).

- Diagrama de recorrido.

Basado en Benjamin W.Niebel “A pesar de que el diagrama de flujo del proceso proporciona la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de manufactura, no muestra un plan pictórico del flujo del trabajo. A veces esta información es útil para desarrollar un nuevo método. Además, es de utilidad visualizar las áreas potenciales de almacenamiento temporal o permanente, las estaciones de inspección y los puntos de trabajo.

La mejor manera de proporcionar esta información es conseguir un diagrama de las áreas de la planta involucradas y después bosquejar las líneas de flujo, es decir, indicar el movimiento del material de una actividad a la otra. El diagrama de flujo o recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso.

Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo o recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo. Se pueden utilizar colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte. (Métodos, estándares y diseño del trabajo, pag 50).

- Mapeo de procesos.

Según Gutierrez Pulido “La función del mapeo de procesos es hacer un flujo del proceso más apegado a la realidad, en el que se especifica que las actividades que realmente se hacen en el proceso.

Además, el diagrama puede ir desde un muy alto nivel hasta un nivel micro. En el primer caso no se entra en detalles y de lo que se trata es de tener una visión macro del proceso; este diagrama resulta útil para delimitar el proceso e iniciar el análisis sobre el mismo. En cambio, en un nivel micro, es posible analizar con detalle una parte del proceso y puede ser que se especifiquen uno o varios de los siguientes detalles:

- Las principales variables de salida y entrada de cada etapa del proceso.
- Los pasos que agregan valor y los que no aportan nada al producto.
- Las entradas clave en cada paso del proceso.
- Las especificaciones de operaciones actuales y los objetivos de proceso para las entradas controlables y críticas.” (Calidad total y productividad, pag 212).

Para realizar el mapeo de procesos en este proyecto se trabajará con un diagrama SIPOC que explicará cada proveedor de operación, su entrada y salida.

Por lo tanto, Gutierrez Pulido define que el objetivo al SIPOC con el objetivo de “Debe de analizar el proceso y su entorno. Para ello se identifica a sus proveedores (P), las entradas (E), el proceso mismo (P), las salidas (S) y los usuarios (U). El acrónimo en

inglés de este diagrama es SIPOC (suppliers, inputs, process, outputs and customers).

Los pasos para hacer un diagrama SIPOC son los siguientes:

- Delimitar el proceso al que se le va a hacer el diagrama y se hace un diagrama de flujo general, en el que se especifican las cuatro o cinco etapas principales.
 - Identificar las Salidas del proceso, que son los resultados (bienes o servicios) que genera el proceso.
 - Especificar a los Usuarios/clientes, que son quienes reciben o se benefician con las salidas del proceso.
 - Establecer las Entradas (materiales, información, etc.), que son necesarias para que el proceso funcione adecuadamente.
 - Por último, identificar a los Proveedores, que son quienes proporcionan las entradas.” (Calidad total y productividad, pag 214).
-
- Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)
Según Safety culture, 2024 “Es un método proactivo para descubrir posibles fallos en los procesos empresariales con el fin de evitar que se produzcan o mitigar su efecto, averiguando dónde pueden producirse y determinando su impacto. El enfoque sistemático del AMFE para identificar y abordar las causas de los fallos puede ayudar a prevenir costosos problemas de fabricación, mejorar la calidad del producto y la fiabilidad del servicio, así como aumentar la satisfacción del cliente.

El AMFE suele llevarse a cabo durante la fase de diseño o durante la propuesta de cambios en un proceso existente, con el fin de conocer de forma proactiva dónde pueden producirse fallos y descubrir la posible gravedad de los mismos. La realización del AMFE es importante porque ayuda a determinar qué partes de un proceso necesitan ser priorizadas para los cambios que pretenden eliminar o reducir la probabilidad de fallos.”

2.2.4 Mejorar

Una vez completado los pasos anterior Pérez Urrego dice que “Con el análisis realizado y los datos frente a usted, ahora es el momento de comenzar a realizar mejoras. En esta fase del ciclo se define un plan de acción enfocado a atacar las causas raizales, proponiendo cambios en el proceso que es afectado por ella. Una vez planteadas las posibles mejoras, se validan mediante el monitoreo con las herramientas estadísticas para poder comprobar su efectividad”. (Guía didáctica para Pymes, pag 26).

Esta etapa incluye las siguientes actividades:

- Modelo SLP

El SLP o Systematic Layout Planning, según Buchari Tarigan, U. & Ambarita, M. B., 2018 “es una metodología que se utiliza para implementar y mejorar el flujo de materiales de una planta, así como optimizar distancias recorridas y espacios requeridos por las estaciones de trabajo”.

Se espera que, al aplicar este enfoque metodológico en el diseño de las líneas de producción y los flujos de procesos para este proyecto, se cumpla con los indicadores de productividad promedio de los procesos de manufactura de la empresa mediante un layout eficiente de las líneas, de ese modo se dé el aprovechamiento de los recursos como la mano de obra, cumpliendo con las medidas de seguridad al realizar las actividades.

Según Suhardini, D., W. Septiani, & S. Fauziah., 2017 “Al aplicar SLP en la confección de un diseño, el procedimiento de planeamiento paso a paso permite identificar, visualizar y clasificar las diferentes actividades, relaciones entre procesos y las posibles alternativas de diseño basado en los datos cuantitativos y cualitativos que proporcione la empresa, además de identificar flujos de materiales, mediante la aplicación de herramientas como diagrama de relaciones, matriz de afinidad, diagrama de recorridos entre otros.

Según Benjamin W.Niebel, s.f “El objetivo del SLP es ubicar dos áreas con grandes relaciones lógicas y de frecuencia cercanas entre sí mediante el uso de un procedimiento directo de seis pasos:

- Diagrama de relaciones.

En esta primera etapa se establecen las relaciones entre las diferentes áreas; después, se elabora un diagrama sobre un formato especial llamado diagrama de relaciones donde una relación es el grado relativo de acercamiento, que se desea o que se requiere, entre diferentes actividades, áreas, departamentos, habitaciones, etc., según lo determine la información cuantitativa del flujo (volumen, tiempo, costo,

enrutamiento) de un diagrama desde-hacia, o más cualitativamente, de las interacciones funcionales o información subjetiva.

1- Establecer las necesidades de espacio.

En la segunda etapa se establecen las necesidades de espacio en términos de los pies cuadrados que existen. Estos valores pueden calcularse con base en las necesidades de producción, extrapoladas a partir de áreas existentes, proyectadas para expansiones futuras o establecidas por estándares legales, tales como la ADA o estándares arquitectónicos. Además de los pies cuadrados, el tipo y forma del área que se desee definir, así como la ubicación respecto a los servicios que se requieran, pueden ser aspectos muy importantes.

2- Elaborar diagramas de relaciones entre actividades.

En la tercera etapa se dibuja una representación visual de las diferentes actividades. El analista comienza con las relaciones absolutamente importantes (A), utilizando cuatro líneas cortas paralelas para conectar las dos áreas. Luego, el analista procede con las E, utilizando tres líneas paralelas aproximadamente del doble de longitud que las líneas A. El analista continúa este procedimiento con las I, O, etc., aumentando de manera progresiva la longitud de las líneas, a la vez que intenta evitar que las líneas se crucen o se enreden. En el caso de relaciones indeseables, las dos áreas se

colocan lo más alejadamente posible y se dibuja una línea serpenteante (que representa un resorte) entre ellas.

3- Elaborar relaciones de espacio en la distribución (Layout).

Después, se crea una representación espacial escalando las áreas en términos de su tamaño relativo. Una vez que los analistas están satisfechos con la distribución, las áreas se compactan en un plano. Esta tarea no es tan fácil como parece, por lo cual el analista normalmente debe utilizar patrones. Además, se pueden introducir modificaciones al plano con base en las necesidades del manejo de materiales, instalaciones de almacenamiento, necesidades del personal, características del edificio y los servicios generales.”

(Métodos, estándares y diseño del trabajo, pag 87).

- **Diagrama de Pareto**

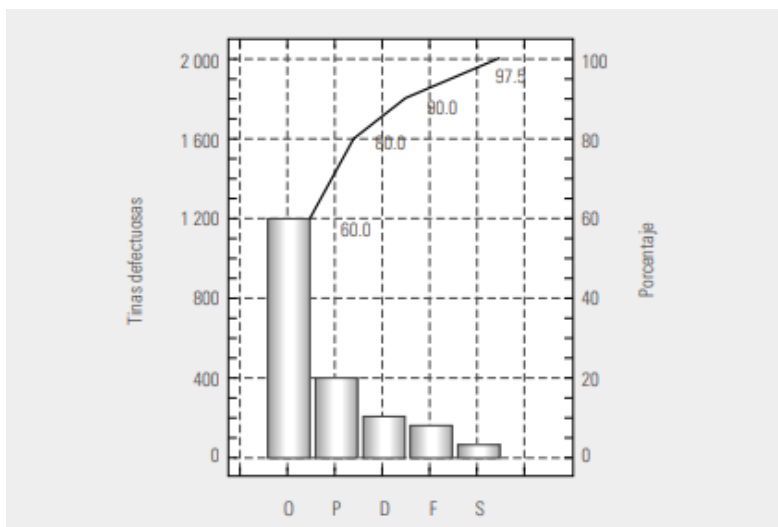
Según Gutierrez Pulido “El diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo. El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que sólo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto

total. De la totalidad de problemas de una organización, sólo unos cuantos son realmente importantes.

Además de ayudar a seleccionar el problema que es más conveniente atacar, el diagrama de Pareto facilita la comunicación, motiva la cooperación y recuerda de manera permanente cuál es la falla principal. El análisis de Pareto es aplicable a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etc. Otra ventaja del DP es que permite evaluar objetivamente, con el mismo diagrama, las mejoras logradas con el proyecto, para lo cual se observa en qué cantidad disminuyó la altura de la barra correspondiente a la categoría seleccionada.” (Calidad total y productividad, pag 192).

A continuación, en la figura 5 se mostrará un ejemplo de un diagrama de Pareto.

FIGURA 5 EJEMPLO DE DIAGRAMA DE PARETO



Fuente: Calidad total y productividad, pag 180.

- **Balance de línea.**

Basado en Moreno y Montealegre, 2013 “El balance de línea es una de las técnicas más importantes en el control de la producción, ya que busca utilizar al máximo los recursos, reducir los tiempos ociosos o tiempos muertos de los procesos. Si se logra establecer el balance óptimo de la línea, los tiempos proceso de todas las estaciones serán exactamente iguales.”

El objetivo fundamental de un balance de línea es igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso, para lo cual se requiere determinar la secuencia óptima de procesar trabajos en una máquina y una buena asignación de las tareas a estaciones u operarios.

- **Análisis de tiempos**

Según Palacios, 2016 indica que “Profesionalmente se espera del ingeniero industrial cierta eficiencia, eficacia y productividad en el mejoramiento de los rendimientos en los centros de trabajo. Sin embargo, existen causas que los afectan, deteriorando los resultados. Sus causas son muy variadas, descubrirlas, modificarlas, combinarlas o eliminarlas, es la tarea permanente del ingeniero industrial puesto al servicio de una organización. Para tener éxito en su ejercicio, los profesionales y aspirantes de esta rama de la ingeniería deberían conocer y entender estos posibles problemas.

Dentro de las variantes que pueden afectar el rendimiento, se encuentran:

- Deficiencia y cambios frecuentes del diseño.
- Desperdicio de materiales. Normas incorrectas de calidad.
- Mala localización, disposición y utilización del espacio.

El estudio de tiempos es una observación directa y continua de una tarea utilizando un dispositivo preciso para medir el tiempo (por ejemplo: cronómetro con lectura decimal, cronómetro electrónico asistido por computadora o una cámara de video) para grabar el tiempo que toma completar la tarea a estudiar. Este método es comúnmente usado cuando:

- Existen ciclos de trabajo repetitivos de corta o larga duración.
 - Se desempeña una gran variedad de trabajo desigual.
 - Cuando los elementos del proceso de control son parte del ciclo de trabajo
- **Value Stream Mapping (VSM)**

El mapeo del flujo o Value Stream mapping (VSM) en inglés, es una herramienta que se usa para ilustrar y analizar un proceso productivo. Esta surge de la visualización de un proceso de producción como un flujo continuo en el cual cada etapa del proceso. Este tipo de herramienta ofrece una óptica gráfica del flujo de material e información, esta sirve como fundamento para entender cómo se interrelacionan las actividades y operaciones, es importante tener en cuenta que el objetivo del VSM es la mejora continua del proceso en cuestión (Langstrand, J. 2016).

Después de haber explicado lo anterior, esta herramienta se utiliza para obtener detalles específicos de los procesos, como el tiempo de ciclo, la cantidad de turnos requeridos, los espacios destinados a la operación y otros aspectos relevantes. Parte de los parámetros importantes de este se detallan a continuación.

- Processing Time: El Processing Time o tiempo de flujo del proceso es el tiempo de ciclo que dura cada pieza para poder completarla.
- Down Time: Tiempo en el cual los equipos o estaciones de trabajo no se están utilizando.
- N° Shift: Cantidad de turnos para manufacturar el producto, este determina el tiempo disponible para producir una demanda diaria aunado a un lote de producción
- Time per Changeover: Tiempo de cambio al finalizar el turno, este inicia desde que el operario del turno A abandona su estación, hasta que el operario del turno B continua con este.
- Reserved floor Space: Espacio destinado para realizar la operación, este se calcula en base al area de la estación de trabajo, más el espacio de 45 cm que debe ocupar el operario para hacer la operación de forma cómoda.
- VAT: Value Added Time o tiempo de valor agregado es el período de tiempo en el que se realiza una actividad o proceso que agrega valor al producto o servicio final desde la perspectiva del cliente. Se refiere específicamente a las actividades que transforman o mejoran el producto, satisfaciendo las necesidades del cliente y contribuyendo a su calidad, funcionalidad o características distintivas.

- Scrap: Porcentaje de piezas que no se pueden retrabajar, por lo que, se desechan, asimismo constituye un costo extra para el lote de producción.
- Yield: Porcentaje de piezas buenas, como el proceso no existe, este dato se toma en base a un proceso de producción similar de ATL Technology, donde se realiza el ensamblaje de tubos, asimismo se empacan y sellan en pouch al vacío.

2.2.5 Controlar

Para Pérez Urrego “En esta última fase del ciclo se procede una vez más a dirigir el proceso de mejora bajo herramientas estadísticas que monitoreen y controlen las mejoras presentadas y validadas. Es necesario saber que, si se han logrado los resultados esperados mediante la implementación de la filosofía Seis Sigma, el proyecto de mejora no debe parar ahí, al contrario, se debe tener presente la mejora continua hasta alcanzar resultados positivos”. (Guía didáctica para Pymes, pag 26).

Aquí es donde se debe:

- Identificar y documentar el nuevo estándar de trabajo.
- Desarrollar un plan de control de calidad que garantice que todo el equipo esté trabajando con las mismas técnicas y métricas.
- Confirmar la reducción de fallas debido a la causa objetivo.

- Utilizar el control estadístico de procesos (SPC) para monitorear la ejecución del proceso e identificar cualquier problema que surja.
- Determinar mejoras adicionales, si es necesario, para cumplir con los objetivos del proceso.
- Agilizar las mejoras en los procesos utilizando las “ Cinco S ” de Lean.
- Integrar, documentar y comunicar las lecciones aprendidas.
- Después de la fase de Control, puede cuantificar el impacto completo de los cambios en los procesos en términos de reducción de costos, eficiencia, mejora de la calidad , aumento de la productividad y satisfacción del cliente.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

El desarrollo de este proyecto llevara a cabo una distribución de planta, la cual, se basa en la distribución por producto, también conocida como distribución en línea, la cual es un esquema de producción que se enfoca en organizar todos los procesos de fabricación en un único departamento o espacio.

Según Tirado, 2018 “La distribución de planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, ya que el objetivo principal es que esta ordenación contribuya satisfactoriamente a la consecución de los procesos de la empresa”. La cual tiene las siguientes ventajas:

- Se optimizan los procesos y las comunicaciones interdepartamentales.
- Se simplifican actividades como la planificación, el control y la evaluación de la producción.
- Se reduce el espacio de fabricación, el tiempo de producción y el stock. Lo mismo pasa con la inversión en la logística de transporte y de almacenamiento de materias primas y productos.
- Ayuda a la correcta elaboración de layout y el aprovechamiento de espacios.
- Permite el lograr entrenar personas desde una etapa temprana involucrándolos en el desarrollo.

A pesar de sus beneficios el desarrollo de este tipo de distribución de planta también trae consigo una serie de desventajas que se deben considerar para obtener buenos resultados al utilizarla y evitar correr riesgos. Como parte de estas desventajas se tienen:

- El tiempo de fabricación se define por la máquina más lenta (Cuello de botella), esto se debe a que los procesos de una máquina siempre dependen de los procesos de la máquina anterior.
- Si una máquina o equipo falla o se daña, afecta la continuidad de toda la línea de producción.
- Para realizar cambios en el producto es necesario modificar la estructura de producción. Esto implica que la empresa debe invertir en nueva maquinaria o en modificaciones técnicas.

-Los trabajadores realizan tareas repetitivas que pueden generar desmotivación.

Es importante recalcar que la distribución por producto conviene ser utilizada en casos como los siguientes:

- Cuando la empresa fabrica productos bien definidos y en grandes lotes, en el caso de este producto X se basa en la cantidad de la demanda de este.
- Cuando el producto es masivo y su demanda es continua tal y como es este producto X ya que se está trabajando con una proyección de hasta 3 años de producción con demandas altas.

2.3.1 Tasa de retorno de interno

Según Colaboradores de Wikipedia, 2024, “La tasa interna de retorno (TIR) es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de una inversión, y que tiene como supuesto subyacente que los flujos futuros se reinvierten a dicha tasa, vale decir, que no hay retiros durante todo el horizonte de evaluación.

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad, así, puede ser utilizada como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de una inversión. Si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad o rentabilidad exigida utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo. No obstante, también habría que valorar otros factores en la toma de decisiones, como la aportación a la sociedad de la inversión.”

2.3.2 Impacto en beneficios del desarrollo del proyecto.

Al pasar de los años Costa Rica se convirtió en uno de los focos para movimientos de las empresas de manufactura, especialmente en la industria de dispositivos médicos y electrónicos.

El diseño de planta para estas compañías es de suma importancia debido a que si se realiza un buen diseño y distribución de planta se acortarán tiempos de implementación de estas y se redujeran gastos en temas de perdidas.

El desplazamiento de estas empresas hacia el país genera beneficios para la sociedad y para el país. En la presente sección se detalla los beneficios de la aplicación del proyecto, tanto para la empresa, como para la sociedad.

2.3.1.1 Beneficios para la empresa

Uno de los principales beneficios obtenidos por la empresa al realizar la instalación y puesta en marcha del cuarto limpio y cuarto controlado en la industria de implementos médicos, es producir nuevos dispositivos que permitan aumentar la productividad y rentabilidad de las operaciones de la empresa donde aumentara sus ganancias y su representación en el mercado.

Asimismo, facilitar el diseño y desarrollo de nuevos productos, de ese modo se pueda dar a conocer la importancia de la planificación estratégica para implementación de nuevos proyectos, con el fin de disminuir los tiempos de ensamble, desperdicios, así como mantener una política de calidad acorde con los estándares internacionales.

2.3.1.2 Beneficios para la sociedad

Entre los principales beneficios a la sociedad asociados a la implementación de este proyecto es la generación de más fuentes de empleo, será necesario la apertura de 156 nuevos puestos de trabajo, de esa forma contribuyendo al desarrollo económico de la zona, así como el aumento de importaciones y exportaciones, las cuales son fuentes principales para el crecimiento económico del país.

A su vez, se espera que proyectos como este sean de importancia para la atracción de inversiones, tanto nacional como internacional, para el desarrollo de nuevos y mejores dispositivos médicos, contribuyendo a la innovación y desarrollo tecnológico nacional.

Un beneficio importante en este caso es el desarrollo laboral de la sociedad que sea contratada por la empresa.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Se han realizado proyectos basados en la misma metodología que se utiliza en este proyecto, los cuales han generado grandes aportes a diferentes proyectos, entre los proyectos relacionados con el diseño o rediseño de una línea de producción se encuentran:

- Mejoramiento del diseño de proceso de empaque secundario en la compañía allergan Costa Rica en el primer cuatrimestre del año 2018. (Luis Alberto Valerio Zambrana, 2018), en donde esta basa su proyecto en el objetivo de mejorar el proceso de

empaques, este proyecto nació de la problemática existente relacionada con los indicadores de productividad, tiempos muertos y lead time en una de sus áreas, para la cual debió realizar un nuevo diseño de línea. por ende, su objetivo general propuesto fue mejorar el diseño del proceso de empaque secundario, mediante el análisis del flujo del material, así como el estudio de tiempos y movimientos de las tareas, con el fin de aumentar la productividad en un 10 %, reducir los tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso en un 10 %.

Mediante el uso de diferentes herramientas de la ingeniería industrial.

Finalmente, como solución se estableció la propuesta de mejora, la cual consiste en la inclusión de una banda transportadora en uno de sus procesos con el fin de aumentar la utilización de la mano de obra en esta operación, provocando el cambio de diseño actual por uno propuesto que se esperaba que el proceso fuera más rápido y eficiente trayendo consigo mejoras en su yield y tiempos de producción.

Este proyecto tiene relación con respecto al que está en estudio ya que ambos buscan los diseños de línea para implementar mejoras en producción.

- Mejora de procesos productivos utilizando herramientas de distribución de planta y diseño de métodos en la pyme Recomares del Pacífico para el 1er semestre del año 2022 (María José Espinoza Vásquez), para el caso de este trabajo se propuso un plan de mejora de los procesos productivos

utilizando herramientas de distribución de planta y diseño de métodos para el aprovechamiento adecuado de los recursos de la compañía.

En él se logra realizar un estudio de distribución y diseño de planta mediante la creación del diagrama de flujo del proceso para conocer el almacenaje que realiza y al mismo tiempo se realizó la graficación del diseño actual de la planta lo que permitió identificar oportunidades de mejora para la distribución de planta y aumento de almacenaje.

Se establecen propuestas de rediseño, diseño y distribución que permitieron a la empresa la obtención de una mejor productividad por medio de la optimización de espacios generando 2200kg extra para almacenaje de materia prima.

Dando como resultado un beneficio-costo de 2.4, lo que significa que por cada colón que se invierta en el proyecto mencionado hay 2.4 colones de retorno, por lo cual este proyecto realizado ayuda a entender la importancia de una buena distribución de planta ya que generara ingresos importantes a corto-mediano plazo.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología para la definición del problema

El diseño de una línea de producción requiere enfoque en la eficiencia y para poder realizar este de la mejor manera se tomarán las principales ideas captadas a través de reuniones y entrevistas con ingenieros, Project managers y altos gerentes, donde esta lluvia de ideas dicte cual será el camino correcto por tomar para realizar el diseño de la nueva línea.

En estas sesiones se genera una amplia gama de conceptos de diseño, donde además se evalúan los conceptos en términos de viabilidad, adecuación al mercado, factibilidad económica, presupuesto y alineación con los objetivos de la compañía.

Por lo tanto, la información recolectada con esta herramienta después de la reunión con ingenieros del producto X, ayuda a definir el rumbo que seguirá el proyecto y ayuda a definir las herramientas que serán de gran ayuda para el diseño.

También una tabla detallada en la tabla 3 para esta metodología donde se asigna el responsable de las actividades y el fin con el que se realizaría esta actividad, esto lo podemos a continuación:

TABLA 3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsable
Analizar el proceso y disposición actual de la planta para determinar los requerimientos necesarios en la	Lluvia de ideas y reuniones	Reunión con los ingenieros y toma de	Se utilizará para análisis de todas las causas raíz que con	Del 29 de octubre 2023 al 12 de	Brandon Villalobos

introducción del nuevo producto.		principales ideas y datos	lleven al preparar un diseño de línea	noviembre 2023	
----------------------------------	--	---------------------------	---------------------------------------	----------------	--

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.2 Metodología para la medición y el respaldo cualitativo y cuantitativo del proyecto

En la etapa de medición se realiza un diagnóstico para la implementación y el control de un diseño de una nueva línea de producción para la compañía, en donde se deberá tomar en cuenta el espacio con el que se cuenta para el desarrollo de la línea y el tiempo de implementación que conlleva.

Uno de los primeros enfoques para la medición es el cuantitativo. Este enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para poder realizar el correcto diseño y a su vez las pruebas piloto, con base a esto se debe analizar el espacio asignado para el desarrollo del proyecto, además del tiempo para la implementación y el análisis estadístico, para establecer la eficiencia con la que se implementó el proyecto.

Esta medición se realiza por medio de reuniones con ingenieros y altos mandos de jefatura como lo es el gerente de operaciones y esto a su vez que permitan transcribir los datos en números convirtiendo valores cualitativos en datos estadísticos que permitan medir la aceptación o rechazo del producto y del proceso.

Para realizar el análisis desde ambos puntos tanto cuantitativo como cualitativo se establecen puntos los cuales son desarrollados en la siguiente tabla:

TABLA 4 METODOLOGÍA CUANTITATIVA Y CUALITATIVA

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsable
Evaluar el proceso productivo del nuevo producto a manufacturar en la planta de la compañía ATL Technology.	Revisión documental y entrevistas al departamento de Ingeniería para la evaluación de las herramientas utilizadas	Diagrama SIPOC Diagrama de flujo del proceso y recorrido Diagrama de recorrido	Se medirá la eficiencia de las herramientas utilizadas	Del 01/2/24 al 10/3/2024	Brandon Villalobos

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

Como parte de esta etapa se trabaja en si en el diseño de la nueva línea de producción por medio de la metodología SLP, la cual ayuda a la correcta confección del diseño abarcando todos los puntos importantes para el correcto desarrollo, este permitirá identificar, visualizar y clasificar las diferentes actividades, relaciones entre procesos y las posibles alternativas de diseño, además de identificar flujos de materiales, mediante la aplicación de herramientas como por ejemplo el diagrama de relaciones. Para la aplicación del SLP se requiere de información específica por eso se enlistarán los puntos necesarios y la fuente de la información.

- Datos y actividades de entrada como el tipo de producto lo cual se obtendrá por medio de un análisis SIPOC.
- Cantidad proyectada de la demanda a producir la cual se obtendrá por medio del departamento de planeación de la compañía.
- Tiempos de ejecución de manufactura, obtenidos por la base de datos que tiene la compañía.
- Equipos y los requerimientos de estos, así como los servicios asociados requeridos por cada proceso y el orden de las operaciones para cada producto, información obtenida por el departamento de manufactura de la compañía.

Una vez establecido y recolectada toda la información del SLP, se realizará el desarrollo de un croquis o layout, en el cual se trabaja con las medidas de espacio asignadas donde se contempla las estaciones de trabajo necesarias además de la correcta ubicación y utilización de los equipos de la línea de producción, para trabajar en la correcta disposición.

Otro punto desarrollado en el croquis es la ayuda para organizar los elementos de manera lógica y coherente, facilitando la comprensión y navegación para el usuario y ayuda a tener una idea del cómo se vere reflejado esto en el piso de producción por lo cual un layout bien diseñado puede mejorar la experiencia del usuario, la correcta percepción de la línea, lo que puede traducirse en una mayor aceptación y mejor flujo y velocidad para la implementación.

Como parte de este capítulo se realiza el análisis AMFE con el fin de lograr un análisis de actividades críticas y así priorizar los modos de falla potencial que poseen un mayor

peso durante el diseño del proceso, esto se llevará a cabo por medio de una evaluación donde se verá el grado de riesgo de cada actividad.

TABLA 5 PROPUESTA DE MEJORA

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsable
Diseñar una propuesta de disposición de planta para el proceso de producción del nuevo producto.	Desarrollo del SLP	Diagrama de relaciones Matriz de tiempos de la compañía	Análisis de los diversos datos obtenidos para el correcto diseño de la línea nueva de producción	Del 01 de Octubre 2023 al 10 de Marzo 2024	Brandon Villalobos
Diseñar una propuesta de disposición de planta para el proceso de producción del nuevo producto.	Desarrollo de croquis o layout	Software de diseño de layouts (Draftsight)	Creación de croquis de nueva línea de producción en el espacio asignado por la compañía	Del 01 de Octubre 2023 al 10 de Marzo 2024	Brandon Villalobos

Crear un análisis FMEA del proceso a diseñar	Desarrollo del FMEA	Diagrama FMEA	Creación del análisis de diferentes módulos de falla del diseño a proponer	Del 30 de Enero 2024 al 29 de Febrero 2024	Brandon Villalobos
--	---------------------	---------------	--	--	--------------------

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto.

El objetivo de esta metodología de trabajo es utilizar las herramientas de lean six sigma mencionadas anteriormente en este proyecto y complementar con la base de datos o matriz de la empresa para tomar de allí la información que sea útil para el desarrollo del proyecto, dicha matriz de tiempos utiliza herramientas como el estudio de tiempos con el fin de establecer pre-balances de operaciones, los cuales ayudan a tener tiempos más exactos por operación.

Se trabaja con un diagrama de flujo de la nueva propuesta realizada a la compañía donde se explica como se trabaja las diversas operaciones, donde se define como parte de la implementación que cada número de parte se llevara a cabo de manera separada uno del otro en temas de espacio, esto debido a que el número de parte 02 cuenta con equipo más especializado que el número de parte 01 no necesita, pero hay operaciones que se mezclan como es el ejemplo del corte de tubos que ambos números de parte lo necesitan o el caso de la impresión de etiquetas.

El fin de utilizar todas estas herramientas para la implementación es poder definir el correcto flujo que nos permita obtener cantidad de operarios y definir el espacio que con lleva cada número de parte para su fabricación.

Cabe recalcar que la compañía cuenta con un departamento de NPI (introducción de nuevos productos), el cual se encarga de analizar estas propuestas y ponerlas en marcha mediante simulaciones de flujo y pruebas piloto donde se producirán un mínimo de piezas para analizar el diseño y la implementación, por ende, se trabajara con este departamento para poder realizar la implementación.

Una vez obtenido el aval de la empresa para el desarrollo del diseño de la línea de producción del producto X se contempla realizar una corrida de validación para el análisis del diseño y el correcto flujo que se contempló.

Punto importante en la implementación es la planeación de los recursos y los presupuestos ya que ayudara a reconocer cual sería el impacto económico del mismo a lo largo del tiempo a través de la inversión que se debía realizar para mejorar el proceso, esto debido a que cada cambio que se realice después del diseño de la línea requiere de costos directos e indirectos que también debieron ser analizados.

TABLA 6 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsable
Diseñar un plan maestro de implementación	Creación de un correcto diseño de línea que genere rentabilidad para instalar el nuevo proyecto	Análisis TIR Herramientas lean	Análisis de la nueva línea de producción	Del 01 de enero 2024 al 10 de Marzo 2024	Brandon Villalobos

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.

Para esta metodología una vez superada la etapa de diseño y la fase de implementación se llega a una de las etapas más importantes debido a que se verifica que todo lo desarrollado funcione correctamente y esto se realiza por medio de las mismas herramientas utilizadas para el desarrollo del diseño, ya que se deberá medir de nuevos los tiempos de producción, analizar cuellos de botella y flujos de línea con el fin de asegurar el adecuado funcionamiento de los diseños de líneas desarrollados para la creación del producto X.

Para el control del correcto diseño el departamento de NPI (Introducción de nuevos productos), en conjunto con el departamento de ingeniería manufactura deberán dar seguimiento en las diferentes etapas de desarrollo del producto con las que cuenta el producto hasta alcanzar el punto de eficiencia máximo logrando así llevar el producto hasta el estándar de tiempo y así estabilizar el proceso.

Este proyecto se entrega a los departamentos que lo requieran para usos a futuro para el correcto desarrollo de nuevas líneas de producción para productos nuevos que lleguen a competir en la compañía ATL Technology.

Por esta razón, se realiza

un diagrama de Gantt para asignar fechas de entrega de cada tarea y en el cual se podrá observar el avance del proyecto.

TABLA 7 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsable
Diseñar una propuesta de disposición de planta para el proceso de producción del	Análisis del diseño de la línea de producción del producto X	Medición de KPIs propuestos	Análisis de la capacidad y funcionamiento del diseño creado de la	Del 15 de marzo 2024 al 05 de Mayo 2024	Departamento NPI de la compañía ATL Technology

nuevo producto.			nueva línea de producción		
Diseñar un diagrama de Gantt para asignación de tareas y responsables	Verificar los avances de la implementación	Diagrama de Gantt	Poder detallar responsables y entregables para los avances de la propuesta	Del 01 de enero 2024 al 10 de Marzo 2024	Brandon Villalobos y Departamento NPI de la compañía ATL Technology

Fuente: Elaboración propia, 2024.

CAPÍTULO IV:
ANÁLISIS DE CAUZAS RAÍZ

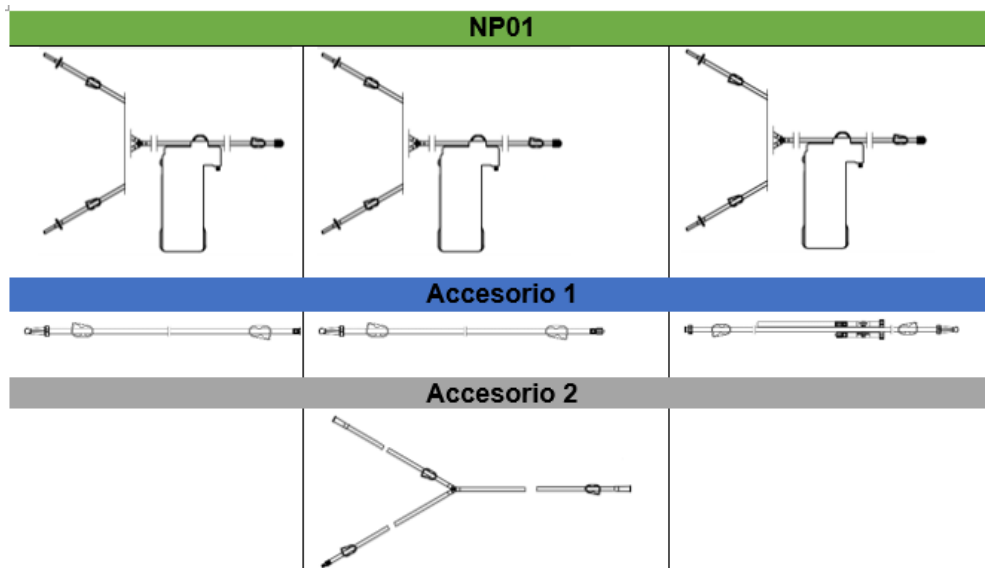
4.1 Descripción General del Producto X

El producto X consta de 2 números de parte los cuales se crean por medio de un conjunto de productos y a su vez compuestos por subensambles que requieren ser elaborados en ambientes controlados como un cuarto limpio, por lo que su fabricación requiere de una cuidadosa planificación y ejecución y la identificación de los componentes del producto X son necesarios para definir el proceso para la elaboración del producto final que será enviado al cliente.

Los productos asociados al Producto X consisten en dos grupos, los cuales se presentan en la figura 6 y figura 7 respectivamente.

El número de parte 01 se compone de los productos NP01 Tubing Lock Single y sus accesorios, en cuanto al número de parte 02, esta se compone por NP02 Tubing Urology Set y sus respectivos accesorios.

FIGURA 6 DESCRIPCIÓN DEL NP01



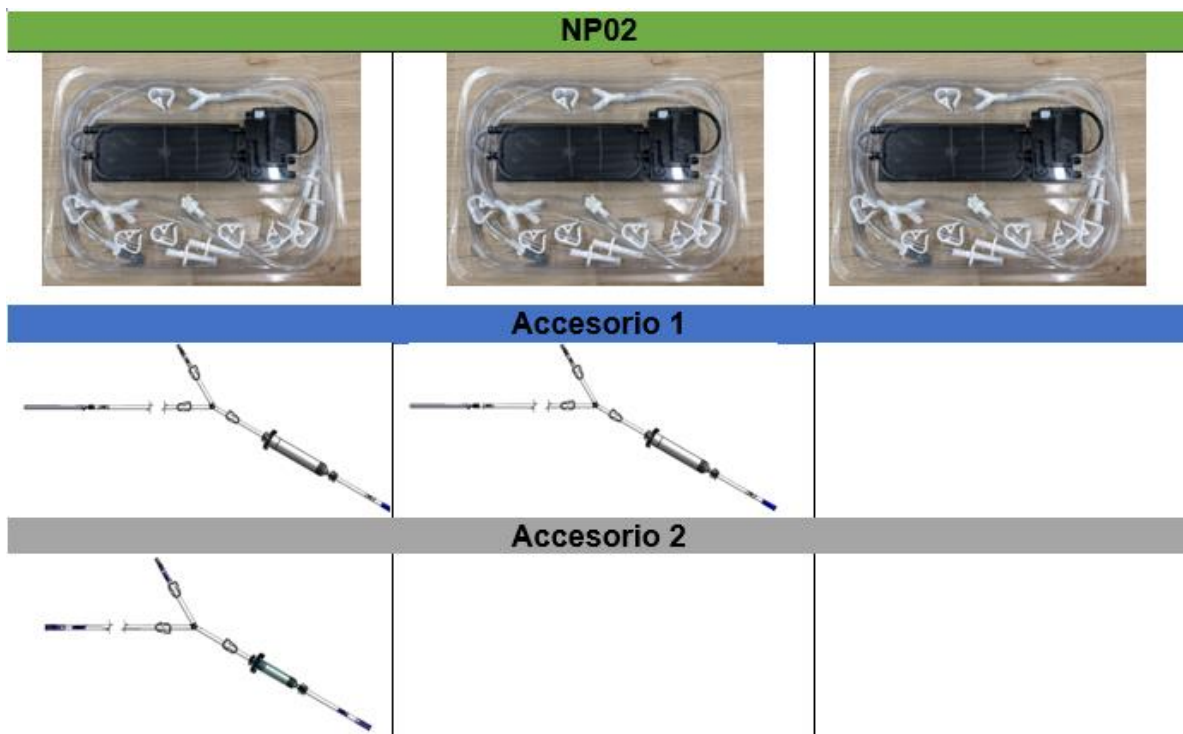
Fuente: Datos aportados por la empresa ATL Technology.

En este primer caso del número de parte 01, se pueden fabricar 3 diferentes productos según sea requerido por el cliente, es decir se puede solicitar las partes a fabricar según estos 3 tipos:

1. Que se fabrique el NP01 con el accesorio 1.
2. Que se fabrique el NP01 con los accesorios 1 y 2.
3. Que se solicite el NP01 con un accesorio 1 que llevara 2 conexiones más que el otro accesorio 1.

Ahora bien, se mostrará el número de parte de 02 en la figura 7.

FIGURA 7 DESCRIPCIÓN DEL NP02



Fuente: Datos aportados por la empresa ATL Technology.

En el caso del NP02 se tiene un cartucho de color negro de un tamaño más grande que el NP01, el cual para ser completado y enviado al cliente puede ir de 3 diferentes maneras:

1. El cartucho del NP02 y 2 accesorios los cuales están conformados por jeringas que son diferentes entre sí.
2. El cartucho del NP02 más el accesorio 1.
3. El cartucho del NP02 solo, este llega a ser el más sencillo para practicar ya que solo se conforma de una parte.

Esta solicitud la hace el cliente, el cual se ve reflejado en el plan de producción que crea la compañía.

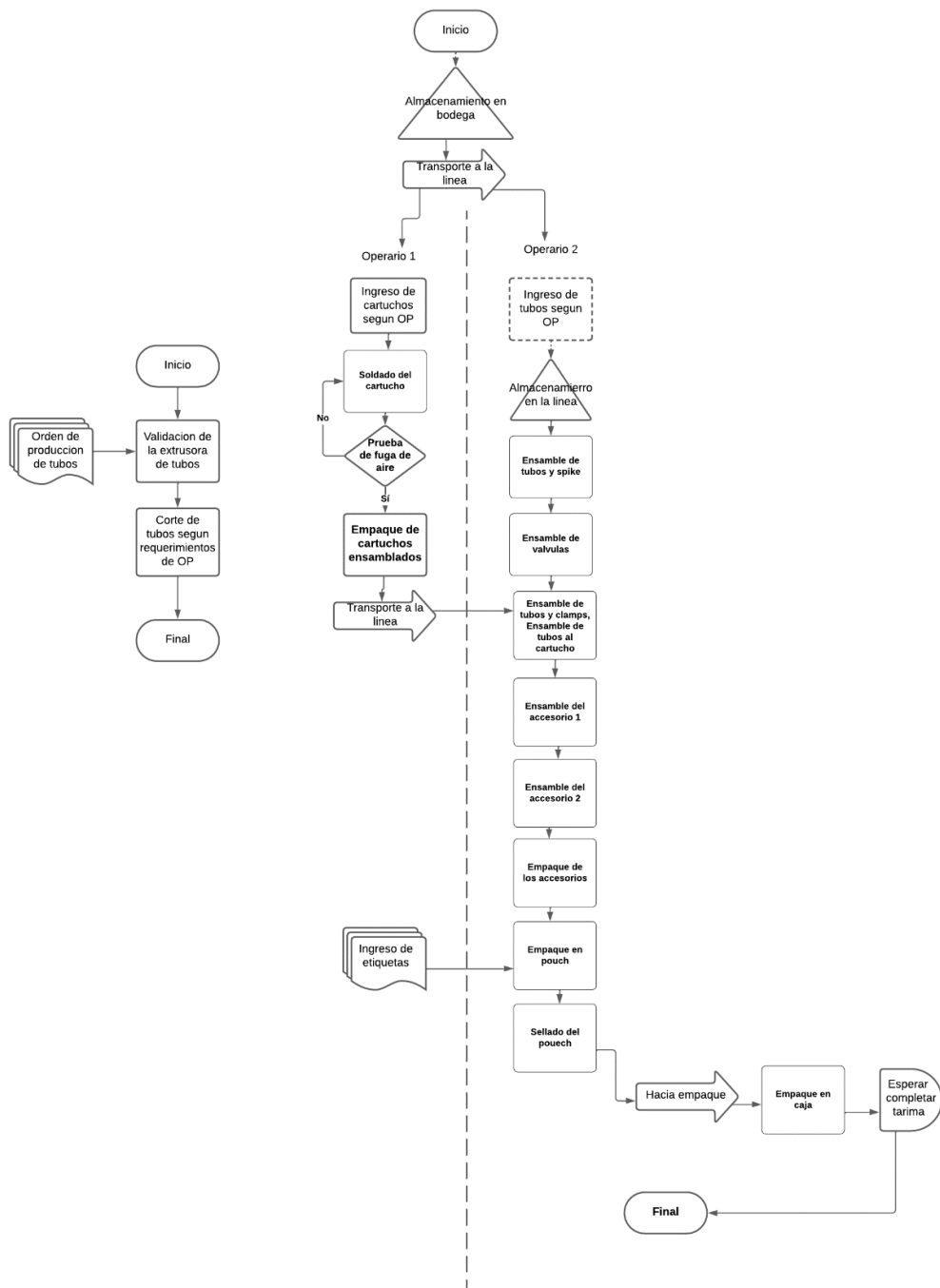
Para realizar esta implementación del proyecto la compañía dispuso de un monto total de \$10.000.000 en los cuales se contempla la compra de equipos y las horas de mano de obra de ingenieros.

Algunos de los equipos son puestos por el cliente ya que son equipos con los que ellos cuentan y esto ayuda con el plan de reducir costos de implementación.

4.2 Descripción general del flujo del proceso.

Una vez observado la estructura que conforma cada número de parte del producto X se realiza la definición del flujo, para ello se cuenta con un diagrama de flujo donde se especifica cada operación que con lleva la fabricación de este, el diagrama se divide de igual manera por cada número de parte, donde se comienza con el flujo del NP01 en la figura 8.

FIGURA 8 DESCRIPCIÓN DEL FLUJO PARA EN NÚMERO DE PARTE 01.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para el flujo de línea se comienza por el corte de tubos el cual abastece la línea de producción en diversas operaciones del ciclo de fabricación, esto debe verse como una línea aparte, la cual abastece la línea de ensamble en sus diversas operaciones y el material ingresa con toda la orden de producción (OP) y la razón por la cual se observa como un diagrama de flujo continuo, se puede entender este flujo debido a que el corte de tubos se debe validar para asegurar que cumpla con las medidas requeridas según la operación.

Al igual que el corte de tubos se realiza la impresión de etiquetas que se utiliza al final de la línea como una entrada, por ende, estas 2 operaciones se trabajan en un espacio definido por la compañía fuera del espacio asignado para el desarrollo de este producto en el cuarto limpio de producción.

Seguidamente se debe trabajar en la creación del cartucho el cual tiene 4 diferentes soldados ultrasónicos que se ubican una seguida de la otra, se empieza con el soldado del primer filtro, seguidamente se sueldan 2 filtros en diferente posición del primero, en la tercera se suelda la tapa de uno de los lados del cartucho y la cuarta se encarga de soldar la otra tapa del cartucho donde termina el proceso de soldado, al finalizar estos soldados se realiza una prueba de verificación de fugas la cual se lleva a cabo por medio de un equipo de aire el cual se debe realizar al 100% por requerimiento del cliente, si alguno de estos cartuchos no cumple las especificaciones se deberá colocar en un bin de color rojo que significa que es desecho, si estos aprueban se lleva a cabo un empaque en bines de color negro, los cuales son de material aprobado y se trasladan a la línea de ensamble final.

Después se trabaja con la creación de los ensambles de tubos y spikes donde primeramente se coloca un clamp que funciona como un on/off de paso en el tubo y después se coloca el spike, este es la salida del tubo y para terminar se coloca a respectiva tapa del spike. Por esta razón se observa en el diagrama de flujo como quedan separados por una línea segmentada lo que quiere decir que se trabajan en forma paralela.

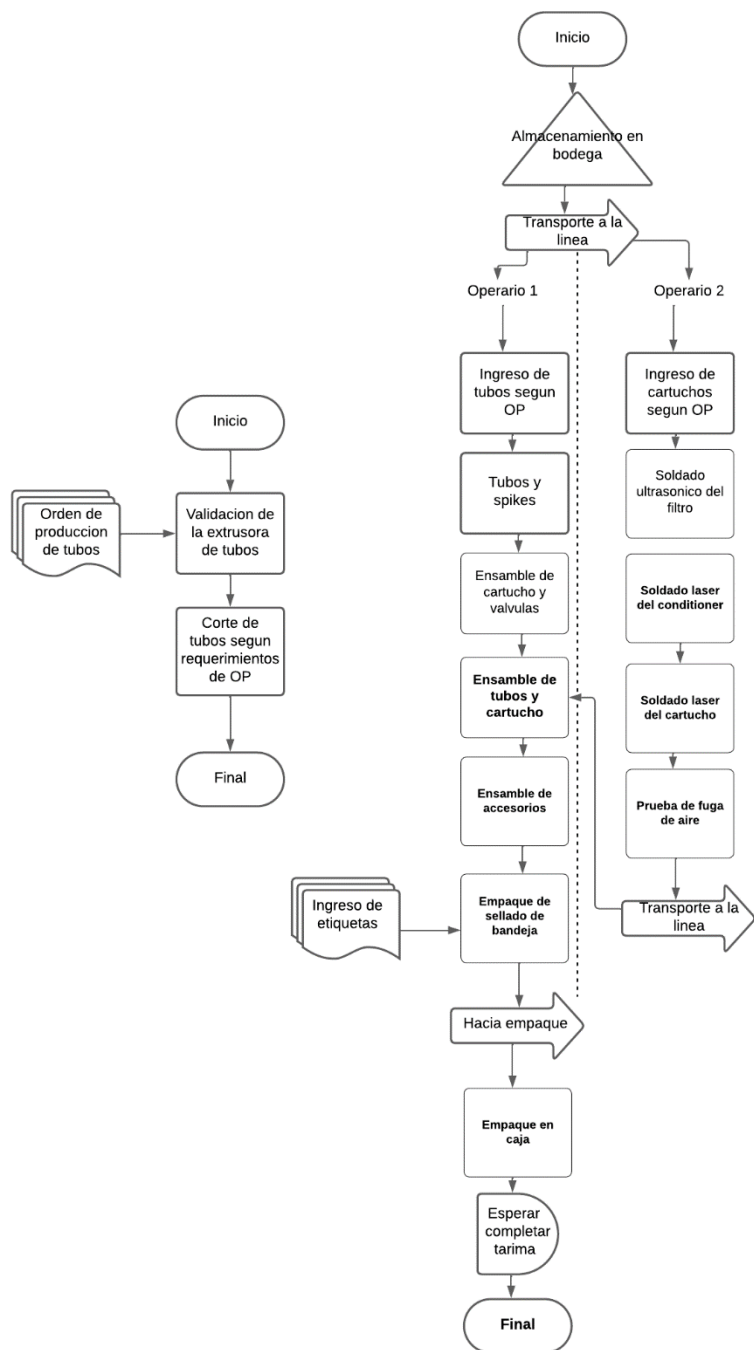
Una vez ensamblados los tubos con spike se unen a las salidas y entradas del cartucho terminado para que así se complete este número de parte y poder pasarlo al empaque de este.

Este número de parte puede llevar 1 o 2 accesorios según sea requerido, estos son unos tubos de diferentes medidas con clamps y spikes en sus puntas los cuales una vez ensamblados se pasan a empaque para que al final tanto el cartucho finalizado como los accesorios se metan en un empaque grande y se selle en una selladora tipo pouch y se le pegue su etiqueta de identificación.

Cuando el mismo este empacado se pasa al área de empaque en la caja fuera del cuarto limpio para que allí finalice el proceso de fabricación de este número de parte con una etiqueta en la caja.

En el caso del número de parte 02 se tiene que es un poco más corto, pero tiene operaciones más especializadas, esto se detalla a continuación en la figura 9.

FIGURA 9 DESCRIPCIÓN DEL FLUJO PARA EN NÚMERO DE PARTE 02.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el caso de el flujo de este número de parte es importante destacar que tanto el corte de tubos como la impresión de etiquetas se realizan de la misma manera que en el número de parte 01 en un área designada y que posteriormente se ingresara a la línea.

Continuando con este número de parte 02 se trabaja en la creación de 2 cartuchos que se trabajan individualmente en temas de soldado, esto se realiza por medio de un equipo de soldado laser, una vez soldado ambos se unen para formar 1 solo cartucho, comenzando con el pequeño llamada conditioner el cual antes de ingresar a la laser se debe soldar ultrasónicamente un filtro en su interior, además se le deberán poner 2 o-ring y para el segundo cartucho antes del soldado laser se le hará un bypass con un tubo de 3 pulgadas en uno de sus lados.

El equipo de soldado laser consta de 3 cavidades en su estructura donde se ubican a 90 grados una del otro, esto permite que mientras uno se suelda podamos ir colocando el siguiente sin ver retraso, en estas cavidades se introducirá el conditioner o cartucho y conforme se gire colocaremos el siguiente ya que quedara siempre de frente al operador una de las cavidades por el tema de estructura ya explicado.

Para el caso del conditioner en la laser se suelda su tapa superior y para el cartucho se suelda por ambos lados las tapas, por ende, este cartucho deberá ser ingresado 2 veces al equipo.

Una vez soldado con la láser se procede a unir el conditioner y el cartucho, logrando dejar uno solo que será al que se le debe realizar una prueba de fuga de aire al 100%,

si el resultado es positivo se empacará en bines negros para evitar golpes y si no aprueban se colocará en bin rojo ya que será desecho.

Después se trabaja con la creación de los tubos y spike donde primeramente se colocará un clamp que funciona como un on/off de paso en el tubo y después se coloca el spike que es la salida del tubo.

Una vez ensamblados los tubos con spike se deben de unir a las salidas y entradas del cartucho terminado para que así se complete el cartucho de este número de parte y poder pasarlo al empaque de este.

Este número de parte puede llevar 1 o 2 accesorios que son unos tubos de diferentes medidas con clamps y spikes en sus puntas y una jeringa, esto una vez ensamblados se pasan a empaque para que al final tanto el cartucho finalizado como los accesorios se metan en un empaque grande de bandeja y se selle en una selladora tipo tray y se le pegue su etiqueta de identificación.

Cuando el mismo este empacado se pasa al área de empaque en la caja fuera del cuarto limpio para que allí finalice el proceso de fabricación de este número de parte con una etiqueta en la caja.

Al analizar estos 2 números de parte se puede observar que hay operaciones que se pueden correr de manera paralela como lo es la creación de los cartuchos y la creación de tubos con spike, además de operaciones que se pueden mezclar para realizarlas en las mismas mesas.

4.3 Descripción general del recorrido del producto.

Una vez obtenido el flujo que llevan las líneas de producción del producto X se analiza el flujo que la empresa asignó en su distribución en la nueva área, esto con el fin de entender y analizar las distancias que existen entre la entrada y salida del material como además la distancia entre operaciones.

Para cada número de parte se requieren áreas diferentes, en el número de parte 01 se cuentan con 4 soldadoras ultrasónicas y un equipo para probar fugas con aire, su mayor área se tiene en la línea de producción de ensambles donde se estarán realizando todos los ensambles manuales y los respectivos empaques en pouch sealer.

Para el número de parte 02 se tienen áreas más específicas como es el caso de la soldadora laser la cual requiere un espacio amplio y se va a contar con 2 de estos equipos, en temas de soldadora ultrasónica se contará solo con 1.







La línea de ensamble de este número de parte es más corta que el NP01 debido a que se en esta solo serán pocas uniones ya que el cartucho tendrá una línea de producción para su fabricación.

Las áreas para destacar de cada línea son siguientes diámetros:

- Mesa para operaciones: 1.2x0.60m.
- Mesa para ultrasónicas: 0.60x0.60m.
- Soldadora laser: 3x3m.
- Selladora de bandejas: 1.1x2m.
- Mesa de probadora de fugas de aire: 1x1.5m.

Para realizar este diagrama de la mejor manera se utilizarán figuras que detallarán cada operación, esto se explica en la tabla 8.

TABLA 8 SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO

Actividad	Figura
Operación	
Inspección	
Actividad combinada	
Transporte	
Almacenamiento	
Demora	

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Y además las operaciones serán enumeradas en el siguiente orden numérico:

TABLA 9 NUMERACIÓN DE OPERACIONES DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO

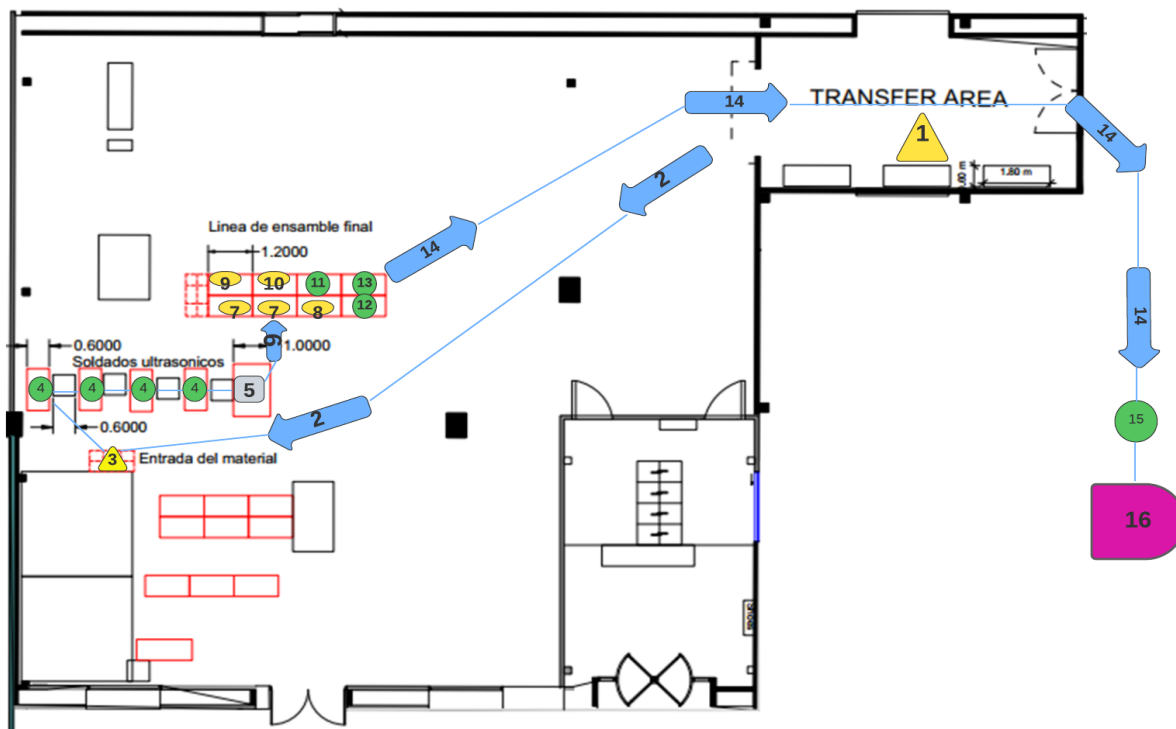
Numero	Operación
1	Almacenamiento en bodega
2	Transporte a la línea
3	Almacenamiento en la línea
4	Soldado de cartucho
5	Prueba de fuga de aire
6	Transporte a la línea
7	Ensamble tubos y spike
8	Ensamble de válvulas

9	Ensamble del accesorio 1
10	Ensamble del accesorio 2
11	Empaque de accesorios
12	Empaque pouch
13	Sellado pouch
14	Transporte a empaque en la caja
15	Empaque en la caja
16	Completar tarima

Fuente: Elaboración propia, 2024.





Ahora se comienza con el número de parte 01 en la figura 10 y la tabla 11.

FIGURA 10 DIAGRAMA DE RECORRIDO PRELIMINAR DEL NP01



Fuente: Elaboración propia, 2024.

FIGURA 11 DISTRIBUCIÓN DE RECORRIDO DEL NP01

No.	Actividad						Otro	Tiempo	Distancia
1	Corte de tubos	1						12	14
2	Impresión de etiquetas	1						24.564	
3	Ensamble de tubos con Spike en forma de Y			1				271.056	1.2
4	Soldado de cartucho	4						224.472	6.5
5	Ensamble de válvulas	1						56.16	1.2
6	Prueba de fuga de aire		1					39.156	1.5
7	Empaque de cartuchos ensamblados	1						11.484	1.2
8	Ensamble de tubos y clamps, Ensamble de tubos al cartucho			4				148.944	1.2
9	Ensamble del accesorio 1	1						88.944	1.2
10	Ensamble del accesorio 2	1						139.764	1.2
11	Empaque de accesorio 1	1						158.76	1.2
12	Empaque de accesorio 2	1						154.368	1.2
13	Empaque en pouch	1						43.836	1.2
14	Sellado del pouch	1						14.244	1.2
15	Empaque en caja	1						35.568	

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para entender este flujo es primordial saber que como se ha mencionado anteriormente en este proyecto la entrada y salida del material es por el cuarto de transferencia, así que siempre se tendrá un transporte de al menos 18m de entrada donde vendrán todos los materiales requeridos para la fabricación, incluso los tubos cortados y las etiquetas impresas y se tendrán un aproximado de 10 metros de salida cuando el producto este completo y se proceda al empaque en la caja fuera del cuarto limpio.

Ahora bien, enfocado en el flujo se tiene que hay 4 operaciones de soldado ultrasonico que construyen el cartucho utilizado en este número de parte y a su vez cuenta con la

mesa de prueba de fuga de aire la cual diagnosticará si el cartucho fabricado cumple con los requerimientos solicitados por el cliente, una vez aprobado el mismo se introducirá a la línea de producción de ensambles en la segunda mesa en donde se le unirán los tubos requeridos para este.

Seguidamente las mesas para operaciones en la línea de ensamble final trabajan en la creación de los tubos y spike, se puede ver como un pequeño subensamble para la unión de los tubos al cartucho.

Las mesas respectivas que se encuentran a espalda de la creación de tubos y spike se encargan de la creación de los accesorios que sean requeridos en el plan de producción y al finalizar se tienen 2 mesas para los empaques tanto de los cartuchos como del NP01.

Como total de distancia a recorrer para la elaboración de este número de parte se tiene que por ahora son 57.1m, esto sin contar la distancia de entrada y salida del material de la línea de producción al cuarto de transferencia.

Ahora a continuación se tiene en la figura 12 el diagrama de recorrido y en la tabla 10 la distribución numérica de las operaciones, además en la figura 13 la distribución del recorrido del NP02.

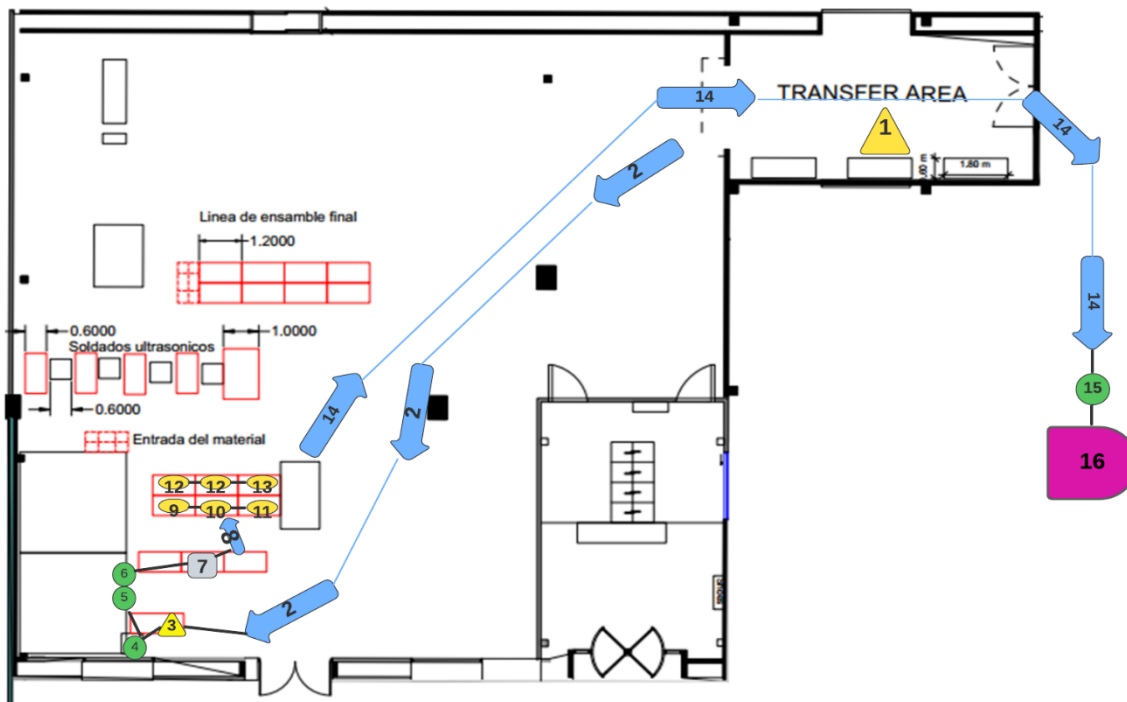
TABLA 10 NUMERACIÓN DE OPERACIONES DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO

Numero	Operación
1	Almacenamiento en bodega
2	Transporte a la línea

3	Almacenamiento en la línea
4	Soldado ultrasonico del filtro
5	Soldado laser del conditioner
6	Soldado laser del cartucho
7	Prueba de fuga de aire
8	Transporte a la línea
9	Tubos y spike
10	Ensamble del cartucho y válvulas
11	Ensamble de tubos al cartucho
12	Ensamble de accesorios
13	Empaque de sellado de bandeja
14	Traslado a empaque en la caja
15	Empaque en la caja
16	Esperar completar la tarima

Fuente: Elaboración propia, 2024.

FIGURA 12 DIAGRAMA DE RECORRIDO PRELIMINAR DEL NP02



Fuente: Elaboración propia, 2024.

FIGURA 13 DISTRIBUCIÓN DEL RECORRIDO DEL NP02

No.	Actividad	●	□	▶	▶	▼	Otro	Tiempo	Distancia
1	Impresion de etiquetas	1						72	14
2	Preparacion de materiales	1						22.5	
3	Tubos y spike	1						251.532	1.2
4	Soldado ultrasonico del filtro	1						159.456	6.5
5	Soldado laser	1				1		126.936	1.2
6	Soldado laser cartucho	2						126.936	1.5
7	Ensamble de cartucho y valvulas	1						159.456	1.2
8	Prueba de fuga de aire		1					124.428	1.2
9	Ensamble de tubos y cartuchos			4				126.144	1.2
10	Ensamble de accesorios	1						125.772	1.2
11	Empaque de sellado de bandeja	1						125.04	1.2
12	Empaque en caja	1						105.804	1.2

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para este flujo se tiene de igual forma la misma entrada y salida, en este caso la entrada es de 20m de entrada y 14m de salida una vez completo el número de parte.

Ahora enfocado en el flujo se tiene que existe 1 operación de soldado ultrasonico que a su vez pasa al soldado laser donde se pasa a soldar al equipo laser, en esta laser se deben soldar 3 tipos diferentes y a su vez una vez soldaos el cartucho grande y el conditioner se deben unir en una mesa adyacente a la laser para después ser probado con aire para verificar su correcto funcionamiento, cuando esto suceda se introducirá en la línea de ensambles donde se unirán sus respectivos tubos

Seguidamente en las mesas para operaciones se trabaja en la creación de los tubos y spike, se puede ver como un pequeño subensamble para la unión de los tubos al cartucho y el cartucho una completado se le unirán estos tubos creados.

En las mesas de los números 12 y 13 se trabaja en la creación de los accesorios que sean requeridos según el plan de producción, en donde se debe contemplar que estas mesas sean suficientes para poder crear todos los accesorios y al finalizar se tienen 2 mesas para los empaques tanto de los cartuchos como del NP02 que será empacado en bandeja y sellado por la tray sealer.

Como total de distancia a recorrer para la elaboración de este número de parte se tiene que por ahora son 37.1m, esto sin contar la distancia de entrada y salida del material de la línea de producción al cuarto de transferencia.

4.4 Mapeo de procesos

Una vez explicado y entendido el flujo del Producto X y de cada operación, como primera herramienta para entender el proceso productivo y mapear dichos procesos,

se elaborará un diagrama SIPOC para cada uno de los números de parte y sus accesorios, lo cual permitirá valorar si la secuencia del proceso para así poder identificar los suministradores del proceso, entradas de cada etapa del proceso, el proceso relacionado, las salidas de dicho proceso y los clientes del proceso.

A continuación, en la tabla 8 se desarrollará el diagrama SIPOC para el numero de parte 01:

Tabla 11 Diagrama SIPOC del NP01

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Bodega	Plan de producción	Corte de tubos	Tubos cortados	Ensamble de tubos con cartucho y accesorios
Bodega, Producción	Plan de producción	Impresión de etiquetas	Etiquetas Impresas	Empaque y sellado de pouch, empaque en la caja
Bodega	Tubos cortados	Ensamble de tubos con Spike	Tubos con spike terminados	Ensamble de tubos y cartucho
Bodega	Cartucho y films	Soldado de cartuchos	Prueba de fuga de aire	Ensamble de tubos y clamps, Ensamble de tubos al cartucho
Ensamble de tubos con Spike, tubos cortados, cartuchos empacados	Tubos cortados, tubos ensamblados a spikes y cartuchos completos	Ensamble de tubos y clamps, Ensamble de tubos al cartucho	Tubos ensamblados en Y, y Ensamblados al cartucho	Empaque en pouch
Corte de tubos, Bodega	Tubos cortados, spikes	Ensamble de los accesorios 1 y 2	Accesorio 1 y 2 ensamblados	Empaque de accesorio 1
Accesorio 1 y 2 ensamblados	Accesorio completo, bolsa	Empaque de accesorios 1 y 2	Accesorio empacado	Empaque en pouch

Empaque de accesorio 1, Empaque de accesorio 2, Ensamble de tubos y clamps, Ensamble de tubos al cartucho	Cartuchos y accesorios empacados en primera bolsa	Empaque en pouch	Producto X empacado en bolsa pouch	Sellado del pouch
Empaque en pouch	Cartuchos y accesorios empacados en bolsa de pouch	Sellado del pouch	Producto X sellado en la bolsa pouch	Empaque en la caja

Fuente: Elaboración propia, 2023

Al analizar los SIPOC de la tabla 11, se observa también en este número de parte se logra determinar que en las primeras fases se empieza por la etapa de corte de tubos la cual suministra tubos cortados a diferentes operaciones dentro del proceso, luego la impresión de etiquetas la cual le suministra etiquetas a los diversos empaques.

La dinámica del diagrama SIPOC anterior, se extiende en el NP01, donde como se ha analizados se observa la cantidad de procesos que lo componen y los accesorios empacados en el producto final. El SIPOC del NP01 está conformado de 15 procesos y 1 productos empacado (Empaque de tubos y cartuchos, empaque de tubos y luers) como producto final.

El producto final de este número de parte puede estar compuesto por el NP01 y 2 accesorios o bien el NP01 y 1 accesorio.

Los proveedores principales identificados son la bodega y el departamento de producción. En el SIPOC se ve como algunas operaciones dependen de la anterior para continuar el flujo, tal como lo son los empaques de los accesorios que dependen

de la creación de los accesorios o el caso de la prueba de fuga de aire que depende de que se construyan los cartuchos.

Las entradas de los procesos están atados al plan de producción mensual, que establece la cantidad y el número de parte a trabajar, además de la materia prima requerida, este plan esta creado por el departamento de compras que trabaja de la mano con la demanda del cliente.

En cuanto al análisis de los procesos se obtiene que existen algunos como soldados ultrasónicos que dependen de equipos para realizar la operación y los procesos manuales como los ensambles de tubos y spike y válvulas.

Las salidas finales del producto dictan el NP01 y los accesorios se empacarán en bolsas individuales, las cuales después serán empacadas en un pouch de tamaño grande que se sellara y se enviara a su empaca en la caja fuera del cuarto limpio para que sea despachado al cliente.

Una vez analizado y desarrollado el número de parte 01, se analiza el número de parte 02 de la misma manera con el diagrama SIPOC, el mismo será desarrollado en la tabla 9 la cual se muestra a continuación.

TABLA 12 DIAGRAMA SIPOC NP02

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Bodega, Producción	Plan de producción	Impresión de etiquetas	Etiquetas Impresas	Empaque y sellado de bandeja, empaque en la caja
Bodega	Carrucha de tubos	Preparación de materiales	Tubos cortados a medidas requeridas	Soldado laser, Ensamble de tubos y cartucho, Tubos y spike

Bodega, Preparación de materiales	Tubos cortados, Clamps, spikes, Unión de Y	Tubos y spike	Tubos con spike ensamblados	Ensamble de tubos y cartuchos
Bodega, Moldeo	Cartucho pequeño y filtros	Soldado ultrasonico del filtro	Cartucho con filtro	Soldado laser
Soldado ultrasonico del filtro	Cartucho pequeño con filtro	Soldado laser	Cartucho pequeño soldado	Ensamble de cartucho y válvulas
Tubos y spike, Cartucho de NP02 completo	Tubos ensamblados a spikes y cartuchos	Ensamble de tubos y cartuchos	Tubos y cartuchos ensamblados	Empaque de sellado de bandeja
Bodega, Preparación de materiales	Tubos cortados, spikes y clamps	Ensamble de accesorios	Accesorio Ensamblado	Empaque de sellado en bandeja
Bodega, Empaque de sellado en bandeja	NP02 Completo y accesorios	Empaque en la caja	Bandejas empacadas en cajas	Despacho

Fuente: Elaboración propia, 2023

Al analizar el SIPOC del número de parte 02 se puede ver que el cortar los tubos en preparación de materiales se alimentan las operaciones de tubos y spike, soldado laser y ensamble de tubos y cartuchos donde todas estas se pueden correr al mismo tiempo por ende debe ser capaz de suministrarle material a todas las operaciones, de la misma la impresión de etiquetas se realiza al principio del lote de trabajo pero se utiliza hasta el empaque en bandeja y en el empaque en la caja y esto es posible

debido a que esta operación no corre dentro de la línea de producción sino más bien en un área existente en la empresa llamada "labeling room".

En tanto el NP02 consta de 12 procesos en su línea de producción, en donde a diferencia del NP01 este consta de soldado laser en 3 puntos diferentes y además como producto final cuenta con 2 accesorios que acompañan a su producto.

El conditioner se inicia en una estación antes del proceso de soldado laser, donde se le soldara un filtro por medio de ultrasonido, mientras el cartucho se le hace un ensamble de un tubo en dos de sus salidas, una vez que a ambos se les completa estos procesos se pasan a soldar en la laser para posteriormente ser unidos por medio de una herramienta creada en la empresa que facilita este proceso y se transforma en un solo cartucho que se le probara si fuga aire en algún lado para ver su correcto funcionamiento.

Para las uniones de tubo con spike se tomará el tubo cortado o extruido y se unirá con los spike y luers para que después sean ensamblados al cartucho cuando el mismo esté finalizado.

Los accesorios como se ha mencionado anteriormente son tubos con spike, lo que varía entre ellos es la medida de los tubos y uno lleva una jeringa, estos también se pueden trabajar de manera separada al cartucho y al ensamble de tubos con spikes, lo que quiere decir que todo se correrá de manera separada y al final se tendrán juntos para realizar el empaque completo del número de parte 02 en la bandeja sellada por medio del equipo llamada tray sealer.

En general, los diagramas SIPOC para este número de parte nos proporciona una visión general del proceso de ensamblaje, desde la adquisición de materiales hasta el despacho de los productos terminados. En relación con su respectivo análisis, se destaca la complejidad de los procesos de manufactura involucrados en la creación del Producto X, que constan de múltiples etapas y la interacción de diferentes componentes.

4.4.1 Diagrama de relación de operaciones

Ahora una vez entendido cada proveedor y cada salida del material se construye la figura 14, el cual es un análisis de relaciones de operaciones en donde se verá con ayuda del ingeniero a cargo del proyecto cuales de las operaciones se pueden trabajar juntas y cuales se pueden mezclar entre sí, otra ventaja de esto se podrá tener datos de cuales operaciones se pueden trabajar al mismo tiempo de forma paralela y cuales no es recomendado que se mezclen o estén juntas.

En la tabla 13 se muestra la escala utilizada para medir el nivel de importancia de la cercanía entre las operaciones de cada número de parte con su respectivo código de color.

TABLA 13 NIVEL DE IMPORTANCIA DE CERCANÍA ENTRE OPERACIONES

Valor	Relación de cercanía
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Cercanía ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

Fuente: Elaboración propia, 2024.

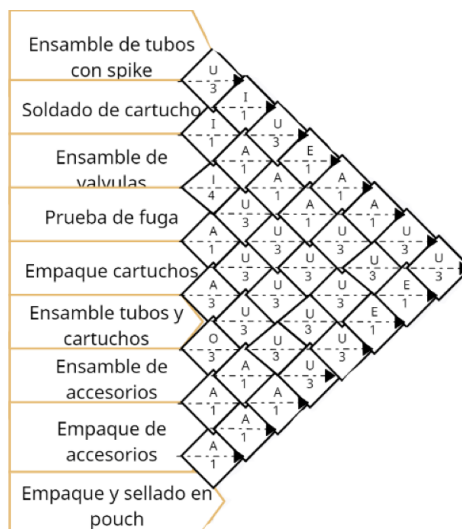
Para medir el nivel de interacción que existe entre las operaciones se emplea la Tabla 14. Con los colores respectivos que ayudan a tener una mejor visualización y lectura de las matrices.

TABLA 14 NIVEL DE INTERACCIÓN ENTRE OPERACIONES

Código	Interacción
1	Flujo de interacción alto
2	Flujo de interacción medio
3	Flujo de interacción bajo

Fuente: Elaboración propia, 2024.

FIGURA 14 MATRIZ DE RELACIÓN DE OPERACIONES DEL NP01



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se ha explicado a lo largo del proyecto, todos los números de parte tienen operaciones iniciales los cuales corresponden a el corte de los tubos necesarios para el ensamble completo del número de parte que corresponda y la impresión de etiquetas para dicho ensamble y también tienen operaciones finales, que corresponde al empaque en la caja grande de todos los subensambles que conforman el número de parte en el caso del número de parte 01 (solo una operación final), y empaque en la caja grande y muestreo de calidad del producto final. El resto de las operaciones corresponden a las de la fabricación y empaque de cada subensamble que contenga el número de parte a tratar.

Ahora bien, para explicar el NP01 se encuentran 15 operaciones enumeradas desde P1 hasta P15, pero en esta matriz solo se muestra la lista de operaciones que corresponden al ensamble de partes que conformen el número de parte, dejando de lado las operaciones iniciales y finales, debido a que ya para estas operaciones se ha definido un espacio específico dentro del área productiva de la empresa que está separado de las líneas de manufactura, por lo que solo se considera las operaciones que están contempladas dentro de cada línea de manufactura.

En la matriz de la Figura 14 se observa que las intersecciones que están entre los procesos continuos tienen como valores E y 1, que de acuerdo con las escalas propuestas significa una especial importancia en la cercanía de las operaciones debido a un flujo de interacción alto, también se observa que las operaciones de empaque y sellado de pouch tienen un valor de U y 3 para las intersecciones con el

resto de las operaciones que exceptúan a la anterior, que significa una cercanía no importante debido a un bajo nivel de interacción, además la mayoría de operaciones que no dependen una de la otra tiene U y 3 esto sucede porque existen operaciones que se pueden trabajar en un orden distinto de manera que puede quedar en una estación de trabajo que esté limitando con una operación que no es necesariamente la anterior, sin que esto afecte el flujo del proceso y contribuya a una causa positiva, solo aumentar la productividad o eficiencia de la línea.

La mayoría de las operaciones tienen cercanía ordinaria, a excepción de las operaciones que van en secuencia directa, que son operaciones con cercanía especialmente importante, para hacer el flujo más sencillo y ágil. Las operaciones que tienen relación no importante son aquellas que preceden indirectamente a las actividades predecesoras, ya que ninguna operación a excepción de la predecesora necesita una cercanía con las operaciones de empaque de cada subensamble.

Es importante destacar, que los resultados mostrados con este número de parte tienen la misma tendencia o patrón de relación de cercanía entre sus operaciones, que los demás números de parte, por lo que se puede concluir que las líneas de manufactura deberán de tener un diseño tal que facilite el flujo entre sus operaciones directas o lineales, pero que sea flexible para que permita la interacción entre diferentes operaciones.

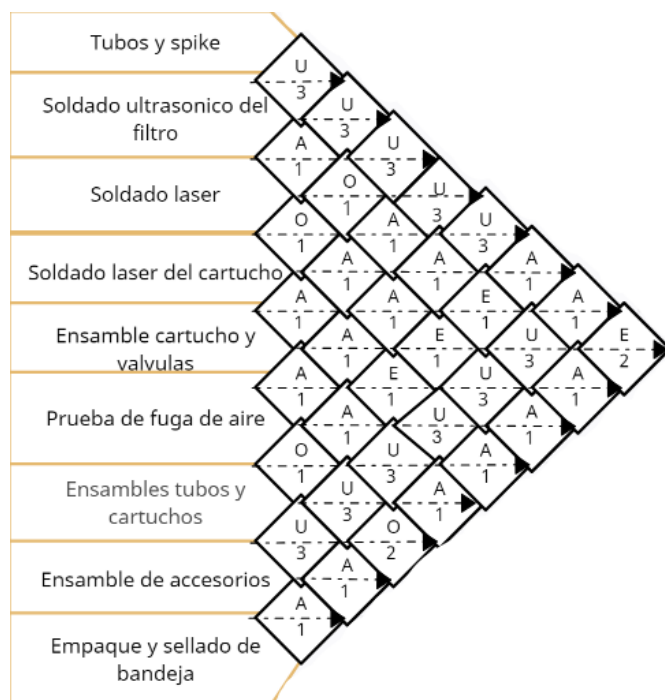
Es decir, en la línea de manufactura del número de parte 01, deberá de tener un arreglo o diseño físico de las estaciones de trabajo de tal manera que, operaciones como la P3 que consiste en unir los tubos a los conectores llamados spike, que tiene una

relación de cercanía especialmente importante con la P8 que corresponde al ensamble de tubos con cartuchos y demás piezas, queden de forma adyacentes entre sí, pero debido a las restricciones de posiciones fijas de maquinaria, instalaciones eléctricas y de espacio.

Se debe trabajar en mantener un flujo de manera que al introducir a la línea de producción los cartuchos listos para ser ensamblados con los tubos no provoque una estación de cuello de botella o de saturar las mesas de trabajo.

Ahora se verá en el número de parte 02 en la figura 15 el cual nos mostrará la relación entre sus operaciones.

FIGURA 15 MATRIZ DE RELACIÓN DE OPERACIONES DEL NP02



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para este número de parte se observa la relación que existe de los tubos y spike que funcionan como subensambles y por ello son de relación A y 1 con los ensambles de tubos y al cartucho, además los soldados van a ir dependiendo el uno del otro y por ende van a ser A y 1 o O y 1 una operación de la otra por lo cual son importante que se relacionen.

La prueba de fuga de aire es necesaria para los cartuchos y su flujo de interacción es absolutamente necesario ya que se deben probar todos los cartuchos soldados y a su vez esta prueba es importante que se encuentre en relación con el ensamble de tubos y cartuchos debido a que se moverá una vez completa la prueba hacia el ensamble de los tubos a las salidas del cartucho.

Todas las operaciones que sean un producto completo tendrán un nivel A y 1 con el empaque y sellado de la bandeja debido a que es la operación final de cada una y este empaque va a depender de cada operación finalizada.

Estos diagramas de relación de operaciones nos permiten identificar que para el flujo de la línea es importante trabajar de manera lineal en algunas operaciones como lo son los ensambles de tubos y se podrá trabajar de manera paralela en algunas operaciones como en los soldados y la línea de ensambles final.

4.4.2 Análisis de espacio asignado

La empresa ATL Technology destino un cuarto limpio y cuarto controlado de moldeo (para fines del proyecto solo se basara en cuarto limpio), en donde llevara a cabo el desarrollo de este proyecto y que el mismo cuenta con un espacio destinado para cada

operación, sin embargo, esto no quiere decir que dicha área sea destinada únicamente para este proyecto, por lo cual se busca definir los requerimientos de espacio de cada una de las máquinas en el área de trabajo esto con la finalidad de lograr determinar el espacio efectivo de operación y de desplazamiento dentro de dichos cuartos. Y de igual forma, con esto lograr una mejor optimización del espacio a la hora de crear las propuestas de diseño.

A continuación, se determina el espacio disponible donde se realizará el diseño de líneas y estaciones de trabajo para el Producto X. Se presenta en la Tabla 14, el equipo fijo que representa una restricción en el diseño y que será utilizado en la elaboración del producto X, esto se instalará en el lado izquierdo del cuarto limpio, siguiendo las directrices proporcionadas por el ingeniero a cargo del departamento de facilidades, Manuel Miranda.(Entrevista presencial 06 De Noviembre del 2023), esto con el fin de utilizar el espacio del cuarto de una forma de adentro hacia afuera tomando como base de entrada y salida el cuarto de transferencia de materiales.

Esta decisión de diseño se ha tomado con un enfoque en la eficiencia y la organización del espacio de producción y el flujo del cuarto limpio. Además, se ha considerado cuidadosamente la ubicación de las máquinas con destino fijo debido a los requerimientos específicos de voltaje necesarios para su funcionamiento, así como el aseguramiento de que las salidas de emergencia estén libres.

Esta área disponible corresponde a 121.68 m², sin embargo, se debe considerar las restricciones de maquinaria con posición fija como lo son las soldadoras láser, máquinas de enrollado y corte de los tubos. El área de esta maquinaria es de 32.18

m² como se muestra en la tabla 15, por lo que se tiene un espacio de 89.50 m² para diseñar y distribuir las estaciones de trabajo.

TABLA 15 MAQUINAS CON ESPACIO FIJO

Máquina	Cantidad	Ancho (m)	Largo (m)	m ²	m ² totales
Puller	2	0.68	1.88	1.28	2.56
Control Trim	2	0.62	0.76	0.47	0.94
Bobinadora	2	2.11	2.53	5.34	10.68
Soldadora láser	2	3	3	9.00	18.00
				Total	32.18

Fuente: Elaboración propia, 2023

Además, se debe contemplar las restricciones y limitaciones que existen para el diseño de las líneas de manufactura esto debido a que los diseños deben de ajustarse a la naturaleza de las estructuras físicas, distribución de redes eléctricas y aire comprimido, y espacios restringidos por maquinaria o equipo que obligatoriamente deben de ocupar ese lugar específico. Las restricciones consideradas se clasifican de la siguiente manera:

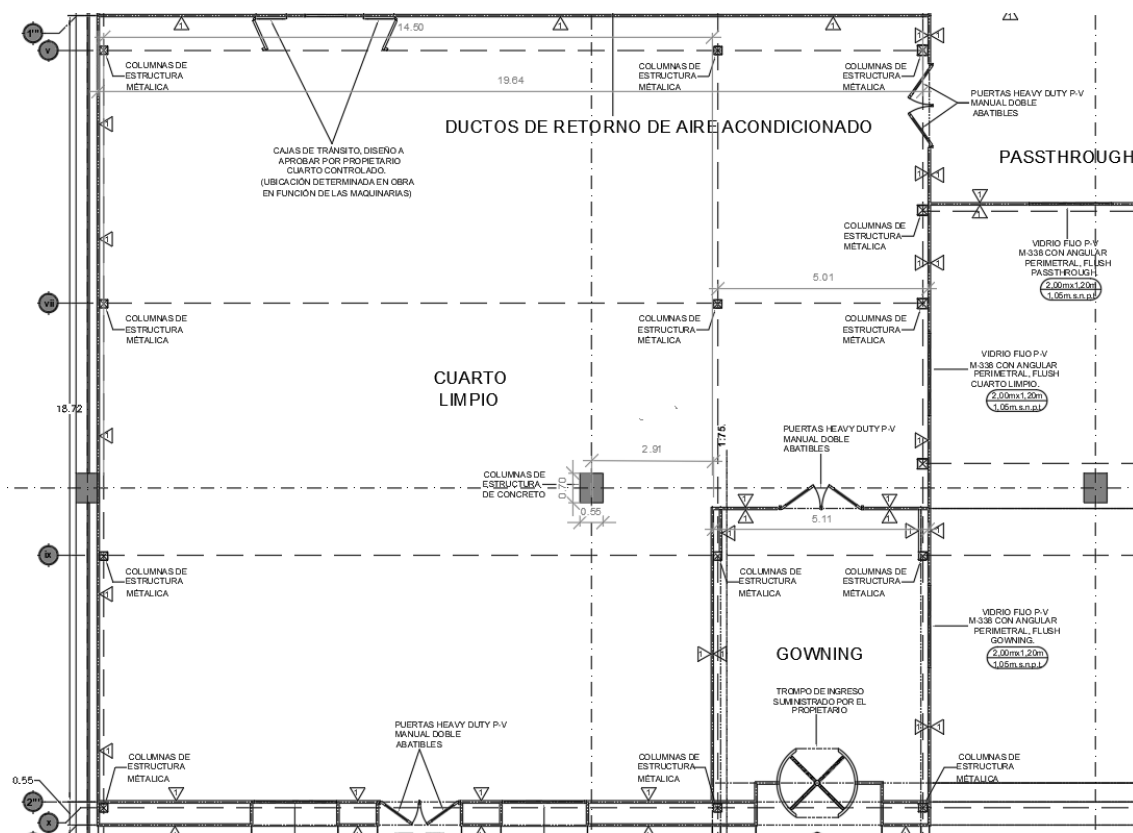
4. Restricciones estructurales.

Las instalaciones para las líneas de manufactura del Producto X tienen un lugar dedicado dentro del espacio en el edificio, el espacio disponible dentro del cuarto limpio para la colocación de las líneas de manufactura es de 332.13 m², incluyendo equipo, sin embargo, dicho espacio también tendrá que contemplar otras líneas

de manufactura que no se abordan en el proyecto, por lo que el diseño de las líneas se hará teniendo este criterio en cuenta, y se debe buscar el mejor acomodo dentro del espacio disponible de manera tal que se obtenga el mejor flujo de los procesos para el Producto X.

En la figura 16 se muestra un plano arquitectónico del cuarto limpio.

FIGURA 16 PLANO ARQUITECTÓNICO DE CUARTO LIMPIO



Fuente: Elaboración de la compañía ATL Technology.

Como parte del análisis del plano observamos que en las restricciones estructurales solo se tiene el espacio dedicado para la entrada de personal al área, y preparación de vestimenta, además de las columnas, una pequeña que está cerca de la pared,

otra pequeña que está a 5 m de la zona de traspaso de material, ubicado en el margen superior derecho del plano y una columna grande de 0,7 m x 0,55 m que está a 2,88 m de la esquina superior izquierda del área de ingreso de personal o gowning.

Se debe de tomar en cuenta que en la parte superior derecha del plano existe una puerta de transferencia de 1,98 m de ancho que facilita la entrada de maquinaria, equipos y materiales al cuarto limpio, lo que quiere decir, que el pasillo de 1,98 m de ancho que se debe de respetar y quedar libre hasta por lo menos 2 metros de distancia de la puerta, por lo que, si las líneas convienen colocarlas en la parte superior mostrada en el plano, debe de ser a una distancia no menor a 2,98 m de la pared superior vista en el plano, dicha distancia considera el ancho del pasillo de la puerta de 1,98 m y el ancho de y un pasillo de 90 cm adicionales que contempla el espacio para que los operarios puedan recorrerlo y moverse, y las sillas para las estaciones de trabajo.



Además, se observa una puerta de emergencia de 2 m de ancho en la parte inferior del plano, para dicha puerta se debe de conservar un pasillo de la misma anchura a lo largo del cuarto, que permita el flujo de personal adecuado. De esta manera, se pretende conectar el pasillo de la puerta de emergencia con el pasillo de flujo de materiales, para que ambas entradas tengan un adecuado alcance a las diferentes zonas de interés dentro del cuarto.

5. Restricciones por instalaciones eléctricas

Para la distribución de las instalaciones eléctricas en cuarto limpio se observa en la Figura 17, esto es importante debido a que las líneas deben tener equipo y maquinaria

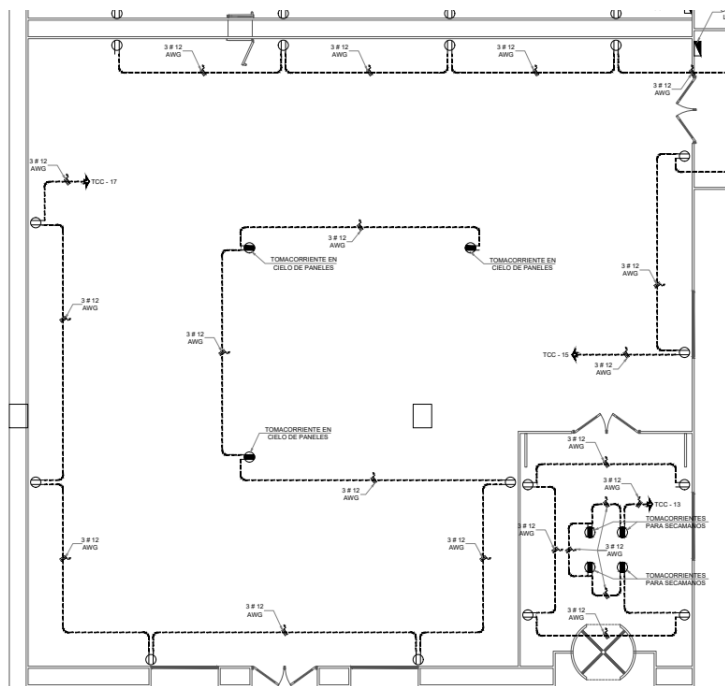
que necesita ser abastecido por la red eléctrica. Por lo que no se pueden diseñar lejos de las tomas de electricidad. Como por ejemplo los expansores de tubos, soldadoras ultrasónicas y soldadoras láser.

TABLA 16 SIMBOLOGÍA DE RED ELÉCTRICA

Símbolo	Descripción
	Toma doble de empotrar tr270 w, 15a/125v~, nema 5-15r, registro ul e325115, placa toma doble 2132, instalado a 0.30 mts snpt.
	Toma de empotrar 20a 120vac tipo twist lock l520-r. placa acero inox. p/toma d/seguridad 20a 30a ss720. instalados en cielo, a caja plexo 222-a 100x100x55mm
	Líneas de la red eléctrica.

Fuente: Elaboración propia, 2023

FIGURA 17 DISTRIBUCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS



Fuente: Departamento de facilidades ATL Technology.

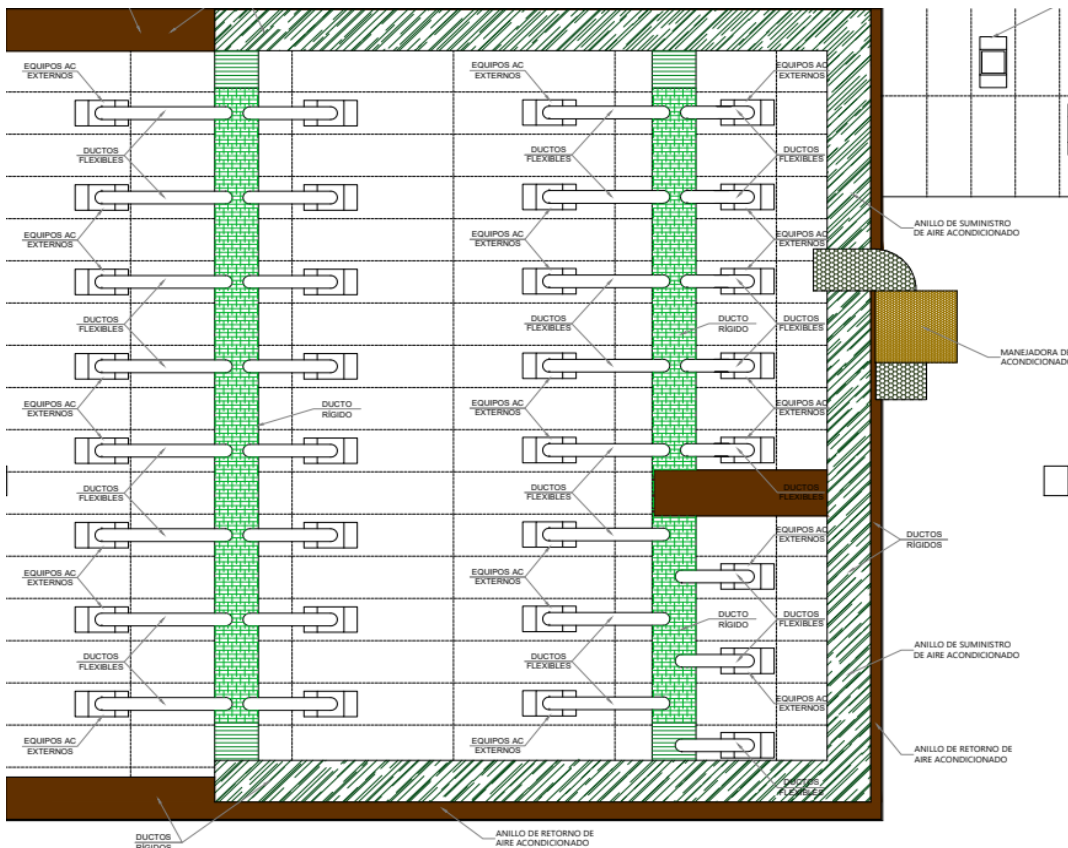
Al observar la distribución de tomas de corriente se tiene que estos son limitados en el cuarto limpio, por lo que, con este plano eléctrico, se restringe más el área en el que las mesas se pueden acomodar. La red de abastecimiento para los equipos está ubicada de manera paralela a las paredes a 4 m de distancia, y otra vía en forma de U, a 6 m de distancia de las paredes. Por lo que, considerando que las extensiones de los equipos, de manera general, no supera los 2 m de largo. En cuanto a las mesas, cada una tiene un panel de conexión a la red eléctrica, sin embargo, se debe tener en cuenta que estén cerca de una línea de la red de distribución eléctrica ya posicionadas en las paredes.

Un aspecto a considerar es que de ser necesario se pueden colocar polos eléctricos en lugares puntuales que se requieran, esto con el fin de no tener cables o mangueras que puedan provocar algún accidente o demás, como aspecto a considerar en este caso de los polos es que se debe estar seguro en el lugar a colocar y no se podrán mover a futuro.

6. Restricciones por aire comprimido

Con respecto a la distribución de las tuberías de aire comprimido, no existen limitaciones considerables, ya que los ductos están ubicados sobre la estructura del techo, tanto de cuarto limpio como cuarto controlado, como se puede apreciar en la la figura 18. Por lo que, se requiere del apoyo del equipo de facilidades para que se pueda instalar un polo o fuente cerca del equipo que lo requiere, como los expansores de tubos, las leak tester, las soldadoras ultrasónicas y las soldadoras laser.

FIGURA 18 DISTRIBUCIÓN DE REDES DE AIRE COMPRIMIDO



Fuente: Departamento de facilidades ATL Technology.

Un aspecto para considerar al igual que en el de las redes eléctricas, para los polos es que se debe estar seguro en el lugar a colocar y no se podrán mover a futuro.

4.5 Análisis de capacidad de línea

Una vez explicado el flujo de operación de cada uno de los 2 números de parte anteriormente, se procede a calcular y asignar los tiempos de operación de cada una de las operaciones que lo conforman cada número de parte para que permita estimar la cantidad de estaciones, cantidad de operarios, tiempo por pieza terminada y espacio a utilizar.

Para los análisis de tiempo se trabajará con una matriz de tiempos con la que cuenta la empresa, la cual permite el cálculo de tiempos promedios por operación y dicha matriz se utilizara debido a que por ser un producto nuevo aún no se puede realizar una toma de tiempos reales, esta matriz tiene tiempos reales de operación en los cuales los ingenieros de la compañía se han encargado de ir llenando y estandarizando por medio de las operaciones con las que cuentan en sus actuales líneas de producción en masa.

Dado que los tiempos son estimados, no se cuenta con operarios reales realizando las operaciones, por lo que no hay distinción entre géneros, por esta razón las holguras se toman como el valor promedio de los valores de personal masculino y femenino y tampoco abra reducciones por temas rendimiento, curva de aprendizaje o el turno de trabajo.

4.5.1 Tiempos estimados del NP01

A continuación, se presenta los tiempos estimados para el NP01. Cabe destacar que la operación de corte de tubos se refiere al corte de todos los tubos requeridos para construir todo el número de parte 01 por ende, en esta operación se cortaran todos los tubos necesarios.

TABLA 17 TIEMPOS ESTIMADOS PARA EL NP01

Po	Operación	Descripción	Tiempo total (s)
P1	Corte de tubos	Se corta los tubos necesarios para el ensamble completo	12
P2	Impresión de etiquetas (Tiempo por etiqueta)	Se imprimen las etiquetas para todo el lote	24.56
P3	Tubos con Spike	Se inserta un spike en un extremo expandido de un tubo	271.06
P4	Soldado de cartucho	Se solda con ultrasonido todas las partes del cartucho	224.47
P5	Ensamble de válvulas	Se ensambla las válvulas que lleva el cartucho	56.16
P6	Prueba de fuga de aire	Se prueba por medio de un equipo las fugas	39.16
P7	Empaque de cartuchos ensamblados	Finalizado el cartucho se empacará hasta que se necesiten de nuevo en las operaciones	11.48
P8	Ensamble de tubos y clamps, Ensamble de tubos al cartucho	Ensamble tubos al cartucho y armado de tubos	148.94
P9	Ensamble del accesorio 1	Ensamble de tubos y válvulas en el accesorio 1	88.94
P10	Ensamble del accesorio 2	Ensamble de tubos y válvulas en el accesorio 1	139.76
P11	Empaque de accesorio 1	Empaque en bolsa del accesorio 1	158.76
P12	Empaque de accesorio 2	Empaque en bolsa del accesorio 2	154.37
P13	Empaque en pouch	Se empaca los tubos y el cartucho en el Tyvek	43.84
P14	Sellado del pouch	Se sella el Tyvek	14.24
P15	Empaque en la caja	Se empacan el Producto X finalizado en una caja	35.57
Tiempo total de flujo (s)			1423.32
Tiempo total de flujo (h)			0.40

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se observa como la actividad de ensamble de tubos con spike al llevar varias uniones de tubos hace que se eleve el tiempo hasta llegar a ser la operación con el mayor tiempo, por lo que se identifica como el cuello de botella del proceso, el cual será analizado más adelante.

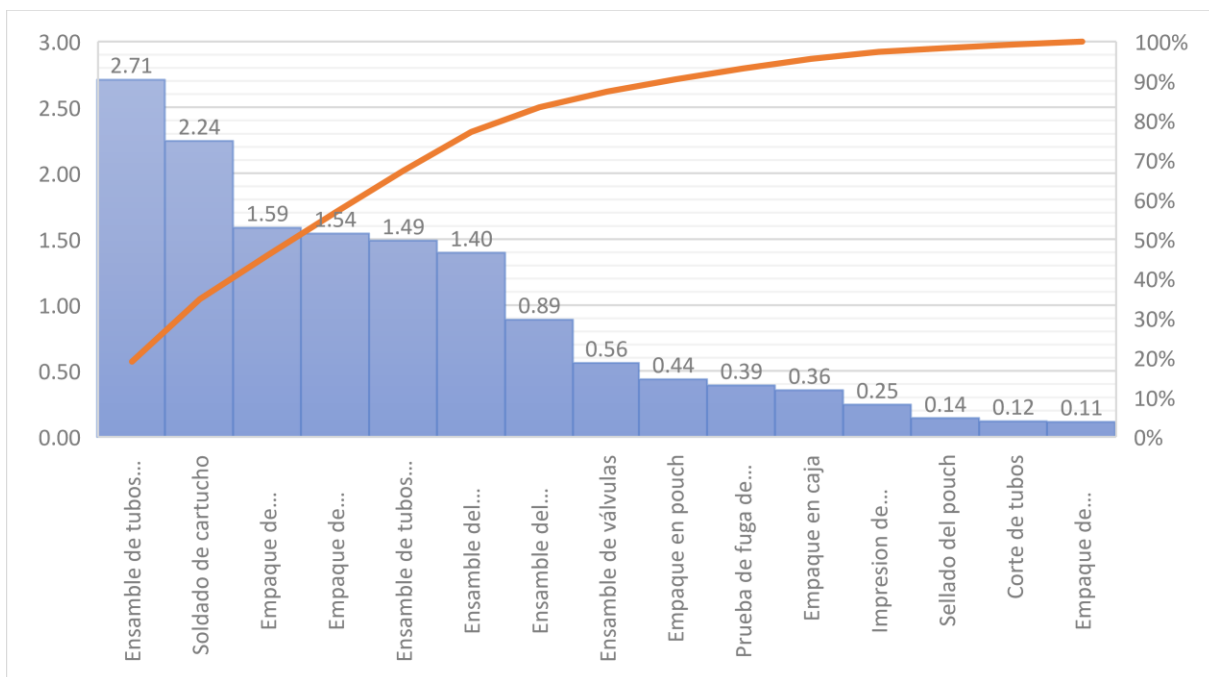
Las actividades en su mayoría presentan tiempos elevados, dado que la mayoría de las operaciones son manuales, y se cuenta con ayudas de herramientas de sujeción de tubos y cartuchos, como la inserción de conectores, luers, válvulas a los tubos, soldadura ultrasónica e inclusive el empaque de accesorios.

Estos tiempos mostrados en la Tabla 17, son tiempos en los cuales no se han sumado los suplementos o cualquier otra variable que afecte al mismo. Esto lo estaremos viendo más adelante con respecto a los tiempos.

Ahora bien, una vez obtenidos los tiempos estimados de operación para cada número de parte, se lleva a cabo la identificación de los cuellos de botella en los procesos el cual ayudara para poder ver la cantidad de estaciones que esta necesita para poder igual a las demás operaciones.

Para lograr esto, se utilizan diagramas de Pareto específicos para cada operación con el propósito principal de identificar de manera más precisa los puntos críticos que podrían generar cuellos de botella al producir un lote en producción masiva.

FIGURA 19 DIAGRAMA DE PARETO PARA LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DEL NP01



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para el número de parte NP01, que se presenta en la figura 19 mostrada anteriormente, se observa que los procesos que pueden causar mayor cuello de botella debido al tiempo de ciclo son los procesos 3 y 4, los cuales corresponden a los ensambles de tubos y los soldados del cartucho, es importante destacar que dentro de estos procesos existen varias operaciones que lo conforman, por lo que, al realizar el diseño de las estaciones y el balance de línea, se debe considerar el uso de más espacio con respecto a otras operaciones, por lo que además se debe considerar la utilización de cada estación de trabajo, para que la eficiencia sea máxima.

En los casos de operaciones de tiempos corto se deberá trabajar en mezclar operaciones para reducir espacios, por lo que esto se puede trabajar en un análisis de relaciones para el diseño.

Una vez después obtenido los datos del tiempo, se utilizará la herramienta de mapeo de flujo para obtener detalles específicos de los procesos, como el tiempo de ciclo, la cantidad de turnos requeridos, los espacios destinados a la operación y otros aspectos relevantes. Por lo que, en la Tabla 18 se presentara un resumen de los VSM de este número de parte con los parámetros que se detallan a continuación.

TABLA 18 RESUMEN VSM DEL NP01

Resumen VSM	NP01	
Processing Time	1423.32	Sec/pc
Down Time	100	%
N° Shift	2	turnos
Time per Changeover	30,00	Min
Reserved floor Space	30,60	m ²
Scrap	1	%
Yield	96	%
Total operarios	9	

Fuente: Elaboración propia, 2024

Con la ayuda de esta información realizada en el VSM (Value Stream mapping) la cual se añadirá en la sección de anexos, se tiene que para este número de parte es necesario un total de 9 operarios los cuales requieren un total de 8 mesas de trabajo y además se contara con una mesa de trabajo para cada equipo de soldado ultrasonico esto debido a que estos equipos son de un tamaño considerable y los mismos por su forma de trabajar no podrán estar en una mesa donde se realice otra operación.

Con base a el yield de 96% este es establecido por la compañía y el esperado es en un rango de entre 92% y 97.5% con forme avance el proyecto, cabe destacar que durante la fabricación del producto pueden suceder fallos tanto de operarios como de máquinas y por ello se contempla este porcentaje, para análisis de estudio se toma como que lo que puede generar más retrabajo en línea son los soldados ultrasónicos y por ende se utiliza 96% tomando un 1% por cada máquina.

Se asignan 2 turnos de trabajo por parte de la compañía para el cumplimiento de la demanda debido a que lo que se quiere es poder ahorrar espacio dividiendo la producción entre los 2 turnos.

4.5.2 Tiempos estimados del NP02

Se muestra a continuación los tiempos para el NP02 en el cual se puede considerar un poco más alto de tiempo por la complejidad de algunas operaciones que esta con lleva.

TABLA 19 TIEMPOS ESTIMADOS DEL NP02

Po	Operación	Descripción	Tiempo total (s)
P1	Impresión de etiquetas	Se imprimen las etiquetas necesarias para todo el lote	60.00
P2	Preparación de materiales	Se cortará el tubo y se segregará el material para cada operación	18,750
P3	Ensamble de tubos con spike	Se conectan los spikes a los tubos	209,610
P4	Soldado ultrasónico del filtro	Se solda el filtro del cartucho con la soldadora ultrasónica	132,880
P5	Soldado láser del conditioner	Se solda el acondicionador de fluidos con la soldadora láser	105,780
P6	Soldado laser del cartucho	Se solda el cartucho con la soldadora ultrasónica	105,780
P7	Ensamble de cartucho y válvula	Se ensambla el cartucho y las válvulas de acondicionador de fluidos	132,880

P8	Prueba de fuga de aire	Se realizar prueba de fuga de aire con el equipo para fugas	103,690
P9	Ensamble de tubos y cartuchos	Se ensamblan los tubos al cartucho	105,120
P10	Ensamble de accesorios	Se ensamblan el conjunto de tubos de accesorios	104,810
P11	Empaque y sellado de bandeja	Se empaca y se sella la bandeja en tray sealer	104,230
P12	Empaque en la caja	Se empaca el Producto X finalizado en cajas	88,170
Tiempo total de flujo (s)			1526.00
Tiempo total de flujo (h)			0.42

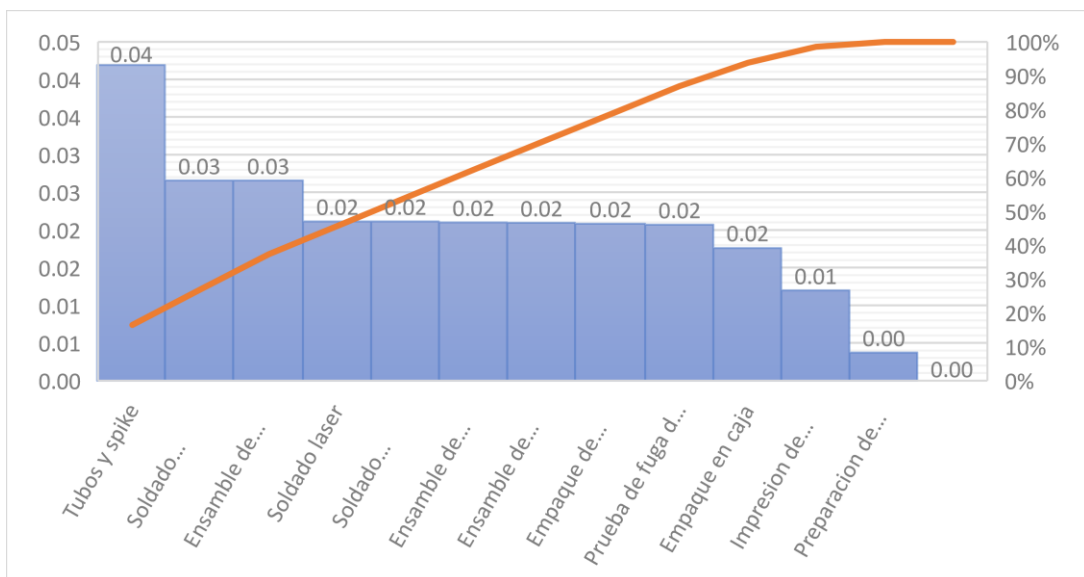
Fuente: Elaboración propia, 2023

En este número de parte se tiene menos operaciones, pero más tiempo de fabricación, esto es debido a que tiene operaciones más especializadas y su empaque en bandeja lleva más tiempo para poder empacarlo ya que se debe acomodar de una forma más especializada.

Este número de parte tiene la característica de que son 2 cartuchos que se trabajarán por aparte y se unirán en uno solo. Otra característica importante de destacar es que este número de parte contiene más ensambles de tubos con spike por ende su tiempo en esta operación es más elevado, convirtiéndola en su operación más lenta.

Esta operación considerada más lenta del proceso se podrá observar por medio de un diagrama de Pareto en la figura 20, el cual además definirá el cuello de botella de la línea y ayudará a la investigación del proyecto para saber la cantidad de estaciones y operarios necesarios para esa operación

FIGURA 20 DIAGRAMA DE PARETO PARA LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DEL NP02



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para el caso del número de parte NP02 podemos observar que los tiempos son muy parecidos entre sí por lo que se está necesitando mesas individuales y operarios asignados para cada operación, a su vez podemos ver que el cuello de botella de este mismo se encuentra en la misma operación del NP01, la cual es el ensamble de los tubos a sus respectivos conectores y su spike, esto por ser un tema de ensamble manual, se deberá contemplar cuántos ensambles se pueden hacer por mesa y por operario.

Una vez después obtenido los datos del tiempo de este número de parte, se utiliza también la herramienta VSM en la tabla 20 para detallar los siguientes puntos.

TABLA 20 RESUMEN VSM DEL NP02

Resumen VSM	NP02	Days
Processing Time	1526.004	Sec/pc
Down Time	100%	%
N° Shift	2	turnos
Time per Changeover	30,00	Min

Reserved floor Space	79,20	m ²
Scrap	0	%
Yield	96	%
Total de operarios	16	

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Se observa con la ayuda de esta información realizada en el VSM (Value Stream mapping) que la cantidad de operarios requeridos para la fabricación de este número de parte es el doble que la del número de parte anterior por lo que para esta línea se contemplara más mesas de trabajo y esto con lleva a más espacio, se toma como base un total de al menos 16 mesas ya que la soldadora ultrasónica debe ir en una mesa aparte y para el operador de la maquina laser deberá contar con una mesa donde se coloque el material que va a trabajar y en la otra el material finalizado.

Como otro punto importante en base a los operadores de recordar es las maquinas especializadas que esta con lleva que necesitara operadores especializados y capacitados para su uso.

Para el caso del yield se trabajará al igual que el NP01 donde se tendrá un 96% y este es establecido por la compañía y el esperado es en un rango de entre 92% y 97.5% con forme avance el proyecto deberá estar lo más cerca del máximo posible, cabe destacar que durante la fabricación del producto pueden suceder fallos tanto de operarios como de máquinas y por ello se contempla este porcentaje, para análisis de estudio se toma como que lo que puede generar más retrabajo en línea son los soldados ultrasónico y soldado laser y por ende se utiliza 96%.

También en este se asignan 2 turnos de trabajo por parte de la compañía para el cumplimiento de la demanda debido a que lo que se quiere es poder ahorrar espacio dividiendo la producción entre los 2 turnos.

4.5.3 Análisis AMFE

Es importante analizar las fallas posibles que puedan existir durante el proceso de fabricación de este producto, por ende, se trabajara por medio de una matriz AMFE, la cual ayuda para el análisis de actividades críticas y así priorizar los modos de falla potencial que poseen un mayor peso, esto tomando en cuenta la severidad, ocurrencia y detección. Para determinar el grado de RPN se determinan los grados donde se presentaba la actividad y la funciones que hay en cada proceso, posteriormente se le otorga una evaluación según el criterio que se esté evaluando, finalmente para el cálculo del RPN se realiza el producto de todos los índices de cada criterio.

Posteriormente se define una evaluación para evaluar el grado de riesgo de cada actividad. Un RPN entre 1 y 10 representa un riesgo menor, de 11 a 20 se considera riesgo medio y mayor a 20 es un riesgo alto. Para un mejor manejo visual se realiza una escala de calor según el valor de RPN, donde un color verde aplica para un nivel bajo, un color amarillo para nivel medio y un color rojo para un nivel alto. En la siguiente tabla se observa un extracto del AMEF.

FIGURA 21 ANÁLISIS AMFE DEL NP01

#	Actividad	Función del proceso	Falla potencial	Efecto potencial de la falla	Severidad	Causas potenciales de las fallas	Ocurrencia	Control actual del proceso	Detección	RPN
P1	Corte de tubos	Corte	Corte a una distancia menor a la especificada	Parte descartada	6	Descuido del operario	2	Inspección simultanea con la actividad	3	3
		Corte	Corte a una distancia mayor a la especificada	Reproceso de corte hasta lograr la especificación	2	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	3	24
P2	Impresión de etiquetas	Etiquetado	Impresión deficiente de la etiqueta	Dificultad en la legibilidad de la etiqueta	1	Mantenimiento de la impresora	4	Plan de mantenimiento preventivo	1	4
P3	Tubos con Spike	Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Inserción	Posición del implemento a una distancia mayor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
P4	Soldado ultrasónico del cartucho	Manipulación	Indebida manipulación de la pieza por parte del operario	Descarte de la pieza	6	Descuido del operario	2	Inspección simultanea con la actividad	2	24
		Soplido	Impurezas dentro del cartucho	Reproceso en la actividad de soplido	2	Descuido del operario	1	Inspección simultanea con la actividad	1	2
		Soldadura	Mala configuración de la máquina de soldado ultrasónico	Reproceso o descarte de la pieza	5	Configuración de la máquina no es la correcta	1	Verificación visual	1	5
P5	Ensamble de válvulas	Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Inserción	Posición del implemento a una distancia mayor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
P6	Prueba de fuga de aire	Acomodo	Posicionar el cartucho en la ubicación para testeo	Mal testeo	6	Descuido del operario	2	Revisión de la máquina	1	12
		Testeo	Presionar boton de inicio del testeo	Pieza descartada pero en buen estado	9	Descuido del operario	2	Revisión de la máquina	1	18
P7	Empaque de cartuchos	Acomodo	Posición incorrecta de acomodo	Posibles daños en los tubos	4	Descuido del operario	3	Inspección simultanea con la actividad	1	12
P8	Ensamble de tubos y clamps, Ensamble de tubos al cartucho	Expansión	Expansión del tubo a un diámetro mayor al especificado	Parte descartada	6	Mala configuración de la máquina	2	Revisión de la máquina	1	12
		Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Inserción	Posición del implemento a una distancia mayor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
P9	Ensamble del accesorio 1	Expansión	Expansión del tubo a un diámetro mayor al especificado	Parte descartada	6	Mala configuración de la máquina	2	Revisión de la máquina	1	12
		Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Inserción	Posición del implemento a una distancia mayor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
P10	Ensamble del accesorio 2	Expansión	Expansión del tubo a un diámetro mayor al especificado	Parte descartada	6	Mala configuración de la máquina	2	Revisión de la máquina	1	12
		Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Inserción	Posición del implemento a una distancia mayor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8

P11	Empaque del accesorio 1	Acomodo	Posición incorrecta de acomodo	Posibles daños en los tubos	4	Descuido del operario	3	Inspección simultanea con la actividad	1	12
P12	Empaque del accesorio 2	Acomodo	Posición incorrecta de acomodo	Posibles daños en los tubos	4	Descuido del operario	3	Inspección simultanea con la actividad	1	12
P13	Empaque en pouch	Etiquetado	Incorrecta etiqueta en el pouch	Reproceso en el etiquetado	2	Descuido del operario	3	Inspección simultanea con la actividad	1	6
		Inspección	Presencia de partículas y contaminación en el pouch	Limpieza del pouch	3	Descuido del operario	2	Inspección simultanea con la actividad	2	12
P14	Sellado del pouch	Inspección	Presencia de partículas y sellado del pouch	Reproceso en el sellado del pouch	2	Descuido del operario y fallo de la selladora	2	Inspección simultanea con la actividad y revisión de parámetros	2	8
P15	Empaque en caja	Inspección	Presencia de desperfectos y suciedad en la caja	Desecho de la caja	1	Descuido del operario y falla del proveedor	2	Inspección simultanea con la actividad	2	4
		Etiquetado	Incorrecta etiqueta en la caja	Reproceso en el etiquetado	2	Descuido del operario	3	Inspección simultanea con la actividad	1	6

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Se observa en la última columna de la tabla los porcentajes de RPN, en donde se nota que hay un riesgo alto mayor al 10% en la mayoría de los números de parte. Dentro de ese riesgo alto se tiene tareas como corte, manipulación y esterilización, las cuales representan actividades en las cuales si se incurre en algún error esto puede ocasionar que haya un retrabajo con un tiempo elevado o desecho completo de materiales o piezas.

En análisis de modos de fallas posibles individuales para el primer numero de parte se observan como principales riesgos el del área de corte de tubos ya que tanto el corte como lo medida del tubo se hacen de manera manual, lo que puede ocasionar un desperdicio si se corta de manera menor a lo permitido o un retrabajo si se corta mas largo del permitido y todo esto puede suceder si el operario se descuida y no realiza eficientemente su trabajo.

Punto importante gracias a este análisis es que se trabaja en entrenamiento para asegurarse que los operarios sepan lo critico de las diversas operaciones y además se trabaja en atacar aquellas posible fallas que ocasiona otros cuellos de botella diferentes a los ya identificados anteriormente.

Para el análisis en el NP02 se utiliza de igual manera el método AMFE mediante la siguientes figura.

FIGURA 22 ANÁLISIS AMFE DEL NP02

#	Actividad	Función del proceso	Falla potencial	Efecto potencial de la falla	Severidad	Causas potenciales de las fallas	Ocurrencia	Control actual del proceso	Detección	RPN
P1	Impresión de etiquetas	Etiquetado	Impresión deficiente de la etiqueta	Dificultad en la legibilidad de la etiqueta	1	Mantenimiento de la impresora	4	Plan de mantenimiento preventivo	1	4
P2	Preparación de materiales	Corte	Corte a una distancia menor a la especificada	Parte descartada	6	Descuido del operario	2	Inspección simultanea con la actividad	3	36
		Corte	Corte a una distancia mayor a la especificada	Reproceso de corte hasta lograr la especificación	2	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	3	24
		Corte	Mala configuración de la máquina de corte	Reproceso de la pieza	2	Configuración de la máquina no es la correcta	1	Verificación visual	1	2
P3	Ensamble de tubos con spike	Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Inserción	Posición del implemento a una distancia mayor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Expansión	Expansión del tubo a un diámetro mayor al especificado	Parte descartada	6	Mala configuración de la máquina	2	Revisión de la máquina	1	12
		Expansión	Expansión del tubo a un diámetro menor al especificado	Reproceso hasta alcanzar el diámetro especificado	2	Mala configuración de la máquina	2	Revisión de la máquina	1	4

P4	Soldado ultrasónico del filtro	Soldadura	Mala configuración de la máquina de soldado ultrasónico	Reproceso o descarte de la pieza	5	Configuración de la máquina no es la correcta	1	Verificación visual	1	5
		Manipulación	Indebida manipulación de la pieza por parte del operario	Descarte de la pieza	6	Descuido del operario	2	Inspección simultanea con la actividad	2	24
		Soplido	Impurezas dentro del cartucho	Reproceso en la actividad de soplido	2	Descuido del operario	1	Inspección simultanea con la actividad	1	2
P5	Soldado láser del conditioner	Soldadura	Mala configuración de la máquina de soldado laser	Reproceso o descarte de la pieza	5	Configuración de la máquina no es la correcta	1	Verificación visual	1	5
		Manipulación	Indebida manipulación de la pieza por parte del operario	Descarte de la pieza	6	Descuido del operario	2	Inspección simultanea con la actividad	2	24
		Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Soplido	Impurezas dentro del cartucho	Reproceso en la actividad de soplido	2	Descuido del operario	1	Inspección simultanea con la actividad	1	2
P6	Soldado laser del cartucho	Soldadura	Mala configuración de la máquina de soldado laser	Reproceso o descarte de la pieza	5	Configuración de la máquina no es la correcta	1	Verificación visual	1	5
		Manipulación	Indebida manipulación de la pieza por parte del operario	Descarte de la pieza	6	Descuido del operario	2	Inspección simultanea con la actividad	2	24
		Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Soplido	Impurezas dentro del cartucho	Reproceso en la actividad de soplido	2	Descuido del operario	1	Inspección simultanea con la actividad	1	2
P7	Ensamble de cartucho y válvula	Verificación	Incongruencias en los componentes del ensamble	Reproceso de actividades anteriores	6	Descuido del operario	2	Inspección	1	12
		Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
P8	Prueba de fuga de aire	Prueba	Mala configuración de la máquina de fugas de aire	Reproceso o descarte de la pieza	7	Configuración de la máquina no es la correcta	1	Verificación visual	1	7

P9	Ensamble de tubos y cartuchos	Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Inserción	Posición del implemento a una distancia mayor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Expansión	Expansión del tubo a un diámetro mayor al especificado	Parte descartada	6	Mala configuración de la máquina	2	Revisión de la máquina	1	12
		Expansión	Expansión del tubo a un diámetro menor al especificado	Reproceso hasta alcanzar el diámetro especificado	2	Mala configuración de la máquina	2	Revisión de la máquina	1	4
P10	Ensamble de accesorios	Inserción	Posición del implemento a una distancia menor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Inserción	Posición del implemento a una distancia mayor a la especificada	Reproceso hasta alcanzar la distancia especificada	1	Descuido del operario	4	Inspección simultanea con la actividad	2	8
		Expansión	Expansión del tubo a un diámetro mayor al especificado	Parte descartada	6	Mala configuración de la máquina	2	Revisión de la máquina	1	12
		Expansión	Expansión del tubo a un diámetro menor al especificado	Reproceso hasta alcanzar el diámetro especificado	2	Mala configuración de la máquina	2	Revisión de la máquina	1	4
P11	Empaque y sellado de bandeja	Sellado	Mala configuración de la máquina de sellado	Reproceso o descarte de la pieza	3	Configuración de la máquina no es la correcta	1	Verificación visual	1	3
		Soplido	Impurezas dentro del cartucho	Reproceso en la actividad de soplido	2	Descuido del operario	1	Inspección simultanea con la actividad	1	2
		Acomodo	Posición incorrecta de acomodo	Posibles daños en los tubos	4	Descuido del operario	3	Inspección simultanea con la actividad	1	12
P12	Empaque en caja	Inspección	Presencia de desperfectos y suciedad en la caja	Desecho de la caja	1	Descuido del operario y falla del proveedor	2	Inspección simultanea con la actividad	2	4
		Etiquetado	Incorrecta etiqueta en la caja	Reproceso en el etiquetado	2	Descuido del operario	3	Inspección simultanea con la actividad	1	6
		Etiquetado	Incorrecta etiqueta en la bandeja	Reproceso en el etiquetado	2	Descuido del operario	3	Inspección simultanea con la actividad	1	6

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el caso de este numero de parte existen equipos mas especializados en los que se debe tener mayor atención y precaución, el caso primordial es el del soldado laser que si no se capacita el operario de manera correcta y o si no se explica lo importante de la concentración a la hora de acomodar el producto en el equipo genera mucho retrabajo o bien desperdicio que al final genere perdidas y cuellos de botella.

Para los ensambles con expansión tiene un porcentaje mayor al 10%, más, sin embargo, en caso de tener un fallo en este se debe introducir de nuevo el tubo en la expansora nuevamente, si esto es repetitivo se debe realizar un entrenamiento del operario para saber porque está fallando.

Para ambos números de parte se coloca una inspección visual en su instrucción de trabajo para cada numero de parte, asegurando que cada parte y cada operación construida sea aceptable para que no exista retraso o posible retrabajo cuando el producto este finalizado.

4.8 Analizar

El diseño eficiente de líneas de producción y la distribución de estaciones de trabajo son aspectos críticos en la manufactura del Producto X. El objetivo de esta metodología de trabajo es analizar y aplicar herramientas que faciliten dicho diseño, permitiendo el uso eficiente del espacio y los recursos disponibles.

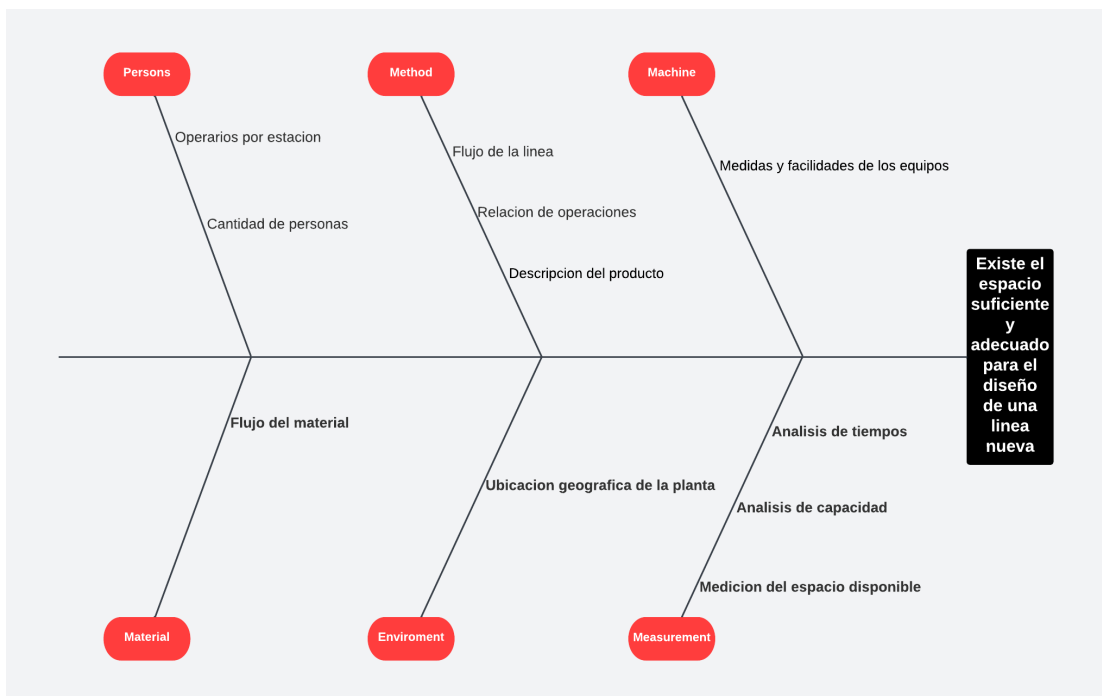
Mediante la aplicación de estas herramientas, se busca optimizar el diseño de las líneas de producción y la distribución de estaciones de trabajo, asegurando la utilización óptima de los recursos y maximizando la productividad.

Para llevar a cabo este análisis se realizará una exhaustiva revisión documental para seleccionar las herramientas más adecuadas que se utilizan en el diseño de layout de estaciones de trabajo.

Al lograr identificar y analizar las diversas variables que pueden afectar al producto se podrá definir si es o no adecuado el área designada y el flujo propuesto para el

desarrollo del producto X, algunas de las variables analizadas se podrán ver en la figura mostrada a continuación.

FIGURA 23 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE VARIABLES DEL PRODUCTO X



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con la ayuda de este diagrama se puede observar las diversas variables que son de estudio importante a la hora de diseñar la nueva línea de producción ya que de allí se pueden observar los puntos que puedan llegar a afectar al desarrollo de la nueva línea de producción.

Ahora bien, conociendo el producto a fabricar se puede concluir que el espacio cumple con los requerimientos, esto se pudo observar en el análisis de flujo que se realizó ya que en la propuesta de flujo que se logró entre los involucrados en el proyecto se

observa que el espacio es bastante amplio y permite un correcto flujo del material por las líneas de producción y una de las ventajas es que al ser un cuarto nuevo el mismo se encuentra vacío y esto ayuda a buscar la correcta distribución para la línea.

Por medio del análisis SIPOC, de las relaciones entre operaciones y de la capacidad de la línea se pudo observar que hay operaciones que dependen la una de la otra y se deben acomodar de manera adyacente para que se puedan complementar y con la ayuda de los análisis de cuello de botella se vio las operaciones más lentas que van a necesitar más espacio y con esto se pudo contemplar la cantidad de mesas que se requieren por cada línea de producción de cada número de parte del producto X.

Continuando con el espacio y área se pudo observar que el cuarto nuevo designado para el desarrollo de este producto cuenta con facilidades eléctricas y de aire comprimido necesario en la fabricación de este producto, pero además cuenta con la ventaja de poder colocar polos en diferentes áreas del cuarto ayudando así a facilitar la distribución.

En conclusión, se puede finalizar de este análisis que se tiene lo necesario para cumplir con un correcto diseño de la nueva línea de producción y que el mismo logre cumplir con el flujo necesario para cumplir las demandas y requerimientos del producto.

CAPÍTULO V:
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION

5.1.1 Ideas de mejora y propuesta.

Después de realizar el análisis de las diversas áreas y recursos con los que la compañía cuenta para la implementación de este producto se contemplan varios puntos que ayudan a mejoras en el proceso, tanto el flujo de la línea como en la utilización del espacio lo cual son puntos importantes para la solución del problema planteado, por lo cual a continuación se plantean las ideas de mejora.

- Flujo de línea

En temas de flujo de línea se diagnostica para ambos números de parte que se puede trabajar de manera paralela varias operaciones, es decir, se inician operaciones al mismo tiempo y se crean partes continuamente dando mayor fluidez a la línea de producción, esto ayuda a que se reduzcan tiempos de producción recortando tiempos muertos de espera.

La clave es esta mejora es la distribución de los materiales de entrada a las operaciones iniciales, las cuales son los inicios de creación de cartuchos, los tubos y spikes y los accesorios requeridos.

El reducir estos tiempos hace que la empresa sea capaz de producir más partes generando mayores ganancias.

- Utilización del espacio

Como se ha indicado en este proyecto la compañía dispuso de su cuarto limpio nuevo para este producto, este cuarto se encontraba vacío por lo cual la solicitud de la

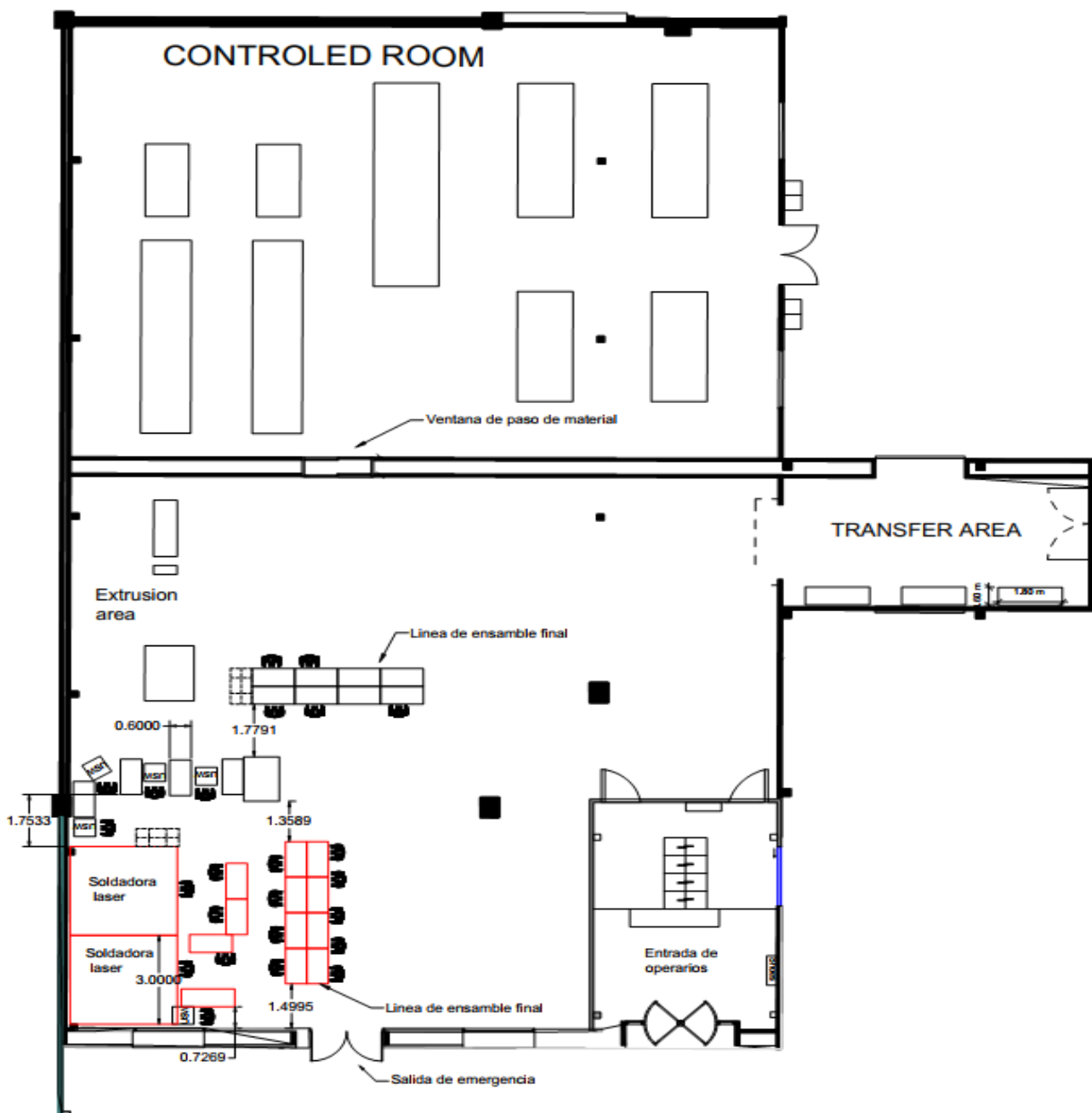
empresa es que se llene el cuarto de adentro hacia afuera para que así sea posible la colocación de otras oportunidades de negocio de la compañía.

Para esta propuesta de diseño se contempla colocar los equipos que requieren facilidades especiales cerca de las paredes ya que se deben introducir sus requerimientos especiales y en comparación con la propuesta inicial de la empresa se decide colocar las mesas de la línea de ensamble final del número de parte 02 de manera que se salida quede mas directa hacia el área de transferencia.

Otro punto es que al colocar estas mesas en dirección vertical ayuda a que la salida del cartucho soldado sea adyacente a la estación de la línea de ensamble final que lo requiere y a su vez el colocarlas en esta dirección hace que esta no quede sobre el pasillo que da a la puerta de emergencia del cuarto limpio.

Para entender el diseño propuesto se muestra la figura 24 la propuesta del diseño para el producto X, en este se verán la ubicación de los equipos y de las líneas de producción para cada ensamble que conformen cada número de ensamble.

FIGURA 24 CROQUIS PROPUESTO PARA EL DESARROLLO DEL PRODUCTO X



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como parte del diseño de este croquis se contempla el dejar metro y medio hacia la puerta de emergencia y además no se pudo utilizar la esquina superior izquierda del cuarto ya que allí está colocada la maquina extrusora de tubos.

En la figura 24 se podrá observar por medio de cotas los espacios más importantes que puede haber entre un equipo y otro o entre equipo y mesas.

Para el análisis se comienza como el NP02 ya que este se encuentra más adentro del cuarto limpio que el NP01, entonces en color rojo se puede ver como se ubican las 2 ultrasónicas laser en la esquina inferior izquierda ya que estas requieren de mucho espacio ya que estas son de las que necesitan facilidades especiales y consumen mucho espacio, cabe recalcar que, aunque se cuente con 2 soldadoras laser solo se utilizara 1 debido a que la otra es back up y es prestada por el cliente.

Se ubica una soldadora ultrasónica y una mesa entre estas 2 laser, el fin de esta es que el operador soldé el filtro al cartucho por medio de la ultrasónica y a su vez una vez finalizado lo coloque en la mesa para que el operador de la soldadora laser lo tome sin tener que realizar mayor desplazamiento y pueda seguir con el proceso explicado anteriormente de creación del cartucho del NP02.

Continuando entre estas 2 soldadoras laser se coloca 2 mesas en línea en las cuales en la primera encuentra el fixture de ensamble que une ambos cartuchos y seguidamente se encuentra la prueba de fuga de aire que una vez cumpla con su aceptación sea empacado en la siguiente mesa para que después se traslade a la mesa de la derecha en la línea de ensamble para que allí se le una a sus respectivos tubos.

Como parte de la línea de ensamble final se contemplan 8 mesas o estaciones de trabajo en las que se realizara todo lo que esté relacionado con operaciones manuales y de ensamble con tubo, en la primer mesa y segunda mesa se crearan las uniones de clamps ON/OFF y sus spikes, en estas estaciones se tiene tubos de diferentes medidas y diferentes ensambles como el caso de que hay unos tubos que se deberán unir a una figura tipo Y para que después en mesa 3 se realice la unión de estos tubos con el cartucho y la colocación de las válvulas, una vez unidos los tubos al cartucho y colocadas las válvulas se continuara con el empaque en bandeja donde en la cuarta mesa se colocara en la bandeja el NP02.

Para el empaque y sellado de la bandeja se empaca primero el cartucho del NP02 y encima de este se colocará el o los accesorios que con lleve según se solicite en la orden de producción.

Ahora en la figura 24 en color negro se tiene todo lo relacionado al número de parte 01, en este se comienza por colocar las soldadoras ultrasónicas de manera lineal continuo de las soldadoras laser requeridas en la creación del NP02, de forma que al soldar el primer filtro se pase el cartucho al segundo soldado y así respectivamente hasta realizar todos los 4 soldados y su respectiva prueba de fuga, se coloca una mesa de 1.2x60m entre cada ultrasónica y la continua en base a que eso ayudara a que se ponga el material necesario en cada operación en estas mesas.

Además, este acomodo de las soldadoras ultrasónicas en sentido horizontal tiene su base en que todas se conectaran sus facilidades en serie por ende lo recomendado es que estén juntas y una seguida de la otra para aprovechar esto y no tener instalaciones eléctricas y de aire individuales por varios lugares del cuarto limpio.

Otro punto importante de tener esta parte de soldado del cartucho en esta posición es que permite que al finalizar la construcción del cartucho se pueda ingresar a la línea de ensamble en una distancia corta de 1.2m entre donde termina la línea de creación del cartucho y donde se ingrese para ensamblar los respectivos tubos con spike al cartucho.

En tanto a la línea de producción del NP01 se consideran un total de 8 mesas, las cuales se colocan 4 de forma lineal y 4 a la espalda de la misma forma lineal, estas 8 mesas están distribuidas en 2 para ensamble tubos con spike, 1 para unión de los tubos con spike al cartucho y una para empaque. Mientras que a la espalda de estas se tendrán 3 para creación de accesorios y 1 para empaque que se complementara con la de empaque del otro lado ya que para empaque se necesitara una para realizar la operación y otra para ir colocando el material listo y colocarle sus respectivas etiquetas.

Esta distribución del espacio para el diseño de esta línea permitirá que ambos números de parte tengan un flujo orientado hacia una distribución en salida, además el punto más importante de esta distribución es que permite que se pueda trabajar mediante el método de línea de producción ya que el material será pasado siempre de operación en operación ayudando al mejor flujo.

El obtener el correcto diseño permitirá que haya menos desplazamientos innecesarios, menos espera en las diferentes operaciones y corto tiempo de producción ya que permite que se trabajen de manera paralela muchas operaciones.

- Cantidad de operadores

Este diseño propuesto hace que la distribución de los operadores sea de una manera adecuada ya que se tendrá un operador por cada estación que lo requiera por el tiempo que lo requiera, esto gracias al correcto balanceo de la línea en el cual se puede calcular la utilización que tendrá cada operación de la línea y así poder saber cuál o cuáles operaciones requieren más tiempo de fabricación.

Punto a destacar además es que el crear el balance de línea es el que permite saber cuantas estaciones son necesarias y además ayuda a poder obtener datos de metas de producción y un cálculo para saber si se podrá cumplir la demanda solicitada por el cliente.

5.2 Implementación de la mejora

Durante el capítulo 4 se estudiaron las variables necesarias para realizar el correcto diseño de una línea en se diagnosticar diferentes variables que ayudaran, algunas de ellas fueron:

- El estudio el espacio con el que se cuenta.
- Cantidad de estaciones requeridas por operación y por número de parte.
- Medidas de los equipos y estaciones.
- Lluvia de ideas con los ingenieros a cargo del proyecto para mejor análisis.
- Flujo de cada número de parte.
- Relación entre operaciones.

En esta sección del documento se trabajará en el plan de diseño para la nueva línea de producción, esto con lleva a el arreglo de las estaciones de trabajo dentro de las

líneas productivas y el diseño del flujo de material de todas las áreas involucrados en el proyecto.

Para el diseño de línea se utilizará el estándar de medidas que tiene la empresa y se buscara seguir con la misma distribución de mesas con las que cuentan actualmente en sus diferentes cuartos.

5.2.1 Flujo de líneas

En el capítulo anterior se analizó el flujo que tiene la línea por medio de un diagrama propuesto por la compañía, además por medio del análisis SIPOC se logró observar la salida y entrada que tiene cada proceso, en el cual se pudo observar que hay estaciones que van a depender de la anterior para poder tener material para ejecutar su operación, así como también hay estaciones a las que se le hará ingreso de diferentes materiales en diferentes estaciones del proceso como el caso de las etiquetas en los empaques.

La clave de este diseño es que en ambos números de parte del producto X se podrá iniciar diversas operaciones al mismo tiempo y trabajar de manera paralela, esto se contemplara en el espacio que se va a utilizar para el diseño de la línea, el flujo de materiales va a permitir visualizar de mejor manera la afinidad de los procesos dentro y entre las familias de productos.

Ahora para comenzar con este flujo propuesto se debe analizar el origen de los materiales para la producción, por ello es clave indicar que, aunque la compañía moldea sus partes para producción estas serán proveídas a la línea de producción por

medio de la bodega, ya que el área de moldeo trabajará con un stock de material para evitar atrasos y poder verlo como áreas separadas lo quiere decir que el moldeo será como un proveedor para las líneas de producción.

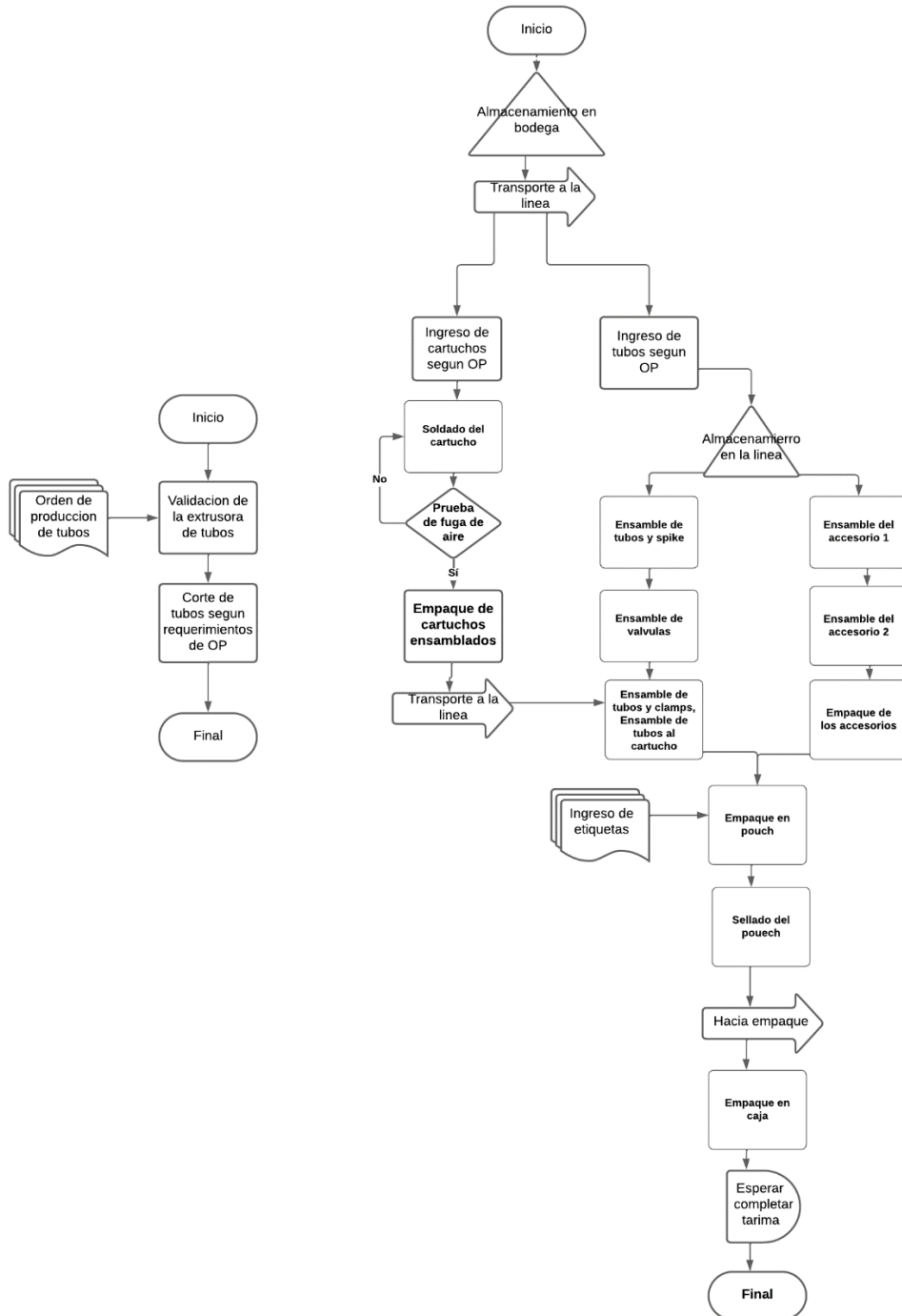
Una vez las piezas moldeadas estén lista se pasan al cuarto limpio por medio de una ventana de transferencia que separa el cuarto limpio del cuarto controlado y si se sacan a un área no controlada se deberá realizar un trabajo extra de limpieza y además para que a la hora de que estos sean requeridos en la línea de producción estén más cerca de las líneas de producción.

Una vez se tenga la orden de producción se ingresa el material a la líneas de producción por medio de un operario al que llaman material handler el cual se encarga de distribuir los mismos en sus respectivas operaciones, los cartuchos se harán llegar a la primer estación de soldado según sea requerido en cada número de parte, por otra parte los tubos y demás accesorios como los spikes y clamps se ingresaran a las mesas de la línea de producción de ensambles las cuales estarán conformadas por la cantidad de mesas que se indicaron en el VSM (Value stream mapping).

Para la línea de ensambles según lo analizado en los diagramas de Pareto que nos ayudaron a encontrar los cuellos de botella se tiene que va a requerir de al menos 3 estaciones para lograr cumplir con su meta de producción, esto debido a que al ser un ensamble completamente manual se vuelve muy lento, además de que son 3 tipos de ensamble de tubos.

A continuación, en la figura se mostrará el diagrama de flujo propuesto para el numero de parte 01.

FIGURA 25 DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO DEL NP01.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Al analizar este diagrama de flujo propuesto se puede ver como lo comentado anteriormente se ve reflejado y hay 3 operaciones que arrancaran casi que, al mismo tiempo, por ende, se podrá trabajar de manera paralela las 3 operaciones, esto influye positivamente en el tiempo total de producción de la línea ya que recortara tiempos de espera innecesarios.

Es el mismo caso de los accesorios correspondientes a este número de parte, ya sea que se requiera 1 o 2 accesorios estos se trabajaran individualmente en su fabricación para que al final allá un ingreso y una unión con el resto de la línea en el empaque en pouch ya que tanto el cartucho terminado con sus tubos y los accesorios se deben empacar en dicho pouch que después será sellado y una vez estando sellado se llevara fuera del cuarto limpio para ser empacado en las cajas que serán las que se envíen al cliente.

Para el caso del corte de tubos como se ha explicado anteriormente en el proyecto, este se realizará en un área separada de las líneas, esto debido a que la compañía tiene designada una maquina extrusora de tubo que se encargara de crear los tubos a las medidas requeridas según el número de parte y sus respectivas operaciones, este equipo será expuesto una validación para asegurarse que las medidas proporcionadas sean correctas.







El ultimo producto en ingresar a la línea de ensamble son las etiquetas, las mismas no serán un retraso para la línea ya que estas se crean al mismo tiempo que arrancan las OP en las líneas, esto es posible ya que la compañía cuenta con un área llamada Labeling room el cual se encarga de imprimir y entregar las etiquetas correctas para cada OP, estas serán entregadas al líder de producción a cargo de la línea de

ensamble para que corrobore los datos requeridos y a una vez completado esto se entreguen en la estación de empaque en pouch.

El tener este diagrama de flujo permite tener menos recorridos innecesarios, menos tiempos de espera innecesarios y un mayor movimiento de la línea de producción, a continuación, Se detallará por medio de un diagrama de recorrido en la figura 26 como se establecerá este número de parte en entrada de materiales a los diferentes arranques de línea.

Para recordar se contará con la tabla que define cada símbolo del diagrama de recorrido.

TABLA 21 SIMBOLOGÍA DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO

Actividad	Figura
Operación	
Inspección	
Actividad combinada	
Transporte	
Almacenamiento	
Demora	

Fuente: Elaboración propia, 2024.

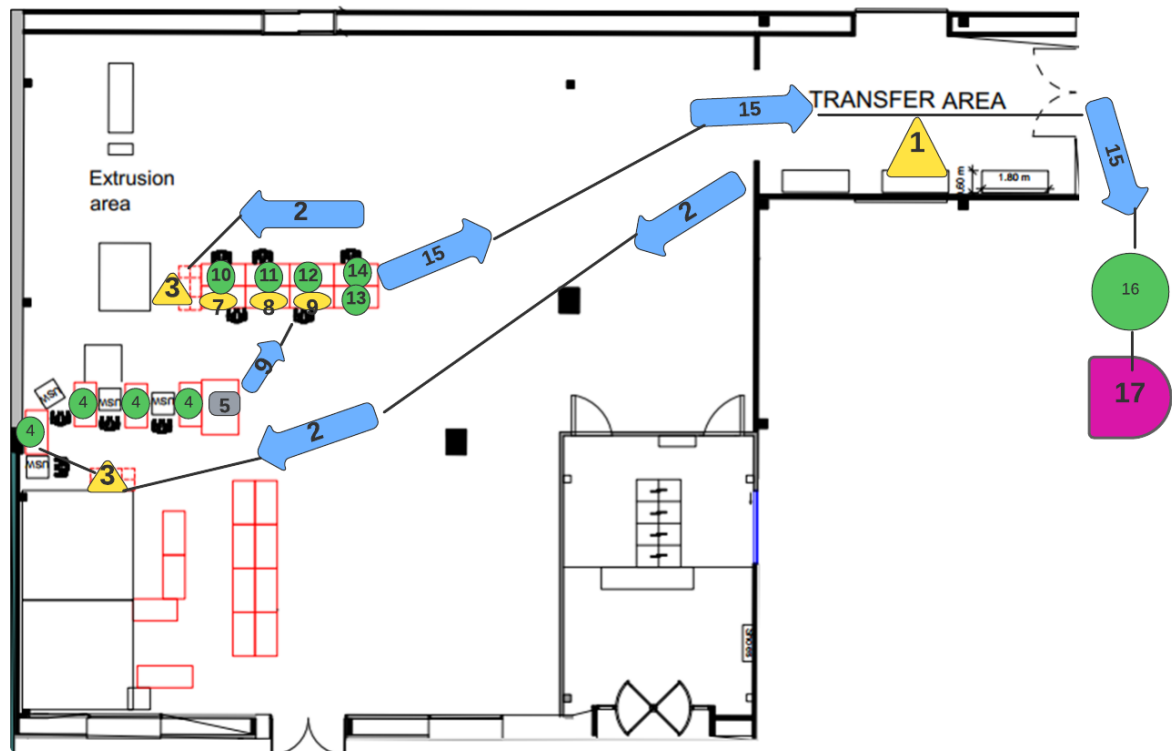
Las operaciones se distribuyen numéricamente de la siguiente manera:

TABLA 22 DISTRIBUCIÓN NUMÉRICA DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO

Numero	Operación
1	Almacenamiento en bodega
2	Transporte a la línea
3	Almacenamiento en la línea
4	Soldado del cartucho
5	Prueba de fuga de aire
6	Transporte a la línea
7	Ensamble de tubos y spike
8	Ensamble de válvulas
9	Ensamble de tubos y clamps
10	Ensamble del accesorio 1
11	Ensamble del accesorio 2
12	Empaque de accesorios
13	Empaque en pouch
14	Sellado del pouch
15	Traslado a empaque
16	Empaque en caja
17	Esperar a completar tarima

Fuente: Elaboración propia, 2024.

FIGURA 26 DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO PARA EL NP01



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como propuesta de este número se establece la entrada de los materiales de cada orden de trabajar estará en el área de transferencia y desde ahí será distribuida hacia 2 diferentes ubicaciones las cuales en la parte de abajo a la izquierda se puede observar cómo hay un ingreso de material hacia donde están las soldadoras ultrasónicas y la parte superior izquierda se contempla la entrada de material a la línea

de ensamble la cual contempla el arranque de ensamble de los accesorios y de los tubos y spikes.

El flujo propuesto se basa en trabajar paralelamente diferentes operaciones, por lo cual esto ayuda a que se pueda trabajar varias operaciones al mismo tiempo reduciendo de esta manera el tiempo de ciclo del producto ya que no es necesario esperar la dependencia de una operación para comenzar otras, hay operaciones que si dependen una de la otra pero no son de tiempos alto por lo cual el producto se mueve de manera fluida, como es el caso de los tubos y spikes que en la primer estación se ensamblan los clamps y los spike y en la siguiente se crea la unión de estos a una figura tipo Y que abarca 2 tubos.

El flujo las operaciones de este número de parte comienza de izquierda a derecha en los soldados ultrasónicos se tendrán 4 soldados diferentes los cuales están representados como operaciones, recordemos que cada soldado dependerá del anterior y una vez completamente soldado se realizará una inspección.

Cuando el cartucho este completo se colocara en la tercera estación de trabajado en la línea de ensamble, en la figura 24 se puede observar este traslado por medio de la flecha en color azul con el número 6, se coloca en esta estación debido a que las 2 primeras operaciones combinadas de esta línea de ensamble corresponden a la creación de los diferentes uniones de tubos con spikes y sus respectivos ON/OFF clamps, por ende el colocar estos cartuchos listos en esta tercera estación ayuda a que sea un ingreso adecuado para evitar cuellos de botella que generen retrasos lo0

que ayuda a que al ensamblar los tubos al cartucho continúe su camino hacia la operación en la última estación de trabajo que corresponde al empaque en pouch.

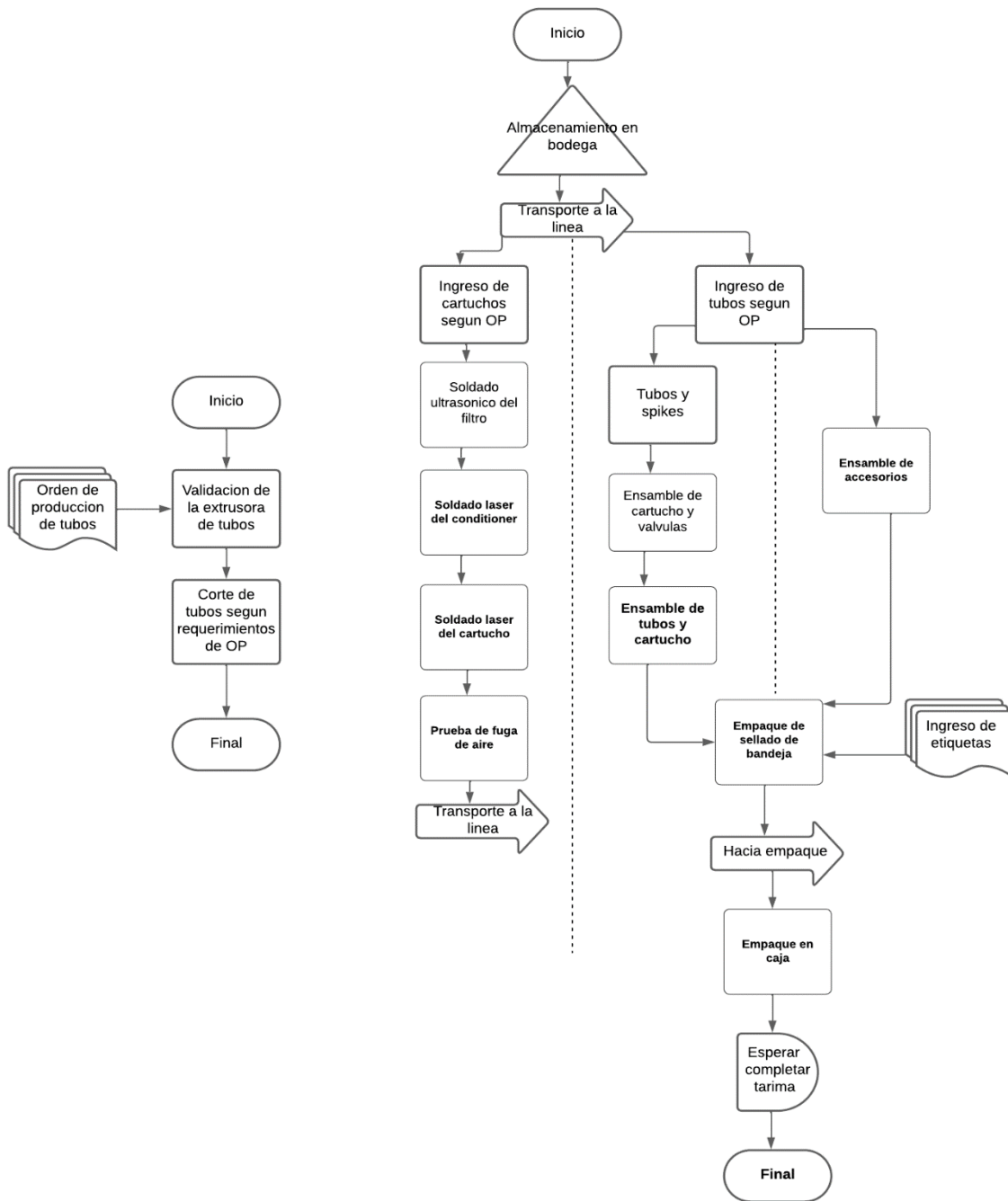
Los accesorios a su vez se preparan en las estaciones de operaciones identificadas con los números 10, 11 y 12 los cuales al ser completas y empacados se pasan a la misma estación de empaque en pouch del cartucho la cual se identifica en el diagrama con el número 13.

Al tener los accesorios y los cartuchos completamente ensamblados, se procede a empacarlos en el pouch, donde estarán las etiquetas creadas en el cuarto de labeling room y trasladadas al cuarto limpio, a su vez se sella en la estación que se encuentra identificada con el número 14, para que así una vez sellado se transporte hacia el área de transferencia y a su vez a su respectivo empaque en la caja.

Como punto a recalcar en las mejoras de este número de parte el departamento de NPI se encarga de crear fixtures para facilitar aún más al operario los ensambles manuales y además los empaques.

Explicado este, a continuación se muestra con el flujo del segundo número de parte a diseñar, en el caso de este también se variará el flujo propuesto anteriormente y se verá el propuesto en la figura 26, este será tratado con la misma referencia del NP01, eso quiere decir que se inician diversas operaciones al mismo tiempo y trabajan de manera paralela en líneas o flujos separados que se llegaran a encontrar en el empaque ya que lo que sea creado en este número de parte será enviado al cliente en una bandeja que se sellara con ayuda de una selladora llamada "tray sealer".

FIGURA 27 DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO DEL NP02



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Descrito el flujo en la figura 27, se puede contemplar como el material del cuarto de transferencia entregado por la bodega y se ingresa en 3 líneas separadas las cuales conforman el NP02, una de ellas es el soldado de cartucho donde se inicia con el soldado de un filtro al cartucho pequeño para que una vez concluido sea pasado a la siguiente operación que sería el soldado laser, al llegar este cartucho a esta estación ya se tendrá el cartucho grande listo para que ambos se suelden por medio del equipo láser (Se suelda uno a la vez), estos una vez soldados continúan el flujo de su línea donde ambos cartuchos se unen por medio de un fixture y se crea un solo cartucho que una vez unido se somete a una prueba de fuga de aire para que si es aprobada esta prueba se incluirá en la línea de ensamble.

Los materiales para la línea de ensamble se entregados básicamente al mismo tiempo que en el soldado explicado anteriormente, esto quiere decir que la línea de ensamble realiza la operación de tubos con spike para que conforme se vaya creando las uniones en los diferentes tubos a diferentes medidas continúen su camino y es allí donde se encontraran con los cartuchos listos creados en la otra sección de línea que conforma este número de parte.

A estos cartuchos se les ensambla las válvulas que lo conforman y seguidamente se le unen los tubos creados en las estaciones primarias de la línea de ensamble, ahora bien, una vez ensamblados las válvulas y los tubos al cartucho que ya fue testeado anteriormente esto llegará a la estación de empaque y sellado de bandeja donde allí se unirá con los accesorios de este número de parte.

Estos accesorios según requerimiento de cliente pueden ser 1 o más, se crean en una línea de subensamble que arranca en el mismo momento que la creación del cartucho

y los ensambles de tubos, por ende, estos accesorios una vez listos llegan al área de empaque en la bandeja al mismo tiempo que el cartucho ensamblado completamente.

Una vez que todos los subensambles que conforman este número de parte estén empacados en la bandeja se le coloca la etiqueta identificadora, la cual fue ingresada directamente a esta operación, al finalizar el empaque se traslada el material al cuarto de transferencia para que a su vez sea movido al área de empaque en caja donde finalizara con él envió al cliente.

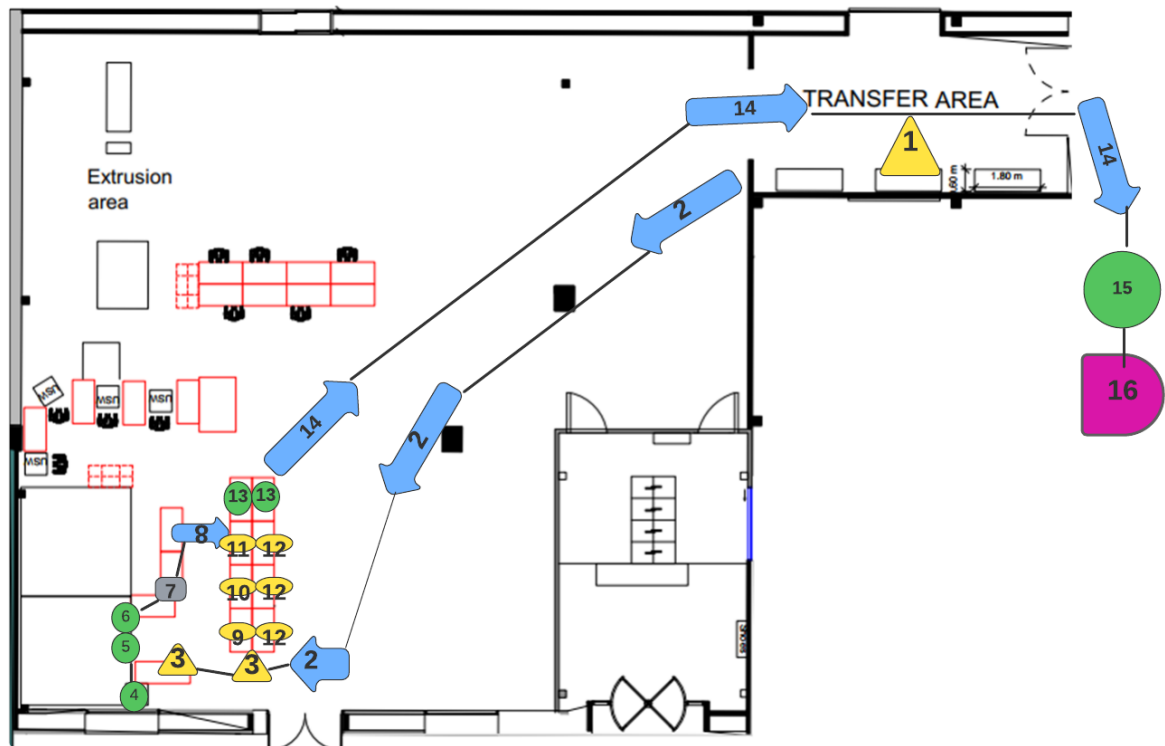
Para entender un poco mejor el flujo de este número de parte se mostrará en la figura 28 el diagrama de recorrido para ver la entrada del material y el flujo que tiene este en las líneas de producción y su respectiva salida.

Las operaciones se distribuyen numéricamente de la siguiente manera:

TABLA 23 DISTRIBUCIÓN NUMÉRICA DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO

Numero	Operación
1	Almacenamiento en bodega
2	Transporte a la línea
3	Almacenamiento en la línea
4	Soldado ultrasonico del filtro
5	Soldado laser del conditioner
6	Soldado laser del cartucho
7	Prueba de fuga de aire
8	Transporte a la línea
9	Tubos y spike
10	Ensamble de cartuchos y válvulas
11	Ensamble de tubos y cartucho
12	Ensamble de accesorios
13	Empaque y sellado de bandeja
14	Traslado hacia empaque
15	Empaque en la caja
16	Espera a completar la tarima

Fuente: Elaboración propia, 2024



Fuente: Elaboración propia, 2024

Punto importante que tiene el diseño propuesto para este numero de parte es que el ingreso de materiales a los diferentes inicios es aledaño, por ende, el recorrido de distribución para los inicios de línea es muy corto.

Además, se debe trabajar en fixtures que ayuden a que los ensambles sean más fáciles de trabajar y además que faciliten las operaciones y así disminuir aún mas los tiempos de operación.

5.3 Plan de implementación

La implementación de este proyecto con lleva una inversión de gran costo para la empresa ATL Technology la cual se vio en el capítulo 4, los equipos que se requieren para la elaboración de este producto fueron aportados por el cliente y la empresa ATL Technology se hace responsable de comprar las herramientas necesarias para la fabricación de este producto nuevo.

Este diseño propuesto debió ser aprobado por la encargada de salud ocupacional de la empresa, primeramente, la cual dio el visto bueno una vez revisado.

El costo de implementación incluido el costo por la compra de todos los equipos, mesas, herramientas y horas de ingenieros y personas involucradas en este proyecto es de alrededor de alrededor de \$2.000.000, esta cantidad de inversión contempla todo lo relacionado con la fabricación dentro del cuarto limpio, como punto importante a destacar la construcción e implementación del cuarto de moldeo donde se fabricarán estas piezas que se ensamblan después en las líneas de producción no está contemplado en este proyecto de investigación, pero ronda en una inversión de alrededor de \$8.000.000, lo cual suma un total de inversión para la compañía de cerca de \$10.000.000.

A continuación, se mostrará un pequeño análisis de costo-beneficio donde se observada la inversión y el tiempo en que se recuperaría esta inversión.

TABLA 24 ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN

Inversión total durante la implementación	\$ 2,000,000
Costo de fabricación del NP01	\$ 198
Costo de venta del NP01	\$ 410
Margen de ganancia por cada NP01	\$ 212
Costo de fabricación del NP02	\$ 365
Costo de venta del NP02	\$ 862
Margen de ganancia por cada NP02	\$ 496
Ganancia del NP01 durante los 4 años de implementación	\$ 25,688,767
Ganancia del NP02 durante los 4 años de implementación	\$ 224,562,537

Fuente: Elaboración propia, 2024.

TABLA 25 GANANCIA POR AÑO SEGÚN DEMANDA

Demanda				
	2024	2025	2026	2027
	33318	35839	30009	21996
Ganancia por año en el NP01	\$ 7,064,082	\$ 7,598,585	\$ 6,362,508	\$ 4,663,592
	117719	136530	114319	83796
Ganancia por año en el NP02	\$ 58,438,066	\$ 67,776,223	\$ 56,750,238	\$ 41,598,010

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Al observar la Tabla 24 se puede ver como el margen ganancia por cada pieza terminada en cada número de parte es de alrededor del 50%, esto se debe a que la compañía ve ganancia desde el momento que ellos mismos se moldean sus piezas que luego ensamblaran para completar cada producto.

Esta Tabla 25 se refleja como la inversión se recuperaría en el primer año de fabricación del producto X, incluso con lograr cumplir la demanda del primer mes se estaría sobrepasando la inversión inicial para la implementación tanto en el cuarto limpio como en la inversión de los equipos de moldeo, este producto generara márgenes de ganancia muy elevados para ATL Technology.

El producto X es un producto que generara amplias ganancias a los inversionistas de de la empresa, la ventaja más grande con la que cuenta la compañía para ver estas ganancias es que básicamente todo el producto X será creado en su planta de Costa

Rica y muy pocos materiales serán comprados a proveedores, siendo así la compañía sería su propio proveedor.

La planta en Costa Rica ya cuenta con todos los equipos en sitio y además con la ayuda del flujo que se propuso en el capítulo 4 se compraron un total 10 mesas para el NP02 y 12 para el numero de parte 01, de las cuales para este diseño propuesto se requirieron solo 2 mesas más para el NP02.

Una vez que se contó con lo necesario para crear este diseño en la planta de Costa Rica se procedió a colocar todo dentro del cuarto limpio designado con la ayuda del departamento de facilidades y con la ayuda del diseño propuesto, esto con el fin de poder ver un diseño real de como se ve todo en sus respectivas áreas, esto fue positivo para el desarrollo del proyecto ya que contando con las líneas propuestas en su respectivo lugar se pudo hacer una verificación del flujo.

Algo importante es que, aunque no se pudo tomar tiempos reales de operaciones debido a que aún no se contaba con todos los materiales necesarios y no estaba programado el realizar pruebas aun, durante la lluvia de ideas se conversó con el manager del proyecto para realizar una corrida piloto para verificación del correcto flujo en todas las líneas. Esta prueba se llevó a cabo con una pieza que paso por cada una de las operaciones involucradas en el flujo.

En la siguiente figura se podrá ver un diagrama de Gantt con tiempos de fecha aproximados por mes de cómo funciona y funcionará el diseño e implementación del producto X.

FIGURA 29 DIAGRAMA DE GANTT DE IMPLEMENTACIÓN

	Oct-23	Nov-23	Dec-23	Jan-24	Feb-24	Mar-24	Apr-24	May-24
Desarrollo del producto								
Compra de equipos y estaciones								
Llegada de equipos y estaciones								
Implementacion del NP01								
Implementacion del NP02								
Verificacion del diseno del NP01								
Verificacion del diseno del NP02								
Fase de DV, PV del producto								
Produccion en masa								

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En este diagrama de Gantt se puede observar cómo durante el mes de noviembre se compraron los equipos que tenían un tiempo de entrega de 1 mes, al llegar estos equipos en enero a la planta de Costa Rica se debe seguir un protocolo con el que cuenta la compañía, esto con lleva realizarles un documento y una identificación individual y una verificación de parámetros de funcionamiento.

Para el mes de febrero se realiza la implementación del diseño para los 2 números de parte del producto X, esto ocurre una vez aprobado por todos los departamentos involucrados en el desarrollo del producto X, una vez aprobado todo y se instala todo en sus respectivas áreas según el croquis propuesto para este diseño se realizó la prueba piloto de cada línea con una pieza que paso de inicio a fin siguiendo con el flujo propuesto en este proyecto.

Tras la realización de esta pieza como se mencionó anteriormente en este capítulo se logró verificar que se tiene un buen flujo que permite no tener atrasos por movimientos

innecesarios y largos, además de asegurar que no se tendrá stocks altos de materiales en las diferentes operaciones de las líneas de producción.

Debido a todo el trabajo que este proyecto del producto X con lleva por temas de alcance de tiempo en este proyecto de graduación no se podrá contar con los datos finales de la verificación y la fase de DV (Design verification) y PV (Process Verification), sin embargo, para la verificación del diseño se buscó que se lograra iniciar a finales de febrero para así poder realizar un análisis de este.

En base a esta verificación se realizarán 2 lotes de producción de un total de 20 piezas por lote en cada número de parte donde se verificaron los puntos del diseño, en especial el flujo de la línea.

En esta se obtuvo que para el numero de parte 01 que el flujo fue correcto y la capacidad por estación es la adecuada, con la única observación es que se debe contemplar un operario fijo en cada operación de soldado para que esta pueda ser parte en la línea de ensamble final y no tener un retraso en la estación 3 de la línea de ensamble por espera de los cartuchos.

En este número de parte no hubo grandes recorridos por parte de los operarios ni de los materiales ya que se trabajó bajo el método llamado "One piece Flow", el cual hace referencia a que se trabaja una pieza a la vez esta se trasladara una vez completa su operación a la siguiente estación y así consecutivamente hasta terminar el debido proceso en la línea de producción, el que inicie las 3 al mismo tiempo y se encuentren en el mismo punto pudo generar un cuello de botella, sin embargo no fue así ya que se había previsto que un operario se encargara de empacar el cartucho en el pouch y

el otro metiera los accesorios y procediera al respectivo sellado, ayudando a que se lograra un final más rápido y de buena manera.

Otro punto que se observó que funciona correctamente es el inicio paralelo de 3 líneas que se unirán al final en una sola, esto ayuda a disminuir el tiempo de ciclo del producto logrando así una mejor eficiencia y un recorte en el tiempo de fabricación permitiendo lograr más ordenes de trabajo.

Para el número de parte 02 se notó la diferencia de desplazamiento para el ingreso de materiales, pero esto no genero problema ya que la compañía designo al mencionado material handler que no forma parte de los operadores que trabajaran para el desarrollo del producto X, si no que este formara parte del área de bodega, por ende este entregara los materiales a los inicio del línea con la ventaja que para este número de parte todos los inicios están a menos de un metro de distancia entre sí, ayudando a una mejor distribución de materiales de los inicios de línea.

Ahora bien, aunque no se podrá estar en la fase de DV (Design verification) y PV (Process Verification) se seguirá dando el soporte a la compañía para seguir analizando el diseño creado y a su vez ayudando a entrenar a los operadores en el flujo de la línea.

5.3 Sostenibilidad del diseño

Una vez terminada la implementación del diseño y realizada la verificación se deberán utilizar de nuevo las herramientas de lean utilizadas en el capítulo 4, esto con el fin de

tener los datos reales y poder contemplar diferentes mejoras en las líneas de producción, ya que en las líneas de producción se debe aplicar la mejora continua.

La empresa deberá ejecutar la etapa de mantener y deberá asegurar que los diseños implementados correctamente se mantengan consistentes a lo largo del tiempo. Esto puede incluir las siguientes etapas:

- Optimización de procesos:

Identificar oportunidades para mejorar la eficiencia y la calidad en la línea de producción y realizar ajustes en los procesos según sea necesario.

Deberá asegurarse de proporcionar capacitación continua al personal de producción para garantizar que estén familiarizados con los procesos y equipos actualizados.

- Monitoreo y análisis:

Esta quizá es la más importante ya que deberá supervisar el rendimiento de la línea de producción mediante el análisis de datos y métricas relevantes para identificar áreas de mejora, para ello utilizará las herramientas lean six sigma y de análisis.

Un buen flujo en el diseño de una línea de producción se caracteriza por varios indicadores clave que aseguran eficiencia y efectividad en la operación. Algunos de los indicadores más importantes son:

- Flujo continuo.
- Balance de línea.
- Flexibilidad.
- Calidad.

- Eficiencia en el uso de espacio.
- Seguridad.

Con la ayuda de las ordenes de producción realizadas a finales de febrero y con la herramienta de los tiempos por operación que se tenía anteriormente en este proyecto se probó el flujo de la línea donde se pudo realizar un balance y así verificar la tasa de utilización de la línea y una meta diaria que se establece en base a la demanda que haya por año.

El proyecto se midió en base a la finalización de los KPI que fueron propuestos en el proyecto y que ayudaron a la verificación del correcto flujo de la línea de producción.

El primero de estos fue la verificación del flujo continuo del material, esto se logra ver mediante el flujo propuesto donde los materiales y productos se mueven de una estación de trabajo a otra sin interrupciones ni esperas excesivas y logrando así que se cumpla el trabajar una pieza a la vez y que no existan grandes desplazamientos de material dentro de la línea.

Se estableció un lead time de producción que se deberá cumplir para que la línea de producción se vuelva rentable para la compañía, es decir las metas por operación se deberán medir por medio de los tiempos analizados en este proyecto, por ende, una pieza del NP01 deberá durar un tiempo de 1423,32 segundos y el NP02 un total de 1526.01 segundo.

El correcto balance de la línea dice que las estaciones de trabajo tienen una carga de trabajo equilibrada para evitar cuellos de botella y tiempos de inactividad y esto se

mide por medio de la tasa de utilización que existe para operación, para ello se mostrara en la figura 31 y la figura 32 esta tasa de utilización.

FIGURA 30 BALANCE DEL NP01

#	Operation	Cycle Time (MIN/unit)	Real Qty Ops	Select Shifts		Utilization %	Daily Capacity (yield 100%)	Yielded Output	Takt Time per Operation (Min/unit)
				Shift 1	Shift 2				
P1	Corte de tubos	0.20	0.05			81%	184	183	5.81
P2	Impresion de etiquetas	0.41	0.10			82%	180	180	5.87
P3	Ensamble de tubos con Spike en forma de Y con conectores bore	4.52	1.00			95%	155	155	5.87
P4	Soldado de cartucho	3.74	1.00			82%	187	149	5.64
P5	Ensamble de válvulas	0.94	0.20			94%	157	149	5.87
P6	Prueba de fuga de aire	0.65	0.15			89%	170	146	5.75
P7	Empaque de cartuchos ensamblados	0.19	0.05			76%	194	146	5.87
P8	Ensamble de tubos y clamps, Ensamble de tubos al cartucho	2.48	3.00			90%	132	127	5.64
P9	Ensamble del accesorio 1	1.48	0.30			99%	150	127	5.87
P10	Ensamble del accesorio 2	2.33	0.50			93%	158	127	5.87
P11	Empaque de accesorio 1	2.65	0.60			89%	167	127	5.87
P12	Empaque de accesorio 2	2.57	0.60			95%	155	127	5.87
P13	Empaque en pouch	0.73	1.00			93%	156	127	5.87
P14	Sellado del pouch	0.24	0.05			96%	154	127	5.87
P15	Empaque en caja	0.59	0.12			99%	150	127	5.87
		23.72	9			90%		127	6

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura 30 mostrada anteriormente se puede ver el balance de línea del NP01 quiere decir que se tendrá una tasa de utilización del 90% el cual se deberá mantener, esto en base a una cantidad de 9 operarios que deberán moverse diferentes estaciones para así cumplir con la meta diaria de producción que variara según la demanda por año.

Para el caso del NP02 la tasa de utilización debe mantenerse más elevada como se muestra en la figura 31.

FIGURA 31 BALANCE DEL NP02

#	Operation	Cycle Time (min/unit)	Real Qty Ops	Select Shifts		Utilization %	Daily Capacity (yield 100%)	Yielded Output	Takt Time per Operation (Min/unit)
				Shift 1	Shift 2				
P1	Impresion de etiquetas	1.20	0.75			96%	515	510	1.75
P2	Preparacion de materiales	0.38	0.25			89%	550	550	1.77
P3	Tubos y spike	4.19	2.70			97%	505	505	1.77
P4	Soldado ultrasonico del filtro	2.66	1.80			94%	531	494	1.73
P5	Soldado laser	2.12	1.30			99%	507	485	1.73
P6	Soldado laser cartucho	2.12	1.30			97%	507	485	1.77
P7	Ensamble de cartucho y valuvlas	2.66	1.70			93%	527	485	1.77
P8	Prueba de fuga de aire	2.07	1.30			95%	517	485	1.77
P9	Ensamble de tubos y cartuchos	2.10	1.30			96%	510	485	1.77
P10	Ensamble de accesorios	2.10	1.30			96%	511	485	1.77
P11	Empaque de sellado de bandeja	2.08	1.30			96%	514	485	1.77
P12	Empaque en caja	1.76	1.20			97%	505	485	1.77
		25.43	16			96%		485	2

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En este NP02 la tasa de utilización fue de un 96% debido a que este número de parte contiene más demanda por parte del cliente lo cual hace que la producción en esta línea sea más alta.

La disponibilidad de los equipos es clave para tener un mejor rendimiento, por ello en esta fase se definió que los equipos serán de uso únicamente del producto X.

Para mantener estos correctos balances y proveer cada vez mejoras en el flujo la compañía debe realizar estudios de tiempos cada cierto tiempo y así poder ir estudiando el sí necesita más o menos equipos y de igual manera con los operadores. El acompañamiento en el aprendizaje de la creación de la línea a los operadores es clave ya que esto ayudara a tener un mejor conocimiento y mayor preparación a estos y realizando un aseguramiento en la calidad de la creación de este producto, esto a

su vez impulsara a que no exista un porcentaje de scrap muy elevado el cual pueda generar pérdidas sobre material a la compañía.

Otro punto importante en el desarrollo de este proyecto fue que se trabajó con las demandas del cliente y estas líneas fueron creadas con una flexibilidad que es capaz de adaptarse fácilmente a cambios en la demanda o en los productos a fabricar, se cuenta con las suficientes mesas y equipos para fabricar un incremento en la misma.

Otro punto importante en esta flexibilidad es que la ubicación de las mesas permite que se agreguen más en caso de una ampliación masiva de la demanda.

La eficiencia en el uso de espacio dicta que se utilizó el espacio de manera óptima para minimizar distancias y tiempos de transporte y que además se dejó espacio dentro del cuarto limpio para que pueda haber una expansión de estas líneas de ser necesario y además el espacio suficiente para la implementación de nuevas líneas de producción que se requieran.

Esto contemplando siempre la seguridad buscando que se mantengan las medidas implementadas de seguridad adecuadas donde se buscó proteger a los trabajadores y prevenir accidentes durante la fabricación de este producto, esto se debe realizar especialmente por el departamento de salud ocupacional y por ello el diseño propuesto debió ser aprobado por este departamento.

En resumen, la etapa de mantener en este proyecto de diseño de una nueva línea de producción se enfoca en garantizar que la línea de producción funcione de manera

eficiente y efectiva a lo largo del tiempo, mediante la optimización de procesos, la gestión de cambios y la búsqueda de automatización.

CAPITULO VI:
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Después de realizar una exhaustiva investigación y evaluación sobre producto nuevo adquirido por la compañía, el cual ha obtenido conclusiones significativas que resumen los hallazgos y las implicaciones prácticas de este estudio. A continuación, se presentan las conclusiones claves.

El proyecto plantea un problema el cual se dicta en la obtención de una nueva oportunidad de negocia que consiste en implementar una nueva línea de producción con equipos especializados en su planta de Costa Rica y para ello se ha diseñado una nueva línea de producción que integra de manera eficiente las diferentes etapas del proceso, optimizando el flujo de trabajo y maximizando la productividad.

Su principal objetivo era lograr la correcta disposición de esta nueva línea por medio de un croquis donde se explicaría el correcto flujo para que la compañía lograra la pronta implementación de este producto, además se mencionó durante el desarrollo del proyecto de objetivos como mejorar la eficiencia, reducir los costos y aumentar la capacidad de producción durante se vaya desarrollando el producto, se han logrado de manera satisfactoria con el diseño propuesto.

Se define una correcta disposición del espacio, asegurando el espacio adecuado para la fabricación de este producto y además dejando espacio para nuevas oportunidades de negocio.

Además, se concluye que la compañía cuenta con un espacio adecuado para la instalación de una nueva línea de producción y que las dimensiones de este espacio

son lo suficientemente capaz de soportar la instalación de los equipos requeridos para la creación de este producto.

Se realiza una propuesta de disposición la cual es probada y se logra ver el beneficio que será esta para el flujo de la línea, generando una tasa de utilización adecuada para la producción de la línea.

En el capítulo 5 se mostró lo importante que es este producto para la compañía debido al alto margen de ganancia que tiene tanto en la creación de cada producto de manera individual como en la demanda solicitada por el cliente por año, demostrando así en este proyecto que la inversión inicial propuesta se verá compensada por los beneficios a corto plazo, logrando que la compañía incremente sus ganancias al año en al menos un 30% (Nota: Porcentaje brindado por el gerente de producción de la compañía).

En resumen, el diseño de la nueva línea de producción representa una mejora significativa en términos de eficiencia y productividad, y se espera que tenga un impacto positivo en la empresa en términos de rentabilidad y competitividad en el mercado.

6.2 RECOMENDACIONES

Dar seguimiento a mayor escala durante la producción en masa para asegurar que los tiempos de ciclo sean reales y concisos, para que estos a su vez dicten la tasa de utilización de los equipos y de los operadores por ende se recomienda llevar a cabo

un seguimiento continuo de la línea de producción una vez implementada, para identificar posibles mejoras y ajustes que puedan ser necesarios en el futuro.

Es importante para la implementación exitosa de la nueva línea, la capacitación del personal y la coordinación de las actividades de producción.

Controlar la calidad durante los procesos de fabricación del producto X para que no se vean afectados los parámetros propuestos en este proyecto, los cuales fueron brindados con el fin de dar el correcto flujo a la línea.

Se recomienda recopilar feedback de los trabajadores que operan en la línea de producción en busca de alguna idea valiosa para mejorar la eficiencia y ergonomía de la línea.

Para los ingenieros a cargo del desarrollo y la implementación de nuevos proyectos en la compañía se recomienda la utilización y desarrollo de las diferentes herramientas mostradas en este proyecto, ya que estas tienen el fin de lograr las correctas implementaciones de línea de producción a futuro para la compañía.

BIBLIOGRAFÍA

[b14f-93f36bff2a71/content](#)

Colaboradores de Wikipedia. (2023, 15 Diciembre). SIPOC - Wikipedia, la enciclopedia libre.

Benjamin W.Niebel, s.f.,

http://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf

Somengil, 2021. <https://blog.somengil.com/es/la-importancia-de-la-distribucion-en-planta-o-layout/>

INA (Instituto Nacional de aprendizaje). https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/10931/mod_resource/content/1/R4/principios.html

Colaboradores de Wikipedia, 2024.

https://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_interna_de_retorno

Carta de autorización de publicación

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 18 Jun 2024


Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Brandon Villalobos Román con número de identificación 207520793 autor (a) del trabajo de graduación titulado DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS MÉDICOS EN LA EMPRESA ATL TECHNOLOGY COSTA RICA DURANTE EL TERCER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2023, presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de bachillerato; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


Firma y Documento de Identidad