



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ESTUDIO DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACION DE RECURSOS
EN EL ÁREA DE EMBOTELLAMIENTO DE ENVASES TIPO PET DE LA
EMPRESA FUENTES SAN FELIPE”.**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

Autores:

Jacome Tonato Dany Fabricio
Robles Carrera Henry Andrés

Tutor Académico:

Ing., MSc. Erik Orozco

LATACUNGA – ECUADOR

2021



DECLARACIÓN DE AUTORIA

“Nosotros **Jacome Tonato Dany Fabricio** y **Robles Carrera Henry Andres** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “**ESTUDIO DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACION DE RECURSOS EN EL ÁREA DE EMBOTELLAMIENTO DE ENVASES TIPO PET DE LA EMPRESA FUENTES SAN FELIPE**”, siendo el MSc. Erick Orozco Crespo el tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Jacome Tonato Dany Fabricio
CC. 1724184526

Robles Carrera Henry Andrés
CC.1804890786



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ESTUDIO DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACION DE RECURSOS EN EL ÁREA DE EMBOTELLAMIENTO DE ENVASES TIPO PET DE LA EMPRESA FUENTES SAN FELIPE.”, de Jacome Tonato Dany Fabricio y Robles Carrera Henry Andrés, de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2021

**ERIK OROZCO
CRESPO**

Firmado digitalmente
por ERIK OROZCO
CRESPO
Fecha: 2021.07.29

**Tutor de Titulación
MSc. Erik Orozco Crespo
CC: 1755706973**



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN



En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad De Ciencias De La Ingeniería Aplicadas de la carrera de Ingeniería Industrial; por lo cual, el o los postulantes; de **Jacome Tonato Dany Fabricio** con cedula de ciudadanía N° **1724184526**, y **Robles Carrera Henry Andrés** con cedula de ciudadanía N° **1804890786**, con el título de Proyecto de titulación: “**Estudio de procesos para la optimización de recursos en el área de embotellamiento de envases tipo pet de la empresa Fuentes San Felipe**” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto, 2021

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing.Msc. Cristian Iván Eugenio Pilliza

CC: 1723727473

Lector 2

Ing.Msc. Ángel Marcelo Tello Condor

CC: 0501518559

Lector 3

Ing.Msc. Carmen Dominga Pino Ávila

CC: 1756579965



AVAL EMPRESA

A quien interese

Por medio de la presente FUENTES SAN FELIPE certifica que el Sr. **JACOME TONATO DANY FABRICIO** con C.I. 1724184526 y el Sr. **ROBLES CARRERA HENRY ANDRÉS** con C.I 1804890786, ha realizado su trabajo de titulación con el título “**ESTUDIO DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACION DE RECURSOS EN EL ÁREA DE EMBOTELLAMIENTO DE ENVASES TIPO PET DE LA EMPRESA FUENTES SAN FELIPE**” en el periodo de Noviembre 2020 – Julio 2021, con la colaboración de la empresa y ha contribuido en beneficio de la misma, pues se facilitó la información necesaria para la ejecución y desarrollo de la investigación antes mencionada.

Es todo en cuanto se puede manifestar en honor a la verdad y faculto a los interesados hacer uso del presente certificado.

Latacunga, 26 de julio del 2021

Atentamente,

Dr. Miguel Rivera
RECURSOS HUMANOS
FUENTES SAN FELIPE

Ing. Nelson Salguero
JEFE DE PRODUCCIÓN
FUENTES SAN FELIPE

Agradecimiento

En primer lugar, queremos agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Carrera de Ingeniería Industrial por abrirnos sus puertas para cumplir con el desarrollo de nuestra carrera profesional.

A la empresa Fuentes San Felipe por permitirnos realizar este trabajo investigativo dentro de sus instalaciones, a sus directivos y trabajadores de esta prestigiosa empresa, de manera especial al Ing. Nelson Salguero y al Tnlgo. Marlon Llamba que con sus directrices nos encaminaron a conseguir los objetivos de este trabajo investigativo.

Finalmente, a todas las personas que nos ayudaron en toda esta etapa, amigos y familiares, por extendernos su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias.

Dany J. & Henry R.

Dedicatoria

Mi tesis se lo dedico con todo mi corazón a mi madre, pues sin ella no lo habría logrado, su bendición que me acompaña y me protege, me ha llevado por el camino de la sabiduría y con lo cual ahora puedo culminar esta gran etapa de mi vida. Por eso madre mía te dedico mi trabajo en ofrenda por tu amor y paciencia.

A mi familia en general por el apoyo que siempre me supieron brindar día a día en el transcurso de toda mi carrera universitaria.

A una persona muy especial Gabriela, tu apoyo ha sido fundamental, has estado conmigo en los momentos más difíciles de esta vida universitaria. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían, te lo agradezco muchísimo amor.

Dany Jacome

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicó principalmente a Dios, por la vida, sabiduría y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a usted he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo, es la mejor madre.

A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Henry Robles

INDICE GENERAL

| | |
|---|-------|
| DECLARACIÓN DE AUTORIA | I |
| AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN..... | II |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN..... | III |
| AVAL EMPRESA..... | IV |
| INDICE GENERAL | VIII |
| INDICE DE TABLAS..... | XIII |
| INDICE DE FIGURAS | XV |
| RESUMEN | XVIII |
| ABSTRACT | XIX |
| AVAL DE TRADUCCIÓN..... | XX |
| 1. INFORMACION GENERAL | 1 |
| 2. INTRODUCCION..... | 2 |
| 2.1 PROBLEMA | 3 |
| 2.1.1 Situación problemática | 3 |
| 2.1.2 Formulación del problema..... | 3 |
| 2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCION | 4 |
| 2.3 BENEFICIARIOS | 4 |
| 2.4 JUSTIFICACION..... | 5 |
| 2.5 HIPÓTESIS | 5 |
| 2.6 OBJETIVOS..... | 6 |
| 2.6.1 Objetivo general | 6 |
| 2.6.2 Objetivos específicos..... | 6 |
| 2.7 SISTEMA DE TAREAS | 7 |
| 3. FUNDAMENTACION TEORICA | 9 |
| 3.1 INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN..... | 9 |
| 3.1.1 Proceso productivo | 9 |
| 3.1.2 Factores o Recursos..... | 9 |
| 3.1.3 Acciones Productivas | 10 |
| 3.1.4 Resultados o Producto | 10 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.1.5 | Indicadores de productividad..... | 10 |
| 3.1.5.1 | Productividad..... | 10 |
| 3.1.5.2 | Eficacia..... | 11 |
| 3.1.5.3 | Eficiencia..... | 11 |
| 3.1.5.4 | Capacidad..... | 12 |
| 3.2 | INGENIERÍA DE MÉTODOS..... | 12 |
| 3.2.1 | Importancia de la ingeniería de métodos..... | 12 |
| 3.2.2 | Estudio de Métodos..... | 13 |
| 3.2.3 | Fases del estudio de métodos..... | 13 |
| 3.2.4 | Diagramas de procesos de producción..... | 14 |
| 3.2.4.1 | Diagrama de operaciones del proceso..... | 16 |
| 3.2.5 | Medición del trabajo..... | 17 |
| 3.2.5.1 | Procedimiento de una medición de trabajo..... | 18 |
| 3.2.6 | Técnicas de Medición del Trabajo..... | 18 |
| 3.2.7 | Estudio de tiempos..... | 18 |
| 3.2.7.1 | Equipos a utilizar para la toma de tiempos..... | 19 |
| 3.2.7.2 | Tiempo normal..... | 19 |
| 3.2.7.3 | Tiempo estándar..... | 19 |
| 3.2.7.4 | Estudio de movimientos..... | 20 |
| 3.2.7.5 | Técnicas de Estudio de Movimientos..... | 20 |
| 3.2.7.6 | Selección de la Técnica..... | 21 |
| 3.2.7.7 | Diseño y estudio del trabajo..... | 21 |
| 3.2.7.8 | Técnicas de Estudio de Trabajo..... | 21 |
| 3.2.7.9 | Procedimiento Básico para el Estudio de Trabajo..... | 22 |
| 4. | MATERIALES Y METODOS..... | 22 |
| 4.1 | METODOLOGÍA..... | 22 |
| 4.1.1 | Tipo de Investigación..... | 23 |
| 4.2 | TÉCNICAS..... | 23 |
| 4.3 | INSTRUMENTOS..... | 24 |
| 4.4 | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 25 |
| 4.5 | PROCEDIMIENTOS..... | 26 |
| 5. | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 27 |

| | | |
|---------|---|----|
| 5.1 | FUENTES SAN FELIPE S.A..... | 27 |
| 5.2 | DIRECTRICES GENERALES DE LA EMPRESA..... | 27 |
| 5.2.1 | Misión..... | 27 |
| 5.2.2 | Visión..... | 27 |
| 5.2.3 | Valores Corporativos..... | 27 |
| 5.2.4 | Layout Empresa San Felipe..... | 28 |
| 5.3 | ANALISIS DE LA OPERACIÓN..... | 29 |
| 5.3.1 | Producción y distribución..... | 31 |
| 5.4 | DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA EMPRESA..... | 31 |
| 5.4.1 | Factor humano de la empresa..... | 31 |
| 5.4.2 | Línea Mesal..... | 32 |
| 5.4.2.1 | Layout línea Mesal..... | 33 |
| 5.4.2.2 | Posicionador..... | 34 |
| 5.4.2.3 | Envasadora MEG Triblock 30-30-10..... | 34 |
| 5.4.2.4 | Etiquetadora..... | 35 |
| 5.4.2.5 | Empaquetadora..... | 36 |
| 5.4.2.6 | Mixer..... | 36 |
| 5.4.2.7 | Elevador de tapas..... | 37 |
| 5.4.2.8 | Transportador aéreo de botellas..... | 37 |
| 5.4.2.9 | Cintas transportadoras..... | 38 |
| 5.4.3 | Diagnóstico al personal..... | 38 |
| 5.4.3.1 | Análisis e Interpretación de la Encuesta..... | 39 |
| 5.4.3.2 | Análisis e Interpretación de la Entrevista..... | 49 |
| 5.5 | ANALISIS CAUSA-EFECTO DE LOS PROBLEMAS..... | 50 |
| 5.5.1 | Diagramas de Ishikawa..... | 51 |
| 5.6 | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN..... | 53 |
| 5.6.1 | Producto..... | 53 |
| 5.6.1.1 | Análisis del Producto a Investigar..... | 53 |
| 5.6.1.2 | Descripción del Producto..... | 57 |
| 5.6.1.3 | Materiales..... | 57 |
| 5.6.1.4 | Insumos..... | 59 |
| 5.6.1.5 | Desechos de la línea Mesal..... | 61 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 5.6.1.6 | Desperdicios de la línea Mesal | 62 |
| 5.6.2 | Producción | 63 |
| 5.6.2.1 | Sistema de Producción..... | 64 |
| 5.6.2.2 | Proceso de Producción..... | 64 |
| 5.6.3 | Análisis del Proceso de Producción..... | 67 |
| 5.6.3.1 | Diagrama de Bloques..... | 67 |
| 5.6.3.1 | Diagrama de Flujo | 69 |
| 5.7 | ESTUDIO DE ACTIVIDADES DE LA LÍNEA MESAL | 70 |
| 5.7.1 | Arranques de la línea de Producción Mesal | 70 |
| 5.7.1.1 | Estación Posicionador..... | 70 |
| 5.7.1.2 | Estación Triblock – Mixer..... | 74 |
| 5.7.1.3 | Estación Etiquetadora..... | 78 |
| 5.7.1.4 | Estación Termoencogedora | 81 |
| 5.7.2 | Estudio del Proceso de Producción | 84 |
| 5.8 | ESTUDIO DE TIEMPOS..... | 88 |
| 5.8.1 | Toma de Tiempos | 88 |
| 5.8.2 | Tiempo Promedio | 89 |
| 5.8.3 | Desviación estándar..... | 89 |
| 5.8.4 | Método de valoración del ritmo de Trabajo | 90 |
| 5.8.5 | Tiempo normal | 91 |
| 5.8.6 | Tiempo estándar | 92 |
| 5.9 | INGENIERÍA DE LA PRODUCCION | 94 |
| 5.9.1 | Productividad..... | 94 |
| 5.9.2 | Capacidad de producción..... | 94 |
| 5.9.3 | Eficiencia..... | 95 |
| 5.9.4 | Eficiencia Económica..... | 96 |
| 5.10 | PROPUESTA DE MEJORA..... | 97 |
| 5.10.1 | Propuesta de mejora para la reducción de desechos..... | 97 |
| 5.10.1.1 | Instructivos de trabajo | 98 |
| 5.10.1.2 | Análisis de la propuesta de mejora | 103 |
| 5.10.2 | Propuesta de mejora de la producción..... | 104 |
| 5.10.2.2 | Diagrama de procesos..... | 109 |
| 5.10.2.1 | Toma de tiempos | 111 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 5.10.2.2 | Tiempo Promedio | 112 |
| 5.10.2.3 | Desviación estándar | 112 |
| 5.10.2.4 | Método de valoración del ritmo de Trabajo | 113 |
| 5.10.2.5 | Tiempo normal | 113 |
| 5.10.2.6 | Productividad..... | 116 |
| 5.10.2.7 | Capacidad de producción..... | 116 |
| 5.10.2.8 | Eficiencia | 117 |
| 5.10.2.9 | Análisis de la propuesta de mejora | 118 |
| 6. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 119 |
| 7. | BIBLIOGRAFIA | 120 |
| 8. | ANEXOS | 122 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2.1 Beneficiarios del proyecto | 4 |
| Tabla 2.2 Actividades y Tareas en relación a Objetivos | 7 |
| Tabla 3.1 Símbolos de diagramas de producción | 15 |
| Tabla 3.2 Procedimiento del estudio del Trabajo | 22 |
| Tabla 4.1 Operalización de las variables | 25 |
| Tabla 4.2 Población de estudio..... | 25 |
| Tabla 5.1 Tabla de productos San Felipe | 29 |
| Tabla 5.3 Factor Humano | 32 |
| Tabla 5.4 Resultados pregunta 1..... | 39 |
| Tabla 5.5 Resultados pregunta 2..... | 39 |
| Tabla 5.6 Resultados pregunta 3..... | 40 |
| Tabla 5.7 Resultados pregunta 4..... | 41 |
| Tabla 5.8 Resultados pregunta 5..... | 42 |
| Tabla 5.9 Resultados pregunta 6..... | 42 |
| Tabla 5.10 Resultados pregunta 7..... | 43 |
| Tabla 5.11 Resultados pregunta 8..... | 44 |
| Tabla 5.12 Resultados pregunta 9..... | 45 |
| Tabla 5.13 Resultados pregunta 10..... | 46 |
| Tabla 5.14 Resultados pregunta 11..... | 46 |
| Tabla 5.15 Resultados pregunta 12..... | 47 |
| Tabla 5.16 Resultados pregunta 13..... | 48 |
| Tabla 5.17 Promedio de Producción..... | 53 |
| Tabla 5.18 Promedio de ventas..... | 53 |
| Tabla 5.19 Diagrama de Pareto en base a Producto – Cantidad (P-Q Chart)..... | 54 |
| Tabla 5.20 Diagrama de Pareto de Ventas en base a Producto – Ventas (P-R Chart) | 55 |
| Tabla 5.21 Analisis PQ\$..... | 56 |
| Tabla 5.22 Suministros Línea Mesal | 59 |
| Tabla 5.23 Calculo del costo total de producción | 60 |
| Tabla 5.24 Desperdicios históricos..... | 62 |
| Tabla 5.25 Calculo del costo total de desechos | 62 |
| Tabla 5.26 Producción Agua 1500 ml C/G | 63 |
| Tabla 5.7.1 Resumen de Actividades | 87 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 5.7.2 Registro de tiempos | 88 |
| Tabla 5.7.3 Tiempo Promedio | 89 |
| Tabla 5.7.4 Desviación Estándar | 89 |
| Tabla 5.7.5 Factor de desempeño | 91 |
| Tabla 5.7.6 Sistema Westinghouse para calificar el ritmo del trabajo. | 91 |
| Tabla 5.7.7 Suplementos Considerados..... | 92 |
| Tabla 5.7.8 Tiempos estandarizados por actividades de la línea Mesal | 93 |
| Tabla 5.7.9 Capacidad de la Producción | 94 |
| Tabla 5.7.10 Calculo del Costo de Mano de Obra..... | 97 |
| Tabla 5.7.11 Costo Total De Producción | 97 |
| Tabla 5.7.12 Analisis de los desechos de la propuesta..... | 103 |
| Tabla 5.7.13 Comparación de los desechos generados | 103 |
| Tabla 5.7.14 Calculo del costo de desperdicios..... | 103 |
| Tabla 5.7.15 Resumen de actividades de la propuesta de mejora | 110 |
| Tabla 5.7.16 Registro de tiempos de la propuesta de mejora | 111 |
| Tabla 5.7.17 Tiempo Promedio | 112 |
| Tabla 5.7.18 Desviación Estándar | 112 |
| Tabla 5.7.19 Consideración de suplementos | 114 |
| Tabla 5.7.20 Tiempos Estandarizados de la propuesta de Mejora | 115 |
| Tabla 5.7.21 Capacidad de producción De la Mejora | 116 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 3.1 Fases del estudio de métodos | 14 |
| Figura 3.2 Diagrama de operaciones del Proceso..... | 16 |
| Figura 3.3 Diagrama de Flujo de procesos | 17 |
| Figura 3.4 Proceso de medición del trabajo | 18 |
| Figura 5.1 Layout Agua San Felipe..... | 28 |
| Figura 5.2 Productos San Felipe..... | 31 |
| Figura 5.3 Layout Línea Mesal..... | 33 |
| Figura 5.4 Posicionador..... | 34 |
| Figura 5.5 Envasadora MEG | 35 |
| Figura 5.6 Etiquetadora | 35 |
| Figura 5.7 Empaquetadora..... | 36 |
| Figura 5.8 Mixer..... | 37 |
| Figura 5.9 Elevador de Tapas..... | 37 |
| Figura 5.10 Transporte Aéreo..... | 38 |
| Figura 5.11 Cintas Transportadoras..... | 38 |
| Figura 5.12 Resultados pregunta 1 | 39 |
| Figura 5.13 Resultados pregunta 2 | 40 |
| Figura 5.14 Resultados pregunta 3 | 40 |
| Figura 5.15 Resultados pregunta 4 | 41 |
| Figura 5.16 Resultados pregunta 5 | 42 |
| Figura 5.17 Resultados pregunta 6 | 43 |
| Figura 5.18 Resultados pregunta 7 | 43 |
| Figura 5.19 Resultados pregunta 8 | 44 |
| Figura 5.20 Resultados pregunta 9 | 45 |
| Figura 5.21 Resultados pregunta 10 | 46 |
| Figura 5.22 Resultados pregunta 11 | 47 |
| Figura 5.23 Resultados pregunta 12 | 47 |
| Figura 5.24 Resultados pregunta 13 | 48 |
| Figura 5.25 Diagrama de Ishikawa Problema 1 | 51 |
| Figura 5.26 Diagrama de Ishikawa Problema 2 | 52 |
| Figura 5.27 Diagrama de Ishikawa Problema 3 | 52 |
| Figura 5.28 Producto – Cantidad (P-Q Chart)..... | 55 |

| | |
|---|-----|
| Figura 5.29 Producto – Ventas (P-R Chart) | 56 |
| Figura 5.30 Botella 1500ml | 58 |
| Figura 5.31 Tapa Natural 28 mm..... | 58 |
| Figura 5.32 Etiqueta 1500 ml c/g | 59 |
| Figura 5.33 Posicionador | 64 |
| Figura 5.34 Triblock | 65 |
| Figura 5.35 Etiquetadora | 66 |
| Figura 5.36 Empaquetadora..... | 66 |
| Figura 5.37 Paletizado | 67 |
| Figura 5.38 Diagrama de bloques..... | 68 |
| Figura 5.39 Diagrama de Flujo..... | 69 |
| Figura 5.7.1 Cursograma de Arranque Posicionador | 72 |
| Figura 5.7.2 Diagrama de procesos Posicionador | 73 |
| Figura 5.7.3 Cursograma de Arranque Posicionador | 76 |
| Figura 5.7.4 Diagrama de procesos Triblock | 77 |
| Figura 5.7.5 Cursograma de Arranque Etiquetadora..... | 79 |
| Figura 5.7.6 Diagrama de procesos Etiquetadora..... | 80 |
| Figura 5.7.7 Cursograma de Arranque Termoencogedora | 82 |
| Figura 5.7.8 Diagrama de procesos Termoencogedora | 83 |
| Figura 5.7.9 Cursograma del Proceso de producción..... | 85 |
| Figura 5.7.10 Diagrama de procesos de la producción..... | 86 |
| Figura 5.7.11 Limites de Control..... | 90 |
| Figura 5.7.12 Diagrama de Precedencia Línea Mesal | 95 |
| Figura 5.7.13 Instructivo de Trabajo Posicionador | 99 |
| Figura 5.7.14 Instructivo de Trabajo Triblock | 100 |
| Figura 5.7.15 Instructivo de Trabajo Etiquetadora..... | 101 |
| Figura 5.7.16 Instructivo de Trabajo Empaquetadora | 102 |
| Figura 5.7.17 Velocidad General..... | 105 |
| Figura 5.7.18 Velocidad de las cadenas | 105 |
| Figura 5.7.19 Formatos Posicionador..... | 106 |
| Figura 5.7.20 Motor Triblock..... | 106 |
| Figura 5.7.21 Tambor de Etiquetado..... | 107 |
| Figura 5.7.22 Velocidad de mejora propuesta..... | 108 |

| | |
|--|-----|
| Figura 5.7.23 Velocidad de Cadenas Propuestas..... | 108 |
| Figura 5.7.24 Diagrama de procesos de la Propuesta de Mejora | 109 |
| Figura 5.7.25 Limites de Control..... | 113 |
| Figura 5.7.26 Diagrama de Precedencia de la Propuesta | 117 |

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “ESTUDIO DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACION DE RECURSOS EN EL ÁREA DE EMBOTELLAMIENTO DE ENVASES TIPO PET DE LA EMPRESA FUENTES SAN FELIPE”.

**Autores: JACOME TONATO DANY FABRICIO
ROBLES CARRERA HENRY ANDRES**

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la empresa “Fuentes San Felipe”, de la ciudad de Latacunga, específicamente en las instalaciones de la planta de envasado de envases tipo pet o también denominada Línea MESAL, la cual se encarga de envasar agua mineral con y sin gas en diferentes presentaciones. Se persiguió desarrollar un estudio de procesos, tiempos y movimiento para mejorar la productividad de la línea MESAL de la empresa Fuentes San Felipe. Se realizó un diagnóstico para analizar y conocer las actividades de los operarios de producción en la línea Mesal. Posteriormente, se realizaron los diagramas de operaciones de proceso, de flujo y de recorrido. Además, se efectuaron diez mediciones de los tiempos de cada tarea, para aumentar la confiabilidad de los resultados, se procedió a registrar en las matrices de estudio de tiempos, de manera inmediata se realizó el procesamiento y análisis de la información y se obtuvieron los resultados. La propuesta diseñada para la mejora incide de forma positiva en la reducción de desechos, mejorando el comportamiento de los costos por este concepto. Además, la propuesta de mejora permite el incremento de la capacidad efectiva de producción, aumentando la utilización, la eficiencia y la productividad de la línea Mesal.

PALABRAS CLAVE: Proceso Productivo, Mejora, Productividad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TOPIC: "STUDY OF PROCESSES FOR THE OPTIMIZATION OF RESOURCES IN THE BOTTLING AREA OF PET CONTAINERS OF THE COMPANY FUENTES SAN FELIPE"

Authors: JACOME TONATO DANY FABRICIO
ROBLES CARRERA HENRY ANDRES

ABSTRACT

This research was carried out in the company "Fuentes San Felipe", in the city of Latacunga, specifically in the facilities of the bottling plant of pet containers or also called MESAL line, which is responsible for bottling mineral water with and without gas in different presentations. The objective was to develop a study of processes, times and movement to improve the productivity of the MESAL line of the company Fuentes San Felipe. A diagnosis was made through a descriptive research to analyze and know the activities of the production workers in the Mesal line. Subsequently, the layout, process operation diagrams and flow diagrams were made. In addition, ten measurements of the times of each task were made, in order to increase the reliability of the results, they were recorded in the time study matrices, and the information was immediately processed and analyzed and the results were obtained. The proposal designed for the improvement has a positive impact on the reduction of waste, improving the behavior of the costs for this concept. In addition, the improvement proposal allows the increase of the effective production capacity, increasing the utilization, efficiency and productivity of the MESAL line.

KEYWORDS: Planning, Control, Efficiency, Unproductive times.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del trabajo de investigación cuyo título versa: **“ESTUDIO DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN EL ÁREA DE EMBOTELLAMIENTO DE ENVASES TIPO PET DE LA EMPRESAFUENTES SAN FELIPE”**, presentado por: **Jácome Tonato Dany Fabricio y Robles Carrera Henry Andrés**, egresados de la **Carrera de Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2021

Atentamente,



MSc. Alison Mena Bartheletty
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0501801252



Firmado electrónicamente por:
MARCO PAUL
BELTRAN
SEMBLANTES



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACION GENERAL

Título del proyecto

Estudio de procesos para la optimización de recursos en el área de embotellamiento de envases tipo pet de la empresa Fuentes San Felipe.

Fecha de Inicio

Abril 2020

Fecha de Finalización

Agosto 2021

Lugar de Ejecución

Latacunga – Cotopaxi

Facultad que Auspicia

Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas

Carrera que Auspicia

Ingeniería Industrial

Proyecto de Investigación Vinculado

No Aplica

Equipo de Trabajo

Tutor del Proyecto de Investigación:

Nombre: Ing. MsC. Eric Orozco

Celular: 0989064514

Correo electrónico: eric.orozco6973@utc.edu.ec

Estudiante investigador:

Nombre: Jácome Tonato Dany Fabricio

Celular: 0992984073

Correo electrónico: dany.jacome4526@utc.edu.ec

Estudiante investigador:

Nombre: Robles Carrera Henry Andrés

Celular: 0983984332

Correo electrónico: henry.robles0786@utc.edu.ec

Área de Conocimiento

- **Campo Amplio:** (07) Ingeniería, industria y construcción
- **Campo Específico:** (02) Industria y producción
- **Campo Detallado:** (07) Diseño Industrial y de Procesos
- **Carreras de Grado:** (B) Ingeniería Industrial
- **Titulaciones de Grado:** (01) Ingeniero Industrial

Línea de Investigación

- Procesos Industriales

Sublíneas de Investigación de la Carrera

- Calidad, diseño de procesos productivos e ingeniería de métodos.

2. INTRODUCCION

La empresa de Fuentes San Felipe es una empresa laticungueña la cual se ha caracterizado por la producción y comercialización de agua mineral y bebidas que aportan salud a su consumidor, esta se encuentra ubicada en el sector del Barrio San Felipe, una característica principal de esta empresa es su ubicación estratégica ya que como dicta su nombre esta empresa cuenta con sus propias fuentes de agua natural las cuales al ser purificadas son utilizadas para el proceso productivo de la empresa.

La estandarización de procesos juega un papel muy importante en todos los campos de negocios que existen hoy en día, por lo que su conocimiento es una herramienta muy importante. Los gerentes deben de hacer uso de la mayor cantidad de conocimiento organizado que puedan obtener de ella, para poder alcanzar sus objetivos.

Debe de saberse que la estandarización de procesos como una práctica o actividad es un arte; Por lo que el conocimiento organizado que sustenta la práctica puede denominarse ciencia. El propósito de esta tesis es poner en marcha la implementación de métodos científicos en la estandarización de los procesos, que llevarán a la optimización de los recursos existentes, dichos métodos serán base para un aumento en los rendimientos sobre la inversión.

La empresa en la que se desarrolla este trabajo es en la empresa Agua “San Felipe”, en esta empresa existe varias líneas de producción que necesitan procesos estandarizados para aumentar la eficiencia en su producción, se ha escogido como base un solo producto y un área específica debido a la diversidad de procesos que tiene cada línea, área y sección.

2.1 PROBLEMA

La empresa Agua “San Felipe” carece de estándares de producción que aporte al crecimiento y optimización de recursos especialmente en el área de embotellamiento de envases de tipo PET. Estos estándares deben plantear soluciones rápidas a los principales problemas que aquejan a la empresa para obtener resultados deseados. Los procesos internos no planificados generan que los productos salgan deficientes y en ocasiones en mal estado por lo que requiere que se realice un reproceso en la producción del mismo, aumentando de esta manera costos tangibles de elaboración y desperdicios por la mala utilización de recursos disponibles.

En el área de embotellamiento de envases de tipo PET se genera tiempos muy largos de proceso, debido a que las máquinas envasadoras se las deben regular de acuerdo a las especificaciones del envase a llenar además de los arranques de maquina y por lo tanto deben estas acciones no poseen una estandarización adecuada de tiempos, esto provoca que la producción se retrase por lo menos una hora y media tiempo en que estará lista para el envasado, pero provoca que la capacidad de producción para ese día reduzca notablemente perdiendo productividad y eficiencia.

2.1.1 Situación problemática

Los recursos materiales, humanos, y energéticos no son utilizados conscientemente por los trabajadores, según observaciones realizadas previas a este estudio, se considera que la pérdida de recursos de producción es considerable lo que genera grandes pérdidas económicas para la empresa.

2.1.2 Formulación del problema

Determinación de los factores que ocasionan la perdida de tiempos y recursos dentro del área de envasado de botellas tipo pet en la empresa Fuentes San Felipe, 2021.

2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCION

Objeto de Estudio:

El impacto de un estudio de tiempos y movimientos junto a un estudio de procesos dentro de la línea Mesal de la empresa de Fuentes San Felipe

Campo de acción:

Según la Nomenclatura Internacional de la UNESCO para los campos de Ciencia y Tecnología el campo de acción será el siguiente:

- 33 - Ciencias Tecnológicas
- 3310 - Tecnología Industrial
- 3310.05 - Ingeniería de procesos

2.3 BENEFICIARIOS

Tabla 2.1 Beneficiarios del proyecto

| | |
|---------------------------------|---|
| Beneficiarios Directos | Dentro del desarrollo de este proyecto de investigación los beneficiarios directos serán todos los trabajadores que existen dentro de esta empresa que en total son 46 distribuidos entre las áreas de producción, administrativo, apoyo, bodega y distribuidores. |
| Beneficiarios Indirectos | Para determinar los beneficiarios indirectos se realizó el análisis de los mayores compradores de la Empresa los cuales son: <ul style="list-style-type: none">• Corporación Favorita• Novacero• Familia S.A• Petroamazonas• Sana Sana• Supermercados Santa María Lo cuales se beneficiarán de una mayor facilidad de compra ya que la empresa aumentara la capacidad del mercado logrando satisfacer de gran manera la demanda del mercado. |

2.4 JUSTIFICACION

Este proyecto responde a la necesidad que tiene Fuentes San Felipe de establecer procesos normalizados y estandarizados en el área de envasado botellas tipo PET, el propósito es eliminar demoras innecesarias y pérdidas de materia prima y materiales en proceso. El estudio y aplicación de estándares de procesos industriales busca mejorar y optimizar recursos para aumentar capacidades de producción, eliminando desperdicios y manteniendo un control de calidad firme de los productos.

Este estudio identificará entonces los antecedentes que preceden a la producción, el diagnóstico de la situación actual y el posible remplazo de los procesos, además; se analizará mejoras a cada operación estableciendo tiempos estándares de producción que puedan ayudar a programar mejor la producción y elevar la productividad.

Es oportuno y factible realizar este proyecto porque se tiene el apoyo incondicional de la empresa la cual será la principal beneficiaria de este trabajo investigativo. Es importante señalar también que el centro de estudio de esta investigación está en la optimización de recursos utilizados en el área de envasado Botellas tipo PET, el cual servirá como iniciativa para que la empresa adopte estándares a las diferentes líneas de producción que maneja. El presente proyecto permitirá que el consumidor final obtenga un producto de mejor calidad y a un costo accesible.

En tal virtud la empresa Fuentes San Felipe se ve en la necesidad de realizar un estudio del proceso de embotellamiento de envases tipo PET, además de una documentación de sus procesos y un estudio de tiempos que arrojaran como resultados indicadores de productividad y así lograr conocer el estado de la línea Mesal.

2.5 HIPÓTESIS

- El estudio de tiempos y movimientos junto a un estudio de producción ayudaran a la mejora de la utilización de los recursos del área de embotellamiento de envases tipo Pet de la empresa Fuentes San Felipe.

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 Objetivo general

- Realizar el estudio de los Procesos para Optimizar los Recursos en el Área de embotellado de envases tipo PET en la empresa Fuentes “San Felipe”

2.6.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico inicial de la producción en base a un estudio de campo en el área de embotellado de envases tipo PET.
- Representar las diferentes actividades de producción mediante un estudio de tiempos y movimientos del área de envasado de embotellado de envases tipo PET.
- Realizar un estudio de la productividad basado en indicadores de un estudio de ingeniería de procesos del área de envasado de embotellado de envases tipo PET.

2.7 SISTEMA DE TAREAS

Tabla 2.2 Actividades y Tareas en relación a Objetivos

| OBJETIVO | ACTIVIDADES | RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD | TECNICAS E INSTRUMENTOS |
|---|--|---|---|
| Realizar un diagnóstico inicial de la producción en base a un estudio de campo en el área de embotellado de envases tipo PET | Análisis de la empresa | Diagnóstico de la empresa | Cuaderno de investigación Formatos de recolección de información Microsoft Office |
| | Análisis de la producción de la línea Mesal | Actividades y estándares | Matrices de procesos |
| | Determinación del producto a estudiar | Producto que tenga una determinada relación producción-ventas | Observación Diagrama de Pareto |
| | Análisis del producto estudiado | Actividades y estándares | Fuentes de investigación Métodos de diseño de procesos |
| Representar las diferentes actividades de producción mediante un estudio de tiempos y movimientos del área de envasado de embotellado de envases tipo PET | Análisis de los recursos a utilizar dentro de la línea de producción | Diagnóstico de los recursos | Hojas de información Fuentes de investigación Microsoft Office |
| | Análisis del proceso de cada evento de la línea de producción | Diseño de los procesos por cada evento | Matrices de diseño de puestos de trabajo Microsoft Office |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | Diseñar las matrices del estudio de tiempos y movimientos | Diseño de matrices de estudio | Toma de tiempos |
| | Estudio de la propuesta de mejora en base a tiempos y movimientos | Mejorar los recursos a utilizar dentro de la línea Mesal | Estudio de tiempo y movimientos Toma de tiempos Tablas comparativas |
| Realizar un estudio de la productividad basado en indicadores de un estudio de ingeniería de procesos del área de envasado de embotellado de envases tipo PET. | Análisis de los recursos a utilizar dentro de la línea de producción | Diagnóstico inicial de la productividad | Matices de cálculo de índices de productividad |
| | Determinación de los parámetros de productividad | Diagnóstico de la productividad | Fuentes de investigación Matices de cálculo de índices de productividad |
| | Estudio de la propuesta de mejora en base a un estudio de productividad | Mejorar los recursos a utilizar dentro de la línea Mesal | Estudio de tiempo y movimientos Toma de tiempos Tablas comparativas |

3. FUNDAMENTACION TEORICA

3.1 INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

La ingeniería de producción es una rama de la ingeniería. Que se define como aquella que se centra en los procedimientos relacionados a la manufactura y fabricación. de materiales o productos industriales. Ejecuta soluciones eficientes relacionadas a problemáticas de complejidad relacionadas a la realización de productos. Tienen el deber de producir producto de calidad a bajo costo y de gran consumo social. [1]

3.1.1 Proceso productivo

Conjunto de procedimientos destinados a transformar una materia en producto terminado. Producción es la Cantidad de artículos fabricados en un periodo de tiempo. [2]

$$Produccion = \frac{Tiempo\ Base}{Ciclo}$$

Donde:

- Tiempo base (tb): es el tiempo en el cual se llega a producir una unidad del producto final, pueden ser segundos, minutos, horas, días.
- Ciclo (c): o también llamada velocidad de producción, es el tiempo que demora la salida del producto.

Los Elementos Esenciales de todo Proceso Productivo son:

- Factores o Recursos productivos
- Acciones Productivas
- Resultados o Productos finales

3.1.2 Factores o Recursos

Los factores de producción se refieren a los insumos que se utilizan para llegar a fabricar o producir ya sea un producto, bien o servicios, todo esto a través de la utilización ya sea de una mano de obra o de tecnología que tengan disponible dentro de su infraestructura.[3]

Los Factores Productivos son cinco:

- Recursos Naturales.
- Capital.
- Trabajo.
- Tecnología.
- Factor Empresarial (Competitividad de la industria).

3.1.3 Acciones Productivas

Las acciones efectivas son actividades o tareas que se realizan para agregar valor al producto final como parte del proceso de fabricación.

3.1.4 Resultados o Producto

Un producto es cualquier bien o servicio surgido del resultado colectivo del desarrollo de las acciones que componen el proceso de su producción.

3.1.5 Indicadores de productividad

3.1.5.1 Productividad

La productividad es la relación entre la unidad de resultado y la unidad de insumo. En este caso el término productividad del agua es usado exclusivamente para denotar la cantidad o el valor del producto sobre el volumen o valor del agua consumida o desviada. [4] Que en términos generales se expresa por la razón siguiente:

$$Productividad = \frac{Produccion\ obtenida}{Cantidad\ de\ recursos\ empleados}$$

$$Productividad = \frac{Resultados\ logrados}{Recursos\ empleados}$$

El incremento de la productividad se determina:

$$\Delta P = \frac{Productividad\ propuesta - productividad\ actual}{Productividad\ actual} * 100$$

3.1.5.2 Eficacia

Este indicador se basa en el grado de cumplimiento de los objetivos, metas, estándares, etc. Y se lo determina de la siguiente manera:

$$Eficacia = \frac{Produccion\ util}{Objetivo\ de\ la\ empresa}$$

Indicadores:

- Grado de cumplimiento de los programas de producción o de ventas
- Demoras en los tiempos de entrega

3.1.5.3 Eficiencia

Es una medida que compara los inputs empleados, producción, etc. y los outputs u objetivos obtenidos, en relación a los valores óptimos. Forma en que se usan los recursos de la empresa: mano de obra, materia prima, recursos tecnológicos, etc.

Indicadores:

- Tiempos muertos
- Desperdicios
- Porcentajes de utilización de la capacidad instalada

Eficiencia física (Ef): es la función aritmética en donde se relacionan la cantidad de materia prima existente en la producción total obtenida y la cantidad de materia prima o insumos empleados.

$$Eficiencia\ fisica = \frac{Salida\ util\ de\ MP}{Entrada\ de\ MP}$$
$$Ef \leq 1$$

Eficiencia económica (Ee): es la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta.

$$Eficiencia\ economica = \frac{Ventas\ (Ingresos)}{Costos\ (inversiones)}$$
$$Ee > 1$$

3.1.5.4 Capacidad

Es el número de unidades por producir en un lapso de tiempo determinado.[5]

- Capacidad diseñada: capacidad máxima que tiene una maquinaria
- Capacidad real: capacidad que espera alcanzar una empresa.
- Capacidad ociosa: viene a ser la diferencia entre la capacidad diseñada y real
- Utilización:

$$Utilizacion = \frac{Produccion\ Real}{Capacidad\ Proyectada}$$

3.2 INGENIERÍA DE MÉTODOS

La Ingeniería de Métodos, como una de las herramientas básicas de la Ingeniería Industrial, tiene, como problemática básica, la integración del ser humano dentro del proceso de producción de bienes o del proceso de generación de servicios. Debe decidir dónde y cómo encaja el hombre en el trabajo para lograr el desempeño más eficaz de su labor, especificando las condiciones, las herramientas, el equipo, los formularios y los procedimientos necesarios para que éstos, los componentes de un sistema, funcionen en las mejores condiciones económicas posibles. Su campo de acción no se limita a trabajos fabriles.

3.2.1 Importancia de la ingeniería de métodos

La importancia de la Ingeniería de métodos radica en que muestra la forma en que se aplica el diseño de métodos y la medición del trabajo para resolver los problemas más grandes de la manufactura, reducir costos y controlarlos. Debido principalmente a la ingeniería de métodos, las mejoras en la productividad y las oportunidades de ahorro nunca terminan. El diferencial de productividad que resulta de la innovación tecnológica puede ser de tal magnitud que los países desarrollados siempre podrán mantener su competitividad respecto a los países en desarrollo de bajos sueldos. [6]

3.2.2 Estudio de Métodos

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras. En la actualidad, conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos origina incrementos de productividad. Con base en la premisa de que en todo proceso siempre se encuentran en mejores posibilidades de solución, puede efectuarse un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos. Cabe resaltar que el diseño de métodos es el primer punto a estudiar cuando se desea realizar un estudio, pues si no existe un buen diseño de métodos, no se puede hacer una buena medición del trabajo realizado.

Los fines del Estudio de Métodos son:

- Mejorar los procesos.
- Mejorar la disposición de la fábrica, del taller y/o de los lugares de trabajo.
- Mejorar el diseño del equipo y de las instalaciones en general.
- Mejorar la utilización de los materiales, maquinaria y mano de obra.
- Economizar el esfuerzo humano, reduciendo todas las tareas innecesarias y simplificando aquellas que originen fatiga.
- Favorecer la creación de mejores condiciones ambientales para el trabajo.

3.2.3 Fases del estudio de métodos

En lo que específicamente se refiere al Estudio de Métodos, sus fases de ejecución son las que se mencionan a continuación; nótese que salvo por las de adoptar y mantener.

- a) **Seleccionar** el trabajo que va a ser objeto del estudio. Equivale a *Definir el problema*
- b) **Registrar** todos los hechos pertinentes al método o condiciones actuales. Cuando no hubiere método actual porque se trata de una instalación nueva, deberá registrarse toda la información especificada en el proceso y sus condiciones previstas de ejecución. *Equivale a Análisis del problema*
- c) **Examinar** estos hechos en una forma crítica y ordenada, utilizando las técnicas de análisis más apropiadas en cada caso. *Equivale a Búsqueda de soluciones posibles*

- d) **Desarrollar** el método más conveniente tanto por su economía como por su eficacia y aplicación, teniendo debidamente en cuenta las restricciones y especificaciones que atañan al caso. *Equivale a Valoración y Selección de posibles soluciones*
- e) **Adoptar** el método como una práctica uniforme, debiendo normalizarse el método propuesto
- f) **Mantener** dicho método mediante comprobaciones regulares y habituales.

Estas fases son esenciales para ejecutar correctamente un estudio de Métodos. La ejecución de las cuatro primeras es una tarea imprescindible para quien efectúa el estudio. La realización de las dos últimas corresponderá a quien implemente las recomendaciones que se deriven del estudio, y que, como hemos visto, no necesariamente tiene que ser el Ingeniero de Métodos que actúa en el plano de asesor.

A continuación, en la Figura N° 3.1 se muestra las etapas de un EM el cual se conforma de seis etapas.

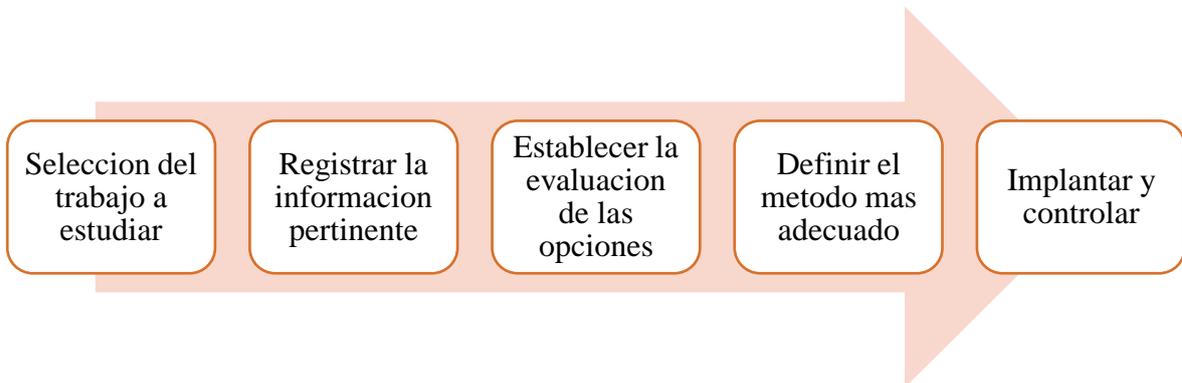


Figura 3.1 Fases del estudio de métodos [7]

3.2.4 Diagramas de procesos de producción

Los diagramas de procesos presentan gráficamente los sucesos que ocurren durante una serie de acciones u operaciones, para que estas puedan ser fácilmente visualizadas y analizadas. Los diagramas de procesos clasifican las actividades que suceden durante un proceso en cinco clases: operaciones, transportes, inspecciones, esperas, y almacenamientos. [8]

Para el desarrollo de este estudio hay que tener en cuenta lo siguiente, se debe recolectar y organizar la información por medio de la técnica de observación directa, sin embargo, dentro de una secuencia ordenada y una organizada recolección de datos de los diferentes procesos, se

hace necesario el uso de los diagramas de procesos, lo cual ayuda a un manejo óptimo de la información. A continuación, en la tabla N° 3.1 se detallan los diferentes símbolos y su descripción para cada actividad.

Tabla 3.1 Símbolos de diagramas de producción [6]

| ACTIVIDAD | DEFINICIÓN | SÍMBOLO |
|----------------------|--|---|
| Operación | Modificación o alteración de las características de un objeto. |  |
| Inspección | Verificación de características de un objeto para determinar su calidad. |  |
| Almacenamiento | Un objeto que se desea proteger de alguna modificación o algún movimiento |  |
| Transporte | Traslado de un objeto o un grupo de ellos de un lugar a otro, sin considerar los movimientos que corresponden a una operación o inspección |  |
| Demora | Cuando en el flujo del proceso se identifica un objeto que se retardan para pasar a la actividad siguiente. |  |
| Operación/Inspección | Indica una actividad combinada de operación / Inspección de manera conjunta, cuando los realiza un solo operador. |  |

3.2.4.1 Diagrama de operaciones del proceso

Es una representación muy general y resumida de la secuencia de las operaciones e inspecciones principales, los materiales y los componentes de un proceso. En el extremo derecho del diagrama se anota la pieza o el elemento principal motivo del análisis y a la izquierda se registran todos los elementos, ensambles, subensambles, componentes y/o insumos necesarios para realizar dicho producto. Cada proceso e inspección debe detallarse de modo que el ingeniero industrial tenga, de forma rápida, una idea clara del proceso. [9]

La figura N° 3.2 muestra en detalle la estructura general de un diagrama de operaciones de un proceso.

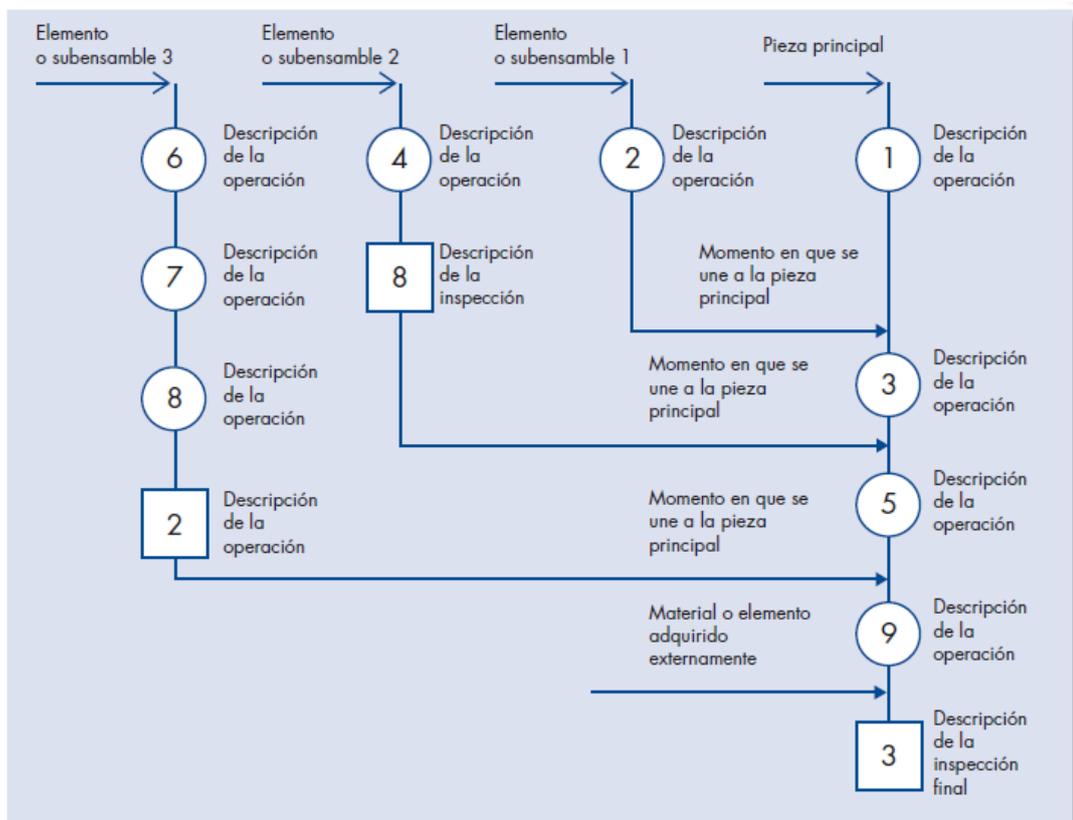


Figura 3.2 Diagrama de operaciones del Proceso [6]

3.2.4.2 Diagrama de flujo de procesos

También conocido como diagrama de flujo de proceso. Es un diagrama que muestra a detalle la secuencia que siguen los distintos elementos de un proceso. Consta de un listado de descripciones de cada uno de los pasos que conforman el trabajo, registrando el símbolo que

corresponde a cada actividad. A diferencia del anterior, el cursograma analítico hace uso de todos los símbolos descritos con anterioridad, pero éstos siempre deben presentarse en un orden específico: operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenajes. También tiene columnas para anotar el tiempo de duración de cada elemento, las distancias recorridas en el caso de los transportes, además de una sección para observaciones o recomendaciones hechas por el analista al momento de levantar la información. [9]

La figura N° 3.3 muestra en detalle la estructura general de un diagrama de flujo de procesos.

| Cursograma analítico | | | | Operario/Material/Equipo | | | | | |
|----------------------|----------|--------------------|--------------|--------------------------|--------|-----------|---|---|---------------|
| Diagrama número: | | Hoja número: | | Resumen | | | | | |
| Operación analizada: | | | | Actividad: | Actual | Propuesto | | | |
| Actividad: | | | | Operaciones | | | | | |
| | | | | Transporte | | | | | |
| | | | | Demoras | | | | | |
| Método actual | | | | Inspecciones | | | | | |
| Lugar: | | | | Almacenajes | | | | | |
| Operario: | | | | Tiempo | | | | | |
| Hecho por: | | | | Distancia | | | | | |
| Descripción | Cantidad | Distancia (metros) | Tiempo (min) | Símbolo | | | | | Observaciones |
| | | | | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | |
| Operación 1 | | | | | | | | | |
| Operación 2 | | | | | | | | | |
| Inspección 1 | | | | | | | | | |
| Transporte 1 | | | | | | | | | |
| Demora 1 | | | | | | | | | |
| Inspección 2 | | | | | | | | | |
| Operación 3 | | | | | | | | | |
| Transporte 2 | | | | | | | | | |
| Inspección 3 | | | | | | | | | |
| Operación 3 | | | | | | | | | |
| Transporte 3 | | | | | | | | | |
| Almacenaje 1 | | | | | | | | | |

Figura 3.3 Diagrama de Flujo de procesos [6]

3.2.5 Medición del trabajo

Según la OIT, la medición del trabajo (MT) se refiere a la aplicación de técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que tarda un trabajador “calificado” en efectuar sus tareas comparándolas contra estándares preestablecidos.[10]

3.2.5.1 Procedimiento de una medición de trabajo

Los pasos a seguir para la ejecución de un estudio de MT se muestran en la figura N° 3.4

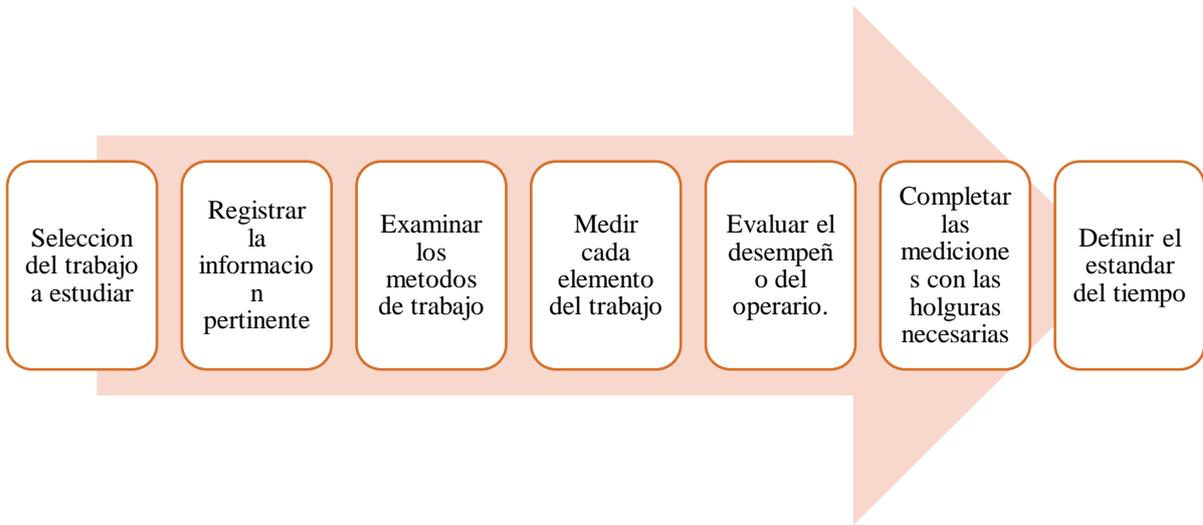


Figura 3.4 Proceso de medición del trabajo [5]

3.2.6 Técnicas de Medición del Trabajo

Las principales técnicas que se emplean para medir el trabajo son las siguientes:

- Por estimación de datos históricos.
- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Por descomposición en micro movimientos de tiempos
- predeterminados (MTM, MODAPTS, técnica MOST).
- Método de las observaciones instantáneas (muestreo de trabajo).
- Datos estándar y fórmulas de tiempo.

3.2.7 Estudio de tiempos

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. La medición del trabajo o estudio de tiempos, es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. [11]

3.2.7.1 Equipos a utilizar para la toma de tiempos

Para un correcto estudio de tiempos hay que tener en cuenta que se deben tener por lo menos los siguientes recursos:

- Un cronometro
- Un tablero para el estudio de tiempos
- Formatos impresos para la toma de tiempos
- Calculadora

3.2.7.2 Tiempo normal

El tiempo normal es el tiempo que se requiere para efectuar una operación sin demoras ni pérdidas de tiempo, Los operarios no pueden mantener la velocidad de su trabajo a diario por las interrupciones que surgen a través del día como son las interrupciones personales (viajes al sanitario o el tomar agua), la fatiga que afecta a cualquier operador y los retrasos inevitables que surgen cuando se descompone una herramienta o variación en los materiales, por eso es necesario asignar un tiempo adicional, para ello se usan los suplementos los cuales se ajustaran según el criterio del analista de tiempos. [12]

$$\textit{Tiempo Normal} = \textit{Tiempo Observado} * \textit{Factor de valoracion}$$

3.2.7.3 Tiempo estándar

Un estándar de tiempo es el tiempo requerido para producir un artículo en una estación de manufactura, con las siguientes condiciones: Operador calificado y bien capacitado, manufactura a ritmo normal, y hacer una tarea específica. [12]

El tiempo estándar se utiliza para:

- Obtener información para elaborar el programa de producción.
- La cantidad de mano de obra y equipo que se necesitara para establecer correctamente el plan de producción de acuerdo a la capacidad instalada.
- Establecer los planes de incentivos a los trabajadores.

$$\textit{Tiempo Estandar} = (\textit{tiempo observado} + \textit{factor de valoracion}) + \textit{suplementos}$$

$$\textit{Tiempo Estandar} = \textit{Tiempo Normal} + \textit{Suplementos}$$

3.2.7.4 Estudio de movimientos

Se trata de analizar la tarea laboral con métodos técnicos y científicos: se realiza grabando en imágenes los detalles de la actividad que realiza el trabajador, su postura y movimientos corporales. [13]

3.2.7.5 Técnicas de Estudio de Movimientos

Las técnicas para la observación de los movimientos en el trabajo pueden ser a través de:

- Técnica cinematográfica o de micro movimientos
- Técnica de proyección lenta cinematográfica para movimientos
- Técnica de análisis ciclográfico (medio eléctrico fotográfico continuo)
- Técnica de análisis cronociclográfico (medio eléctrico fotográfico interrumpido)
- Observación directa.

Las técnicas de movimientos con respecto al propósito de uso, tienen tres categorías principales:

- 1) Usadas para ayudar a la determinación de la clase de cambio aparentemente más factible: guía de posibilidades preliminar, guía de posibilidades detallada, análisis de la actividad del trabajo, muestreo del trabajo, estudio de movimientos.
- 2) Usadas para delinear las unidades de salida o producto terminado, también tomada como aspecto preliminar para trabajar en la categoría 1 o para uso en el estudio de tiempos.
- 3) Usadas para ayudar al examen, en el detalle apropiado, de la manera de realizar el trabajo: análisis de la actividad del trabajo, muestreo del trabajo, carta de proceso – análisis del producto, carta de barras horizontales de tiempo, diagrama de redes, carta de proceso – análisis del hombre.

Todas las técnicas tienen flexibilidad de uso, lo cual indica que puede ser utilizadas según la necesidad y recursos disponibles; pueden usarse en conjunto para mejores resultados.

3.2.7.6 Selección de la Técnica

Que técnica de análisis debe ser usada para un estudio de movimientos, será función de la clase de cambio buscado y de las características del método y de sus consideraciones.

Deberá tomarse en cuenta también que la selección de una técnica es afectada por la secuencia de otra, debido al tipo de ayuda necesaria requerida. Cada técnica es una herramienta utilizada en el análisis de movimientos y dependiendo de su uso así será el grado de profundidad alcanzando y por tanto los resultados obtenidos.[14]

Para emplear las técnicas de estudio de movimientos debe estarse familiarizado con:

- Cual técnica sirve para cada propósito.
- En cual secuencia deben usarse las técnicas.
- A qué clase de trabajo pueden aplicarse útilmente cada técnica.
- Conocer los detalles de las técnicas.

3.2.7.7 Diseño y estudio del trabajo

Es la aplicación de ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan 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. [15]

3.2.7.8 Técnicas de Estudio de Trabajo

El estudio del trabajo comprende dos técnicas estrechamente ligadas: el estudio de métodos, que es un estudio crítico de las maneras de realizar el trabajo, y la medición del trabajo, método que evalúa el tiempo que debe tomar la realización de un trabajo. Ambos se aplican sistemáticamente siguiendo patrones muy similares. [14]

3.2.7.9 Procedimiento Básico para el Estudio de Trabajo

Tabla 3.2 Procedimiento del estudio del Trabajo[16]

| ETAPA | DESARROLLO |
|-------------|---|
| Seleccionar | El proceso o trabajo que se va a estudiar |
| Registrar | Es la recolección de todos los datos informativos de mayor relevancia con relación a la tarea o proceso, para luego disponer de los mismos para su análisis. |
| Examinar | Todos los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, el lugar donde se lleva a cabo, el propósito de la actividad, el orden en que se ejecuta, quien la ejecuta y los medios empleados. |
| Establecer | Los métodos más económicos y efectivos tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferentes técnicas de gestión, debe analizarse y discutirse los enfoques de especialistas, supervisores y trabajadores. |
| Evaluar | Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo. |
| Definir | El nuevo método y el tiempo correspondiente, presentar dicho método sea verbalmente o por medio escrito, a todas las personas a quienes concierne. |
| Implantar | El nuevo método formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado |
| Controlar | La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos. |

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 METODOLOGÍA

Método Inductivo

Utilizando este método se analizará de forma visual los distintos procesos de la Línea MESAL, lo que será óptimo para el análisis de cada tarea efectuada, con el fin de obtener una perspectiva de cómo se realizan los procesos en esta línea. No obstante, esta herramienta permite centrarse en el estudio de varios sucesos reales que permite conocer el porqué de las cosas, de esta forma obtener conclusiones convincentes.

4.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación utilizada fue la descriptiva, de campo y aplicada, ya que se aplicaron técnicas y métodos que facilitaron la recolección de la información y datos referentes con el proceso de envasado de la Línea Mesal. La investigación se efectuó de forma directa en el área de trabajo donde se efectuaron las actividades para ser observadas de manera minuciosa, detallar los métodos de trabajo de los operadores, la condición del área de trabajo y se pudo obtener los tiempos correspondientes a cada actividad.

- **Investigación descriptiva.** – Permite describir las características del problema, que en nuestro caso se basó en el estudio de procesos, lo cual ayudó para conocer la realidad de la empresa y recolectar todos los datos relacionados a las actividades que se efectúan para el envasado de agua de la Línea Mesal.
- **Investigación de campo.** - Debido a que la investigación se efectuó de manera directa en el área de trabajo, que constituye la empresa “Fuentes San Felipe” permitiendo indagar las condiciones reales en las que se ha conseguido la información. Con el apoyo de datos que provienen de las observaciones y los diálogos.
- **Investigación aplicada.** - Se usó como sustento los conocimientos de la investigación documental y bibliográfica que se encuentran en textos, libros, revistas e internet y se aplicó en el sector productivo con el objetivo de hacerlo más eficaz.

4.2 TÉCNICAS

Observación

Esta técnica permite la medición de cada suceso que se da en cada tarea, conductas de los operarios de línea o de igual forma se interactúa de forma directa con el objeto a estudiar. Esta técnica no solo se basa en ver o analizar de manera visual, sino que, facilita enfocarse con el objeto de estudio de varias maneras, ver los procesos productivos, detectar anomalías o defectos que se producen en la línea, y de esta manera la participación de esta técnica ayuda según la intensidad de las tareas.

Toma de tiempos

En la presente investigación la toma de tiempos es una de las herramientas para obtener datos y acercarse más al propósito de determinar el proceso productivo. Esta herramienta es importante dentro de la línea MESAL, porque cronométricamente se anota el tiempo y el ritmo con el que se efectúa el trabajo en relación a las tareas, con el objetivo de conseguir datos para más adelante iniciar con la mejora de línea.

4.3 INSTRUMENTOS

Cronometro

Mediante el cronometro se puede medir el tiempo que es necesario o que se requiere para realizar las diferentes actividades del proceso de la línea MESAL, a su vez permite medir sus micro actividades de cada estación, consiste en dar seguimiento al proceso productivo desde su inicio hasta su fin analizando todos los recursos y movimientos empleados dentro de cada actividad.

Diagrama de procesos

El diagrama de procesos ayuda a que se estime la participación lineal del proceso iniciando desde la entrada del producto dando un fin en la salida del mismo una vez ya terminado, el diagrama de proceso ayuda a tener una visión previa del flujo y la distribución de las operaciones de cada estación, este diagrama permite la relación que tiene una estación con otra, proporcionando una secuencia lógica en el proceso productivo.

4.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4.1 Operalización de las variables

| Variables | Conceptualización | Categorías | Indicadores | Técnicas |
|--|---|---|--|--|
| Estudio de procesos, tiempos y movimientos (Independiente) | Tarea que se basa en la técnica de establecer un estándar de tiempo óptimo para efectuar una cierta tarea, basándose en la medición del trabajo del método indicado, considerando la fatiga y los retrasos personales y los retrasos que no se pueden evitar. | Medición del Trabajo | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tiempo normal ➤ Tiempo Estándar ➤ Tiempo observado | Observación, análisis y medición. |
| Productividad (Dependiente) | Se le considera productividad a la relación que existe entre los productos que se obtienen y los recursos utilizados en un cierto tiempo definido sin alterar la calidad. | Métodos de medición de la productividad | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Índice de productividad laboral con el método propuesto ➤ Índice de productividad laboral con el método actual. | Medición de la productividad a través del recurso laboral. |

Tabla 4.2 Población de estudio

| Población de Estudio | |
|----------------------|----------|
| Trabajadores | 5 |
| Jefe de Producción | 1 |
| Supervisor | 1 |
| Total | 7 |

4.5 PROCEDIMIENTOS

En el área de producción en el horario de la jornada laboral, se efectuó la investigación de campo. La técnica consistió en la observación directa a cada una de las actividades realizadas por los trabajadores objetivos del estudio, adicionando las encuestas y la entrevista, las cuales permitieron la recolección de información adecuada sobre el desarrollo de las actividades, debilidades, áreas críticas, estudio de tiempos, para incitar cambios y mejoras.

Estas actividades se efectuaron de la siguiente manera:

- Se observó y averiguó detenidamente durante un tiempo significativo cada una de las tareas efectuadas por los operadores. Anotando la información de las descripciones.
- Se efectuó entrevistas al personal. Para tomar información y opiniones sobre las actividades ejecutadas.
- Se estableció el problema presente mientras se desempeñaron las tareas de los operadores de producción de la línea Mesal
- Se efectuaron tomas de tiempo y observaciones de los procesos productivos a todos los trabajadores de la Línea Mesal, con el propósito de recolectar información para su análisis posterior.
- Una vez recolectada la información necesaria, se procedió a la elaboración de los diagramas correspondientes del área de estudio, para la recolección de toda la información, los mismos que facilitaron la toma y el control de los tiempos adquiridos de los procesos efectuados por el personal de producción.

Se efectuó el análisis y procesamiento de todos los datos obtenidos con el objetivo de conseguir los resultados y desarrollar las sugerencias en busca de la mejora del proceso productivo.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

5.1 FUENTES SAN FELIPE S.A.

Actualmente Fuentes San Felipe cuenta con 46 empleados y 45 distribuidores, con una variedad de productos en agua sin gas y con gas, bajo diversas presentaciones, en envase retornable y descartable. Hemos incursionado con el pasar de los años en variedad de refrescos con la marca Felipín. [17]

5.2 DIRECTRICES GENERALES DE LA EMPRESA

5.2.1 Misión

“Producimos agua mineral y derivados de alta calidad, sabor y disponibilidad; mediante un sistema de gestión interna robusto con un equipo humano de excelencia y en búsqueda permanente de la innovación y competitividad local e internacional.”

5.2.2 Visión

“Para el 2030 seremos la segunda empresa en Ecuador, reconocida por nuestra agua mineral y derivados, ocupando al menos el 25% del mercado local; generando al menos el 20% de nuestros ingresos, de mercados internacionales.”

5.2.3 Valores Corporativos

- Innovación
- Compromiso
- Excelencia
- Trabajo en equipo

5.2.4 Layout Empresa San Felipe

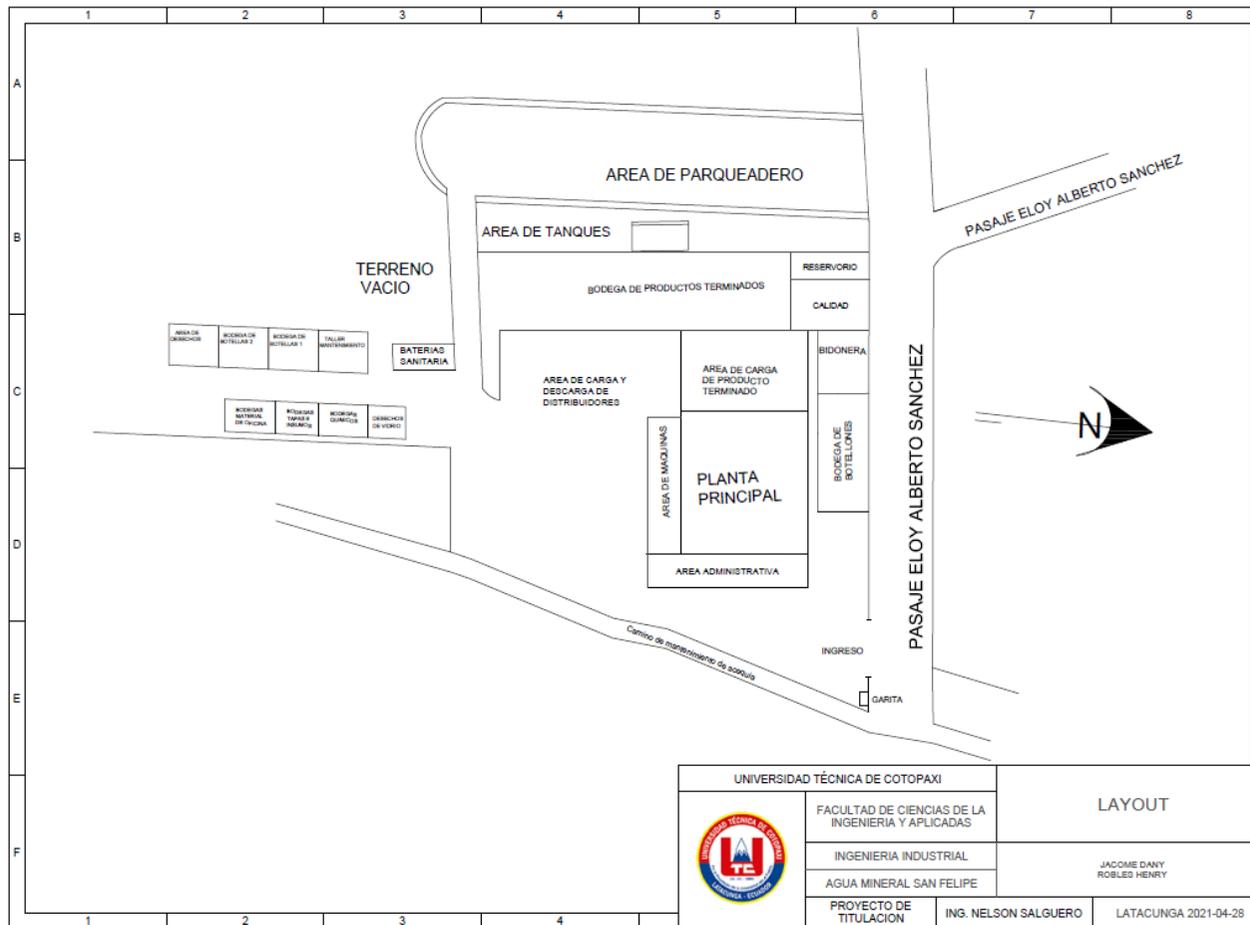


Figura 5.1 Layout Agua San Felipe

5.3 ANALISIS DE LA OPERACIÓN

Dentro de los procesos que se realizan en la empresa Fuentes San Felipe es la producción y su posterior distribución de diferentes bebidas en envases tipo PET, proceso que se lo realiza bajo las directrices de producción, con una única finalidad de obtener y entregar un producto de consumo óptimo y saludable al consumidor. En este proyecto de investigación se ha estudió el proceso de producción de la línea Mesal, que se encarga del envasado de botellas PET, a continuación, en la Tabla N° 5.1 detallamos las diferentes presentaciones que produce la línea Mesal.

Tabla 5.1 Tabla de productos San Felipe

| PRODUCTOS SAN FELIPE (LINEA MESAL) | | | | |
|------------------------------------|--------|--------------|-------------------------------------|----------------------|
| TIPO | CODIGO | PRESENTACION | DESCRIPCION | PRODUCCION (uni/mes) |
| Agua con Gas PET | SF30 | 3000 ml | SF AGUA C/GAS PET 3000ML 6U | 15000 |
| | SF26 | 1500 ml | SF AGUA C/GAS PET 1500ML 6U | 25000 |
| | SF20 | 500 ml | SF AGUA C/GAS PET 500ML 12U | 32000 |
| Agua sin Gas PET | SF36 | 3000 ml | SF AGUA S/GAS PET 3000ML 6U | 16000 |
| | SF14 | 1000 ml | SF AGUA S/GAS PET 1000ML 6U | 20000 |
| | SF12 | 600 ml | SF AGUA S/GAS PET 600ML 12U | 12000 |
| Refrescos PET | FE01 | 500 ml | FELI REF LIMON PET 500ML 12U | 5000 |
| | FR01 | 1500 ml | FRUM REF MANZANA PET 1500ML 6U | 5000 |
| | FR02 | | FRUM REF NARANJILLA PET 1500ML 6U | 5000 |
| | FR03 | | FRUM REF FRUTOS ROJOS PET 1500ML 6U | 5000 |
| | FR04 | | FRUM REF LIMA LIMON PET 1500ML 6U | 5000 |

Esta producción se lo realiza dentro de la planta de producción ubicada en el sector de San Felipe, Parroquia Eloy Alfaro de la Ciudad de Latacunga, el cual está ubicado en un sector estratégico, ya que esta empresa es dueña de las fuentes naturales que se originan en este sector, con los cuales al pasar por un tratamiento de aguas son envasadas directamente en los envases o sirven para realizar los diferentes productos de esta empresa.

De manera general, para la obtención de estos productos se utiliza la línea Mesal en donde a través de un proceso que empieza por la colocación de botellas vacías en el posicionador, el transporte de botellas de manera aérea, el lavado, llenado y tapado en la Triblock, luego su etiquetado y por ultimo un empaquetado del número de unidades de acuerdo a la presentación y que se complementan con un control de calidad en cada uno de estos procesos, se logra obtener un producto de calidad para el consumidor.

En el analisis inicial de esta línea de producción se conoce que existen diferentes desperdicios ya sea de materia prima, de tiempo ya sea del operador o de la maquina y otros desperdicios que hacen que esta línea no tenga una eficiencia optima que ayudaría a obtener los resultados que espera la empresa. En ocasiones las maquinas generan desperdicios ya sea por un maltrato de la botella, un mal llenado de los envases o un mal etiquetado que en ocasiones también son generadas por una mala calibración de los equipos.

Cuando se realiza el proceso, actualmente existe una discordancia entre los tiempos de producción planificadas y reales, los cuales se producen por paras producción no programadas ya sea por mantenimiento de las máquinas, una mala calibración por parte del operario y sobre todo por no tener una estandarización de tiempos en diversas actividades adicionales que se realizan dentro del proceso como el cambio de formatos, el lavado y desinfección de las máquinas, el transporte de materia prima entre otros.

La ventaja de la línea de producción Mesal es su distribución la cual se basa en una producción en masa, en donde el producto tras una orden de producción se lo realiza a través de formatos de producción ya establecidos los cuales generan un tiempo estimado de producción basados en una eficacia de línea la cual es muy baja para poder lograr una producción estable y considerable n cantidad.

5.3.1 Producción y distribución

La empresa Fuentes San Felipe busca saber cómo satisfacer las diferentes necesidades de sus consumidores por lo que cuenta con una amplia gama de presentaciones en su presentación de envases tipo PET, en diferentes tamaños y con una variedad de bebidas.



Figura 5.2 Productos San Felipe

La empresa ha ido abriendo su mercado logrando llegar no solo a la provincia de Cotopaxi, también ha llegado a las provincias de pichincha y Tungurahua, a ciudades como Manta, Lago Agrio e Ibarra y adicionalmente realiza entregas directas a empresa como Corporación Favorita, Novacero, Familia, y por último a diferentes instituciones educativas o a diferentes petroleras ubicadas en la amazonia.

5.4 DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA EMPRESA

5.4.1 Factor humano de la empresa

Dentro de la línea Mesal cuenta con 7 personas, 1 como operario en cada una de las máquinas, posicionador, llenadora, etiquetadora, empaquetadora y un paletizador manual, y por último un jefe de producción y un supervisor de planta. En la siguiente tabla se muestra la distribución de los operarios, su nivel de educación y sus habilidades.

Tabla 5.2 Factor Humano

| MAQUINA | N° DE OPERARIOS | EDUCACIÓN | HABILIDADES |
|----------------|------------------------|------------------|---|
| Posicionador | 1 | Secundaria | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión. • Pro actividad. |
| Llenadora | 1 | Tecnólogo | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Conocimiento sobre otores eléctricos • Diseño de mejoras en maquinas |
| Etiquetadora | 1 | Tecnólogo | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Conocimiento sobre electromecánica • Reparación de sistemas eléctricos |
| Empaquetadora | 1 | Secundario | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión. • Pro actividad. |
| Paletización | 1 | Secundario | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión. • Pro actividad. |

5.4.2 Línea Mesal

La línea de producción, específicamente la que envasa las botellas de tipo PET, realiza su producción de lunes a viernes en un solo turno diario de 8 horas, este proceso se lo realiza en la Línea Mesal, la cual consta de 8 máquinas las cuales son operadas por personal con la suficiente capacidad y experiencia de realizar las diferentes actividades para lograr un producto de calidad.

5.4.2.1 Layout línea Mesal

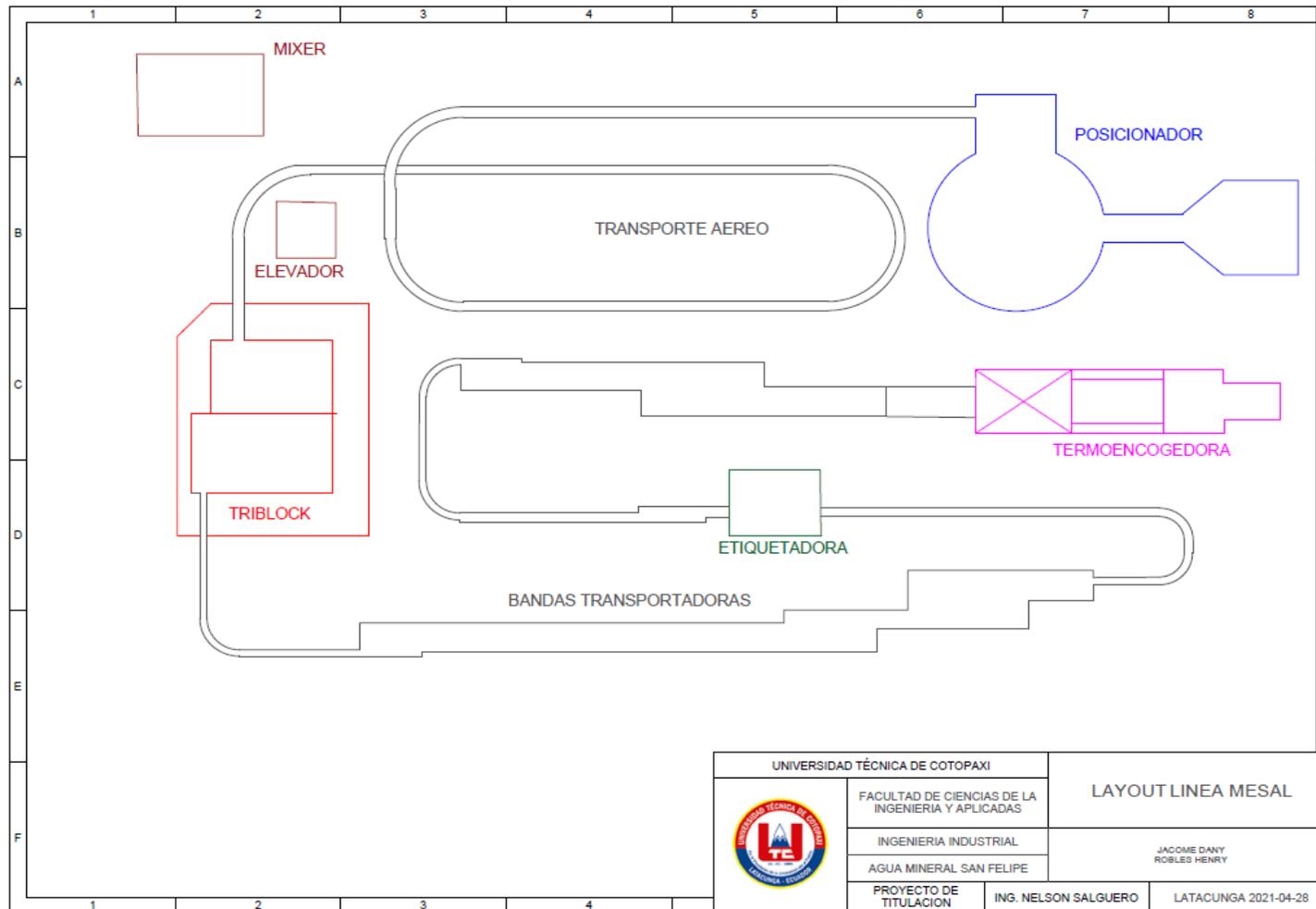


Figura 5.3 layout Línea Mesal

5.4.2.2 Posicionador

El posicionador POSIMESAL está compuesto por un depósito/alimentador de frascos fabricado en acero inoxidable 304, acoplado a un elevador con sistema de cinta transportadora inclinada de PU o PVC, controlado por sensores de acumulación que acondicionan los frascos en un tambor rotativo de acero inoxidable 304, con flujos de aire que ayudan en la centralización de los frascos, posicionándolos a través de una estrella al vacío, transfiriendo el frasco de forma ordenada en el transportador neumático, alimentando la línea de producción. El control de velocidad es realizado por sensores electrónicos que comandan la demanda de producción, garantizando así eficiencia, continuidad y mayor rentabilidad en el trabajo. El posicionador de botellas POSIMESAL posee ajuste rápido y simplificado, si es necesario realizar el cambio de formato. [18]



Figura 5.4 Posicionador

5.4.2.3 Envasadora MEG Triblock 30-30-10

Esta máquina TRIBLOC MEG - Gravedad automáticas y compactas están montadas en una única plataforma formando un TRIBLOCK con un único motor de accionamiento, que permite el enjuague, llenado y cierre en una sola máquina. La transferencia de los frascos entre enjuagador, llenadora y tapadora es realizada a través de estrellas aéreas, lo cual proporciona practicidad para trabajar con diversos tamaños de frascos. Estos equipos son controlados por

un PLC programable en todas las funciones de operación y seguridad. La principal característica de la serie TRIBLOC MEG es la versatilidad durante la producción. [18]



Figura 5.5 Envasadora MEG

5.4.2.4 Etiquetadora

Se emplea para etiquetar las botellas con etiquetas



Figura 5.6 Etiquetadora

1. Datos generales

- Peso: 1360kg
- Dimensiones: 2400 x 1400 x 1900
- N.º serie: 17122

- Año de fabricación: 2017
- Producción: 8000 botellas/hora
- Consumo de aire comprimido: 300 m³/min

2. Datos eléctricos

- Voltaje del comando: 440V
- Frecuencia de la red eléctrica: 60Hz
- Voltaje del comando: 24V
- Potencia: 14 kW

5.4.2.5 Empaquetadora

La empaquetadora es la máquina que concentra su actividad en realizar el empaquetado de las botellas de acuerdo a la presentación del producto:

- Las presentaciones de menos de 1000 ml se realizan paquetes de 12 unidades.
- Las presentaciones de más de 1000 ml se realizan paquetes de 6 unidades.



Figura 5.7 Empaquetadora

5.4.2.6 Mixer

Su función principal es realizar la mezcla homogénea (agua + jarabe) y la carbonatación final del producto. Conjunto montado sobre una misma base, basado en tres elementos fundamentales: agua, almíbar y CO₂ para producir una bebida espumosa lista para ser rellenada. Cuenta con una tubería auxiliar para gasificación en línea, donde el proceso de gasificación se completa a través de un tubo de inyección. La carbonatación en el tanque se

produce por distribución en bandejas, proporcionando una gran área de contacto entre el producto y el CO₂, facilitando su absorción por parte del líquido. [18]



Figura 5.8 Mixer

5.4.2.7 Elevador de tapas

Alimentador automático de tapas, interconectado con la llenadora y controlado por sensores fotoeléctricos. Construcción robusta de acero inoxidable y tapa superior con asas de policarbonato para abrir y llenar las tapas. Tanque de almacenamiento para las tapas fabricado en acero inoxidable y para la alimentación de las tapas a la máquina llenadora por flujo de aire. [18]



Figura 5.9 Elevador de Tapas

5.4.2.8 Transportador aéreo de botellas

Transportadores neumáticos con estructura de acero inoxidable donde los matraces se apoyan en el cuello y se deslizan suavemente a través de un perfil UHMW arrastrando el aire producido

por ventiladores provistos de filtro para evitar la contaminación de los matraces. Disponen de un ajuste rápido y sencillo para cambiar el formato mediante las guías laterales. [18]



Figura 5.10 Transporte Aéreo

5.4.2.9 Cintas transportadoras

Transportadores modulares fabricados en acero inoxidable, con opciones de cadena inoxidable o poli acetileno y guías laterales ajustables para agilizar el cambio de formato de botella, el cual transporta las botellas entre las máquinas. [18]

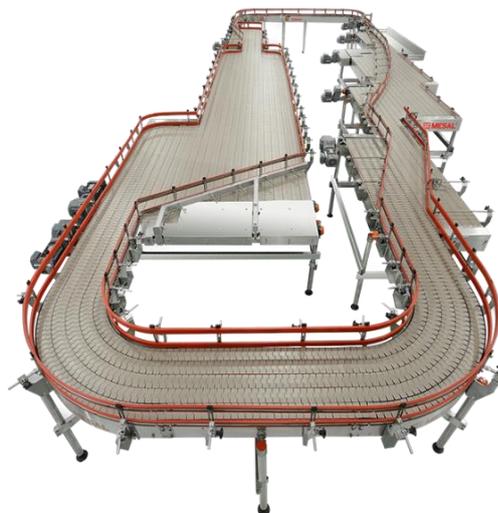


Figura 5.11 Cintas Transportadoras

5.4.3 Diagnóstico al personal

A continuación, se presenta los resultados que se obtuvieron en la encuesta realizada a los diferentes operarios que trabajan dentro de la línea Mesal de la empresa Fuentes San Felipe.

5.4.3.1 Analisis e Interpretación de la Encuesta

1. ¿Realiza usted las actividades de trabajo mediante tareas documentadas?

Tabla 5.3 Resultados pregunta 1

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 2 | 3 | 40% | 60% |

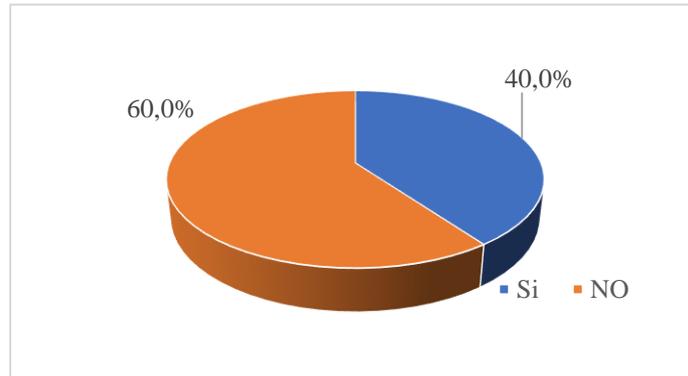


Figura 5.12 Resultados pregunta 1

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 60% no realizan las actividades de trabajo mediante tareas documentadas, mientras el 40% afirman que si lo realizan.

Interpretación

No existe actividades de trabajo mediante tareas documentadas que los trabajadores puedan realizar, se debe documentar cada una de las actividades en el proceso de la Línea Mesal.

2. ¿Conoce usted el tiempo aproximado que se demora en realizar cada una de las actividades en su área de trabajo?

Tabla 5.4 Resultados pregunta 2

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 3 | 2 | 60% | 40% |

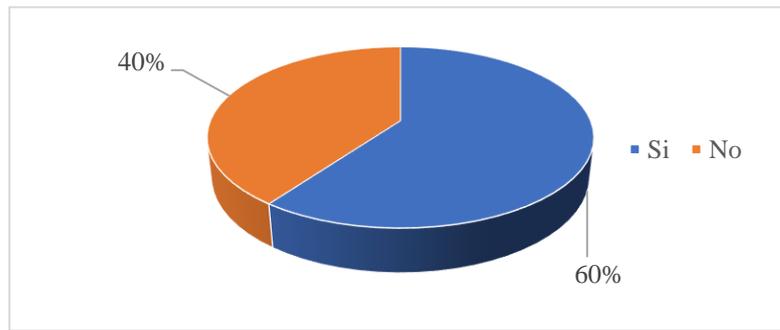


Figura 5.13 Resultados pregunta 2

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 40% no conoce el tiempo aproximado para realizar sus tareas, mientras que el 60% dice si conocer el tiempo aproximado.

Interpretación

No existe un estudio para determinar el tiempo aproximado de la ejecución de cada una de las actividades que se realizan en la Línea Mesal, por lo que el tiempo para cada operación no está controlado y definido.

3. ¿La empresa proporciona la materia prima a tiempo para realizar el trabajo, sin ocasionar retrasos en la producción?

Tabla 5.5 Resultados pregunta 3

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------------|------------|------------|
| Siempre | 3 | 60% |
| Con frecuencia | 2 | 40% |
| Poca frecuencia | 0 | 0% |
| Nunca | 0 | 0% |

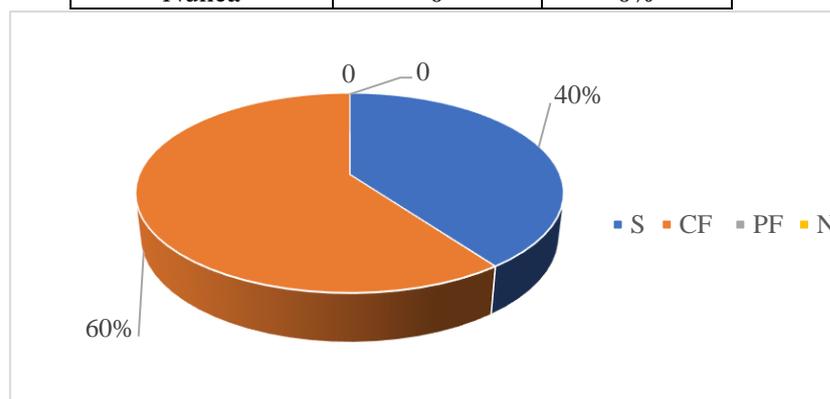


Figura 5.14 Resultados pregunta 3

Análisis

De la encuesta realizada se puede observar que la entrega de materia prima a tiempo se realiza siempre con un 40%, con frecuencia un 60%.

Interpretación

Existen ocasiones en las que la empresa no entrega a tiempo la materia prima, por lo que se registra demoras al momento de producir y también deficiencias en las entregas del producto terminado

4. ¿La falta de insumos a tiempo le han provocado demoras en el proceso de producción?

Tabla 5.6 Resultados pregunta 4

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 4 | 1 | 80% | 20% |

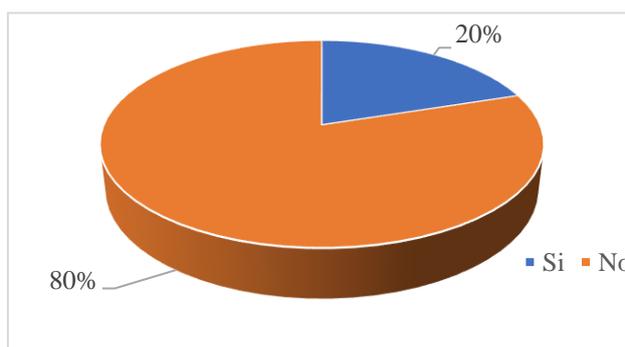


Figura 5.15 Resultados pregunta 4

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 80% de los trabajadores afirma que la falta de insumos para la producción ha producido demoras en el mismo, mientras que el 20% dijo que no suele ocurrir esta incidencia.

Interpretación

Es fundamental que los insumos sean los necesarios y suficientes, para que no exista retrasos ni demoras en la producción, ya que se produce una pérdida de tiempo en traer los insumos faltantes para la producción.

5. ¿Se ha producido cortes de servicios básicos, que afecten a sus labores diarias?

Tabla 5.7 Resultados pregunta 5

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 3 | 2 | 60% | 40% |

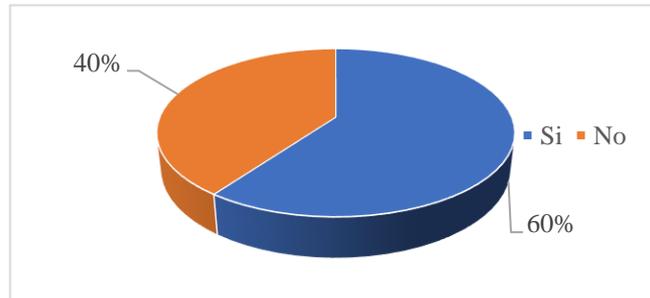


Figura 5.16 Resultados pregunta 5

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 60% de los trabajadores coinciden que se ha producido cortes de servicios básicos que les impide realizar con normalidad sus actividades diarias, el 40% de los trabajadores no están en acuerdo con esta situación.

Interpretación

Existen servicios básicos como agua, luz, aire, vapor, con los que se cuenta para producir en la empresa, pero se han producido cortes que han impedido realizar las actividades con plenitud, es por ello que se debe tomar en cuenta esta situación para que exista equipos con la capacidad adecuada a la producción de la empresa.

6. ¿La ubicación de las máquinas y herramientas han provocado demoras en el proceso de producción?

Tabla 5.8 Resultados pregunta 6

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 2 | 3 | 40% | 60% |

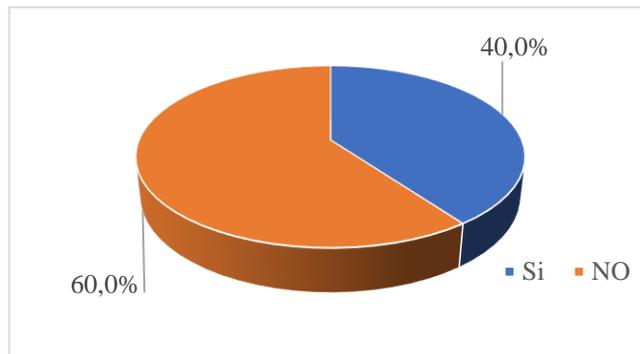


Figura 5.17 Resultados pregunta 6

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 40% de los trabajadores, dicen que la ubicación de las máquinas y herramientas les quita tiempo en el proceso de producción, mientras el 60% respondió que no.

Interpretación

El espacio con el que se cuenta para la línea Mesal es reducido, es por ello que los trabajadores se demoran en circular de un lugar a otro.

- 7. ¿Cree usted que el desperdicio generado en el proceso de producción puede ser disminuido?

Tabla 5.9 Resultados pregunta 7

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|----|
| Si | No | Si | No |
| 5 | 0 | 100% | 0% |

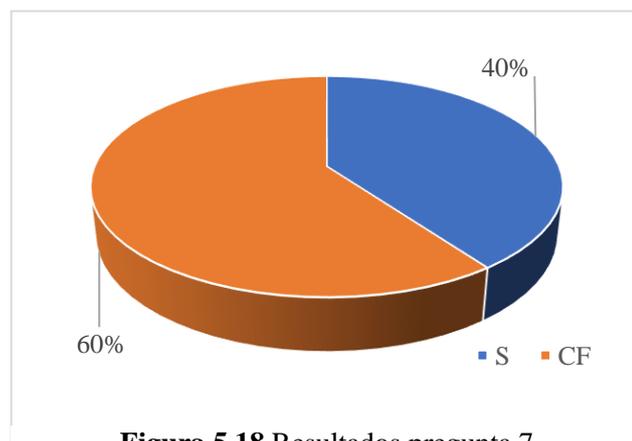


Figura 5.18 Resultados pregunta 7

Análisis

De la encuesta realizada se ha observado que el 100% está de acuerdo en que se puede disminuir el desperdicio producido en el proceso de la línea Mesal.

Interpretación

Para la línea Mesal se utiliza diferentes recursos, pero el más utilizado y el que más problemas de desperdicio que hay son los envases debido a diferentes factores del proceso en sí, y existe la factibilidad de reducir ese desperdicio aplicando técnicas que nos puedan ayudar a controlar de manera correcta.

8. ¿El diseño de su puesto de trabajo es adecuado para ejercer sus actividades sin que se produzcan demoras para el proceso de producción?

Tabla 5.10 Resultados pregunta 8

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 3 | 2 | 60% | 40% |

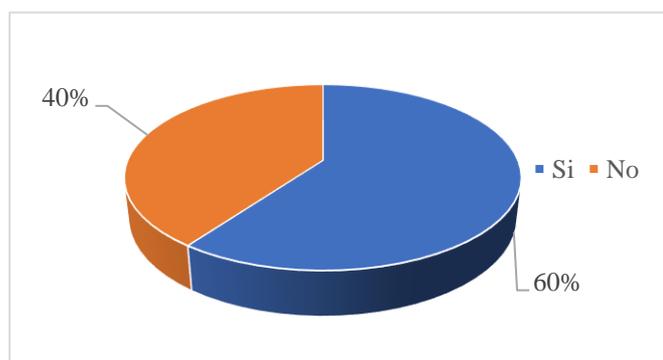


Figura 5.19 Resultados pregunta 8

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 40% de los trabajadores no se siente a gusto en su puesto de trabajo y piensan que no es el adecuado, ya que produce demoras por dirigirse de un lugar a otro, y el 60% piensa lo contrario.

Interpretación

Se puede decir que el puesto donde están realizando sus actividades los trabajadores no es el correcto y no se sienten a gusto un buen porcentaje porque tienen que dirigirse de un lugar a otro además de las condiciones en sí de su puesto de trabajo.

9. ¿Considera usted que su área de producción está bien distribuida, y que no le quita el tiempo por trasladarse de un lugar a otro?

Tabla 5.11 Resultados pregunta 9

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 2 | 3 | 40% | 60% |

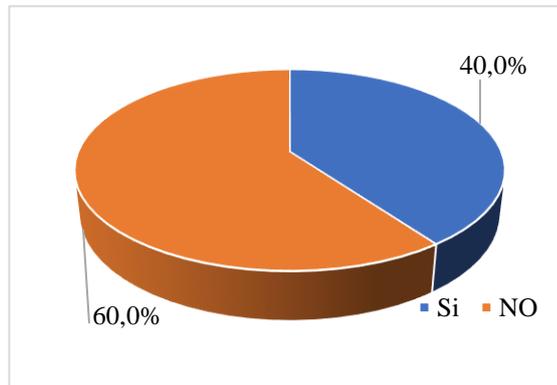


Figura 5.20 Resultados pregunta 9

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 60% de los trabajadores, piensan que la ubicación y distribución del área de trabajo no es la esencial, mientras el 40% de los trabajadores están de acuerdo con la distribución del área.

Interpretación

Los resultados reflejan que la distribución del área de trabajo no es la adecuada para realizar su trabajo.

10. ¿Se ha elaborado un manual de procedimientos que incluya información adecuada para guiar sus labores diarias?

Tabla 5.12 Resultados pregunta 10

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 1 | 4 | 20% | 80% |

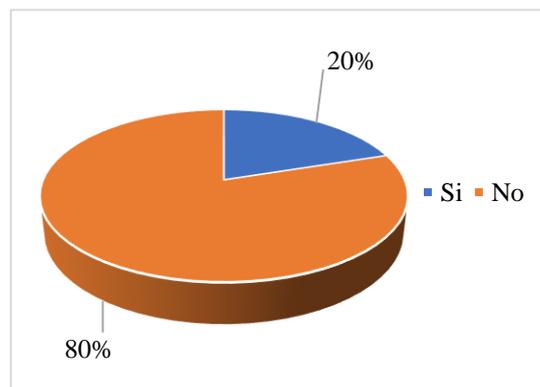


Figura 5.21 Resultados pregunta 10

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 80% de los trabajadores no tiene conocimiento de un manual de procedimientos donde se den a conocer la información adecuada para realizar sus actividades, y apenas el 20% que realizan actividades apegadas al manual de procedimientos.

Interpretación

Se debe considerar que un manual de procedimientos es fundamental ya que ayuda a establecer las actividades cotidianas que deben realizar los trabajadores.

11. ¿Considera usted que su rendimiento laboral pasada la jornada de 8 horas de trabajo va decreciendo?

Tabla 5.13 Resultados pregunta 11

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|----|
| Si | No | Si | No |
| 5 | 0 | 100% | 0% |

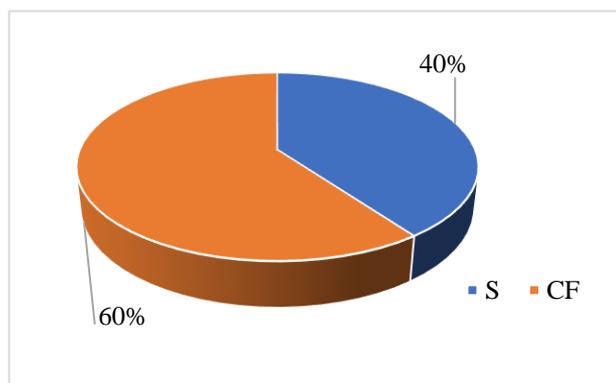


Figura 5.22 Resultados pregunta 11

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 100% de trabajadores considera que su rendimiento pasado las 8 horas laborables va decreciendo, y que ya no se tiene el mismo ritmo de trabajo que al iniciar la jornada.

Interpretación

Se debe tomar en cuenta que la jornada laboral para los trabajadores de la línea Mesal es de una jornada normal de trabajo.

12. ¿Considera usted que el proceso de producción que realiza, se repite de la misma manera todos los días?

Tabla 5.14 Resultados pregunta 12

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 3 | 2 | 60% | 40% |

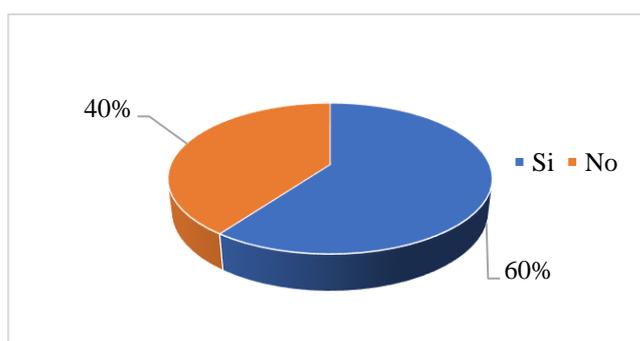


Figura 5.23 Resultados pregunta 12

Análisis

De la encuesta realizada se ha obtenido que el 40% de los obreros no siempre cumplen con los mismos procesos o procedimientos todos los días, mientras que el 60% si considera que se realiza tareas similares todos los días.

Interpretación

Para llegar a un estándar es necesario establecer actividades estándares, es decir tareas iguales en el proceso de producción para que de esta manera sea fácil y mucho más sencillo identificar cada una de las actividades y realizarla.

13. ¿Ha recibido indicaciones o capacitaciones de manera frecuente, acerca de, como usted debe ejercer el proceso de producción en su área de trabajo?

Tabla 5.15 Resultados pregunta 13

| Datos | | Porcentajes (%) | |
|-------|----|-----------------|-----|
| Si | No | Si | No |
| 2 | 3 | 40% | 60% |

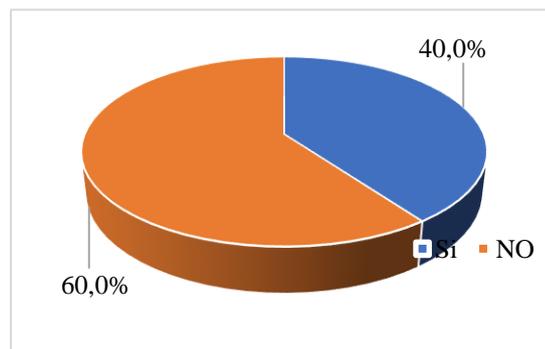


Figura 5.24 Resultados pregunta 13

Análisis

De la encuesta realizada, en esta pregunta se ha obtenido que el 60% de los trabajadores no han recibido capacitaciones acerca de cómo realizar sus labores en sus puestos de trabajo.

Interpretación

Si no hay un programa adecuado para brindar capacitaciones a los obreros, no se está formando trabajadores con aptitudes adecuadas para desenvolverse en su puesto de trabajo, por ello es necesario brindar las capacitaciones adecuadas de acuerdo al desempeño de cada trabajador.

5.4.3.2 Analisis e Interpretación de la Entrevista

Entrevista dirigida al jefe de producción de Fuentes San Felipe.

1. ¿Conoce usted el tiempo normal en realizar el proceso de embotellamiento de envases de la línea Mesal?

Se tiene un estudio muy básico de toma de tiempos dentro de la línea Mesal, es por eso que los tiempos tanto reales como nominales son tiempos no tan exactos de la línea.

2. ¿Están documentados los procesos en la Línea Mesal?

No, los diferentes procesos de la línea Mesal no se encuentran documentados y su documentación es muy necesaria para realizar una estandarización de tiempos, que es lo que la empresa está buscando.

3. ¿La Empresa ha puesto en marcha técnicas para la estandarización de los procesos productivos?

Por el momento se desea realizar este tipo de investigación de tiempos dentro de la línea Mesal. Pero no se ha puesto en marcha este proyecto por falta de aprobación de la mesa directiva.

4. ¿Considera que los recursos disponibles para la producción son bien utilizados por los operarios de las maquinas?

En un 80% estos recursos son bien utilizados, ya que existen muchos desperdicios ya sea de materia prima, mano de obra, o tiempo, todo esto abarca una gran falla que son los desperdicios de materia prima ya sea por mantenimiento de las maquinas, mala calibración, mala operación de los operadores, o desperdicio de tiempo ya sea por paras de producción o de mantenimiento.

5. ¿Considera usted que la distribución la línea Mesal es la adecuada para satisfacer las necesidades de los procesos de producción, sin ocasionar demoras innecesarias?

Si, la distribución de la planta que se implementó recientemente está bien distribuida para el poco espacio que se tuvo para la instalación de esta línea de producción, esta distribución da el espacio óptimo para que el operario realice su trabajo y además que existe un espacio óptimo de recorrido del flujo de material.

6. ¿Considera usted que las órdenes de producción que se programan son realizadas en el tiempo que se establece?

Si, en su mayoría si las realiza en un tiempo ya establecido, ya que este tiempo se lo calculo tomando en cuenta la disponibilidad de línea, tamaño de producto y lotes mínimos de producción.

7. ¿Conoce usted la capacidad de producción de la línea Mesal?

A igual forma que los tiempos de producción estos datos son solo superficiales tanto como reales o nominales.

8. ¿Considera usted que la planificación de la producción es adecuada?

Si, ya que esta planificación se lo realiza tomando en cuenta a la necesidad de la bodega y del mercado que pide algún producto en específico.

9. Según su criterio ¿Cuál es la actividad crítica de la línea Mesal?

Existen dos actividades críticas que necesitan ser estudiadas, una es el arranque de la línea de producción, y los cambios de formatos al momento de cambiar de presentación.

10. ¿Cuáles son los aspectos por los cuales se generan más desperdicios dentro de la línea Mesal?

La falta de una estandarización de tiempos ha generado que el recurso del tiempo es el recurso más desperdiciado junto al recurso de la mano de obra, además de la generación de desperdicios por la falta de mantenimiento o la mala calibración de las máquinas.

5.5 ANALISIS CAUSA-EFECTO DE LOS PROBLEMAS

A través de un estudio que se realizó dentro de la línea Mesal mediante el método de la observación con el fin de visualizar los factores más críticos que colaboran a las pérdidas dentro del proceso. Este método de observación que ayudo a esta investigación se lo realizo de una manera directa y en lapsos de tiempo. Además de una entrevista al jefe de producción y una encuesta a los operarios por donde se obtuvo criterios adicionales para la identificación de problemas.

Con esta actividad se logró visualizar y establecer la serie de actividades que se realizan en las diferentes operaciones de la línea Mesal logrando diferenciar las actividades productivas, de apoyo y no productivas.

5.5.1 Diagramas de Ishikawa

Mediante este diagrama se presentan los problemas que se han detectado dentro de esta línea y sus causas más críticas.

Problema 1

Dentro de la entrevista que se realizó al jefe de producción, específicamente en las preguntas 9 y 10 se logra identificar el problema más importante que existe dentro de la línea Mesal que es la falta de estandarización de los diferentes procesos que se realizan dentro de la línea.

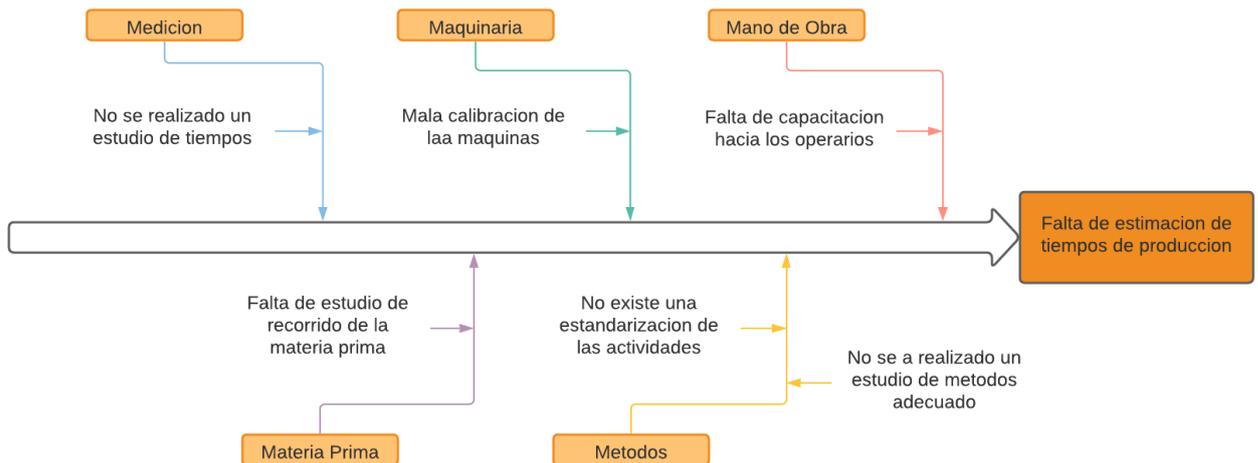


Figura 5.25 Diagrama de Ishikawa Problema 1

Problema 2

Un segundo problema identificado es la falta de documentación de los procesos, esto se evidencio en las preguntas 1, 10 y 12 de la encuesta realizada hacia los operadores ya que estos indican una falta de manuales de procedimientos o de tareas documentadas.

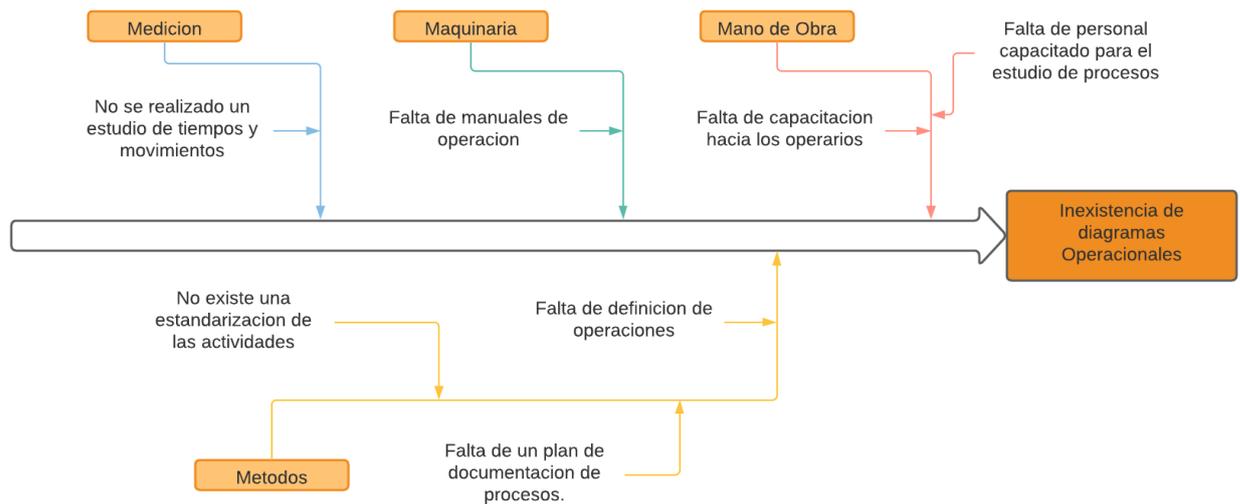


Figura 5.26 Diagrama de Ishikawa Problema 2

Problema 3

El exceso de desperdicios que se genera dentro de la línea Mesal es otro de los problemas que ocasionan dentro de la línea Mesal ya que según la pregunta 7 de la encuesta todos los operadores indican que los desperdicios generados por la línea pueden ser reducidos.

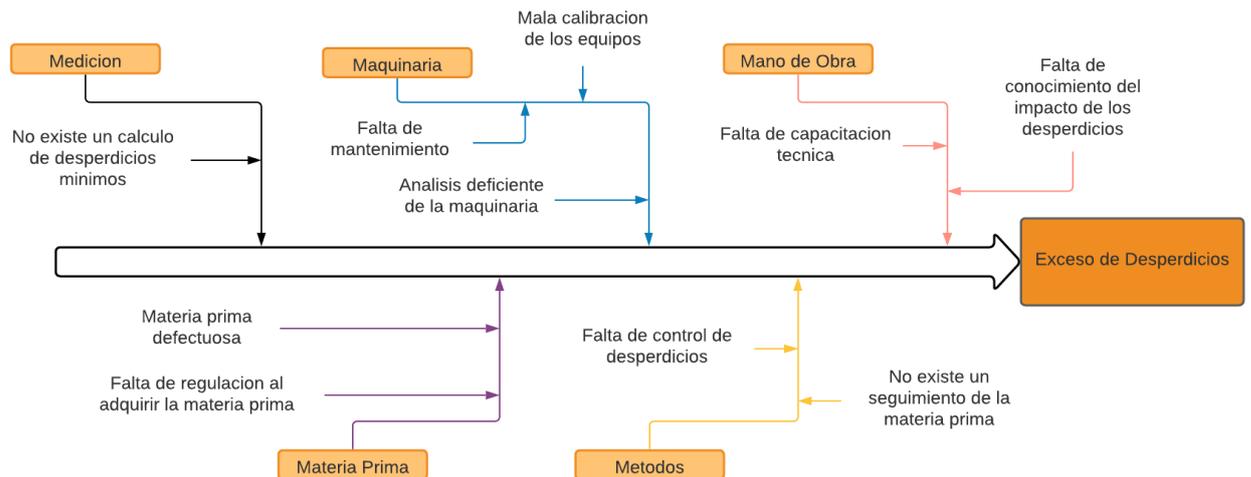


Figura 5.27 Diagrama de Ishikawa Problema 3

5.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

5.6.1 Producto

5.6.1.1 Analisis del Producto a Investigar

En el apartado 5.3 se presentó las diferentes presentaciones que se producen dentro de la línea Mesal a lo cual estas 11 presentaciones serian la población de productos que posee la línea Mesal.

Para la selección de la muestra, es decir, de la presentación a analizar en esta investigación se realizará un analisis mediante una gráfica de Pareto en donde los datos de producción mensual y de ventas de los últimos 5 meses (enero 2021 – mayo 2021) de estos productos nos darán una opción de la presentación óptima para el estudio investigativo.

5.6.1.1.1 Analisis de Producción – Ventas

A continuación, en la Tabla N.º 5.17 se presenta un resumen de la producción de los últimos cinco meses de la línea Mesal.

Tabla 5.16 Promedio de Producción

| Presentación | Total |
|-------------------------------------|--------|
| SF AGUA C/GAS PET 3000ML 6U | 107226 |
| SF AGUA C/GAS PET 1500ML 6U | 194798 |
| SF AGUA C/GAS PET 500ML 12U | 159400 |
| SF AGUA S/GAS PET 3000ML 6U | 59401 |
| SF AGUA S/GAS PET 1000ML 6U | 49756 |
| SF AGUA S/GAS PET 600ML 12U | 54210 |
| FELI REF LIMON PET 500ML 12U | 12450 |
| FRUM REF MANZANA PET 1500ML 6U | 17750 |
| FRUM REF NARANJILLA PET 1500ML 6U | 5650 |
| FRUM REF FRUTOS ROJOS PET 1500ML 6U | 10150 |
| FRUM REF LIMA LIMON PET 1500ML 6U | 10150 |

En la Tabla N.º 5.18 se presenta el resumen de ventas de los últimos cinco meses.

Tabla 5.17 Promedio de ventas

| Presentación | Total |
|--------------|-------|
|--------------|-------|

| | |
|-------------------------------------|--------|
| SF AGUA C/GAS PET 3000ML 6U | 117121 |
| SF AGUA C/GAS PET 1500ML 6U | 190685 |
| SF AGUA C/GAS PET 500ML 12U | 126351 |
| SF AGUA S/GAS PET 3000ML 6U | 46358 |
| SF AGUA S/GAS PET 1000ML 6U | 45368 |
| SF AGUA S/GAS PET 600ML 12U | 36265 |
| FELI REF LIMON PET 500ML 12U | 8960 |
| FRUM REF MANZANA PET 1500ML 6U | 12650 |
| FRUM REF NARANJILLA PET 1500ML 6U | 3650 |
| FRUM REF FRUTOS ROJOS PET 1500ML 6U | 4565 |
| FRUM REF LIMA LIMON PET 1500ML 6U | 6895 |

5.6.1.1.2 Diagrama de Pareto

Para el análisis de los datos de producción y ventas procederemos a realizar el diagrama de Pareto para cada uno.

Tabla 5.18 Diagrama de Pareto en base a Producto – Cantidad (P-Q Chart)

| Serial | Producto | Cantidad | Cantidad Acumulativa | Porcentaje | Porcentaje Acumulativa |
|--------|-------------------------------------|----------|----------------------|------------|------------------------|
| 1 | FRUM REF NARANJILLA PET 1500ML 6U | 5,650 | 5,650 | 1% | 1% |
| 2 | FRUM REF FRUTOS ROJOS PET 1500ML 6U | 10,150 | 15,800 | 1% | 2% |
| 3 | FRUM REF LIMA LIMON PET 1500ML 6U | 10,150 | 25,950 | 1% | 4% |
| 4 | FELI REF LIMON PET 500ML 12U | 12,450 | 38,400 | 2% | 6% |
| 5 | FRUM REF MANZANA PET 1500ML 6U | 17,750 | 56,150 | 3% | 8% |
| 6 | SF AGUA S/GAS PET 1000ML 6U | 49,756 | 105,906 | 7% | 16% |
| 7 | SF AGUA S/GAS PET 600ML 12U | 54,210 | 160,116 | 8% | 24% |
| 8 | SF AGUA S/GAS PET 3000ML 6U | 59,401 | 219,517 | 9% | 32% |
| 9 | SF AGUA C/GAS PET 3000ML 6U | 107,226 | 326,743 | 16% | 48% |
| 10 | SF AGUA C/GAS PET 500ML 12U | 159,400 | 486,143 | 23% | 71% |
| 11 | SF AGUA C/GAS PET 1500ML 6U | 194,798 | 680,941 | 29% | 100% |

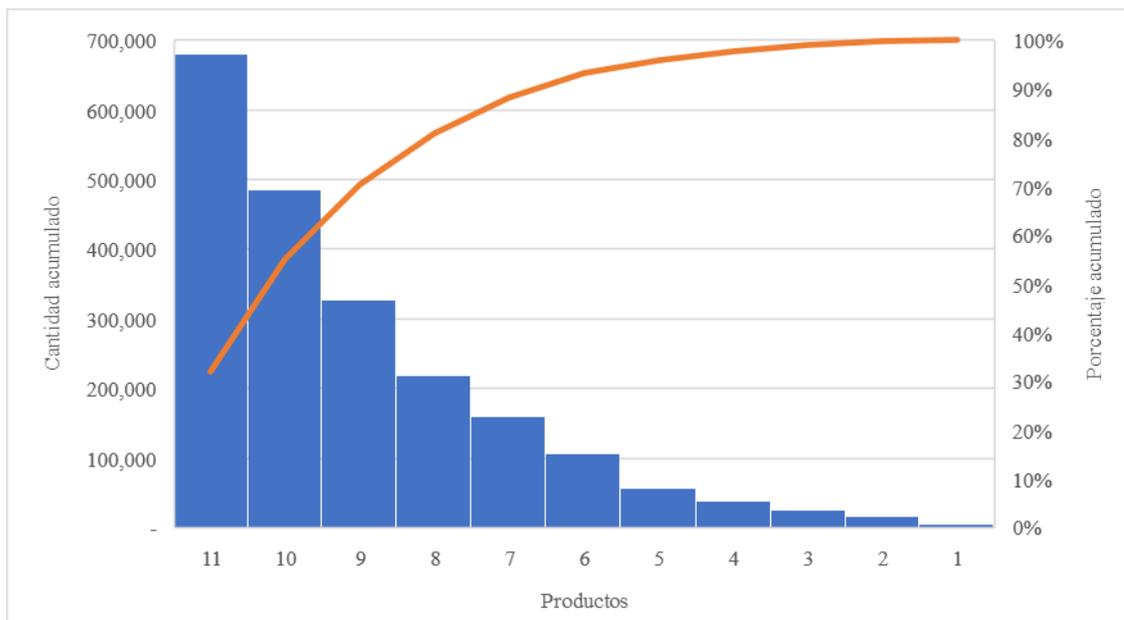


Figura 5.28 Producto – Cantidad (P-Q Chart)

Análisis: En el diagrama de Pareto PQ, mediante la regla del 80-20 se puede observar que los productos 9, 10 y 11 son los que abarcan el 80% de la producción de los últimos 5 meses.

Tabla 5.19 Diagrama de Pareto de Ventas en base a Producto – Ventas (P-R Chart)

| Serial | Producto | Cantidad | Cantidad Acumulativa | Porcentaje | Porcentaje Acumulativa |
|--------|-------------------------------------|----------|----------------------|------------|------------------------|
| 1 | FRUM REF NARANJILLA PET 1500ML 6U | 3,650 | 3,650 | 1% | 1% |
| 2 | FRUM REF FRUTOS ROJOS PET 1500ML 6U | 4,565 | 8,215 | 1% | 1% |
| 3 | FRUM REF LIMA LIMON PET 1500ML 6U | 6,895 | 15,110 | 1% | 3% |
| 4 | FELI REF LIMON PET 500ML 12U | 8,960 | 24,070 | 1% | 4% |
| 5 | FRUM REF MANZANA PET 1500ML 6U | 12,650 | 36,720 | 2% | 6% |
| 6 | SF AGUA S/GAS PET 600ML 12U | 36,265 | 72,985 | 6% | 12% |
| 7 | SF AGUA S/GAS PET 1000ML 6U | 45,368 | 118,353 | 8% | 20% |
| 8 | SF AGUA S/GAS PET 3000ML 6U | 46,358 | 164,711 | 8% | 28% |
| 9 | SF AGUA C/GAS PET 3000ML 6U | | 281,832 | 20% | 47% |
| 10 | SF AGUA C/GAS PET 500ML 12U | 126,351 | 408,183 | 21% | 68% |

| | | | | | |
|----|--------------------------------|---------|---------|-----|------|
| 11 | SF AGUA C/GAS PET 1500ML 6U | 190,685 | 598,868 | 32% | 100% |
|----|--------------------------------|---------|---------|-----|------|

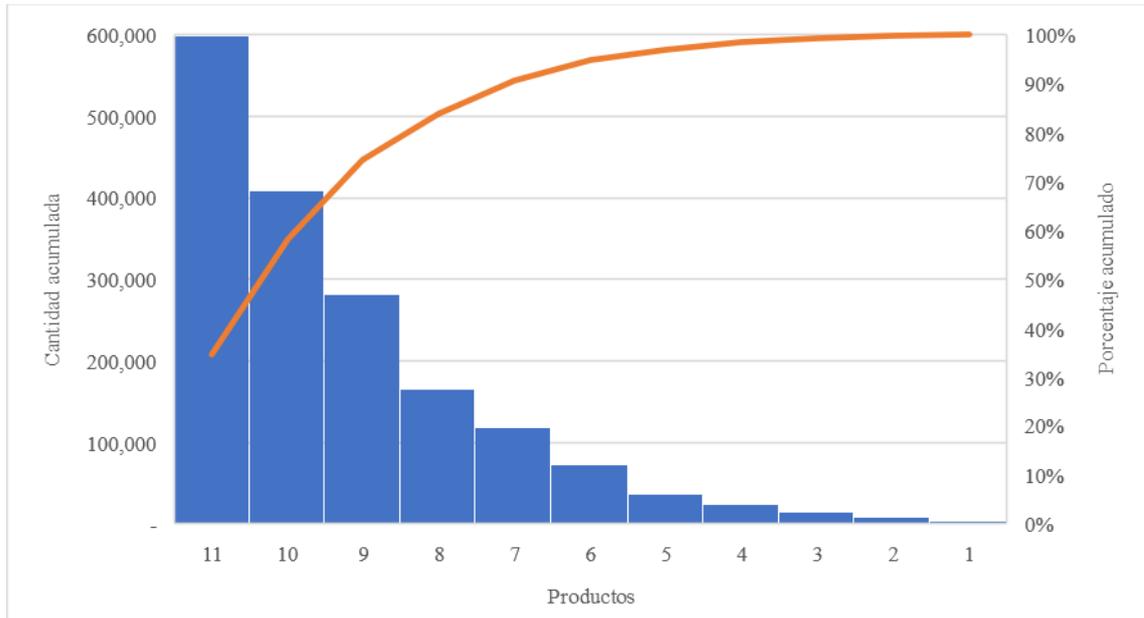


Figura 5.29 Producto – Ventas (P-R Chart)

Analisis: En el diagrama de Pareto PR, mediante la regla del 80-20 se puede observar que los productos 9, 10 y 11 son los que abarcan el 80% de las ventas de la empresa dentro de los últimos 5 meses.

- **Analisis PQ\$**

Kuna vez obtenido los diagramas de Pareto tanto de cantidad y de ventas de los diferentes productos de la empresa de Fuentes San Felipe, se procede a realizar el analisis de estos datos dentro de una tabla PQ\$ la cual se presenta en la Tabla N.º 5.21

Tabla 5.20 Analisis PQ\$

| | | Cantidad | | |
|-------------------|---|--------------------------------|---|------------------------|
| | | A | B | C |
| Ingresos (Ventas) | A | 11 (1500 c/g), 10 (500 c/g) | | |
| | B | 9 (3000 c/g) | 8 (3000 s/g), 7 (1000 s/g), 6 (600 s/g) | 3 (Frum lima limón) |

| | | |
|---|--------------------------------------|---|
| C | 5 (Frum Manzana),4 (Ref Limón) | 2 (Frum frutos rojos), 1 (Frum Naranjillas) |
|---|--------------------------------------|---|

Analisis: una vez realizado el analisis PQ\$ se puede concluir que los productos más sobresalientes de la línea Mesal son los productos 11 y 10, pero como dentro de la investigación solamente es necesario uno se procederá a escoger el producto 11 que es el Envasado de Agua con Gas en la presentación de 1500 ml, ya que esta presentación es la que más se produce y más se vende.

5.6.1.2 Descripción del Producto

El producto Agua Con Gas o Agua Mineral como también se lo conoce es un agua que posee diferentes minerales que al ser disueltas dentro del agua dan un valor nutritivo al líquido, dentro de la línea Mesal la mezcla entre el agua mineral y adicionalmente el CO2 se lo realiza en el Mixer y después de envasada llega a tener un rango de entre 3.3 y 3.9 de CO2 por cada pulgada de presión.

El envasado del agua con gas en esta presentación posee las siguientes características:

- Durabilidad del gas dentro del envase
- Botella PET amigable con el ambiente
- Agua proveniente de una fuente natural

5.6.1.3 Materiales

La materia prima que se utiliza para el proceso de producción de la línea Mesal es de fácil adquisición a través de pedidos que se realiza por parte de bodega hacia las empresas productoras de estas materias primas.

5.6.1.3.1 Materiales directos

Estos materiales son aquellos que se pueden evidenciar su presencia de manera directa en el producto final como:

- Botella

La botella que se utiliza para esta presentación es de tipo Pet y con una capacidad de volumen de 1500ml



Figura 5.30 Botella 1500ml

- Tapa

Las tapas a utilizar dentro de este proceso poseen un diámetro de 28mm, posee un sellado de línea flotante y un corte de 360°



Figura 5.31 Tapa Natural 28 mm

- Etiqueta

Las etiquetas para esta presentación son de color blanco con detalles en color verde y negro, su impresión es laser.



Figura 5.32 Etiqueta 1500 ml c/g

- Plástico de Termoencogido

El plástico de Termoencogido para esta presentación es de Numero 18

- Agua mineral

El agua envasada proviene de una fuente natural.

5.6.1.4 Insumos

5.6.1.4.1 Suministros

Los suministros que intervienen dentro de la línea Mesal son dos principalmente, la energía eléctrica y el agua potable, ambos proporcionados por entidades públicas, la energía eléctrica por parte de ELEPCO S.A y el agua potable por medio del Municipio de Latacunga.

El consumo de la energía eléctrica viene dado por el uso de las diferentes máquinas y sistemas eléctricos de la línea Mesal lo cual hace un total de 30 kW, mientras que el consumo de agua viene dado para el rinseado de las botellas en la llenadora la cual utiliza alrededor de 3.5 metros cúbicos de agua potable ozonificada; estos datos son dados por hora de producción sea cual sea la presentación que se esté realizando.

Tabla 5.21 Suministros Línea Mesal

| Suministros | | |
|--------------|-------------------|--------------|
| Línea Mesal | Energía Eléctrica | Agua potable |
| Posicionador | 5 kW | - |

| | | |
|-------------------------|---------|-----------|
| Transporte Aéreo | 3 kW | - |
| Llenadora | 6 kW | 3.50 m3/h |
| Mixer | 3 kW | - |
| Elevador de Tapas | 1 kW | - |
| Cadenas Transportadoras | 3 kW | - |
| Etiquetadora | 5 kW | - |
| Termoencogedora | 4 kW | - |
| Total | 30 kW/h | 3.50 m3/h |

5.6.1.4.2 Mano de obra

Para el funcionamiento de la línea Mesal trabajan 4 operarios y un paletizador, cada uno cumplen las funciones de operación y de mantenimiento de rutina de cada máquina que se le diseño, dos operarios poseen una educación tecnológica y los demás poseen una educación de nivel secundario.

Los operarios de la línea Mesal trabajan en una sola jornada laboral de 8 horas diarias, en donde la hora de ingreso es a las 8 de la mañana, su hora de almuerzo comprende entre la una y dos de la tarde y su hora de salida es a las 5 de la tarde.

5.6.1.4.3 Insumo económico

El costo que la empresa invierte para producir un cierto número de unidades de un producto se le denomina insumo económico. Para el cálculo de este rubro se necesita el costo variable de producción para lo cual se consideran los costos de materiales directos y los costos de materiales indirectos, en lo cual se considera que la energía y agua potable que se utiliza para la producción 1000 botellas de la presentación de agua con gas de 1500 ml es igual a 30 kW y 3,50 m3 respectivamente.

El costo total por producir 1000 botellas de agua con gas de 1500 ml es de \$266,96 el cual se detalla en la Tabla N. 5.23:

Tabla 5.22 Calculo del costo total de producción

| Materiales e insumos | Unidad de compra | Precio de Venta | Índice de Consumo | Costo 1000 u |
|----------------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------|
| Materiales Directos | | | | |
| Botella | unidad | \$ 0,10 | 1000 | \$ 100,00 |

| | | | | |
|-------------------------------------|--------|---------|------|------------------|
| Tapa | unidad | \$ 0,01 | 1000 | \$ 7,50 |
| Etiqueta | kg | \$ 8,40 | 0,75 | \$ 6,30 |
| Plástico Termoencogido | kg | \$ 3,15 | 2,50 | \$ 7,88 |
| Gas Carbónico | kg | \$ 0,71 | 1,50 | \$ 1,07 |
| Total, Materiales Directos | | | | \$ 122,74 |
| Materiales Indirectos | | | | |
| Ozono | kg | \$ 3,11 | 0,15 | \$ 0,47 |
| Energía Eléctrica | kW/h | \$ 4,50 | 30 | \$ 135,00 |
| Agua Potable | m3 | \$ 2,50 | 3,5 | \$ 8,75 |
| Total, Materiales Indirectos | | | | \$ 144,22 |
| Costo Total | | | | \$ 266,96 |

5.6.1.5 Desechos de la línea Mesal

La producción de la línea Mesal producen desechos ya sea por una mala calibración de las máquinas, de una falta de mantenimiento o por la deficiencia de la materia prima, algunos de estos desechos la empresa los vende a los compradores de residuos lo cual genera una conciencia ambiental dentro de la línea Mesal, a continuación, se muestra algunos desechos que se generan en esta línea de producción:

- Botellas plásticas

Este desecho es común que se genera en el transcurso de la calibración y transcurso de la producción ya sea en el Posicionador o en la Llenadora, que son las máquinas que más generan desechos de este tipo.

- Tapas

Este desecho se produce en mayor o en su totalidad cantidad en la Llenadora, de igual forma ya sea en la calibración o transcurso de la producción.

- Etiquetas

Este desecho se genera en su totalidad en la Etiquetadora, y según la observación que se realizó su generación se da más en la calibración de la maquina y en menor cantidad en el transcurso de la producción.

- Plástico de Termoencogido

Este último desecho es propio de la máquina de Termoencogido, el cual se genera en su mayoría por fallas en sí de la maquina es decir por una falta de mantenimiento y por otras circunstancias tales como mala calibración de la maquina y puesta a punto de la máquina.

A continuación, en la tabla N° 5.24 se detalla el promedio de cuatro meses de estudio de desperdicios que se generan dentro de la línea Mesal para la producción de agua mineral 1500 ml.

Tabla 5.23 Desperdicios históricos

| DESPERDICIOS | | |
|---------------------------|--------------|-----------------|
| Materia Prima | Total | Unidades |
| Botellas | 192 | Uni |
| Tapas | 223 | Uni |
| Etiquetas | 3,56 | Kg |
| Plástico de termoencogido | 6.12 | Kg |

Tabla 5.24 Calculo del costo total de desechos

| Materiales | Unidad de compra | Precio de Venta | Desechos | Costo |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| Botella | unidad | \$ 0,10 | 192 | \$ 19,20 |
| Tapa | unidad | \$ 0,01 | 223 | \$ 2,23 |
| Etiqueta | kg | \$ 8,40 | 3,56 | \$ 29,90 |
| Plástico Termoencogido | kg | \$ 3,15 | 6,12 | \$ 19,27 |
| Total, costo de desechos | | | | \$ 70,60 |

En la tabla N° 5.25 se observa el costo total que se genera por la emisión de desechos dentro de la línea Mesal la cual es de \$70,60.

5.6.1.6 Desperdicios de la línea Mesal

En comparación a los desechos los cuales en cierto punto pueden ser reutilizables, los desperdicios que se generan dentro de la línea Mesal son residuos que ya no se pueden volver a utilizar y son desechados de manera directa al ambiente tal como:

- Agua Ozonificada

Este desecho se genera en la Llenadora en la sección de rinseado de botellas, aquí por medio de unos roseadores las botellas son lavadas internamente y esta agua que se utiliza para este proceso es desechada de manera directa por el sistema de drenaje de la línea Mesal.

- Agua con gas no conforme

Como se indicó anteriormente en el apartado 5.6.1.2 el agua con gas posee un nivel de gas por pulgada de presión, la cual el área de calidad es la encargada de realizar la verificación de este parámetro, razón por la cual el producto que no cumpla este parámetro es retirado de la línea para su posterior desecho por la línea de drenaje de la línea Mesal.

5.6.2 Producción

Como se analizó en el apartado 5.6.1.1 la presentación de agua con gas de 1500 ml es el producto más destacado dentro de la línea Mesal, ya que es el que más se produce y más ingresos genera a la empresa dentro de los envases Pet.

En la actualidad Fuentes San Felipe produce en promedio la cantidad de 39000 unidades mensuales, dentro una jornada laboral de 8 horas diarias y 5 días a la semana, y excepcionalmente se extenderá la jornada laboral si amerita la demanda del producto.

Tabla 5.25 Producción Agua 1500 ml C/G

| Presentación | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Promedio |
|--|-------|---------|-------|-------|-------|----------|
| SF AGUA C/GAS PET 1500ML 6U | 45299 | 32662 | 43345 | 26556 | 46936 | 38959 |

Al realizar un cálculo aproximado de los ingresos que genera esta presentación mensualmente se tiene, que al precio de venta al consumidor final que es de \$1,00, las ganancias aproximadas serán de \$3900.

Con respecto al proceso productivo, la línea Mesal es una línea de producción que casi en su totalidad es automatizada, ya que el proceso de calibración y de cambios de formato son manuales mientras que el proceso en si del envasado en general es automatizado.

5.6.2.1 Sistema de Producción

El sistema de producción es en masa, ya que se producen en una gran cantidad una variedad de presentaciones. Este tipo de sistema de producción se diferencia del flujo continuo ya que al producir varias presentaciones el trabajo no es continuo y se deben realizar paros ya sea para calibración y cambios de formatos de la línea de producción. La distribución de la planta se acopla a este sistema de producción, ya que es una distribución por procesos ya que esta distribución en planta se adopta cuando la producción se organiza por lotes de producción y su producción es de manera continua o lineal.

5.6.2.2 Proceso de Producción

- **Posicionador y transporte aéreo**

En primera instancia los paquetes de las botellas plásticas se encuentran apiladas junto al posicionador en donde el operador debe ir colocando o regando las botellas dentro de la tolva del posicionador, este hace que las botellas entren hacia la máquina y esta se encargue de colocar en la posición correcta a la botella es decir con su abertura en la parte de arriba para luego colocarlas entre rieles las cuales sujetando el cuello de la botella y por medio de un sistema de ventilación que hacen de empuje a la botella esta es transportada hacia la llenadora, este sistema de aéreos también sirven como almacenamiento de botellas vacías para la llenadora.



Figura 5.33 Posicionador

- **Triblock y Mixer**

Una vez que las botellas han llegado a la llenadora, está en primera instancia realiza un rinseado interno de las botellas con agua ozonificada, a continuación, la botella ya lavada es llenada con el agua mineral por medio de un sistema de llenado por gravedad, el agua mineral es previamente producida en el mixer en donde el agua de la fuente es mezclada con el CO₂, y por último se realiza el tapado de la botella a través de un sistema de cabezas giratorias las cuales con un torque establecido el tapado es óptimo. Al final de esta máquina se realiza el control de calidad correspondiente al volumen del producto, su nivel de tapado y el nivel de CO₂ del agua mineral.



Figura 5.34 Triblock

- **Etiquetadora**

Luego del envasado de la botella esta es dirigida a través de un sistema de bandas transportadoras hacia la etiquetadora, aquí la botella adquiere la identidad de la empresa, en donde a través de un sistema de vacío y de adherencia por goma la etiqueta representativa que pegada en el envase.



Figura 5.35 Etiquetadora

- **Empaquetado**

Por último y de igual forma a través de un sistema de bandas transportadoras las botellas son direccionadas a la Termoencogedora en donde las botellas son colocadas de manera específica para que el paquete de botellas de 6 unidades termine con un empaquetado compacto y de gran dureza que resistirá el transporte de las botellas.



Figura 5.36 Empaquetadora

- **Paletizado**

Los empaques de 6 unidades son paletizados, en donde cada pallet contiene 78 paquetes de este producto.



Figura 5.37 Paletizado

5.6.3 Análisis del Proceso de Producción

5.6.3.1 Diagrama de Bloques

Para un primer Análisis del proceso de producción de la línea Mesal, se lo realizará a través de un diagrama de bloques, en el cual se detallará las etapas del proceso por el cual pasa la materia prima de este proceso.

A esta línea de producción ingresa como materia prima las botellas, las tapas, el agua mineral, la etiqueta, y por último el plástico de Termoencogido. Y de igual forma durante el proceso de producción existen desperdicios los cuales son los mismos de la materia prima pero que ya poseen un defecto ya sea de origen o causado por la máquina, y por último también se generan desechos como el agua que se utiliza para el rinseado de las botellas.

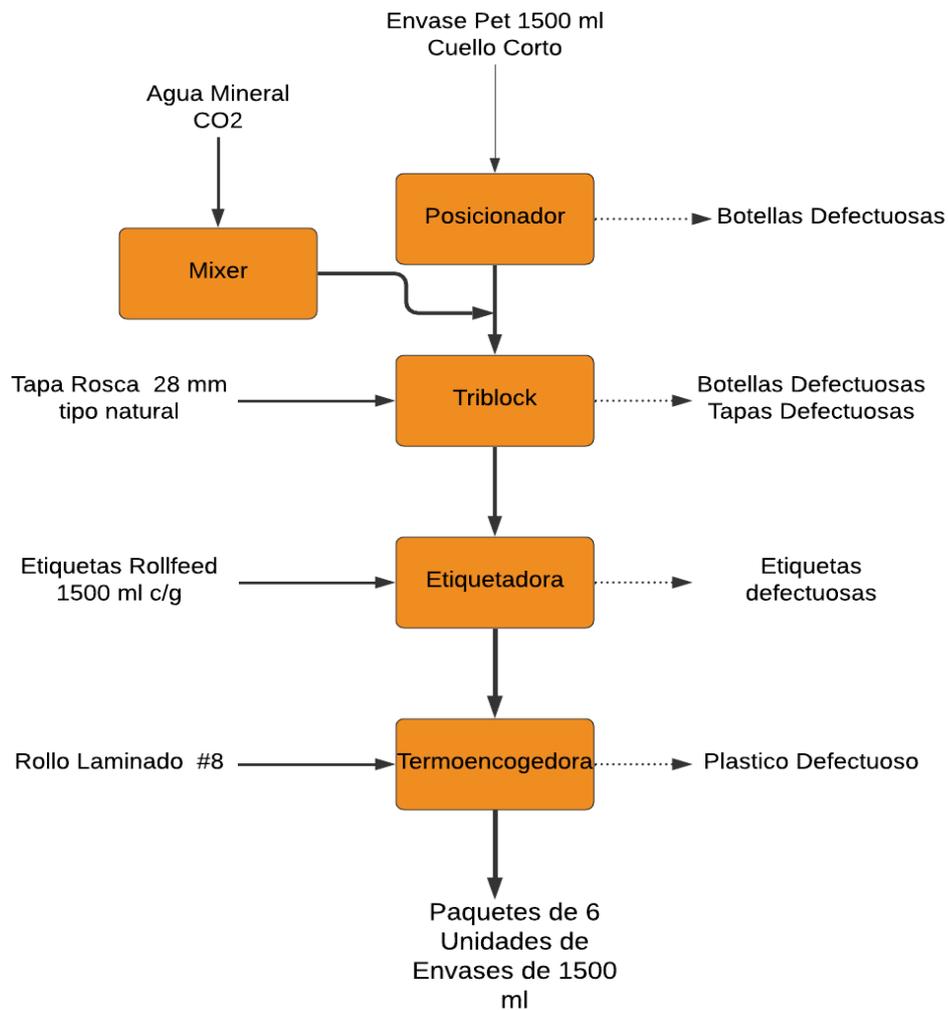


Figura 5.38 Diagrama de bloques

5.6.3.1 Diagrama de Flujo

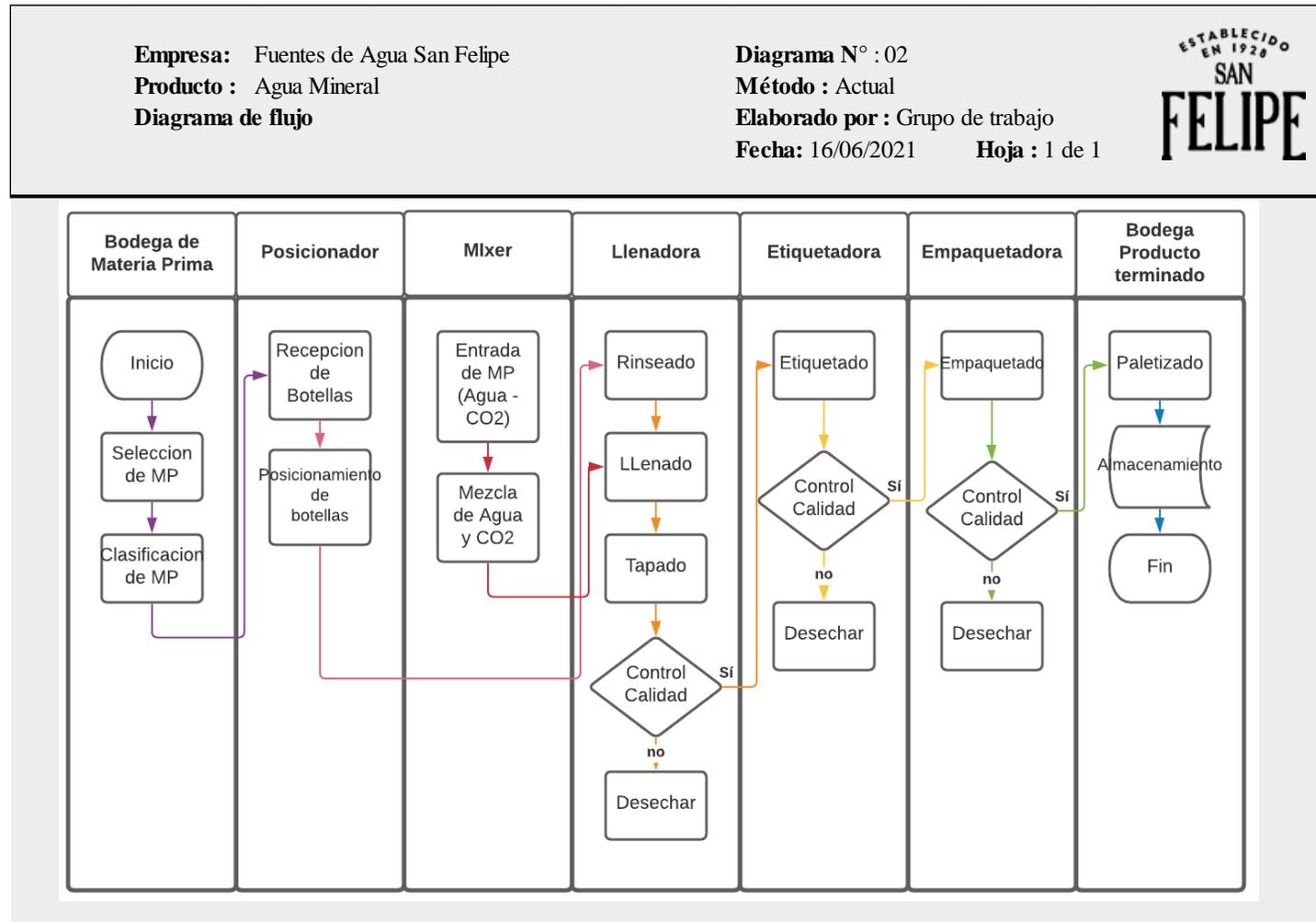


Figura 5.39 Diagrama de Flujo

5.7 ESTUDIO DE ACTIVIDADES DE LA LÍNEA MESAL

Partiendo del concepto del Diseño de métodos, se concluye que no es posible la realización de mejoras en todos los procesos de la línea de producción de una manera simultánea, por lo cual partiendo del análisis de causa-efecto se debe escoger la o las tareas a estudiar que justifique el estudio en parámetros humanos, económicos o funcionales; razón por la cual las tareas que se han escogida para el estudio de métodos son dos, la producción y los arranques de línea, proceso que requieren mayor tiempo en el cronograma de actividades de la empresa y que se necesitan ser estudiadas para una mejora.

5.7.1 Arranques de la línea de Producción Mesal

5.7.1.1 Estación Posicionador

Descripción del Proceso

En esta estación los paquetes de las botellas de 1500 ml son colocadas o vertidas dentro de la tolva del posicionador, a continuación, por medio de una cinta elevadora estas botellas ingresan al posicionador y este a través de formatos posicionales hace que la botella se coloque en la posición correcta para su posterior transporte en los aéreos.

1. Operación 1: se procede al accionamiento de la caja de control de la maquina dando paso a la energización del sistema.
2. Inspección 1: verificar en el panel de control principal que el sistema se encuentre alimentado con un voltaje de 440V.
3. Operación 2: Abrir la válvula de abastecimiento de aire para el funcionamiento del sistema neumático
4. Inspección 2: inspeccionar la presión óptima del sistema neumático del posicionador el cual debe estar entre un rango de 5 a 6 PSI
5. Inspección 3: verificar el número de botellas que se ha entregado por parte de bodega para el inicio del proceso.
6. Operación 3: Depositar hasta un nivel óptimo de la tolva las botellas de 1500 ml.
7. Inspección 4: verificar si los parámetros de funcionamiento de la maquina son los correctos para la presentación de 1500 ml.

8. Inspección 5 Operación 4: inspeccionar y regular el soplado para el ingreso de las botellas al transporte aéreo.
9. Operación 5: poner en marcha al posicionador.
10. Inspección 6 Operación 6: inspeccionar y regular la velocidad general de la máquina.
11. Inspección 7 Operación 7: inspeccionar el nivel de botellas en la tolva y si es necesario colocar más botellas.
12. Transporte 1: una vez completado el arranque de la línea las botellas se dirigirán hacia la Triblock.

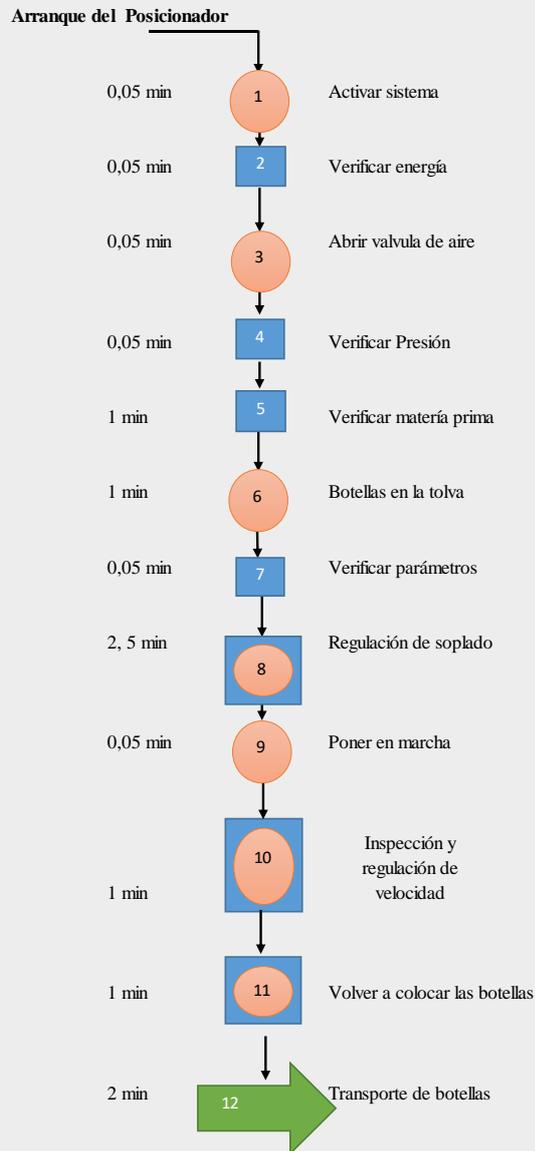


Figura 5.40 Cursograma de Arranque Posicionador

DIAGRAMA DE PROCESOS

| | | | | |
|--|-------------------|----------|-----------|---------|
| UBICACIÓN: Línea Mesal ACTIVIDAD: Arranque de línea - Posicionador FECHA: 2021-05-24 Operador: Emilio Gutierrez Analista: Grupo de Trabajo | RESUMEN | | | |
| | Evento | Presente | Propuesto | Ahorros |
| | Operación | 4 | | |
| | Transporte | 1 | | |
| | Retrasos | - | | |
| | Inspeccion | 4 | | |
| | Almacenamiento | - | | |
| | Opera. E Inspecc. | 3 | | |
| | Tiempo (min) | 9,25 | | |
| | Distancia (m) | 12 | | |

| Descripción de los eventos | Símbolo | | | | | | Distancia (m) | Tiempo (min) | Observaciones |
|---|---------|---|---|---|---|---|---------------|--------------|---------------|
| | ● | → | ⬇ | ■ | ▽ | ⊗ | | | |
| Energización del sistema | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Verificar la alimentación de energía | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | 440V |
| Abrir la válvula de aire a presión | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Verificar la presión | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | 5 a 6 psi |
| Verificar la materia prima | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 1 | |
| Depositar las botellas en la tolva | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 1 | |
| Inspeccionar los parámetros de funcionamiento | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,5 | |
| Inspección y regular el soplado de ingreso de botellas | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 2,5 | |
| Poner en marcha al posicionador | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Inspeccionar y regular la velocidad general de la máquina | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 1 | |
| Inspeccionar el nivel de botellas en la tolva y si es necesario colocar más botellas. | ○ | ⇒ | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 1 | |

Figura 5.41 Diagrama de procesos Posicionador

5.7.1.2 Estación Triblock – Mixer

Descripción del Proceso

Las botellas que ingresan a la Triblock empiezan con un proceso de rinseado es decir un lavado interno del envase esto se lo realiza con agua ozonificada para luego ser envasadas con el agua mineral, el cual se genera dentro del mixer, el llenado de las botellas termina siendo igual en todas las botellas y por último se tapa el envase.

1. Operación 1: se procede al accionamiento de la caja de control de la máquina dando paso a la energización del sistema (Triblock – Elevador de tapas – Mixer)
2. Operación 2: se procede a abrir la válvula del aire a presión la cual debe estar entre un rango de 5 a 6 psi.
3. Transporte 1: el operario se trasladará al cuarto de máquinas de la línea Mesal.
4. Operación 3 Inspección 1: se accionará el sistema de alimentación de agua de la fuente para la llenadora y se inspeccionará su calidad.
5. Operación 4 Inspección 2: se procederá a encender el sistema de rinseado de la maquina además de su purgado y se verificará el nivel de presión de agua que existe en el sistema.
6. Operación 5: se accionará los comandos de encendido del chiller.
7. Operación 6: se abrirá la válvula de paso para el ingreso del gas CO₂ al sistema de la llenadora y mixer.
8. Transporte 2: el operario regresa a su puesto de trabajo.
9. Inspección 3: se verificará en el mixer si existe el agua necesaria dentro del tanque de almacenamiento
10. Inspección 4: se verificará los niveles de presión de CO₂ tanto el mixer como en la llenadora el cual debe estar entre un rango de 60 a 80 psi.
11. Operación 7 Inspección 5: se procederá realizar la entrada del agua hacia el mixer hasta que la señal de alerta de FALTA AGUA de la maquina se apague.
12. Operación 8 Inspección 6: se regulará los parámetros de la presión del carbocooler y del Agua Carbonatada según la temperatura que el chiller este generando dentro del mixer.
13. Operación 9: se procederá a realizar un lavado inicial de la llenadora para lo cual se abrirá la válvula de paso entre el mixer y la llenadora y se abrirán las válvulas de llenado de forma manual.
14. Espera 1: se esperará alrededor de 5 minutos para completar el lavado de la máquina.

15. Operación 10: una vez terminado el lavado se cierra la válvula de paso entre el mixer y la llenadora.
16. Espera 2: se debe esperar hasta que toda el agua que se encuentre en la llenadora se haya desfogado de la máquina.
17. Operación 11: se debe colocar a las válvulas de llenado de forma automática.
18. Operación 12: en la llenadora se realiza la apertura de la válvula de desfogue secundaria y se abrirá la válvula de entra de gas CO₂.
19. Inspección 5 Operación 13: se verifica que el sistema de presión del interior de la taza de la llenadora llegue hasta un valor mínimo de 40 psi y una vez que haya llegado a ese nivel se procederá a abrir la válvula de paso entre el mixer y la llenadora.
20. Operación 14: se volverán a las posiciones iniciales a las válvulas de desfogue secundario y la de entrada del gas CO₂.
21. Operación 15 Inspección 6: Se realizará el envasado de al menos 5 botellas y se procederá al control de calidad.
22. Transporte 1: las botellas envasadas serán transportadas hacia la etiquetadora.

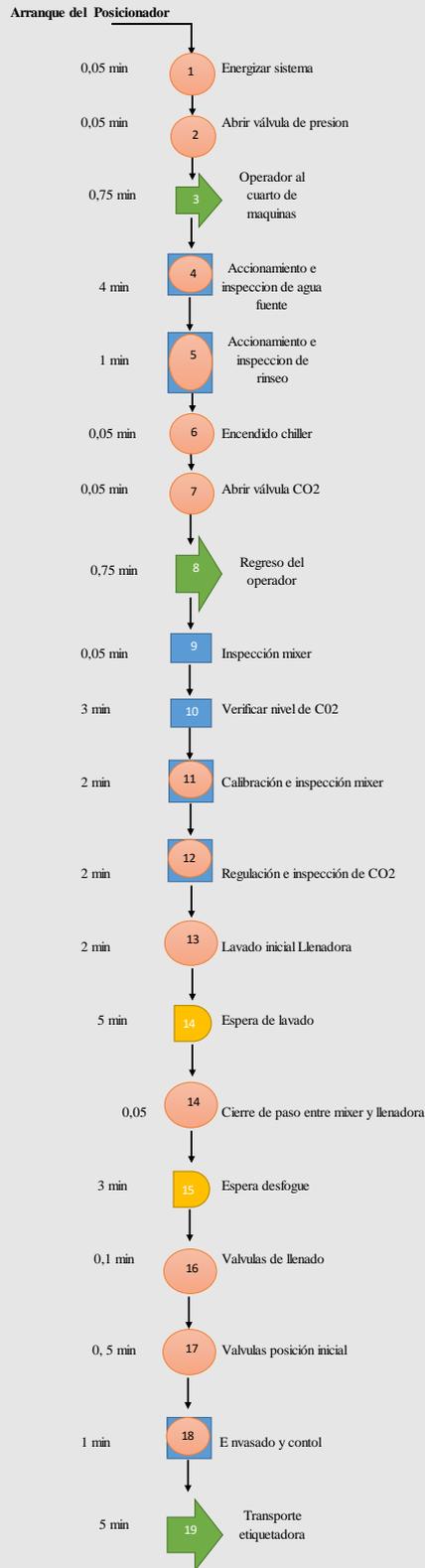


Figura 5.42 Cursograma de Arranque Posicionador

DIAGRAMA DE PROCESOS

| | | | | |
|---|-------------------|----------|-----------|---------|
| UBICACIÓN: Línea Mesal ACTIVIDAD: Arranque de línea - Triblock FECHA: 2021-05-24 Operador: Marlon Llamba Analista: Grupo de Trabajo | RESUMEN | | | |
| | Evento | Presente | Propuesto | Ahorros |
| | Operación | 8 | | |
| | Transporte | 3 | | |
| | Retrasos | 2 | | |
| | Inspección | 2 | | |
| | Almacenamiento | - | | |
| | Opera. E Inspecc. | 5 | | |
| | Tiempo (min) | 30,4 | | |
| | Distancia (m) | 60 | | |

| Descripción de los eventos | Símbolo | | | | | | Distancia (m) | Tiempo (min) | Observaciones |
|--|---------|---|---|---|---|---|---------------|--------------|---------------|
| | ● | → | D | □ | ▽ | ⊗ | | | |
| Energización del sistema | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Abrir la válvula de aire a presión | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Traslado del operador al cuarto de maquinas | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | 25 | 0,75 | |
| Accionamiento y verificación de agua fuente | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 4 | |
| Accionamiento y verificación del rinseado | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 1 | |
| Encendido del chiller | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Accionamiento de la valcula de CO2 | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Traslado del operador al area de trabajo | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | 25 | 0,75 | |
| Inspeccion de agua en el mixer | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Verificar niveles de CO2 | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 3 | |
| Calibracion de arranque e inspeccion del mixer | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 2 | |
| Regulacion e inspeccion de los niveles de CO2 | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 2 | |
| Lavado Inicial de la Llenadora | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 2 | |
| Espera de lavado de llenadora | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 5 | |
| Cierre de paso entre mixer y llenadora | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Espera de desfogue de la llenadora | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 3 | |
| Valvulas de llenado automaticas | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,1 | |
| Valvulas a posicion Inicial | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,5 | |
| Envasado de 5 Botellas y control de calidad | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 1 | |
| Transporte de Botellas a la etiquetadora | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | 10 | 5 | |
| TOTAL | | | | | | | 60 | 30,4 | |

Figura 5.43 Diagrama de procesos Triblock

5.7.1.3 Estación Etiquetadora

Descripción del Proceso

Los envases una vez que han sido llenados con el agua mineral llegan a esta estación para la colocación de la etiqueta, esto se lo realiza a través de un conjunto de sensores y a través de un sistema de vacío, la etiqueta será adherida a la botella con goma.

1. Operación 1: se procede al accionamiento de la caja de control de la maquina dando paso a la energización del sistema.
2. Operación 2: abrir la válvula de ingreso de la presión de aire para el sistema neumático y de vacío de la máquina el cual debe estar en un rango de 5 a 6 psi.
3. Inspección 1: verificar las anomalías que se pueden ir presentando al arranque de la maquina como: bajas de temperatura, presencia de desechos en el sistema de pegado la etiqueta.
4. Operación 3 Inspección 2: realizar un arranque manual para verificar el funcionamiento básico y correcto de la máquina.
5. Inspección 3 Operación 4: verificar los parámetros de trabajo de la máquina para la presentación de 1500ml y calibrarlos si es necesario.
6. Inspección 4: verificar la temperatura de la goma la cual debe estar entre un rango de 150 a 160 °C.
7. Inspección 5: verificar el sistema de vacío del tambor de etiquetado.
8. Inspección 6 Operación 4: verificación y regulación del sensor del tornillo sin fin.
9. Inspección 7 Operación 5: verificación y regulación del sensor de la cuchilla.
10. Inspección 8 Operación 6: verificación y regulación del sensor de ingresos de botellas
11. Inspección 9 Operación 7: verificación y regulación del sensor de velocidad de ingreso de botellas
12. Inspección 10: verificar la alimentación de botellas al sistema de ingreso se la máquina.
13. Inspección 11: verificar el ingreso correcto de las botellas a la máquina.
14. Inspección 12 Operación 8: se verifica y va calibrando el etiquetado correcto de la botella verificando si esta posee la goma adecuada y si el nivel de la etiqueta es el adecuado para su presentación.
15. Transporte 1: las botellas ya etiquetadas son transportadas hacia la Termoencogedora.

Empresa: Fuentes de Agua San Felipe
Producto : Agua Mineral
El diagrama empieza en : Energización del sistema
El diagrama termina en : Transporte a la empaquetadora

Diagrama N° : 3
Método : Actual
Elaborado por : Grupo de trabajo
Fecha: 16/06/2021 **Hoja :** 3 de 5

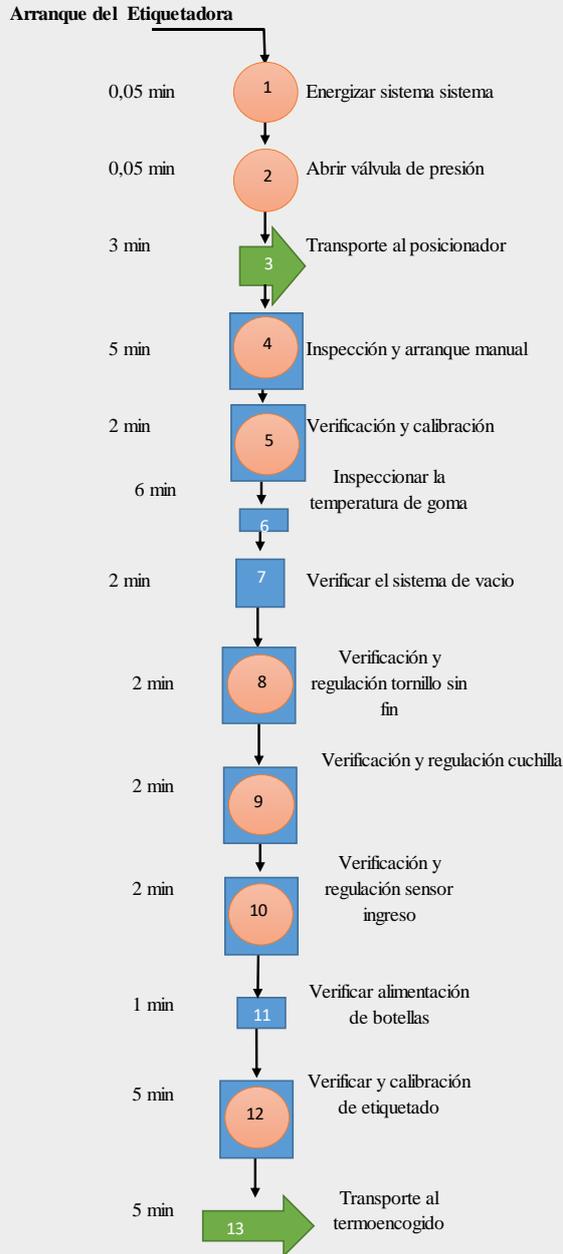


Figura 5.44 Cursograma de Arranque Etiquetadora

DIAGRAMA DE PROCESOS

| | | | | | |
|---|--|-------------------|----------|-----------|---------|
| UBICACIÓN: Línea Mesal ACTIVIDAD: Arranque de línea - Etiquetadora FECHA: 2021-05-24 Operador: Xavier Sambache Analista: Grupo de Trabajo | | RESUMEN | | | |
| | | Evento | Presente | Propuesto | Ahorros |
| | | Operación | 2 | | |
| | | Transporte | 1 | | |
| | | Retrasos | - | | |
| | | Inspeccion | 4 | | |
| | | Almacenamiento | - | | |
| | | Opera. E Inspecc. | 7 | | |
| | | Tiempo (min) | 37,1 | | |
| | | Distancia (m) | 10 | | |

| Descripción de los eventos | Símbolo | | | | | | Distancia (m) | Tiempo (min) | Observaciones |
|--|---------|---|---|---|---|---|---------------|--------------|--------------------|
| | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | | | |
| Energización del sistema | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Abrir la válvula de aire a presión | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,05 | |
| Verificar las anomalías | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 3 | Residuos, limpieza |
| Realizar e inspeccionar un arranque manual | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 5 | |
| Verificación y calibración de parámetros de trabajo | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 2 | |
| Inspeccionar la temperatura de la goma | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 6 | 150 a 160 °C |
| Verificar el sistema de vacío | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 2 | |
| Verificación y regulación del sensor del tornillo sin fin | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 2 | |
| Verificación y regulación del sensor de la cuchilla | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 2 | |
| Verificación y regulación del sensor de ingresos de botellas | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 2 | |
| Verificación y regulación del sensor de velocidad de ingreso de botellas | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 2 | |
| Verificar la alimentación de botellas | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 1 | |
| Verificación y calibración del etiquetado | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | - | 5 | |
| Transporte de botellas al termoencogido | ○ | → | D | □ | ▽ | ⊗ | 10 | 5 | |
| Total | | | | | | | 10 | 37,1 | |

Figura 5.45 Diagrama de procesos Etiquetadora

5.7.1.4 Estación Termoencogedora

Descripción del Proceso

Por último, se procede a generar los empaques de las botellas, esto se realiza con un plástico de Termoencogido el cual al pasar por un aire caliente se compacta a las botellas generando un aseguramiento de los paquetes de 6 unidades.

1. Operación 1: se procede al accionamiento de la caja de control de la máquina dando paso a la energización del sistema
2. Operación 2: abrir la válvula de paso de la presión de aire al sistema neumático de la máquina.
3. Inspección 1: verificar temperatura de la cuchilla de corte la cual debe estar en una temperatura mínima de 165 °C.
4. Inspección 2: verificar temperatura del túnel de termoencogido el cual debe estar en un rango de temperatura de 180 a 190 °C.
5. Inspección 3 Operación 3: verificar y calibrar el sensor de altura de las botellas.
6. Inspección 4 Operación 4: verificar y calibrar el sensor de paso de botellas para el correcto funcionamiento de la cuchilla de corte.
7. Inspección 5 Operación 5: verificar y calibrar el sensor de atrapamiento de botellas.
8. Inspección 6 Operación 6: verificar y calibrar el sensor de presión de corte de la cuchilla.
9. Operación 7: calibrar la velocidad del túnel en un rango de 2 a 4 en la escala del 1 al 10.
10. Operación 8: calibrar la velocidad de la maquina en un rango de 5 a 10 en la escala del 1 al 10.

Empresa: Fuentes de Agua San Felipe
Producto : Agua Mineral
El diagrama empieza en : Energización del sistema
El diagrama termina en : Transporte al paletizado

Diagrama N° : 4
Método : Actual
Elaborado por : Grupo de trabajo
Fecha: 16/06/2021 **Hoja :** 4 de 5

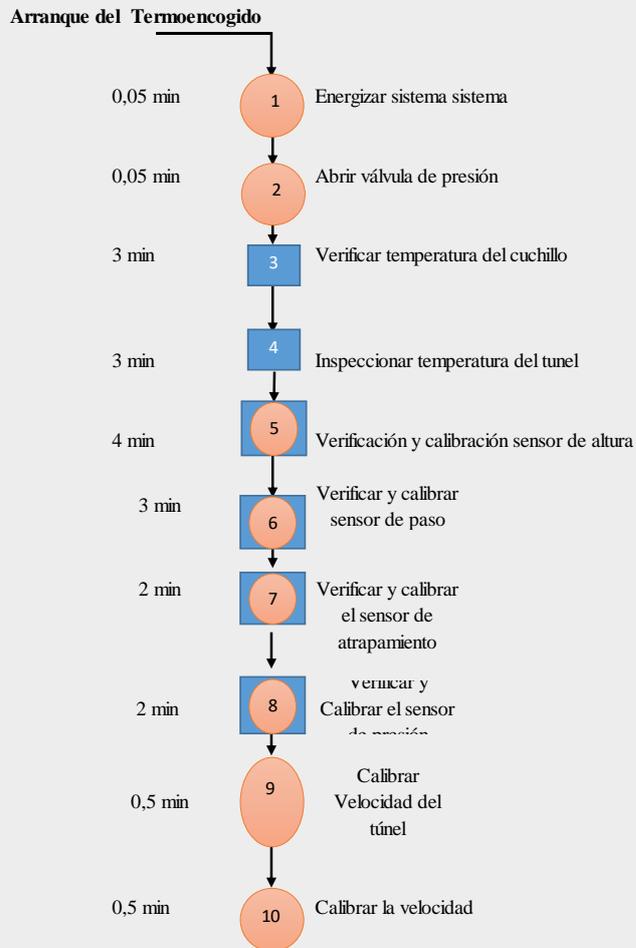


Figura 5.46 Cursograma de Arranque Termoencogedora

5.7.2 Estudio del Proceso de Producción

Descripción del proceso

Una vez que las diferentes maquinas han sido calibradas para la producción de la presentación de agua mineral de 1500 ml, se procede a realizar ya la producción en general, en donde en cada máquina se van realizando diferentes actividades, este estudio se basara en la realizacion de 1000 unidades de esta presentación.

1. Operación 1: se colocan las botellas dentro de la tolva del posicionador.
2. Operación 2: lo botella ingresara dentro del posicionador y este lo colocara de una manera óptima con lo cual ingresara al sistema de transporte aéreo de la línea Mesal.
3. Transporte 1: se realiza el transporte aéreo de las botellas vacías hacia la Triblock – mixer.
4. Operación 3: una vez que la botella ingresa a la Triblock en primera instancia se realiza el lavado de las botellas con agua ozonificada.
5. Operación 4: la botella ya rinseado entre a la sección de llenado de la máquina. Y es aquí que la maquina llena a un nivel no tan constante del líquido a envasar.
6. Operación 5: una vez la botella llenada del líquido, este entra a la sección de tapado y esta es sellada con un ajuste correcto.
7. Inspección 1: se realiza la inspección del agua mineral su presión, su volumen y su sellado.
8. Transporte 2: la botella ya envasada se transporta por medio de la banda transportadora hacia la etiquetadora.
9. Operación 6: la botella ingresa a la máquina de etiquetado y esta realiza la adhesión de la etiqueta.
10. Inspección 2: se verifica el correcto etiquetado de la botella
11. Transporte 3: las botellas ya etiquetadas son transportadas hacia la empaquetadora.
12. Operación 7: las botellas ingresan a la empaquetadora y esta realiza el empaquetado de las botellas en 6 unidades cada empaque.
13. Inspección 3: se verifica el correcto empaquetado de las botellas.
14. Operación 8: los empaques de 6 unidades de las botellas se proceden a paletizar en pallet de 78 paquetes de 6 unidades.

Empresa: Fuentes de Agua San Felipe
Producto : Agua Mineral
El diagrama empieza en : Ingreso de botellas
El diagrama termina en : Transporte al Palletzado

Diagrama N° : 5
Método : Actual
Elaborado por : Grupo de trabajo
Fecha: 16/06/2021 **Hoja :** 5 de 5

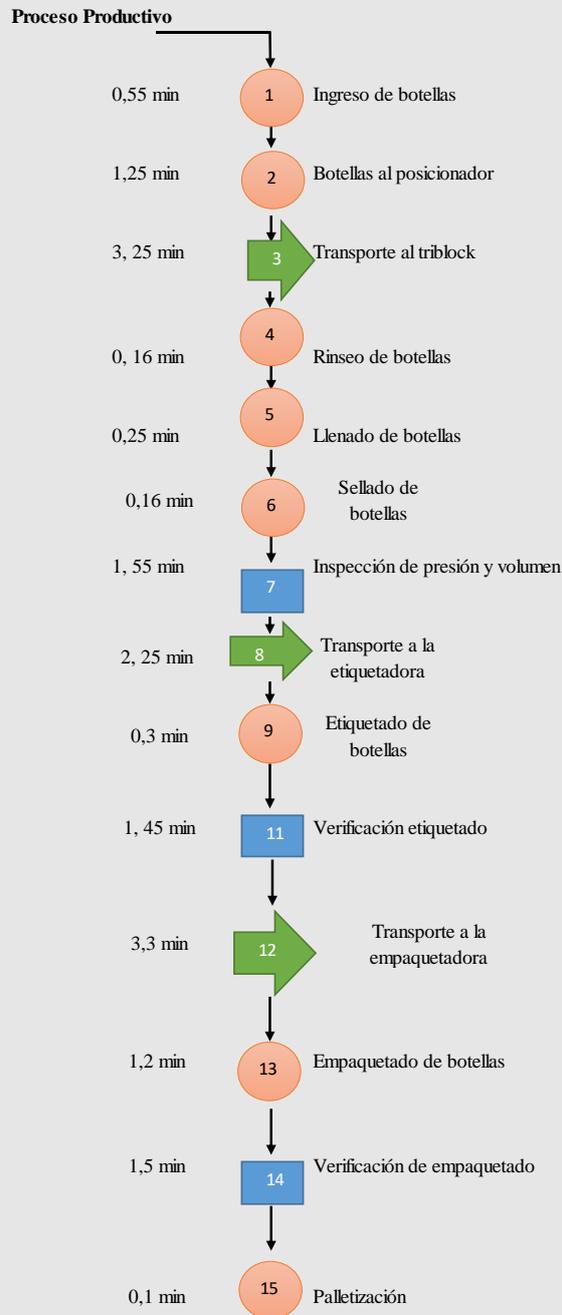


Figura 5.48 Cursograma del Proceso de producción

DIAGRAMA DE PROCESOS

| UBICACIÓN: Línea Mesal ACTIVIDAD: Proceso de Producción FECHA: 2021-05-24 Operador: Operadores de la Línea Mesal Analista: Grupo de Trabajo | | | | | | RESUMEN | | | |
|---|---------|---|---|---|---|------------------|---------------|--------------|---|
| | | | | | | Evento | Presente | Propuesto | Ahorros |
| Metodo Encierre en un círculo el metodo y tipos apropiados Presente Propuesto Tipo Trabajador Material Maquina | | | | | | Operación | 8 | | |
| | | | | | | Transporte | 3 | | |
| Comentarios: | | | | | | Retrasos | - | | |
| | | | | | | Inspeccion | 3 | | |
| | | | | | | Almacenamiento | - | | |
| | | | | | | Opera. E Inspec. | 0 | | |
| | | | | | | Tiempo (min) | 23 | | |
| | | | | | | Distancia (m) | 32 | | |
| Descripción de los eventos | Símbolo | | | | | | Distancia (m) | Tiempo (min) | Observaciones |
| | ● | → | D | □ | ▽ | ⊞ | | | |
| Ingreso de botellas al sistema del posicionador | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 0,5 | |
| La botella ingresa al posionador | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 2 | |
| Transporte de las botellas del Posicionador a la Triblock | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | 12 | 5 | |
| Rinseado de las botellas | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 0,1 | Visualizar la presion del rinseado |
| Llenado de las botellas | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 0,2 | Visualizar el llenado optimo del llenado |
| Sellado de las botellas | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 0,1 | |
| Inspección de la presión, volumen y sellado de las botellas | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 1,5 | (3,3 a 3,9 psi), (1500 - 1510 ml), (10 - 20 Torque) |
| Transporte de botellas de la triblock hacia la etiquetado | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | 10 | 5 | |
| Etiquetado de las botellas | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 0,3 | |
| Verificacion del etiquetado de la botella | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 1,5 | |
| Transporte de la botella hacia la empaquetadora | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | 10 | 4 | |
| Empaquetado de las botellas | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 1,2 | |
| Verificacion del empaquetado de las botellas | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 1,5 | |
| Palletizacion de los paquetes de 6 unidades (1000 u) | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | ⊞ | - | 0,1 | |
| TOTAL | | | | | | 32 | 23 | | |

Figura 5.49 Diagrama de procesos de la producción

Tabla 5.26 Resumen de Actividades

| Resumen | | | | |
|------------------|---|-----------------|---------------------|----------------------|
| Actividad | Simbolo | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
| Operación |  | 8 | 3,7 | - |
| Transporte |  | 3 | 8,8 | 32 |
| Demora |  | - | - | - |
| Inspección |  | 3 | 4,5 | - |
| Almacenamiento |  | - | - | - |
| Combinada |  | - | - | - |
| Total | | 14 | 17 | 32 |

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{8,2}{17} * 100 = 48,23\%$$

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{8,8}{17} * 100 = 51,76\%$$

Dentro del tiempo total de producción de 1000 unidades de agua con gas de 1500 ml existe un 48,23% de tiempo productivo, estos son los que agregan valor al producto final como las operaciones, inspecciones y combinaciones entre ambas; adicional a esto existe un 51,76% de tiempos improductivos, estos son los que no agregan valor al producto final estos son transporte, demoras y almacenamiento.

5.8 ESTUDIO DE TIEMPOS

5.8.1 Toma de Tiempos

Tabla 5.27 Registro de tiempos

| ACTIVIDAD | TOMA DE TIEMPOS | | | | | | | | | |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
| Ingreso de botellas al sistema del posicionador | 0:00:34 | 0:00:34 | 0:00:35 | 0:00:28 | 0:00:27 | 0:00:38 | 0:00:36 | 0:00:35 | 0:00:29 | 0:00:43 |
| La botella ingresa al posionador | 0:01:13 | 0:01:18 | 0:01:16 | 0:00:58 | 0:01:06 | 0:01:05 | 0:01:06 | 0:01:19 | 0:01:19 | 0:01:08 |
| Transporte de las botellas del Posicionador a la Triblock | 0:03:15 | 0:03:13 | 0:03:19 | 0:03:53 | 0:03:18 | 0:03:05 | 0:03:06 | 0:03:51 | 0:03:12 | 0:03:11 |
| Rinseado de las botellas | 0:00:09 | 0:00:06 | 0:00:05 | 0:00:06 | 0:00:05 | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:06 |
| Llenado de las botellas | 0:00:15 | 0:00:16 | 0:00:12 | 0:00:18 | 0:00:12 | 0:00:11 | 0:00:16 | 0:00:14 | 0:00:12 | 0:00:10 |
| Sellado de las botellas | 0:00:07 | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 |
| Inspección de la presión, volumen y sellado de las botellas | 0:01:32 | 0:01:29 | 0:01:38 | 0:01:29 | 0:01:25 | 0:01:36 | 0:01:49 | 0:01:27 | 0:01:38 | 0:01:39 |
| Transporte de botellas de la triblock hacia la etiquetadora | 0:02:14 | 0:02:15 | 0:02:06 | 0:02:17 | 0:02:22 | 0:02:49 | 0:02:36 | 0:02:15 | 0:02:48 | 0:02:35 |
| Etiquetado de las botellas | 0:00:20 | 0:00:22 | 0:00:30 | 0:00:19 | 0:00:28 | 0:00:39 | 0:00:28 | 0:00:29 | 0:00:17 | 0:00:28 |
| Verificacion del etiquetado de la botella | 0:01:28 | 0:01:27 | 0:01:42 | 0:01:44 | 0:01:37 | 0:01:36 | 0:01:28 | 0:01:45 | 0:01:36 | 0:01:25 |
| Transporte de la botella hacia la empaquetadora | 0:03:18 | 0:03:45 | 0:03:20 | 0:03:18 | 0:03:15 | 0:03:17 | 0:03:20 | 0:03:17 | 0:03:05 | 0:03:10 |
| Empaquetado de las botellas | 0:01:12 | 0:01:16 | 0:01:18 | 0:01:29 | 0:01:28 | 0:01:10 | 0:01:15 | 0:01:12 | 0:01:18 | 0:01:20 |
| Verificacion del empaquetado de las botellas | 0:01:35 | 0:01:28 | 0:01:37 | 0:01:35 | 0:01:32 | 0:01:28 | 0:01:26 | 0:01:28 | 0:01:36 | 0:01:37 |
| Palletizacion de los paquetes de 6 unidades (1000 u) | 0:00:08 | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 |
| Total | 0:17:20 | 0:17:37 | 0:17:48 | 0:18:04 | 0:17:25 | 0:17:52 | 0:17:41 | 0:18:07 | 0:17:49 | 0:17:42 |

5.8.2 Tiempo Promedio

El tiempo promedio por actividad se realiza en base a la cantidad de muestras que están dentro de la tolerancia ya determinadas anteriormente en la Tabla N° 5.7.3, el cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Promedio = \frac{\sum \text{de las muestras}}{\text{numero de muestras}}$$

Tabla 5.28 Tiempo Promedio

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | TP |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Formato Hora | 0:17:20 | 0:17:37 | 0:17:48 | 0:18:04 | 0:17:25 | 0:17:52 | 0:17:41 | 0:18:07 | 0:17:49 | 0:17:42 | 0:17:44 |
| Formato Numero | 17,330 | 17,610 | 17,800 | 18,060 | 17,410 | 17,860 | 17,680 | 18,090 | 17,810 | 17,700 | 17,735 |

Mediante el análisis se determina los promedios de las actividades en base a la Tabla 00, de las cuales se obtiene como resultado un tiempo promedio TO Estacional de 17 minutos con 44 segundos.

5.8.3 Desviación estándar

En la producción del agua mineral de 1500 ml se ha tomado el registro de 10 tomas de tiempo, el cálculo de estos tiempos se lo realiza en las Tablas N° 5.7.4, de las cuales se obtiene un formato hora (hh:mm:ss) un tiempo promedio de 17 minutos con 44 segundos.

Para la determinación de la desviación estándar se lo realizo a través de la siguiente ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X)^2}{n - 1}}$$

Tabla 5.29 Desviación Estándar

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | TP | DS |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Formato Hora | 0:17:20 | 0:17:37 | 0:17:48 | 0:18:04 | 0:17:25 | 0:17:52 | 0:17:41 | 0:18:07 | 0:17:49 | 0:17:42 | 0:17:44 | 0:00:15 |
| Formato Numero | 17,330 | 17,610 | 17,800 | 18,060 | 17,410 | 17,860 | 17,680 | 18,090 | 17,810 | 17,700 | 17,735 | 0,246453 |

La desviación estándar obtenida será la tolerancia ± en relación al tiempo promedio, de las cuales se obtiene un tiempo máximo de 17 minutos con 59 segundos y un Tiempo mínimo de 17 minutos con 29 segundos, el cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$T_{max} = (TP + Desv.)$$

$$T_{max} = (17,73 + 0,2426) = 17,972$$

$$T_{max} = 00:17:59$$

$$T_{min} = (TP - Desv.)$$

$$T_{min} = (17,73 - 0,242) = 17,48$$

$$T_{min} = 00:17:29$$

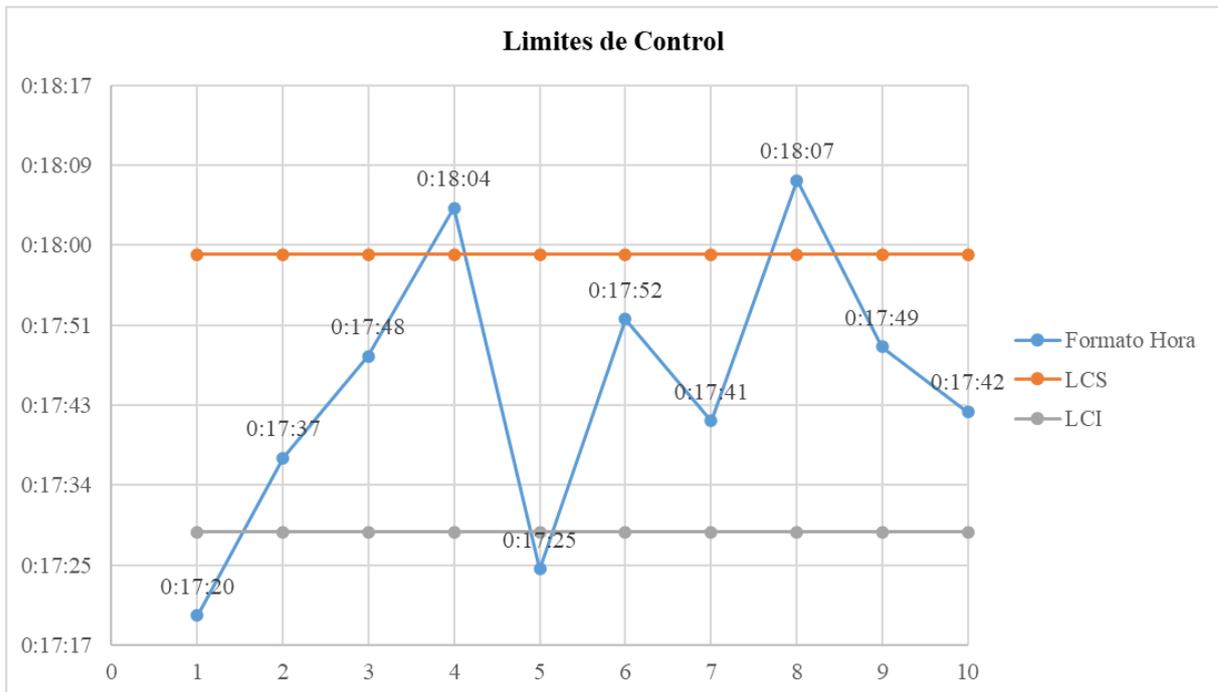


Figura 5.50 Límites de Control

Al analizar el gráfico de los límites de control se puede visualizar que dentro de la tolerancia T_{max} y T_{min} se encuentran varias tomas de tiempo que están fuera de este rango, que son T1, T4, T5 y T8, por lo que estos quedan excluidos del estudio de tiempos.

5.8.4 Método de valoración del ritmo de Trabajo

Para poder expresar el desenvolvimiento del operador dentro de su estación de trabajo se basa en los factores del ritmo de trabajo, para lo cual se debe tener en cuenta la capacidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de trabajo. Para lo cual se ha determinado una valoración para cada uno de los factores antes mencionados de 0,00 (D – Promedio) puesto que la línea Mesal es un proceso nivelado, dentro de esta línea la valoración que se aplicó da como resultado un ritmo de trabajo del 100%. Ver tablas 5.7.5 y 5.7.6.

Tabla 5.30 Factor de desempeño

| Factor | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | Total | Total R. |
|--------|-----------|----------|-------------|--------------|-------|----------|
| Ritmo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100% |

Tabla 5.31 Sistema Westinghouse para calificar el ritmo del trabajo.

| Habilidad | | Esfuerzo | |
|-----------|-----------------|----------|-----------------|
| +0,15 | A1 | +0,15 | A1 |
| +0,13 | A2 – Habilísimo | +0,13 | A2 – Habilísimo |
| +0,11 | B1 | +0,11 | B1 |
| +0,08 | B2 – Excelente | +0,08 | B2 – Excelente |
| +0,06 | C1 | +0,06 | C1 |
| +0,03 | C2 – Bueno | +0,03 | C2 – Bueno |
| 0,00 | D - Promedio | 0,00 | D - Promedio |
| -0,05 | E1 | -0,05 | E1 |
| -0,10 | E2 – Regular | -0,10 | E2 – Regular |
| -0,15 | F1 | -0,15 | F1 |
| -0,22 | F2 - Deficiente | -0,22 | F2 - Deficiente |

| Condiciones | | Consistencia | |
|-------------|---------------|--------------|----------------|
| +0,06 | A – ideales | +0,04 | A – perfecto |
| +0,04 | B – excelente | +0,03 | B – excelente |
| +0,02 | C – buenas | +0,01 | C – buena |
| 0,00 | D – Promedio | 0,00 | D – promedio |
| -0,03 | E – regulares | -0,02 | E – regular |
| -0,07 | F - Malas | -0,04 | F - deficiente |

5.8.5 Tiempo normal

En la línea Mesal dentro de todos sus procesos para el envase del agua mineral de 1500 ml (posicionador + Triblock-mixer + etiquetadora + empaquetadora) se han registrado seis tiempos que han sido cronometrados de cada una de las actividades, la determinación del tiempo normal se lo realiza en la Tabla N° 5.7.8, en donde se logra obtener un tiempo normal por cada actividad y el tiempo normal por línea de producción el cual dio como resultado 17 minutos con 45 segundos, este tiempo normal se lo calculo mediante la ecuación:

$$TN = TO \left(\frac{\text{Ritmo determinado}}{\text{Ritmo estandar}} \right)$$

5.8.6 Tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar por cada actividad de la línea Mesal, se considera los diferentes suplementos por descanso establece la OIT, los cuales se detallan en Anexo C, los cuales se clasifican en suplementos constantes y variables.

Para la determinación de los tiempos estándar se relacionara el tiempo normal de la actividad el cual es multiplicado por uno, adicional el suplemento teniendo en cuenta la necesidad de implementar uno de estos suplementos dependiendo de la actividad, en la línea Mesal se consideran suplementos más adecuados que se encuentran en la Tabla N° 5.7.7, en donde se han determinado que los suplementos constantes se basan en las de necesidades personales y por fatiga del operador, adicionalmente a esto se analizan los suplementos por trabajo de pie, uso de la fuerza, tensión visual, ruido, tensión mental, monotonía mental y monotonía física.

Tabla 5.32 Suplementos Considerados

| Suplementos Fijos | | |
|------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Suplementos | Valoración | Actividades relacionadas |
| Necesidades personales | 5 | Todas las Actividades |
| Básico por fatiga | 4 | |
| Trabajo de pie | 2 | |
| Ruido | 5 | |
| Tensión metal | 1 | |
| Monotonía mental | 1 | |
| Monotonía física | 2 | |
| Total | 20 | |
| Suplementos Variables | | |
| Uso de la fuerza 2,5 kg | 0 | Colocación de Botellas |
| Tensión visual | 2 | Llenado de botellas |
| Tensión Visual | 2 | Etiquetado de botellas |
| | | |

Tabla 5.33 Tiempos estandarizados por actividades de la línea Mesal

| ACTIVIDAD | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | Prom. | Ritmo | TN | Suple. | TS |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|--------|---------|
| Ingreso de botellas al | 0:00:34 | 0:00:35 | 0:00:27 | 0:00:38 | 0:00:36 | 0:00:35 | 0:00:34 | 100% | 0:00:34 | 0,2 | 0:00:41 |
| La botella ingresa al | 0:01:18 | 0:01:16 | 0:01:06 | 0:01:05 | 0:01:06 | 0:01:19 | 0:01:12 | 100% | 0:01:12 | 0,2 | 0:01:26 |
| Transporte de las botellas | 0:03:13 | 0:03:19 | 0:03:18 | 0:03:05 | 0:03:06 | 0:03:51 | 0:03:19 | 100% | 0:03:19 | 0,2 | 0:03:58 |
| Rinseado de las botellas | 0:00:06 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 100% | 0:00:05 | 0,2 | 0:00:06 |
| Llenado de las botellas | 0:00:16 | 0:00:12 | 0:00:12 | 0:00:11 | 0:00:16 | 0:00:14 | 0:00:14 | 100% | 0:00:14 | 0,22 | 0:00:16 |
| Sellado de las botellas | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 100% | 0:00:05 | 0,2 | 0:00:06 |
| Inspección de la presión, | 0:01:29 | 0:01:38 | 0:01:25 | 0:01:36 | 0:01:49 | 0:01:27 | 0:01:34 | 100% | 0:01:34 | 0,2 | 0:01:53 |
| de botellas de la triblock hacia la | 0:02:15 | 0:02:06 | 0:02:22 | 0:02:49 | 0:02:36 | 0:02:15 | 0:02:24 | 100% | 0:02:24 | 0,2 | 0:02:53 |
| Etiquetado de las botellas | 0:00:22 | 0:00:30 | 0:00:28 | 0:00:39 | 0:00:28 | 0:00:29 | 0:00:29 | 100% | 0:00:29 | 0,22 | 0:00:36 |
| Verificacion del etiquetado | 0:01:27 | 0:01:42 | 0:01:37 | 0:01:36 | 0:01:28 | 0:01:45 | 0:01:36 | 100% | 0:01:36 | 0,2 | 0:01:55 |
| Transporte de la botella | 0:03:45 | 0:03:20 | 0:03:15 | 0:03:17 | 0:03:20 | 0:03:17 | 0:03:22 | 100% | 0:03:22 | 0,2 | 0:04:03 |
| Empaquetado de las botellas | 0:01:16 | 0:01:18 | 0:01:28 | 0:01:10 | 0:01:15 | 0:01:12 | 0:01:16 | 100% | 0:01:16 | 0,2 | 0:01:32 |
| Verificacion del | 0:01:28 | 0:01:37 | 0:01:32 | 0:01:28 | 0:01:26 | 0:01:28 | 0:01:30 | 100% | 0:01:30 | 0,2 | 0:01:48 |
| Palletizacion de los paquetes | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 100% | 0:00:05 | 0,2 | 0:00:06 |
| Total | | | | | | | 0:17:45 | | 0:17:45 | | 0:21:19 |

5.9 INGENIERÍA DE LA PRODUCCION

5.9.1 Productividad

El concepto de productividad se basa en las unidades producidas por los recursos empleados. Dentro de este estudio de procesos se tiene como dato el tiempo estándar de elaboración de 1000 unidades de agua con gas de 1500ml. En la tabla N° 5.7.8 se puede observar que el tiempo estándar de producción es de 17,75 minutos por cada 1000 unidades.

Por lo cual al realizar el cálculo de la productividad por hora se tienen que:

$$Produccion = \frac{60 \text{ min}}{17,75 \frac{\text{min}}{1000 \text{ uni}}}$$
$$Produccion = 3,38 * 1000 \frac{\text{uni}}{\text{hora}} \approx 3380 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

5.9.2 Capacidad de producción

A continuación, se realiza el cálculo de la capacidad de producción disponible, para lo cual se debe tener como base la producción que produce la línea Mesal dentro del tiempo de una hora de producción.

Tabla 5.34 Capacidad de la Producción

| Línea Mesal | T. estándar (min) | Producción (uni/hora) | Jornada Laboral | Capacidad disponible |
|-------------|-------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| 1500 ml | 17,75 | 3380 | 8 horas | 27040 |

La línea Mesal para la presentación de 1500 ml de agua con gas posee una capacidad de producción de 27040 unidades por día.

$$Capacidad \text{ efectiva o real} = 27040 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}$$

la línea Mesal tiene un formato de producción ya establecido dentro de su programación para la presentación de 1500 ml y en donde indica que la línea Mesal puede producir dentro de una hora la cantidad de 37375 unidades.

$$\text{Capacidad de diseño} = 37375 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}$$

La capacidad ociosa se lo calcula al restar la capacidad diseñada de la capacidad real.

$$\text{Capacidad ociosa} = 37375 \frac{\text{uni}}{\text{dia}} - 27040 \frac{\text{uni}}{\text{dia}} = 10335 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}$$

Por último, se de realizar el cálculo de la utilización de la línea Mesal por lo se calcula por medio de la relación de la capacidad real con la capacidad diseñada.

$$\text{Utilizacion} = \frac{27040 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}}{37375 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}} = 72,34 \%$$

La capacidad utilizada e igual a 72,34%, la cual está dentro de un rango admisible, pero esta aún se puede llegar a mejorar.

5.9.3 Eficiencia

Dentro del estudio de tiempos se encuentra que el proceso de producción posee 14 actividades, de los cuales algunos no agregan valor al producto final, por consiguiente, estas actividades generan un tiempo no productivo.

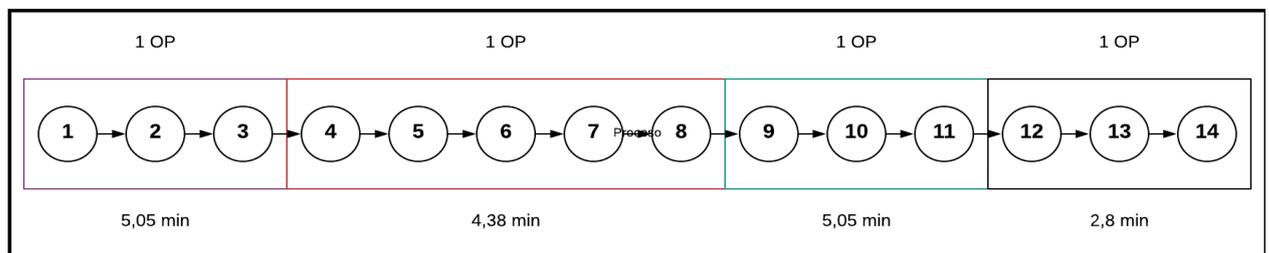


Figura 5.51 Diagrama de Precedencia Línea Mesal

La línea Mesal cuenta con 4 puestos de trabajo cada uno de ellos con un operario y en donde le tiempo de ciclo de trabajo es de 17,75 min por 1000 unidades de producción.

- Cálculo de eficiencia de la línea

$$= \frac{100 * ((4 * 17,75) - (5,05 + 4,38 + 5,05 + 2,8))}{4 * 17,75}$$

Eficiencia de la Linea = 75.66%

- Cálculo de coeficiente de desequilibrio

$$= \frac{100 * (5,05 + 4,38 + 5,05 + 2,8)}{4 * 17,75}$$

Coficiente de desequilibrio = 24,33%

De acuerdo a estos parámetros se analiza que la línea Mesal cuenta con un 75,66% de aprovechamiento, y complementariamente el tiempo de inactividad es de 24,33%, analizando estos datos se conoce que el aprovechamiento de la línea no es la más óptima ya que solo se logra producir un poco más de la mitad de lo que se podría producir.

5.9.4 Eficiencia Económica

Para el cálculo de la eficiencia económica debemos tener en cuenta dos aspectos muy importantes los cuales son los ingresos y los costos de producción. El costo de la producción del agua mineral de 1500 ml más el costo de la mano de obra de los operarios que intervienen dentro de la línea Mesal, todo esto en función de la producción de unas una hora.

El costo de la mano de obra se calculará partiendo de que los operarios ganan \$465 mensuales en donde están incluidos los beneficios de ley, el costo por operario al día (24 días laborales) es de \$19,37 y por hora (8 horas) es de \$2,42.

Tabla 5.35 Calculo del Costo de Mano de Obra

| Cargo | Cantidad | Sueldo mensual | Costo por día | Costo por hora | Total, por hora de producción |
|----------------------------|----------|----------------|---------------|----------------|-------------------------------|
| Operarios | 6 | \$465 | \$19,37 | \$2,42 | \$14,52 |
| Supervisor | 1 | \$650 | \$27,08 | \$3,38 | \$3,38 |
| Jefe | 1 | \$1200 | \$50 | \$6,25 | \$6,25 |
| Total, mano de obra | | | | | \$24,15 |

En la tabla N° 5.7.10 se obtuvo que el precio por hora de producción por la mano de obra que está dentro de la línea Mesal es de \$24,15.

Tabla 5.36 Costo Total De Producción

| Costo | Valor | Producción (1 hora) | Total, por hora |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| Costos directos de producción | \$122,74 / 1000uni | 3380 unidades/hora | \$414,86 |
| Costos indirectos de producción | \$144,22 / 1000 uni | 3380 unidades/hora | \$487,46 |
| Costo de pago de mano de obra | \$ 24,15 | | \$24,15 |
| Total | | | \$926,47 |

$$Ee = \frac{\$1 * 1000 \text{ uni}}{\$926,47} = 1,16$$

El precio del agua mineral de 1500 ml es de 1 dólar, por lo cual la eficiencia económica de la línea Mesal es de 1,16, lo cual nos quiere decir que por cada dólar que se invierte se gana 0,16 centavos de dólar.

5.10 PROPUESTA DE MEJORA

5.10.1 Propuesta de mejora para la reducción de desechos

Los desechos que se generan dentro de la línea Mesal son cuatro en específico:

- Botellas Pet 1500 ml A/G
- Tapa 28mm Natural SF
- Etiqueta 1500 ml
- Plástico de termoencogido #18

Estos desechos se generan en su gran mayoría en las estaciones de trabajo donde se coloca al producto final, pero estos desechos se generan por dos circunstancias:

- Mala calibración de la maquina por parte del operario
- Falta de mantenimiento de la maquina

Tomando como base el primer motivo por el cual se generan los desperdicios dentro de la línea Mesal, se debe conocer que dentro de esta línea de producción no existe instructivos de trabajo que generen una optimización en las calibraciones en el momento del arranque de las maquinas, dichos instructivos generaran actividades de mayor control para el arranque óptimo de la línea que ayudaran a la disminución de desechos.

5.10.1.1 Instructivos de trabajo

A continuación, se presentan los instructivos de trabajo para las máquinas de la línea Mesal.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|---|--|---|--|
|  | | | | INSTRUCCIONES DE TRABAJO | | | | IDT-01-POSI | | | | | | | |
| | | | | Elaborado por: Grupo de Trabajo | | Revisado por: Supervisor de Línea | | Versión: 0 | | Fecha de emisión: 10/06/2021 | | | | | |
| | | | | Aprobado por: Jefe de producción | | | | N°: 1 | | | | | | | |
| Línea : Mesal | | Operación : Envasado de agua | | Maquina : Posicionador | | | | Hoja de proceso : S / N | | | | | | | |
| Catacterísticas especiales | | | | Equipo de Protección Personal | | | | Residuos Generales | | | | | | | |
|  Inspección de calidad  Característica especial | |  Medio ambiente  Seguridad industrial | |  Protección auditiva  Casco | |  Gafas  Botas de caucho | |  Guantes  Ropa de trabajo | |  x Plastico  x General | |  Vidrio  Papel | |  Peligroso | |
| Componentes | | | | | | Equipos / Herramientas / Materiales Auxiliares | | | | | | | | | |
| Ítem | | Codigo | | Descripcion | | Cant | | Ítem | | Descripcion | | Especificaciones Tecnicas | | | |
| 1 | | E58 | | Envase PET 1500 ml A/G | | 1000 uni | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grafico / Fotografia | | | | N° | | Paso Principal | | Simbolo | | ¿Cómo? puntos clave | | ¿Porque?Efectos | | | |
|    | | | | 1 | | Energizar el sistema | | | | En el panel de control electrico girar el mando hacia la derecha | | Sin energia la maquina no podría iniciar | | | |
| | | | | 2 | | Verificar estado de los formatos internos del posicionador | | | | Abrir las puertas principales de la maquina e ir girando manualmente. | | Reducir los desperdicios por atascamiento dentro de los formatos del posicionador | | | |
| | | | | 3 | | Inspeccionar y poner en marcha el posicionador | | | | Ajustar velocidades , tipo de soplado y poner en marcha el posicionador | | Si se pone al posicionador a una velocidad inadecuada se atascan las botellas. | | | |

Figura 5.52 Instructivo de Trabajo Posicionador

|  INSTRUCCIONES DE TRABAJO | | | | IDT-02-LLEN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|---|-------------------------------|---|---|---|--|---|-----------------|---|---|----------|---|--|--------|---|--|-----------|
| | | | | Elaborado por: Revisado por: Aprobado por: | | Grupo de Trabajo Supervisor de Línea Jefe de producción | | Versión: 0 Fecha de emisión : 10/06/2021 N° : 2 | | | | | | | | | | |
| Línea : Mesal | | Operación : Envasado de agua | | Maquina : Triblock | | Hoja de proceso : S / N | | | | | | | | | | | | |
| Catacterísticas especiales | | | Equipo de Protección Personal | | | Residuos Generales | | | | | | | | | | | | |
|  | Inspección de calidad |  | Medio ambiente |  | Protección auditiva |  | Gafas |  | Guantes |  | x | Plastico |  | | Vidrio |  | | Peligroso |
|  | Característica especial |  | Seguridad industrial |  | Casco |  | Botas de caucho |  | Ropa de trabajo |  | x | General |  | | Papel | | | |
| Componentes | | | | Equipos / Herramientas / Materiales Auxiliares | | | | | | | | | | | | | | |
| Ítem | Codigo | Descripcion | Cant | Ítem | Descripcion | Especificaciones Técnicas | | | | | | | | | | | | |
| 1 | T20 | Tapa Natural Plastica 28ml Felipe | 4000 uni | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grafico / Fotografia | | | | N° | Paso Principal | Simbolo | ¿Cómo? puntos clave | ¿Porque?Efectos | | | | | | | | | | |
|   | | | | 1 | Verificar entrada del CO2 al sistema del mixer y de la Triblock | | Abrir de manera lenta la válvula d entrada del gas hacia el sistema de la Triblock y verificar la presión de 80 psi. | Reduccion de desperdicios de tapas y de agua mineral por baja presión dentro del envase. | | | | | | | | | | |
| | | | | 2 | Rinscado y purificado de la llenadora | | Lavado interno del envase , realizado con agua ozonificada | Evitar presencia de agentes impuros dentro del envase y por consiguiente un llenado sanitizado. | | | | | | | | | | |
| | | | | 3 | Verificar sujecion de las estrellas de 1500 ml. | | Revisar visulamente la sujeccion de los formatos de la presentacion e ir ajustando si es necesario | Redeuccion de desperdicios de botellas por deformacion de la botella. | | | | | | | | | | |

Figura 5.53 Instructivo de Trabajo Triblock

|  INSTRUCCIONES DE TRABAJO | | | | IDT-03-ETI | | | |
|--|--|---|---|---|--|---|---|
| | | | | Elaborado por: Revisado por: Aprobado por : | Grupo de Trabajo Supervisor de Línea Jefe de producción | Versión: 0 Fecha de emisión : 10/06/2021 N ° : 3 | |
| Línea : Mesal | Operación : Envasado de agua | | Maquina : Etiquetadora | | Hoja de proceso : S / N | | |
| Catacterísticas especiales | | Equipo de Protección Personal | | | Residuos Generales | | |
|  Inspección de calidad |  Medio ambiente |  Protección auditiva |  Gafas |  Guantes |  x Plastico |  Vidrio |  Peligroso |
|  Característica especial |  Seguridad industrial |  Casco |  Botas de caucho |  Ropa de trabajo |  x General |  Papel | |
| Componentes | | | | Equipos / Herramientas / Materiales Auxiliares | | | |
| Ítem | Codigo | Descripcion | Cant | Ítem | Descripcion | Especificaciones Tecnicas | |
| 1 | RL 13 | Etiquetas 1500 ml c/g | 1 kg | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Grafico / Fotografia | | | N° | Paso Principal | Simbolo | ¿Cómo? puntos clave | ¿Porque?Efectos |
|   | | | 1 | Calibrar el tambor de etiquetado | | Mediante una etiqueta de la presentacion proceder a calibara el etiquetado de las botellas. | Reduccion de desperdicios de etiquetas por mala calibracion del tambor de etiquetado. |
| | | | 2 | Verificación y calibracion de parametros de trabajo | | Regulación de temperatura , sensores ,cuchillas y velocidades de ingreso de botellas | Verificar el funcionamiento básico y correcto de la máquina. |
| | | | 3 | Verificacion de la calidad de la colocacion de la goma | | Verificacion de cantidad de goma adecuada y si la etiqueta sale al nivel que se requiere. | Reduccion de desperdicios por mala colocacion de la goma. |

Figura 5.54 Instructivo de Trabajo Etiquetadora

|  INSTRUCCIONES DE TRABAJO | | | | IDT-04-TERM | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|--|----------|---|---|---|-----------|
| | | | | Elaborado por: | Grupo de Trabajo | Supervisor de Línea | Versión: | 0 | | | |
| Revisado por: | | Aprobado por: | | Jefe de producción | Fecha de emisión: | 10/06/2021 | | | | | |
| N°: | | | | | | 4 | | | | | |
| Línea : Mesal | Operación : Envasado de agua | Maquina : | Termo encogedora | Hoja de proceso : S / N | | | | | | | |
| Catacterísticas especiales | | Equipo de Protección Personal | | | Residuos Generales | | | | | | |
|  Inspección de calidad |  Medio ambiente |  Protección auditiva |  Gafas |  Guantes |  | x | Plastico |  |  |  | Peligroso |
|  Característica especial |  Seguridad industrial |  Casco |  Botas de caucho |  Ropa de trabajo |  | x | General |  |  | Papel | |
| Componentes | | | | Equipos / Herramientas / Materiales Auxiliares | | | | | | | |
| Ítem | Codigo | Descripcion | Cant | Ítem | Descripcion | Especificaciones Tecnicas | | | | | |
| 1 | RL1 | Plastico Termoencogido 18" | 2,5 kg | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Grafico / Fotografia | | N° | Paso Principal | Simbolo | ¿Cómo? puntos clave | ¿Porque?Efectos | | | | | |
|   | | 1 | Verificar entrada de las botellas a la termoencogedora | | Verificar y calibrar las espuela qye permiten la entrada de botellas a la maquina | Reduccion de desperdicios de botellas y tapas por atascamiento de botellas en el ingreso a la maquina. | | | | | |
| | | 2 | Temperaturas de Tunel y cuchillas | | La temperatura del cuchilla y el tunel deben estar a 180 y 165 grados centigrados. | Corte adecuado del plastico de termoencogido y por consiguiente una reduccion de desperdicios por una mala calidad de termoencogido. | | | | | |
| | | 3 | Calibrar velocidades | | Calibrar la velocidad de la maquina en un rango de 5 a 10 en la escala de 1 al 10. | Asegurar un optimo termoencogido, y por consiguiente una reduccion de desperdicios por una mala calidad del corte de termoencogido. | | | | | |

Figura 5.55 Instructivo de Trabajo Empaquetadora

5.10.1.2 Análisis de la propuesta de mejora

Esta propuesta de mejora tiene como fin la reducción de los desechos que se generan dentro de la línea Mesal, a continuación, en la tabla N° 5.7.12 se muestra al detalle el total de desechos que se han generado en la producción de agua mineral de 1500 ml del mes de junio del presente año, una vez que se han implementado los instructivos de trabajo para los arranques de línea.

Tabla 5.37 Analisis de los desechos de la propuesta

| DESPERDICIOS | | |
|---------------------------|--------------|-----------------|
| Materia Prima | Total | Unidades |
| Botellas | 86 | Uni |
| Tapas | 112 | Uni |
| Etiquetas | 1,66 | Kg |
| Plástico de termoencogido | 2,15 | Kg |

A continuación, en la tabla N° 5.7.13 se muestra la comparativa entre los desperdicios antes de los instructivos de trabajo y de pues de implementarlos

Tabla 5.38 Comparación de los desechos generados

| Desechos | | | |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------|
| Materia Prima | Desechos Históricos | Desechos Mejorados | Optimización |
| Botellas | 192 uni | 86 uni | 44,79 % |
| Tapas | 223 uni | 112 uni | 50,22 % |
| Etiquetas | 3,56 kg | 1,66 kg | 46,62 % |
| Plástico de termoencogido | 6.12 kg | 2,15kg | 35,13% |

Análisis: En la tabla N° 5.7.13 se puede constatar que la implementación de instructivos de trabajo beneficia a la optimización de recursos, es decir a la reducción de desechos que se generan dentro de la línea Mesal, ya que si se analiza cada desecho generado se tiene que los desperdicios de botellas minoraron a un 44,79%, las tapas a un 50,22%, las etiquetas a un 46,62% y el plástico de termoencogido a un 35,13%.

Tabla 5.39 Calculo del costo de desperdicios

| Materiales | | | Desechos | Costo |
|-------------------|--|--|-----------------|--------------|
|-------------------|--|--|-----------------|--------------|

| | Unidad de compra | Precio de Venta | | |
|--|-------------------------|------------------------|------|----------|
| Botella | unidad | \$ 0,10 | 86 | \$ 8,6 |
| Tapa | unidad | \$ 0,01 | 112 | \$ 1,12 |
| Etiqueta | kg | \$ 8,40 | 1,66 | \$ 13,95 |
| Plástico Termoencogido | kg | \$ 3,15 | 2,15 | \$ 6,77 |
| Total, costo de desechos optimizado | | | | \$ 30,44 |
| Total, costo de desechos históricos | | | | \$ 70,60 |
| Optimización | | | | 43,11% |

Análisis: cómo se puede observar en la tabla N° 5.7.14 se realizó el cálculo económico que se genera tras la optimización del proceso de arranque de línea de producción, dando como resultado que el costo total por desechos generados es de \$30,44, esto quiere decir que se redujo a un 43,11% el costo de desechos.

5.10.2 Propuesta de mejora de la producción

La producción como tal dentro de la línea Mesal no presenta mayor inconveniente, ya que la capacidad de producción de la empresa logra satisfacer la demanda actual del mercado para el producto de agua mineral de 1500 ml, sin embargo, una mejora dentro de esta línea es factible de realizarlo por dos motivos:

- No se necesita inversión
- No se necesita implementación de nuevas áreas de producción

La línea Mesal dentro de su programación posee ya establecido las llamadas recetas, estas especificaciones son parámetros que modifican dentro de la línea las velocidades de producción, de transporte y de cada actividad que se realizan. La línea Mesal para la presentación de 1500 ml trabaja a una velocidad general de 90 en un rango de 0 a 100, en donde cada máquina trabaja a esta velocidad y las bandas transportadoras tienen una velocidad en específico.

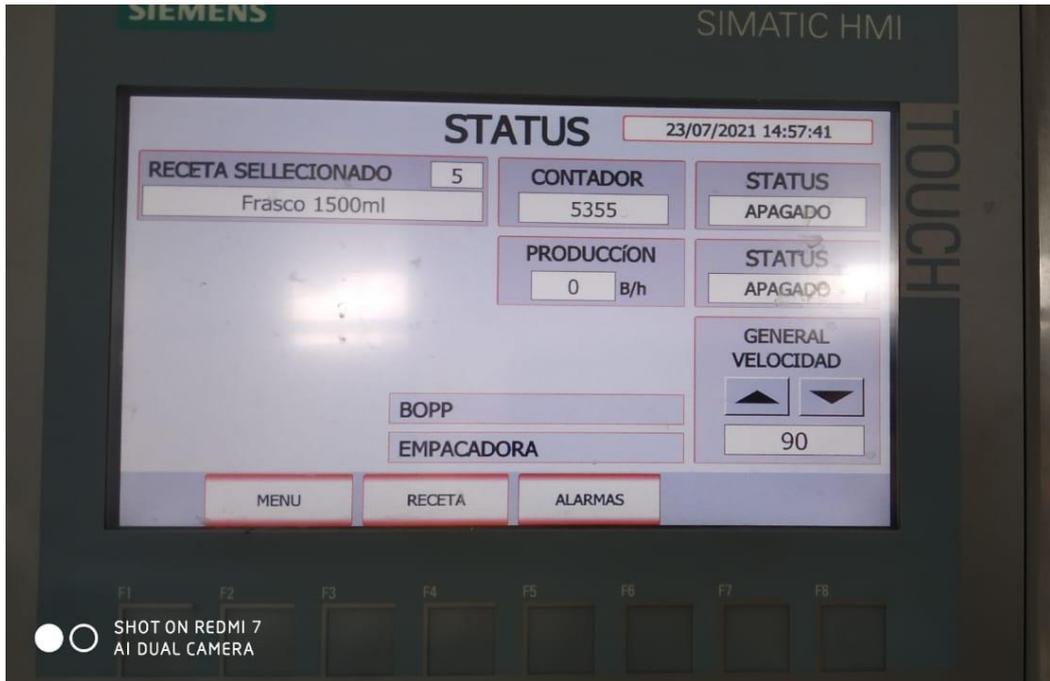


Figura 5.56 Velocidad General

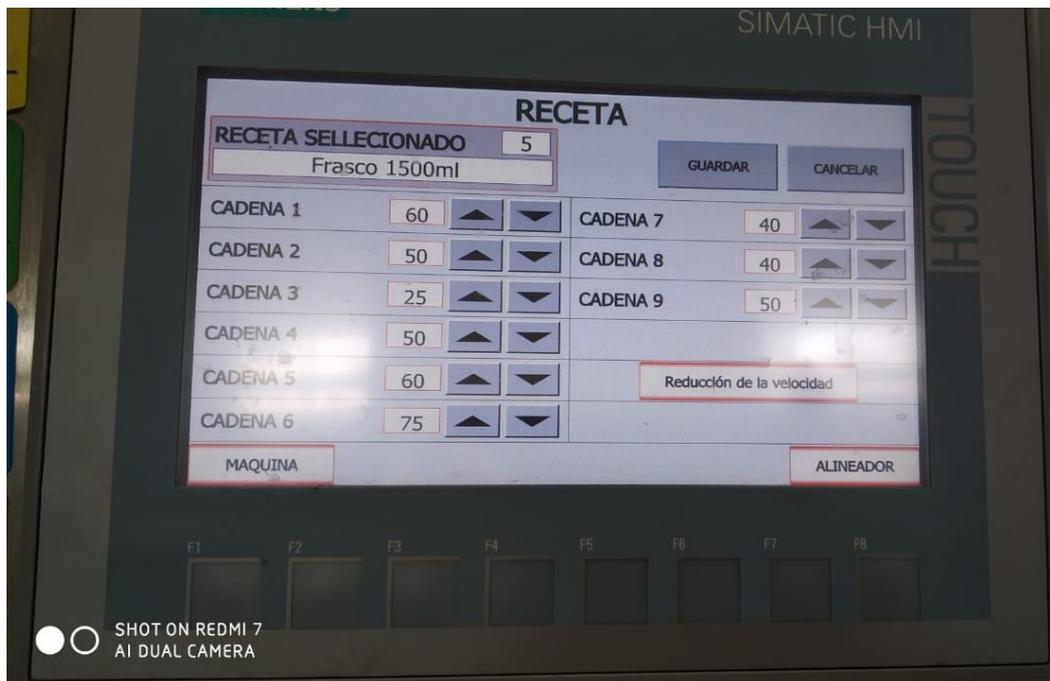


Figura 5.57 Velocidad de las cadenas

Hay que tener en cuenta que la línea Mesal no posee un mantenimiento rutinario o programas, razón por la cual las maquinas poseen algunos desperfectos, como:

- Posicionador: falta de mantenimiento de los formatos de producción, poseen dobladuras lo que impide el correcto ingreso de las botellas al interior de la máquina.



Figura 5.58 Formatos Posicionador

- Triblock: la falta de mantenimiento de la bomba que alimenta a esta máquina no trabaja a su máxima capacidad lo que determina la velocidad de llenado de la máquina.



Figura 5.59 Motor Triblock

- Etiquetadora: el mantenimiento del tambor de etiquetado no es el correcto, razón por la cual el etiquetado no se realiza a una mayor velocidad.

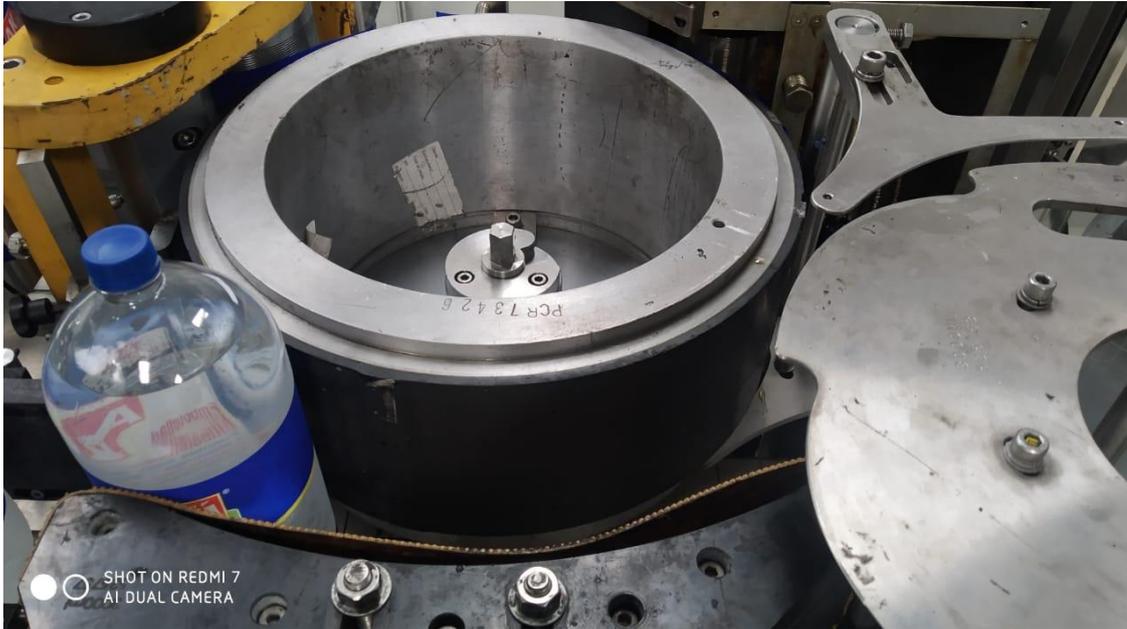


Figura 5.60 Tambor de Etiquetado

Para el análisis de esta propuesta de mejora se ha realizado el mantenimiento de los diferentes aspectos que determinan la velocidad de la línea Mesal, estas acciones fueron hechas en conjunto con el área de mantenimiento.

Una vez que estas acciones correctivas fueron realizadas en las diferentes máquinas de la línea Mesal, se puede llegar a determinar el aspecto más principal de esta mejora, la cual se basa en el aumento de la velocidad general de la línea Mesal a 95, al igual que se aumenta la velocidad de las bandas transportadoras.

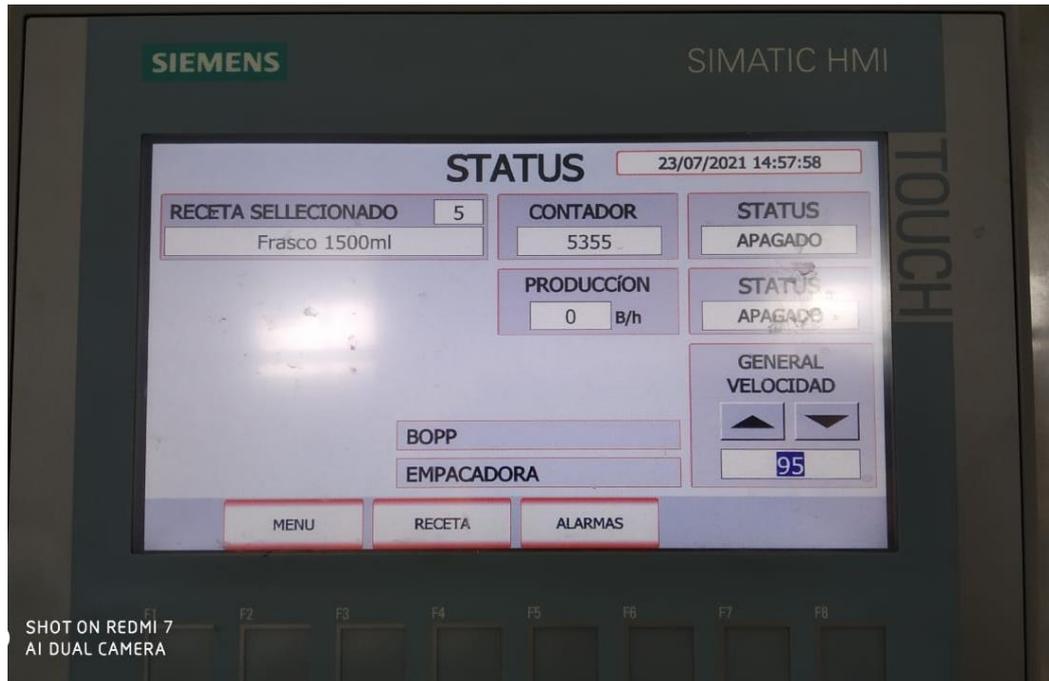


Figura 5.61 Velocidad de mejora propuesta.

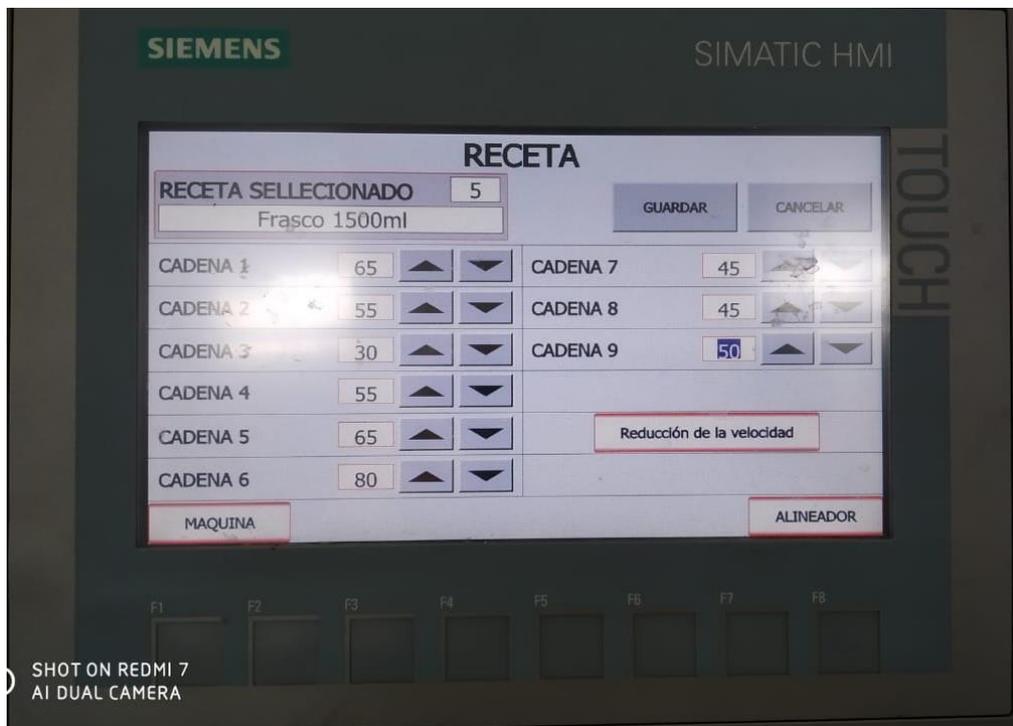


Figura 5.62 Velocidad de Cadenas Propuestas

Para la obtención de los resultados de la propuesta de mejora se realizará de igual manera el estudio de producción de 1000 unidades de 1500 ml de agua mineral.

5.10.2.2 Diagrama de procesos

| AGUA "SAN FELIPE" | | | | | | | ESTABLECIDO EN 1928 SAN FELIPE | | | |
|---|---------|---|---|---|-------------------|----------|-----------------------------------|--------------|---|--|
| DIAGRAMA DE PROCESOS | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: Línea Mesal ACTIVIDAD: Proceso de Producción FECHA: 2021-05-24 Operador: Operadores de la Línea Mesal Analista: Grupo de Trabajo | | | | | RESUMEN | | | | | |
| | | | | | Evento | Presente | Propuesto | Ahorros | | |
| Metodo Encierre en un círculo el metodo y tipos apropiados Presente Propuesto Tipo Trabajador Material Maquina | | | | | Operación | 8 | 8 | | | |
| | | | | | Transporte | 3 | 3 | | | |
| Comentarios: | | | | | Retrasos | - | - | | | |
| | | | | | Inspeccion | 3 | 3 | | | |
| | | | | | Almacenamiento | - | - | | | |
| | | | | | Opera. E Inspecc. | - | - | | | |
| | | | | | Tiempo (min) | 17,27 | 11,15 | | | |
| | | | | | Distancia (m) | 32 | 32 | | | |
| Descripción de los eventos | Símbolo | | | | | | Distancia (m) | Tiempo (min) | Observaciones | |
| | ● | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | | | | |
| Ingreso de botellas al sistema del posicionador | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,55 | | |
| La botella ingresa al posicionador | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,55 | | |
| Transporte de las botellas del Posicionador a la Triblock | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | 12 | 2,25 | | |
| Rinseado de las botellas | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,1 | Visualizar la presión del rinseado | |
| Llenado de las botellas | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,15 | Visualizar el llenado óptimo del llenado | |
| Sellado de las botellas | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,1 | | |
| Inspección de la presión, volumen y sellado de las botellas | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 1,55 | (3,3 a 3,9 psi), (1500 - 1510 ml), (10 - 20 Torque) | |
| Transporte de botellas de la triblock hacia la etiquetadora | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | 10 | 1,5 | | |
| Etiquetado de las botellas | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,15 | | |
| Verificación del etiquetado de la botella | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 1,45 | | |
| Transporte de la botella hacia la empaquetadora | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | 10 | 2,25 | | |
| Empaquetado de las botellas | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 1,2 | | |
| Verificación del empaquetado de las botellas | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 1,5 | | |
| Palletización de los paquetes de 6 unidades (1000 u) | ○ | → | ⬇ | □ | ▽ | ⊗ | - | 0,1 | | |
| TOTAL | | | | | | | 32 | 11,15 | | |

Figura 5.63 Diagrama de procesos de la Propuesta de Mejora

Tabla 5.40 Resumen de actividades de la propuesta de mejora

| Resumen | | | | |
|------------------|---|-----------------|---------------------|----------------------|
| Actividad | Símbolo | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
| Operación |  | 8 | 2,9 | - |
| Transporte |  | 3 | 3,75 | 32 |
| Demora |  | - | - | - |
| Inspección |  | 3 | 4,5 | - |
| Almacenamiento |  | - | - | - |
| Combinada |  | - | - | - |
| Total | | 14 | 11,15 | 32 |

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{7,4 \text{ min}}{11,15 \text{ min}} * 100 = 66,36\%$$

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{3,75 \text{ min}}{11,15 \text{ min}} * 100 = 33,63\%$$

Dentro del tiempo total de producción de 1000 unidades de agua con gas de 1500 ml existe un 66,36% de tiempo productivo, estos son los que agregan valor al producto final como las operaciones, inspecciones y combinaciones entre ambas; adicional a esto existe un 33.63% de tiempos improductivos, estos son los que no agregan valor al producto final estos son transporte, demoras y almacenamiento.

5.10.2.1 Toma de tiempos

Tabla 5.41 Registro de tiempos de la propuesta de mejora

| ACTIVIDAD | TOMA DE TIEMPOS | | | | | | | | | |
|---|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
| Ingreso de botellas al sistema del posicionador | 0:00:34 | 0:00:34 | 0:00:35 | 0:00:28 | 0:00:27 | 0:00:38 | 0:00:36 | 0:00:35 | 0:00:29 | 0:00:43 |
| La botella ingresa al posionador | 0:00:33 | 0:00:40 | 0:00:29 | 0:00:45 | 0:00:33 | 0:00:36 | 0:00:37 | 0:00:34 | 0:00:33 | 0:00:41 |
| Transporte de las botellas del Posicionador a la Triblock | 0:02:15 | 0:02:18 | 0:02:20 | 0:02:16 | 0:02:13 | 0:02:21 | 0:02:14 | 0:02:15 | 0:02:15 | 0:02:18 |
| Rinseado de las botellas | 0:00:05 | 0:00:06 | 0:00:05 | 0:00:06 | 0:00:05 | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:06 |
| Lenado de las botellas | 0:00:09 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:10 | 0:00:09 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:09 |
| Sellado de las botellas | 0:00:07 | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 |
| Inspección de la presión, volumen y sellado de las botellas | 0:01:32 | 0:01:29 | 0:01:38 | 0:01:29 | 0:01:25 | 0:01:36 | 0:01:49 | 0:01:27 | 0:01:38 | 0:01:39 |
| Transporte de botellas de la triblock hacia la etiquetadora | 0:01:30 | 0:01:40 | 0:01:28 | 0:01:36 | 0:01:35 | 0:01:42 | 0:01:35 | 0:01:36 | 0:01:42 | 0:01:33 |
| Etiquetado de las botellas | 0:00:09 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:10 | 0:00:09 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:09 |
| Verificacion del etiquetado de la botella | 0:01:28 | 0:01:27 | 0:01:42 | 0:01:44 | 0:01:37 | 0:01:36 | 0:01:28 | 0:01:45 | 0:01:36 | 0:01:25 |
| Transporte de la botella hacia la empaquetadora | 0:02:13 | 0:02:15 | 0:02:18 | 0:02:21 | 0:02:17 | 0:02:08 | 0:02:13 | 0:02:15 | 0:02:18 | 0:02:15 |
| Empaquetado de las botellas | 0:01:12 | 0:01:16 | 0:01:18 | 0:01:29 | 0:01:28 | 0:01:10 | 0:01:15 | 0:01:12 | 0:01:18 | 0:01:20 |
| Verificacion del empaquetado de las botellas | 0:01:35 | 0:01:28 | 0:01:37 | 0:01:35 | 0:01:32 | 0:01:28 | 0:01:26 | 0:01:28 | 0:01:36 | 0:01:37 |
| Palletizacion de los paquetes de 6 unidades (1000 u) | 0:00:08 | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 |
| Total | 0:13:30 | 0:13:39 | 0:14:00 | 0:14:19 | 0:13:40 | 0:13:51 | 0:13:48 | 0:13:40 | 0:14:04 | 0:14:05 |

5.10.2.2 Tiempo Promedio

El tiempo promedio por actividad se realiza en base a la cantidad de muestras que están dentro de la tolerancia ya determinadas anteriormente en la Tabla 5.7.16.

Tabla 5.42 Tiempo Promedio

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | TP |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Formato Hora | 0:13:30 | 0:13:39 | 0:14:00 | 0:14:19 | 0:13:40 | 0:13:51 | 0:13:48 | 0:13:40 | 0:14:04 | 0:14:05 | 0:13:52 |
| Formato Numero | 13,50 | 13,65 | 14,00 | 14,31 | 13,66 | 13,85 | 13,80 | 13,66 | 14,06 | 14,06 | 13,86 |

Mediante el análisis se determina los promedios de las actividades en base a la Tabla 5.7.17, de las cuales se obtiene como resultado un tiempo promedio Estacional de 13 minutos con 52 segundos.

5.10.2.3 Desviación estándar

En la producción del agua mineral de 1500 ml se ha tomado el registro de 10 tomas de tiempo, el cálculo de estos tiempos se lo realiza en las Tablas N° 5.7.18, de las cuales se obtiene un formato hora (hh:mm:ss) un tiempo promedio de 13 minutos con 52 segundos.

Tabla 5.43 Desviación Estándar

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | TP | DS |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Formato Hora | 0:13:30 | 0:13:39 | 0:14:00 | 0:14:19 | 0:13:40 | 0:13:51 | 0:13:48 | 0:13:40 | 0:14:04 | 0:14:05 | 0:13:52 | 0:00:12 |
| Formato Numero | 13,50 | 13,65 | 14,00 | 14,31 | 13,66 | 13,85 | 13,80 | 13,66 | 14,06 | 14,06 | 13,86 | 0,25 |

La desviación estándar obtenida será la tolerancia \pm en relación al tiempo promedio, de las cuales se obtiene un tiempo máximo de 14 minutos con 04 segundos y un Tiempo mínimo de 13 minutos con 40 segundos, el cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$T_{max} = (TP + Desv.)$$

$$T_{min} = (TP - Desv.)$$

$$T_{max} = (13,86 + 0,25) = 14,11$$

$$T_{min} = (13,86 - 0,25) = 13,61$$

$$T_{max} = 00: 14: 04$$

$$T_{min} = 00: 13: 40$$

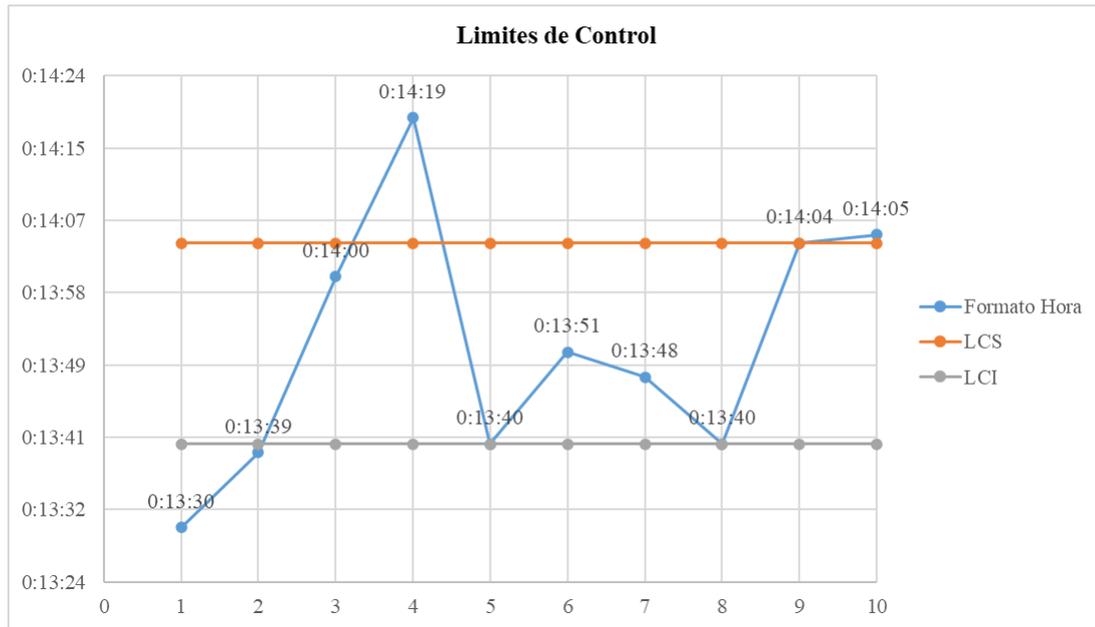


Figura 5.64 Límites de Control

Al analizar el gráfico de los límites de control se puede visualizar que dentro de la tolerancia T_{max} y T_{min} se encuentran varias tomas de tiempo que están fuera de este rango, que son T1, T2, T4 y T10, por lo que estos quedan excluidos del estudio de tiempos.

5.10.2.4 Método de valoración del ritmo de Trabajo

Para poder expresar el desenvolvimiento del operador dentro de su estación de trabajo se basa en los factores del ritmo de trabajo, para lo cual se debe tener en cuenta la capacidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de trabajo. Para lo cual se ha determinado una valoración para cada uno de los factores antes mencionados de 0,00 (D – Promedio) puesto que la línea Mesal es un proceso nivelado, dentro de esta línea la valoración que se aplicó da como resultado un ritmo de trabajo del 100%.

5.10.2.5 Tiempo normal

En la línea Mesal dentro de todos sus procesos para el envase del agua mineral de 1500 ml (posicionador + Triblock-mixer + etiquetadora + empaquetadora) se han registrado seis tiempos que han sido cronometrados de cada una de las actividades, en donde se logra obtener un tiempo normal por cada actividad y el tiempo normal por línea de producción el cual dio como resultado 13 minutos con 50 segundos.

Para la determinación de los tiempos estándar se relacionara el tiempo normal de la actividad el cual es multiplicado por uno, adicional el suplemento teniendo en cuenta la necesidad de implementar uno de estos suplementos dependiendo de la actividad, en la línea Mesal se consideran suplementos más adecuados que se encuentran en la Tabla N° 5.7.20, en donde se han determinado que los suplementos constantes se basan en las de necesidades personales y por fatiga del operador, adicionalmente a esto se analizan los suplementos por trabajo de pie, uso de la fuerza, tensión visual, ruido, tensión mental, monotonía mental y monotonía física.

Tabla 5.44 Consideración de suplementos

| Suplementos Fijos | | |
|------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Suplementos | Valoración | Actividades relacionadas |
| Necesidades personales | 5 | Todas las Actividades |
| Básico por fatiga | 4 | |
| Trabajo de pie | 2 | |
| Ruido | 5 | |
| Tensión metal | 1 | |
| Monotonía mental | 1 | |
| Monotonía física | 2 | |
| Total | 20 | |
| Suplementos Variables | | |
| Uso de la fuerza 2,5 kg | 0 | Colocación de Botellas |
| Tensión visual | 2 | Llenado de botellas |
| Tensión Visual | 2 | Etiquetado de botellas |

Tabla 5.45 Tiempos Estandarizados de la propuesta de Mejora

| ACTIVIDAD | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | Prom. | Ritmo | TN | Suple. | TS |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|--------|---------|
| Ingreso de botellas al sistema del | 0:00:35 | 0:00:27 | 0:00:38 | 0:00:36 | 0:00:35 | 0:00:29 | 0:00:33 | 100% | 0:00:33 | 0,2 | 0:00:40 |
| La botella ingresa al posionador | 0:00:29 | 0:00:33 | 0:00:36 | 0:00:37 | 0:00:34 | 0:00:33 | 0:00:34 | 100% | 0:00:34 | 0,2 | 0:00:40 |
| Transporte de las botellas del | 0:02:20 | 0:02:13 | 0:02:21 | 0:02:14 | 0:02:15 | 0:02:15 | 0:02:16 | 100% | 0:02:16 | 0,2 | 0:02:44 |
| Rinseado de las botellas | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:04 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:05 | 100% | 0:00:05 | 0,2 | 0:00:06 |
| Llenado de las botellas | 0:00:10 | 0:00:09 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:10 | 100% | 0:00:10 | 0,22 | 0:00:12 |
| Sellado de las botellas | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:06 | 100% | 0:00:06 | 0,2 | 0:00:07 |
| Inspección de la presión, volumen y | 0:01:38 | 0:01:25 | 0:01:36 | 0:01:49 | 0:01:27 | 0:01:38 | 0:01:35 | 100% | 0:01:35 | 0,2 | 0:01:55 |
| orte de botellas de la triblock hacia la etiqu | 0:01:28 | 0:01:35 | 0:01:42 | 0:01:35 | 0:01:36 | 0:01:42 | 0:01:36 | 100% | 0:01:36 | 0,2 | 0:01:56 |
| Etiquetado de las botellas | 0:00:10 | 0:00:09 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:09 | 0:00:10 | 0:00:10 | 100% | 0:00:10 | 0,22 | 0:00:12 |
| Verificacion del etiquetado de la botella | 0:01:42 | 0:01:37 | 0:01:36 | 0:01:28 | 0:01:45 | 0:01:36 | 0:01:37 | 100% | 0:01:37 | 0,2 | 0:01:57 |
| Transporte de la botella hacia la | 0:02:18 | 0:02:17 | 0:02:08 | 0:02:13 | 0:02:15 | 0:02:18 | 0:02:15 | 100% | 0:02:15 | 0,2 | 0:02:42 |
| Empaquetado de las botellas | 0:01:18 | 0:01:28 | 0:01:10 | 0:01:15 | 0:01:12 | 0:01:18 | 0:01:17 | 100% | 0:01:17 | 0,2 | 0:01:32 |
| Verificacion del empaquetado de las | 0:01:37 | 0:01:32 | 0:01:28 | 0:01:26 | 0:01:28 | 0:01:36 | 0:01:31 | 100% | 0:01:31 | 0,2 | 0:01:49 |
| Palletizacion de los paquetes de 6 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:05 | 0:00:05 | 0:00:07 | 0:00:06 | 100% | 0:00:06 | 0,2 | 0:00:07 |
| Total | | | | | | | 0:13:50 | | 0:13:50 | | 0:16:37 |

5.10.2.6 Productividad

Dentro de este estudio de mejora de procesos se tiene como dato el tiempo estándar de elaboración de 1000 unidades de agua con gas de 1500ml. En la tabla N° 5.7.20 se puede observar que el tiempo estándar de producción es de 13,83 minutos por cada 1000 unidades dentro de la propuesta de mejora.

Por lo cual al realizar el cálculo de la productividad por hora se tienen que:

$$Produccion = \frac{60 \text{ min}}{13,83 \frac{\text{min}}{1000 \text{ uni}}}$$

$$Produccion = 4.33 * 1000 \frac{\text{uni}}{\text{hora}} \approx 4330 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

5.10.2.7 Capacidad de producción

A continuación, se realiza el cálculo de la capacidad de producción disponible de la propuesta de mejora, para lo cual se debe tener como base la producción que produce la línea Mesal dentro del tiempo de una hora de producción.

Tabla 5.46 Capacidad de producción De la Mejora

| Línea Mesal | T. estándar (min) | Producción (uni/hora) | Jornada Laboral | Capacidad disponible |
|-------------|-------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| 1500 ml | 13,83 | 4330 | 8 horas | 34640 |

La línea Mesal para la presentación de 1500 ml de agua con gas posee una capacidad de producción mejorada de 34640 unidades por día.

$$Capacidad \text{ efectiva o real} = 34640 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}$$

La línea Mesal tiene un formato de producción ya establecido dentro de su programación para la presentación de 1500 ml y en donde indica que la línea Mesal puede producir dentro de una jornada laboral de 7 horas, la cantidad de 37375 unidades.

$$\text{Capacidad de diseño} = 37375 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}$$

La capacidad ociosa se lo calcula al restar la capacidad diseñada de la capacidad real.

$$\text{Capacidad ociosa} = 37375 \frac{\text{uni}}{\text{dia}} - 34640 \frac{\text{uni}}{\text{dia}} = 2735 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}$$

Por último, se de realizar el cálculo de la utilización de la propuesta de mejora de la línea Mesal, la cual se calcula por medio de la relación de la capacidad real con la capacidad diseñada.

$$\text{Utilizacion} = \frac{34640 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}}{37375 \frac{\text{uni}}{\text{dia}}} = 92,68 \%$$

La capacidad utilizada de la propuesta de mejora es igual a 92,68%, la cual es una utilización muy optima de la línea Mesal.

5.10.2.8 Eficiencia

Dentro del estudio de tiempos se encuentra que el proceso de producción posee 14 actividades, de los cuales algunos no agregan valor al producto final, por consiguiente, estas actividades generan un tiempo no productivo.

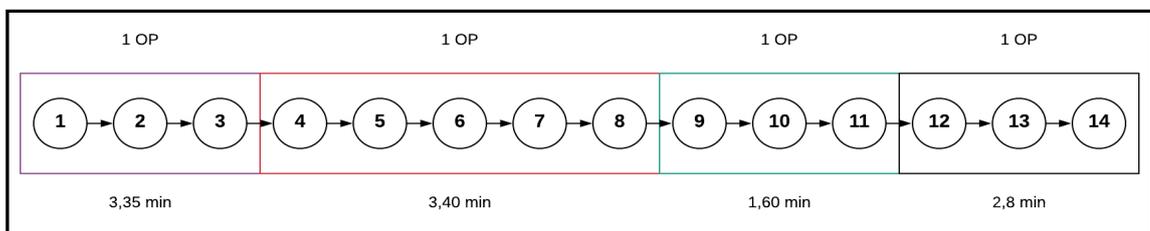


Figura 5.65 Diagrama de Precedencia de la propuesta

La línea Mesal cuenta con 4 puestos de trabajo cada uno de ellos con un operario y en donde le tiempo de ciclo de trabajo es de 13,83 min por 1000 unidades de producción.

- Cálculo de eficiencia de la línea

$$= \frac{100 * ((4 * 13,83) - (3,35 + 3,40 + 1,60 + 2,80))}{4 * 13,83}$$

$$\text{Eficiencia de la Linea} = 79,84\%$$

- Cálculo de coeficiente de desequilibrio

$$= \frac{100 * (3,35 + 3,40 + 1,60 + 2,80)}{4 * 13,83}$$

$$\text{Coeficiente de desequilibrio} = 20,15\%$$

De acuerdo a estos parámetros se analiza que la propuesta de mejora para la línea Mesal cuenta con un 79,84% de aprovechamiento, y complementariamente el tiempo de inactividad es de 20,15%.

5.10.2.9 Análisis de la propuesta de mejora

- Productividad

| | TN | Productividad | Optimización |
|----------------|-----------|---------------|--------------|
| Línea Normal | 17,75 min | 3380 uni/hora | + 28,65% |
| Línea mejorada | 13,83 min | 4330 uni/hora | |

- Capacidad de producción

| | TN | Capacidad | Optimización |
|----------------|-----------|---------------|--------------|
| Línea Normal | 17,75 min | 27040 uni/mes | + 28,10% |
| Línea mejorada | 13,83 min | 34640 uni/mes | |

- Utilización

| | TN | Utilización | Optimización |
|----------------|-----------|-------------|--------------|
| Línea Normal | 17,75 min | 72,34 % | + 20,34 |
| Línea mejorada | 13,83 min | 92,68 % | |

- Eficiencia

| | TN | Eficiencia | Optimización |
|----------------|-----------|------------|--------------|
| Línea Normal | 17,75 min | 75,66 % | + 4,18 |
| Línea mejorada | 13,83 min | 79,84 % | |

Análisis: al revisar los diferentes indicadores que se estudiaron dentro de este proyecto de investigación se puede visualizar que la propuesta de mejora es óptima dentro de la línea Mesal,

ya que en cada indicador llega a tener un aumento, es decir la productividad se elevó en un 28,65%, la capacidad de producción se elevó un 28,10%, la utilización de la línea subió 20,34 puntos más al igual que la eficiencia de la línea subió 4,18 puntos; dando a entender que la optimización de la línea Mesal es posible.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Mediante el estudio de tiempos se consiguió estandarizar las dos actividades presentes dentro de la línea Mesal, a través de la documentación de procesos se visualizó las actividades que intervienen dentro del proceso productivo, y de la cual se logró determinar un tiempo estándar de 17 minutos con 75 segundos.
- Con la elaboración de los instructivos de trabajo por cada estación se ha estructurado y unificado la secuencia de las operaciones, como además la especificación de los parámetros como los pasos principales seguido del ¿Cómo?, el ¿Por qué? y la descripción de los equipos, herramientas o materiales auxiliares necesarios, no obstante, el documento de trabajo detalla además los factores internos necesarios como los equipos de protección personal y factor generado como los residuos o desechos producidos por operación.
- Mediante un estudio de ingeniería de métodos, se pudo llegar a la conclusión que la línea Mesal puede llegar a mejorarse sin una intervención de capital o adhesión de otra maquinaria, en donde el estudio de productividad basándose en el aumento de la velocidad de producción ha llegado a mejorarse desde su productividad que tuvo un aumento del 28,65%, la capacidad de producción tuvo un aumento del 28,10%.

Recomendaciones

- El presente estudio de investigación es el primero que se aplica dentro de la empresa, se recomienda realizar estudio de manera similar para la elaboración de otras presentaciones de bebidas o cuando se implemente un nuevo producto.

- Se recomienda realizar un plan de mantenimiento productivo total, en el cual se realicen acciones preventivas y predictivas de mantenimiento asegurando que el flujo de mejora de la línea Mesal sea óptimo.
- Se recomienda a todo el equipo de trabajo, mantener los procedimientos establecidos, y plantear mejoras a nivel del proceso para seguir incrementando su nivel de competitividad en el mercado.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Carrera Universitaria, “Ingeniería de producción: Qué es, ramas, historia y más,” 2018. <https://micarrerauniversitaria.com/c-ingenieria/ingenieria-de-produccion/> (accessed Jun. 15, 2021).
- [2] A. Jussely Chang Torres, “PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACION DE SANDALIAS DE BAÑO,” Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016. Accessed: Jun. 19, 2021. [Online]. Available: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/707>.
- [3] C. B. Peretto, “EVALUACIÓN DE EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA BANCARIO. El caso de las Entidades bancarias de la República Argentina en la,” 2015.
- [4] F. G. Robaina, “Indicadores de productividad del agua por cultivos y técnicas de riego en Cuba,” 2015. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000400010 (accessed Jun. 19, 2021).
- [5] J. Lima, “INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MOTOTAXIS APLICANDO METODOLOGÍAS DE LAS 5S’s E INGENIERÍA DE MÉTODOS,” Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.
- [6] B. Niebel, *Ingeniería industrial: metodos, estandares y diseño del trabajo*. Alfaomega, 2001.
- [7] V. Gálvez, “Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos,” Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017.
- [8] V. Quintero Echeverry, “ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA LA

- ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE DIAGRAMAS DE PROCESOS AJUSTADOS EFECTIVAMENTE A LA PRODUCTIVIDAD Y A LOS ESTÁNDARES EXIGIDOS PARA LA EMPRESA MANUFACTURERA DE REFRIGERADORES FRIDVAL LTDA VANESSA QUINTERO ECHEVERRY UNIVE,” Universidad Autónoma de Occidente, 2013.
- [9] G. Baca and Margarita, *Introducción a la Ingeniería Industrial*. 2014.
- [10] J. Pineda, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISO DE GRANITO EN LA FÁBRICA CASA BLANCA S.A.,” UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2015.
- [11] J. D. Sanz, “PROYECTO PROPUESTA DE MEJORA DE MÉTODOS Y DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA G&L INGENIEROS LTDA.,” UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, 2017.
- [12] F. A. Cervantes, *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología Handbook T-VI*. 2015.
- [13] J. Bautista, “Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la Empresa Calzado Gabriel,” Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, 2013.
- [14] E. Castaño, “ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CALZADO TIPO ‘CLÁSICO DE DAMA’ EN LA EMPRESA DE CALZADO CAPRICHOSA PARA DEFINIR UN NUEVO MÉTODO DE PRODUCCIÓN Y DETERMINAR EL TIEMPO ESTÁNDAR DE FABRICACIÓN,” Pereira, 2013.
- [15] H. F. Fierro Rivera, “Diseño del plan de mejoramiento en el proceso de recepción de mercancía y despachos nacionales aplicando la técnica de estudio de trabajo en la empresa Motores Japoneses S.A.,” Universidad Autónoma de Occidente, 2013.
- [16] P. A. Luis Carlos, *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos*. Google Books, 2014.
- [17] FuentesSanFelipe, “Agua San Felipe,” *Historia*, 2020. <http://fuentesanfelipe.com/historia/> (accessed Jun. 13, 2021).
- [18] MESAL, “Mesal Máquinas,” *Maquinas*, 2015. <https://www.mesal.com.br/pt> (accessed Jun. 13, 2021).

8. ANEXOS

Anexo A.- Encuesta Dirigida Al Personal Que Labora En El Área De La Línea Mesal De Fuentes San Felipe

INGENIERÍA INDUSTRIAL

La presente encuesta tiene como finalidad conseguir información relacionada con la producción en la línea MESAL.

Objetivo: Conocer el nivel de conocimientos que poseen los operarios y jefe de área en cuestión a los métodos de trabajo empleados en la empresa.

Instrucciones: Lea detenidamente las siguientes preguntas antes de contestar y seleccione la alternativa que usted crea correcta.

1. ¿Realiza usted las actividades de trabajo mediante tareas documentadas?

SI NO

2. ¿Conoce usted el tiempo aproximado que se demora en realizar cada una de las actividades en su área de trabajo?

SI NO

3. ¿Cuál es su nivel de conocimiento acerca del funcionamiento y operación de la línea Mesal?

| | |
|-------|--------------------------|
| Bajo | <input type="checkbox"/> |
| Medio | <input type="checkbox"/> |
| Alto | <input type="checkbox"/> |

4. ¿La empresa proporciona la materia prima a tiempo para realizar el trabajo, sin ocasionar retrasos en la producción?

| | |
|---------------------|--------------------------|
| Siempre | <input type="checkbox"/> |
| Con frecuencia | <input type="checkbox"/> |
| Con poca frecuencia | <input type="checkbox"/> |
| Nunca | <input type="checkbox"/> |

5. ¿La falta de insumos a tiempo le han provocado demoras en el proceso de producción?

SI NO

6. ¿Se ha producido cortes de servicios básicos, que afecten a sus labores diarias?

SI NO

7. ¿La ubicación de las máquinas y herramientas han provocado demoras en el proceso de producción?
 SI NO
8. ¿Cree usted que el desperdicio generado en el proceso de producción puede ser disminuido?
 SI NO
9. ¿El diseño de su puesto de trabajo es adecuado para ejercer sus actividades sin que se produzca demoras para el proceso de producción?
 SI NO
10. ¿Considera usted que su área de trabajo está bien distribuida, y que no le quita tiempo por trasladarse de un lugar a otro?
 SI NO
11. ¿Se ha elaborado un manual de procedimientos que incluya información adecuada para guiar sus labores diarias?
 SI NO
12. ¿Considera usted que su rendimiento laboral pasada la jornada de 8 horas de trabajo va decreciendo?
 SI NO
13. ¿Considera usted que el proceso de producción que realiza, se repite de la misma manera todos los días?
 SI NO
14. ¿Ha recibido indicaciones o capacitaciones de manera frecuente, acerca de, como usted debe ejercer el proceso de producción en su área de trabajo?
 SI NO
15. ¿Recibe usted capacitaciones que le permitan aumentar la eficiencia en su trabajo?

| | |
|---------|--------------------------|
| Siempre | <input type="checkbox"/> |
| A Veces | <input type="checkbox"/> |
| Nunca | <input type="checkbox"/> |

Anexo B.- Entrevista Dirigida Al jefe De Producción De Fuentes San Felipe

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Objetivo: Conocer la factibilidad de un estudio de procesos para la optimización de recursos en la línea de producción de botellas tipo PET (Línea Mesal)

ENTREVISTA

1. ¿Conoce usted el tiempo normal en realizar el proceso de embotellamiento de envases de la línea Mesal?

2. ¿Están documentados los procesos en la Línea Mesal?

3. ¿La Empresa ha puesto en marcha técnicas para la estandarización de los procesos productivos?

4. ¿Considera que los recursos disponibles para la producción son bien utilizados por los operarios de las maquinas?

5. ¿Considera usted que la distribución la línea Mesal es la adecuada para satisfacer las necesidades de los procesos de producción, sin ocasionar demoras innecesarias?

6. ¿Considera usted que las órdenes de producción que se programan son realizadas en el tiempo que se establece?

7. ¿Conoce usted la capacidad de producción de la línea Mesal?

8. ¿Considera usted que la planificación de la producción es adecuada?

9. Según su criterio ¿Cuál es la actividad crítica de la línea Mesal?

10. ¿Cuáles son los aspectos por los cuales se generan más desperdicios dentro de la línea Mesal?

Ing. Nelson Salguero
Jefe de Producción Fuentes San Felipe

Anexo C.- Tabla de suplementos OIT

| SUPLEMENTOS CONSTANTES | | HOMBRE | MUJER | SUPLEMENTOS VARIABLES | | HOMBRE | MUJER |
|---|--|--------|----------|---|--|--------|-------|
| Necesidades personales | | 5 | 7 | e) Condiciones atmosféricas | | | |
| Básico por fatiga | | 4 | 4 | Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo) | | | |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | | HOMBRE | MUJER | 16 | | 0 | |
| a) Trabajo de pie | | | | 14 | | 0 | |
| Trabajo se realiza sentado(a) | | 0 | 0 | 12 | | 0 | |
| Trabajo se realiza de pie | | 2 | 4 | 10 | | 3 | |
| b) Postura normal | | | | 8 | | 10 | |
| Ligeramente incómoda | | 0 | 1 | 6 | | 21 | |
| Incómoda (inclinación del cuerpo) | | 2 | 3 | 5 | | 31 | |
| Muy incómoda (Cuerpo estirado) | | 7 | 7 | 4 | | 45 | |
| | | | | 3 | | 64 | |
| | | | | 2 | | 100 | |
| c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar) | | | | f) Tensión visual | | | |
| Peso levantado por kilogramo | | | | Trabajos de cierta precisión | | | |
| 2,5 | | 0 | 1 | Trabajos de precisión o fatigosos | | | |
| 5 | | 1 | 2 | Trabajos de gran precisión | | | |
| 7,5 | | 2 | 3 | | | | |
| 10 | | 3 | 4 | g) Ruido | | | |
| 12,5 | | 4 | 6 | Sonido continuo | | | |
| 15 | | 5 | 8 | Sonidos intermitentes y fuertes | | | |
| 17,5 | | 7 | 10 | Sonidos intermitentes y muy fuertes | | | |
| 20 | | 9 | 13 | Sonidos estridentes | | | |
| 22,5 | | 11 | 16 | h) Tensión mental | | | |
| 25 | | 13 | 20 (máx) | Proceso algo complejo | | | |
| 30 | | 17 | | Proceso complejo o de atención dividida | | | |
| 33,5 | | 22 | | Proceso muy complejo | | | |
| d) Iluminación | | | | i) Monotonía mental | | | |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | | 0 | 0 | Trabajo monótono | | | |
| Bastante por debajo | | 2 | 2 | Trabajo bastante monótono | | | |
| Absolutamente insuficiente | | 5 | 5 | Trabajo muy monótono | | | |
| | | | | j) Monotonía física | | | |
| | | | | Trabajo algo aburrido | | | |
| | | | | Trabajo aburrido | | | |
| | | | | Trabajo muy aburrido | | | |