



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE UNA LINEA DE ENSAMBLE DE ESCAPES EN
UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ.**

CASO: GABRIEL DE VENEZUELA C.A.

TUTOR:

ING.GÓMEZ, EZEQUIEL

AUTORES:

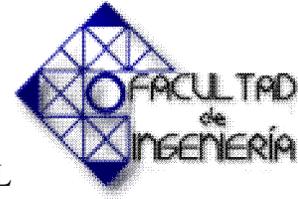
Yépez S, Alexander J.

Mendes R, Rafael A.

NAGUANAGUA, FEBRERO DE 2013.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



DISEÑO DE UNA LINEA DE ENSAMBLE DE ESCAPES EN UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ.

CASO: GABRIEL DE VENEZUELA C.A.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para
optar al Título de Ingeniero Industrial.

TUTOR:

ING.GÓMEZ, EZEQUIEL

AUTORES:

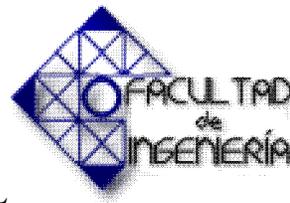
Yépez S, Alexander J.

Mendes R, Rafael A.

NAGUANAGUA, FEBRERO DE 2013.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado, designados por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE DE ESCAPES EN UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ. CASO: GABRIEL DE VENEZUELA C.A**”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación “Ingeniería de la Productividad e Innovación Tecnológica” del Departamento de Ingeniería de Métodos, presentado por los Bachilleres **Rafael Alejandro Mendes Rodrigues, C.I. V-19.667.227** y **Alexander José Yépez Sánchez, C.I.V-18.686.271**, a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejando constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo especial de Grado, por cada una de los Miembros del Jurado, éste fijó el día Lunes 18 de Marzo de 2013, a las 3:00 pm, para que los autores lo defendieran en forma pública, lo que éstos hicieron, en el Salón SGE, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondieron satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme a lo dispuesto por el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Pregrado.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, el 18 de Marzo de 2013, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Tutor, Prof. Ezequiel Gómez.

Firma del Jurado Examinador

Prof. Ezequiel Gómez
Presidente del Jurado

Prof. Manuel Jiménez
Miembro del Jurado

Prof. Hermes Carmona
Miembro del Jurado

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a DIOS, ya que con su ayuda he logrado todo lo que me he propuesto a lo largo de mi vida y mi carrera.

A mi Mamá, que siempre ha estado a mi lado apoyándome en los momentos buenos y en los malos incondicionalmente.

A mi familia que me ha dado su apoyo en todo momento para llevar a cabo mis objetivos.

A Alexander Yopez, mi compañero en el presente trabajo especial de grado, que ayudo dando aportes a todos los problemas que se presentaron.

A todos aquellos profesores que formaron parte de mi educación a lo largo de toda la carrera...

Rafael Alejandro Mendes Rodrigues

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a DIOS, por brindarme la sabiduría necesaria y llenarme de entendimiento a lo largo de la carrera universitaria para superar todos los obstáculos, y haber logrado cumplir con todos los objetivos propuestos.

A mi familia quienes estuvieron presente en todos y cada momento a lo largo de este trayecto, y saben el verdadero valor y esfuerzo que se refleja en la culminación de dicho trabajo.

A mi compañero de tesis Rafael Mendes, quien como participante y autor de este trabajo especial de grado aportó ideas, soluciones y recomendaciones, propicias para avanzar y superar todas las adversidades que se presentaron.

Les agradezco también a todos aquellos profesores que aportaron su grano de arena en la formación tanto profesional como humana de mi persona...

Alexander José Yépez Sánchez

DEDICATORIAS

Este Trabajo Especial de Grado se lo quiero dedicar a mis Padres **José Yépez** y **Mariela de Yépez** con quienes conté de manera incondicional a través de estos cinco años de trabajo y esfuerzo...

A mis dos hermanos David y María Fernanda, así como a toda mi familia y amigos que han compartido conmigo a lo largo de mi carrera.

Alexander José Yépez Sánchez

Este Trabajo Especial de Grado se lo dedico a mi Mamá **María De Lourdes Mendes Rodrigues Dos Santos**, que siempre creyó en mí y me apoyo a lo largo de toda mi vida incondicionalmente...

A mi Tía **Nelly Rodrigues** la cual siempre me ha aconsejado de la mejor manera.

A toda mi familia y amigos que estuvieron conmigo en toda mi carrera.

Rafael Alejandro Mendes Rodrigues

ÍNDICE GENERAL

Índice General.....	i
Índice de Figuras.....	v
Índice de Tablas.....	vii
Lista de Apéndices.....	ix
Introducción.....	1
CAPÍTULO 1	2
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.3. Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.1. Objetivo específicos.....	5
1.4. Justificación de la Investigación.....	5
1.5. Alcance y Limitaciones.....	6
CAPÍTULO 2	7
Marco Teórico	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.2. Bases Teóricas.....	8
2.2.1 Distribución en Planta.....	8
2.2.2 Manejo de Materiales.....	11
2.2.3 Análisis Sistemático de Manejos de Materiales (S.H.A).....	13
2.2.4 AMEF.....	19
2.2.5 Plan de Control.....	21
2.2.6 Estudio del Trabajo.....	22
2.2.7 Diagramas.....	22
2.2.8 Balance de Líneas de Ensamble.....	23
2.2.9 Indicadores de Rentabilidad.....	25
2.2.9.1 Valor Actual(VA).....	25
2.2.10 Recuperación de la Inversión.....	26

2.2.10.1 Tiempo de Pago.....	27
CAPÍTULO 3.....	27
Metodología.....	27
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	27
3.2. Fuentes y Técnicas de Recolección de los Datos.....	28
3.2.1. Fuentes de Información Primaria.....	28
3.2.2. Fuentes de Información Secundarias.....	29
3.3. Procedimiento Metodológico.....	29
CAPÍTULO 4.....	32
Estudio Técnico.....	32
4.1. Descripción e Identificación de las variables críticas para el diseño de la nueva línea de Producción de Escapes (B299).....	32
4.1.1. Producto.....	32
4.1.2. Materiales a Utilizar para la producción del Producto.....	34
4.1.3. Equipos y Herramientas a utilizar por la nueva Línea de Escapes B299.....	38
4.1.4. Proceso de Producción para la Nueva Línea de Escapes B299, basado en un Proceso Similar.....	47
4.1.4.1. Recepción y Almacenamiento de la Materia Prima.....	47
4.1.4.2. Doble de los Tubos.....	47
4.1.4.3. Corte de los Tubos.....	48
4.1.4.4. Calibrado de los Tubos.....	49
4.1.4.5. Soldaduras.....	50
4.1.4.6. Inspección de Contorno y Posición.....	51
4.1.4.7. Inspección de Fuga.....	51
4.1.4.8. Empaque.....	52
4.1.5. Determinación del Cuello de Botella de las Máquinas disponibles.....	52
4.1.5.1. Análisis del Tiempo Estándar de la Dobladora.....	53
4.1.5.2. Análisis del Tiempo Estándar de la Soldadora Automática.....	56

4.1.6. Análisis de la situación crítica.....	59
CAPÍTULO 5.....	63
Generación de Alternativas.....	63
5.1 Generación de las Diferentes Alternativas de Solución y Selección de la Mejor.....	63
5.1.1. Alternativa N°1.....	63
5.1.1.1. Balanceo.....	72
5.1.1.2. Distribución en Planta de la Nueva línea B299.....	74
5.1.2. Alternativa N°2.....	75
5.1.2.1. Balanceo.....	80
5.1.2.2. Distribución en Planta de la Nueva línea B299.....	82
5.1.3. Selección de la Mejor Alternativa.....	83
5.2. Análisis Sistemático de Manejos de Materiales (S.H.A).....	85
5.2.1. Hoja de Ruta.....	85
5.2.2. Análisis de Movimientos.....	86
5.2.3. Visualización de los Movimientos.....	89
5.2.4. Planes Preliminares al Manejo de los Materiales.....	90
5.2.4.1. Alternativa N°1. Empleo de Manejo Manual con Mesas Fijas y Montacargas.....	90
5.2.4.2. Alternativa N°2. Empleo de Manejo Manuales con Mesas Fijas y Carros de Transporte desplazables dentro de la línea.....	93
5.2.5. Selección de la Mejor Alternativa para el Manejo de los Materiales.....	96
5.3. Diseño de Equipos de Manejo de Materiales para la línea B299.....	97
5.3.1. Mesa para la colocación de las Cestas.....	97
5.3.2. Rack de Silenciador.....	99
5.3.3. Rack de Resonador.....	101
5.3.4. Rack de Producto Terminado.....	102
Normalización.....	103
CAPÍTULO 6.....	104

Evaluación Económica	104
6.1. Costos del diseño de la nueva línea (B299).....	104
6.2. Cálculo del Valor Residual.....	106
6.3. Valor Actual.....	108
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° IV.1: Sistema de Escape del B299.....	32
Figura N° IV.2: Demanda de Escapes de la Línea B299.....	33
Figura N° IV.3: Flange.....	34
Figura N° IV.4: Tubo de Entrada.....	35
Figura N° IV.5: Resonador.....	35
Figura N° IV.6: Tubo Intermedio.....	36
Figura N° IV.7: Silenciador.....	36
Figura N° IV.8: Tubo Cola.....	37
Figura N° IV.9: Gancho.....	37
Figura N° IV.10: Dobladora de la Empresa.....	39
Figura N° IV.11: Cortadora Automática de la Empresa.....	40
Figura N° IV.12: Calibradora de la Empresa.....	40
Figura N° IV.13: Soldadoras Automáticas de la Empresa.....	42
Figura N° IV.14: Distribución Actual de la Planta.....	43
Figura N° IV.15: Diagrama de Flujo del Proceso de Producción de la Nueva Línea de Escapes (B299).....	46
Figura N° IV.16: Foto Referencial de la Dobladora.....	48
Figura N° IV.17: Foto Referencial de la Cortadora.....	49
Figura N° IV.18: Foto Referencial de la Calibradora.....	50
Figura N° IV.19: Foto Referencial de Racks.....	52
Figura N° V.1: Diagrama Relacional Alternativa N° 1.....	67

Figura N° V.2: Precedencia Alternativa N°1.....	71
Figura N° V.3: Espacio Actual Disponible.....	73
Figura N° V.4: Distribución de Planta Propuesta. Alternativa N° 1.....	75
Figura N° V.5: Relación de Espacio Alternativa N° 2.....	77
Figura N° V.6: Diagrama de Precedencia. Alternativa N° 2.....	79
Figura N° V.7: Distribución de Planta Propuesta Alternativa N° 2.....	82
Figura N° V.8: Flujo de los Materiales.....	86
Figura N° V.9: Diagrama de Distancia-Intensidad.....	89
Figura N° V.10: Alternativa N° 1: Empleo de Manejo Manual con Mesas Fijas y Montacargas.....	92
Figura N° V.11: Alternativa N° 2: Empleo de Manejo Manuales y Carros de Transporte Desplazables.....	95
Figura N° V.12: Mesa para el Manejo de Materiales.....	98
Figura N° V.13: Rack para Material (Silenciador).....	99
Figura N° V.14: Rack para Material (Resonador).....	101
Figura N° V.15: Rack de Producto Terminado.....	102
Figura N° VI.1: Flujos Netos. Escala de Tiempo 2012-2016.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Componentes del Producto de la Nueva Línea (B299).....	33
Tabla N° 2: Observaciones realizadas de doblado de tubos en el proceso de la producción de escapes de la Nueva Línea (B299).....	53
Tabla N°3: Tabla de Tolerancias Típicas.....	55
Tabla N° 4: Observaciones realizadas en operaciones de soldado de tubos en el proceso de producción de escapes de la Nueva Línea (B299).....	56
Tabla N°5: Tabla de Tolerancias Típicas.....	58
Tabla N° 6: Descripción de los Diferentes Departamentos Alternativa N° 1.....	65
Tabla N° 7: Relación entre las Actividades Alternativa N° 1.....	66
Tabla N° 8: Tabla de Tolerancias Típicas.....	68
Tabla N° 9: Tiempos de cada una de las Actividades (Simulados). Alternativa N° 1.....	69
Tabla N° 10: Precedencia de las Actividades. Alternativa N° 1.....	70
Tabla N° 11: Posiciones Ponderadas. Alternativa N° 1.....	71
Tabla N° 12: Tabla de Asignación. Alternativa N° 1.....	72
Tabla N° 13: Determinación Área Nueva Línea (B299). Alternativa N° 1.....	74
Tabla N° 14: Descripción de los Diferentes Departamentos. Alternativa N°2.....	76
Tabla N° 15: Relación entre las Actividades Alternativa N°2.....	77
Tabla N° 16: Precedencia de las Actividades. Alternativa N° 2.....	78
Tabla N° 17: Posiciones Ponderadas. Alternativa 2.....	79
Tabla N° 18: Tabla de Asignación. Alternativa N° 2.....	80
Tabla N° 19: Determinación Área Nueva Línea (B299). Alternativa N° 2.....	81
Tabla N° 20: Criterios de evaluación.....	83

Tabla N° 21: Evaluación de Alternativas.....	84
Tabla N° 22: Leyenda de Coeficientes de Ponderaciones.....	84
Tabla N° 23: Hoja de Ruta.....	85
Tabla N° 24: Silueta de los Materiales.....	87
Tabla N° 25: Criterios de evaluación Manejo de Materiales.....	96
Tabla N° 26: Evaluación de Alternativas de Manejo de Materiales.....	96
Tabla N° 27: Leyenda de Coeficientes de Ponderaciones.....	97
Tabla N° 28: Costos de máquinas, equipos y herramientas de la nueva línea (B299).....	104
Tabla N° 29: Tiempo de Pago de la Nueva Línea (B299).....	106
Tabla N° 30: Rentabilidad por Valor Actual.....	108

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice N° 1: Relación de Proximidad.....	113
Apéndice N° 2: Tiempos de cada una de las Actividades (Simulados).Alternativa N° 2.....	114
Apéndice N° 3: AMEF del Proceso.....	115
Apéndice N° 4: Plan de Control del Proceso de Producción.....	117
Apéndice N° 5: Tasa Activa de Interés del Banco Central de Venezuela.....	123



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



DISEÑO DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE DE ESCAPES EN UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ.

CASO: GABRIEL DE VENEZUELA C.A.

Tutor Académico:

Ing. Ezequiel Gómez

Autores:

Yépez Alexander, Mendes Rafael

RESUMEN

El presente Trabajo especial de Grado, tiene como finalidad el diseño de una línea de producción para el ensamble de escapes del modelo B299, cuya línea pretende implantarse en la empresa Gabriel de Venezuela C.A, para lo cual fue necesario analizar los cinco (5) elementos claves del manejo de materiales (Producto, Cantidad, Ruta, Superficie y Tiempo) que constituyeron la base del estudio técnico en el diseño, seguidamente se identificaron aquellos equipos disponibles por la empresa para ésta nueva línea. Luego se realizó un estudio de tiempos con la finalidad de determinar el cuello de botella entre las operaciones más críticas del proceso como lo son la de doblado y soldadura, de aquí se seleccionaron aquellas máquinas necesarias para la producción de escapes del modelo B299, como lo son: la soldadora manual Miller Deltaweld 452, la inspección de prueba de fuga y el calibre de inspección de contorno y posición. Posteriormente se aplicaron las metodologías S.L.P (Systematic Layout Planning) en conjunto con Guerchet para el análisis de localización y distribución en planta, pudiendo después balancear las alternativas de solución planteadas. Asimismo se aplicó la metodología del S.H.A. (Systematic Handling Analysis) para el estudio de manejo de materiales. En función de las metodologías empleadas se crearon y seleccionaron las alternativas de solución que ofrecían mejores resultados con respecto a los criterios de evaluación establecidos por la empresa. También se propuso el diseño de equipos de manejo de materiales propios para la línea diseñada, constituidos por: racks, mesas y carros de transporte.

Se normaliza el proceso de producción, utilizando técnicas como el A.M.E.F (Análisis de Modo, Efecto y Falla) y plan de control. Finalmente se realizó el estudio de la factibilidad económica de la línea, en el cual se estimaron los costos de inversión y operación, y se obtuvo como resultado que el proyecto es rentable.

Palabras Claves: Estudio de Tiempos, Cuello de Botella, Manejo de Materiales, Línea de Ensamble Costos de inversión.

NAGUANAGUA, FEBRERO DE 2013

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz de Venezuela se encuentra integrada por 3 ramas, siendo una de ellas la de fabricación de autopartes. Viene siendo aquí donde la empresa Gabriel de Venezuela participa activamente, orientada en satisfacer las expectativas de sus clientes con los más altos estándares de calidad y responsabilidad. De tal forma que dicha empresa con el objetivo de conquistar nuevos contratos y en búsqueda de una ampliación de su corporación ha decidido desarrollar un proyecto que contempla el diseño de una línea de producción de escapes (B299). A partir de este momento es donde se decide realizar el presente trabajo especial de grado.

El propósito de éste trabajo especial de grado viene siendo el diseño de la nueva línea de escapes del modelo B299 con la mínima utilización de los recursos disponibles. De manera que partiendo del uso de técnicas y metodologías propias de Ingeniería Industrial en conjunto con el conocimiento y principios de la empresa, se logren alcanzar las metas y los objetivos de estudio. Para eso, se empleará la técnica del SystematicLayoutPlanning desarrollada por Richard Muther y descrita en Gómez y Núñez (1997), en conjunto con Guerchert método descrito en Prada y Reyes (2007) que ayudará en lo concerniente a la localización y distribución en planta, así como también la técnica del SystematicHandling Análisis para el manejo de materiales.

A su vez se presenta un balanceo de línea con las estaciones de trabajos y cantidades de operarios, seguido de la normalización del proceso de producción aplicando técnicas como A.M.E.F (Análisis de Modo, Efecto y Falla) y plan de control para garantizar la calidad del producto.

Finalmente se realiza el estudio económico de la línea con la alternativa de solución planteada, donde se detallan los diversos costos asociados y con el fin de determinar la rentabilidad del proyecto utilizando como indicadores el Valor Actual (VA) y tiempo de pago de la inversión para la empresa Gabriel de Venezuela C.A.

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad el diseño de las líneas de producción es fundamental en toda empresa para obtener los objetivos que se plantea cada organización. Un plan de diseño adecuado permitirá el establecimiento de políticas y lineamientos que se encuentren orientados en beneficio de la calidad del producto.

Las organizaciones en un mundo tan competitivo como el de hoy, demandan cada vez nuevas y mejores exigencias de conocimientos, requieren proyectarse, desarrollar estrategias para el futuro y dirigir sus esfuerzos en lograr abarcar mas parte del mercado, por lo tanto las empresas buscan un crecimiento y ampliación, el cual es un proceso dinámico que experimentan las mismas generando cambios en su tamaño y estructura.

Ante la necesidad de las empresas por permanecer en un entorno tan desafiante y cada vez más limitado como el de hoy, La Empresa Gabriel de Venezuela C.A, División Escapes, decidió efectuar un proyecto el cual se encuentra focalizado en la obtención de nuevos contratos y en la búsqueda de continuar expandiendo su mercado, por lo que se han visto en la necesidad de requerir instalar cuatro (4) nuevas líneas de producción en el galpón actual para poder cumplir con los nuevos contratos que se llevaran a cabo, el mismo cuenta con 6300m², dispuestos de tal manera que se distribuyen 1800m² en la operación de Escapes y otros 4500m² donde se encuentra la operación de Módulos, cada uno con su respectivo almacén.

Sabiendo que la compañía en el año 2011 culminó con una producción de 45.011 piezas, lo que representa un 24% del mercado de producción nacional de vehículos. Su objetivo para futuro, es en el año 2012 lograr cubrir un 16% más de la demanda que el año anterior, logrando así llegar a su meta de satisfacer el 40% del mercado de producción de vehículos a nivel nacional, aprovisionando a las grandes Compañías General Motor, Toyota y Ford Motor.

Actualmente, según datos suministrados por la empresa Gabriel de Venezuela C.A, División Escapes, se sabe que ésta desarrolla un plan de ampliación del negocio, en el cual estudió la factibilidad económica de un proyecto de ampliación, dentro de la información contenida en este plan se encuentra el Layout actual del galpón con sus debidas medidas y áreas detalladas. Dentro de su estudio se encuentran ya tres (3) líneas similares prediseñadas, de las cuales se poseen la siguiente información: en cuanto a la mano de obra requerida para tres (3) de las nuevas líneas el volumen de producción permite que las actividades se puedan realizar por lotes, de tal forma que la incorporación de 3 operadores en un principio permite el crecimiento de la empresa y desarrollo del proyecto. Además en sus inicios es indispensable un Ingeniero de Proceso que se enfoque en el arranque de máquinas, mantenimiento y supervisión del volumen de producción. Por último se requerirá adicionar tres (3) nuevos operadores aparte de los ya incorporados previamente para consolidar las operaciones y cumplir con las exigencias de la demanda del cliente. Asimismo lo que se refiere a la maquinaria, equipos y herramientas es necesario contar con diecinueve (19) mesas de inspección, veintiséis (26) Tooling de Soldadura, nueve (9) Mesas de soldadura, siete (7) Mesas de Prueba de Fuga y siete (7) Calibres de Inspección Final para poder integrar las nuevas líneas de producción. Además existe una línea nueva de producción adicional a las anteriores (B299) que también es necesaria para cumplir con el objetivo establecido por la empresa, pero la cual no se encuentra acondicionada para cumplir con las exigencias del cliente; es decir, que no existe un estudio sobre la cantidad y calidad de los materiales, equipos y herramientas que son necesarios para llevar a cabo el proceso de Escapes.

La empresa delimitará el espacio donde se encontrarán ubicadas las cuatro (4) nuevas líneas debido a un estudio de distribución que la misma realizó, pero para lograr diseñar la nueva línea de Escapes es necesario hacer un estudio técnico de la línea y saber la localización dentro del conjunto de las cuatro (4) líneas, por lo que se debe realizar una distribución de ella en el espacio delimitado utilizando la metodología (SLP), también se deben seleccionar los equipos y herramientas tomando en cuenta el área de trabajo. Adicionalmente se deben realizar diagramas de flujo, AMEF, plan de control, hojas de proceso, el balance de líneas correspondiente para la mano de obra y máquinas; así como el empleo de la herramienta de Superficies de Gouchet.

Si La Empresa Gabriel de Venezuela C.A., división escapes, no lograse cumplir con los requerimientos exigidos por el cliente para esta nueva línea puede perder no sólo el contrato, sino también causar la insatisfacción del cliente que puede ser tan grave que provoque la pérdida total de la alianza del negocio empresa-cliente, lo cual reflejaría un inconveniente en la imagen como empresa, aparte de afectar los objetivos de está de lograr cubrir el 40% de la demanda actual del mercado de producción de vehículos nacional, lo que generaría menores ingresos para la empresa.

Por esta razón La Empresa Gabriel de Venezuela C.A., División Escapes, requiere entonces un estudio técnico para diseñar la línea (B299), y así cubrir las exigencias establecidas con la calidad requerida. Usando para ello las herramientas más adecuadas, aplicando las técnicas y metodologías de Ingeniería Industrial.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.

Luego de haber sido descrita la situación de la planta, ahora se debe de formular las interrogantes que serán necesarias para la resolución del problema y la descripción de la metodología:

¿De qué forma se podría diseñar una línea en La Empresa Gabriel de Venezuela, C.A., División Escape, para la realización de escapes, disponiendo de los materiales, equipos y herramientas, de forma tal que, aplicando una serie de métodos, se logre obtener una secuencia eficiente con el mejor uso de los recursos y menor: tiempo de producción, recursos humanos, manejo de materiales?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar la línea de escapes B299 con la aplicación de técnicas de Ingeniería Industrial para la Empresa Gabriel de Venezuela C.A.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Describir la situación actual de La Empresa Gabriel de Venezuela C.A., división escapes.
- Identificar las variables críticas y recopilar la información necesaria para el diseño de la línea B299.
- Generar diferentes alternativas de solución y seleccionar la mejor, desde el punto de vista técnico.
- Balancear la línea que ha sido seleccionada como la mejor alternativa.
- Evaluar la factibilidad económica de la línea.

1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

Para las empresas en general, el cliente representa su mayor preocupación, lo que hace que en la mayoría de los casos, se pretende alcanzar los estándares establecidos por las empresas y satisfacer al máximo al cliente.

La investigación se fundamenta en lograr alcanzar el mercado meta del 40% mediante la ampliación de la planta de Escapes. Esta condición exige redistribuir los espacios físicos de la planta para que se efectúen las operaciones de escapes y a su vez realizar un estudio técnico de las líneas.

Dicho proyecto consiste en la incorporación de 4 nuevas líneas de producción que pretenden generar 23.000 piezas adicionales para cumplir con los nuevos contratos obtenidos por la empresa en un área de mayor espacio (3.5 veces).

Debido a que tres (3) de las nuevas líneas ya se encuentran prediseñadas, es por las razones expuestas anteriormente que se busca ejecutar el diseño de la línea (B299) que carece de un estudio en el cual se utilice la mínima cantidad de recursos posibles, además de realizar un estudio técnico que se base en la distribución, localización de los equipos y herramientas, balanceando también la línea de producción, manejo de materiales en la misma y realizar un estudio económico de factibilidad y rentabilidad del proyecto.

La empresa que está siendo estudiada, se beneficiará del presente trabajo por el hecho de que cumplirá con el cliente lo que permitirá en un futuro la obtención de mas contratos y afianzara la confianza ya establecida, también se logrará cubrir con la demanda del producto manteniendo en alto el nombre de ésta.

Desde el punto de vista académico, se permitirá satisfacer los requisitos del plan de estudios conducentes al grado de Ingeniero Industrial en la Universidad de Carabobo, aplicando los diferentes conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial y para la Universidad representa una investigación aplicada que da respuesta a las necesidades del sector industrial. Por otra parte ayudará a crear una base de datos como soporte para investigaciones futuras, ofreciendo a los estudiantes la oportunidad de realizar trabajos de investigación en la rama de la Industria Automotriz.

1.5. ALCANCE Y LIMITACIONES

El proyecto a desplegar abarca el diseño de la línea (B299) que adquirirá La Empresa Gabriel de Venezuela C.A, división escapes. Se tomarán en cuenta tanto la disposición como el nivel de uso de equipos y herramientas involucradas en el proceso, la forma del manejo de los materiales, tiempos de operación y puesta a punto, el cual de cómo resultado el nivel de producción que se desea y que garantice la calidad del producto. También el estudio abarcara los aspectos económicos de la inversión, necesaria para la implantación de la propuesta

El presente trabajo se extiende hasta la fase del diseño de la propuesta por lo que resulta indispensable que el mismo solo contemple el diseño y la implantación queda a disposición de la empresa.

La limitación que se presenta durante la investigación se puede evidenciar en el ahorro del espacio disponible de 120 m² donde se deben de distribuir todos los equipos y herramientas necesarios para el funcionamiento de la línea aparte de disponer del espacio para el manejo de los materiales; debido a que no se puede realizar cambios dentro de la estructura de la empresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

- Gómez y Sulbaran (2011), llevaron a cabo una investigación que tuvo como finalidad el diseño de una línea de producción para el envasado y homogenizado de leche pasteurizada. En la misma se realizó un estudio técnico de los 5 elementos claves del manejo de materiales (P, Q, R, S, T), también se realizó la selección de la maquinaria necesaria para la producción y el envasado basados en un estudio de tiempos y de capacidad del proceso de pasteurización de tal manera que el sistema diseñado quedo balanceado. De este trabajo se obtuvo información sobre los 5 elementos claves del manejo de materiales y de cómo se debe balancear las líneas de trabajo.

- Olivares y Rattia (2009), realizaron una investigación que tuvo como finalidad dar solución a la problemática presentada en la empresa Audiovox Venezuela C.A., específicamente en la línea de ensamble de equipos de sonido para vehículo tipo Aveo/Spark. La metodología que siguió el presente trabajo fue la de los 7 desperdicios y las 5'S ya que permite eliminar o reducir todos aquellos procesos que no agreguen valor al producto y eliminar el desorden presente. Del presente trabajo se extrajo información acerca del balance de líneas, manejo de materiales y mejor distribución de una línea.

- Prada y Reyes (2007), realizaron una investigación cuyo objetivo principal fue el de diseñar una distribución en planta en una empresa fabricante de envases de vidrio centrando el estudio en la incorporación de dos (2) nuevas líneas de producción. La metodología empleada para realizar la distribución en planta fue SystematicLayoutPlanning (SLP) en conjunto con las fórmulas P.F. Gourchet. Finalmente se procedió a crear y proponer mejoras para solucionar los problemas que se derivan de los problemas de la investigación. La relación de este trabajo con el que se va a realizar se debe a que se obtuvo información acerca de la posible metodología a utilizar para llevar a cabo la redistribución en planta, el cual es uno de los objetivos del Trabajo Especial de Grado a realizar.

- Rodríguez (2006), llevo a cabo una investigación la cual tuvo como objetivo principal el diseño de una línea para el ensamble de pisos delanteros y traseros de la nueva camioneta Grand Cherokee 2006. La metodología utilizada para la realización del diseño de la línea fue la del S.L.P. para el análisis de la distribución y localización de la planta, la técnica S.H.A. para el estudio del manejo de materiales, también se utilizaron técnicas como el AMEF, Plan de Control y Hojas de Operaciones del Proceso. De este trabajo se pudo obtener información acerca de las diferentes técnicas como el AMEF, el manejo de materiales, las hojas de proceso y el balance de las líneas necesarias para el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado.

2.2. BASES TEÓRICAS

En esta fase de la investigación se dispondrá a explicar los elementos de la teoría que serán directamente utilizados en la investigación.

2.2.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta lleva consigo la ordenación física de los elementos industriales, esta ordenación, ya sea práctica o en un proyecto, incluye los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller, en la que en todo caso el criterio más adecuado es el que minimice los costos de producción.

En las distribuciones de planta existen objetivos básicos que permiten conseguir una buena distribución, definidos por Rodríguez (2006) y siendo estos:

1. Unidad: alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que funcione como una unidad de objetivos.
2. Circulación mínima: procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos, sean óptimos, lo cual requiere economía de movimientos, equipos, y espacio.
3. Seguridad: garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, logrando así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.

4. Flexibilidad: la distribución en planta necesitará, con mayor o menor frecuencia adaptarse a los cambios en las circunstancias bajo las cuales se realizan las operaciones, requiriendo una distribución flexible.

Existen varios tipos de distribución en planta descritos por Gómez y Nuñez (1997), los cuales son:

- **Distribución Por Posición Fija:** Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanece en un lugar fijo. Todas las herramientas, maquinarias, hombre y otras piezas concurren a ella. El producto se completa, con el componente principal estacionado en una misma posición.

- **Distribución por Proceso:** Es aquel tipo de distribución en planta que toma en cuenta las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso, que se llevan a cabo en la fabricación de un producto, agrupando máquinas y equipos en departamentos de acuerdo con el proceso o funciones similares.

- **Distribución por Producto:** Es aquella distribución en planta basada en los productos o los productos a elaborar, se caracteriza por la ubicación de los equipos o las áreas de trabajo va a estar sujeta a la secuencia de las operaciones necesarias para la elaboración del producto.

La metodología S.L.P. diseñada por Richard Muther y descrita en Gómez y Núñez (1997), es un criterio sistemático enfocado a resolver problemas en distribución en planta de los recursos físicos en instalaciones industriales, hospitales, locales comerciales, entre otros.

El SLP requiere para una adecuada preparación de la distribución en planta de la información inicial de los elementos siguientes:

P: Producto o material manejado en el área

Q: Cantidad o volumen del material

R: Orden de las operaciones, y las operaciones son determinadas por el proceso a seguir y el orden de los mismos

S: actividades y funciones que son necesarias para cumplir con la funciones productivas efectivamente

T: Tiempo o ritmo que relaciona a los 5 elementos (P, Q, R, S, T)

La metodología SLP posee distintas etapas las cuales deben de ser realizadas para poder llevarla a cabo efectivamente, estas son las siguientes:

Plantea inicialmente un estudio de los productos y las cantidades producidas e involucradas en el problema de estudio, lo que se conoce como Análisis *P-Q*, luego se define el proceso o recorrido de los productos en estudio con el fin de lograr un planteamiento final ajustado al desplazamiento del producto dentro de las áreas involucradas.

Paralelamente al recorrido de los productos se consideran las actividades o servicios que forman parte de la organización, ya que estos servicios anexos influyen directamente sobre el proyecto. El análisis del recorrido de los productos así como de los servicios, se unifica en lo que se conoce como el *Diagrama Relacional de Recorridos y/o Actividades*.

Posteriormente se inicia la fase de determinación de los espacios, tomando en cuenta los espacios disponibles, para posteriormente realizar el *Diagrama Relacional de Espacios*, el cual debe ser adaptado de acuerdo a los *Factores Influyentes y Limitaciones Prácticas*.

Concluida esta fase y en base al análisis realizado, se procede a la generación de alternativas de las cuales se seleccionará, en base a unos criterios particulares, la alternativa que mejor satisfaga los dichos criterios. Esta selección trae consigo su respectivo *Emplazamiento*, que consiste básicamente en definir el lugar en que debe situarse cada objeto como parte de la presentación detallada del planteamiento.

En lo que respecta a la parte de relaciones de espacio Prada y Reyes (2007) hacen referencia de que Muñoz (2004) recomienda emplear el método de cálculo de superficies de P.F. Guerchet, que proporciona el espacio total requerido en base a la suma de tres superficies parciales que son: la superficie estática (Ss), la superficie gravitacional (Sg) y la superficie evolutiva (Se).

El cálculo de la superficie estática se define por el área física que ocupa una máquina, siendo calculada de la siguiente manera: $S_s=L*A$ (largo*ancho), para cada máquina se le aplicara dicha medida. Gravitacional S_g , la cual representa el área que necesita un trabajador para efectuar una operación, se empleara mediante la siguiente fórmula: $S_g=S_s*N$, siendo N el número de lados operables en la facilidad.

En lo concerniente a la superficie evolutiva, representa el área necesaria para la circulación, se calcula de la siguiente forma: $S_e=K*(S_s+S_g)$; $K=H_m/2*H_f$; donde K es el coeficiente único para cada zona a evaluar, además viene dado por la razón de la altura media de hombres u objetos desplazados y el doble de la altura media de las máquinas; la superficie total será por lo tanto la suma de las superficies parciales de cada una de las facilidades presentes en el área.

2.2.2. MANEJO DE MATERIALES.

Según Burgos (2005), El Manejo de Materiales puede definirse como el arte y la ciencia que involucra el movimiento, empaque y almacenamiento de cualquier substancia. Esta definición toma en cuenta desde la partícula más pequeña que imaginemos hasta la mayor unidad que pueda ser movida hacia cualquier sitio por cualquier medio.

El Analista de Métodos debe considerar que el Manejo de Materiales es una parte esencial de cualquier actividad y consume usualmente la mayor porción de tiempo; pero sin embargo solamente añade costos al producto y debido a esto, mientras más pueda reducirse más competitivo será dicho producto.

El Manejo de Materiales se relaciona con: Movimientos, Tiempo, Lugar, Cantidad y Espacio. El movimiento debe hacerse de la forma más eficiente y al mínimo costo; los materiales deben estar disponibles en el momento y en el sitio indicado y en las cantidades necesarias. Además los requerimientos de espacios dependen grandemente del sistema de Manejo de Materiales que se utilice.

Todos los accesorios que se deben tener en el lugar de trabajo se deben elegir en función de los trabajos a realizar, el tipo de máquina herramienta y la forma de administración de las herramientas que tenga la empresa. El resto deberá permanecer en el almacén de herramientas.

Cabe destacar que en el lugar de trabajo no debe haber nada que no se vaya a utilizar en el trabajo. Cada uno de los objetos debe tener su lugar permanente y aquellos que se utilicen más frecuentemente deben estar en los lugares más próximos y cómodos. La organización del lugar de trabajo influye directamente en la reducción del tiempo auxiliar que se gasta en cumplir con las operaciones de producción.

Es de suma importancia que el espacio entre máquinas permita el abastecimiento de las materias primas y materiales a un ritmo determinado, a fin de alcanzar un grado alto de productividad.

Análisis de los métodos de manejo

Fundamentalmente, para cada análisis de manejo de material, existen ciertos factores descritos por Rodríguez (2006) que deben ser conocidos o determinados:

a. Hechos primarios:

- Material adecuadamente identificado.
- Especificaciones y condición del material.
- Cantidad.
- Rutas o puntos extremos de movimiento.

b. Hechos secundarios:

- Recipientes necesarios o disponibles.
- Equipo necesario o disponible.
- Condición de las rutas o rutas alternativas.
- Frecuencia, regularidad o requerimiento de sincronización de cada traslado.
- Requerimiento de velocidad.
- Tiempo involucrado en mano de obra y equipo.
- Tarifas laborales.
- Restricción en el trabajo por convenios, reglas o descripciones del trabajo.

- c. Hechos adicionales

Existen dos medios básicos para analizar el manejo del material:

- a) A través de los materiales o productos manejados o que se proyecta manejar. Se usa para analizar los movimientos de muchos materiales.
- b) A través de las secuencias de operaciones o rutas de un material dado: se usa para analizar los movimientos de un solo material o producto.

Equipo de manejo

En cuanto a la selección de elementos específicos de manejo de material detallados por Rodríguez (2006), el ingeniero de distribución deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

- a. Costos del equipo una vez recibido y completamente instalado con los elementos de fuerza y combustible.
- b. Costo de funcionamiento.
- c. Costo de mantenimiento.
- d. Capacidad para el trabajo específico para el que se destine.
- e. Usos secundarios del equipo.
- f. Aspectos de seguridad para el material, operario y otros.
- g. Efectos sobre las condiciones de trabajo.
- h. Seguridad en su eficiencia.

2.2.3. ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE MANEJO DE MATERIALES (SHA)

La metodología empleada para el análisis de todos los aspectos referentes al sistema de manejo de materiales en el presente estudio es la propuesta por Muthery descrita por Rodríguez (2006) en el "**Análisis Sistemático de Manejo de Materiales**"(SHA), que se presenta a través de los siguientes pasos:

1. - Clasificación de los materiales: El elemento que generalmente tiene mayor impacto en la selección de los métodos de manejo es el material a ser movido. En cualquier

problema de manejo de materiales la primera pregunta a responder es: ¿Qué se moverá?, Si se tiene un solo material, se está en presencia de una situación de un material único, en cuyo caso se deben reconocer las características del insumo, sin embargo el hecho de que se produzca sólo un ítem puede llevar a diferentes condiciones del mismo material, la materia prima entrante puede ser cambiada completamente en el proceso para convertirse en un producto terminado. Por otro lado, si se tienen una gran cantidad de diversos ítems, éstos deben agruparse en clases de materiales. Cada clase de material está compuesta por ítems que son similares en alguna característica dominante o en una combinación de varias características. Básicamente, lo que se busca es que cada clase de materiales sea capaz de ser manipulada de la misma manera, es decir, con el mismo método de manejo.

Para cada material es importante establecer sus características físicas, la cantidad a manejar, las condiciones de tiempo, como la urgencia del traslado de algún material, y los controles especiales, por ejemplo gubernamentales, ya que influyen directamente en los métodos de manejo a seleccionar

2. - *Distribución en planta:* Cualquier análisis completo de materiales está inseparablemente asociado a la distribución en planta. De una manera más específica, la distribución establece la distancia entre el punto de origen y el de destino, y este trayecto es un factor de gran importancia en la selección de cualquier método de manejo. Además, permite determinar el arreglo actual y la disposición de las máquinas, equipos y otras facilidades que determinan las rutas y los movimientos.

Cuando se desarrollan métodos de manejo para una distribución en planta existente, las distancias ya están establecidas. Sin embargo, es probable ejecutar cambios en el "layout" actual si éstos se justifican económicamente.

Para cualquier análisis de manejo hay básicamente cuatro cosas que se puede conocer a través de la distribución en planta: la localización física de los puntos de recolección y colocación de cada movimiento, las rutas establecidas, el tipo de espacios asociados a cada actividad o área (si está o no bajo techo, espacio entre columnas,

temperatura del ambiente, entre otras características), lo que ocurre y la distribución existente dentro de cada área involucrada en el movimiento de los materiales.

3- Análisis de los movimientos: Para analizar los movimientos es necesario conocer la información referida a los materiales, rutas y flujos. En cuanto a la ruta, es importante identificar su origen y destino, así como la distancia y las condiciones físicas de la misma, lo cual se refiere a la dirección, congestionamiento, superficie, clima, inmediaciones, situación operacional, entre otras.

Paralelamente el flujo tiene una serie de condiciones que lo afectan, que son la intensidad de flujo y las condiciones del mismo, entre éstas están: naturaleza de la carga, piezas por movimiento, tamaño del lote, regulaciones de las autoridades, sincronización de los movimientos con personas, eventos u otros materiales, etc.

Un análisis de movimientos puede realizarse de dos maneras: seguir al material a través del proceso en todos sus recorridos ó un análisis origen-destino. La segunda metodología tiene dos opciones: observar el origen y el destino de cada movimiento, u observar un área y obtener la información sobre cualquier material entrando o saliendo de la misma.

4.- Visualización de los movimientos: Para la resolución de un problema es importante visualizar claramente la información inicial. El flujo de los materiales puede analizarse de diversas maneras: diagramas de proceso esquematizado, diagramas de flujo esquematizado, gráficas, etc.

El diagrama de flujo propuesto por el SHA muestra el movimiento de los materiales a través de varias rutas, tanto el material o clase de material y la intensidad de flujo son indicadas. Además el diagrama se realiza sobre un plano de la distribución en planta, facilitando la indicación de las distancias y direcciones de los movimientos en cada ruta.

Por otro lado, el diagrama distancia - intensidad es otra manera de visualizar los movimientos del material. En éste, el eje horizontal es usado para representar las distancias y el eje vertical indica el nivel de intensidad. Cada movimiento posee una determinada distancia e intensidad y puede ser representado por un punto específico sobre el gráfico. Este gráfico es recomendado para proyectos amplios y con un alto costo asociado.

5. - *Conocimiento y comprensión de los métodos de manejo de materiales:* Para resolver el problema es necesario comprender los métodos de manejo utilizados actualmente. En este sentido, los sistemas de movimiento de materiales pueden clasificarse en: Directo e Indirecto. Los diferentes materiales que se mueven separadamente desde el punto de partida hasta el destino final trabajan bajo un sistema directo. Por el contrario cuando los movimientos son integrados y los materiales se mueven hacia las diferentes áreas en un mismo trayecto y con el mismo equipo, se trata de un sistema indirecto. Los sistemas indirectos pueden ser tipo canal, donde cada material se mueve en una ruta preestablecida junto con otros materiales, ó tipo central, en el cual los materiales se mueven en una ruta preestablecida desde el origen hasta un área central y luego de allí al punto de destino.

Existen dos principios de costos que deben considerarse al discutir sobre los sistemas utilizados en los diferentes movimientos:

1. - *Principio de distancia:* "A menor distancia el movimiento es menos costoso".

2. - *Principio de cantidad:* "A mayor cantidad menor costo por unidad manejada".

Otro aspecto importante en la definición del método de manejo es el equipo utilizado, éste puede pertenecer a los siguientes tipos:

Equipo de Manejo Simple: Utilizado para cortas distancias y bajas intensidades.

Equipo de Manejo Complejo: Utilizado para cortas distancias y altas intensidades.

Equipo de Traslado Simple: Utilizado para largas distancias y bajas intensidades.

Equipo de Traslado Complejo: Utilizado para largas distancias y altas intensidades.

Por otro lado la unidad de transporte se refiere a la condición del material al ser movido, es decir cómo se mueve el material. Existen tres condiciones básicas para mover un material: por lotes, como piezas individuales o en algún tipo de contenedor.

Un método de manejo está formado por un *equipo* que trabaja con una *unidad de transporte*, bajo un patrón que constituye el *sistema*. Una combinación de diferentes métodos planificados para operaciones integradas constituye un sistema de manejo de materiales.

6. - *Planes preliminares de manejo de materiales:* Se fijan planes alternativos de manejo de materiales de acuerdo al análisis realizado. Como se explicó anteriormente, un sistema, con un equipo y una unidad de transporte conforman un método. Cada método mueve cierto material sobre determinada ruta.

Una manera de presentar los planes preliminares de manejo, cuando se trata de muchas rutas y muchas clases de materiales, es a través de una Hoja de Relaciones, en ésta cada ruta posee una fila y cada material una columna. Por cada movimiento (un material en una ruta) hay un espacio para registrar el sistema, equipo y unidad de transporte propuestos. A través de la hoja de relaciones se obtiene una descripción general de cómo se moverán todos los materiales. Adicionalmente, es posible unificar los diferentes métodos e integrar los mismos sistemas, equipos y unidades de transporte para diferentes rutas y materiales, lo cual permite registrar en una hoja un plan de manejo completo.

7. - *Modificaciones y limitaciones:* El manejo de materiales incluye mucho más que seleccionar el sistema, el equipo y la unidad de transporte; también se deben considerar la coordinación y soporte de las operaciones de manejo. Esto incluye todo lo relativo al control de inventario planeación de la producción, reportes de movimiento de materiales, mantenimiento de equipos, entre otros. Básicamente, los problemas de operación y coordinación de las instalaciones de manejo de materiales se dividen en dos categorías; una referida a los problemas que envuelven a la organización y al personal, y otra que se enfoca en los procedimientos, planificación, comunicaciones y controles. Existen muchos factores que afectan el desempeño de un sistema de manejo de materiales, éstos varían de un proyecto a otro, por ejemplo: los edificios y sus características físicas, las prácticas de almacenamiento, restricciones de capital, la seguridad de los operarios, las unidades de transporte deben adaptarse a las que existen en el mercado, códigos gubernamentales, entre otros. Todas las modificaciones y limitaciones generan ajustes en los planes de manejo planteados originalmente.

8. - *Cálculo de los requerimientos:* Para cada plan alternativo de manejo es necesario:

- Especificar el método para cada material en cada ruta.
- Explicar cualquier cambio necesario para implantar el método, como redistribuciones en planta, procedimientos, facilidades, etc.
- Calcular el equipo y la mano de obra requerida.
- Calcular la inversión requerida y anticipar los costos operativos.

Algunos factores que deben considerarse en el requerimiento de mano de obra son: número de turnos de trabajo, condiciones de operación promedio, tiempo de descanso y de mantenimiento, tiempos de preparación, tiempos para planificación, tiempo para viajes vacíos, remoción de basura en las líneas de producción, etc.

9- Evaluación de alternativas: El proceso de evaluación de alternativas comprende generalmente dos tipos de análisis: la comparación por costos, la comparación intangible, ésta última incluye ventajas, desventajas y análisis por peso ponderado. En la comparación por costos, el tiempo de pago es el indicador utilizado para proyectos de corta duración y poca inversión. Mientras que en los proyectos de larga duración es importante establecer el tiempo en que debe realizarse la inversión.

Otros factores intangibles que deben evaluarse para la selección del método de manejo son: facilidad para expandir en un futuro el sistema propuesto, utilización del espacio, disponibilidad del equipo requerido, flexibilidad, seguridad, riesgo de daño a la pieza, condiciones de trabajo, facilidad para control y supervisión, entre otros. Se evalúan las alternativas a fin de predecir el comportamiento de cada plan y lograr evidenciar las ventajas y desventajas de cada uno. Se procede a seleccionar aquel plan que proporcione el mínimo manejo de materiales al más bajo costo.

9.1.- Fases del S.H.A. para proyectos de manejo de materiales

Los proyectos de manejos de materiales ejecutados bajo el concepto SHA pasan por cuatro (4) fases, las cuales fueron expuestas por Rodríguez (2006) y son:

Fase I. Integración Externa

En esta fase se analizan los movimientos de los materiales en estudio, desde y hacia las áreas en cuestión. En primer lugar, se consideran los movimientos fuera del área

problema, de manera tal de asociar el problema de manejo de materiales a situaciones o condiciones externas, las cuales están fuera de control.

Fase II. Planes Preliminares de Manejo

Implica el bosquejo del plan de manejo de materiales. Se establece el método de movimiento de los materiales entre las áreas más grandes y se toman decisiones respecto al tipo de equipo, unidades de transporte y contenedores a ser utilizados en el sistema.

Fase III. Planes de Manejo Detallados

Concierne a los movimientos de materiales. En esta fase se plantean los métodos de manejo detallados, tales como el sistema específico, los equipos de manejo y los contenedores a ser usados en las estaciones individuales de trabajo.

Fase IV. Instalación

Ningún plan está completo hasta que se ha implementado. En esta etapa se prepara el espacio, se selecciona al equipo se entrena el personal y se implementan las facilidades de manejo. Una vez completados los planes preliminares de manejo, se confirman los métodos de trabajo y se monitorea el procedimiento instalado para verificar que esté operando adecuadamente.

2.2.4. AMEF (Análisis de Modo, Efecto y Falla).

Es una metodología descrita por Rodríguez (2006), que ayuda a identificar los potenciales modos de falla del proceso producto, estima los efectos de las fallas e identifica las causas potenciales en los procesos de manufactura, así como las variables relevantes del proceso para prevenir y las condiciones de falla. Se utiliza la probabilidad de ocurrencia y de detención en conjunto con el criterio de severidad para determinar el Número de Prioridad de Riesgo. (NPR), por medio del cual se jerarquizan las consideraciones para las acciones correctivas.

a) Severidad: Es el rango asociado con la gravedad del efecto que causan modo de falla, para el cliente. Se determina a través de una tabla donde los valores van desde:

10 – *SEVERIDAD ALTA* (donde la seguridad del vehículo está comprometida, así como el incumplimiento de una regulación gubernamental).

1 – *NINGUNA* (pequeña inconveniencia de operación o para el operador, o ningún efecto).

b) Ocurrencia: Es la probabilidad de que una causa específica y/o modo de falla ocurra. Previniendo controlando las causas y los modos de falla a través de un cambio en el proceso o en el diseño, es la única manera que el rango de ocurrencia puede ser afectado.

Los valores van desde:

10 – Probabilidad de ocurrencia muy alta

1 – Probabilidad de ocurrencia remota (Falla poco probable)

c) Detección: Es el valor asociado con el mejor control de detención listado en la columna de control de proceso. Generalmente para lograr un valor menor, el control de proceso debe ser mejorado.

Los rangos para la detección van de:

10 – *Casi imposible* (No se tiene control o los que hay no detectan la falla)

1 - *Muy Alto* (indica que los controles detectan una posible falla).

- ***Modo de falla:***

Es definido como la manera en la cual el proceso potencialmente podría fallar; ó que en un producto deje de cumplir con las especificaciones de ingeniería. Es una descripción de las posibles fallas para una operación específica.

Ejemplo: Arrugas, Deformaciones, Mal ensamblado, Falta de agujeros, Soldadura inadecuada, Falta de piezas, Piezas invertidas, Torques bajos.

- ***Efecto de Falla:***

Describe los efectos de las fallas en términos de que el cliente lo podría notar y causarle inconvenientes.

Ejemplo: Ruidos, Fugas, No cuadra, Mala apariencia, Retraso en operaciones y/o montajes.

- ***Causa de Falla:***

Se define como la falla que podría ocurrir, se describe en términos de cómo puede ser corregida o pueda ser controlada.

Ejemplo: Falta dispositivo a prueba de error, Desajuste de Clanes, Herramientas dañadas, Falta Pta. a Punto.

2.2.5. PLAN DE CONTROL

Plan De Control De Pre-lanzamiento:

Los planes de control de pre-lanzamiento descritos por Rodríguez (2006), son una descripción de las mediciones dimensionales y ensayos funcionales y de materiales que se realizarán después del prototipo y antes de la producción en masa. El plan de control de pre-lanzamiento debe incluir controles de procesos / productos adicionales, a ser implementados antes de que el proceso de producción sea validado. El propósito del plan de control de pre-lanzamiento se usa para evitar las no conformancias potenciales durante o previas a las corridas de producción inicial. Ejemplos de estos son:

1. Más frecuencia de Inspección
2. Más puntos de chequeo en proceso y al final de este.
3. Evaluaciones estadísticas.
4. Auditorías incrementadas.

Plan De Control De Producción:

El plan de control de producción es una descripción escrita de los sistemas para el control de partes y de procesos. El plan de control de producción es un documento vivo y debe ser actualizado para reflejar la eliminación y/o adición de controles basado en la experiencia ganada la producción de partes (también pudiese requerirse ayuda de la(s) organización(es) de abastecimiento. El plan de control de producción es una extensión lógica del plan de control de pre-lanzamiento. La producción en masa provee al productor, la oportunidad para evaluar la salida, revisar el plan de control y hacerlos cambios apropiados.

2.2.6. ESTUDIO DEL TRABAJO

Se refiere a ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, utilizadas para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio de trabajo se divide en dos ramas definidas por Rodríguez (2006), siendo las siguientes:

1. **Estudios De Tiempos:** Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos y la determinación del tiempo necesario.
2. **Estudios De Movimientos:** Consiste en dividir el trabajo de los elementos más fundamentales posibles, estudiarlos independientemente y en sus relaciones mutuas y, una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan, al mínimo, el desperdicio de mano de obra.

2.2.7. DIAGRAMAS

1. **Diagrama de operaciones del proceso (D.O.P.):** Es la representación gráfica de los puntos en los cuales se introducen los materiales al proceso y de la secuencia de todas las *Operaciones e Inspecciones*. No se incluyen aquellas actividades relacionadas con el manejo de materiales. Además, contiene toda la información que se considere adecuada para el análisis, como por ejemplo tiempos, materiales, facilidades físicas empleadas, etc.

2. **Diagrama De Flujo O De Recorrido (D.F.):** Es una modalidad del Diagrama del Proceso, que se usa como complemento del mismo. Consiste en un plano del área estudiada, hecho a escala, con sus máquinas y áreas de trabajo guardando la correcta relación entre sí y representando, además, todos los obstáculos de la construcción civil. Por las observaciones hechas en el área,

setrazan las trayectorias de los desplazamientos de los materiales, piezas, productos u objeto del estudio.

2.2.8. BALANCE DE LÍNEAS DE ENSAMBLE.

Según Burgos (2005) básicamente existen tres tipos de producción: “uno a uno”, “por grupos” y en “masa”. Haciendo hincapié en el tipo de producción acorde a esta investigación, se define “por grupos” cuando se realiza en series o grupos. El tamaño de estos grupos es variable, dependiendo del tipo de producto.

La línea de producción surge como consecuencia de la aplicación de los principios de división del trabajo, según los cuales se divide el trabajo en tareas individuales que son asignadas a operadores situados en áreas de trabajo consecutivas. A medida que el producto avanza en la línea, cada operador añade su participación de trabajo, de tal manera que un operario dado realiza el mismo tipo de tareas sobre cada parte que pasa por su sitio. En un sentido más estricto: “Una línea de producción puede ser definida como una disposición de áreas de trabajo, donde los eventos consecutivos están colocados en forma inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a una rata uniforme a través de una serie de operaciones balanceadas, lo cual permite el trabajo simultáneo en todas las estaciones llegando el material a su condición final a través de un camino razonablemente directo”.

Tipos De Líneas De Producción

Se pueden distinguir dos tipos de líneas de producción, siendo:

- Líneas de Fabricación: Se caracterizan por la formación o procesamiento de partes.
- Líneas de Ensamble: Se caracterizan por la adición de partes para obtener un ensamblaje total. De acuerdo a la conveniencia, puede estar en un transportador. El trabajo realizado en cada estación consiste en una integración de elementos de

trabajo a nivel de micro-movimientos. Este grupo de elementos es llamado “unidad de trabajo”.

Para obtener balance, a flujo continuo y uniforme es una línea, se hace necesario que los tiempos de procesamiento en todas las estaciones de trabajo sean iguales; el balance perfecto raramente se logra, debido a que hay siempre algunas operaciones que consumen tiempo extra (o por lo menos una operación).

El problema de Balance de Líneas entonces, consiste en establecer medios para obtener tiempos iguales para todas las estaciones de trabajo y satisfacer la rata de producción deseada. Es más difícil balancear una línea de fabricación que una línea de ensamble, ya que a menudo resulta más difícil subdividir operaciones de maquinado. Sin embargo, es posible asignar trabajos diferentes a los operarios con tiempo disponible para así ayudar a aquellos con mayores asignaciones de trabajo.

Es importante definir algunas terminologías relacionadas con las líneas de ensamble, citándose a continuación:

- Estación de Trabajo: Es un lugar específico, donde se realiza una cierta cantidad de trabajo. Las estaciones de trabajo de una línea de ensamble son operadas por una sola persona por lo general. Sin embargo, en algunos casos un operario puede trabajar en más de una estación y otras veces las estaciones de trabajo son operadas por más de una persona.
- Contenido de Trabajo de una Estación: Es el total de trabajo realizado en una estación de trabajo y es igual a la suma de las unidades de trabajo asignadas a dicha estación.
- Contenido Total de Trabajo: Es el agregado de trabajo del ensamble total.
- Contenido de tiempo de la estación de trabajo: Es el tiempo requerido para realizar el contenido de trabajo de la estación dada. Este tiempo se conoce también con el nombre de Tiempo de Operación.
- Tiempo de Ciclo: Es el tiempo que tarda el producto en cada estación de trabajo sobre la línea, cuando ésta se mueve a un ritmo estándar ó 100% eficiencia. El

tiempo del ciclo es pues la cantidad de tiempo transcurrido entre unidades sucesivas, a medida que éstas avanzan en la línea.

- Operación Cuello de Botella: es la operación que tarda más tiempo en realizarse. Constituye una limitante en la línea para el balanceo y la producción. Cuando existe una operación cuello de botella, con tiempo mayor al tiempo de ciclo establecido, es necesario disponer de estaciones de trabajo en paralelo para lograr cumplir con el tiempo de ciclo.

Casos típicos

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

- 1) Conocido los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada actividad.
- 2) Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- 3) Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a las mismas.

2.2.9. INDICADORES DE RENTABILIDAD.

2.2.9.1 VALOR ACTUAL (VA)

El valor actual expresa la rentabilidad de un proyecto de inversión en forma de una cantidad de dinero en (Bs) en el presente, representa el beneficio o pérdida equivalente en el punto cero de la escala de tiempo.

El periodo de estudio para el presente trabajo es de cuatro (4) años definidos por la Gerencia General de la Empresa y la tasa mínima de rendimiento para el proyecto será el valor de la tasa de interés activa del Banco Central de Venezuela para el mes de Noviembre de 2012 (mes de estudio).

Formula:

$$VA(i) = F_0 + F_1(1+i)^{-1} + F_2(1+i)^{-2} + \dots + F_t(1+i)^{-t} + F_n(1+i)^{-n} \quad (\text{Expresión 1})$$

2.2.10. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

2.2.10.1 TIEMPO DE PAGO

El tiempo de pago es un modelo que mide el tiempo en años, requerido para que los flujos monetarios recuperen la inversión inicial a una tasa de mínima de rendimiento igual a cero.

$$\sum_{t=0}^T F_t = 0 \text{ (Expresión 3)}$$

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En esta parte de la investigación se dará a conocer cuál es el procedimiento para realizar la investigación. Se describirá el nivel y tipo de la investigación, fuentes y técnicas de recolección de los datos, fases de la investigación y procedimiento metodológico.

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Según UPEL (2006), «Un proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. Un Proyecto Factible comprende las siguientes etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del Proyecto.» (p. 13). Debido a esto se considera este trabajo de investigación de modalidad Proyecto Factible, dado que se enfocan la propuesta del diseño de un línea de ensamble en La Empresa Gabriel de Venezuela C.A, división escapes, para la solución de un requerimiento por parte de la misma.

Para satisfacer el requerimiento de la empresa se siguen las etapas generales que se aplican en el estudio de un Proyecto Factible: diagnóstico de la situación actual en la empresa y determinación de los requerimientos de la misma; planteamiento de la propuesta en función de la situación real y de los requerimientos; determinación de los recursos necesarios para la implantación de dicha propuesta; definición de la propuesta final mediante el análisis de la viabilidad de realización del proyecto.

Según UPEL (2006), «Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés

son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios. Sin embargo, se aceptan también estudios sobre datos censales o muestrales no recogidos por el estudiante, siempre y cuando se utilicen los registros originales con los datos no agregados; si cuando se trate de estudios que impliquen la construcción o uso de series históricas y, en general, la recolección y organización de datos publicados para su análisis mediante procedimientos estadísticos, modelos matemáticos, econométricos o de otro tipo» (p. 11).

Según UPEL (2006), «Se entiende por Investigación Documental, el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos. La originalidad del estudio se refleja en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, recomendaciones y, en general, en el pensamiento del autor» (p.12).

Este trabajo de investigación también es apoyado en la Investigación de Campo, debido a que se obtiene la información directamente de la empresa, sobre los actuales procesos y condiciones; y en una Investigación de tipo Documental, ya que se consultaron fuentes bibliográficas, como soporte para los puntos de vista aplicados que consideran conceptos en la carrera de Ingeniería Industrial.

3.2. FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

Para el análisis del diseño de la propuesta se requieren datos, y estos son los que permitirán que los resultados obtenidos por el estudio sean confiables. A continuación se describe la siguiente etapa, que describen las fuentes a utilizar:

3.2.1. FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIAS

Se empleó la observación directa de las actividades que se realizan en el galpón, adicionalmente, entrevistas no estructuradas con los operarios del área, intendentes y superintendentes para obtener la información de primera fuente, aplicación de A.M.E.F., para la verificación de posibles fallas en los cálculos y efectividad del proceso propuesto.

3.2.2. FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIAS

Se recurrió a información documentada por parte de la empresa sobre datos de funcionamiento, rendimiento y planos de la distribución actual del galpón, entre otros. De igual forma, se revisaron trabajos de grado relacionados con la distribución en planta, disposición de equipos y herramientas, manejo de materiales, balance de líneas con procesos de producción similares a los de la empresa en estudio. En resumen, se emplearon las siguientes herramientas:

Diagrama de flujo o flujo-grama: es un diagrama que muestra un proceso administrativo y permite describir sistemas en forma clara y visual.

Diagrama de recorrido: es una representación de una zona de trabajo, representada a escala, donde se muestra la posición de tareas, equipos y puestos de trabajo para restablecer el flujo o recorrido de cada producto o persona.

Análisis de los factores: es una forma de sistematizar el levantamiento de la información. Siendo su objetivo el de definir lo relevante en cada uno de los siguientes factores. Hombre, material, máquina, desplazamiento y cliente.

Diagrama de relaciones: es una representación gráfica de las posibles relaciones cualitativas causa-efecto, entre diversos factores y fenómenos determinados y de dichos factores entre sí.

En esta parte se define las técnicas a utilizar para analizar los datos recolectados y ofrecer una solución a la problemática antes planteada. Toda la información recopilada se sustenta en un análisis cualitativo y cuantitativo mostrando los resultados en tablas y diagramas que permitan una mejor comprensión de los datos suministrados.

3.3. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de la investigación se realizó el procedimiento que consta de las siguientes fases:

FASE I: DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES TÉCNICAS DE LA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA GABRIEL DE VENEZUELA C.A, DIVISIÓN ESCAPES.

En esta primera fase se realizó una observación directa y se obtuvo información proporcionada por la organización, donde se detectaron las necesidades técnicas en el diseño de la nueva línea de producción para la realización de escapes que desea implementar la empresa. Se obtuvieron datos del área disponible para la línea, la distribución de recursos físicos que muestran las diferentes áreas, además se describió la materia prima a utilizar en el proceso, al igual que el proceso en sí, por último se estudiaron los equipos y herramientas involucrados en la producción hasta la sección en la cual se inició la nueva línea, con el fin de saber todo lo concerniente al proceso actual de la empresa. Lo anteriormente explicado sirvió como fundamento para la segunda fase.

FASE II: IDENTIFICAR LAS VARIABLES CRÍTICAS Y RECOPIRAR LA INFORMACION NECESARIA PARA EL DISEÑO DE LA LÍNEA.

En esta fase de la investigación se tomaron en cuenta aquellas variables críticas relacionadas con el estudio. Para esto se recopiló información acerca de los planos, muestras físicas y la experiencia de la empresa en esta área.

Se aplicaron las metodologías del S.L.P. (SystematicLayoutPlanning) y el S.H.A. (SystematicHandling Análisis) para la evaluación de las variables críticas que se involucraran en el estudio, arrojando los resultados más eficientes en cuanto a la localización, distribución en planta y manejo de materiales.

Ya identificadas las variables críticas involucradas en el proyecto, se procedió a reunir toda la información que conlleve al tema, también se realizaron entrevistas informales, planos de componentes, especificaciones de calidad exigidas por el cliente, características el producto, entre otros.

FASE III: GENERAR DIFERENTES ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN Y SELECCIONAR LA MEJOR.

En esta fase se tomó en cuenta aquellos resultados de la fase anterior que soportan toda la información acerca del producto, ruta, cantidad, servicios y tiempo que

llevaron a un estudio de equipo, con base en planos y la experiencia por parte de la empresa. Las alternativas fueron el resultado de un estudio de localización, distribución de planta y manejo de materiales con el fin de diseñar el lay-out de la línea de ensamble y la ruta que debería de seguir el producto dentro de la misma, además el diseño de los distintos herramientas necesarios tanto para llevar a cabo la operación como para facilitar el trabajo del operario.

FASE IV: BALANCEAR LA LÍNEA QUE HA SIDO SELECCIONADA COMO LA MEJOR ALTERNATIVA.

Lo que se debe realizar en esta fase del proyecto es el Balanceo de la Nueva Línea B299 conociendo los tiempos estándares a través de una simulación y así lograr obtener el número de operarios necesarios para cada una de las operaciones.

FASE V: EVALUAR LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA LÍNEA.

Ya al haber sido seleccionada la mejor alternativa, en esta fase se realizó un estudio económico de la rentabilidad del proyecto, donde se evaluó la inversión inicial que realizó la empresa, flujos monetarios y tiempo de recuperación de la inversión.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO TÉCNICO

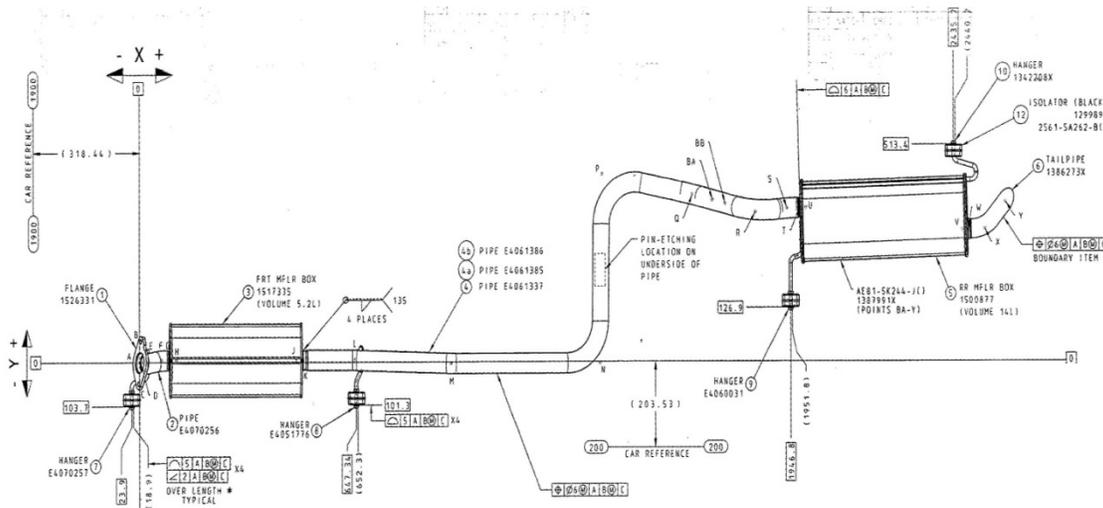
4.1. Descripción e Identificación de las variables críticas para el diseño de la nueva línea de Producción de Escapes (B299).

Para el diseño de la nueva línea es necesario conocer sus requerimientos, entre estos se encuentra primeramente el producto que se va a elaborar en la línea, el cual se describe en el siguiente punto.

4.1.1 Producto

Sistema Escape Modelo B299

El proyecto automotriz B299 es un vehículo que será ensamblado en el año 2013 y se enfocará en la pieza correspondiente al tubo de Escape de este vehículo automotor. La sección fría de esta pieza será procesada en esta nueva línea. El conjunto terminado es una pieza de 37,7 cm de ancho y 259 cm de largo, ésta a su vez está compuesta de varias partes.



Fuente: Gabriel de Venezuela C.A, división escapes

Figura N° IV.1: Sistema de Escape del B299

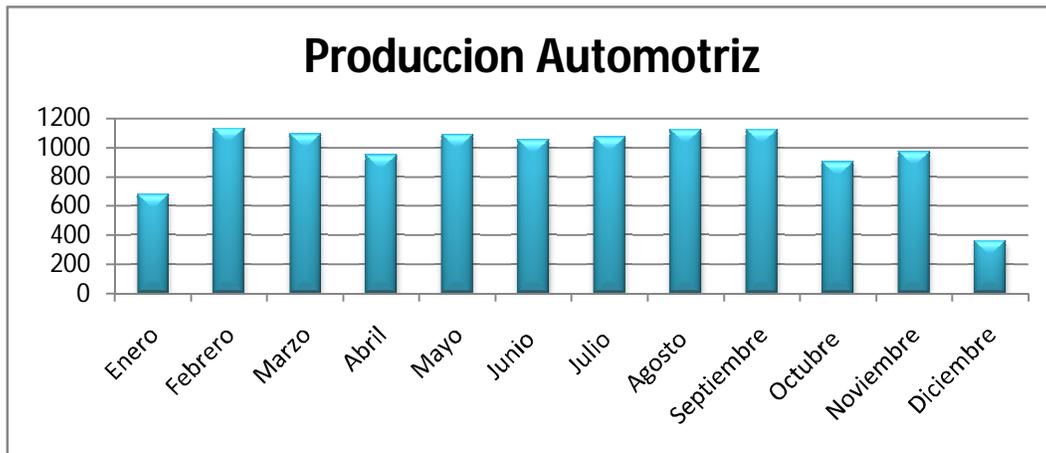
Tabla N° 1: Componentes del Producto de la Nueva Línea (B299)

Elemento	Número de Parte	Descripción
1	1526331	Flange
2	E4070256	Tubo Entrada
3	1517335	Resonador
4	E4061337	Tubo Intermedio
5	E4075518	Silenciador
6	E4078605	Tubo Cola
7	E4070257	Gancho
8	E4051776	Gancho
9	E4078606	Gancho
10	E4078607	Gancho
11	1299884	Goma Roja
12	1299897	Goma Negra

Fuente: Elaboración Propia con Información Suministrada por el Departamento de Calidad de la Empresa.

Cantidad de Producto a Ensamblar

La cantidad de producto a ensamblar es lo que determinará la maquinaria a adquirir y operarios necesarios para la fabricación de escapes en la línea B299, lo que repercute directamente en el diseño de la misma.



Fuente: Gabriel de Venezuela C.A, división escapes

Figura N° IV.2: Demanda de Escapes de la Línea B299

Según el estudio realizado por parte de la Federación de Autopartistas de Venezuela y Productores Asociados (FAVENPA), la cantidad demandada para el automóvil propio de la Línea B299 es de 969 escapes para el mes de Noviembre, 357 escapes para el mes de Diciembre del año 2012, 677 escapes para el mes de Enero y 1131 escapes para el mes de Febrero del año 2013. Dado los datos presentados previamente se realizó la figura N° IV.1 en donde se refleja la demanda del producto a través del tiempo:

4.1.2 Materiales a utilizar para la producción del Producto

- **Flange:** Es una pieza de un acero inoxidable AISI 409 con un espesor de 8 cm, un largo de 11 cm y un ancho de 7 cm. Se fija mediante una soldadura de tipo MIG al tubo de entrada lo que permite la conexión con la Zona Caliente (Headers). Posee dos (2) agujeros que localizan los lugares donde se acoplan ambas tuberías mediante pernos.

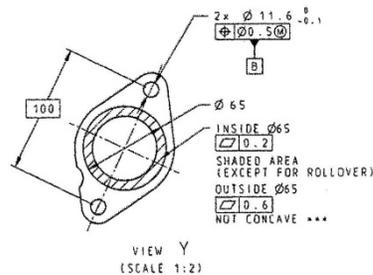


Figura N° IV.3: Flange.

- **Tubo Entrada:** Es la primera parte del Escape, hecho de acero inoxidable AISI 409 y posee un diámetro de 4,8 cm, espesor de 1,2 cm y un largo de 11 cm; este tipo de acero es principalmente empleado en sistemas de Escape Automotriz debido a que posee resistencia a la corrosión, propiedades mecánicas y es excelente donde se requiere soldadura. El mismo lleva una soldadura de tipo MIG en ambos extremos para unirlo con el Flange se debe realizar una Expansión y por su lado opuesto se realiza una operación de Reducción para que se adapte al Resonador.

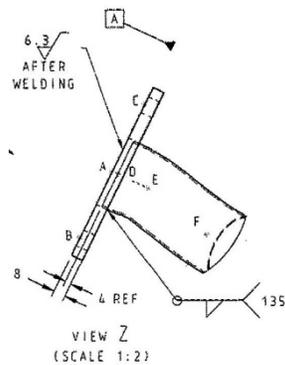


Figura N° IV.4: Tubo de Entrada.

- **Resonador:** Es una pieza de acero inoxidable AISI 409 conformada por una estructura externa y una tubería perforada con cámara de aire cuya finalidad es la de atenuar las ondas sonoras. Su forma se asemeja a un triángulo con un ancho de 17 cm, una altura de 11 cm y un largo de 39,3 cm. Se encuentra soldado entre el tubo de entrada y el tubo intermedio.

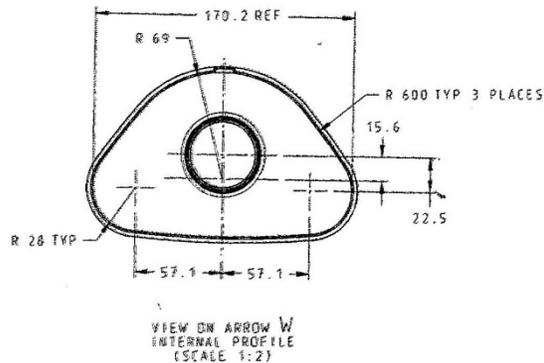


Figura N° IV.5: Resonador.

- **Tubo Intermedio:** Es un tubo de acero inoxidable AISI 409 de unos 150 cm de longitud, posee un diámetro de 4,8 cm y espesor de 1,2 cm. Va unido por soldadura tipo MIG en un extremo a la parte trasera del Resonador y en el otro a la parte delantera del Silenciador, para realizar las operaciones de soldadura al tubo se le debe aplicar una Reducción en ambos extremos. La corrosión en este componente es más agresiva debido a que en esta parte del sistema las temperaturas son más bajas por lo que no se evapora la condensación ácida tan rápidamente.

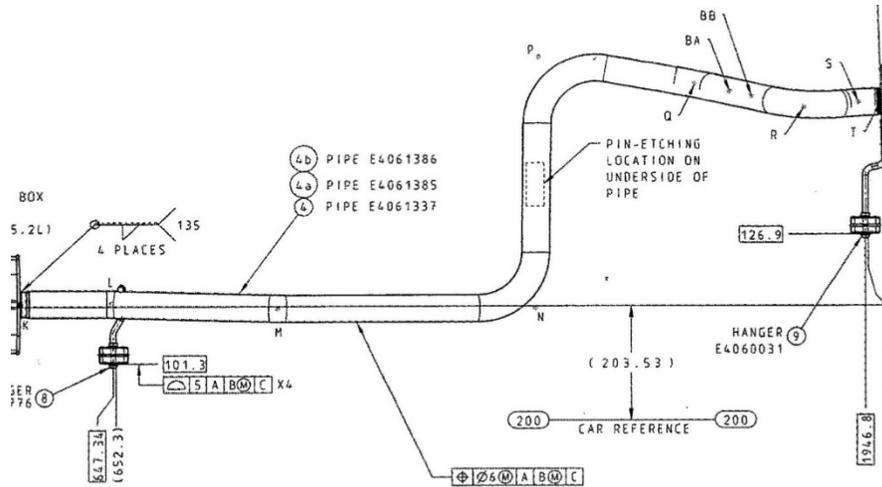


Figura N° IV.6: Tubo Intermedio.

- Silenciador:** Es un dispositivo de acero inoxidable AISI 409 de forma cuadrada conformado por tubos perforados, y secciones o cámara con separadores que dividen las mismas, el cual tiene un volumen de 14 litros, un ancho de 19 cm y de largo posee 51 cm. Se encuentra soldado por un lado al tubo intermedio y por el otro al tubo cola. El silenciador sirve para reducir el ruido a niveles aceptables y asegurar el flujo correcto de gas a través del sistema de escape.

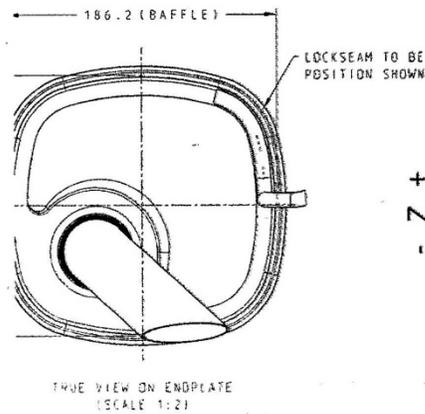


Figura N° IV.7: Silenciador.

- Tubo Cola:** Es un tubo de acero inoxidable AISI 304 el cual posee 4,5 cm de diámetro, 13 cm de largo y un espesor de 1,2 cm. Al mismo se le debe de realizar una Expansión en uno de sus extremos, para que se pueda unir mediante una soldadura de tipo MIG a la parte trasera del Silenciador. Esta parte del escape es muy importante ya que asegura que los gases se emitan por el extremo del vehículo evitando que los mismos entren en el compartimiento del equipaje y en el peor de los casos en la cabina del vehículo.

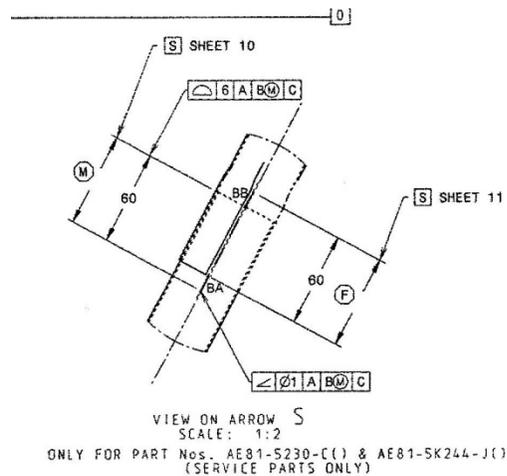


Figura N° IV.8: Tubo Cola

- Gancho:** Son los elementos soldados al tubo de escape cuya finalidad es la de soportar o sujetar la pieza al vehículo. Estos son de acero comercial de 14 mm de diámetro, con una forma específica dependiendo de los puntos de apoyo en el vehículo.

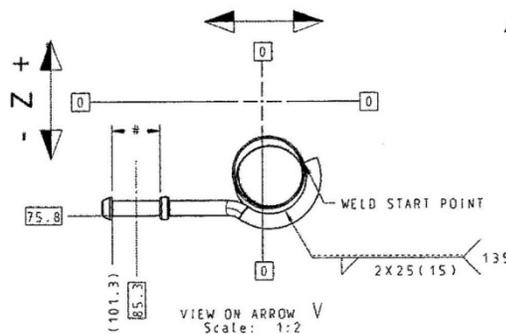


Figura N° IV.9: Gancho.

- **Goma Roja:** Es el elemento que sirve de conexión entre los ganchos del sistema de escape y los ganchos de sujeción del chasis del vehículo. La goma roja se utiliza en la zona más cercana al motor ya que ésta tiene mayor resistencia a trabajos a alta temperatura.
- **Goma Negra:** Es el elemento que sirve de conexión entre los ganchos del sistema de escape y los ganchos de sujeción del chasis del vehículo. La goma negra se utiliza en la zona más alejada del motor ya que ésta no requiere tener una gran resistencia a trabajos a alta temperatura.

4.1.3 Equipos y Herramientas a utilizar por la Nueva Línea de Escapes B299

En esta parte se denotaran de forma detallada los equipos y herramientas que se utilizaran para la producción de escapes de la Nueva Línea B299, esos equipos y herramientas son clasificados de la siguiente manera:

- Equipos disponibles actualmente por la empresa, que servirán para la Nueva Línea de Escapes B299.
- Equipos que se deberán seleccionar y comprar.

Equipos disponibles actualmente por la empresa, que servirán para la Nueva Línea de Escapes B299

Equipo: Dobladora Eagle EPT-75

Descripción General:

- Máquina dobladora programable de aproximadamente 8.637 Kg con capacidad de generar dobleces de tubos hasta de un diámetro de 75 mm y longitud de 3 m de largo.
- Consta de una potencia hidráulica de 40 HP y una presión máxima de 3000 PSI, coordinado por 5 servo-válvulas y 3 Encoder de traducción de desplazamiento en cada coordenada (X, Y, Z).
- La consola conformada por una computadora programable con capacidad de interpretar las coordenadas de movimiento.

- Posee un Pedal de acción el cual debe ser pisado para activar la operación, además de una alfombra de seguridad que previene la ocurrencia de accidentes.



Figura IV.10: Dobladora de la Empresa.

Equipo: Cortadora TC 80

Descripción General:

- Máquina cortadora de tubo por medio de cuchilla.
- Hidráulica, de 25 HP de potencia.
- Manipulada por botonera doble para evitar accidentes en las manos en el cual el operario debe de pulsar los 2 botones al mismo tiempo para que la máquina realice la operación.
- Consta de 2 pistones, uno para mover las mordazas de sujeción del tubo y otro para el desplazamiento de la cuchilla de corte.



Figura N° IV.11: Cortadora Automática de la Empresa.

Equipo: Calibradora Eagle I-O 2000

Descripción General:

- Máquina hidráulica de 30 HP de potencia.
- Conformada por un pistón hidráulico el cual desplaza un herramental tipo dedos que permite la calibración, expansión o reducción de la boca de los tubos dependiendo de sus requerimientos de planta.
- Se activa con un pedal de funcionamiento.



Figura N° IV.12: Calibradora de la Empresa.

Equipo: Cortadora Manual MEP SCORPION 300 SN

Descripción General:

- Máquina Tronzadora Manual de Disco con un motor de 3HP de potencia.
- Aproximadamente de 110 Kg con dimensiones de 97cm de ancho, 140 cm de largo y una altura de 143 cm.
- Capaz de realizar cortes en 45° con tubos redondos de 4 1/2", tubos cuadrados de 3 3/4" y tubos rectangulares de 5 1/4"x2 1/4".
- Capaz de realizar cortes en 90° con tubos redondos de 4 1/2", tubos cuadrados de 4" y tubos rectangulares de 6 1/4" x 2 3/4".

Equipo: Soldadora Automática

Descripción:

Máquina con capacidad de realizar soldadura circulares colocando las piezas en forma vertical, permitiendo ciclos de trabajo en 14 segundos aproximadamente y ahorrando espacio por su forma vertical.

Costa de dos cabezales de sujeción giratorios, uno en la parte superior y el otro en la parte inferior. Permitiendo el uso de herramientas específicos para cada operación, logrando evitar que el operador coloque la pieza en forma incorrecta o una pieza equivocada.

Presenta una fuente de poder Miller Deltaweld 452, para la realización de soldadura tipo MIG. Realiza la operación ejecutando un ciclo programado por un PLC, donde centra la pieza por medio de un brazo retráctil, luego acerca la antorcha de soldadura, realiza la soldadura girando la pieza, culmina el ciclo de soldadura y se retira el brazo para dejar libre la pieza.



Figura N° IV.13: Soldadoras Automáticas de la Empresa.

Área de Estudio

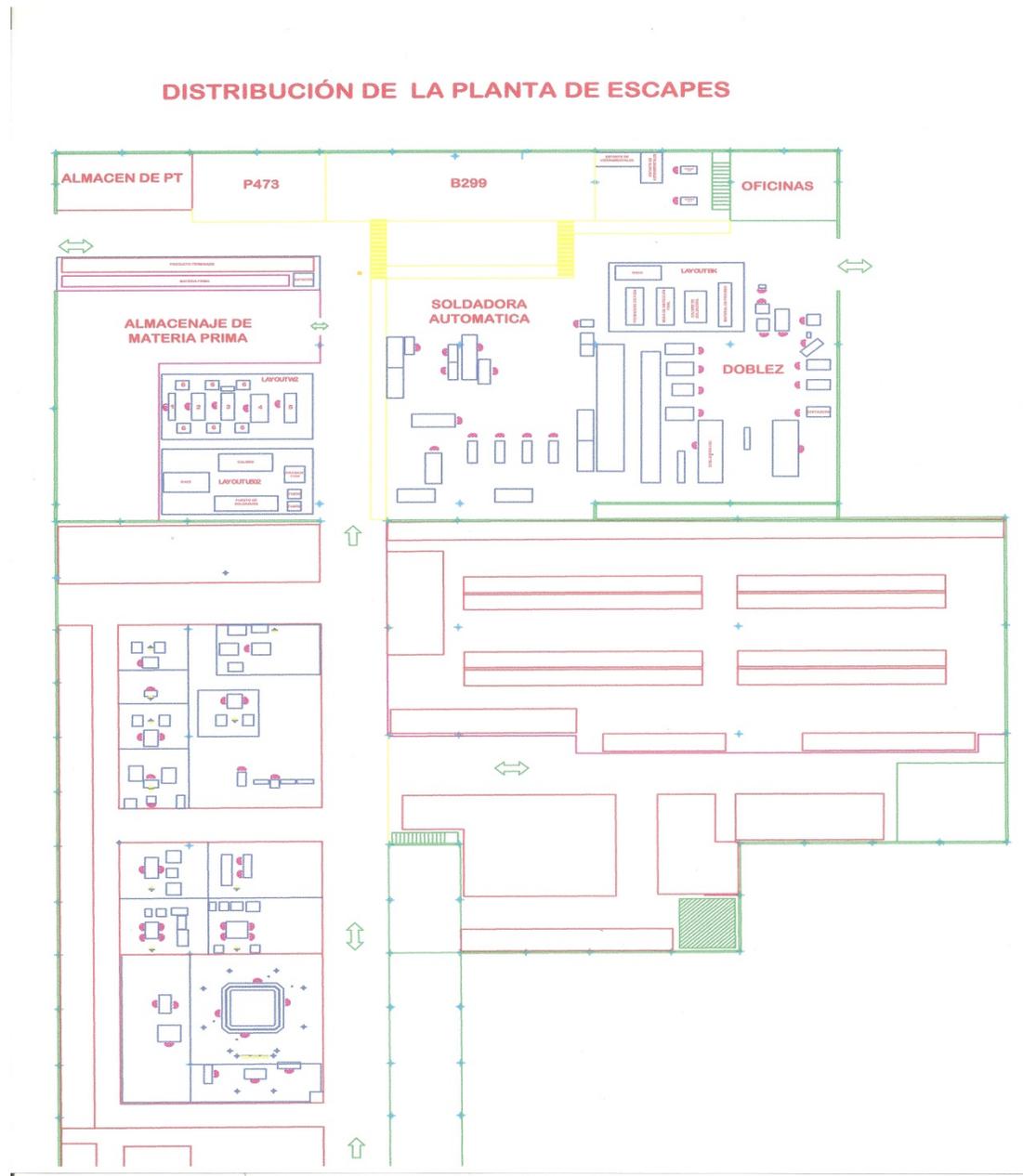


Figura N° IV.14: Distribución Actual de la Planta.

- El espacio del que se dispone para realizar el diseño de la nueva línea de Escape B299, mide 20 m de largo 6 m de ancho, en el cual se ubicaran los distintos tipos de herramientas, máquinas y herramientas a utilizar.

- Consta también de facilidad para la conexión de herramientas eléctricas, que son indispensables para el desarrollo del proceso.
- La temperatura del lugar, es de 33°C.
- La iluminación es totalmente natural debido a que el techo posee la suficiente cantidad de láminas translucidas por la cual traspasa el reflejo de la luz solar, como para que no se necesite de iluminación artificial.
- La ventilación, se produce por ventiladores industriales de aspas, que se encuentran ubicados en la parte superior de la estructura.
- La nueva línea de Escapes B299 dista: del lado derecho con las soldadoras manuales Bambozzi, del lado izquierdo con la línea de Escapes P473, por el sur con las soldadoras automáticas 3004/3003/3002/3001 y por el norte se encuentra la pared del Galpón.

Servicios Anexos

Para efectuar todas las operaciones de Escapes de la línea B299, es indispensable contar con un determinado número de servicios anexos que permitan que el proceso se desenvuelva con normalidad, ya que ellos son los que impulsan la producción permitiendo el libre ejercicio de los equipos, además que ofrezcan el bienestar y seguridad al operario dentro del área de trabajo.

Para este diseño son necesarios los siguientes servicios anexos:

- **Sistema de Suministro de Electricidad.**

Es un suministro necesario para lograr la producción de Escapes en la línea B299, debido a que la misma es de vital importancia para llevar a cabo el proceso.

Este suministro es de utilidad para todos los equipos usados en la línea; dobladora, cortadora, calibradora, soldadoras bambozzi, soldadoras 3000, soldadora manual, probadora 3007/3010, iluminación y ventilación.

- **Sistema de Suministro de Agua.**

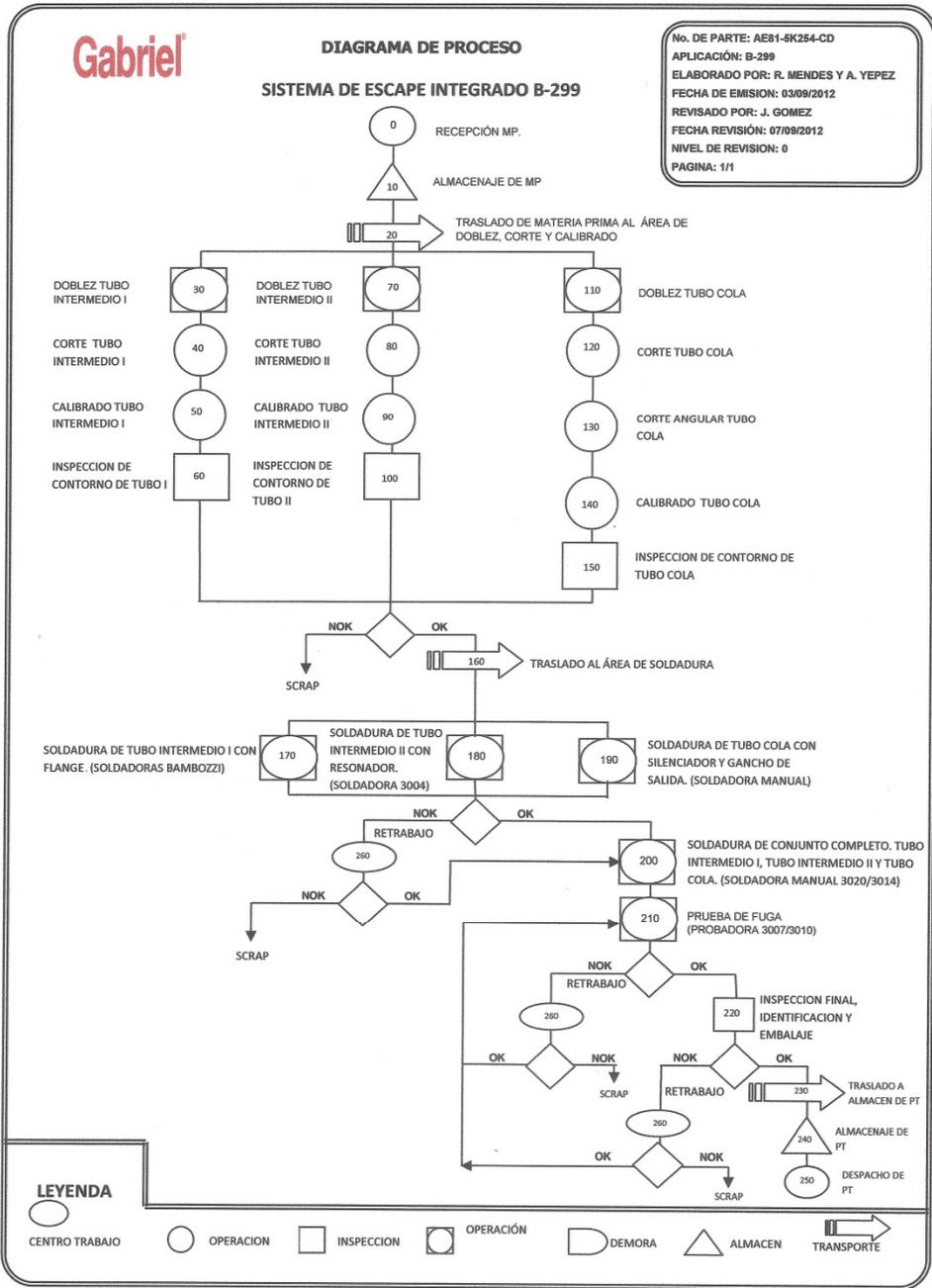
Es de gran utilidad para los operarios, ya que los mismos necesitan cubrir sus necesidades personales tales como la de dirigirse al baño y además le sirve al personal de mantenimiento para conservar todas las aéreas pulcras.

Tiempo de fabricación del Producto

El tiempo se considera como una variable critica para diseñar la línea de producción del B299, debido a que el diseño de la línea influye directamente en el tiempo de fabricación del producto, para lograr que el mismo sea menor que el Tiempo de Ciclo exigido por el cliente. Entonces se debe de establecer:

- Los movimientos dentro de la línea del producto deben de ser realizados con una alta frecuencia, ya que la empresa debe de mantener una política de eliminación de inventarios.
- La jornada laboral de 8 horas/día, debe ser distribuida de forma tal que, se pueda cumplir con la demanda exigida por el cliente (56 Escapes diarios, en promedio).
- El Tiempo de Ciclo de la producción (tiempo que le establece el cliente a la empresa que debe de durar la producción del producto), es de 8 min/escape, por lo que la meta de la empresa será la de lograr una secuencia de flujo del proceso menor al cual es establecido por el cliente.

Definiendo la posible ruta la cual siguen los Escapes de la nueva línea, se procede a diseñar el diagrama de flujo del producto, en donde se detallan todas las actividades que se deben realizar para obtener la pieza, así como también las diferentes áreas y maquinarias indispensables para obtener el producto; partiendo desde la recepción de los materiales hasta el despacho del producto final.



FiguraN° IV.15:Diagrama de Flujo del Proceso de Producción de la Nueva Línea de Escapes (B299)

4.1.4. Proceso de Producción para la Nueva Línea de Escape B299, Basado en un Proceso Similar.

4.1.4.1. Recepción y Almacenamiento de la Materia Prima

La materia prima proveniente del galpón de almacenamiento de los Guayos a las instalaciones de Gabriel de Venezuela C.A., división escapes, dos (2) veces por semana (Martes y Jueves) dependiendo de la demanda. Justo cuando llega ésta es descargada, desglosada, y apilada en Racks; en el caso de que se observe algún defecto en la misma se elabora un reporte para luego efectuar su devolución. Posteriormente el material es trasegado a los racks de manejo interno a la línea de producción.

4.1.4.2. Doble de los Tubos

El proceso de doblez parte con la puesta a punto de la máquina a la cual se le debe colocar el herramental correspondiente al tubo que se pretende doblar. Partiendo del doblez del tubo entrada, se adaptara el Conjunto Dado de Doble de 48x1.2mm R 60, que son las especificaciones en cuanto al diámetro del tubo, su espesor y el radio de doblez que se le pretende dar. Seguidamente el operario introduce la información que le indica el ingeniero de producto, denominados coordenadas X, Y y Z para que la máquina ejecute el proceso, donde se toman los tubos apilados en el rack, se introducen en el mandril de cilindros, el operario pulsa el pedal colocado en el piso para efectuar la operación y finalizada ésta se retira el tubo para colocarlo en el carro de transporte. Este proceso se repite hasta que se finaliza la producción de 56 tubos entrada al día y luego se realiza la misma operación con el tubo intermedio y el tubo cola, cada uno con su Conjunto de Dado específico, siendo para el primero 48x1.2mm R 100 y para el segundo 45x1.2mm R 60. Se debe de tener en cuenta que se invierte un tiempo de una (1) hora, para preparar la máquina por cada herramental.



Figura N° IV.16: Foto Referencial de la Dobladora.

4.1.4.3. Corte de los Tubos

En esta operación se corta el excedente de tubo después de realizar el doblado. Para ello se utiliza una máquina que posee una base soporte que depende de la curvatura del tubo, así como las mordazas que sujetaran al tubo para evitar que éste se mueva al momento de cortarlo. Las mordazas deben de presentar la medida del diámetro exterior del tubo a cortar en la parte donde lo sujetara, si esta es de mayor diámetro no sujetara al tubo, pero si es de menor diámetro entonces deformara el tubo.

El trabajador coloca el tubo en la base, y luego presiona ambos botones de inicio de ciclo, para evitar que este tenga una mano libre, y no permitirle colocarla en la zona de corte. Una vez sujeto el tubo en forma automática la cuchilla se desplazara cortándolo, a la medida deseada.



Figura N° IV.17: Foto Referencial de la Cortadora.

4.1.4.4. Calibrado de los Tubos

En lo que se refiere al calibrado de los tubos, se utilizan 2 máquinas calibradoras para el tubo de entrada; en la primera de ellas se coloca un herramental de reducción para el lado de la salida del tubo y en la segunda calibradora se coloca un herramental de expansión para el lado de la entrada del tubo, seguidamente el operario toma del carrito proveniente de la operación anterior los tubos y los coloca dentro de la primera calibradora, la cual acciona pisando un pedal colocado en el piso, luego ese mismo tubo lo pasa a la segunda calibradora que se acciona de igual manera que la primera para así finalizar el proceso y ponerlo en una cesta o rack de traslado. Este proceso se repite de igual forma para el tubo intermedio a excepción de que en la primera calibradora se coloca un herramental de expansión. Para el tubo cola el proceso de calibrado cambia debido a que solamente se utiliza una máquina a la cual se le coloca un herramental de expansión por el lado de la entrada del tubo pero la operación de la máquina se realiza del mismo modo que en los tubos anteriores.



Figura N° IV.18: Foto Referencial de la Calibradora.

4.1.4.5.Soldaduras

El proceso se inicia con la soldadura del flange de entrada al tubo de entrada en el equipo bambozzi. El operador coloca el herramental requerido para la operación, luego prepara la máquina iniciando con la posición de las pistolas de soldadura, después el ajuste de la intensidad, tipo de alambre y velocidad de éste. Ya colocada las piezas en posición se oprimen los botones de proceso y se realiza la operación.

Los siguientes pasos de soldadura se ejecutan en las máquinas automáticas 3001 hasta la 3004. En cada máquina se colocan los herramentales de soldadura de los cuatro siguientes pasos, tubo entrada a resonador, tubo cola a silenciador, resonador a tubo intermedio y tubo intermedio a silenciador. Cada pieza es centrada por parte del operador y luego sigue con el ajuste de la pistola de soldadura en la posición correcta, continua con la colocación del tipo de alambre especificado y luego ajusta los parámetros de soldadura. Culminado todo estos pasos se procede a realizar la soldadura de una pieza para determinar si se hizo todos los pasos de puesta a punto correctamente.

El proceso consiste en que el operador coloca la pieza en la máquina activa a través de las botoneras el centrado de la pieza, y luego vuelve a oprimir las botoneras para el inicio del ciclo de soldadura. Culminado éste se revisa visualmente el acabado del cordón de soldadura y se pasa a la siguiente operación.

Para culminar el proceso de soldadura, se continúa en el siguiente paso que corresponde a la soldadura de ganchos. Ésta se realiza en una mesa adaptada para la operación. Cada gancho se coloca en posición específica y es sujetado por un clamp que asegura su posición. El operador ajusta todos los parámetros de la fuente de poder, refiérase a tipo de alambre, velocidad e intensidad. Una vez colocado los ganchos y los parámetros de soldadura ajustados, se procede a realizar la soldadura de los ganchos en forma manual.

4.1.4.6. Inspección de Contorno y Posición

Después de soldado el conjunto armado se procede a realizar la inspección del mismo para verificar el hecho de que la pieza cumpla con el diseño que proporciona el cliente, esto se realiza desplazando todo el conjunto ubicado en la mesa donde se soldaron los ganchos y se coloca en el calibre de inspección final, si la pieza encaja con facilidad y no se sobresale entonces se considera consumado el proceso de inspección.

4.1.4.7. Inspección de Fuga

Como complemento en el proceso de inspección y cumpliendo con las especificaciones de plano, se procede a realizar una prueba de fuga con aire. Para esto se utiliza una máquina compuesta por una computadora, en la cual se introducen todas las especificaciones correspondientes a la presión, para que la misma ejerza una presión de aire de 4 psi, también se constituye por una mesa elaborada a la medida donde se colocara el conjunto, seguidamente por cada uno de sus extremos se localizaran unos pistones los cuales serán accionados para inyectarle el aire al escape y verificar que la presión ejercida dentro de él se mantiene. Existe un panel que aprueba o rechaza el conjunto, si está bajo especificación se encenderá una luz verde, pero si se encuentra fuera de especificación se encenderá una luz roja y suena una alerta.

4.1.4.8. Empaque

Culminada la prueba de fuga y la respectiva inspección de la pieza terminada, se procede a colocarse en el racks de empaque para el despacho. Este rack metálico se define por consenso entre el cliente y el proveedor, motivado a que se considera los espacios de camión, espacio físico en las respectivas plantas y la facilidad de toma o colocación de las piezas. La finalidad de ser un racks metálico es para que esté sea retornable y se tenga un ahorro en el empaque.

Los racks son exclusivos para cada pieza, ya que estos deben garantizar, el traslado sin sufrir ningún golpe o avería de cada conjunto, así como la facilidad de colocarlos o removerlos de ellos. Los puntos de apoyo, así como la configuración para que no se golpeen o se caigan son elementos importantes en la forma del rack.



Figura N° IV.19: Foto Referencial de Racks.

4.1.5. Determinación del Cuello de Botella de las Máquinas Disponibles.

Para la determinación de la maquinaria que se requiere para la nueva línea, se deben de comparar los tiempos de las operaciones críticas del proceso como lo son la dobladora y la soldadora. Por lo tanto se efectuó un estudio de tiempo, donde se simularon los tiempos tomando como referencia un proceso similar, se realizó entonces

un número determinado de observaciones y se calculó el tiempo estándar. Este análisis se presenta a continuación:

4.1.5.1 .Análisis del Tiempo Estándar de la Dobladora.

Los tiempos de las observaciones realizadas a la dobladora se encuentran en la siguiente Tabla N° 2

Tabla N° 2:Observaciones realizadas de doblez de tubos en el proceso de la producción de escapes de la Nueva Línea (B299)

Número	Tiempo Ciclo Doblado Tubo Entrada (seg)	Tiempo Ciclo Doblado Tubo Intermedio (seg)	Tiempo Ciclo Doblado Tubo Cola (seg)	Tiempo de Ciclo del Doblado (seg)
1	47,9	172,4	45,3	265,6
2	52,8	179,1	43,8	275,7
3	59,1	185,3	46,6	291
4	53,5	188	45,9	287,4
5	58,1	185,7	45,4	289,2
6	55,3	187	46,6	288,9
7	56,1	188,2	44,8	289,1
8	56,8	182,4	43	282,2
9	52,9	183,4	42,8	279,1
10	50,7	181,2	46,8	278,7
TPS	54,33	183,21	45,08	282,69
SD	3,45	23,47	2,18	8,05

En la tabla anterior se pueden visualizar las diez (10) observaciones realizadas en lo referente al doblado de los tubos que conforman el Escape, esto se efectuó debido a que es necesario determinar el tiempo estándar de las operaciones que visualmente se observaron con mayores demoras en los procesos y conseguir el “cuello de botella” que permitirá la correcta elección de la maquinaria que se debe de adquirir. Realizando esta toma de tiempos también se ayudo a la empresa con lo referente al Run&Rate, política exigida por Ford al momento de la fabricación de un nuevo producto para verificar que el proveedor se ajusta al plan de fabricación y cumple con los requisitos de calidad.

Por otra parte el número de observaciones realizadas tienen que brindarle a la empresa una confiabilidad, necesaria para la toma de decisiones y así cumplir con el

Run&Rate. De tal forma que se realizó un cálculo para el número de observaciones necesarias, estableciendo un nivel de confianza del 95% y una precisión del 5%, con la finalidad de sustentar el estudio realizado y recomendar el diseño de la nueva línea (B299).

En el proceso de doblez las variaciones en cuanto al ciclo de la operación, se debe a la sedimentación del aceite en la máquina, ya que ésta cuando inicia sus actividades su temperatura es baja y a medida que va transcurriendo el tiempo se eleva progresivamente hasta funcionar en sus condiciones normales. Aún así como no son significativas las variaciones, se asume la población de donde se extrajo la muestra como homogénea.

Es por ello que, con un nivel de confianza $C= 95\%$, y un número de muestras $M= 10$, al tratarse de la distribución “T-student”, se tiene 9 grados de libertad. En este sentido el valor de $t_c= 2,262$, y por lo tanto el intervalo “Im” se obtienen de la siguiente manera:

$$Im = 2. Tc. \frac{SD}{\sqrt{M}} = 2(2,262) \frac{8,05}{\sqrt{10}} = 11,51$$

Y con una precisión $K=5\%$ se obtiene el intervalo “T” de la siguiente manera:

$$I = 2.K.X = 2 (0,05) (282,69) = 28,27.$$

Comparando los valores de “Im” con “T” se puede decir que la muestra que inicialmente se tomó satisface los requerimientos de error de muestreo. En este sentido la media muestral TPS puede basarse en las observaciones realizadas en el proceso de doblez.

A continuación se procede a determinar el tiempo estándar del proceso de doblez, pero antes se debe proporcionar una CV la cual será del 100% ya que para la nueva línea se espera que el proceso sea ejecutado por el operario a un ritmo Normal.

En lo que se refiere a las tolerancias la Empresa Gabriel de Venezuela, división escape, determinó que la línea en promedio por cuestiones del cambio de la

herramienta en la máquina se detiene 3 horas por semana. Además en lo correspondiente a la falta de energía eléctrica la línea no se detiene debido a que la empresa posee planta eléctrica y por último en lo concerniente a la falta de materia prima la empresa se detiene $\frac{1}{4}$ de hora a la semana, por lo que la tolerancias por demoras inevitables será de $\frac{3,15}{40} = 8\%$, en lo que respecta a las tolerancias por fatiga se sabe que la jornada de trabajo es de 8 hrs laborales, para el cálculo de las tolerancias por fatiga se utilizará la tabla de las tolerancias típicas ya que aunque ésta no sea perfecta proveen una guía útil y necesaria.

Tabla N° 3: Tabla de Tolerancias Típicas

Suplementos constantes	
Necesidades Personales	5
Fatiga	4
Suplementos Variables	
Trabajar de pie	2
Postura Anormal (Ligeramente Incomoda)	0
Uso de la fuerza (2.5KG)	0
Mala iluminación	0
Condiciones Atmosféricas	0
Concentración intensa (Cierta Precisión)	0
Ruido	5
Tensión Mental	0
Monotonía (Bastante monótono)	4
Tedio (Aburrido)	5
Total	25%

De esta manera entonces se pueden sumar los porcentajes de las tolerancias de las demoras inevitables y de la fatiga obteniendo como resultado final una Tolerancia del 33%.

Ahora se procede a realizar el cálculo del tiempo estándar para el proceso de dobléz:

$$TE = (TPS.CV) * (1 + Tolerancias) = (282,69 * 1) * (1 + 33\%) = 375,98 \text{ segundos}/3 \text{ tubos}$$

Entonces para la producción de 1 tubo el TE debe ser dividido entre 3 dando como resultado $\frac{TE}{3} = 125,33 \text{ segundos/tubo}$.

Este tiempo indica que cada 6 minutos con 20 segundos, finaliza el proceso de dobléz de los 3 tubos. De tal forma que la capacidad real de la máquina será de $\frac{1}{125,33} * 3600 \text{ seg/hr} = 28,72 \text{ tubos/hr}$.

4.1.5.2. Análisis del Tiempo Estándar de la Soldadora Automática

Los tiempos de las observaciones realizadas a la dobladora se encuentran en la siguiente Tabla N° 4:

Tabla N° 4: Observaciones realizadas en operaciones de soldado de tubos en el proceso de producción de escapes de la Nueva Línea (B299)

Numero	Tiempo de Ciclo Soldadora 3001 Tubo Entrada a Resonador (seg)	Tiempo de Ciclo Soldadora 3002 Silenciador a Cola (seg)	Tiempo de Ciclo Soldadora 3003 Resonador a Tubo Intermedio (seg)	Tiempo de Ciclo Soldadora 3004 Tubo Intermedio a Silenciador (seg)	Tiempo de Ciclo Total de Soldadura (seg)
1	33,39	33,9	34,13	34,31	135,73
2	31,46	30,8	32,89	33,17	128,32
3	34,15	31,4	33,38	34,6	133,53
4	31,09	32,9	31,65	34,43	130,07
5	31,35	31,6	32,47	33,72	129,14
6	35,65	34,6	32,91	33,73	136,89
7	33,73	34,5	35,49	33,17	136,89
8	33,66	33,4	32,88	31,09	131,03
Continuación de tabla					
9	33,43	38,7	33,83	32,36	138,32

10	34,91	32	35,48	35,49	137,88
TPS	33,28	33,39	33,51	33,61	133,78
SD	1,54	2,31	1,25	1,25	3,85

Con un nivel de confianza $C= 95\%$, y un número de muestras $M= 10$, al tratarse de la distribución “T-student”, se tienen 9 grados de libertad. En este sentido el valor de $t_c= 2,262$, y por lo tanto el intervalo “Im” se obtienen de la siguiente manera:

$$Im = 2. Tc. \frac{SD}{\sqrt{M}} = 2(2,262) \frac{3,85}{\sqrt{10}} = 5,51$$

Y con una precisión $K=5\%$ se obtiene el intervalo “T” de la siguiente manera:

$$I = 2.K.X = 2 (0,05) (133,78) = 13,38.$$

Comparando los valores de “Im” con “T” se puede decir que la muestra que inicialmente se tomó satisface los requerimientos de error de muestreo. En este sentido la media muestral TPS puede basarse en las observaciones realizadas en el proceso de soldadura.

A continuación se procede a determinar el tiempo estándar del proceso de doblado, pero antes se debe proporcionar una CV la cual será del 100% ya que para la nueva línea se espera que el proceso sea ejecutado por el operario a un ritmo Normal.

En lo que concierne a las tolerancias, se determinó que la línea en promedio por cuestiones del cambio de la herramienta en las máquinas las mismas se detienen por semana 30 min cada una dando un total de 2 hr a la semana. Finalmente por falta de materia prima la empresa se detiene ¼ de hora a la semana, por lo que la tolerancias por demoras inevitables será de $\frac{2,15}{40} = 6\%$, en lo que respecta a las tolerancias por fatiga se sabe que la jornada de trabajo es de 8 hrs laborales, para el cálculo de las tolerancias por fatiga se utiliza la tabla de las tolerancias típicas ya que proveen una guía útil y necesaria.

Tabla N° 5: Tabla de Tolerancias Típicas

Suplementos constantes	
Necesidades Personales	5
Fatiga	4
Suplementos Variables	
Trabajar de pie	2
Postura Anormal (Ligeramente Incomoda)	0
Uso de la fuerza (15 Kg)	5
Mala iluminación	0
Condiciones Atmosféricas	10
Concentración intensa (Cierta Precisión)	0
Ruido	5
Tensión Mental	0
Monotonía (Bastante monótono)	1
Tedio (Aburrido)	2
Total	34%

De esta manera entonces se pueden sumar los porcentajes de las tolerancias de las demoras inevitables y de la fatiga obteniendo como resultado final una Tolerancia del 40%.

Ahora se procede a realizar el cálculo del tiempo estándar para el proceso de soldado:

$$TE = (TPS.CV) * (1 + Tolerancias) = (133,78 * 1) * (1 + 40\%) = 187,3 \text{ segundos/conjunto}$$

Este tiempo indica que cada 3 minutos con 29 segundos, finaliza el proceso de soldado del conjunto.

Entonces para la producción de una (1) soldadura automática el TE debe ser dividido entre 4 dando como resultado $\frac{TE}{4} = 46,83$ segundos/soldadura automática.

De tal forma que la capacidad real de la máquina soldadora será de $\frac{1}{43,83} * 3600$ seg/hr = 82 soldaduras/hr.

4.1.6. Análisis de la situación crítica

Al momento de seleccionar la maquinaria es fundamental tener en consideración tanto el producto (Escapes) que se desea ensamblar como las necesidades de producción (280 escapes/semana) en promedio.

Por otra parte en la selección de la maquinaria hay que considerar de igual manera lo siguiente: seguridad laboral, confiabilidad, espacio requerido, necesidades personales, costo del equipo, capacidades técnicas entre otros. Para finalmente seleccionar la que mejor se adapte a todos estos requerimientos.

El estudio de tiempo que previamente se realizó, refleja que la capacidad de producción de la dobladora es de 28 conjuntos por hora, de tal forma que ésta es la capacidad crítica para este estudio (Cuello de Botella). Por lo tanto como el proceso que se realiza con las soldadoras automáticas viene siendo mucho más rápido y lo que se pretende es tener capacidades técnicas iguales, es necesario que el proceso de doblado se adelante una semana. En este sentido se podría armonizar ambos procesos y así la línea se encontrará balanceada sin necesidad que se pare en alguna estación de trabajo. Claro esto solo se podría si las soldadoras automáticas únicamente fueran clientes de la Nueva Línea (B299) pero sucede el caso de que no es así, sino que por el contrario estas máquinas se encuentran a su máxima capacidad de trabajo y cortas de tiempo ya que éstas son utilizadas en 2 Líneas ya existentes dentro de la empresa y la misma pretende adicionarle otras 3 Líneas, por lo que se hace necesario incurrir en nuevas alternativas para la realización del proceso de soldadura, como lo son la adquisición de nuevas maquinarias para entonces satisfacer las necesidades del cliente en cuanto a demanda y las necesidades de la empresa en lo referente a la producción. Es de suma

importancia recalcar que la compra de una dobladora adicional no es factible por su alto costo, en lo cual la empresa no puede incurrir.

Teniendo en consideración que la empresa desea ser competitiva y no incurrir en costos operacionales elevados debido a mantenimiento, los equipos deben ser nuevos y con dimensiones apropiadas capaces de integrarse dentro de las actuales instalaciones de la empresa. Con respecto a lo antes planteado y con un asesoramiento con expertos en el área (proveedores de confianza de la compañía), los equipos seleccionados para la compra son los siguientes:

Requerimientos

Equipo: Soldadora Manual Miller Deltaweld 452

Descripción General:

- Máquina de **450 amperios**, siendo la que mejor se adapta a su soldadura.
- [Compensación de voltaje de línea](#) mantiene los parámetros de soldadura constante, incluso cuando la entrada de cambio tensiones de $\pm 10\%$. Elimina la necesidad de cambiar los parámetros de soldadura durante todo el día.
- **Dos terminales de salida positivos** permiten a los operadores optimizar el rendimiento del arco.
- Único [Fan-On-Demand](#) TM sistema de refrigeración funciona sólo cuando sea necesario. Reduce los contaminantes arrastrados al ruido de la máquina y el exceso en las áreas de trabajo.
- **Placa de circuito cerrado** proporciona una protección adicional mediante la eliminación de los contaminantes que provocan el fallo prematuro de los componentes.
- [Protección de sobrecarga térmica](#), componentes internos están protegidos contra daños de protección contra sobrecargas térmicas que apaga automáticamente la unidad si se excede el ciclo de trabajo o flujo de aire y la refrigeración están restringidas.

- **Capacidad de control remoto** permite la capacidad de los operadores de puesta a punto a una distancia extendida.
- Los medidores digitales para el pre-ajuste o monitoreo de voltaje o amperaje de soldadura para un control más preciso.

Equipo: Inspección de Prueba de Fuga

Descripción General:

La inspección de la prueba de fuga se realiza para detectar las fallas que se pueden presentar en la soldadura, tanto como poros, falta de solape o discontinuidad. Esta consistirá en desarrollar una estructura metálica conformada de tubos cuadrados de 50x50 mm y soportes de sujeción, donde se apoya la pieza y ésta debe presentar cilindros neumáticos con tapones que tapen la entrada y la salida del conjunto, a su vez uno de los tapones tendrá un orificio de entrada de aire que presuriza internamente al conjunto hasta que éste llegue a tener una presión interna entre 4 a 5 psi. La funcionalidad de los cilindros se realiza en forma manual y el equipo de presurización mantiene este por un tiempo de 30 segundos, para determinar si existen o no fugas.

Equipo: Calibre de Inspección de Contorno y Posición

Descripción General:

Mesa de base calibrada que contiene en su parte superior torres en forma de U de acero templado, posicionadas según plano con alta precisión, equivalente a la mitad de la tolerancia permitida, para controlar posiciones claves y ruta del sistema de escape.

Se puede controlar con esta mesa, la ruta de la tubería, la posición del silenciador y el resonador, así como también la posición de los ganchos de sujeción, logrando asegurar y simular la posición de la pieza en el vehículo.

Se tiene como norma que todas las piezas producidas deben ser pasadas y verificadas por esta mesa.

Equipo: Soldadora Automática

Descripción:

Máquina con capacidad de realizar soldadura circulares colocando las piezas en forma vertical, permitiendo ciclos de trabajo en 14 segundos aproximadamente y ahorrando espacio por su forma vertical.

Consta de dos cabezales de sujeción giratorios, uno en la parte superior y el otro en la parte inferior. Permitiendo el uso de herramientas específicos para cada operación, logrando evitar que el operador coloque la pieza en forma incorrecta o una pieza equivocada.

Presenta una fuente de poder Miller Deltaweld 452, para la realización de soldadura tipo MIG. Realiza la operación ejecutando un ciclo programado por un PLC, donde centra la pieza por medio de un brazo retráctil, luego acerca la antorcha de soldadura, realiza la soldadura girando la pieza, culmina el ciclo de soldadura y se retira el brazo para dejar libre la pieza.

CAPÍTULO V

Generación de Alternativas

5.1. Generación de las Diferentes Alternativas de Solución y Selección de la Mejor.

5.1.1. Alternativa N° 1:Operaciones primordialmente manuales de la línea (B299).

Esta alternativa plantea que el proceso de doblez se inicia a partir del tubo entrada dándole las especificaciones correspondientes indicadas por el cliente (radio de doblez), para lo cual el operario coloca la pieza en la máquina y seguidamente introduce la información suministrada; después se procede a realizar el doblado del tubo, de igual manera se efectúa esta operación con el tubo intermedio y tubo cola.

Luego se realiza el corte del excedente de tubo después de ejecutar el doblado, para ello el trabajador coloca la pieza en la base, e inmediatamente presiona ambos botones de inicio de ciclo y así logra darle el largo requerido a cada uno, comenzando por el tubo entrada siguiendo con el intermedio y finalmente el tubo cola. Cabe destacar que el último necesita de un corte adicional para darle el ángulo exigido, operación que se realiza en una cortadora manual.

En lo que se refiere al calibrado de los tubos, se utilizan 2 máquinas calibradoras comenzando con el tubo de entrada; en la primera de ellas se coloca un herramental de reducción y en la segunda calibradora se coloca un herramental de expansión, seguidamente el operario coloca el tubo en la calibradora que necesite para hacer el ajuste, la cual se acciona pisando un pedal colocado en el piso; luego este proceso se repite de igual forma para el tubo intermedio y tubo entrada.

El siguiente paso es realizar la inspección de cada tubo para verificar el hecho de que cumplan con el diseño que proporciona el cliente; si cada pieza encaja con facilidad dentro del lugar bajo especificaciones y no se sobresale entonces se considera consumado el proceso de inspección.

Ahora se continua con el proceso de soldadura iniciando con la búsqueda del tubo intermedio y el silenciador, para ser colocados sobre la mesa en la cual el operario realiza la operación manualmente, finalizada esta actividad se busca el tubocola que es soldado al silenciador. Seguidamente el operario necesita el resonador para soldarlo al tubo intermedio y al culminar éste paso se toma el tubo entrada soldándolo al resonador. Para la penúltima operación se requiere del flange el cual debe ser soldado al tubo entrada y por ultimo para obtener el conjunto completo se deben fijar los ganchos de la misma forma como se realizaron todas las operaciones previamente. En esta alternativa las actividades de soldadura son realizadas de forma manual, utilizando un equipo Miller Deltaweld 452, el cual el operador utiliza a través de una pistola y dependiendo del diámetro que la pieza a soldar tenga el tiempo de la actividad varía.

Ahora se procede a realizar la prueba de fuga con aire del conjunto completo. Para esto se utiliza una máquina especializada, en la cual se introducen todas las especificaciones correspondientes a la presión necesaria para la prueba que es de 4 psi, ésta también se constituye por una mesa elaborada a la medida donde se colocara el conjunto. Luego se verifica que la presión ejercida dentro de él se mantenga. Un panel encenderá una luz verde si el conjunto esta dentro de especificaciones, pero si se encuentra fuera de especificación se encenderá una luz roja y sonara una alerta.

Culminada la prueba de fuga se lleva a cabo la inspección del mismo para verificar el hecho de que la pieza cumpla con el diseño que proporciona el cliente, esto se realiza desplazando todo el conjunto ubicado en la mesa donde se realizo la prueba de fuga y se coloca en el calibre de inspección final, si la pieza encaja con facilidad y no se sobresale entonces se considera consumado el proceso de inspección.

Por último al finalizar la prueba de fuga se colocan los conjuntos dentro de los racks de empaque para el despacho.

Actividades

Debido a que en las alternativas el proceso de soldadura es el que influye directamente en la decisión a tomar y dentro del área delimitada por la empresa se desarrolla esta actividad conjuntamente con la de prueba de fuga, calibre de inspección de contorno y el almacenaje del producto terminado, solo éstas se tienen en cuenta para el estudio (esto se debe a que el proceso de doblado, corte, calibrado e inspección, son comunes para ambas alternativas y externas al área de la línea).

Tabla N° 6: Descripción de las Actividades de la Alternativa N° 1

Tarea	Lugar	Descripción
A	Departamento A	Búsqueda de Flange
B	Departamento B	Búsqueda de Tubo Entrada
C	Departamento C	Búsqueda de Tubo Cola
D	Departamento D	Búsqueda de Tubo Intermedio
E	Departamento E	Búsqueda de Resonador
F	Departamento F	Búsqueda de Silenciador
G	Departamento G	Búsqueda de Ganchos
H	Departamento H	Soldadura Manual Tubo de Entrada a Flange
I	Departamento I	Soldadura Manual Tubo Entrada a Resonador
J	Departamento J	Soldadura Manual Silenciador a Cola
K	Departamento K	Soldadura Manual Resonador a Tubo Intermedio
L	Departamento L	Soldadura Manual Tubo Intermedio a Silenciador
M	Departamento M	Soldadura Manual Ganchos
N	Departamento N	Prueba de Fuga
O	Departamento O	Inspección Final de Contorno y Posición
P	Departamento P	Almacenaje de Producto Terminado en Racks

Relación de Actividades

Para lograr la excelencia en el proceso de producción de escapes de la nueva línea (B299) tiene que haber una perfecta conexión entre todas las actividades necesarias, de manera que el producto final cumpla con la calidad exigida por el cliente.

Por otra parte en la búsqueda de un mejor proceso, el cual pueda cumplir con la producción diaria establecida, reducir fatiga al operario, tener una adecuada distribución en planta y manejo de materiales, entre otros; se debe entonces establecer una secuencia conveniente según la relación de los departamentos, la cual se describirá a continuación en la siguiente tabla:

Tabla N° 7: Relación entre las Actividades Alternativa N° 1

Producto	Secuencia
Escapes del (B299)	D-F-L-C-J-E-K-B-I-A-H-G-M-N-O-P

Luego de haber definido las relaciones entre los departamentos es importante entonces la relación de proximidad (ver apéndice 1).

Figura N° V.1: Diagrama Relacional Alternativa N° 1

La cercanía entre los departamentos se sustenta en como las piezas tienen que ir ubicadas para poder formar el conjunto con mayor facilidad. De manera que es sumamente importante que exista proximidad entre las áreas de materia prima como se aprecia en la figura anterior, para posteriormente llevar a cabo el proceso de soldadura, ya que de no encontrarse juntas se entorpecerían las operaciones y se emplearía tiempo adicional en la búsqueda de aquellas piezas que deben soldarse entre sí. Además finalizadas las soldaduras se tiene una linealidad en cuanto a los departamentos debido a que es la manera de seguir con el diagrama del proceso.

Siendo necesario determinar el tiempo estándar por cada una de las actividades, se tendrán en consideración lo siguiente:

- La tolerancia por fatiga calculada previamente en el análisis del tiempo estándar de la soldadora automática, se tomará en cuenta para todas aquellas actividades relacionadas con la soldadura. Tomando ésta un valor de 34%, ver (Tabla N°5).
- Para las actividades complementarias al proceso de soldadura, estos determinarán mediante una nueva tabla de tolerancias típicas el valor de la tolerancia por fatiga.

Cálculo de las Tolerancias por Fatiga para las Actividades no relacionadas con la Soldadura.

Tabla N° 8: Tabla de Tolerancias Típicas

Suplementos constantes	
Necesidades Personales	5
Fatiga	4
Suplementos Variables	
Trabajar de pie	2

Postura Anormal (Ligeramente Incómoda)	0
Uso de la fuerza (15 Kg)	5
Mala iluminación	0
Condiciones Atmosféricas	0
Concentración intensa (Cierta Precisión)	0
Ruido	5
Tensión Mental	0
Monotonía (Bastante monótono)	1
Tedio (Algo Aburrido)	0
Total	22%

Habiéndose establecido las tolerancias por fatiga de las actividades no relacionadas con la soldadura se realiza ahora la simulación de los tiempos de las actividades lo cual se encuentra en la tabla N° 9

Tabla N° 9: Tiempos de cada una de las Actividades (Simulados). Alternativa N° 1.

Tarea	Tiempo de Ejecución (Seg/unid)										Tiempo Promedio (Seg/unid)	Tiempo Estándar		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Tolerancia (%)	C.V	Total
D	3,00	2,86	2,99	2,88	2,95	2,86	2,90	3,04	2,97	3,00	3	22	100	4
F	2,08	2,04	1,91	2,03	2,02	1,97	2,07	2,08	2,02	2,08	2	22	100	3
L	140,30	139,36	133,36	129,72	129,53	132,03	132,26	136,20	133,59	140,30	135	34	100	180
C	2,87	3,11	3,13	2,93	2,88	2,94	2,85	3,01	2,97	2,87	3	22	100	4
J	146,90	134,95	142,36	136,17	139,20	137,21	135,46	143,85	139,63	146,90	141	34	100	188
E	5,11	4,92	4,78	5,19	5,05	5,20	5,17	5,12	5,05	5,11	5	22	100	6
K	140,95	130,89	135,67	132,20	130,12	129,97	141,53	138,05	135,39	140,95	135	34	100	180
B	3,12	2,89	2,97	2,91	3,04	3,01	2,95	3,06	3,01	3,12	3	22	100	4
I	138,37	136,67	133,05	137,75	139,52	137,17	135,08	128,92	136,72	138,37	135	34	100	180
A	2,93	2,94	2,92	2,99	2,86	2,90	2,87	2,86	2,93	2,93	3	22	100	4
H	182,09	172,48	184,39	179,56	178,59	172,36	170,20	172,43	176,78	182,09	178	34	100	237
G	4,98	4,88	5,06	5,18	4,93	4,88	5,10	4,86	4,95	4,98	5	22	100	6
M	138,28	144,85	140,81	139,85	131,54	131,83	139,16	140,43	138,57	138,28	138	34	100	184
N	141,12	139,86	148,51	143,05	147,74	136,85	141,12	140,91	141,79	141,12	142	22	100	190
O	109,08	111,08	112,68	107,94	113,73	115,23	113,58	111,71	111,79	109,08	113	22	100	150
P	4,84	4,98	4,95	4,77	5,07	5,00	5,11	5,11	5,00	4,84	5	22	100	6

Ahora se procede a elaborar la Tabla N° 10 en la que se denota la precedencia de las actividades. Dicha tabla se muestra a continuación.

Tabla N° 10: Precedencia de las Actividades. Alternativa N° 1.

Tarea	Tiempo de Ejecución (seg)	Precedencia
D	4	-
F	3	-
L	180	D,F
C	4	-
J	188	L,C
E	6	-
K	180	D,E
B	4	-
I	180	E,B
A	4	-
H	237	B,A
G	6	-
M	184	G,L,J,K,I,H
N	190	M
O	150	O
P	6	P

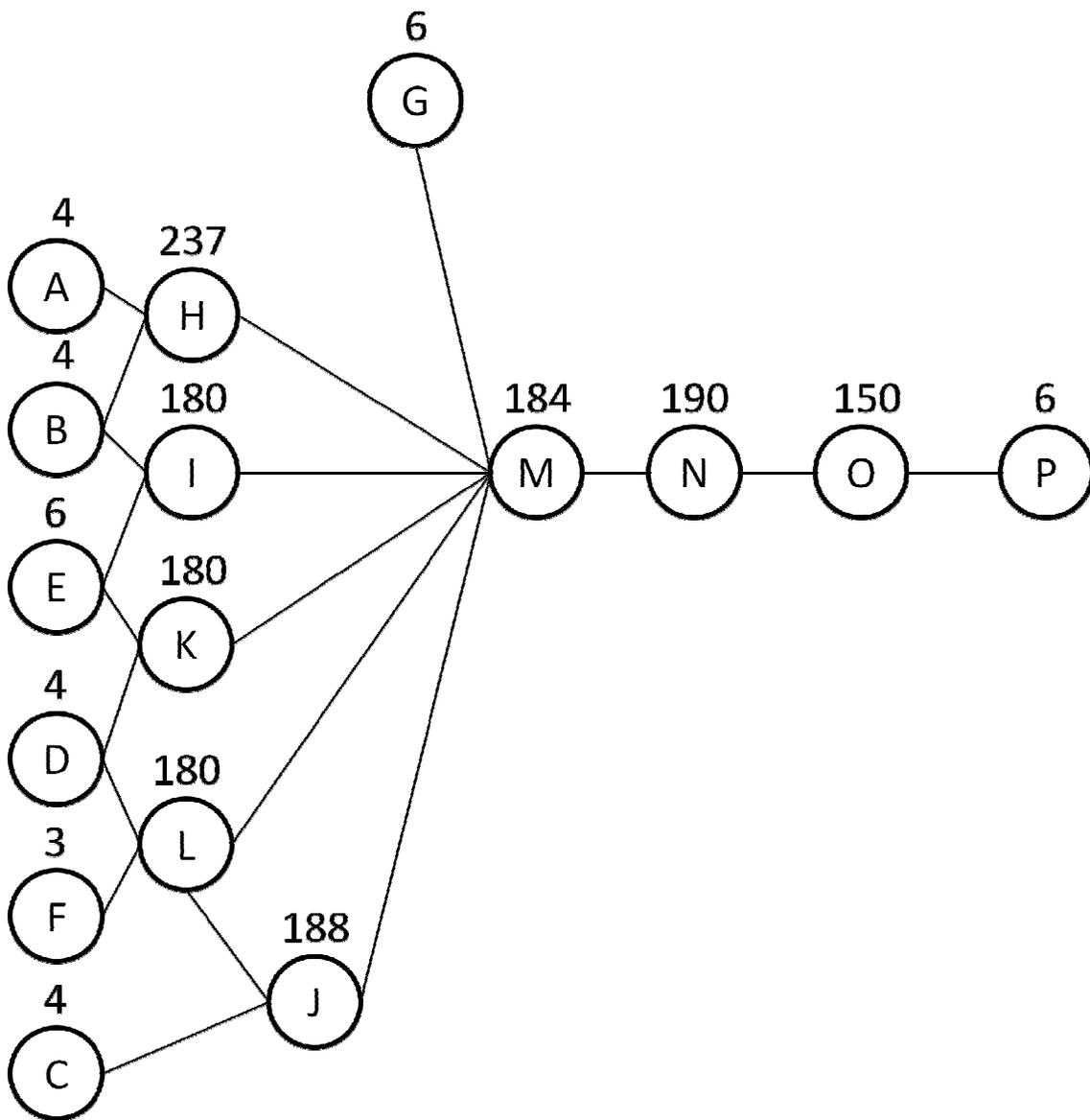


Figura N° V.2: Precedencia Alternativa N°1

Tabla N° 11: Posiciones Ponderadas. Alternativa N° 1

Operación	D	F	L	A	B	H	C	J	E	I	K	G	M	N	O	P
Posición Ponderada	902	901	898	771	771	767	722	718	716	710	710	536	530	346	156	6

La demanda que requiere el cliente es de 56 unid/día, sin embargo se trabaja con una holgura del 6% exigido por la empresa, por esa razón entonces la línea se diseña de esta manera, para cumplir con esas exigencias.

$$T_c = \frac{\text{Jornada}}{\text{Produccion}} = \frac{8\text{hr}/\text{dia} \times 60\text{min}/\text{hr}}{60\text{unid}/\text{dia}} \cong 8 \text{ min}/\text{unid} = 480 \text{ seg}/\text{unid}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Estaciones de Trabajo} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo para la Tarea } i}{T_c} = \frac{25,4\text{min}}{8\text{min}/\text{unid}} = 3,18 \cong 4$$

5.1.1.1. Balanceo de la Alternativa N° 1

Tabla N° 12: Tabla de Asignación. Alternativa N° 1

Estación	Elemento I	Posición Ponderada	Precedencia	Ti	∑Ti	TNA	Ocio	Observaciones
I	D	1165	-	4	4	476		Asignado
	F	1164	-	3	7	469		Asignado
	L	897	D y F	180	187	289		Asignado
	A	769	-	4	191	285		Asignado
	B	769	-	4	195	281		Asignado
	H	766	A y B	237	432	44	44	Asignado
II	C	720	-	4	4	476		Asignado
	J	717	L y C	188	192	288		Asignado
	E	714	-	6	198	282		Asignado
	I	709	B y E	180	378	102	102	Asignado
III	K	709	E y D	180	180	300		Asignado
	G	534	-	6	186	294		Asignado
	M	529	G,H,I,K,L,J	184	370	110	110	Asignado
IV	N	345	M	190	190	290		Asignado
	O	155	N	150	340	140		Asignado
	P	5	O	6	346	134	134	Asignado

Ya determinado el número de estaciones, se determina la superficie que ocuparía las distintas estaciones de trabajo.

Para realizar esta distribución se determinó que es necesario el uso de 2 mesas de soldadura ya que el proceso se divide en cuatro (4) estaciones, las dos primeras estaciones

utilizarían una sola mesa y la otra se destina a la estación III. Por último, para la estación IV es necesario el uso de una mesa de calibre de inspección de contorno y posición, además de un sitio específico para la realización de la prueba de fuga. Adicionalmente, para los almacenes se estima necesario dejar espacio para los carros de almacenamiento de materia prima y para el rack de producto terminado.

En esta propuesta, se deben de realizar algunas actividades externas al espacio delimitado como el doblado de los tubos, el corte y el calibrado ya que debido a las dimensiones de las maquinarias, las mismas no se pueden posicionar dentro de la zona especificada, además de que éstas son también de uso común para las otras líneas de ensamble existentes en la empresa.

Las superficies necesarias para todas estas operaciones serán entonces calculadas a continuación. Primeramente debemos de conocer el espacio disponible que se posee para la realizar la distribución de la nueva línea, el cual se encuentra representado en la figura V.3.



Figura N° V.3: Espacio Actual Disponible

Aplicando el método de Guerchet el cual se encuentra basado en el cálculo del área de 3 superficies, se obtiene la siguiente tabla:

Tabla N° 13: Determinación Área Nueva Línea (B299). Alternativa N° 1

Equipos	Cantidad	Dimensiones		Altura (mts)	Lados a usar	K	Ss	Sg	Se	ST
		Largo (mts)	Ancho (mts)							
Almacén MP Silenciador	1	1,22	1	1,5	1	0,82	1,22	1,22	2,003	4,443
Almacén MP Tubo Intermedio	1	1,22	1	0,9	1	0,82	1,22	1,22	2,003	4,443
Almacén MP Flange	1	0,8	0,6	0,8	1	0,82	0,48	0,48	0,788	1,748
Almacén MP Tubo Entrada	1	0,8	0,6	0,8	1	0,82	0,48	0,48	0,788	1,748
Almacén MP Resonador	1	1,22	1	1,5	1	0,82	1,22	1,22	2,003	4,443
Almacén MP Tubo Cola	1	0,8	0,6	0,8	1	0,821	0,48	0,48	0,788	1,748
Soldadura Manual I	1	1,18	3,38	0,9	2	0,821	3,98	7,97	9,824	21,789
Soldadura Manual II	1	1,18	3,38	0,8	1	0,821	3,98	3,98	6,549	14,526
Almacén MP Ganchos	1	0,8	0,6	0,8	1	0,821	0,48	0,48	0,788	1,748
Calibre de Inspección Final	1	3,7	0,8	0,9	1	0,821	2,96	2,96	4,860	10,780
Prueba de Fuga	1	4,43	0,42	0,9	1	0,821	1,86	1,86	3,055	6,776
Rack de Producto Terminado	1	2,9	1,3	1,2	1	0,821	3,77	3,77	6,190	13,730
Área Total										87,927

5.1.1.2. Distribución en Planta de la Nueva Línea (B299). Alternativa N° 1

La Distribución que se muestra a continuación, es resultado de un amplio proceso de análisis y diseño visto hasta los momentos. Las máquinas soldadoras se colocaron segundas en columnas para facilitar su trabajo a la hora de soldar y el flujo de los materiales cuando éstas se encuentren operando. El flujo de proceso viene dado de derecha a izquierda, empezando desde el silenciador, el tubo intermedio, flange y tubo entrada donde se almacena la materia prima, donde luego estos materiales son soldados por los operarios y pasando por los distintos procesos, terminando en la prueba de fuga y el calibre de inspección final donde queda completado el conjunto para colocarlo en los racks de producto terminado.

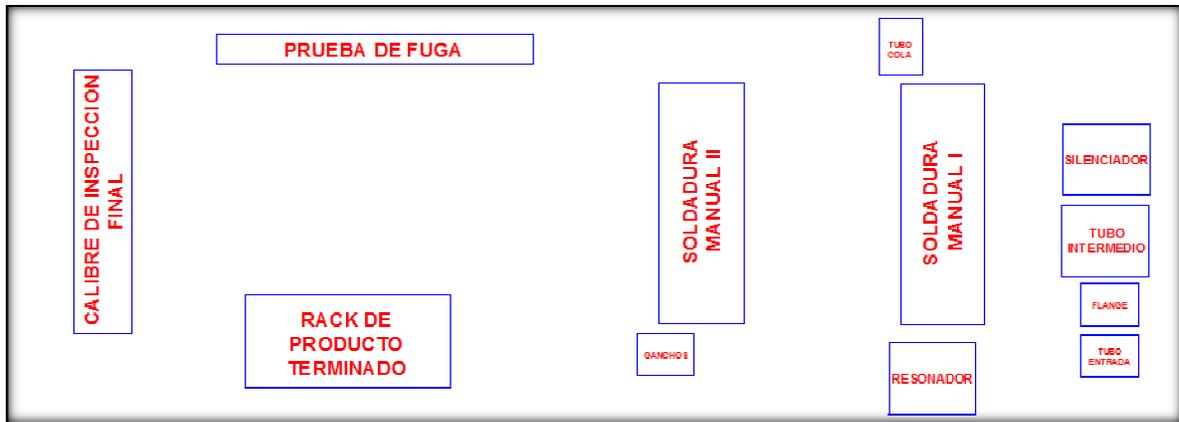


Figura N° V.4: Distribución de Planta Propuesta. Alternativa N° 1

5.1.2. Alternativa N° 2: Operaciones semi-automatizadas de la línea (B299).

La alternativa N° 2 se inicia con los mismos procesos que la anterior empezando por el doblado, corte, calibrado e inspección de los diferentes tubos; procesos que no varían en su ejecución debido a que son comunes y externos al área de la línea.

Por otro lado en lo que refiere al proceso de soldadura si existen variaciones, comenzando por la soldadura del flange con el tubo entrada la cual se realiza en el equipo bambozzi. El operador coloca el herramental requerido para la operación, luego se prepara la máquina iniciando con la posición de las pistolas de soldadura. Una vez colocadas las piezas en su posición se oprimen al mismo tiempo los botones de proceso y se lleva a cabo la operación. La segunda soldadura del tubo entrada con el resonador se realiza en la soldadora automática IV, el resonador al tubo intermedio en la automática III, el tubo intermedio al silenciador en la automática II y el silenciador con el tubo cola en la automática I. En éste proceso de las soldadoras automáticas consiste en que el operador coloca la pieza en la máquina, la cual activa a través de las botoneras para el centrado de la pieza, y luego vuelve a oprimir las botoneras para el inicio del ciclo de soldadura. Por último la soldadura de los ganchos al conjunto completo se lleva a cabo de manera manual con una Miller Deltaweld 452, ésta se realiza en una mesa adaptada para la operación.

Después se continúa con la prueba de fuga con aire del conjunto completo. Para esto se utiliza una máquina especializada, en la cual se introducen todas las

especificaciones correspondientes a la presión necesaria para la prueba que es de 4 psi. Luego se verifica que la presión ejercida dentro de él se mantenga. Un panel encenderá una luz verde si el conjunto está dentro de especificaciones, pero si se encuentra fuera de especificación se encenderá una luz roja y sonará una alerta.

Finalizada la prueba de fuga se lleva a cabo la inspección del mismo para verificar el hecho de que la pieza cumpla con el diseño que proporciona el cliente, esto se realiza desplazando todo el conjunto ubicado en la mesa donde se realizó la prueba de fuga y se coloca en el calibre de inspección final, si la pieza encaja con facilidad y no se sobresale entonces se considera consumado el proceso de inspección.

Por último al finalizar la prueba de fuga se colocan los conjuntos dentro de los racks de empaque para el despacho.

Relación entre las Actividades

Tomando en cuenta que se pretende generar otra propuesta, es necesario contar con estaciones de trabajo o departamentos que se ajusten a la misma. De esta manera en la Tabla N° 14 se exponen los departamentos, siendo estos los siguientes:

Tabla N° 14: Descripción de los Diferentes Departamentos Alternativa N°2

Tarea	Lugar	Descripción
A	Departamento A	Búsqueda de Flange
B	Departamento B	Búsqueda de Tubo Entrada
C	Departamento C	Búsqueda de Tubo Cola
D	Departamento D	Búsqueda de Tubo Intermedio
E	Departamento E	Búsqueda de Resonador
F	Departamento F	Búsqueda de Silenciador
G	Departamento G	Búsqueda de Ganchos
H	Departamento H	Soldadura Bambozzi Tubo de Entrada a Flange
I	Departamento I	Soldadura Automática Tubo Entrada a Resonador
J	Departamento J	Soldadura Automática Silenciador a Cola
K	Departamento K	Soldadura Automática Resonador a Tubo Intermedio

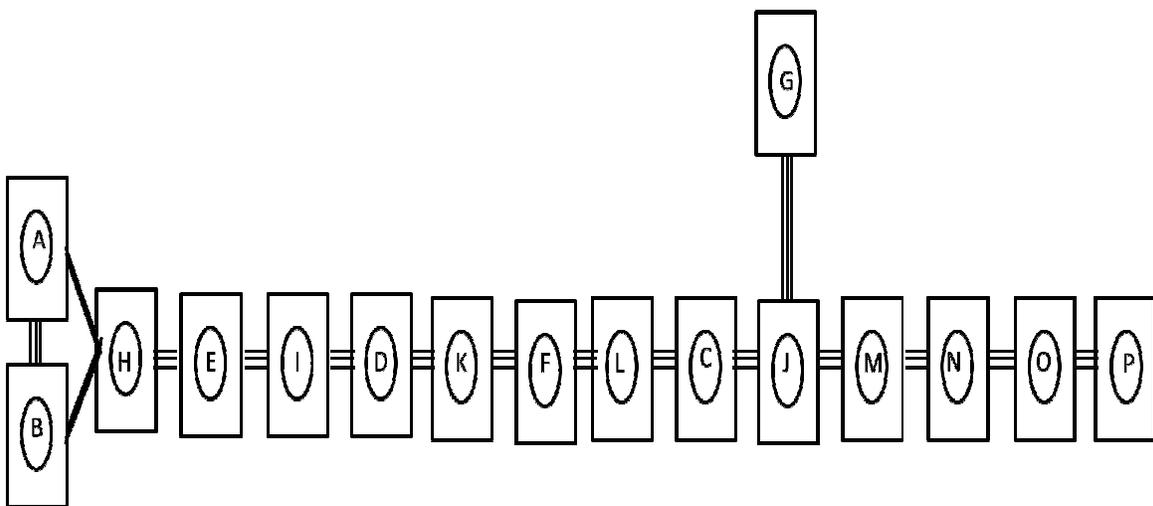
Continuación de tabla		
L	Departamento L	Soldadura Automática Tubo Intermedio a Silenciador
M	Departamento M	Soldadura Manual Ganchos
N	Departamento N	Prueba de Fuga
O	Departamento O	Inspección Final Mesa de Contorno y Posición
P	Departamento P	Almacenaje de Producto Terminado en Racks

Se debe establecer una secuencia conveniente según la relación de los departamentos, la cual se describe a continuación:

Tabla N° 15: Relación entre las Actividades Alternativa N°2

Producto	Secuencia
Escapes del (B299)	A-B-H-E-I-D-K-F-L-C-J-G-M-N-O-P

Es necesario definir el área que ocupará cada departamento, basado en las mediciones de las mesas y separados por una distancia mínima de 1,2 metros entre sí por cada departamento de soldadura debido a que así lo establece la empresa, las mismas se corresponden de la siguiente forma:



FiguraN° V.5: Relación de Espacio Alternativa N°2

En esta segunda alternativa la cercanía entre los distintos departamentos se sustenta en la forma que se va a realizar el proceso, siendo éste automatizado los departamentos de materia prima y las máquinas soldadoras deben de ir juntas, de no encontrarse de esa manera no se podrán realizar las operaciones de forma continua, ya que cada máquina esta adecuada para llevar a cabo un trabajo con un tipo específico de pieza. Una vez culminadas las soldaduras, se tiene una linealidad en cuanto a los departamentos ya que es la manera de seguir con el diagrama del proceso al igual que en la alternativa anterior.

Siguiendo con el procedimiento ya elaborado en la alternativa N° 1 se procede entonces a elaborar la Tabla de los tiempos de cada actividad la cual se encuentra en el apéndice N° 2 y la Tabla N° 16 que se muestra a continuación.

Tabla N° 16: Precedencia de las Actividades. Alternativa N°2

Tarea	Tiempo de Ejecución (seg)	Precedencia
A	4	-
B	5	-
H	34	A,B
E	6	H
I	46	E
D	5	I
K	44	D
F	6	K
L	44	F
C	4	L
J	44	C
G	4	-
M	237	J
N	190	M
O	150	N
P	6	O

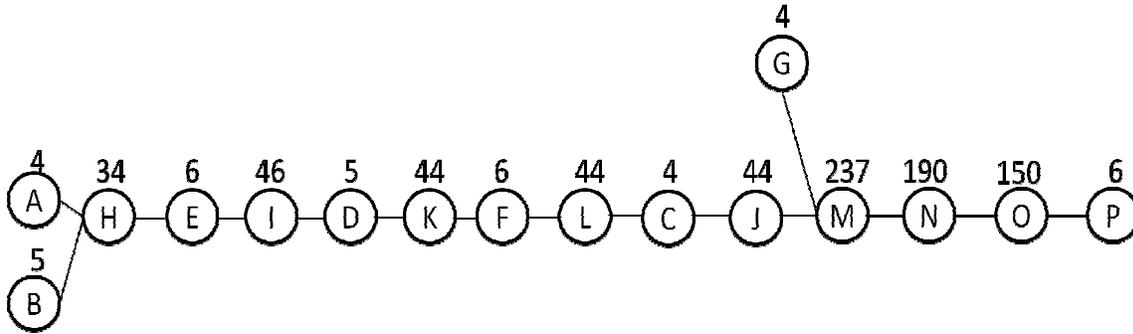


Figura N° V.6: Diagrama de Precedencia. Alternativa N°2

Tabla N° 17: Posiciones Ponderadas. Alternativa 2

Operación	B	A	H	E	I	D	K	F	L	C	J	G	M	N	O	P
Posición Ponderada	821	820	816	782	776	730	725	681	675	631	627	587	583	346	156	6

Tc = _____

N° de Estaciones de Trabajo = _____

Ya determinada las estaciones mínimas necesarias para el balanceo de la línea, se procede a elaborar la tabla de asignación; aunque se considera que el operario que realiza la actividad de soldadura manual no puede efectuar la operación de la inspección de contorno y posición, debido a que su vestimenta y guantes indispensables para dicha labor no le proporciona la destreza necesaria. Adicionalmente de querer seguir con la secuencia del proceso sería engorroso, ya que tendría que emplear tiempo adicional retirándose todos los equipos que le imposibiliten llevar a cabo la tarea y luego volvérselos a colocar para continuar con su trabajo de soldadura manual.

5.1.2.1 Balanceo de la Alternativa N° 2

Tabla N° 18:Tabla de Asignación. Alternativa N°2

Estación	Elemento I	Posición Ponderada	Precedencia	Ti	$\sum Ti$	TNA	Ocio	Observaciones
I	B	821	-	4	4	476		Asignado
	A	820	-	5	9	471		Asignado
	H	816	A y B	34	43	437		Asignado
	E	782	H	6	49	431		Asignado
	I	776	E	46	95	385		Asignado
	D	730	I	5	100	380		Asignado
	K	725	D	44	144	336		Asignado
	F	681	K	6	150	330		Asignado
	L	675	F	44	194	286		Asignado
	C	631	L	4	198	282		Asignado
	J	627	C	44	242	238		Asignado
	O	156	N	150	392	88		Asignado
II	P	6	O	6	398	82	82	Asignado
	G	587	-	4	4	476		Asignado
	M	583	G	237	241	239		Asignado
	N	346	M	190	431	49	49	Asignado

Teniendo en consideración lo citado anteriormente con lo que se refiere al operario que tiene que realizar la soldadura manual, se aprecia como existe una modificación en cuanto al orden de las actividades con respecto a las posiciones ponderadas. Es decir, el primer operario comienza el proceso realizando sucesivamente las soldaduras automáticas hasta que culmine con todas ellas, luego espera hasta que el otro operario finalice con sus actividades para realizar la prueba de inspección de contorno y colocar el conjunto en el rack de producto terminado. Respecto al primer operario éste únicamente cuenta con unos guantes de tela que le ayudan en sus tareas para no ensuciarse, por lo que es más viable colocar la secuencia y asignación de operaciones expuestas en la tabla N°18.

Ya determinado el número de estaciones que se debe de tener para la línea de producción, se determina la superficie que ocupan las distintas estaciones de trabajo.

Para realizar esta distribución se determinó que es necesario el uso de dos (2) estaciones dispuesta con las siguientes máquinas. La primera estación consta de una (1)

soldadora automática Bambozzi, cuatro (4) soldadoras automática Vargas, una mesa de calibre de inspección final de contorno y posición, así como también un rack de producto terminado. La segunda estación se conforma con una mesa de soldadura manual y una mesa para realizar la prueba de fuga. Finalmente se toma en cuenta también los distintos carros necesarios para colocar la materia prima y el rack del producto terminado.

En esta propuesta al igual que en la anterior, se deben realizar algunas actividades externas al espacio delimitado como el doblado de los tubos, el corte y el calibrado ya que debido a las dimensiones de las maquinarias, las mismas no se pueden posicionar dentro de la zona especificada, además de que éstas son también de uso común para las otras líneas de ensamble existentes en la empresa.

Aplicándole de igual manera el método de Guerchet el cual se encuentra basado en el cálculo del área de 3 superficies, se obtiene la siguiente tabla:

Tabla N° 19: Determinación Área Nueva Línea (B299). Alternativa N° 2

Equipos	Cantidad	Dimensiones		Altura (mts)	Lados a usar	K	S _s	S _g	S _e	ST
		Largo (mts)	Ancho (mts)							
Almacén MP Silenciador	1	1,22	1	1,5	1	1,075	1,2 2	1,22	2,623	5,063
Almacén MP Tubo Intermedio	1	1,22	1	0,9	1	1,075	1,2 2	1,22	2,623	5,063
Almacén MP Flange	1	0,8	0,6	0,8	1	1,075	0,4 8	0,48	1,032	1,992
Almacén MP Tubo Entrada	1	0,8	0,6	0,8	1	1,075	0,4 8	0,48	1,032	1,992
Almacén MP Resonador	1	1,22	1	1,5	1	1,075	1,2 2	1,22	2,623	5,063
Almacén MP Tubo Cola	1	0,8	0,6	0,8	1	1,075	0,4 8	0,48	1,032	1,992
Soldadora Bambozzi	1	1,2	0,7	1,7	1	1,075	0,8 4	0,84	1,806	3,486
Soldadora Automática I	1	2	0,7	2	1	1,075	1,4	1,4	3,010	5,810
Soldadora Automática II	1	2	0,7	2	1	1,075	1,4	1,4	3,010	5,810
Soldadora Automática III	1	2	0,7	2	1	1,075	1,4	1,4	3,010	5,810
Soldadora Automática IV	1	2	0,7	2	1	1,075	1,4	1,4	3,010	5,810
Soldadura Manual I	1	1,18	3,38	0,8	1	1,075	3,9 8	3,98	8,575	16,552
Almacén MP Ganchos	1	0,8	0,6	0,8	1	1,075	0,4 8	0,48	1,032	1,992
Calibre de Inspección Final	1	3,7	0,8	0,9	1	1,075	2,9 6	2,96	6,364	12,284
Prueba de Fuga	1	4,43	0,42	0,9	1	1,075	1,8 6	1,86	4	7,721
Rack de Producto Terminado	1	2,9	1,3	1,2	1	1,075	3,7 7	3,77	8,105	15,645
									Área Total	102,088

5.1.2.2 Distribución en Planta de la Nueva Línea (B299). Alternativa N° 2

De igual manera que en la Alternativa N° 1, la Distribución que se muestra a continuación, es resultado de un amplio proceso de análisis y diseño visto hasta los momentos. Las Máquinas Automáticas de Soldadura se colocaron seguidas en columnas para facilitar su trabajo a la hora de soldar y el flujo de los materiales cuando estas se encuentren operando. El flujo de proceso viene dado de derecha a izquierda, empezando desde el flange y el tubo entrada, el resonador, el tubo intermedio, el silenciador, tubo cola y los ganchos donde se almacena la materia prima, luego estos materiales son soldados por los operarios, pasando por los distintos procesos, terminando en la prueba de fuga y el calibre de inspección final donde queda completado el conjunto para colocarlo en el rack de producto terminado.

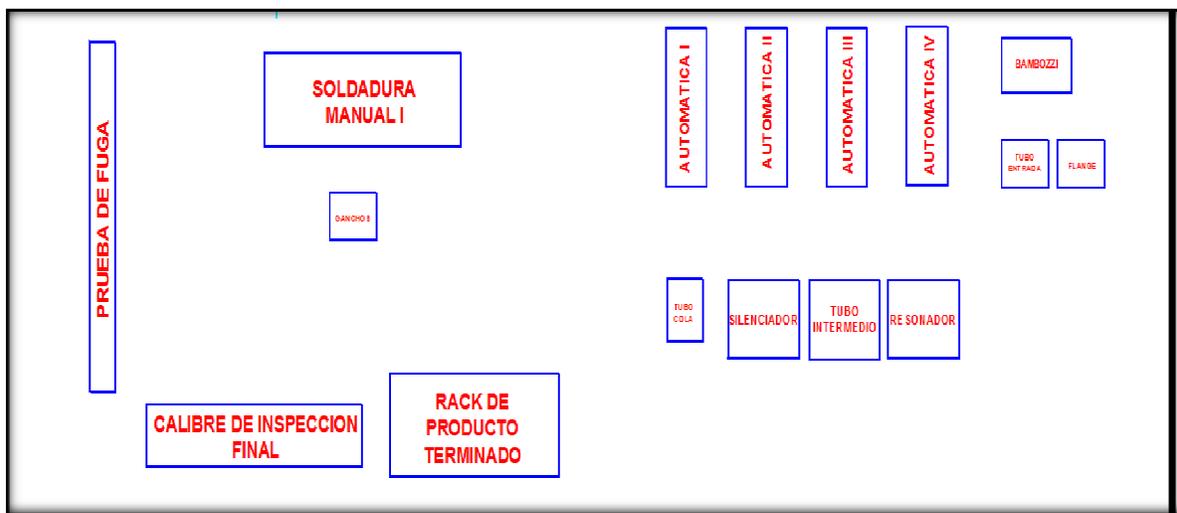


Figura N° V.7: Distribución de Planta Propuesta Alternativa N° 2

5.1.3. Selección de la Mejor Alternativa

Los criterios que se plantean para la selección de la mejor alternativa, son los siguientes:

Tabla N° 20: Criterios de evaluación

Criterio	Descripción	Nivel
Espacio	Teniendo en consideración que se tiene un área delimitada, este criterio es uno de los más importantes ya que refleja toda la superficie que ocupan las líneas dentro de la misma.	10
Tiempo de Ciclo	Se refiere a la cantidad de tiempo que tarda la línea para realizar una unidad técnica del producto.	10
Máquinas	Es uno de los criterios más importantes ya que representa la inversión y compra por parte de la empresa en cuanto a máquinas y equipos	10
Mano de Obra	Este criterio define el número de operarios necesarios para realizar todas las operaciones dentro de la Línea.	7
Condiciones de Trabajo	Refleja la dificultad de la tarea a realizar por cada uno de los distintos operarios que laboren en la línea.	6

Ya descritos los criterios de evaluación se procede a realizar la técnica de ponderación por puntos, que se refleja en la Tabla N° 21, para la selección de la mejor alternativa.

Tabla N° 21: Evaluación de Alternativas

Factores de Evaluación	Ponderación	Coeficiente de Ponderación	
		Alternativa N° 1	Alternativa N° 2
Espacio	10	A 40	I 20
Tiempo de Ciclo	10	I 20	E 30
Máquinas	10	A 40	O 10
Mano de Obra	7	I 14	E 21
Condiciones de Trabajo	6	I 12	E 18
Total		126	99

Tabla N° 22: Leyenda de Coeficientes de Ponderaciones.

Factor	Ponderación	Significado
A	4	Absolutamente favorable
E	3	Especialmente favorable
I	2	Favorable
O	1	Deseable
U	0	Indiferente
X	-1	Indeseable

Dado los resultados obtenidos en la Tabla N° 23, se observa que la mejor alternativa de solución propuesta para distribuir la línea del B299, es la de la Alternativa N° 1 ya que los criterios en ésta son mayormente favorecidos que en la otra Alternativa.

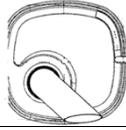
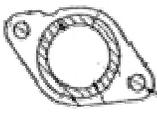
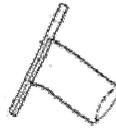
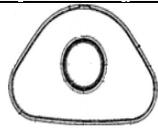
5.2. Análisis Sistemático de Manejo de Materiales (SHA)

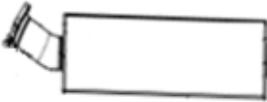
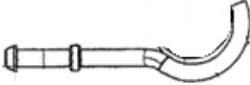
5.2.1. Hoja de Ruta

Tabla N° 23: Hoja de Ruta.

	HOJA DE RUTA		UBICACIÓN DE LA RUTA		Por	Mendes, R.; Yépez, A.		Rutas	
	CLASE DE MATERIAL				Distancia: (m)	FLUJO O MOVIMIENTO			
			Clase	Lugar de Carga	SITUACION	Lugar de Descarga	Intensidad de Flujo	Condiciones:	
	Descripción		Ident.				(piezas/día)	Metros recorridos	REF.
1	Silenciador		A	Almacén Temporal Silenciador	Traslado	Soldadura Manual I	60	1	R1
2	Tubo Intermedio		B	Almacén Temporal Tubo Intermedio	Traslado	Soldadura Manual I	60	1	R2
3	Flange		C	Almacén Temporal Flange	Traslado	Soldadura Manual I	60	1,5	R3
4	Tubo Entrada		D	Almacén Temporal Tubo Entrada	Traslado	Soldadura Manual I	60	1,5	R4
5	Resonador		E	Almacén Temporal Resonador	Traslado	Soldadura Manual I	60	2	R5
6	Tubo Cola		F	Almacén Temporal Tubo Cola	Traslado	Soldadura Manual I	60	2	R6
7	Semi-Conjunto (Resonador, Flange y Tubo Entrada)		G	Soldadura Manual I	Traslado	Soldadura Manual II	60	2	R7
8	Semi-Conjunto (Tubo Cola, Silenciador y Tubo Intermedio)		H	Soldadura Manual I	Traslado	Soldadura Manual II	60	2	R8
9	Ganchos		I	Almacén Temporal Ganchos	Traslado	Soldadura Manual II	240	2	R9
10	Conjunto Completo		J	Soldadura Manual I	Traslado	Calibre de Inspección Final	60	4,5	R10
				Calibre de Inspección	Traslado	Prueba de Fuga	60	4	R11
				Final Prueba de Fuga	Traslado	Racks de Producto Terminado	60	3,5	R12

Tabla N° 24: Silueta de los Materiales.

Material		Silueta
1	Silenciador	
2	Tubo Intermedio	
3	Flange	
4	Tubo Entrada	
5	Resonador	
6	Tubo Cola	

Continuación de la Tabla		
7	Semi-Conjunto (Resonador, Flange y Tubo Entrada)	
8	Semi-Conjunto (Tubo Cola, Silenciador y Tubo Intermedio)	
9	Ganchos	
10	Conjunto Completo	

En esta tabla se pueden apreciar las distintas piezas que se van manipulando en cada una de las estaciones del flujo de materiales hasta obtener el conjunto completo de escapes de la línea B299.

5.2.3. Visualización de Movimientos

Todos los movimientos realizados dentro de la nueva línea pueden visualizarse en la figura N° V.9 en la cual se representan los viajes realizados por unidad contra la distancia que recorren en metros para realizar cada una de las operaciones hasta llegar al almacenaje en los Racks del producto final.

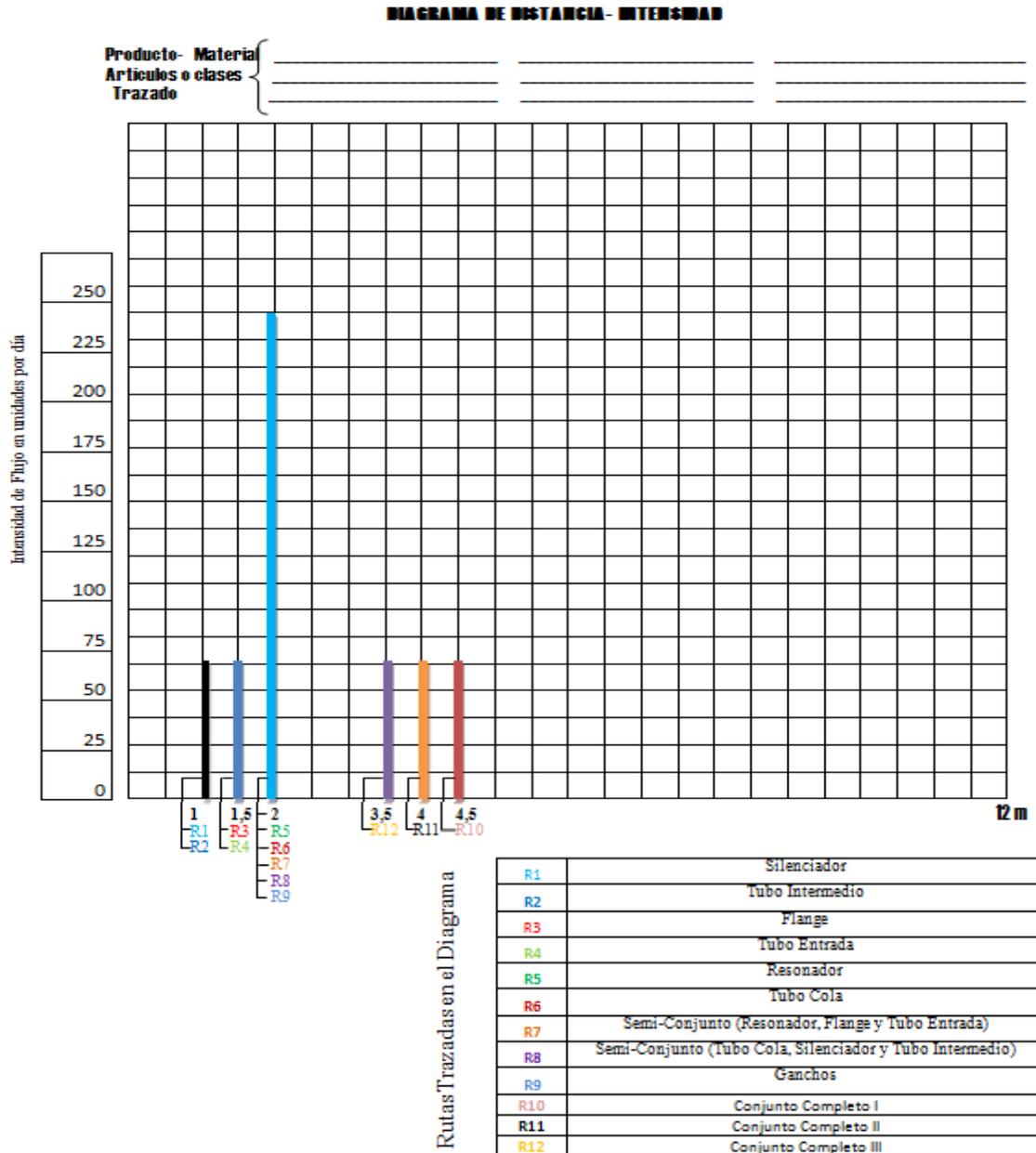


Figura N° V.9: Diagrama de Distancia-Intensidad

El diagrama distancia – intensidad que se observa en la figura (N° V.9) es una herramienta que permite observar de una mejor manera los movimientos habituales realizados específicamente en el área donde ira ubicada la nueva línea, y también asiente en cuan pesado podría ser para el operario la aplicación de los mismos.

Si el material que se maneja es de alto volumen (mayor a 60 unid/día) lo ideal es que el traslado sea de pocos metros. En el análisis de la gráfica distancia – intensidad, la ruta R9, presenta un destino final a realizar de 2 metros y es la que posee una mayor cantidad de volumen mas sin embargo debido a que la distancia que recorre es bastante corta se considera aceptable el hecho de que la misma se encuentre en esa posición.

5.2.4. Planes Preliminares al Manejo de Materiales.

En búsqueda de un conocimiento y comprensión de los métodos de manejos de materiales que se propone utilizar en la nueva línea de ensamble B299 es necesario considerar planes alternativos, siendo los siguientes:

5.2.4.1 Alternativa N° 1: Empleo de Manejo Manual con Mesas Fijas y Montacargas.

El manejo de materiales se inicia en la zona seleccionada con el traslado de los tubos desde el proceso de dobléz y conformado. Aquí se ubican en tres cajas los tubos que conforman el conjunto de escape, su traslado se realiza en un rack de forma rectangular con paredes de malla el cual está constituido por tres pisos albergándolos todos a la vez; el piso inferior y el del medio se encuentran en la capacidad de almacenar cada uno 30 piezas de tubo intermedio, mientras que el piso superior el cual se divide en dos partes puede almacenar 60 tubos de entrada en un lado y en el otro 60 tubo cola. Con esto se disponen de las cantidades necesarias para cumplir con la producción diaria de la línea. Habiéndose llenado todo el rack el operario de la zona de dobléz procede a llevarlo hasta la parte posterior derecha de la mesa manual de soldadura I, siendo esto posible ya que cuenta con unas ruedas para facilitar su traslado.

En lo que refiere a los resonadores, son suministrados en cajas de 60 unidades los cuales mediante el uso de un montacargas se movilizan desde el almacén de materia prima hasta ser colocados en la parte izquierda de la mesa manual de soldadura I. Aparte los

silenciadores provistos en cajas de 40 unidades, se trasladan de igual forma solo que se ubican en la parte posterior de la mesa de soldadura I.

Por otro lado, tanto los flanges como los ganchos, son cargados por un operario mediante las cajas en que originalmente son traídas por los proveedores, llevándolas desde el almacén de materia prima hasta colocarlas en unas mesas dispuestas para cada uno de ellos. La primera caja que contiene los flanges se sitúa en la parte posterior de la Soldadura Manual I mientras que la segunda se ubica a la izquierda de la Soldadura Manual II.

Estando todos los componentes para realizar las actividades dentro de la línea el primer operario se dirige al rack de silenciador y el carro de tubo intermedio para empezar el proceso de soldadura, seguido toma de la cesta el flange, en conjunto con el tubo entrada para realizar la segunda soldadura. Consecutivamente el segundo operario agarra el tubo cola ubicado en su carro donde lo suelda y después se dirige al rack de resonador para efectuar su última operación. Ya estando los dos semi-conjuntos se procede a cargarlos y dejárselos al operario de la siguiente estación en la mesa de soldadura manual II, en donde el operario de la tercera estación toma los ganchos de la cesta y finaliza lo referente al proceso de soldadura. Por último el operario de la cuarta estación de trabajo se encarga de mover el conjunto por las operaciones restantes cargándolo desde el calibre de inspección final hasta el rack de producto terminado donde es almacenado horizontalmente. Asimismo cada rack de PT cuenta con una capacidad de 4 pisos/rack y cuando es copado por completo se traslada por el montacargas al almacén de PT. Esta alternativa de manejo de materiales se puede apreciar en la figura (N° V.10).

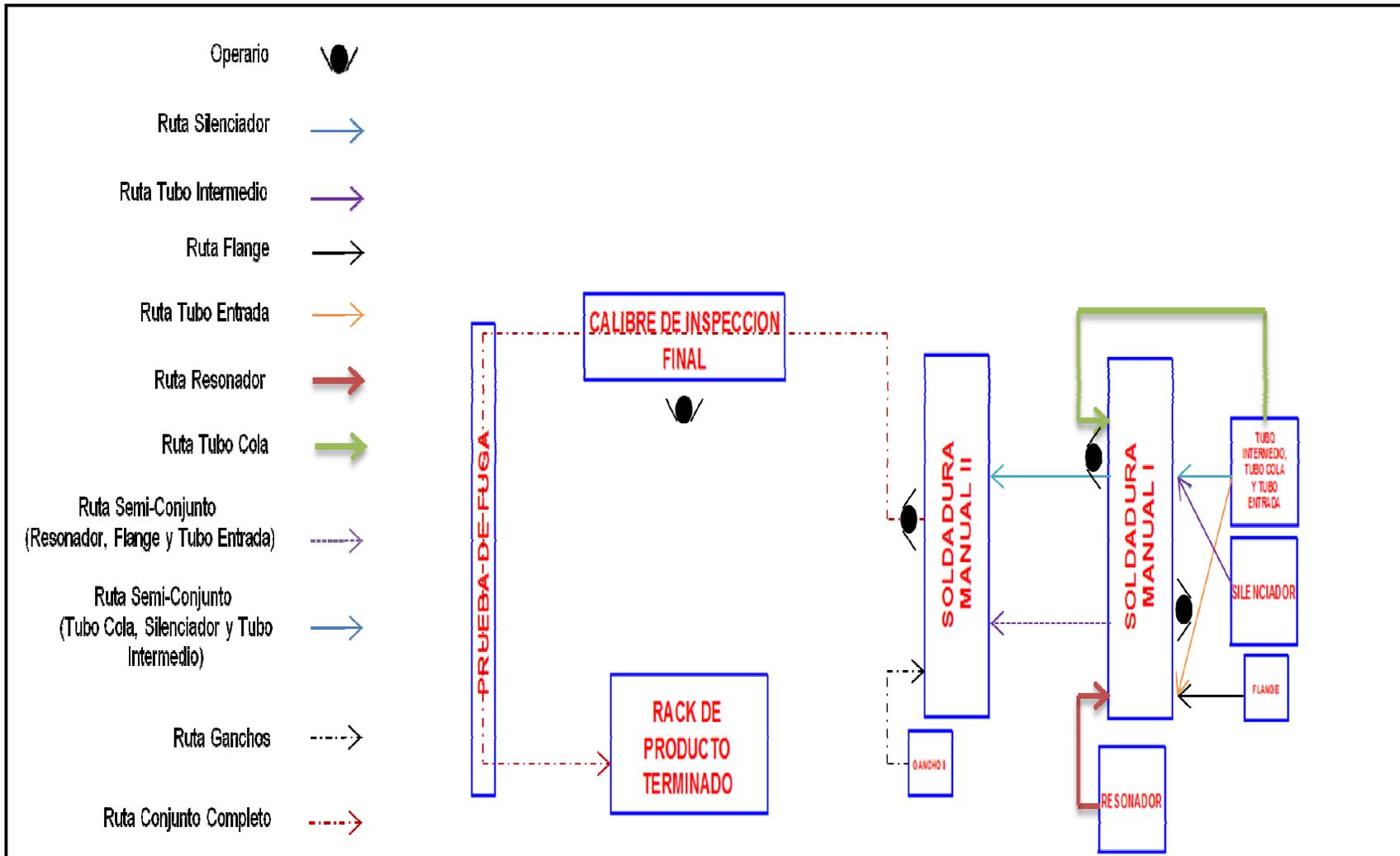


Figura N° V.10: Alternativa N° 1: Empleo de Manejo Manual con Mesas Fijas y Montacargas.

5.2.4.2. Alternativa N° 2: Empleo de Manejos Manuales y Carros de Transporte desplazables dentro de la línea.

El manejo se inicia en esta zona seleccionada con el traslado de los tubos desde el proceso de doblado y conformado. Este traslado se plantea a través de carros de cuatro ruedas tipo poliuretano para evitar daños al piso pintado y facilidad de manejo, el carro es de forma cuadrada con paredes de malla y tiene una capacidad de 60 piezas para cubrir el turno.

Debido a que existen tres tubos los cuales conforman el producto es necesario que se dispongan de esa misma cantidad de carros para ubicarlos en sus respectivas áreas dentro de la línea. Por lo que primeramente el operador de la zona de doblado transporta el carro que contiene los tubos intermedios hasta ubicarlo entre los silenciadores y los flanges, seguidamente el mismo operador se dirige a la zona de doblado en búsqueda del carro que contiene el tubo cola para ubicarlo a la derecha de la primera mesa de soldadura manual y por último mueve el carro de los tubos de entrada hasta situarlo diagonal y a la izquierda de la mesa mencionada previamente. Estos carros deben ser trasladados por el operador de la zona de doblado, para permitirle el tiempo suficiente al operador de soldadura a preparar el alambre y la pistola de la máquina de soldar.

Por otra parte los resonadores son apilados por un almacenista en un rack de forma rectangular con paredes de malla, el cual consta de tres niveles que le permite acumular 60 unidades que va acorde a la producción diaria. Ya habiendo terminado con el carro referido anteriormente, el almacenista se encarga de los silenciadores los cuales de la misma manera irán apilados en un rack rectangular con paredes de malla e igual capacidad que los resonadores pero de dimensiones más amplias, esto se debe a que el tamaño del resonador es menor comparado con el silenciador. Luego los carros se desplazan hasta la línea, siendo posible ya que ambos cuentan con ruedas que le permiten al operador empujarlos cada uno por separado, hasta posicionar el rack de silenciadores en la parte posterior y el de resonadores a la izquierda de la mesa manual de soldadura I.

Adicionalmente el almacenista prepara en cestas plásticas los flanges en cantidades de 60 piezas y los ganchos en cantidades diferentes de 240 piezas. Después de manera manual se cargan las cestas hasta ubicar la primera entre la cesta del tubo intermedio y el tubo de entrada, y la segunda a la izquierda de la soldadura manual II.

Estando todos los componentes para realizar las actividades dentro de la línea el primer operario se dirige al rack de silenciador y el carro de tubo intermedio para empezar el proceso de soldadura, seguido toma de la cesta el flange en conjunto con el tubo entrada para realizar la segunda soldadura. Consecutivamente el segundo operario agarra el tubo cola ubicado en su carro donde lo suelda y después se dirige al rack de resonador para efectuar su última operación. Ya estando los dos semi-conjuntos se procede a cargarlos y dejárselo al operario de la siguiente estación en la mesa de soldadura manual II, en donde el operario de la tercera estación toma los ganchos de la cesta y finaliza lo referente al proceso de soldadura. Por último el operario de la cuarta estación de trabajo se encarga de mover el conjunto por las operaciones restantes cargándolo desde el calibre de inspección final hasta el rack de producto terminado donde es almacenado horizontalmente. Asimismo cada rack de PT cuenta con una capacidad de 4 pisos/rack y cuando es copado por completo se traslada por el montacargas al almacén de PT. (Ver Figura N° V.11).

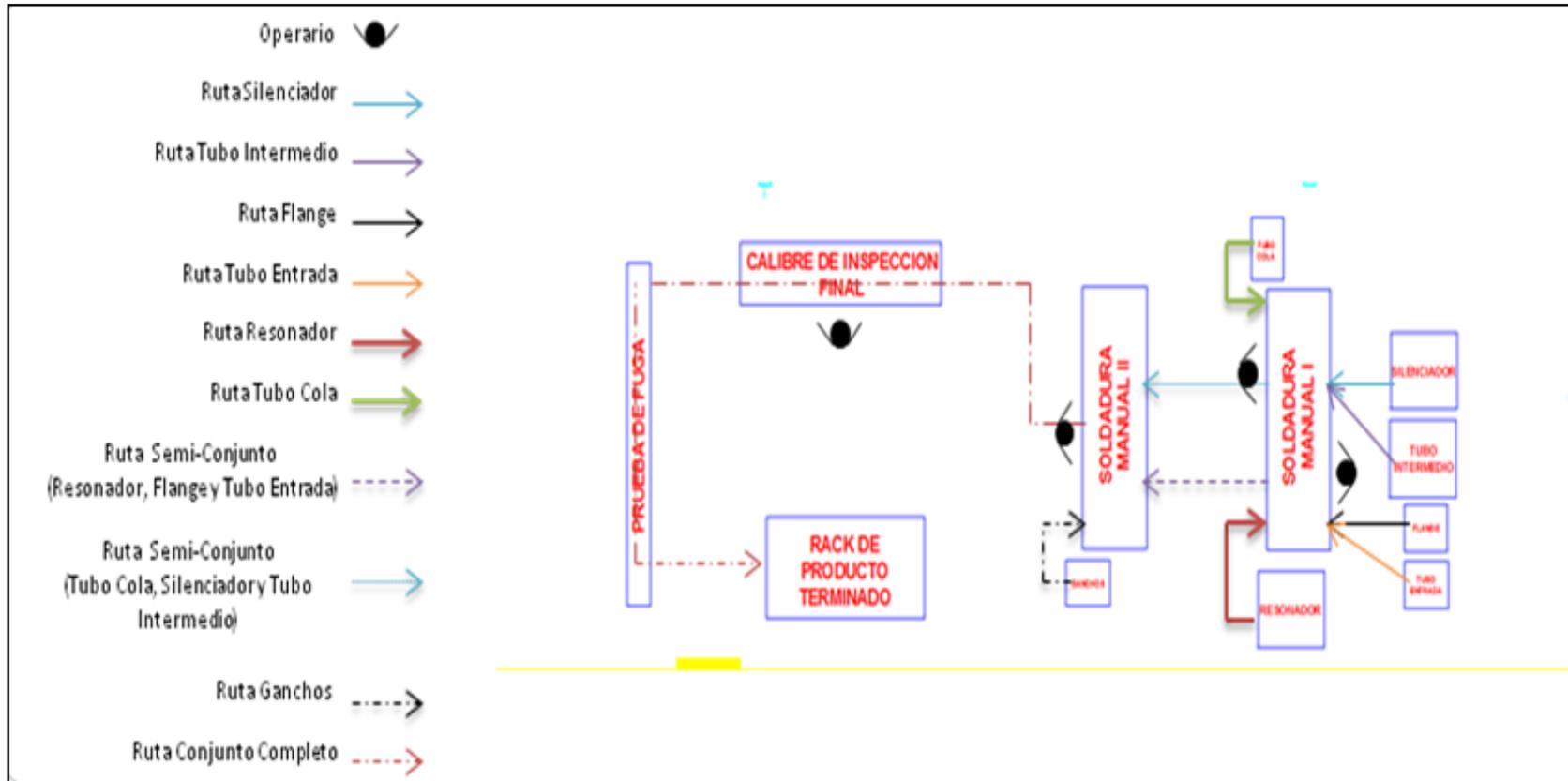


Figura N° V.11: Empleo de Manejos Manuales y Carros de Transporte desplazables.

5.2.5. Selección de la Mejor Alternativa para el Manejo de Materiales

Los criterios que se plantean para la selección de la mejor alternativa para el manejo de materiales, son los siguientes:

Tabla N° 25: Criterios de evaluación Manejo de Materiales

Criterio	Descripción	Nivel
Tiempo en el Manejo de Materiales	El tiempo para manejar los materiales debe ser el mínimo posible para lograr un mejor desempeño.	10
Ergonomía	Este criterio es sumamente importante ya que los operarios no deben de sufrir accidentes, ni sentirse fatigados debido a que esto puede ser perjudicial tanto para él como para la empresa.	10
Costos	Con este criterio se evalúa cual método de manejo es el mejor en cuanto a económico ya que la empresa desea que el mismo sea el más bajo posible.	7
Espacio ocupado por el equipo para manejar el material	Entre menos espacio ocupen los distintos dispositivos para el manejo de materiales es mejor en lo que respecta a la fluidez del proceso dentro de la Línea.	6

Una vez descritos los criterios de evaluación se procede a realizar la técnica de ponderación por puntos, que se refleja en la Tabla N° 27, para la selección de la mejor alternativa.

Tabla N° 26: Evaluación de Alternativas de Manejo de Materiales

Factores de Evaluación	Ponderación	Coficiente de Ponderación Alternativa	
		N° 1	N° 2
Tiempo en el Manejo de Materiales	10	I 20	A 40
Ergonomía	10	I 20	E 30
Costos	7	A 28	I 14

Continuación de tabla			
Espacio ocupado por el equipo para manejar el material	6	A	E
		24	18
Total		92	102

Tabla N° 27: Leyenda de Coeficientes de Ponderaciones.

Factor	Ponderación	Significado
A	4	Absolutamente importante
E	3	Especialmente importante
I	2	Importante
O	1	Deseable
U	0	Indiferente
X	-1	Indeseable

Luego de haber determinado la mejor alternativa para la distribución de la línea mediante la aplicación de la metodología del S.L.P. y habiendo obtenido como ganadora a la alternativa N° 1, se procedió a determinar la mejor manera de desplazar los materiales dentro de ésta usando la metodología del S.H.A., generando de igual forma 2 (dos) alternativas. Como se puede apreciar dado los resultados obtenidos en la Tabla N° 27, la mejor alternativa de solución propuesta para el manejo de materiales de la línea del B299, es la Alternativa N° 2 ya que los criterios en ésta son mayormente favorecidos que en la otra Alternativa.

5.3. Diseño de Equipos de Manejo de Materiales para la línea B299.

5.3.1. Mesa para la colocación de las cestas.

Como primera opción se plantea el diseño de dos mesas, una para los flanges y otra para los ganchos, de dimensiones de 52x31x85 cm y con cuatro ruedas de 9 cm de diámetro cada una. Éstas a su vez serán ubicadas en sus respectivos puestos de trabajo y encima de

ellas se colocarán unas cestas las cuales servirán como contenedores para suplir de materia prima las estaciones correspondientes.

En la empresa se maneja la materia prima a través de las cajas en la que llega la misma, éstas no permiten un adecuado manejo de materiales ya que causa descontrol a la hora de contabilizar el inventario y queda materia prima en proceso por lo que dificulta el control de material en los almacenes. Ver Figura N° V.11.

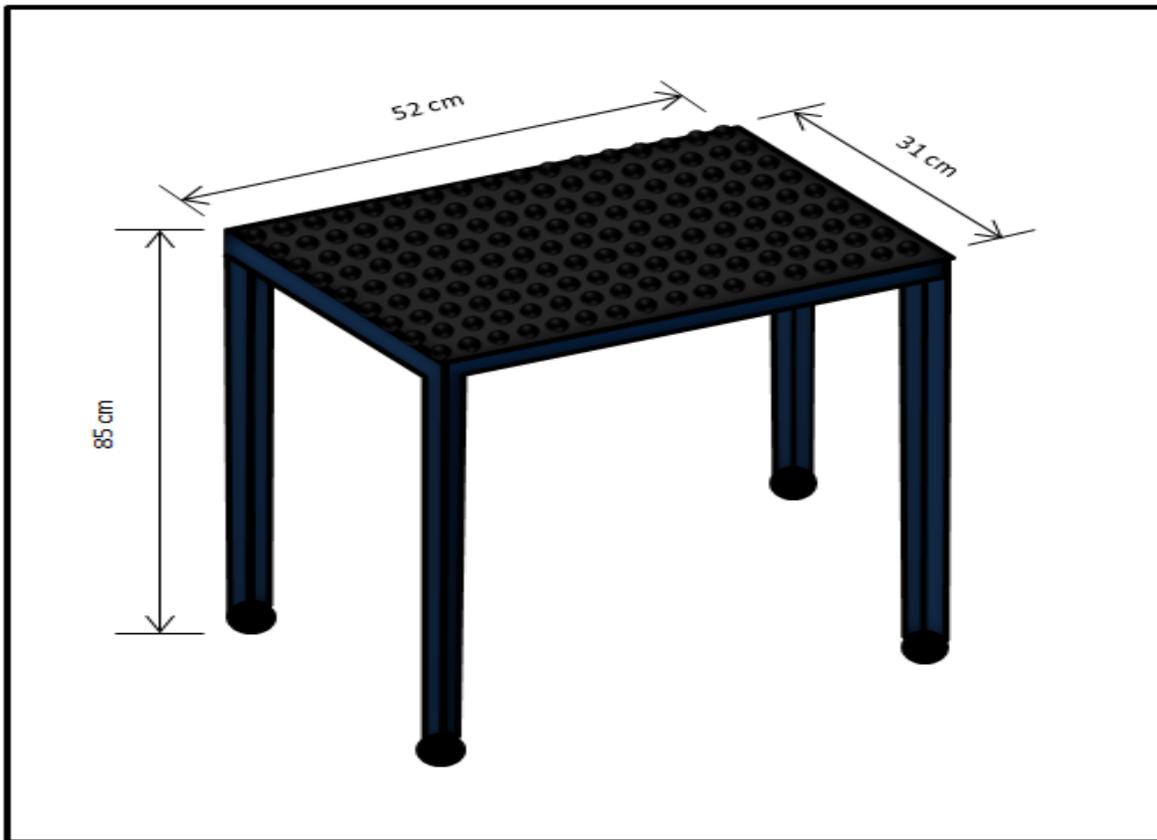


Figura N° V.12: Mesa para el Manejo de Materiales

Con la incorporación de estas mesas se da solución a los problemas de descontrol de los materiales ya que se tiene un adecuado manejo de los mismos. Por otra parte en las cestas se colocarán solo las cantidades exactas de material que necesita el operario para cada día de producción, las cestas tendrán unas dimensiones de 36x18x30 cm.

5.3.2. Rack de Silenciador.

Debido a que se desea que el material a manejar en la línea se pueda desplazar y organizar de la mejor manera, se propone la elaboración de un Rack para los silenciadores elaborado con hierro comercial de dimensiones 204x174x59cm, con 3 niveles horizontales y con una separación entre cada uno de 52 cm. También consta con 4 ruedas de 14 cm de diámetro cada una.

Éste se encuentra ubicado en la parte posterior de la soldadora manual I, en donde en la primera propuesta se manejaba con las cajas de material colocadas en el piso. De esta forma y evita el entorpecimiento de las cajas de material, permitiendo así realizar la reposición de material de una forma cómoda, fácil y rápida. Incluso tendrá material suficiente para surtir a la línea de trabajo durante todo el día de operación. A continuación se muestra en la siguiente Figura N° V.12.

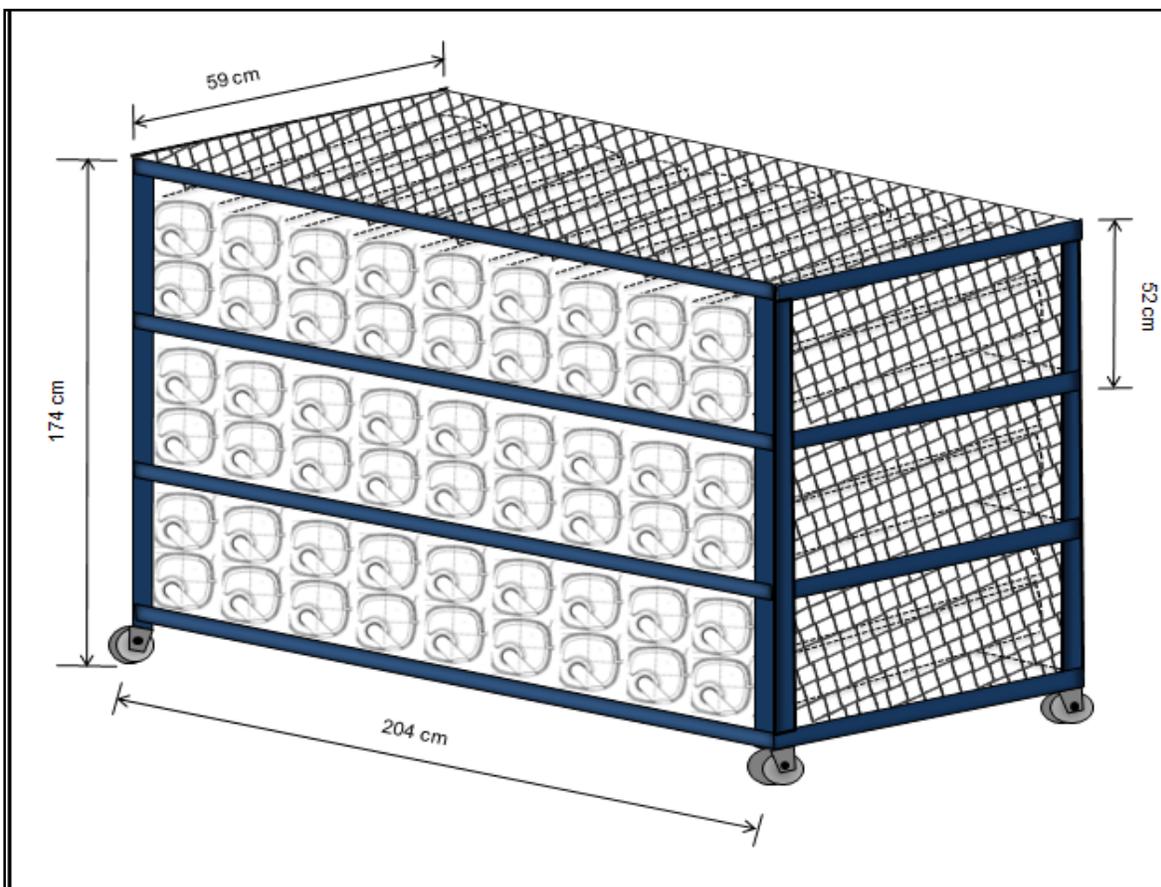


Figura N° V.13: Rack para Material (Silenciador).

La utilización del rack permite al almacenista organizar los materiales correspondientes a cada jornada de trabajo evitando las demoras por falta de material y búsqueda en dado caso que llegue a escasear por la falta de información y descontrol del almacén ocasionado por el antiguo método de trabajo, eliminando así cualquier parada no planificada.

5.3.3. Rack de Resonador.

Este rack es diseñado ya que se desea lograr una mejor organización y desplazamiento dentro de la línea, por lo tanto se propone la elaboración del mismo con hierro comercial de dimensiones 204x174x35 cm, con 3 niveles horizontales al igual que el rack del silenciador y con una separación entre cada uno de ellos de 52 cm. También constará con 4 ruedas de 14 cm de diámetro cada una.

El mismo se ubicará en la parte izquierda de la Soldadura Manual I, en donde para la primera propuesta se manejaba con las cajas que contienen el material colocadas sobre el piso, aquí hay material suficiente para la línea a lo largo de toda la jornada laboral. Con el diseño y evita el entorpecimiento de las cajas de material; obteniendo una reposición de material de una forma cómoda, fácil y rápida. A continuación se muestra en la siguiente Figura N° V.13.

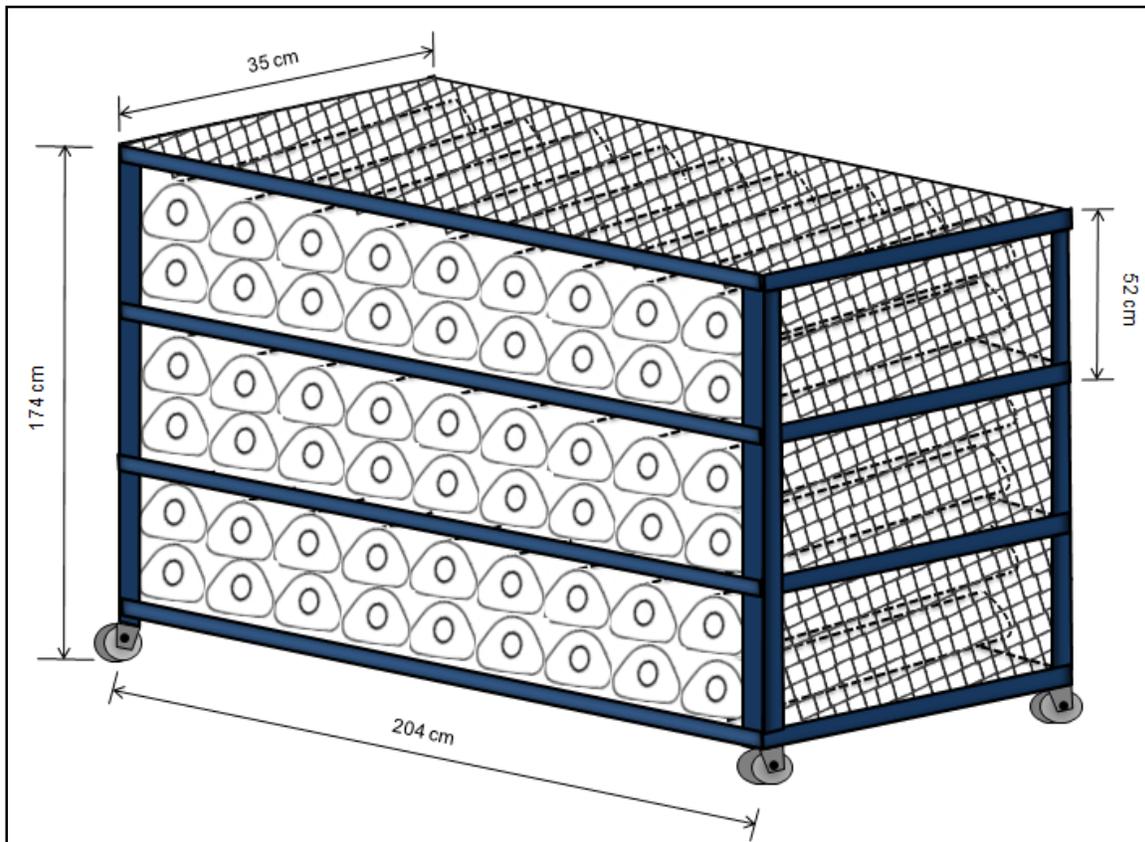


Figura N° V.14: Rack para Material (Resonador).

La utilización de este rack permite al almacenista organizar los materiales correspondientes a cada jornada laboral, evitando las demoras por falta de material y búsqueda en dado caso que llegue a escasear por la falta de información y descontrol del almacén ocasionado por el antiguo método de trabajo, eliminando así cualquier parada no planificada.

5.3.4. Rack de Producto Terminado

La elaboración de este rack se realiza para ayudar a la empresa en lo referente al manejo de materiales de la línea y lograr que el producto sea almacenado de la manera correcta y más sencilla de manejar. Éste se elabora de hierro comercial y tendrá unas dimensiones de 291x123x136 cm, con 4 niveles horizontales y con una separación entre niveles de 22 cm.

El rack está diseñado de forma tal que se pueda aprovechar al máximo cada espacio dentro del mismo y almacenar 20 conjuntos completos. Se ubica de frente al calibre de inspección final. El mismo se muestra en la Figura N° V.14.

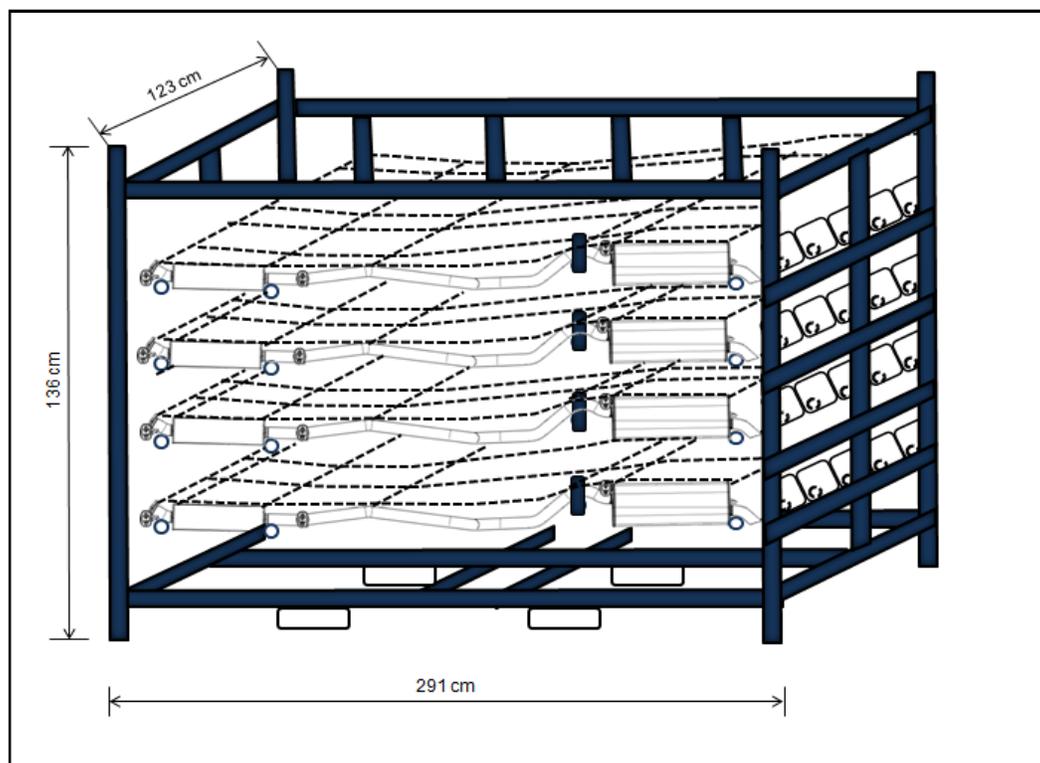


Figura N° V.15: Rack de Producto Terminado.

La utilización de este rack permite al operario una fácil colocación y almacenamiento del producto final ya que por su diseño no se necesita mucho esfuerzo para poner los conjuntos dentro del mismo, ayudando así a disminuir la cantidad de fatiga.

Con estas propuestas ya hechas se diseñan entonces 2 documentos los cuales son de una gran importancia para la empresa y para el cliente, que son: AMEF (Análisis de Modo, Efecto y Falla) y Plan de Control de producción.

En el apéndice N° 3 se presenta el diseño del AMEF, en donde se visualiza, para cada operación, cuáles serían las posibles que pueden ocurrir en el proceso de producción y además cuales serían los efectos de dichas fallas. Con este análisis se identifican las causas potenciales que pueden fallar en cada actividad y tomar las acciones recomendadas y control de prevención y detección de éstas. Así se logra evitar que las fallas sucedan y tener

entonces un producto de alta calidad con la menor cantidad de defectos. De la misma manera se procede a realizar el plan de control de la producción apreciándose en el apéndice N° 4.

Normalización

Se puede observar que el producto que se va a fabricar en la línea B299 se encuentra detallado en todas sus partes al principio del capítulo IV en el punto 4.1.2.

- Los materiales a utilizar se encuentran también ya descritos con anterioridad en el punto 4.1.3 en donde se desglosa cada uno de ellos para ser estudiados con detalle.
- Los equipos y herramientas a utilizar para la realización del modelo en estudio se encuentran identificados en el punto 4.1.4, donde se puede observar los equipos existentes y los que se requieren comprar para la instalación completa de la nueva línea.
- El Área en estudio se encuentra visiblemente identificada y delimitada en la figura N° IV.12.
- El método de realización de la operación se logra, luego de haber realizado con anterioridad el plan de control del proceso en el cual se aprecia cuales son todas y cada una de las operaciones a realizar para la realización del producto y plan de reacción a tomar. (Ver apéndice N° 4)

Capítulo VI

Evaluación Económica

Ya luego de haberse realizado la selección de la mejor alternativa de solución a través del método de la ponderación por puntos, es necesario elaborar la evaluación económica del proyecto para determinar su rentabilidad.

La inversión inicial que realice la empresa Gabriel de Venezuela C.A., división escape, se encuentra compuesta de los siguientes precios que fueron suministrados por ella ya que estos son altamente privados. El financiamiento de la inversión se efectúa a través del capital propio de la misma, mediante un fondo que ésta dispone para invertir en proyectos.

6.1. Costos del diseño de la nueva línea (B299)

Aquí se visualiza los costos de todos los equipos que forman parte de la línea, su transporte, mano de obra e instalación.

Tabla N° 28: Costos de máquinas, equipos y herramientas de la nueva línea (B299)

Numero	Equipo	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
2	Soldadora Manual Miller Deltaweld 452	22.000	44.000
1	Inspección de Prueba de Fuga	210.000	210.000
1	Calibre de Inspección de Contorno y Posición	38.000	38.000
2	Mesa de Soldadura	55.000	110.000
20	Rack de Producto Terminado	10.500	210.000
2	Carros de Transporte	12.800	25.600
2	Mesa Manejo Material	2000	4000
3	Carros de Tubos	7000	21000
3	Calibres de Contorno	110.000	33.000
2	Juegos de dados de doblez	95.000	190.000
3	Mascara de Soldadura	2.750	8.250
4	Dotación Mensual	600	2.400
	Total		896.250

Fuente: Gabriel de Venezuela C.A., división escapes.

La empresa necesita para la instalación de éstos equipos, 4 personas entre ellas 3 mecánicos y 1 electricista, los cuales son obtenidos a través de una contratista que se encarga de realizarle todas las labores de éste índole, teniendo que incurrir en un gasto por la instalación de 85.000 Bs.

Entonces para poder llevar a cabo la instalación de la línea, la empresa debe de invertir un estimado total de 981.250 Bs.

Al total de estos costos se le tiene que agregar el costo de producción de un escape. Éste se tomará en base a 1 año de la demanda. Entonces sabiendo que se fabrican 14.400 escapes del nuevo modelo al año, con un costo de 693 Bs por unidad. Se obtiene un costo de producción de 9.979.200 Bs (el cual ya tiene incluido el costo de la mano de obra, mantenimiento y maquinaria), obteniendo la empresa un ingreso bruto anual de 11.088.000 Bs.

Ya cubriendo todos los gastos estimados la inversión inicial que necesitara la empresa será:

$$I_{Gv} = 1.120.300 \text{ Bs.}$$

En un tiempo de un año, por la venta de los escapes la empresa logra obtener un ingreso neto de 1.108.800 Bs. Teniendo así un flujo monetario neto de:

$$F_{\text{neto}} = I_{\text{bt}} - \text{Cop}(1)$$

$$F_{\text{neto}} = 11.088.00 - 9.979.200$$

$$F_{\text{neto}} = 1.108.800 \text{ Bs.}$$

El tiempo de recuperación de la inversión para este proyecto se puede determinar de la siguiente manera tomando en cuenta una tasa mínima de rendimiento nula. En pocas palabras se puede determinar en qué momento los flujos que genera la propuesta son capaces de recuperar la inversión realizada.

Tabla N° 29: Tiempo de Pago de la Nueva Línea (B299).

Período (Años)	II _{GV} (Bs)	Flujo Neto (Bs)	Flujo Neto Acumulado (Bs)	II _{GV} - Flujo Neto Acumulado (Bs)
1	1.120.300	1.108.800	1.108.800	-11.500
2		1.108.800	2.217.600	1.097.300

En la tabla mostrada con anterioridad, se puede visualizar que la empresa recupera la inversión inicial del proyecto en el período del 2do año.

Ahora que ya se calculo el tiempo de recuperación de la inversión se debe determinar la rentabilidad del proyecto utilizando el Valor Actual, tomando para ello una tasa mínima de rendimiento de 15,67%, siendo ésta la tasa de interés activa que determina el Banco Central de Venezuela para la semana del 30 de Noviembre de 2012, debido a que es la fecha en la que se realiza la evaluación económica del diseño de la nueva línea (B299) y teniendo un período de estudio de 4 años, período que estableció la empresa Gabriel de Venezuela C.A., división escapes. (Apéndice 5). Debido a la empresa Gabriel de Venezuela C.A., división escapes tiene los ingresos y costos futuros como información privada se tiene que utilizar entonces la información suministrada con anterioridad por ellos, para el estudio de los siguientes periodos, sugerencia que ellos mismos nos dieron.

6.2. Cálculo del Valor Residual

Se considerara por recomendación de la empresa que la depreciación de la maquinaria será de un 10% anual.

$$VR_4 = 60\% \times \text{Costo de las Máquinas}$$

$$VR_4 = 0,6 \times 292.000$$

$$VR_4 = 175.200 \text{ Bs.}$$

Ya obtenido el valor residual se procede a calcular ahora los flujos monetarios para los 3 períodos de estudio.

$$\text{Flujo del año 0} = -\text{II}_{\text{GV}}$$

$$\text{Flujo del año 0} = 1.120.300 \text{ Bs.}$$

$$\text{Flujo del 1er año} = \text{Ibt} - \text{Cop}$$

$$\text{Flujo del 1er año} = 11.088.00 - 9.979.200$$

$$\text{Flujo del 1er año} = 1.108.800 \text{Bs.}$$

$$\text{Flujo del 2do año} = \text{Ibt} - \text{Cop}$$

$$\text{Flujo del 2do año} = 11.088.00 - 9.979.200$$

$$\text{Flujo del 2do año} = 1.108.800 \text{ Bs.}$$

$$\text{Flujo del 3er año} = \text{Ibt} - \text{Cop}$$

$$\text{Flujo del 3er año} = 11.088.00 - 9.979.200$$

$$\text{Flujo del 3er año} = 1.108.800 \text{ Bs.}$$

$$\text{Flujo del 4to año} = \text{Ibt} - \text{Cop} + \text{VR}_4$$

$$\text{Flujo del 4to año} = 11.088.00 - 9.979.200 + 175.200$$

$$\text{Flujo del 4to año} = 1.284.000 \text{ Bs.}$$

Ya establecidos todos los flujos monetarios se procede a realizar la escala de tiempo donde serán ubicados los mismos. (Cantidades expresadas en Bs).

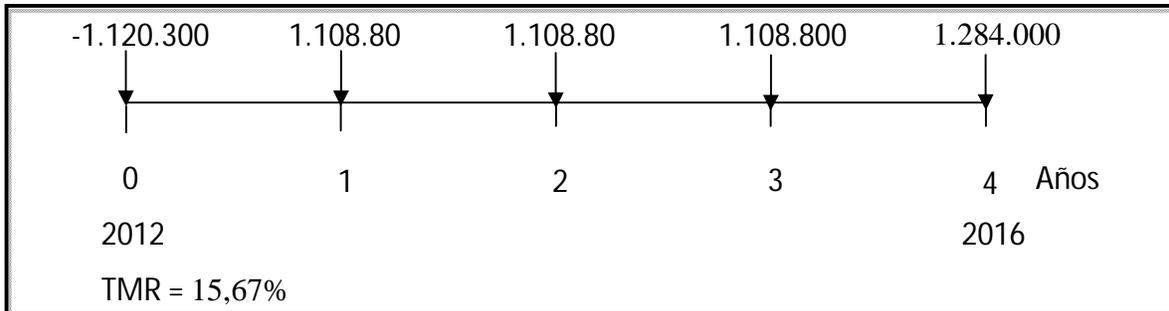


Figura N° VI.1: Flujos Netos. Escala de Tiempo 2012-2016

6.3. Valor Actual

Tabla N° 30: Rentabilidad por Valor Actual.

Año	N	Flujo Neto	Factor (P/S,i,n)	VP (Bs)
2012	0	1.120.300	1,0000	1.120.300
2013	1	1.108.800	0,8645	958.557
2014	2	1.108.800	0,7474	828.717
2015	3	1.108.800	0,6462	716.506
2016	4	1.284.000	0,5586	717.242

Para la determinación del valor actual del proyecto se utilizan los flujos monetarios netos ya calculados y la tasa mínima de rendimiento de 15,67% aplicando la expresión:

$$VA(i) = \sum_{t=0}^n Ft(P/Si, t) \quad (2)$$

$$VA(15,67\%) = 2.100.722 \text{ Bs.}$$

Debido a que como se puede apreciar el resultado del valor actual es mayor que 0 se puede concluir entonces que el proyecto es rentable.

CONCLUSIONES

Los objetivos que han sido planteados en el presente trabajo especial de grado han sido alcanzados en su totalidad, debido a que se fue logrando cada uno de ellos a través del Diseño de la Nueva Línea de Ensamble de Escapes de la Empresa Automotriz, Caso: Gabriel de Venezuela C.A.

- Luego de haberse determinado las necesidades técnicas de la línea de escapes B299 e identificado las variables críticas del área asignada, se diseñó una línea de producción que se encontrará regida bajo los estándares de calidad instaurados por el cliente, así como el establecimiento del proceso relacionado con la producción del conjunto de escapes.
- Se recopiló información necesaria sobre los equipos y herramientas vinculados con el proceso establecido, con el propósito de determinar el cuello de botella de aquellas operaciones con mayores demoras y consecutivamente la selección de las nuevas máquinas a adquirir para establecer un flujo continuo de las operaciones de la línea, estando balanceada cada estación de trabajo.
- Se pudo conocer la mejor distribución para la nueva línea mediante la aplicación de la metodología del S.L.P. evaluando las distintas alternativas generadas a través de la técnica de la ponderación por puntos, teniendo como criterios más relevantes el espacio de ocupación de las máquinas y los recursos de inversión de la empresa, dando como ganadora la alternativa N° 1 con un porcentaje de ocupación sobre el área total del 74% contra un 85% ocupado por la alternativa N° 2, lo que refleja un mayor aprovechamiento del espacio por parte de ésta alternativa. Además en lo que refiere a la inversión inicial el costo de las soldadoras manuales es menor en comparación con las automáticas.
- Se conoció cómo debe ser el manejo de materiales dentro de la línea usando la metodología del S.H.A. en la cual se estudiaron dos alternativas y se escogió la mejor de ellas usando el método de la evaluación por puntos, considerándose los criterios de mayor importancia, la ergonomía y el tiempo para el manejo de los materiales, dando como ganadora a la alternativa N° 2, debido a que los movimientos implicados en esta son menos riesgosos para el operario lo cual

beneficia a la empresa ya que sus trabajadores podrán realizar mejor sus tareas. Por otro lado el tiempo en el traslado de los materiales de un sitio a otro se realiza más rápido debido al diseño de los carros de transporte los cuales permiten agilizar el proceso y que no exista un descontrol en el inventario.

- Se elaboro un AMEF y un Plan de Control del proceso el cual es un requisito indispensable para llevar a cabo el diseño de una línea ya que sin éste la empresa no conocería las posibles fallas que podría tener el proceso y no las corregiría antes de que se produzcan, todo esto con el fin de ayudar a la empresa al momento de implementar la línea para que ésta cometa el mínimo de fallas cuando elabore el producto, lo que es uno de los objetivos de toda empresa.
- Por último se evaluó el proyecto económicamente para determinar la rentabilidad del mismo obteniendo un $VA(15,67\%) = 2.100.722$ Bs. En lo cual se puede concluir que el proyecto es rentable debido a que el Valor Actual es mayor que cero. Y también se concluyo que la recuperación de la Inversión se realiza durante el período del segundo año.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que son mostradas en esta sección tienen como objetivo orientar a la Empresa Gabriel de Venezuela C.A., división escapes, a la hora de llevar a cabo la instalación de del diseño que ha sido propuesto y ayudarla en su futuro funcionamiento.

- La implantación de la maquinaria en los sitios seleccionados, para de esta forma garantizar la fluidez del proceso, tanto en el manejo de los materiales como a la hora de llevar a cabo las distintas actividades.
- La compra de la maquinaria necesaria para llevar a cabo el proceso de soldadura.
- En el momento en que la empresa pueda y que en un futuro lo necesite debido a que ésta se expande y le otorgan nuevos contratos, llevar a cabo la inversión para la compra de una dobladora adicional ya que se demostró con el estudio de tiempos realizados que la misma es el cuello de botella de toda la operación.
- La empresa al momento de realizar la compra de la maquinaria deberá establecer otros criterios para saber si esta es la que más le favorece debido a que en el presente trabajo solo se evaluaron los criterios de requerimiento de espacios y poder cumplir con la demanda exigida pero la empresa puede usar otros como por ejemplo costos de mantenimiento o disponibilidad de repuestos.
- Una vez implantado el diseño propuesto, podría llevar a cabo diferentes pruebas para así evaluar las oportunidades que se presenten de mejoras.
- La aplicación de las 5S dentro de la nueva línea con el objetivo de mantener un área de trabajo limpia y ordenada y evitar de esta forma demoras en la búsqueda de los materiales o interrupciones en el proceso productivo.
- Entrenar a los operarios involucrados en las operaciones, en el uso de los equipos de la línea de producción diseñada en lo que se refiere al suministro de los materiales, para minimizar los desperdicios en el proceso.

REFERENCIAS

BURGOS, F. (2005). Ingeniería de Métodos-Calidad-Productividad. (5^{ta} ed.). Editorial Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

GÓMEZ, E. Y NÚÑES, F. (1997). Plantas Industriales: Aspectos Técnicos para el Diseño. Trabajo de Ascenso. Universidad de Carabobo. (1^{ra} Rev.). Valencia, Venezuela.

RODRÍGUEZ, L. (2006). Diseño de una Línea de Ensamble de Pisos Delanteros y Traseros Grand Cherokee 2006 para la Empresa OCI-METALMECANICA, C.A. Trabajo Especial de Grado Presentado en la Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

OLIVARES, I. Y RATTIA, P. (2009). Diseño de Línea de Ensamble de Equipos de Sonido para los Vehículos AVEO/SPARK. Caso: Audiovox Venezuela C.A. Trabajo Especial de Grado Presentado en la Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

PRADA, P Y REYES, L. (2007). Diseño de Propuesta de Mejoras en las Áreas de Mantenimiento en una Empresa Manufacturera de Envases de Vidrio. Caso: O-I Venezuela Planta Los Guayos C.A. Trabajo Especial de Grado Presentado en la Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

HERNANDEZ, M. (2006). Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (3^{ra} ed.). Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL). Caracas, Venezuela.

SACRISTÁN, F. (2003). Mantenimiento Total de la Producción y Proceso de Implementación y Desarrollo. Editorial Fundación CONFEMETAL. Madrid, España.

Apéndice N° 1: Relación de Proximidad

Valor	Símbolo	Relación	Motivo
A		Proximidad absolutamente Necesaria	Debe existir gran cercanía entre los almacenes de materia prima y la estación de trabajo para evitar largos recorridos, fatigas del trabajador, entre otros.
E		Aproximación Especialmente Importante	Siendo operaciones secuenciales, se evita el tiempo de operación prolongada, fatigas, etc.
I		Aproximación Importante	Estaciones de trabajo secuenciales y dependientes
O		Aproximación normal	Estaciones de trabajos secuenciales pero con operaciones independientes.
U		Proximidad sin Importancia	La proximidad no afecta a las estaciones de trabajo afectadas por ser operaciones independientes.
X		Proximidad no Recomendable	Afecta el flujo continuo de las operaciones de ensamble del producto, aumentando el tiempo de recorrido, operación, riesgos y fatigas del operario.

Fuente: Gómez E. "Distribución en Planta" (1997)

Apéndice N° 2: Tiempos de cada una de las Actividades (Simulados).

Alternativa N°2

Tarea	Tiempo de Ejecución (Seg/unid)										Tiempo Promedio (Seg/unid)	Tiempo Estándar		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Tolerancia (%)	C.V	Total
	A	2,94	2,88	2,91	3,06	3,00	3,01	3,07	2,91	3,15		2,89	3	22
B	3,93	4,02	3,92	4,15	4,03	4,03	3,90	3,85	3,81	4,12	4	22	100	5
H	24,66	24,73	23,91	25,33	23,90	25,39	24,07	24,60	25,78	24,38	25	34	100	34
E	4,89	5,03	5,20	4,77	4,80	5,12	4,84	4,83	4,80	5,19	5	22	100	6
I	32,60	33,59	34,48	35,12	32,83	34,21	34,89	35,38	33,30	33,55	34	34	100	46
D	4,13	4,12	4,03	3,85	3,91	4,14	4,04	3,88	3,80	4,11	4	22	100	5
K	31,70	34,31	32,63	34,31	32,12	32,78	32,53	32,52	32,69	31,53	33	34	100	44
F	4,87	5,03	5,02	4,94	5,15	5,01	4,84	4,88	5,11	5,02	5	22	100	6
L	32,67	33,04	33,43	31,39	32,13	34,26	31,50	31,68	32,60	32,94	33	34	100	44
C	3,13	2,90	2,86	3,00	3,04	3,13	2,88	3,01	2,85	2,97	3	22	100	4
J	32,51	34,30	33,81	34,03	31,84	33,82	33,38	32,65	34,01	32,96	33	34	100	44
G	2,96	2,88	3,14	3,11	3,12	2,95	3,13	3,05	3,03	2,88	3	22	100	4
M	138,28	144,85	140,81	139,85	131,54	131,83	139,16	140,43	138,57	138,28	138	34	100	237
N	141,12	139,86	148,51	143,05	147,74	136,85	141,12	140,91	141,79	141,12	142	22	100	190
O	109,08	111,08	112,68	107,94	113,73	115,23	113,58	111,71	111,79	109,08	113	22	100	150
P	5,08	5,03	4,83	4,92	4,96	4,82	4,91	5,25	5,02	4,75	5	22	100	6

Apéndice N° 3: AMEF del Proceso

FLUJO DE PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	REQUERIMIENTO	MODO POTENCIAL DE LA FALLA	EFEECTO DE LA FALLA	SEVERER	CAUSA DE LA FALLA	OCURR	CONTROLES ACTUALES DE PROCESO DE PREVENCIÓN	CONTROLES ACTUALES DE PROCESO DE DETECCIÓN	DETEC	NPR	TIPO	
0	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	MATERIA PRIMA DENTRO DE ESPECIFICACIÓN	MATERIA PRIMA MAL IDENTIFICADA NO DETECTADA EN RECEPCIÓN	MEZCLA DE MATERIAL AL MOMENTO DEL ENSAMBLE	6	ERROR DEL OPERADOR	2	CAPACITACIÓN DEL OPERADOR	FACTURA	7	84	0	
			MATERIA PRIMA GOLPEADA, RAYADA, ENRIPIADA	MALA APARIENCIA NO ENSAMBLA	6	FALLA DE ORIGEN	2	CAPACITACIÓN DEL OPERADOR	FACTURA	7	84	0	
10	ALMACENAJE DE MATERIA PRIMA	ALMACENAMIENTO CORRECTO DE MATERIA PRIMA	MATERIA PRIMA GOLPEADA	MALA APARIENCIA NO ENSAMBLA	6	MAL ALMACENAMIENTO	2	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGÚN SE-24/ IC-16	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGÚN SE-24/ IC-16	7	84	0	
			MATERIA PRIMA OXIDADA	MALA APARIENCIA	6	MAL ALMACENAMIENTO	2	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGÚN SE-24/ IC-16	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGÚN SE-24/ IC-16	7	84	0	
20	TRASLADO DE MATERIA PRIMA A AREA DE DOBLEZ	TRASLADOS CORRECTOS	MATERIA PRIMA GOLPEADA	MALA APARIENCIA NO ENSAMBLA	6	CONDICIONES INADECUADAS DE MANTENIMIENTO DE LOS CARROS	2	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGÚN SE-24/ IC-16	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGÚN SE-24/ IC-16	7	84	*	
30-70-110	DOBLEZ DE TUBO INTERMEDIO I TUBO INTERMEDIO II Y TUBO COLA	CONTORNO DEL TUBO DENTRO DE ESPECIFICACIÓN	PIEZA FUERA DE CALIBRACION	NO SE PUEDE UTILIZAR EL TUBO EN EL PROCESO SIGUIENTE	5	FALLA DE ORIGEN	2	CAPACITACION DEL OPERADOR	P.A.P (HI), HTE SEGÚN CALIBRE DE INSPECCION.	3	30	*	
			MARCA EN EL TUBO DEL HERRAMENTAL	EL TUBO NO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES DE DOBLEZ	5	DESgaste de HERRAMENTALES	2	CAPACITACION DEL OPERADOR	P.A.P (HI), HTE SEGÚN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*	
				MALA APARIENCIA		FALLA EN LA MAQUINA							
				RÚTEO DEL TUBO FUERA DE ESPECIFICACION	TUBO DEFECTUOSO	5	PARAMETROS INADECUADOS EN LA PROGRAMACION DE LA MAQUINA	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HI), HTE SEGÚN CALIBRE DE INSPECCION. (HR) SEGÚN HP-AMA09-DB-C10, HP-AMA09-DB-C50, HP-AMA09-DB-C110	6	60	*
					NO SE PUEDE UTILIZAR EL TUBO EN EL PROCESO SIGUIENTE		DEFECTO EN LA MAQUINA DOBLADORA						
	ARRUGA EN EL DOBLEZ	MALA APARIENCIA TUBO DEFECTUOSO NO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES DE DOBLEZ	5	FALLA DE ORIGEN	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HI), HTE SEGÚN CALIBRE DE INSPECCION.	6	72	*			
40-80-120-130	CORTE EXTREMO TUBO INTERMEDIO I Y TUBO COLA. CORTE DE ANGULO LADO DE SALIDA DE TUBO COLA	CORTE A ESCUADRA	LONGITUD DE CORTE POR DEBAJO DE ESPECIFICACION	APECTA LAS ETAPAS DEL SIGUIENTE PROCESO	3	POSICION INCORRECTA DEL TOPE DE LA MAQUINA	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HI), HTE SEGÚN CALIBRE DE INSPECCION.	6	36	*	
						POSICION INCORRECTA DEL TOPE DE LA MESA							
						MEDICION INCORRECTA DE LONGITUD A CORTAR							
				LONGITUD DE CORTE POR ENCIMA DE ESPECIFICACION	FUGA EN SOLDADURA, APARIENCIA NO ADECUADA, DESPRENDIMIENTO O DE LA PIEZA, RUIDO EN EL VEHICULO	3	POSICION INCORRECTA DEL TOPE DE LA MAQUINA	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HI), HTE SEGÚN CALIBRE DE INSPECCION.	6	72	*
		POSICION INCORRECTA DEL TOPE DE LA MESA											
		MEDICION INCORRECTA DE LONGITUD A CORTAR											
50-90-140	CALBRADO DE ENTRADA Y SALIDA DE TUBO INTERMEDIO I CALBRADO DE ENTRADA DE TUBO INTERMEDIO II REDUCCION DE SALIDA DE TUBO COLA	DIAMETRO DENTRO DE ESPECIFICACION	FIGURA EN LA COSTURA	NO SE PUEDE UTILIZAR EL TUBO EN EL PROCESO SIGUIENTE	5	FALLA DE ORIGEN	2	CAPACITACION DEL OPERADOR	P.A.P (HI), HTE SEGÚN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*	
				DIAMETRO DEL EXTREMO FUERA DE ESPECIFICACION	IMPOSIBILIDAD DE SOLDADURA DE LAS PARTES DEBIDO AL NO ACOPLA A LA BRIDA O BOCA DONDE VA A ENTRAR EL	5	ERROR DEL OPERADOR	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HI), HTE SEGÚN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*
					MAL AJUSTE EN LA MAQUINA								
60-100-150	INSPECCION DE CONTORNO	PIEZA DENTRO DE CALBRE	PIEZA FUERA DE CONTORNO	NO ENSAMBLA RUIDO EN EL VEHICULO	6	ERROR DEL OPERADOR DESAJUSTE DEL CALBRE	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A	P.A.P (HI), HTE SEGÚN CALIBRE DE INSPECCION.	6	72	0	

70	TRASLADO AL ÁREA DE SOLDADURA DEL CONJUNTO TUBO INTERMEDIO I II Y TUBO COLA	TRASLADOS CORRECTOS	MATERIA PRIMA GOLPEADA	MALA APARIENCIA	6	CONDICIONES INADECUADAS DE LOS CARROS DE ALIMENTACION	2	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGUN SE-24/IC-16	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGUN SE-24/IC-16	7	84	*
170-180-190-200	SOLDADURA TUBO INTERMEDIO I CON FLANGE SOLDADURA TUBO INTERMEDIO II A RESONADOR. SOLDADURA TUBO COLA A SILENCIADOR Y GANCHO DE SALIDA. SOLDADURA CONJUNTO COMPLETA	REQUERIMIENTO CORRECTO DE SOLDADURA	PIEZA FUERA DE CALIBRE DE SOLDADURA	DFICULTAD O IMPOSIBILIDAD DE ENSAMBLAR PASOS SIGUIENTE	5	FALLA DE ORIGEN	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HII). HTE SEGUN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*
			SOLDADURA IRREGULAR	MALA APARIENCIA	5	PARAMETROS DE SOLDADURA INADECUADOS	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HII). HTE SEGUN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*
				RUIDO EN EL VEHICULO		ERROR DEL OPERADOR						
			EXCESIVA PENETRACION DE SOLDADURA	MALA APARIENCIA	5	PARAMETROS DE SOLDADURA INADECUADOS	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HII). HTE SEGUN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*
				RUIDO EN EL VEHICULO		ERROR DEL OPERADOR						
			FALTA DE PENETRACION DE SOLDADURA	MALA APARIENCIA	5	PARAMETROS DE SOLDADURA INADECUADOS	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HII). HTE SEGUN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*
				RUIDO EN EL VEHICULO		ERROR DEL OPERADOR						
			SOLAPE INADECUADO	MALA APARIENCIA	5	PARAMETROS DE SOLDADURA INADECUADOS	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HII). HTE SEGUN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*
				RUIDO EN EL VEHICULO		ERROR DEL OPERADOR						
			REGIONES SIN SOLDADURA	FUGA	5	FALTA DE GAS EN LA PISTOLA	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HII). HTE SEGUN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*
	MALA APARIENCIA	FALTA DE ALAMBRE										
	RUIDO EN EL VEHICULO	ERROR DEL OPERADOR										
POROSIDAD EN LA SOLDADURA	MALA APARIENCIA	5	FALTA DE GAS EN LA PISTOLA	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MAQUINARIA Y EQUIPO	P.A.P (HII). HTE SEGUN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*			
			ERROR DEL OPERADOR									
UNION DE PIEZAS DESALINEADAS	FUERA DE RUTA	5	ERRAMENTAL DESAJUSTADO	2	CAPACITACION DEL OPERADOR.	P.A.P (HII). HTE SEGUN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*			
			ERROR DEL OPERADOR									
PERFORADOR DE LA SOLDADURA	MALA APARIENCIA	5	PARAMETROS INADECUADOS	2	CAPACITACION DEL OPERADOR.	P.A.P (HII). HTE SEGUN CALIBRE DE INSPECCION.	6	60	*			
	RUIDO EN EL VEHICULO		ERROR DEL OPERADOR									
210	PRUEBA DE FUGA	SIN FUGA	PIEZA CON FUGA	RUIDO EN EL VEHICULO	6	PARAMETROS INADECUADOS	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.	PROBADORA DE FUGA. P.A.P. CALIBRE DE INSPECCION FINAL.	6	72	0
220	INSPECCION FINAL. COLOCACION DE GOMAS. IDENTIFICACION Y EMBALAJE	APARIENCIA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA	SOLDADURA IRREGULAR, EXCESIVA O FALTA DE PENETRACION DE SOLDADURA	MALA APARIENCIA	5	PARAMETROS DE SOLDADURA INADECUADOS	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.	PROBADORA DE FUGA. P.A.P. CALIBRE DE INSPECCION FINAL.	6	60	0
			SOLAPE INADECUADO	RUIDO EN EL VEHICULO		ERROR DEL OPERADOR						
			POROSIDAD Y PERFORADO EN LA SOLDADURA									
	REGIONES SIN SOLDADURA											
		EMBALAJE E IDENTIFICACION DE ACUERDO A REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE	OMISION DE LA IDENTIFICACION		4	ERROR DEL OPERADOR	2	CAPACITACION DEL OPERADOR	P.A.P. CALIBRE DE INSPECCION FINAL.	7	56	
			MALA IDENTIFICACION	COLOCACION DE LA PIEZA EN UN MODELO QUE NO LE CORRESPONDE		ERROR DEL OPERADOR						
			MAL EMBALAJE	DAÑOS EN LAS PARTES		CONDICIONES INADECUADAS DE LOS RACKS						
230	TRASLADO A ALMACEN DE PT	TRASLADOS CORRECTOS	PRODUCTO TERMINADO GOLPEADO	MALA APARIENCIA NO ENSAMBLA	5	CONDICIONES INADECUADAS DE RACKS	2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE RACKS	SE-23-F01	7	70	0
240	ALMACENAJE DE PRODUCTO TERMINADO	ALMACENAMIENTO CORRECTO DE PRODUCTO TERMINADO	PRODUCTO TERMINADO GOLPEADO	MALA APARIENCIA NO ENSAMBLA	6	MAL ALMACENAMIENTO	2	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGUN SE-24/ IC-16	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGUN SE-24/ IC-16	7	84	0
			PRODUCTO TERMINADO OXIDADO	MALA APARIENCIA	6	MAL ALMACENAMIENTO	2	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGUN SE-24/ IC-16	AUDITORIAS DE ALMACEN SEGUN SE-24/ IC-16	7	84	0
250	DESPECHO DE PT	DESPECHO	PT GOLPEADO	MALA APARIENCIA NO ENSAMBLA	6	CONDICIONES INADECUADAS DE LOS RACKS	2	CAPACITACION DEL OPERADOR. MANTENIMIENTO	PROCEDIMIENTO DE DESPECHO EN PT SEGUN SE-20	7	84	0
			DESPECHO INCORRECTO	NO ENSAMBLA	6	ERROR DEL OPERADOR	2	CAPACITACION DEL OPERADOR.	PROCEDIMIENTO DE DESPECHO EN PT SEGUN SE-20	7	84	0
260	RETRABAJO DE PT	RETRABAJO	DAÑO A LA PEZA	PIEZA INOPERANTE	6	RETRABAJO NO ADECUADO	2	CAPACITACION DEL OPERADOR.	INSTRUCCIONES DE RETRABAJO SEGUN IV-1-03 (RETRABAJO CONJUNTO SOLDADURA)	7	84	0
	MALA APARIENCIA											

Apéndice N° 4: Plan de Control del Proceso de Producción

FLUJO PROC.	NOMBRE OPERACIÓN	MAQUINA	CARACTERÍSTICAS		ESPECIFICACIÓN	TIPO CARACT.	TAMAÑO DE MUESTRA/ FRECUENCIA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS	INST. DE MEDICIÓN	PLAN REACCIÓN
			PRODUCTO	PROCESO							
0	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA		IDENTIFICACIÓN		VERIFICAR QUE LA IDENTIFICACIÓN COINCIDA CON LO FACTURADO	◊	DE ACUERDO A IC-05	OPERADOR	FACTURAS VS. RECIBO	FACTURA	SEGÚN HP
			APARIENCIA		SIN GOLPES, RALLADURA NI OXIDO	◊	DE ACUERDO A IC-05	OPERADOR	FACTURAS VS. RECIBO	FACTURA	SEGÚN HP
10	ALMACENAJE DE MATERIA PRIMA		APARIENCIA MP		SIN GOLPES, RALLADURA NI OXIDO	◊	MENSUAL	ANALISTA	SE-24- F01	SE-24-F07	SEGÚN HP
					CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	VERIFICAR QUE LAS AREAS DE ALMACENAMIENTO PREVEEN EL DAÑO O DETERIORO DE LOS PRODUCTOS	◆	MENSUAL	ANALISTA	IC-16-F09	IC-16
20	TRASLADO DE MATERIA PRIMA A AREA DE DOBLEZ Y CORTE		APARIENCIA MP		SIN GOLPES.	◊	MENSUAL	ANALISTA	IC-16-F09	IC-16	SEGÚN HP
					CONDICIONES DE LOS CARROS	VERIFICAR QUE LOS CARROS ESTEN LIBRE DE OXIDÓ, RUPTURA Y/O GOLPES	◊	MENSUAL	ANALISTA	IC-16-F09	IC-16
30	DOBLEZ DE TUBO INTERMEDIO I	DOBLADORA 2010	CONTORNO DEL TUBO		TUBO DENTRO DE CALIBRE	◊	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 AL FINAL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP

40	CORTE EXTREMO TUBO INTERMEDIO I	CORTADORA 2003	LONGITUD		TUBO DENTRO DE CALIBRE	◆	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 AL FINAL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
50	CALIBRADO ENTRADA Y SALIDA TUBO INTERMEDIO I	CALIBRADORA 2020	DIAMETRO		48 +/- 0.3 mm	◇	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 AL FINAL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
60	INSPECCION DE CONTORNO TUBO I	CALIBRE DC-0732	CONTORNO DEL TUBO		PIEZA DENTRO DE CALIBRE	◇	100% REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 AL FINAL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	CALIBRE DE CONTORNO TUBO INTERMEDIO I	SEGÚN HP
70	DOBLEZ DE TUBO INTERMEDIO II	DOBLADORA 2010	CONTORNO DEL TUBO		TUBO DESNTRO DE CALIBRE	◇	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 AL FINAL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
80	CORTE DE TUBO INTERMEDIO II	CORTADORA 2003	LONGITUD		TUBO DENTRO DE CALIBRE	◆	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
90	CALIBRADO TUBO INTERMEDIO II	CALIBRADORA 2020	DIAMETRO		48 +/- 0.3 mm	◇	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
100	INSPECCION DE CONTORNO DEL TUBO INTERMEDIO II	CALIBRE DC-0732	CONTORNO DEL TUBO		PIEZA DENTRO DE CALIBRE	◇	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
110	DOBLEZ TUBO COLA	DOBLADORA 2010	CONTORNO DEL TUBO		TUBO DENTRO DE CALIBRE	◇	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
120	CORTE DE TUBO COLA	CORTADORA 2003	LONGITUD		TUBO DENTRO DE CALIBRE	◆	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP

130	CORTE ANGULAR TUBO COLA	CORTADORA MANUAL MEP SCORPION 300 SN	LONGITUD		TUBO DENTRO DE	♦	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
140	CALIBRADO DE TUBO COLA	CALIBRADORA 2020	DIAMATRO		42 +/- 0.3 mm	◊	1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
150	INSPECCION DE CONTORNO DE TUBO COLA	CALIBRE DC-0732	CONTORNO DEL TUBO		PIEZA DENTRO DE CALIBRE	◊	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
160	TRASLADO AL ÁREA DE SOLDADURA	N/A	APARIENCIA DE LA MATERIA PRIMA		SIN GOLPES	◊	MENSUAL	ANALISTA	IC-16-F09	IC-16	SEGÚN HP
			CONDICIONES DE LOS CARROS		VERIFICAR QUE LOS CARROS ESTEN LIBRE DE OXIDO, RUPTURA Y/O GOLPES	◊	MENSUAL	ANALISTA	IC-16-F09	IC-16	SEGÚN HP
170	SOLDADURA DE TUBO INTERMEDIO I CON FLANGE	SOLDADORA MANUAL I	REQUERIMIENTO CORRECTO DE SOLDADURA (PENETRACION, UBICACION, SIN FUGA)		APARIENCIA ADECUADA, SOLDADURA REGULAR, BUENA PENETRACION, SOLAPE ADECUADO, SIN POROSIDAD, ALINEACION DE LAS PIEZAS, SIN PERFORACIONES, REGIONES CON SOLDADURA, CONTORNO SEGÚN CALIBRE DE SOLDADURA	◊	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
			PARAMETROS DE PROCESO		DE ACUERDO A HOJA DE PROCESO	◊	CADA P.A.P	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
180	SOLDADURA DE TUBO INTERMEDIO II A RESONADOR	SOLDADORA MANUAL II	REQUERIMIENTO CORRECTO DE SOLDADURA (PENETRACION, UBICACION, SIN FUGA)		APARIENCIA ADECUADA, SOLDADURA REGULAR, BUENA PENETRACION, SOLAPE ADECUADO, SIN POROSIDAD,	◊	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP

					ALINEACION DE LAS PIEZAS, SIN PERFORACIONES, REGIONES CON SOLDADURA, CONTORNO SEGÚN CALIBRE DE SOLDADURA		FIANL DEL LOTE				
				PARAMETROS DE PROCESO	DE ACUERDO A HOJA DE PROCESO	◊	CADA P.A.P	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
190	SOLDADURA DE TUBO COLA CON SILENCIADOR Y GANCHO DE SALIDA	SOLDADORA MANUAL I	REQUERIMIENTO CORRECTO DE SOLDADURA (PENETRACION, UBICACIÓN, SIN FUGA		APARIENCIA ADECUADA, SOLDADURA REGULAR, BUENA PENETRACION, SOLAPE ADECUADO, SIN POROSIDAD, ALINEACION DE LAS PIEZAS, SIN PERFORACIONES, REGIONES CON SOLDADURA, CONTORNO SEGÚN CALIBRE DE SOLDADURA	◊	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
				PARAMETROS DE PROCESO	DE ACUERDO A HOJA DE PROCESO	◊	CADA P.A.P	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
200	SOLDADURA DE CONJUNTO COMPLETO. TUBO INTERMEDIO I, TUBO INTERMEDIO II Y TUBO COLA	SOLDADORA MANUAL I Y SOLDADORA MANUAL II	REQUERIMIENTO CORRECTO DE SOLDADURA (PENETRACION, UBICACIÓN, SIN FUGA		APARIENCIA ADECUADA, SOLDADURA REGULAR, BUENA PENETRACION, SOLAPE ADECUADO, SIN POROSIDAD, ALINEACION DE LAS PIEZAS, SIN PERFORACIONES, REGIONES CON SOLDADURA, CONTORNO SEGÚN CALIBRE DE SOLDADURA	◊	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
				PARAMETROS DE PROCESO	DE ACUERDO A HOJA DE PROCESO	◊	CADA P.A.P	OPERADOR	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP

210	PRUEBA DE FUGA	PROBADORA DE FUGA 3021	FUGA		SIN FUGA	◊	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	ANALISTA	HRI	PROBADORA DE FUGA	SEGÚN HP
				PARAMETROS DE FUGA	5-6 PSI	◊	1 LECTURA CADA P.A.P	ANALISTA	FORMATO PARAMETROS DE PROCESO	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SEGÚN HP
220	INSPECCION FINAL, IDENTIFICACION Y EMBALAJE		APARIENCIA DE LA SOLDADURA		SOLDADURA IRREGULAR, EXCESIVA O FALTA DE PENETRACION DE SOLDADURA, SOLAPE INADECUADO, REGIONES SIN SOLDADURA, POROSIDAD EN LA SOLDADURA, UNION DE PIEZAS DESALINEADAS, PERFORADO EN LA SOLDADURA	◊	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	ANALISTA	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
			EMBALAJE		DE ACUERDO A HOJA DE PROCESO	◆	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	ANALISTA	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
			IDENTIFICACION		DE ACUERDO A HOJA DE PROCESO	◆	100 % REGISTRO: 1 CADA P.A.P. 1 CADA 1 HORA Y 1 FIANL DEL LOTE	ANALISTA	HRI	SEGÚN HOJA DE PROCESO	SEGÚN HP
				CONDICIONES DE LOS RACKS	VERIFICAR QUE LOS RACKS ESTEN LIBRES DE OXIDO, RUPTURA	◆	DE ACUERDO A PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE RACKS	MECANICO	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LOS RACKS	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE RACKS	SEGÚN HP
230	TRASLADO A ALMACEN DE PT		APARIENCIA		SIN GOLPES	◊	1 VEZ/AÑO	ANALISTA	SE-23-F01	AUDITORIAS DE ALMACEN SE-20	SEGÚN HP

240	ALMACENAJE DE PT		APARIENCIA		SIN GOLPES, NI OXIDO	◊	MESUAL	ANALISTA	SE-20-F02	AUDITORIAS DE ALMACEN SE-20	SEGÚN HP
250	DESPACHO DE PT		APARIENCIA		SIN GOLPES	◊	CADA DESPACHO	ANALISTA	CERTIFICADO DE CALIDAD	SE-20	SEGÚN HP
260	RETRABAJO		APARIENCIA		SIN GOLPES	◊	CADA RETRABAJO	ANALISTA	REPORTE DE RETRABAJO	SEGÚN IV1-03- (RETRABAJO SOLDADURA)	SEGÚN HP

Apéndice N° 5: Tasa Activa de Interés del Banco Central de Venezuela

	A	B	C	D	E	F
1	SEIS PRINCIPALES BANCOS COMERCIALES Y UNIVERSALES					
2	TASAS DE INTERÉS ANUALES NOMINALES PROMEDIO PONDERADAS					
3	COBERTURA NACIONAL					
4	(Porcentajes)					
6		Base de		Operaciones	Depósitos a Plazo	Depósitos
7		Cálculo		Activas ^{1/}	a 90 días	de Ahorro
8						
9	2012					
10						
11	Noviembre					
12	Semana al:					
13		30/11/12		15,67	14,50	12,50
14		23/11/12		16,53	14,50	12,50
15		16/11/12		15,71	14,82	12,50
16		09/11/12		16,45	14,50	12,50
17						
18	Octubre					
19	Semana al:					
20		02/11/12		16,00	14,50	12,50
21		26/10/12		17,57	14,50	12,50
22		19/10/12		16,14	14,50	12,50
23		11/10/12		17,66	14,50	12,50
24		05/10/12		15,71	14,50	12,50
25						
26	Septiembre					
27	Semana al:					
28		28/09/12		16,44	14,50	12,50
29		21/09/12		17,50	14,50	12,50
Seis Principales Bancos						

Fuente: Banco Central de Venezuela

