

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
CON MENCIÓN EN PLANEAMIENTO Y GESTIÓN
EMPRESARIAL



Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Industrial con mención en Planeamiento y Gestión Empresarial

Aplicación de la Ingeniería de Métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un laboratorio cosmético

Autor: Bach. Vela Garcia, Friggens

Asesor: Mg. Saito Silva, Carlos Agustín

LIMA - PERÚ
2019

Miembros del Jurado Examinador para la evaluación de la sustentación de la tesis, que estará integrado por:

1. Presidente: Dr. Alfonso Ramón Chung Pinzas
2. Miembro: Mg. Anwar Julio Yarín Achachagua
3. Miembro: Mg. Miguel Rodríguez Vásquez
4. Asesor: Mg. Carlos Agustín Saíto Silva
5. Representante de la EPG: Mg. Max Agüero Fernández

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a mi hijo Marcelo Friggens Vela para enseñarle que todo esfuerzo siempre tiene su recompensa.

Agradecimientos

A la Universidad Ricardo Palma y a todos aquellos que han contribuido a la realización de este trabajo de investigación en especial al ingeniero Carlos Saito por su orientación acertada y al Ing. Augusto Benavides Gerente General por todo el apoyo brindado.

ÍNDICE

RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Formulación del problema	8
1.2.1 Problema General.....	8
1.2.2 Problemas Específicos	8
1.3. Importancia y Justificación del Estudio	9
1.4. Delimitación del estudio.....	19
1.5. Objetivos generales y específicos	20
1.5.1 Objetivo general.....	20
1.5.2 Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1. Marco Histórico.....	21
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema.....	31
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio.....	40
2.4. Definición de términos básicos	64
2.5. Fundamentos teóricos y/o mapa conceptual.....	66
2.6. Hipótesis	68
2.6.1 Hipótesis general.....	68
2.6.1 Hipótesis específicas	68
2.7. Variables.....	69
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	71
3.1. Tipo, método y diseño de la investigación	71
3.2. Población y muestra	78
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	85
3.4. Descripción de procedimientos de análisis	88
Capítulo IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	89
4.1. Resultados	89
4.2. Análisis de resultados	133
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	152
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	157
ANEXOS	161
Anexo 1: Declaración de Autenticidad.....	161
Anexo 2: Autorización de consentimiento para realizar la investigación	162
Anexo 3: Matriz de consistencia.....	163
Anexo 4: Protocolos o Instrumentos utilizados	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Tiempos de ciclo promedio del proceso de fabricación de shampoo	4
Tabla 02: Tiempos de ciclo promedio del proceso de envasado de shampoo	4
Tabla 03: Impacto Económico generado por los desperdicios	16
Tabla 04: Matriz de Operacionalización.....	70
Tabla 05: Técnicas e instrumentos.....	87
Tabla 06: Matriz de Análisis de datos	88
Tabla 08: Tiempos de ciclo registrados de 48 lotes de fabricación de shampoo entre enero-diciembre 2017	91
Tabla 09: Resultados de Tiempos de ciclo de fabricación post-test (Variable 1).....	114
Tabla 10: Variable dependiente 2/Objetivo 2/ Hipótesis 2.....	115
Tabla 11: Resultados de Tiempos de ciclo de envasado pre-test (Variable 2)	116
Tabla 12: Ponderación de las causas de la variable dependiente 2.....	117
Tabla 13: Diagrama de actividades del proceso de envasado Pre-test	120
Tabla 14: Resultados DAP Envasado pre-test	121
Tabla 15: Diagrama de actividades del proceso de envasado post-test	123
Tabla 16: Resultados DAP del proceso de envasado Post- Test.....	124
Tabla 17: Implementación de Recursos para la estación de envasado post-test.....	125
Tabla 18: Registro de tiempo de ciclo de envasado registrado post-test.....	125
Tabla 20: Estudio de tiempo pro cronometro envasado de shampoo Ammens x 112 mL post-test.....	129
Tabla 21: Resultados del estudio de tiempos para obtener el UPH post-test	130
Tabla 22: Registro de Horas Extras pre-test/post-test lot-file muestreados.....	132
Tabla 23: Registros pre-test de los tiempos de fabricación enero-diciembre 2017	133
Tabla 24: Registros post-test de los tiempos de fabricación enero-junio 2018	135
Tabla 25: Registros pre-test de los tiempos de envasado enero-diciembre 2017	139
Tabla 26: Registros post-test de los tiempos de envasado enero-junio 2018	141
Tabla 27: Registro de Horas Extras no planificadas registradas lot-file octubre 2017 (pre-test).....	144
Tabla 28: Registros post-test del % de Horas Extras muestreados enero-Junio 2018..	147
Tabla 29: Resumen de resultados	151

Tabla 3.01: Matriz de Consistencia	163
Tabla 4.01: Informe del OYM del estudio de tiempos para cálculo del tiempo de ciclo de fabricación.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Registro de hora extras promedio mensual no planificadas	3
Figura 02: Representación gráfica de los transportes en área de producción	5
Figura 03: Registro de merma de granel de las órdenes de producción de shampoo	6
Figura 04: Crecimiento del Sector Cosmético en los últimos 17 años	9
Figura 05: %de merma promedio mensual registrados en las órdenes de producción ...	10
Figura 06: Cadena de Valor del laboratorio Cosmético	11
Figura 07: Organigrama del laboratorio Cosmético	12
Figura 08: Registro de horas extras no planificadas mes de octubre 2018.....	13
Figura 09: Tiempo total de operación.....	40
Figura 10: Niveles de innovación en los sistemas productivos, para lograr el objetivo de incrementar la rentabilidad económica y la seguridad a través del método de trabajo.	45
Figura 11: Simbología del diagrama de procesos	47
Figura 12: Simbología del diagrama de procesos analíticos.....	47
Figura 13: Diagrama de Spaguetti.	48
Figura 14: Variables que afectan rendimiento y resueltos con estudio de métodos	51
Figura 15: Sustento del factor de valoración	52
Figura 16: Ejemplo de sistema de suplementos por descanso	53
Figura 17: Etapas del estudio de métodos	54
Figura 18: Guía de implementación del estudio de métodos.....	55
Figura 19: Simplificación para análisis de un método de trabajo.....	55
Figura 20: Herramientas de diagnóstico y análisis para propuestas de solución.....	56
Figura 21: Herramientas de la ingeniería de métodos	63
Figura 22: Herramientas de la ingeniería de Tiempos	63
Figura 23: Fundamento Teórico y Mapa conceptual de la investigación	66
Figura 24: La Ingeniería de Métodos y sus ramas de acción en procesos de manufactura	67
Figura 25: Estructura de diseño de la investigación	75
Figura 26: Representación Gráfica sobre población- muestra.....	78

Figura 27: Representación Gráfica sobre del tiempo de ciclo 48 lotes muestreados pre-test.....	92
Figura 28: Diagrama de Ishikawa Variable Dependiente	93
Figura 29: Diagrama de Pareto	93
Figura 30: Diagrama de Flujo de la actividad de limpieza (Pre-test)	94
Figura 31: Diagrama de Actividades de limpieza de tanques y marmitas (Pre-test).....	95
Figura 32: Diagrama de recorrido de la actividad de limpieza de las marmitas y tanques de fabricación (Pre-test).....	96
Figura 33: Resultados del análisis DAP de las actividades de limpieza Pre-test. (Registros promedios).....	97
Figura 34: Diagrama del proceso de fabricación (Pre-test)	98
Figura 35: Sistema de trasvase en el Pre-test.....	99
Figura 36: Diagrama de Actividades del proceso de fabricación pre-test	99
Figura 37: Diagrama de recorrido de las actividades de fabricación (Pre-test).....	100
Figura 38: Resultados del análisis DAP de las actividades de fabricación. (Registros promedios)	101
Figura 39: Nuevo método de las actividades de limpieza de las marmitas y tanques de fabricación	102
Figura 40: Diagrama de Recorrido en la nueva área de lavado en el primer piso	103
Figura 41: Ampliación del Diagrama de Recorrido en la nueva área de lavado en el primer piso	104
Figura 42: Presentación de la nueva área de lavado en el primer piso (antes área de lavado de utensilios)	104
Figura 43: Diagrama de actividades de limpieza pos-test	105
Figura 44: Resultados del análisis DAP de las actividades de limpieza Post-test. (Registros promedios).....	106
Figura 45: Materiales y recursos utilizados para la implementación nuevo método de limpieza.....	107
Figura 46: Diagrama de flujo del proceso de fabricación post-test	108
Figura 47: Fabricación en una sola área en el post-test	109
Figura 48: Diagrama de recorrido del proceso de fabricación post-test.....	109
Figura 49: Diagrama de actividades de fabricación pos-test	110
Figura 50: Resultados DAP de las actividades de fabricación post-test.....	111

Figura 51: Implementación de recursos para el nuevo sistema de trasvase en fabricación (post-test)	112
Figura 52: Estudio de tiempo por cronometro del proceso de fabricación del producto Shampoo Natural Vainilla x 1 L post-test.....	113
Figura 53: Diagrama de Ishikawa Variable Dependiente	117
Figura 54: Diagrama de Pareto	118
Figura 55: Diagrama de flujo del proceso de envasado (pre-test)	119
Figura 56: Diagrama de flujo de proceso de envasado (post-test).....	122
Figura 57: Registros de horas Extras no Planificadas registrados en el me octubre del 2017(Pre-test).....	127
Figura 58: Estudio de tiempos por cronometro para validar los UPH.....	131
Figura 59: Datos estadísticos descriptivos.....	134
Figura 60: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Fabricación (Pre-test).....	134
Figura 61: Curva de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Fabricación (Pre-test).....	134
Figura 62: Datos estadísticos descriptivos.....	136
Figura 63: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Fabricación (Post-test).....	136
Figura 64: Curva de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Fabricación (Post-test).....	136
Figura 65: Resultados de la prueba T-student del programa de SPSS.....	138
Figura 66: Datos estadísticos descriptivos.....	139
Figura 67: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Envasado (Pre-test)	140
Figura 68: Curva de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Envasado (Pre-test)	140
Figura 69: Datos estadísticos descriptivos.....	142
Figura 70: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de envasado (Post-test)	142
Figura 71: Curva de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Envasado (Post-test)	143
Figura 72: Resultados de la prueba T-student del programa de SPSS.....	144
Figura 73: Datos estadísticos descriptivos.....	146

Figura 74: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo % de horas extras no planificadas (Pre-test)	146
Figura 75: Curva de Normalidad para el factor Tiempo % de horas extras no planificados (Pre-test)	146
Figura 76: Datos estadísticos descriptivos.....	148
Figura 77: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo % de horas extras registrado (Post-test)	148
Figura 78: Curva de Normalidad para el factor Tiempo % de horas extras registrado (Post-test)	149
Figura 79: Resultados de la prueba T-student del programa de SPSS.....	150
Figura 80: Hoja de cronometraje	165

RESUMEN

En el presente estudio se planteó como problema general: ¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos contribuye a disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un laboratorio cosmético? para lo cual se tuvo como objetivo general: Elaborar una propuesta de mejora utilizando herramientas de la ingeniería de métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo de un laboratorio cosmético.

La investigación se desarrolló con un diseño experimental, de tipo pre experimental de pre-test y post-test con un solo grupo, es una investigación aplicada, método hipotético deductivo, la muestra estuvo conformada por los documentos de las transacciones del área de producción durante los meses de enero-junio del 2018 y los lotes de producción que nos reportaron el uso de los recursos como horas hombre, horas extras, mermas de granel, uso de tiempos productivos entre otros. Para la recolección de datos se utilizó como técnica la observación y el análisis documental directo reportado por el área de contabilidad.

El uso de herramientas de la ingeniería de métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo del laboratorio cosmético tuvo resultados favorables obteniendo un porcentaje de mejora del 26.5% en el tiempo de ciclo de fabricación, 26.5 % en el porcentaje de mejora del tiempo de envasado y una reducción del 9.49% en el porcentaje de registros de horas extras no planificadas a 5.59 % de horas extras planificadas y finalmente se logró validar mediante el estudio de tiempo por cronómetro 72 productos de la línea de shampoo, evidenciando una disminución de los desperdicios, objetivo de esta tesis de investigación.

Palabras claves: Sistema de producción, laboratorio cosmético, herramientas de ingeniería de métodos, desperdicios.

ABSTRACT

In the present study, the general problem was raised: How does the application of method engineering contribute to reducing waste in the shampoo production line in a cosmetic laboratory? for which it had like general objective: To elaborate a proposal of improvement using tools of the engineering of methods to diminish the waste in the line of production of shampoo of a cosmetic laboratory.

The research was developed with an experimental design, pre-experimental type of pre-test and post-test with a single group, it is an applied research, deductive hypothetical method, the sample was formed by the documents of the production area transactions during the months of January-June 2018 and the production lots that reported the use of resources such as man hours, overtime, bulk wastage, use of productive time among others. For the collection of data, the observation and direct documentary analysis reported by the accounting area was used as a technique.

The use of tools for method engineering to reduce waste in the shampoo production line of the cosmetic laboratory had favorable results, obtaining an improvement percentage of 26.5% in the manufacturing cycle time, 26.5% in the improvement percentage of the time of packaging and a reduction of 9.49% in the percentage of unplanned overtime records to 5.59% of overtime planned and finally it was possible to validate 72 products of the shampoo line by means of the time study by chronometer, evidencing a decrease in the waste, objective of this research thesis.

Keywords: Production system, cosmetic laboratory, method engineering tools, waste.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se trata del estudio de la aplicación de la ingeniería de métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un laboratorio cosmético.

El sector de la industria cosmética es un sector que tiene mucha importancia dentro de la economía del país dado que aporta fuente de trabajo y dinamiza a los demás sectores de la economía, como la industria de los envases, la industria de las síntesis químicas y la petroquímica.

Este trabajo se realiza por que los desperdicios que existen en el laboratorio cosmético generan desviaciones que afectan los costos directo de producción, en este caso se ha atacado el tiempo de ciclo con desviaciones tanto en los procesos de fabricación como en los procesos de envasados y además la validación de las UPH (Unidades Por Hora) con lo cual se generaban horas extras no planificadas, dado que estos no se cumplían en la realidad.

El Trabajo estuvo pensado en aplicar la ingeniería de métodos utilizando las herramientas de análisis y diagnóstico para identificar los desperdicios y proponer alternativas de solución para disminuir los desperdicios del área de fabricación y de envasado y mejorar los métodos de limpieza, fabricación y envasado con la finalidad de disminuir los tiempos de ocios, tiempos muertos y tiempos que no generaban valor a los procesos mencionados.

El método que se empleó en el presente estudio es la investigación científica con enfoque cuantitativo, fue una investigación aplicada, con un diseño cuasi-experimental el cual se tomaron muestras del estudio pre-test (antes de la investigación) y post-test (después de la investigación) y ambos fueron confrontados aplicando en el post-test la ingeniería de método para la resolución de los problemas.

Este estudio de investigación estuvo limitado sólo en la línea de shampoo del laboratorio cosmético.

En el Capítulo I se hace el planteamiento del problema con lo cual se identifica, se describe y se plantea el problema general y los problemas específicas del estudio, concluyendo con la importancia y la justificación del por qué realizar el estudio.

En el Capítulo II se presenta el marco teórico, donde se expone la variable independiente con lo cual nos permitió resolver las problemáticas de las variables dependientes que fueron 3.

En Capítulo III se presentó el marco metodológico donde se expuso el tipo, método y diseño metodológico logrando presentar el diseño muestral y los procedimientos que se han seguido para la selección de la muestra definitiva tanto en el pre-test como en el post-test, presentado finalmente los diferentes instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos y su posterior análisis.

Finalmente se presentó los resultados en función a los tres objetivos de esta investigación llegando a realizar el análisis respectivo con el estadístico IBM SPSS V.25.0 concluyendo significativamente la hipótesis general que la aplicación de la ingeniería de método contribuyó a disminuir los desperdicios en la línea de shampoo de un laboratorio cosmético.

CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Descripción del Problema

El sector cosmético a nivel internacional es uno de los principales aportantes a la economía de los países por su alto uso de recursos en toda la cadena productiva, es así que EEUU, Corea y Japón son los principales países comercializadores de productos cosméticos, pero el uso de mano de obra y materias primas generan desperdicios que se vieron en la necesidad de utilizar herramientas de la ingeniería industrial para la solución de sus problemas.

Los desperdicios siempre afectan a la productividad, por tanto se generan costos ocultos que muchas veces no son diagnosticadas por los analistas disminuyendo la rentabilidad de la compañía. Mientras no se logren identificar con claridad los desperdicios, siempre será complicado poder solucionarlos.

El crecimiento económico Nacional que atraviesa el país, las exigencias fiscales, un mercado cada vez más competitivo y las demandas del consumidor de productos de mejor calidad y menores precios, son factores que obligan a las empresa en estudio a adoptar medidas para optimizar los procesos productivos con el propósito de lograr sus objetivos con la mayor eficiencia posible y, de esta forma, crecer dentro de su actividad económica en la elaboración de productos de tocador, cosméticos y cuidado personal.

En el Perú el sector cosmético está liderada por las empresas Unique y el grupo Belcorp que a pesar de ser empresas con grandes capitales diariamente enfrentan la generación de desperdicios que muchas veces afectan la calidad de los productos, y los costos productivos poniendo el riesgo la rentabilidad sostenible de crecimiento que deben tener.

El otro grupo de empresas pequeñas del sector, ni siquiera tienen un área como organización y método que puedan hacer seguimiento a sus estándares productivos, ni siquiera se controlan con indicadores de pérdida de eficiencia, lo cual hace difícil la identificación de sus principales problemas en la generación de desperdicios.

Muchas de estas empresas consideran que no necesitan de un área como la de ingeniería de métodos para que les ayude a estudiar sus actividades de trabajo y determinación de tiempos estándares para todas sus operaciones, con lo cual lograrían normalizar y posteriormente estandarizar sus procesos productivos y por ende aumentaría su rentabilidad, es un problema contundente dejar de lado la atención que nos puede proporcionar la ingeniería de métodos.

La empresa en estudio carece de una área de organización y métodos, responsable de estudiar todas las operaciones de todos los procesos de la organización, y esto se evidencia con la falta de estándares de tiempo en todas las fases de los procesos productivos, en la falta de un programa de planificación de las operaciones en planta que sea real, sólo se manejan estándares teóricos, dados por algún supervisor en alguna época de la historia de la empresa, pero no se han comprobado si esos estándares de tiempo son reales, esto se manifiesta en la generación de desperdicios de tiempos de horas extras no planificadas.

Carecer de estándares de tiempo o tiempos de ciclo no validados lleva a que los operarios no tengan un ritmo consistente en cada tarea que ellos ejecutan, las tareas se realizan a libre voluntad y ánimo de los operadores, generando poca eficiencia en el uso de los recursos de mano de obra. Por ejemplo en la siguiente figura se observa el registro de horas extras no planificadas

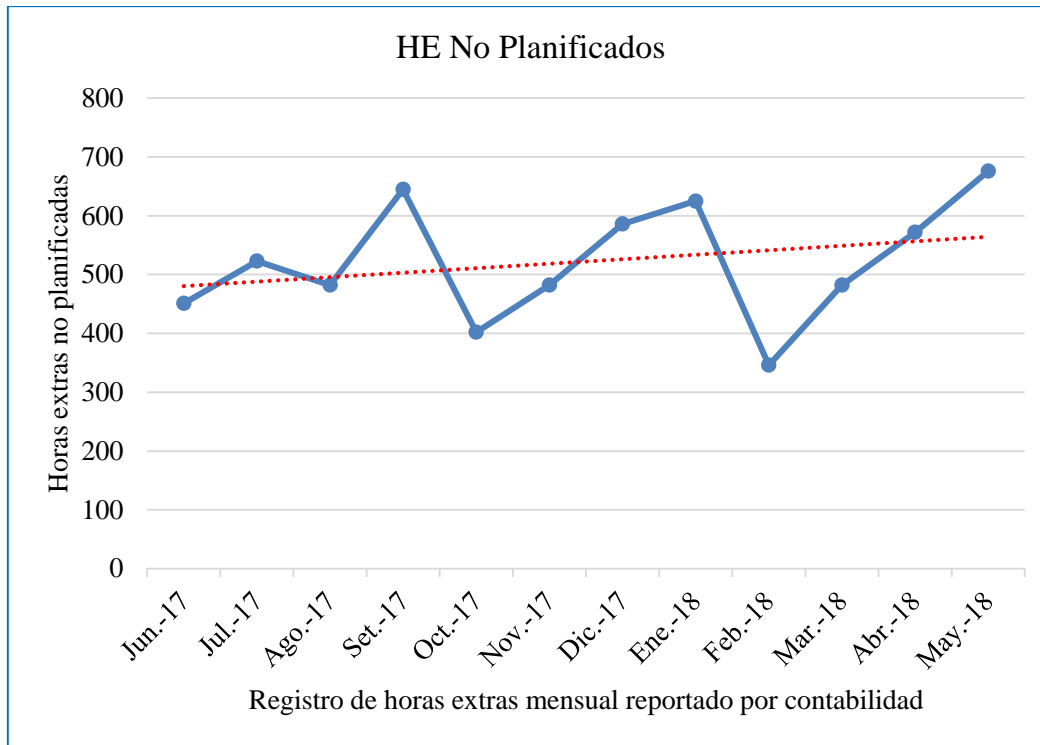


Figura 01: Registro de hora extras promedio mensual no planificadas
Fuente: Área de contabilidad-Laboratorio cosmético

De acuerdo a lo observado en la Figura 01, podemos observar que los estándares de tiempo de ciclo que se usan en los procesos de fabricación y de envasado en la línea de shampoo no están validados o no se cumplen en la realidad.

La planificación de la planta incumple las horas programadas, generándose horas extras no planificadas, tal como se observa en el registro mensual de horas extras reportadas por el área de contabilidad.

En la Tabla 01 siguiente se observa los diferentes tiempos de ciclos promedio registrados en 5 productos durante un mes para la producción de shampoo en el laboratorio cosmético.

En la Tabla 01, se observa que el tiempo de ciclo teórico no se cumple en la práctica y además se observa una diferencia significativa entre lo teórico y lo registrado (real), por lo que es necesario validar el tiempo de ciclo en la estación de fabricación. Lo mismo observamos en la siguiente tabla en la estación de envasado

Tabla 01:
Tiempos de ciclo promedio del proceso de fabricación de shampoo

Tiempos de ciclo del proceso de fabricación de la línea de shampoo		
Producto	Tiempo ciclo programado (hr)	Tiempo de ciclo registrado (hr)
Shampoo Macadamia	6.00	8.25
Shampoo Babytopic	5.00	9.25
Shampoo Aloe Vera antilágrimas	6.00	8.36
Shampoo Natural Vanilla	5.00	9.45
Shampoo Natural Manzanilla	6.00	12.25

Fuente: Área de contabilidad-laboratorio cosmético

En la Tabla 02 se observa los diferentes tiempos de ciclos promedio registrados en 5 productos durante un mes en el envasado de shampoos en el laboratorio cosmético, con lo cual también se evidencia que no se cumple el tiempo de ciclo teórico con el tiempo de ciclo real.

Tabla 02:
Tiempos de ciclo promedio del proceso de envasado de shampoo

Tiempos de ciclo del proceso de envasado de la línea de shampoo		
Producto	Tiempo ciclo programado (hr)	Tiempo de ciclo registrado (hr)
Shampoo Macadamia	8.00	12.20
Shampoo Babytopic	7.00	13.15
Shampoo Aloe Vera antilágrimas	8.00	12.25
Shampoo Natural Vanilla	8.00	10.25
Shampoo Natural Manzanilla	8.00	13.00

Fuente: Área de contabilidad-laboratorio cosmético

Es sin duda que la falta de un control de tiempos, uno de los principales problemas de más horas hombre registrados en las órdenes de producción, encareciendo el costo promedio de producción o tener tiempos que no son los reales afecta notablemente en la secuencia de la programación y de modo indirecto en el incumplimiento oportuno de las órdenes para ser despachado a los clientes. En determinadas circunstancias se ha tenido que negociar y postergar fechas de entrega a los clientes, porque no se ha terminado las operaciones en el tiempo programado.

La empresa en estudio, enfrenta problemas de desperdicios en sus líneas de producción, más aún en la línea de shampoo generándose exceso de movimientos, estos movimientos son de personal, o de traslados de equipos, o movimientos en exceso de recorridos para la fabricación del granel, desde el primer piso hasta el segundo piso, tiempos de esperas en el ascensor, la fabricación de los shampoo actualmente se realizan en tres áreas de fabricación incrementando el tiempo de ciclo de la fabricación.

En la Figura 02 siguiente se observa el traslado de materiales y personal desde el primer piso hacia el segundo piso en la fabricación de cremas y lo mismo ocurre en el proceso de fabricación de shampoo.

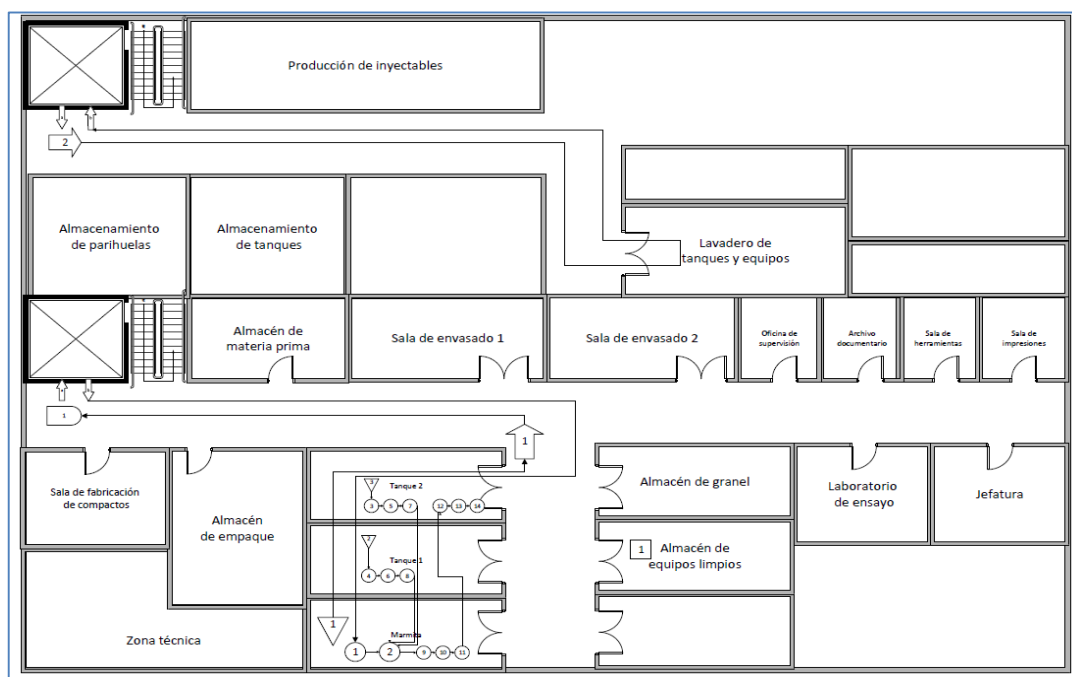


Figura 02: Representación gráfica de los transportes en área de producción
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo observado en la Figura 02, se observa que existe movimientos de transporte que no generan valor, por tanto este desperdicio afecta notablemente al tiempo de ciclo de fabricación, si lográramos disminuir el transporte, lograríamos mejorar el tiempo de ciclo de fabricación.

La disposición de las áreas y la forma como están diseñadas las tareas para la ejecución de los procesos de fabricación y envasado de shampoo generan desperdicios de tiempos de esperas, de movimientos repetitivos sin agregar valor, las actividades manuales del proceso de etiquetado, estuchado y embalado deben ser estudiadas dada que no existen una forma única de trabajar por parte de los operarios, el exceso de micro movimientos que no agregan valor con las manos y generan desperdicios en dichas estaciones de trabajo

La secuencia de actividades para la fabricación del granel debe ser observada por que se genera merma de granel, la estación de envasado es otra donde se genera merma de granel por sobrellenado, esta estación también debe ser observada. En la Figura 03 siguiente se presenta el registro de mermas de granel registradas en las órdenes de producción de shampoo.

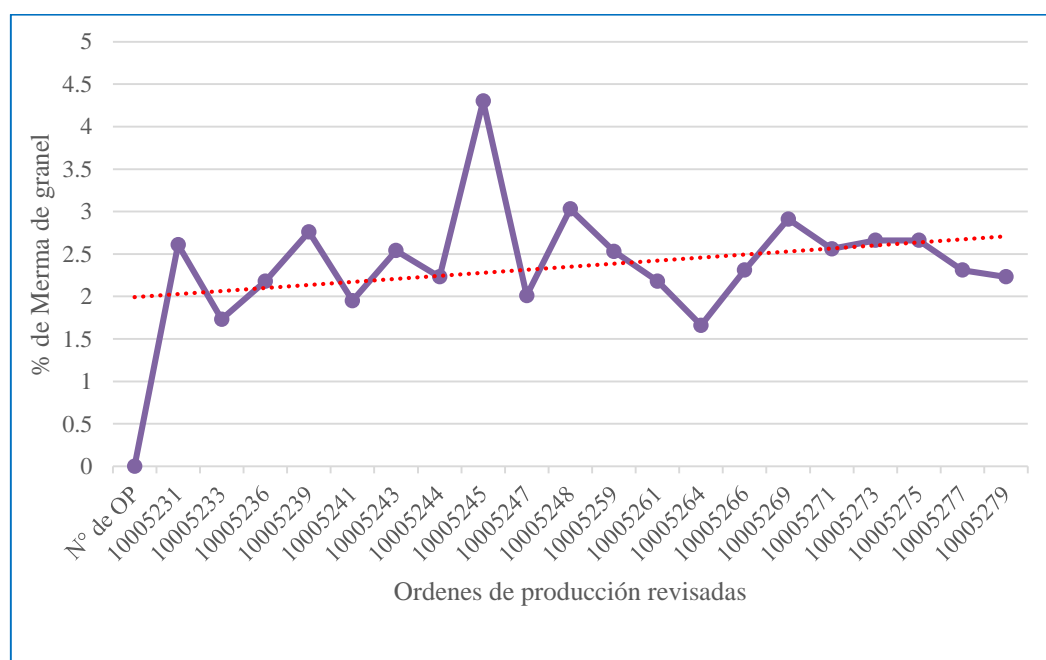


Figura 03: Registro de merma de granel de las órdenes de producción de shampoo
Fuente: Área de contabilidad-Laboratorio cosmético

En la Figura 03 se observa el registro promedio mensual de mermas de granel originados en el proceso de fabricación y registrados en la file de producción, este desperdicio afecta la cantidad de unidades a entregar para la venta.

En la estación de envasado se manejan estándares de tiempo de ciclo teóricos que finalmente no se cumplen, estas son las llamadas UPH (unidades por hora) y que actualmente son utilizadas para la programación en piso de planta, pero que no están actualizadas y afecta a la programación del planificador de las operaciones que son estándares no reales en la práctica,

Por mencionar un ejemplo, se programa envasar un lote de producción del Shampoo Babytopic que en teoría el estándar son 8.00 horas, sin embargo en la práctica son 9.50 horas o más generándose horas extras no planificadas.

Estos desperdicios generan un impacto importante que será evaluada en el presente estudio de investigación, es necesario observar todas las actividades de fabricación y envasado para proponer las alternativas de solución con finalidad de disminuir los desperdicios enunciados haciendo uso de la ingeniería de métodos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo de un laboratorio cosmético?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación del granel?
- b) ¿Cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del Shampoo?
- c) ¿Cómo influyen los estándares de UPH, en la disminución de los tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo?

1.3. Importancia y Justificación del Estudio

✓ Importancia del estudio

El sector donde se desarrollará el trabajo de investigación pertenece al sector cosmético, y según la cámara de comercio de lima entre los años 2018 y 2019 crecerá en un 7% y 9% y un mercado de 22.477 millones de soles, es cerrado con pocos competidores y regulado por la autoridad sanitaria DIGEMID.

En el mercado internacional se muestra el crecimiento de los últimos 17 años del sector y va en crecimiento continuo como se puede apreciar en la Figura 04.

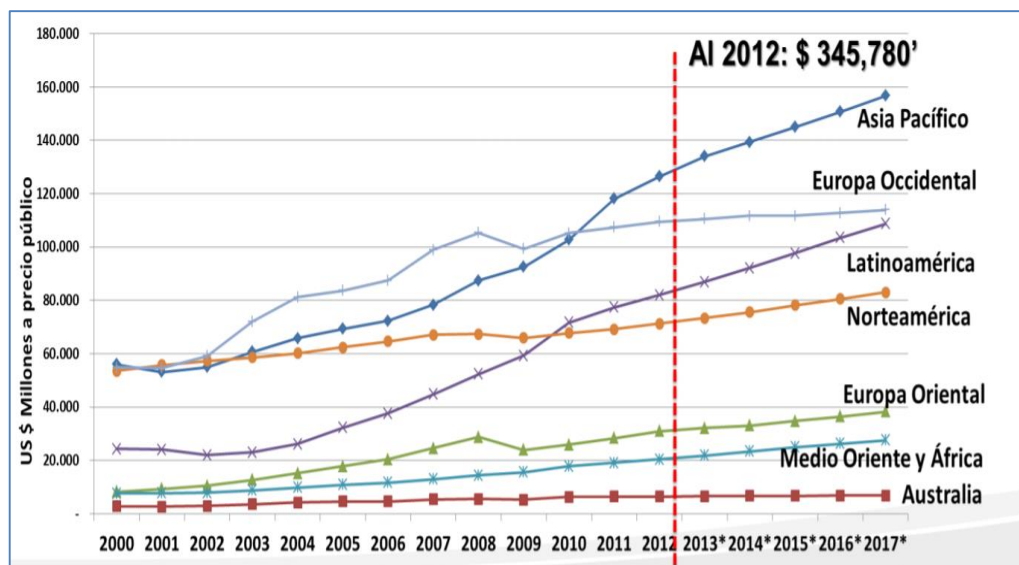


Figura 04: Crecimiento del Sector Cosmético en los últimos 17 años
Fuente: Euro monitor- Cámara de Comercio de Lima.

En la Figura 04 se observa que es un sector creciente de manera continua y ascendente lo cual se llegó a 180 millones de dólares el 2017.

La empresa actualmente se encuentra con reportes de mermas de granel por encima de lo que se maneja en el sector que es del 5%, esto quita competitividad a la organización, es necesario reducir este desperdicio de merma de granel que se genera por la inoperancia en las diferentes tareas del proceso de fabricación y

el proceso de envasado, el mismo valor negativo tienen los excesos de movimientos improductivos, los excesos de recorridos de los operadores y los materiales que incrementan el tiempo de ciclo de las diferentes operaciones, dichos desperdicios mellan la eficiencia de las operaciones y por tanto repercute en la eficacia de la línea de shampoo.

Ver la Figura 05 siguiente en la cual se compara el porcentaje de mermas que actualmente tiene en promedio la línea de shampoo versus el promedio del porcentaje del sector regulado por la Digemid.

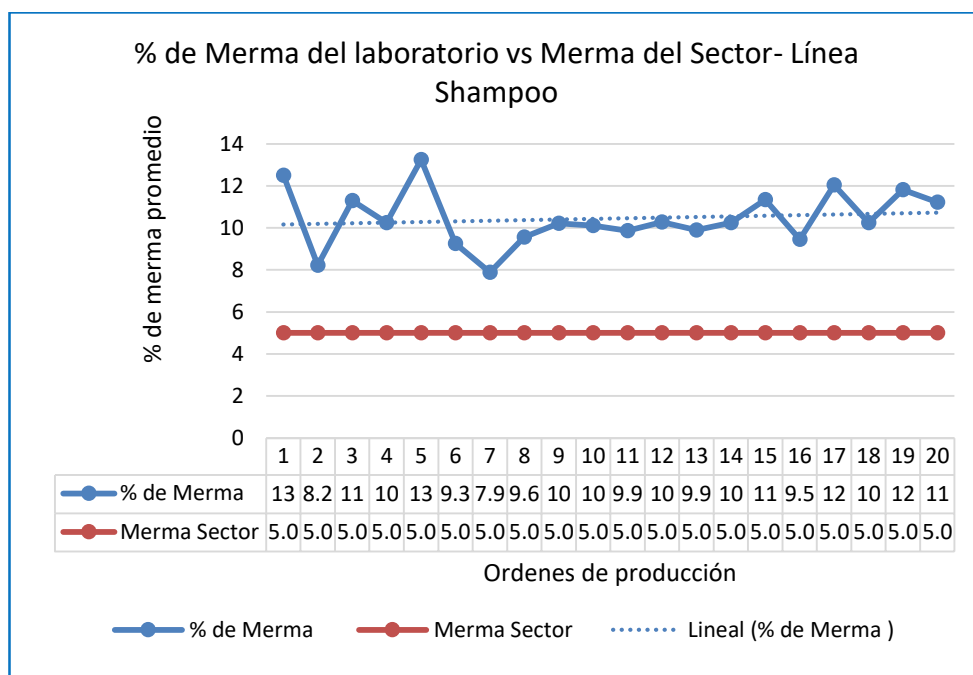


Figura 05: %de merma promedio mensual registrados en las órdenes de producción
Fuente: Área de contabilidad- Laboratorio Cosmético.

Como se observa en la Figura 05, una comparación con el % promedio permitido en el sector no mayor al 5% de merma, al mismo que también es un requerimiento del sistema de calidad BPM solicitado por la autoridad sanitaria.

Se puede observar que hay una tendencia hacia arriba del % de merma en la línea de shampoo, el objetivo de esta investigación fue disminuir el porcentaje de merma de aproximarse lo máximo posible al 5%.

Esta investigación está desarrollada en el área de producción, el cual forma parte de los procesos claves de la organización, los desperdicios suelen afectar los costos operativos promedios que afectan en la rentabilidad y por tanto es necesario enfrentar todas las restricciones que afectan las operaciones.

Entre los desperdicios que serán enfrentados en el presente estudio son las mermas ocasionadas en los procesos de fabricación del granel y en el proceso de envasado, estas mermas ocasionan que se entregue una menor cantidad de productos terminado a los clientes generando reclamos.

En la Figura 06 siguiente se observa los procesos de valor del laboratorio cosmético y vemos el enfoque de las mermas en los procesos claves, fue necesario e importante disminuir la merma dado que forma parte de un proceso clave para la organización.

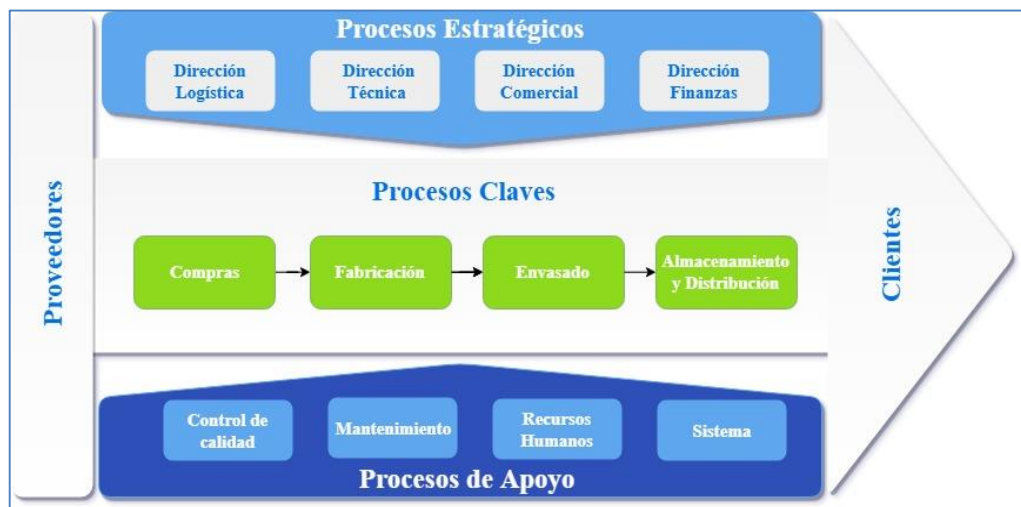


Figura 06: Cadena de Valor del laboratorio Cosmético
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 06, se observa que la merma ocurre en la fase de fabricación y envasado y estas son procesos claves de la organización, por tanto lograr disminuir el porcentaje de merma se ve muy beneficiada la organización mejorando los costos ocultos de la organización.

En la Figura 07 siguiente se presenta que los beneficiarios de la disminución de las mermas es la misma organización pero principalmente todo la línea de producción de shampoo como se observa en el organigrama siguiente

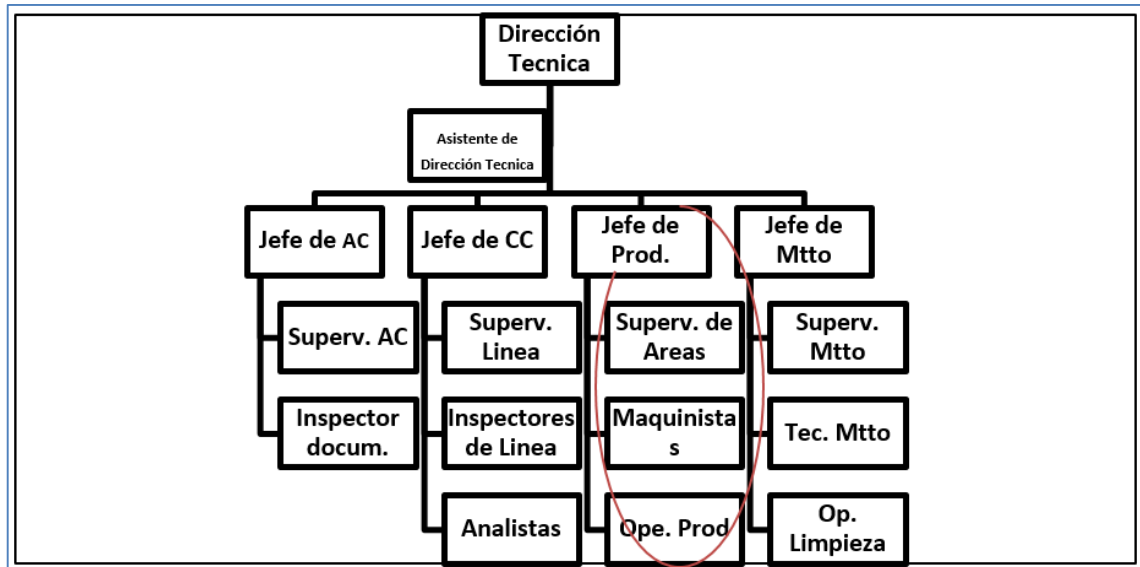


Figura 07: Organigrama del laboratorio Cosmético
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 07 se observa quienes fueron los principales beneficiarios con la disminución de la merma, ayudando a tener mayor disponibilidad de producto para vender por tanto aumento la tasa de producción y por tanto mayores ingresos de incentivos para la línea de producción de shampoo.

Otro de los desperdicios que actualmente afecta a la organización son las horas extras no planificadas sobre el total de horas hombres notificadas mensualmente que superan el 5% de horas extras permitidas como política de la organización.

Estas horas extras no planificadas se deben a que los estándares tiempo de ciclo del proceso de fabricación y envasado no están actualizadas y este problema afecta al planificador de planta por que no se cumple el programa de fabricación y envasado de las líneas de producción sobre todo la de shampoo que es la línea objeto de estudio.

Fue necesario resolver los problemas en esta investigación dado el impacto que esta representa en la línea de shampoo, siendo esta línea el 65% de la producción.

En la Figura 08 adjunta se observa como es el promedio de horas extras no planificadas ocurridas en 4 semanas de producción en octubre del 2018, uno de los últimos meses del trimestre donde la producción de shampoo se eleva a un 50% por las campañas de verano.

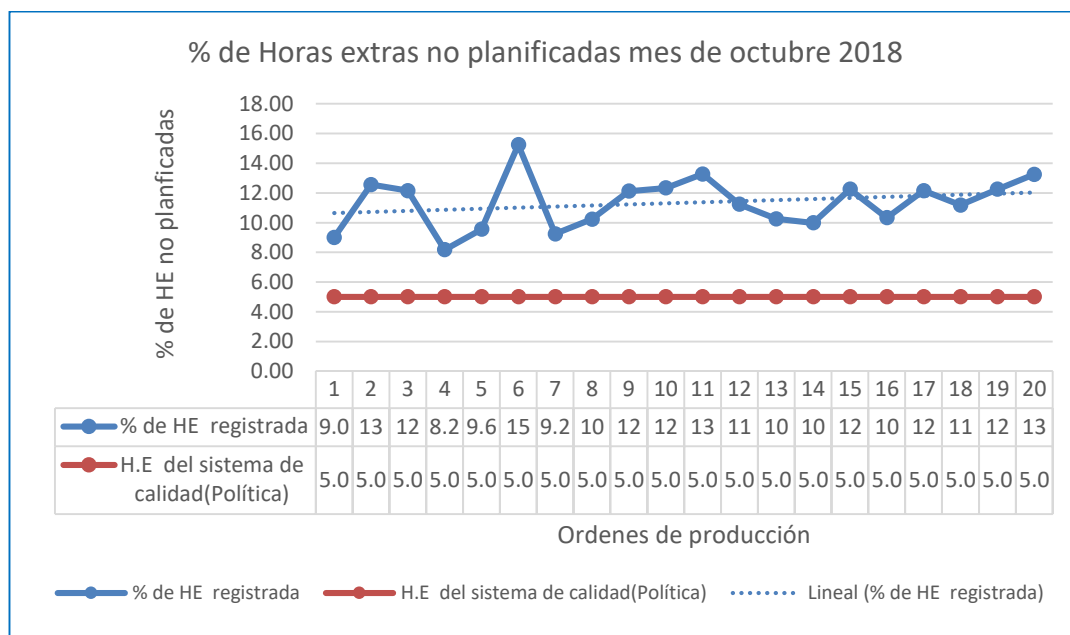


Figura 08: Registro de horas extras no planificadas mes de octubre 2018
 Fuente: Reporte del área de contabilidad-laboratorio cosmético

En la Figura 08 se observa el registro de horas extras no planificadas otorgadas por el área de contabilidad en la cual se observa que estamos por encima del 5% de horas extras determinadas como indicador que la alta dirección plantea como política de calidad del laboratorio.

Este exceso de horas extras son no planificadas porque los tiempos de ciclo teórico con la que se programó no se cumplen en la realidad y por tanto para culminar la producción del día se tiene que incurrir en las horas extras.

Los beneficiados con las mejoras del tiempo de ciclo recaen en toda la línea de producción del shampoo para esto se ha empleado el estudio de tiempo por cronometro y balance de línea en la línea de envasado del shampoo en el laboratorio cosmético.

De la misma manera actualizar los estándares de tiempo de ciclo de la estación de fabricación y de la estación de envasado ha mejorado la programación del planificador de planta.

Para este estudio se ha tenido que sensibilizar a los operarios de planta, dado que quitarles al disminuir las horas de tiempo sobre todo las horas extras se vieron afectados en sus ingresos, pero lo más importante es sobreponer los intereses de la organización para que el negocio sea sostenido en el tiempo y tengan asegurado sus trabajos por el resto de tiempo.

La investigación propuesta estuvo establecida para que, mediante la aplicación de las herramientas de la ingeniería de métodos como son los estudios de movimientos, estudio de disposición de equipos y materiales en las áreas de cada estación, el estudio de tiempos por cronometro y el balance de las líneas de envasado se logró disminuir los desperdicios que estaban generando impacto negativo en organización.

Un caso parecido se tuvo en la tesis del autor Pineda en la cual aplico estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granitos en la fábrica Casa Blanca en Guatemala.

Realizaron un análisis de la situación actual de la línea de producción, se presentan los registros de tiempos, asignaciones del factor de actuación y tolerancias con lo que se realiza el cálculo de los tiempos estándar. Haciendo uso de las diferentes herramientas que nos proporciona la ingeniería de métodos, como lo son: los diagramas hombre máquina, diagrama de flujo del proceso y recorrido del proceso, se realiza un análisis de los métodos actuales de trabajo. Logrando mejorar la productividad, mano de obra y producto terminado, logrando eliminar los costos ocultos de transportes y deficiencias que tenían los métodos actuales frente a los propuestos. (Pinea, 2005)

Además este estudio pueda servir de fuente para el desarrollo de nuevos proyectos en la empresa por ejemplo extrapolar a las demás líneas de producción, mejorar en la disminución de los desperdicios va a beneficiar a la organización a ser más competitiva y a los accionista a una mayor rentabilidad por sus acciones.

✓ **Justificación del estudio**

Justificación Teórica

La investigación propuesta está establecida mediante la aplicación de la teoría, los conceptos básicos y técnicos de la ingeniería de métodos puedan servir de base a la empresa para poder mejorar sus operaciones y aumentar su eficiencia y eficacia, disminuyendo los desperdicios en la línea de shampoo. Busca también servir de fuente para el desarrollo de nuevos proyectos en la empresa, siendo así el fin principal, servir como cultura organizacional a la empresa, motivo de estudio con la finalidad de llegar a minimizar las perdidas y como consecuencia mejorar la competitividad

Justificación Metodológica

En lo metodológico se justifica, debido a la mala aplicación de estrategias donde se evidencia deficiencias en la línea de producción de shampoo, ya que se observa la existencia de desperdicios que disminuyen la eficiencia y eficacia de la línea, por ello se plantea utilizar herramientas de la ingeniería de métodos para que nos ayuden analizar todas las estaciones del proceso fabricación, envasado y acondicionado de la línea de shampoo que representa el 65% de la producción.

Justificación Práctica

El sector donde se desarrollará el trabajo de investigación pertenece al sector cosmético, y según la cámara de comercio de lima entre los años 2018 y 2019

crecerá en un 6% y 8 % y un mercado de 22.477 millones de soles, es cerrado con pocos competidores y regulado por la autoridad sanitaria DIGEMID.

En el mercado internacional se muestra el crecimiento de los últimos 17 años del sector y va en crecimiento continuo y se observa que es un mercado creciente de 190 millones de dólares, esto dinamiza toda las demás economías. Así mismo existe una economía de arrastre que está ligado a la industria de los envases, la industria de los accesorios que representan un 30% del valor de costo de producción de los cosméticos.

Justificación Económica

Esta investigación está desarrollada en el área de producción, el cual forma parte de los procesos claves de la organización, los desperdicios suelen afectar los costos operativos promedios que afectan en la rentabilidad y por tanto es necesario enfrentar todas las restricciones que afectan las operaciones.

Los desperdicios que actualmente afecta a la organización son las horas extras no planificadas y horas por trasportes y movimientos improductivo, todos estos desperdicios generan un impacto del 12.01 % de costo relativo con respecto al costo promedio de producción mensual. En la Tabla 03. Se observa que un 12.01% de costo mensual relativo, respecto al costo promedio de producción, teniendo un impacto negativo para la organización.

Tabla 03:
Impacto Económico generado por los desperdicios

COSTO RELATIVO MENSUAL OCASIONADOS POR LOS DESPERDICIOS		
Cliente	Costo Promedio (S/.)	Costo Relativo (%)
Costo de granel mermado	8360	4.47
Costo de oportunidad por dejar de vender	6420	3.43
Costo de horas extras no planificadas	4460	2.38
Costo por horas desperdicio trasportes y mov.	3245	1.73
Costo promedio total de producción mensual	187 218	12.01

Fuente: Laboratorio cosmético

Justificación Social

El rubro cosmético genera un gran impacto social como fuente de trabajo formal dentro de la sociedad peruana, en el caso de la empresa en estudio se dispone de 50 operadores que trabajan en el área de producción, es decir 50 familias que dependen de la economía de la organización, es por eso que es necesario maximizar la eficiencia de las operaciones productivas, disminuyendo los desperdicios porque de esa manera se puede generar una mayor distribución de las utilidades y un mejor bienestar para las familias que forman parte de la empresa, por otro lado los productos cosméticos contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas, y es necesario eliminar desperdicios para poder proporcionar al usuario final un producto de mayor calidad a un precio más competitivo y disponible.

Los shampoos dentro de la sociedad representan un accesorio de aseo principal de uso diario y forma parte de la canasta básica del hogar, se destina parte de los ingresos al consumo de shampoos en todos los hogares peruanos.

Justificación Legal

El sector en estudio es un rubro regulado por la autoridad sanitaria denominada DIGEMID, son productos controlados por el ministerio de Salud, para ser incorporados al mercado y ejecutarse las transacciones comerciales es necesario que cada producto contenga un registro sanitario o Notificación Sanitaria Obligatoria (NSO), no se pueden comercializar ningún producto cosmético si no tienen el NSO.

Del mismo modo están regulados por la Ley 29459 (Ley de medicamentos, dispositivos médicos y productos sanitarios), el rubro cosmético se encuentra dentro del rubro de sanitarios, esta ley ha sido regulada por la DS-014-2011 y la DS 016-2011 en cual especifican todos los requerimientos legales y sanitarios que deben cumplir los productos en referencia.

Dentro del pacto andino todas las empresas se regulan además por una norma supranacional que es la DECISIÓN 516, donde está referido desde cómo se define un producto de esta categoría y todo lo referente a los registros y la correcta rotulación que estos deben tener frente a los usuarios y frente a la autoridad sanitaria.

Para la manufactura de los productos cosméticos todos deben tener como requerimiento obligatorio un sistema de calidad denominado BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA que son un conjunto de normas de aplicación para garantizar un producto de calidad, seguro y eficaz y a un costo muy competitivo.

1.4. Delimitación del estudio

▪ Delimitación espacial

Las limitaciones que tiene la investigación están determinadas a que la investigación se desarrolló solamente en la línea de producción de shampoo que representa el 65% de la producción y el 75% del costo promedio de producción.

▪ Delimitación temporal

La investigación se limitó al desarrollo en un tiempo de 6 meses y se validó la propuesta en los estudios post-test que fueron coordinadas con el área de planificación de la organización.

Asimismo se tuvo la insuficiente disponibilidad de tiempo de la gerencia y de los empleados de la empresa para brindar información para la investigación. Se puede establecer la limitación de una probable resistencia al cambio sobre todo para el estudio de tiempos que se realizó para evaluar el tiempo de ciclo tanto en fabricación como en envasado, actualmente se tiene un UPH (unidades por hora) que sé que validó y ese estudio puedo generar limitaciones por parte de los operadores de fabricación y envasado.

▪ Delimitación teórica

El presente estudio de investigación se limitó al campo de la ingeniería de métodos, utilizando las herramientas como son, los diagramas de flujo de proceso, los diagramas de recorrido, el análisis de los métodos actuales de trabajo y el estudio de tiempos por cronómetro y el balance de las líneas. De la misma manera el estudio se limitó a disminuir los desperdicios de la línea de shampoo en un laboratorio cosmético peruano.

1.5. Objetivos generales y específicos

1.5.1 Objetivo general

Determinar cómo disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo de un laboratorio cosmético, mediante la aplicación de la ingeniería de métodos.

1.5.2 Objetivos específicos

- a) Determinar cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación del granel
- b) Determinar cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del shampoo.
- c) Determinar cómo influyen los estándares de UPH en la disminución del tiempo de horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Histórico

La empresa en estudio luego de más de 20 años de experiencia en la región, inicia sus actividades comerciales en Perú en Junio del 2013, lanzando sus primeros productos dermocosméticos.

La empresa está orientada, al igual que en los países de Ecuador y Chile, a brindar al médico dermatólogo excelentes alternativas terapéuticas en el tratamiento a sus pacientes y productos para la belleza y limpieza.

- Misión

Generar vínculos de proximidad con nuestros clientes, ofreciéndoles productos dermatológicos de alta calidad, involucrando en el alto desempeño de la empresa el desarrollo profesional y personal de nuestros colaboradores.

- Visión

Ser el laboratorio dermatológico referente para médicos, consumidores y empresas a nivel regional. (Vela, 2018, pág. 45)

Los productos de la empresa Cosmética tiene sub líneas que son: limpieza e hidratación, Solares, cicatrización, acné y pediatría que forman parte de las líneas de Shampoo.

La empresa en estudio como podemos observar está en un sector bastante restringido y competitivo y es necesario sus operaciones sean eficientes y eficaces para lograr su consolidación.

Entre los principales competidores están las empresas de origen trasnacional dado que es un mercado con hábitos de consumos de los sectores A, B entre los que destacan son Bioderma, Isdin, La Roche Posay, Unique y Ebel. Los principales proveedores del laboratorio cosmético son aquellos que proveen de materias primas, material de envase y material de empaque, así mismo proveedores que se encargan de hacer los diferentes merchandise para el área comercial. Las materias primas se transforman en el granel, el cual pasa a la operación de envasado (dosificado, tapado, precintado o sellado, etiquetado, impresión, estuchado y embalado), el producto terminado pasa a los almacenes para ser distribuido a los clientes. Estos procesos claves están bajo la dirección de los procesos estratégicos (D. Técnica, D. Comercial, D. Finanzas y D. Logística) y soportados por los procesos de apoyo (RRHH, Mantenimiento, Control de Calidad y Sistemas) (Vela, 2018, págs. 56-57)

Respecto al proceso de manufactura, Garcia manifiesta que hacia 1750, gracias a la invención de las máquinas de vapor por J. Watt, se inició una nueva era en la producción industrial. Se crearon entonces las primeras empresas industriales, en el actual sentido de la palabra, y nació una clase de operadores: Los obreros. Para la mayoría de los empresarios de aquella época, el obrero era un simple servidor de la máquina a la que había sido asignado, sin prestarle la menor atención a su condición humana, durante años se les explotó mediante la imposición de jornadas laborales agotadoras, pues era común trabajar hasta doce horas diarias. En 1824 comenzaron a mejorarse las leyes a favor del obrero y en 1847 se redujo las horas a 10 y en 1856 a 8 horas de la jornada laboral. (García, 2005)

En 1912 empezó la fabricación en serie y masiva de algunos productos industriales de gran consumo y se empezó a darle importancia a los estudios en los métodos de trabajo y la distribución de las tareas. Luego años después aparece Frederick W. Taylor, precursor de la equipartición del trabajo, comenzó sus famosos experimentos para aumentar el rendimiento de sus obreros. Luego en siglo XX, debido al bajo precio y fácil utilización de la energía eléctrica para un incontable número de aplicaciones y el cúmulo de invenciones mecánicas y electrónicas, se produjo una verdadera explosión de la producción industrial y el desarrollo de la ingeniería de métodos. (García, 2005)

Podemos agregar como se da el desarrollo de la manufactura a lo largo de la historia y en cada momento histórico siempre existieron problemas de operaciones que tuvieron que ser mejorados para seguir subsistiendo

Según Niebel desde 1911 se ha llevado a cabo un esfuerzo organizado por mantener a la industria al tanto de los últimos desarrollos en las técnicas han contribuido de manera significativa para acercar a la ciencia del estudio de tiempos, del diseño del trabajo y de la ingeniería de métodos a los estándares actuales. En 1936 se formó la sociedad para el avance de la administración (SAM) que enfatizo la importancia del estudio de tiempos y movimientos y en 1948 apareció el Instituto de ingeniería industrial (IIE) con la cual se promovió en un alto grado de integridad el estudio de las áreas de diseño de los trabajos industriales. Ya en los años 2001 la ingeniería de método tiene un alto alcance dentro de la ingeniería industrial, desarrollándose la medición del trabajo concentrándose en el trabajo directo, el desarrollo de métodos y estándares para evaluar los trabajos directos e indirectos y a los trabajadores en todos los sectores industriales y de servicio. (Benjamin W. Niebel; Andris Freivalds, 2014)

Según Acero hoy en día, las empresas se ven obligadas a mirarse a sí misma para modificar y mejorar sus procesos para poder ser más competitivos. La particularidad de ser flexible y dar a sus clientes

productos con calidad y mejores tiempos de entrega, al menor costo y con altos estándares de calidad en sus productos las ubica dentro de las tallas mundiales entre las ligas mayores de las organizaciones. (Acero, 2014)

Así mismo Acero no refiere que el sector cosmético latinoamericano es uno de los de mayor crecimiento a nivel mundial, con ingresos anuales alrededor de los 80.000 millones de dólares y con perspectivas de convertirse en el segundo mercado más importante después de Asia. La industria cosmética Latinoamericana hoy es más grande que el mercado norteamericano, es casi el 80 % del europeo, y el 65 % del asiático. Este sector tiene un mercado de casi 1,2 millones de empleos directos e indirectos y de 4 a 5 millones de personas que generan ingresos a partir de la misma. (Acero, 2014)

Efectivamente en lo que menciona Acero, el sector cosmético es muy versátil y es motor para dinamizar los demás sectores, de allí la importancia de desarrollar este sector con procesos altamente competitivos.

Salvador nos habla del sector a nivel internacional y nos dice que el principal mercado fuera de Latinoamérica es el mercado de los Estados Unidos (EE.UU.) la Unión Europea y el Japón con un valor de 34.3, 25.7 y 11.9 millones de euros respectivamente, lo cual nos dimensiona lo interesante de este mercado y que tienen un valor muy significado en la economía mundial. (López, 2013)

Para Diaz, las organizaciones realizan esfuerzos días tras días con el objetivo de mantener la calidad de sus productos y de sus costos operativos que les permitan desarrollarse adecuadamente en un ambiente competitivo y globalizado. En ese sentido, las industrias están atentas a la mejora de sus procesos productivos y para ello se valen de una serie de mecanismos y formas, es por ello que la ubicación de las distintas áreas de trabajo en una planta industrial, así como de la maquinaria, equipo y materiales dentro de dichas áreas, juega un papel

muy importante, es especial en lo que se refiere a la economía del movimientos y ahorro de espacio. Una adecuada distribución de las áreas de trabajo, tiene una gran influencia sobre los procesos de fabricación, principalmente mejorando aquellas actividades que no aportan valor al producto durante su proceso, como las relaciones con el desplazamiento de personas y materiales, y con los almacenamientos intermedios y finales, en cuanto a su forma y ubicación. (Díaz, 2007)

De acuerdo al autor anterior parte de las mejoras deben incluir mejorar los procesos mejorando la ubicación y las distribución de las tareas en el espacio de manufactura, es una forma muy acertada de disminuir desperdicios en el laboratorio cosmético.

Para Díaz, el sector cosmético en Perú tiene un impacto económico de aproximadamente 5 millones de dólares americano. El sector cosmético tiene una importancia en el desarrollo de la industrialización del país y a nivel mundial, se observa que hay esfuerzos denodados que en un mediano plazo será uno de los sectores más representativos en el país, por sobretodo proporciona una gran empleabilidad e integra a muchos otros sectores por sobre todo la industria petroquímica. No obstante el impacto económico que representa en Perú es necesario seguir en la búsqueda de nuevas oportunidades de mejorar para el sector. (Díaz, 2007)

Sin duda, el impacto económico del sector cosmético es fuerte que sin lugar a duda, genera trabajo directo y formal en la economía.

Según Muther, El objetivo generalmente hablando es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados, debemos ordenar productores, materiales y máquina, y los servicios auxiliares (mantenimiento, transporte, etc.). De modo que sea posible fabricar el producto a un coste, suficientemente reducido para poder venderlo con un buen margen de beneficio en un mercado de competencia. Uno de los

principales problemas que tiene el sector es el abastecimiento de la cadena productiva, dado que los diferentes proveedores no se encuentran calificados sobre todo la industria china, los principales proveedores a nivel mundial no consideran que es un sector estrictamente regulado, otro de los problemas que presenta el sector son la alta especialización que deben tener las operaciones para poder entregar al usuario productos de alta calidad y muy especializados sobre todo aquellos que se encuentran dentro de la dermocosmética que tienen que demostrar actividad terapéutica en el uso de los cosméticos. (Muther, 2005)

Respecto a la problemática Acero, al recibir los insumos, como resinas, colorantes, alcoholes, ceras y pigmentos, se almacenan y clasifican, para que cuando llegue una orden puedan tomar las cantidades adecuadas de ingredientes y comenzar a producir. Para asegurar la calidad e inocuidad del producto final, la materia prima debe ser rigurosamente analizada en laboratorio y hasta un mínimo de cinco días en cuarentena a espera de resultados microbiológico. (Acero, 2014)

Las industria de proceso cosméticos maximizan su eficacia de su planta elevando al máximo las posibilidades de sus funciones y rendimientos, la eficacia global se eleva eliminando cuidadosamente todo lo que tiende a perjudicar dicha eficacia, en otras palabras maximizar la eficacia de la planta implica llevar ésta a condiciones óptimas de operación y mantenerla en ese estado eliminando o al menos minimizando factores tales como fallos, defectos o problemas que perjudiquen su rendimiento. Una vez que pasan la cuarentena, el conteo y el pesado y se recibe una orden, desde el almacén se trasladan todos los insumos a la fábrica, si no se garantiza un buen análisis del granel existirá interacción entre los insumos y puede llevar a perder grandes toneladas de granel o producto fabricado, teniendo ya un problema antes de ingresar a la línea de envasado. (Susuki, 2012)

Como menciona el Autor Susuki, los principales factores que afectan con el rendimiento de las empresas son aquellos desperdicios que se generan por que afectan la eficacia global de la organización.

Cabe mencionar que la elaboración de lápices labiales es muy singular, debido a que parte de ella es realizada artesanalmente y la otra de manera automatizada. Mientras que la zona donde se elaboran perfumes y fragancias, es de alta seguridad debido al manejo de productos altamente inflamables y porque la exigencia es tan alta, que necesitan su propia área de trabajo. Una vez que los productos están listos y envasados, se etiqueta y empacado en el almacén por lotes, donde el área de control de calidad aprueba su salida para ser entregados a los puntos de venta, toda esta secuencia de operaciones si no tienen controles adecuados y procesos estandarizados, existirán desviaciones de procesos y desperdicios que pueden afectar la rentabilidad de las empresas. (Acero, 2014)

Cuatrecasas, nos menciona que los problemas de desperdicios en las líneas de producción están referidos a procesos manuales, donde la buenas prácticas de las diferentes operaciones están en función de la habilidad del operario, y su nivel de capacitación es así que existen problemas de diversos tipos que se manifiestan como aspectos de no calidad del proceso, es decir que no van a cumplir ciertas características intrínsecas de los productos y sus atributos para mantener la satisfacción de los usuarios. Estas pérdidas incluyen el tiempo perdido en la producción de productos defectuosos, de calidad inferior a la exigida, las pérdidas de los productos irreparables y las pérdidas provocadas por el reprocesado de productos defectuosos. (Cuatrecasas, 2010)

Además indica, que los procesos en la industria cosmética tienen un flujo unidireccional pero siguiendo la normativa sanitaria, cumpliendo los procedimientos en cada estación de trabajo, uno de los procesos muy importante y donde empiezan a producirse mermas es el proceso de

dispensación de materias primas, si no tenemos una balanza bien calibrada o si no tenemos los implementos necesarios para arrastrar toda la materia prima de los envases, se pueden perder dinero por que los activos cosméticos tienen altos costos, y un gramo de activo puede tener un valor monetario muy significativo. (Cuatrecasas, 2010)

Como indican los autores mencionados, es un sector con la existencia de desperdicios que muchas veces no son identificados por la organización, aportando costos ocultos una vez resuelto mejoran el propio performance de la empresa, es necesario observar e identificar estos desperdicios.

El sistema de producción Toyota o el Pensamiento Esbelto (o Lean Thinking) se caracteriza por la participación de los empleados en la solución de los problemas o desperdicios (Muda) que surgen en el trabajo cotidiano; y una forma de identificarlos es en base a la crítica y observaciones de los trabajadores directos, teniendo como herramientas, entre otras, el diagrama de flujo de valor, equipos de mejora, estandarización, 5'S y kaizen y estudiaron las desviaciones de procesos de envasado en la industria farmacéutica y el cambio en la productividad y los factores que impulsan los cambios, en el estudio utilizaron la metodología basado en el desarrollo de datos no paramétricos aplicando la metodología de lean manufacturing para estudiar el cambio de productividad y como los desperdicios influyen en esta. La aplicación de esta técnica para disminuir los desperdicios en la operación de acondicionado fue secuencial empezando por los procesos simples hacia los procesos más complejos. (Villalobos, 2016)

Fengzhu aplicaron lean manufacturing a los procesos de producción en industria cosmética y al proceso de logística con el núcleo de la logística Lean es eliminar todas las actividades (desperdicio) sin valor agregado dentro de las producciones, movimientos y almacenamientos. Se reduce el tiempo de entrega, reduce el costo y mejora la calidad. (Fengzhu, 2014)

Mohamed implementaron los principios y herramientas lean en envasados de enlatados de conservas para resolver los problemas de desperdicios en una industria pesquera. Este éxito ha llevado a diferentes implementaciones de estos principios en otras actividades de la organización, como el diseño y la gestión. Si bien estas implementaciones pueden producir algunas mejoras, la segmentación de los procesos de desarrollo de productos en la mayoría de las empresas limita el potencial para lograr los objetivos deseados y, en algunos casos, el éxito del proceso de implementación en sí. (Mahamed, 2014)

En otras palabras, no se puede lograr el pleno éxito de la implementación de los principios de Lean cuando se aplica a segmentos aislados del proceso de desarrollo del producto. Abordan el diseño del lean en el envasado, en el contexto de un proceso de realización de producto completamente integrado. El documento analiza la naturaleza integrada de cualquier proceso de realización del producto y su flujo desde el concepto hasta la producción. También aborda el efecto de esta naturaleza integrada del proceso en la implementación de los diferentes principios Lean tales como valor, flujo de valores, flujo, extracción y perfeccionamiento para el proceso de envasado en línea. (Mahamed, 2014)

Suárez nos describen de la implementación de Kayzen en una empresa mexicana para mejorar la productividad de una industria alimentos en la cual usan esta técnica para el mejoramiento de sus líneas de fabricación y envasado, la técnica principal se inicia con estandarización de los procesos, se aplica herramientas de control estadístico de procesos, y los círculos de calidad primarias y secundarias aspecto novedoso hoy en día, para disuadir a cero errores en los trabajadores. (Suarez, 2016)

Estos autores refieren diferentes herramientas que se aplicaron en diferentes empresas y que lograron disminuir diferentes tipos de desperdicios.

García, en su libro Estudio del trabajo nos indica que tomar riesgos es la esencia de la actividad económica de la empresa, a la cual consideramos inútil tratar de eliminarla pero si muy discutible tratar de mitigarla. Para aplicar exitosamente esta actividad es esencial que los riesgos que se tomen sean los correctos. Sin embargo, para lograr este objetivo debemos saber y entender qué riesgos debemos tomar. (García, 2005)

Kanawaty, en su libro, introducción al estudio del trabajo, nos indica que es necesario investigar y perfeccionar las operaciones en el lugar del trabajo y no es nada nuevo, los buenos gerentes lo están haciendo constantemente. Es muy útil hacer el estudio del trabajo, pues aplicando sus procedimientos sistemáticos se puede lograr resultados equiparables e incluso superiores a otros estudios en relación con mejorar la productividad y disminuir costos. (Kanawaty, 2005)

En el afán de ser más eficientes las empresas incorporan diferentes tipos de tecnologías blandas, como son las herramientas de mejora, como el lean, teoría de las restricciones, etc. Para el caso de nuestra investigación las herramientas de la ingeniería de métodos son los que nos permitirán mejorar las tareas y operaciones de la línea de shampoo.

2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

- Autor: Pineda, Adolfo. 2014. Tesis para optar el título de ingeniero industrial. Título: “Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca”. Universidad de San Carlos de Guatemala. Fuente: http://biblioteca.usac.edu.gt/repositorio/tesis/handle/08/08_1410_IN.pdf Recuperado el 10 de Marzo del 2019.

En la tesis sobre estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de pisos de granitos en una fábrica, en la cual realizó el estudio con la finalidad de verificar el funcionamiento de los métodos y buscar todas las deficiencias de la línea con lo cual presentaron los problemas de movimientos, disponibilidad de espacio, distribución de la planta. Se realizaron los estudios de tiempos el cual se agregaron los factores de fatiga y tolerancias determinándose los tiempos estándar de la toda la línea de fabricación. Se plantearon mejoras en los métodos de trabajo haciendo uso de las herramientas de la ingeniera de método, como son los diagramas hombre-máquina, diagrama de flujo del proceso y recorrido del proceso, se realizó un análisis de los métodos actuales y se presentó propuestas con lo cual se mejoró la productividad de la mano de obra y de las máquinas y también se hizo una propuesta en cuanto a seguridad e higiene industrial. (Pinea, 2005)

- Autor: Vela Garcia, Friggens, 2018. Tesis para optar el título de ingeniero industrial. Título: “Propuesta de Mejora para disminuir los desperdicios en un laboratorio” Fuente: http://biblioteca.upc.edu.pe/repositorio/tesis/handle/12/08_1510_PT.pdf Recuperado el 11 de Marzo del 2019.

En la tesis sobre propuesta de mejora para disminuir los desperdicios en un laboratorio cosmético, se plante el estudio experimental basado en un estudio de 10 lotes industriales representativos de un laboratorio cosmético en el cual se aplica estudios de recorridos en las salas de

envasado, y estudio de tiempos en los productos de perfumería y cremas, logrando reducir los desperdicios a un 6% y un incremento del 15% de la productividad. (Vela, 2018)

- Autor: Dávila Torres, Alejandro Franco, 2015. Tesis para otra el título de ingeniero industrial. Título: “Análisis y Propuesta de Mejora de Procesos en una Empresa productora de jaulas para gallina ponedoras”. Pontificia Universidad Católica del Perú, PERÚ.

Fuente:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6079/DAVILA>

Recuperado: 12 de Marzo del 2019.

El presente estudio se realizó con la finalidad de analizar la situación actual de trabajo en una empresa productora de jaulas para gallinas y presentar propuestas de mejora en los procesos realizados por esta para que pueda aumentar su productividad y satisfacer las necesidades que tengan sus clientes actuales y potenciales, se utilizó diversas herramientas de la ingeniería industrial que fueron útiles para poder plantear las diversas propuestas de mejora en la organización. Estas propuestas de mejora se plantearon para poder optimizar los procesos que se realizaron y de esta manera se aumentó la productividad en la línea de producción.

El fin de este estudio concluyó ordenando el área de producción y se ejecutó las propuestas de mejora que se consideren necesarias. Gracias a ello, se optimizó los procesos internos de tal manera que se consiguieron procedimientos eficientes y eficaces cambiando procedimientos, eliminando procesos improductivos y elevando el ritmo de producción. De esta manera se obtuvo mayor productividad en la empresa, así como más orden en el área de producción y mejores procesos productivos al momento de la elaboración del producto. Además, se pudo llegar a producir hasta 65 módulos por semana aumentando la producción en un 30%, obteniendo como resultado un TIR de 49% en la aplicación de la metodología de las 5S. (Davila, 2015)

- Autor: Sanchez Salas, Jefferson C., 2017. Tesis para otra el título de ingeniero industrial. Título: “Aplicación de la Ingeniería de Método en el área de vacíos para mejorar la productividad en los traslados de los contenedores en la empresa UNIMA SA Callao 2017”. Universidad Cesar Vallejo. PERÚ.

Fuente:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1907/Sanchez_SJC.pdf?sequence=1

Recuperado: 13 de Marzo del 2019

El objetivo principal de la investigación fue determinar la mejoría entre la aplicación del estudio de tiempo y el estudio de movimiento con la productividad en la asignación de los contenedores vacíos en la empresa Unimar S.A., Callao - 2017. Se pudo identificar que ciertas actividades concernientes al servicio presentan falta de control y seguimiento en las asignaciones de los contenedores, es decir; no existe una herramienta en donde se controlen los tiempos y movimientos por cada servicio y asimismo no se cumplían con el número de asignaciones que se programaban en el día, originando un alto grado de insatisfacción y obstaculizando el incremento de la productividad. Es por ello que se aplicó una herramienta de ingeniería que ayudó a medir los tiempos muertos y los movimientos innecesarios.

Se realizó una ficha de observaciones para medir la eficiencia en la que se produce una asignación del servicio de contenedores vacíos que se brinda en el día. También se utilizó la eficacia para conocer las unidades de movimientos por hora que se realiza por cada contenedor asignado. La población de estudio fueron 14 observaciones que se realizaron en el servicio de Pre asignación en la empresa Unimar S.A., en la cual se dio un pre-test y un post-test en un periodo de 30 días. Con respecto a la muestra se ha tomado a toda la población. Los datos fueron recogidos a través la hoja de observaciones del estudio de tiempos, la hoja de seguimiento de las actividades eficientes, la hoja de resumen de la eficiencia de los contenedores vacíos y la hoja de seguimiento para la

eficacia de los contenedores asignados. Los datos fueron procesados a través del SPSS, en el cual se aplicó la prueba Wilcoxon. La aplicación del estudio de tiempos y movimientos en los traslados de los contenedores vacíos se ha ejecutado y controlado de manera óptima en base a la aplicación de herramientas de ingeniería. Los resultados obtenidos mostraron un incremento en la productividad del 48.7 %. (Sanchez, 2017)

- Autor: Ulco Arias, Claudia, 2015. Tesis para otra el título de ingeniero industrial. Título: “Aplicación de la Ingeniería de Método en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de la mano de obra de la empresa Industrias Art Print”. Universidad Cesar Vallejo. PERÚ.

Fuente:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/182/ulco_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Recuperado: 14 de marzo del 2019.

La presente tesis buscó incrementar la productividad de la mano de obra del sistema productivo de cajas de calzado de la empresa “Industrias Art Print” en el distrito El Porvenir de la ciudad de Trujillo a través de la aplicación de la ingeniería de métodos. Se consideró una población infinita de la producción realizada por el sistema productivo de “cajas de calzado” de la empresa tomando una muestra de la productividad de dicha línea de producción de cajas de calzado; la cual se vio incrementada a través del análisis del proceso y la ideación de nuevos métodos para realizar el trabajo con el fin de aprovechar al máximo el recurso básico “el tiempo”.

El estudio permitió mejorar los procesos de Plastificado, lo cual permitió mejorar la productividad de mano de obra del sistema productivo en un 19% con respecto a la situación inicial; esto se corroboró con el análisis estadístico al comparar la productividad antes y después de las mejoras realizadas a través de la prueba T-Student para muestras pareadas obteniendo un nivel de significancia P menor a 0.05;

lo cual permitió aceptar la hipótesis de que la productividad de mano de obra obtenida después de la aplicación de la ingeniería de métodos es significativamente mayor que la productividad de mano de obra obtenida antes de ello. (Ulco, 2015)

- Autor: Vásquez Gálvez, Edwin J. 2017. Tesis para otra el título de ingeniero Textil y de Confecciones. Título: “Mejoramiento de la productividad en una empresa de confecciones sartorial a través de la aplicación de la ingeniería de método”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Industrial. PERÚ.

Fuente:

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6632/V%C3%A1squez_ge.pdf?sequence=1

Recuperado: 15 de marzo del 2019.

El presente estudio expone la aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en una empresa de confección Sartorial, al seguir con el procedimiento de la Ingeniería de métodos, se logra pasar de una situación sin control a una situación en la cual se controlan los métodos de confección; pues, los sastres se adaptan al método estandarizado para realizar las actividades del proceso, se deja constancia de ello en el diagrama de operaciones, diagrama de flujo y diagrama de recorrido. Mediante el diseño de métodos se identifican 137 actividades que conforman el proceso, y con fundamento en el marco teórico, se aplica el procedimiento para la ejecución del estudio de tiempos con el cual se logra descomponer las actividades en elementos, se realiza el cronometraje de los elementos y luego de un cálculo y procesamiento de los datos se obtiene un tiempo estándar de 306.86 minutos.

A partir del tiempo estándar, se determina que la capacidad disponible de producción es de 122 sacos por mes, además según registros de producción real, la eficacia es de 88% y la eficiencia del proceso es de 80%, durante el primer cuatrimestre del presente año, finalmente se

concluye que la productividad en la empresa de confección Sartorial del estudio, se mejora en un 27% y con ello la producción en un 21% con respecto al año anterior. (Vásquez, 2017)

- Autor: Mallqui Crisante, Lyz K, 2018. Tesis para otra el título de ingeniero industrial. Título: “Aplicación de la metodología Six Sigma para reducir la merma de Scrap en el proceso de fabricación de sacos de polietileno”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Industrial. PERÚ.

Fuente: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/10115>

Recuperado: 15 de marzo del 2019.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de plásticos, en la línea de sacos de polipropileno. En el diagnóstico se observó una gran dificultad para disminuir el porcentaje de merma de scrap; en el año 2016 se obtuvo 5.5% y en el primer semestre del 2017, 5%; siendo sólo una mejora del 0.5%. En ese sentido, se propone implementar la metodología Six Sigma como estrategia de mejora continua, la cual se desarrolla en cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC). El tipo de investigación es aplicada y hace una referencia al nivel descriptivo – explicativo. Luego de la implementación de la metodología Six Sigma, se concluye que el 85% de la merma de scrap se generan en los procesos de extrusión y telares, por lo cual, la estrategia Six Sigma se implementó en cada proceso, dando como resultado la disminución del porcentaje de merma de scrap, en el segundo semestre de 2017 fue de 3.8% y en el primer semestre de 2018 fue de 3.7%, logrando un ahorro de 117 mil dólares anuales. (Mallqui, 2018)

- Autores: Peláez, K. A & Payan J.L (2015). Artículo: “Los diferentes problemas en las líneas de producción de una empresa de alambique y propuestas de solución mediante el balance de las líneas”. Revista de Ingeniería Industrial. Vol. 17. N° 1325. Mayo 2015. Madrid-ESPAÑA.

En el presente documento el autor buscó proponer una herramienta didáctica para la explicación de conceptos alrededor del balanceo de línea. El montaje logra discutir también un segundo escenario donde se explica una metodología para el balanceo de línea denominada Bucket Brigades. Este es un método eficiente que tiene pocas aplicaciones prácticas en Colombia debido a que es bastante nuevo y poco conocido por la comunidad Académica; razón por la que el presente documento también busca difundir el método como alternativa a la consecución de los objetivos de balanceo de línea. (Peláez, 2015)

- Autores: Ovalle Castiblanco, O. & Ocampo Lopez, J. & Reyes Figueroa, M. (2016). Artículo: “Estudio de movimientos en la recolección manual de naranjas en Caldas, Colombia”. *Ingeniare*, N° 21, pp. 45-56, 2016.

En Colombia, el sector agrícola presenta dificultades en la integración de tecnologías, específicamente en la recolección manual; este es el caso de los cítricos en Caldas. Este estudio aplicó técnicas de Ingeniería de Métodos en la recolección manual de naranjas, en una finca localizada en Arauca, Caldas, con el fin de comprender la operación de recolección con miras a su estandarización. Los resultados permitieron determinar los elementos que conforman la operación; los movimientos realizados en el surco, las ramas, el árbol y los micromovimientos o therbligs; se identificaron además los movimientos eficientes e ineficientes que pueden ser empleados para el diseño de herramientas, la estandarización del proceso de recolección y la definición de normas de competencia laborales que son aspectos fundamentales para la competitividad del sector cítrico. (Ovalle, C; Ocampo, L., Reyes, F., 2016)

- Autores: Ramirez, C.A. (2016) Artículo original organización del trabajo y de la producción. “Tiempos en la recolección manual tradicional de café”. *Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XXXVII/No. 2/mayo-agosto/2016/p. 114-126*

Para la estandarización de los tiempos en el proceso de recolección de manual de café se aplicaron técnicas de ingeniería de métodos que permitieron identificar los elementos que conforman el proceso; valorar el ritmo; estimar los suplementos fijos y variables influyentes y definir el tiempo estándar. Este estudio consideró además un análisis de los micromovimientos o therblighs del proceso indispensable en la evaluación de desempeño del recolector y la definición del tiempo estándar del ciclo de recolección. La técnica videográfica fue empleada para la captura de información en campo durante la recolección de café con el sistema tradicional.

Los tiempos estándar y los factores de desempeño en términos de indicadores de rendimiento y calidad brindan información para el monitoreo, control y toma de decisiones en las fincas cafeteras. Los elementos anteriores contribuyen al establecimiento de planes de entrenamiento y formación de recolectores de café. (Ramirez, 2016)

- Autores: Roncancio Ávila, M.N., Reina Moreno, D.K., Hualpa Zuñiga, D. M., Felizzola Jimenez, H.A., (2017) Artículo de investigación científica. “Utilización de curvas de aprendizaje e intervalos de confianza en un estudio de tiempos para el cálculo de tiempo estándar”. INGE CUC, vol. 13, no. 2, pp. 18-27, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.13.2.2017.02>.

El presente artículo explora el uso de curvas de aprendizaje e intervalos de confianza en un estudio de tiempos llevado a cabo en una línea de ensamble a escala durante una práctica de laboratorio en la Universidad de La Salle. El objetivo fue mostrar la utilización de intervalos de confianza y curvas de aprendizaje para la identificación de procesos estables y posterior estandarización de los tiempos de los mismos.

La metodología empleada consta de dos fases, así, en la primera fase para el análisis del estudio de tiempos, se hace el cálculo del número de ciclos, la depuración de datos atípicos y el uso de las curvas para determinar los procesos aptos para la estandarización; y en la segunda

fase, es decir, el establecimiento de tiempos estándar, se realiza el cálculo de los tiempos estándar. El análisis permitió determinar que solo es posible estandarizar dos de los cinco procesos del sistema objeto del estudio debido a la variabilidad que estos presentaban. El Proceso debería ser estandarizado solamente si presenta un comportamiento estable en cuanto al ritmo normal de trabajo, el cual se pone en evidencia con la curva de aprendizaje; de no ser así, se obtendrán tiempos estándar parciales. (Roncancio, 2017)

2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

➤ Ingeniería de Métodos

Muchos autores tienen definiciones relacionadas a las prácticas de la ingeniería industrial. Así tenemos a:

Niebel involucra a la ingeniería de métodos, el análisis de las operaciones, diseño del trabajo, simplificación del trabajo, que suelen ser sinónimos, todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción, en otras palabras, a la mejora de la productividad, sin embargo la ingeniería de método es la forma en que se define como la aquella ciencia que se encarga del diseño y desarrollo de varios centros de trabajo donde el producto será fabricado, así como encontrar la mejor forma de hacer el trabajo en dichos centros con la mejor calidad posible.

Se verá las oportunidades de ahorro a través de la aplicación de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos. (Benjamin W. Niebel; Andris Freivalds, 2014)

	Mínimo contenido de trabajo del producto	Objetivo de los métodos, estándares y diseño del trabajo
Tiempo total de operación en condiciones existentes cuando no se han puesto en práctica la ingeniería de métodos, estándares y el diseño del trabajo	1. Contenido del trabajo adicional por defectos en el diseño, especificaciones	Oportunidades de ahorro a través de la ingeniería de métodos, estándares y diseño del trabajo.
	2. Contenido de trabajo adicional a un diseño de trabajo y métodos de manufactura ineficientes, lo cual incluye la puesta en marcha, herramientas, condiciones de trabajo, disposición del lugar y economía de los movimientos.	
	3. Tiempo adicional debido a problemas de la administración, pobre planeación, control deficiente de inventarios, pobre programación y deficiente supervisión.	
	4. Tiempo adicional debido a problemas del trabajador, lo cual incluye trabajar a un menor ritmo que el normal o hacer uso excesivo de las tolerancias.	

Figura 09: Tiempo total de operación

Fuente: Niebel, B.W. (2014). Pág. 4

En la Figura 09: Tiempo total de operación se describe el tiempo total que incurren en una operación, se observa los tiempos considerados como desperdicios por diferentes problemas en la planta.

El autor Peralta nos da una definición más exacta en relación al desarrollo evolutivo de la ingeniería de método:

La palabra ingeniería proviene del término en inglés engine (es decir, motor o máquina) y esta a su vez del término latin ingenium, que se define como disponer de un talento natural; de ahí viene engineer, en inglés; ingeniero, en español. Por deducción, se considera que un ingeniero es aquel que, con cierta base científica, diseña o construye máquinas y aplica su conocimiento e inventiva para cambiar condiciones y mejorar procesos en bien de la organización y su comunidad. La ingeniería es, entonces, la profesión que, con base en un conjunto de conocimientos obtenidos mediante el estudio de las ciencias naturales y las matemáticas, y con la práctica y experiencia adquiridas de la aplicación tecnológica, propone la transformación de una idea en la realidad por medio de técnicas, diseños y modelos, todo esto para satisfacer las necesidades de la población. (López, 2013)

A continuación, se detalla los pasos a seguir y aspectos para poder hacer un estudio de método de tal manera que logremos mejoras en los procesos en las industriales de manufactura:

Según Niebel, debido a la ingeniería de métodos la mejora en la productividad nunca terminaran siempre están en constante mejora continua con las herramientas que son muy aplicativas a todo el sistema productivo. Se presenta las principales etapas de un programa de ingeniería de método.

1. *Seleccione el proyecto:* Por lo general, los proyectos seleccionados representan nuevos productos o productos que representan un alto costo de manufactura y una baja ganancia, también los productos que

actualmente presentan dificultades para conservar la calidad y tienen problemas para ser competitivos, son proyectos actos para aplicar ingeniería de métodos.

2. *Obtenga y presente los datos:* Integre todos los hechos relevantes relacionados con el producto servicio, esta tarea incluye diagramas y especificaciones, cantidades requeridas, requerimientos de entregas y proyecciones de la vida anticipada del producto o servicio, con esta información se hace el análisis y estudio, en esta etapa, el desarrollo de las gráficas de proceso es de mucha utilidad.
3. *Analice los datos:* Utilice los principales métodos de análisis de operaciones para decidir que alternativa dará como resultado el mejor producto o servicio. Dichos métodos principales incluyen el propósito de la operación, el diseño de las partes, las tolerancias y especificaciones.
4. *Desarrolle el método ideal:* Seleccione el mejor procedimiento para cada operación, inspección y transporte considerando las diversas restricciones asociadas a cada alternativa, entre ellas la productividad, la ergonomía y las implicancias sobre la salud y seguridad.
5. *Presente e implemente el método:* Explique el método propuesto a detalle a las personas responsables de su operación y mantenimiento. Tome en cuenta todos los detalles del centro de trabajo con el fin de asegurar que el método propuesto ofrezca los resultados planeados.
6. *Desarrolle un análisis del trabajo:* Lleve a cabo un análisis del trabajo del método instalado con el fin de asegurar que los operadores sean seleccionados, entrenados y recompensados adecuadamente.
7. *Establezca estándares de tiempo:* Determine un estándar justo y equitativo para el método instalado.
8. *Dele seguimiento al método:* A intervalos regulares, audite el método instalado con el fin de determinar si se está alcanzando la productividad y la calidad planeada. (Benjamin W. Niebel; Andris Freivalds, 2014)

Una de las razones de estudiar la ingeniería de método es para mejorar el rendimiento organizacional según menciona Palacios y mencionan a los siguientes motivos:

- Deficiencia y cambios frecuentes del diseño.
- Desperdicio de materiales.
- Normas incorrectas de calidad.
- Mala localización, disposición y utilización del espacio.
- Inadecuada manipulación de los materiales.
- Interrupciones al pasar de una operación a otra.
- Procedimientos y métodos de ejecución inadecuados
- Averías frecuentes de máquinas, equipos y herramientas utilizadas.
- Diseños inadecuados de puestos de trabajo.
- Falta de preparación de las actividades a realizar.
- Abastecimientos inoportunos.
- Absentismo y falta de puntualidad.
- Dirección incorrecta.
- Mala calidad de los ejecutantes.
- Riesgos de accidentes y lesiones profesionales.
- Ambiente conflictivo.
- Bajas retribuciones percibidas.

Esta lista de causas de ineficiencias y desperdicios, es el inicio para identificar cual es la mejor manera de asegurar mejores resultados. Este es el objetivo del estudio de ingeniería de métodos, movimientos y tiempos de trabajo. (Palacios, 2010)

En resumen:

La ingeniería de método es el análisis sistemático a fondo de todas las operaciones directas e indirectas con el fin de implementar mejoras que permitan que el trabajo se desarrolle más fácilmente, en término de salud y seguridad del trabajador y permite que éste se realice en menos tiempo con una menor inversión por unidad. (Benjamin W. Niebel; Andris Freivalds, 2014)

De acuerdo a otro autor, podemos agregar respecto al estudio de método:

Nos indica García, la ingeniería de método ayuda notablemente a mejorar la productividad.

Productividad

Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. La fabricación de artículos a menor costo, a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y máquinas. Se puede aumentar productividad:

1. Aumentar el producto y mantener el mismo insumo
2. Reducir el insumo y mantener el mismo producto
3. Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

Por tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista

1° = Producción / Insumos

2° = Resultados logrados / Resultados empleados (García, 2005)

Indicadores de Productividad

Eficacia: Implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos.

Eficiencia: Es la capacidad disponible en horas-hombre y horas-máquina para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente.

Las causas de tiempos muertos tanto en horas-hombre como en horas máquina, son los siguientes:

- Falta de material
- Falta de personal

- Falta de energía, Manufactura, Mantenimiento, Producción, Calidad
- Falta de información

Condiciones de Trabajo

Es uno de los aspectos primarios antes de mejorar un trabajo, se deben crear las condiciones adecuadas para realizar el trabajo, que permita a los obreros ejecutar sus tareas sin fatiga innecesaria.

Las malas condiciones de trabajo figuran entre las principales causas productoras de tiempo improductivo, las condiciones que se deben tener para hacer un buen trabajo son:

- Limpieza, agua potable e higiene,
- orden, calidad e intensidad de iluminación,
- ventilación, calefacción, y refrigeración,
- acondicionamiento cromático, ruido y vibraciones y
- música ambiental.

La productividad, y los indicadores de productividad nos ayudan a medir el performance de todas las operaciones mediante el estudio de las operaciones. (García, 2005)

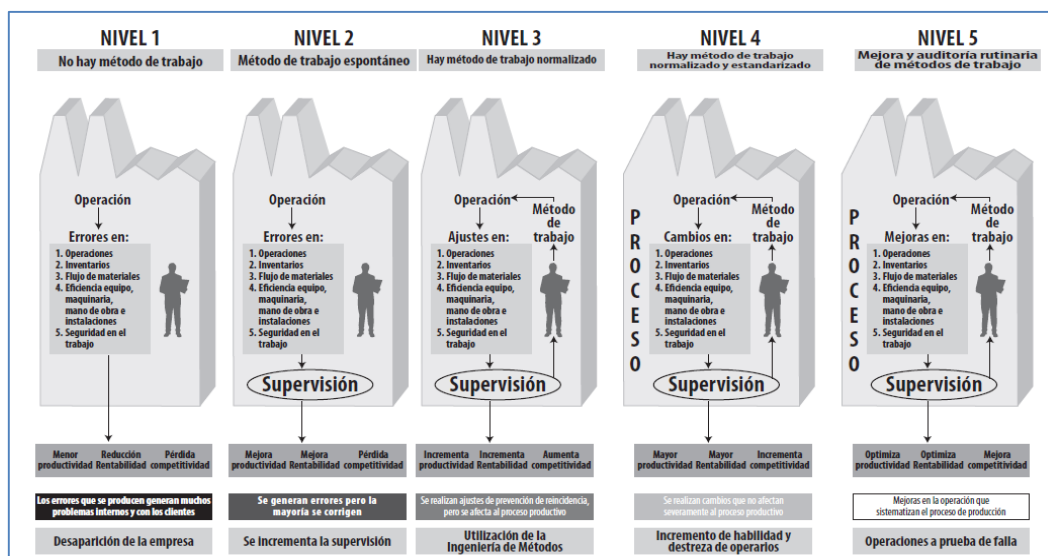


Figura 10: Niveles de innovación en los sistemas productivos, para lograr el objetivo de incrementar la rentabilidad económica y la seguridad a través del método de trabajo.

Fuente: López (2014). Pág. 09

Como podemos observar en la Figura 10, vemos los niveles de innovación que han tenido los sistemas productivos a través de las mejoras de los métodos de trabajo, lo cual nos demuestran claramente que estos influyen cabalmente en la rentabilidad económica y la seguridad del trabajo. También se observa en la Figura 10, cómo han evolucionado los sistemas productivos en las líneas de manufactura y como la ingeniería de método cumple un rol preponderante en ese desarrollo.

➤ **Estudio de métodos**

Según Garcia, el estudio de métodos de una tarea es la investigación sistemática de las operaciones que la componen, su tipología, materiales y herramientas utilizadas. El estudio de métodos divide y desglosa la tarea en una parte razonable de operaciones. De esta manera se entiende mejor cómo se ejecuta la tarea y permitiendo unificar un método operativo para todos los implicados en su ejecución. Además, es el punto de partida para su mejora. No obstante, se hace notar que el hecho de describir un método operativo ya es una mejora que probablemente sea la más importante. (García, 2005)

Es necesario para poder realizar el estudio de método es necesario hacer un análisis de todos los métodos que se utilizan para la manufactura de un producto, por tanto se detalla este análisis:

Análisis de métodos

Según Kanawaty se utilizan diferentes herramientas para poder hacer el estudio analítico y estos son los diferentes gráficas que ayudan a encontrar y proponer mejoras de solución. (Kanawaty, 2005)

1. Gráfico o diagrama de proceso (cursograma)

Es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden las principales operaciones e inspecciones. Los símbolos se observan en la Figura 11:



Operación	Inspección
	

Figura 11: Simbología del diagrama de procesos
Fuente: Elaboración propia

En la 12, se observa las dos simbologías de procesos que sirve para representar las diferentes operaciones y evaluaciones.

2. El cursograma analítico

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo correspondiente. Se aplica a:

- El operario: Diagrama de lo que hace la persona.
- El material: Diagrama de lo que ocurre al material.
- El equipo o maquinaria: Diagrama de uso.



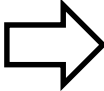


Operación	Inspección	Transporte	Almacenamiento	Espera
				

Figura 12: Simbología del diagrama de procesos analíticos
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 12, se enumeran a todos los símbolos utilizados para hacer un diagrama de flujo o un diagrama de operaciones.

3. Diagrama bimanual

Es un cursograma en que se consigna la actividad de las manos del operario indicando la relación entre ellas

4. Diagrama de actividad o DAP o cursograma de actividades

Es un gráfica en donde se detalla todas las actividades o tareas que tienen un proceso con la finalidad de analizar y buscar los elementos que tienen o no tienen valor y nos puede servir para

proponer mejoras agrupando actividades, también se detalla el uso de recursos para cada tarea

5. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido consiste en un plano (preferentemente a escala) de la planta o área de trabajo, que cuenta con la correcta ubicación de las máquinas. Esto permite trazar y analizar los movimientos de los productos y/o componentes. (Kanawaty, 2014)

Otro aspecto importante es el Diagrama de Spaguetti:

El diagrama de Flujo de Valor estableció los flujos de información y producción de la cadena de valor. Además, se identifican indicadores básicos, como los tiempos de ciclo, porcentaje de ocupación de maquinaria y mano de obra utilizada, lo que a la vez permite visualizar oportunidades de mejora.

Con el fin de poner en evidencia los traslados de materia prima y productos semielaborados, se confeccionó un Diagrama Spaguetti que ayuda a comprender los desplazamientos que tienen lugar en la planta. En este tipo de diagramas se trazan líneas sobre el layout de la planta, que muestran las rutas que se siguen para confeccionar el producto. (Villalobos, 2016)

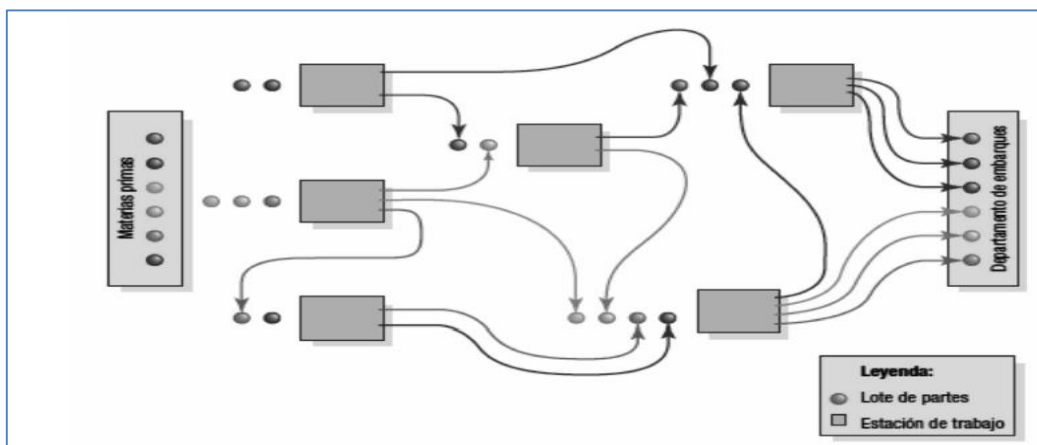


Figura 13: Diagrama de Spaguetti.

Fuente: Mejora de procesos productivos mediante lean manufacturing, (2016). pag.33

Como se observa en la Figura 13 se presenta el diagrama de spaghetti el cual nos permite encontrar desperdicios de recorridos que pueden darse durante la ejecución de unos procesos de manufactura.

De la misma manera Niebel, nos habla de las herramientas de registro y análisis como son:

- a. Diagrama de Proceso: En otra definición, muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado.
- b. Diagrama de Flujo del proceso: Es la representación con mucho más detalle que el diagrama de proceso. Como consecuencia no se aplica a todos los ensambles, si no a cada componente de un ensamble, es muy útil para registrar los costos ocultos no productivos como por ejemplo las distancias de recorrido, los retrasos y los almacenamientos temporales, una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para reducirlos y por ende reducir también sus costos.
- c. Diagrama Proceso Hombre-Máquina: Se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. El diagrama muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina, estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina.
- d. Diagramas de Procesos de Grupo: Es una adaptación del anterior, determina el número de máquinas más económico que un trabajador puede operar, busca simplificar los tiempos ociosos de las maquinas por ciclo de trabajadores. (Benjamin W. Niebel; Andris Freivalds, 2014)

Niebel, nos habla también de herramientas cuantitativas muy potentes para utilizar como herramienta de diagnóstico y propuestas de mejoras en función a ciertos tipos de servicios:

- e. Servicio Sincrónico: La asignación de más de una máquina a un operador casi siempre resulta un caso ideal, donde tanto la máquina como el operador están ocupados durante todo el ciclo.
- f. Servicio Aleatorio: Son aquellos caso en los que no se conoce cuándo se debe proporcionar servicio o cuánto tiempo dura el servicio a un equipo. (Benjamin W. Niebel; Andris Freivalds, 2014)

Otro aspecto importante dentro de la ingeniería de método es la determinación de tiempos para la ejecución de una determinada tarea para eso es necesario realizar el estudio de tiempos.

➤ **Estudio de métodos**

Según Noriis en *Methodology of study of time and movement, Intoduction to the GSD*, el estudio de tiempo y movimiento es una técnica de gran ayuda para las empresas, el cual no es valorado actualmente. Esta supone un valor importante para conseguir un trabajo de manera eficiente y eficaz. (Noriis, 2018)

El estudio de tiempo y movimiento va dirigido a la mejora de la productividad y fue utilizada desde los siglos XIX. El GSD proporciona un enfoque al área de manufactura en donde se establecen tiempos de fabricación consistentes los cuales reducen los costes de la misma. El estudio de tiempo y movimiento tiene como objetivo lo siguiente:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costes.
- Proporcionar un producto que sea cada vez más confiable y de alta calidad.

- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes. (Noriis, 2018)

Existen diversas técnicas y metodologías para la medición del tiempo en esta investigación sólo detallaremos la determinación del tiempo mediante cronómetro:

En la Figura 14 siguiente se observa todas las variables en la que se puede aplicar herramientas del estudio de método para mejorar el rendimiento.

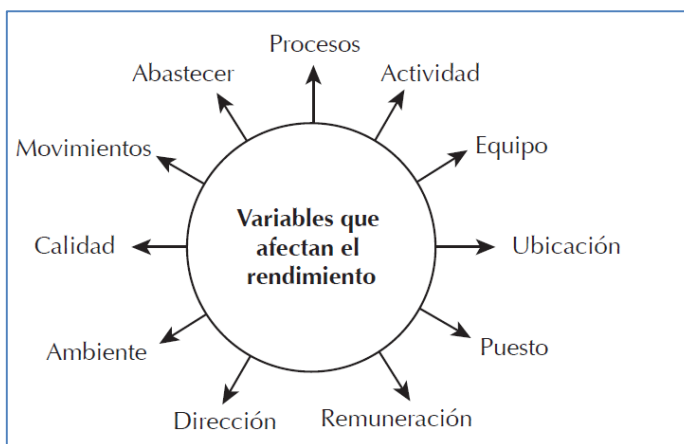


Figura 14: Variables que afectan rendimiento y resueltos con estudio de métodos
Fuente: Palacios Acero, L. (2014). Pág. 14

Metodología para la técnica de medición de tiempo con cronometro

Según Kanawaty:

Se debe seguir los siguientes pasos:

- **Identificación de las Operaciones:** Se hará un reconocimiento a las operaciones y actividades, en el proceso de envasado y acabado.
- **Seleccionar al trabajador representativo del grupo de trabajo:** Es importante antes de aplicar las técnicas de medición elegir al trabajador que cumpla con casi o todos los atributos requeridos en el área de trabajo.
- **Medición (cronometro vuelta a cero):** Para la toma de tiempos se dará inicio a la actividad a la par que el cronómetro está marcando

cero (0), dejándose que éste avance a medida que se desarrolla la actividad. (Kanawaty, 2005)

Descripción del formato de mejora

- ID de la Operación: Numeración y secuencia de la operación.
- Procesos: Actividades que agregan valor al producto terminado.
- # de operarios observados: Cantidad de trabajadores en la línea de trabajo a analizar.
- N° X de operaciones: La cantidad de unidades realizadas, en un mismo lapso de tiempo.
- Tiempos Observados: Muestra necesaria, para una probabilidad de éxito al 90% y 1.64 de nivel de confianza (distribución Normal).
- TM seg: Tiempo promedio del tiempo observado, dentro de una variación no mayor, ni menor del 20%.
- # Observaciones: Cantidad de muestras tomadas con el cronometro vuelta a cero.
- TM seg. x unid.: Tiempo promedio observado por unidad.
- Factor de Valorización (FV): Valoración, esto significa calificar el rendimiento de la actividad observada y su dificultad. (Kanawaty, 2005)

Escala				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable ¹ (km/h)
60 - 80	75 - 100	100 - 133	0 - 100 Norma Británica		
0	0	0	0	Actividad nula	
40	50	67	50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3.2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	4.8
80	100	133	100 Ritmo Tipo	Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6.4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado medio.	8.0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso", sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9.6

Figura 15: Sustento del factor de valoración
Fuente: OIT (Escala Británica)

En la Figura 15, se observa los diferentes valores de valoración para lograr determinar el tiempo estándar, esta escala es tomada en cuenta por la escala británica.

- Tiempo Normal: Tiempo valorizado, por unidad de tiempo
- Suplementos o Tolerancia: Tiempos asignados y permitidos al personal bajo ciertas condiciones laborales

Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos

	H	M		H	M
1. suplementos constantes					
- suplemento por necesidades personales	5	7	E. Calidad de aire (factores climáticos inclusive)		
- suplementos básicos por fatiga	4	4	- buena ventilación o aire libre	0	0
total:	9	11	- mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
			- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	15
2. suplementos variables añadidas al suplemento básico por fatiga					
A. suplemento por trabajar de pie					
	2	4	F. tensión visual		
			- trabajos de cierta precisión	0	0
			- trabajos de precisión o fatigosos	2	2
			- trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
B. suplemento postura anormal					
- Ligeramente incómoda	0	1	G. Tensión auditiva		
- Incómoda inclinado	2	3	- Sonido continuo	0	0
- Muy incómoda (echado-estirado)	7	7	- Intermitente y fuerte	2	2
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)					
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg)			- Intermitente y muy fuerte	3	3
2,50	0	1	- Estridente y fuerte	5	5
5,00	1	2	H. Tensión mental		
7,50	2	3	- Proceso bastante complejo	1	1
10,00	3	4	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
12,50	4	6	- Muy complejo	8	8
15,00	6	9	I. Monotonía mental		
17,50	8	12	- Trabajo algo monótono	0	0
20,00	10	15	- Trabajo bastante monótono	1	1
22,50	12	18	- Trabajo monótono	4	4
25,00	14	---	J. Monotonía física		
30,00	19	---	- Trabajo algo aburrido	0	0
40,00	33	---	- Trabajo aburrido	2	1
50,00	58	---	- Trabajo muy aburrido	5	2
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

(H = Hombres; M = Mujeres)

Figura 16: Ejemplo de sistema de suplementos por descanso
Fuente: OIT (Escala Británica)

En la Figura 16, se observa los suplementos que se pueden dar en la ejecución de las diferentes tareas, este tiempo se suma para determinar el tiempo estándar.

- Ts x unid: Tiempo estándar por unidad.
- UPH operación: Cantidad realiza, en una hora, por cada operación

- Nro. personal: Personal disponible, para un adecuado balanceo.
- Tiempos Frecuentes: Son tiempos adicionales, que se les agrega a la máquina de envasado, en busca de obtener UPH reales.
- Tiempo Frecuente por producto

Estos parámetros son muy importante para poder determinar los estudios de los métodos y el análisis mediante el estudio de tiempos. (Kanawaty, 2005)

Para Garcia, es importante en la determinación del tiempo estándar considerar todos los complementos y suplementos que nos darán un valor más acertado del valor real del tiempo en una operación u actividad.

Garcia uno de los fundamentos básicos para el estudio tiempo en los procesos de producción es la confirmación de factores que determinan desperdicios de tiempos de ciclos, o tiempos de procesos que pueden estar generando una baja productividad. Por lo tanto, el autor define primero que el estudio de métodos se secuencia tal como se observa en la Figura 17

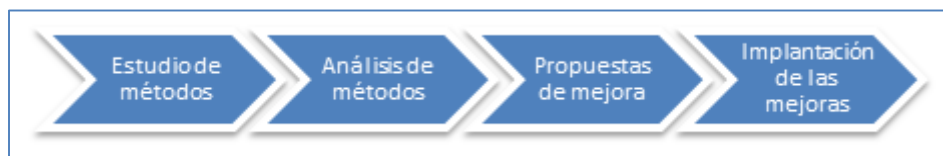


Figura 17: Etapas del estudio de métodos
Fuente: OIT (Escala Británica)

En la Figura 17, se enuncia la secuencia de actividades para lograr un estudio de mejora haciendo uso de los estudios de la ingeniería de método.

Asimismo, el paso de “Estudio de métodos”, el cual es la etapa fundamental según el autor para la investigación, debe seguir la guía mostrada en la Figura 18. (García, 2005)

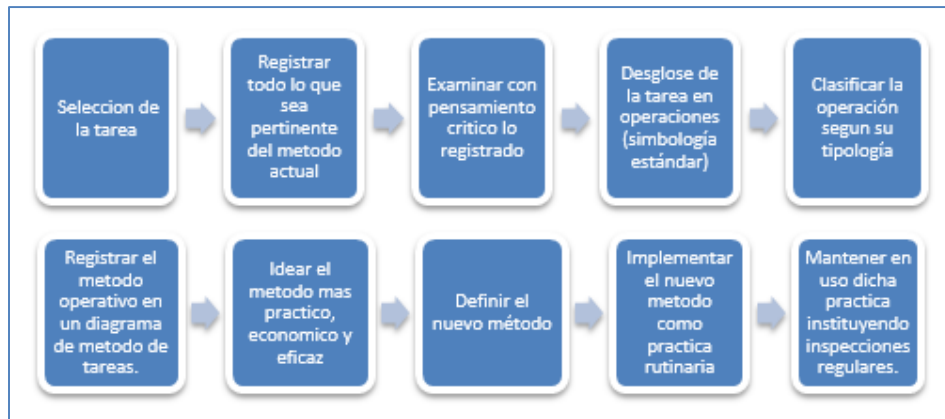


Figura 18: Guía de implementación del estudio de métodos
 Fuente: Elaboración propia, adaptada del autor

En la Figura 18, se muestra la secuencia de paso para hacer un estudio de mejora en una tarea u operación determinada.

Kanawaty en el estudio de métodos es fundamental conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos por que estos influyen en la productividad, con la premisa de que todo proceso siempre se puede encontrar las mejores posibilidades de solución frente a determinados problemas que generan desperdicios y una pérdida de la eficiencia y eficacia. (Kanawaty, 2005)

Para simplificar un método de trabajo y disminuir desperdicios se puede seguir de acuerdo al siguiente diagrama:

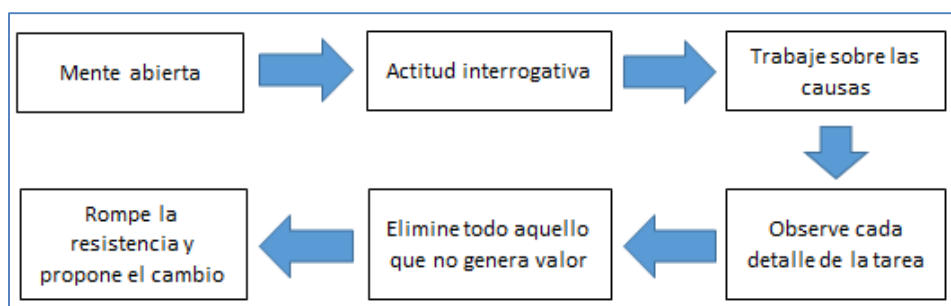


Figura 19: Simplificación para análisis de un método de trabajo
 Fuente: Kanawaty, G. (2014)

En la Figura 19, se muestra los elementos que se deben realizar para lograr una mejora en un estudio de una determinada actividad.

Las herramientas de la ingeniería de métodos que nos ayuda a poder representar y diagnosticar tareas, o actividades que no generan valor son los diagramas de la ingeniería de método como son:

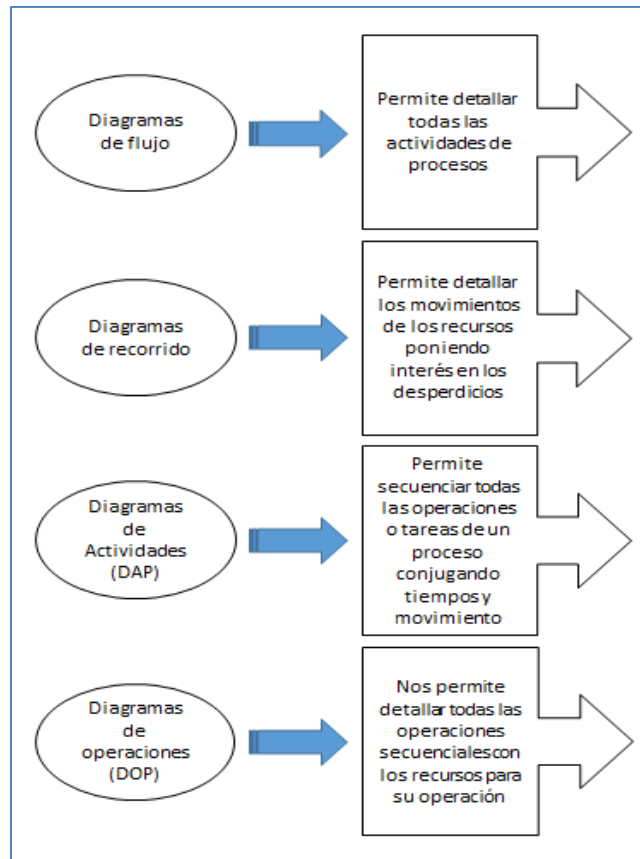


Figura 20: Herramientas de diagnóstico y análisis para propuestas de solución
Fuente: Kanawaty, G. (2014)

En la Figura 20, se muestran los diferentes diagramas que sirven para diagnosticar o graficar una determinada secuencia de operaciones, con la finalidad de buscar una mejora.

Las herramientas de la ingeniería de métodos sobre todos los diagramas sirven siempre para poder representar los diferentes análisis producto del análisis observacional. (Kanawaty, 2005)

➤ Desperdicios

Kanawaty en su libro Introducción al estudio del trabajo nos define desperdicio es cualquier elemento dentro del proceso de producción

(incluyendo áreas de servicio y administrativas) que añade costo sin valor al producto. Estas surgen de la clasificación desarrollada por Ohno (mentor y artífice del just in time), y comprende los siguientes:

- Muda de sobreproducción: Producir más de lo demandado o producir algo antes de que sea necesario.
- Muda de espera: La espera a que las maquinas hagan el proceso debe ser eliminada. En vez de maximizar la utilización de las máquinas, lo que se tiene que promover es maximizar la eficiencia del trabajador. Espera sin generar valor, en cualquier circunstancia en la producción es un aspecto en contra para la productividad.
- Muda de inventario: Es la existencia de material entre diferentes operaciones debido a lotes de producción muy grandes o de procesos con un tiempo de ciclo muy grande.
- Muda de procesos innecesarios: Tienen que ser eliminados haciéndose la pregunta, por qué un proceso es necesario y por qué un producto es producido. Todos los procesos innecesarios tienen que ser eliminados.
- Muda de transporte: No añade ningún valor al producto. En vez de mejorar el transporte, éste debe ser minimizado o eliminado cuando sea necesario, por medio de celdas de trabajo.
- Muda de movimiento: Movimiento de los trabajadores, de las maquinas o del producto.
- Muda de productos defectuosos, prevenir los defectos, en vez de buscarlos y eliminarlos.
- Desaprovechar trabajadores: No aprovechar las habilidades de la gente, por diferentes motivos. (Kanawaty, 2005)

Así mismo, otro autor nos habla del término Muda, lo cual lo define de la siguiente manera:

Muda, significa desperdicio en japonés y es todo aquello que no genera valor y se deben a que duplican tareas por parte de información compartida, tiempos muertos por papelería, excesiva subdivisión de

operaciones o tareas en un determinado proceso, excesiva cantidad de formularios, subestructura organizativa, falta de empowermant, carencia de objetivos organizacionales, averías y falta de mantenimiento a todas las máquinas y equipos de la organización, exceso de reuniones internas, proceso muy inflexibles. (Barrios, 2015)

Así mismo, estos conocimientos de muda o desperdicios para ser entendidos deben ser considerados dentro de lo que es una línea de producción:

➤ **Líneas de Producción**

Peña nos dice que una línea de producción se define como una secuencia de actividades u operaciones que están íntimamente relacionadas que utilizan las mismas herramientas de producción y comparte los mismo recursos con la finalidad de obtener un resultado o producto.

Las líneas de producción forman parte de un sistema productivo que puede ser del tipo flow shop, job show, por proyectos o por manufactura modular, está enfocado a mejorar su eficiencia elevando su productividad. (Peña, 2011)

Uno de los indicadores para confirmar mejora de los procesos es mediante el indicador de productividad:

➤ **Incremento de la productividad**

Por incremento en la productividad se entiende en el aumento en la producción por hora de trabajo, mediante el uso de técnicas como métodos de trabajo, estudio de tiempos y sistemas de compensación. (García, 2005)

Para Noriis para poder hacer un verdadero estudio de tiempo es necesario primero hacer el balance de la línea en la cual se hará el estudio de tiempo.

➤ Balance de líneas

El balance de línea es un factor crítico para la productividad de una empresa, su objetivo es hallar una distribución de la capacidad adecuada para asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos, a través de los diferentes procesos dentro de una planta, encontrando las formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones, para maximizar aprovechamiento posible de mano de obra y del equipo, y de este modo reducir o eliminar el tiempo ocioso, deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica. (Noriis, 2018)

- ✓ Cantidad: El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea, esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- ✓ Equilibrio: Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- ✓ Continuidad: Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles y la prevención de fallas del equipo. (Krick, 2004)

Dos aspectos importantes en el balance de línea son: la tasa de producción y la eficiencia. La tasa de producción es la cantidad de artículos o servicios que se realizan en cierta cantidad de tiempo, y la eficiencia está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de recursos, lo que supone una optimización. (Noriis, 2018)

Para calcular la eficiencia (E) y tiempo de ciclo (TC) de la línea se determina:

$$E = \text{Sumatoria de tiempos de tareas} / (\text{No real Estaciones} * \text{Tiempos de Ciclo})$$

$$TC = t_{\text{produc.}} \cdot \text{Disponibile por día} / \text{Unidades requeridas por día}$$

Es estudio de despeje de línea ayuda a tener un mejor uso de los recursos disponibles mejorando la productividad de toda línea de producción. (Noriis, 2018)

Según con otro autor respecto al balance de línea:

Según Niebel, el Balance de línea se define de la siguiente manera:

Balance de Línea: Es determinar el número ideal de operadores que se deben asignar a una línea de producción o a una estación de trabajo, el diagrama de proceso de grupo puede ayudar a resolver ambos problema, para lo cual se debe considerar que la velocidad de producción depende del operador más lento. La eficiencia de la línea puede calcularse como la relación entre la cantidad de minutos estándar reales y el total de minutos estándar permitidos. Para identificar la operación más lenta, dividimos el número estimado de operadores entre los minutos estándar asignados a cada una de las operaciones. (Benjamin W. Niebel; Andris Freivalds, 2014)

➤ **Línea de producción en la industria cosmética**

Para Arévalo se conoce como la producción de la línea Cosmética a concepto de valor cosmético:

El concepto de cadena de valor se menciona como una dirección estratégica de una empresa, a nivel de unidad de negocio, determinará formas alternas de articulación de las actividades entre los distintos eslabones y seleccionará las que mejor contribuyan a diferenciar sus productos o a reducir sus costos en la industria cosmética.

De acuerdo a lo que dicen los autores la cadena de valor es una herramienta metodológica para el análisis de todas aquellas estaciones

y eslabones que se interrelacionan unos con otros y cada una de ellas contribuye o aporta al cumplimiento de los objetivos estratégicos, todos los grupos de interés o stakeholder están íntimamente relacionados. (Arevalo, 2013)

➤ Principales operaciones en la industria cosmética

Salvador en su libro “Análisis of cosmetic products define las principales operaciones que se dan en los procesos de fabricación de los productos cosméticos son los siguientes:

- **EMULSIONACIÓN:** Consiste en agitar una mezcla agua/aceite/surfactante o emulsificante, con un artefacto mecánico que provoque turbulencia, el resultado de la operación depende de la naturaleza y las proporciones de las fases.
- **HOMOGENIZACIÓN:** Es una operación unitaria común en los procesos de cosméticas con lo cual se logran adicionar varios insumos y con agitación se pueden obtener sistemas monofásicos, es muy importante considerar la velocidad de disolución de los insumos.
- **FILTRACIÓN:** La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosas que escurre a través de un medio poroso.
- **DOSIFICACIÓN:** Puedo definir que esta operación consiste en el llenado del granel en su envase primario, la cantidad de masa o volumen a ser llenado puede ser regulado por un sistema electro-neumático, el cual las válvulas bajo el principio de desplazamiento de las levas logran ocupar un espacio que representa el volumen o la masa a llenar.
- **TAPADO:** Defino esta operación en una actividad que consiste en colocar de modo automático o manual el accesorio que logrará hermetizar el envase primario.
- **ETIQUETADO:** Se define esta operación en una actividad que consiste en adicionar al envase primario la etiqueta, donde se encuentra la información del rotulado del producto.

- **ESTUCHADO:** Consiste en colocar el envase primario en su envase secundario, este proceso puede realizarse de modo automático o de modo manual.
- **LOTIZADO-IMPRESIÓN:** Se define esta operación unitaria como aquella actividad que consiste en colocar mediante una impresión injeck el lote y vencimiento tanto al envase primario, como al envase secundario.
- **EMBALADO:** Operación que consiste en colocar los productos terminados en cajas muy bien estilizadas a medida de cada producto terminado.

Estas operaciones pueden ser generadoras de desperdicios en cada estación de trabajo. (Salvador, 2011)

➤ **Técnicas de la Ingeniería de Métodos**

Al mencionar las técnicas de la Ingeniería de Métodos y Tiempos, se está haciendo referencia a sus herramientas, las cuales suelen ser las mismas en los libros, siendo sus nombres los que cambian según el autor, pero conservando su utilidad y enfoque. (Correa, 2012)

En el cuadro siguiente se muestra como un resumen de todas las herramientas muchas de las cuales fueron utilizados en este estudio.

En la Figura 21 se muestra las diferentes herramientas de la ingeniería industrial que se utilizan para ser empleadas en un estudio con la finalidad de aumentar la productividad, o para eliminar los desperdicios que se encuentran muy visibles o se encuentran ocultos en una organización.

En la Figura 22, se muestran todas las herramientas de la ingeniería de tiempos que nos sirve para demostrar en que tanto tiempo puede ejecutarse una determinada tarea, y este valor que le llamamos tiempo estándar o tiempo de ciclo es importante para que los operadores puedan controlar sus operaciones además que sirve para poder planificar las operaciones de planta.

Ingeniería de Métodos	
Diagrama de procesos	Cursograma que incluye las operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Diagrama de operaciones	Cursograma que incluye la secuencia de operaciones e inspecciones de un trabajo o actividad (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Diagrama de recorrido	Plano a escala que muestra la continuidad y los flujos de los elementos en el proceso productivo (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Diagrama de hilos	Plano a escala en el que se sigue con un hilo el recorrido del material o del operario (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006).
Diagrama de actividades múltiples	Registra las respectivas actividades de varios objetos de estudio (máquinas u operarios) según una escala de tiempo común (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006).
Diagrama bimanual	Describe la operación realizada por cada mano en una escala de tiempo común (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Diagrama hombre – máquina	Permite conocer paralelamente las actividades realizadas por un operador y su(s) máquina(s) a cargo. (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Gráfico de trayectoria	Cuadro donde se consignan datos cuantitativos sobre los movimientos de trabajadores, materiales o equipo entre cualquier número de lugares durante cualquier periodo dado de tiempo (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Economía de movimientos	Lista de principios creados en 1964 por Gilbreth y Barnes en cuanto a: el uso del cuerpo humano, la disposición y estado del lugar de trabajo; y el diseño de las herramientas o aparatos (Alford, Bangs, & Hageman, 1992)
Estudio de micromovimientos	Estudio de los movimientos a mayor detalle, descomponiendo las operaciones en elementos o movimientos básicos conocidos como therbligs (Meyers, 2000). Usualmente emplean cámaras de cine o de videograbación (Mundel).
Análisis de operaciones	Procedimiento que involucra una actitud interrogativa sobre aspectos como la finalidad de las operaciones, el diseño de las piezas, los materiales y su manipulación, las condiciones de trabajo (ventilación, iluminación, biometría, ergonomía, etc.), entre otros (Maynard, 1991).

Figura 21: Herramientas de la ingeniería de métodos

Fuente: Correa (2012), pág. 100.

Ingeniería de Tiempos	
Muestreo del trabajo	Estima el porcentaje del tiempo total, empleado por una persona en una actividad, a través de observaciones hechas al azar y analizadas estadísticamente (Vaughn, 2000).
Cronometraje	Medición del tiempo que requiere un operador calificado y a un ritmo normal para realizar cierta actividad, por medio de un cronómetro (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006).
Sistemas de estándares de tiempos predeterminados (PTSS)	Utilización de tablas que tienen estimaciones de los tiempos según los movimientos básicos o therbligs (Krick, 1999) y que se llevan a cabo durante un fase de plantación (Meyers, 2000). Existen diferentes técnicas como: MTM (Methods time measurement), MOST (Maynard Operacional Sequence Technique), MODAPTS (Modular Arrangement of PTS), Work-Factor, etc. (Hicks, 1999).
Datos estándares	Tiempos tomados de bases de datos de estudios de tiempos pasados (Meyers, 2000).
Según expertos	Son datos por la opinión experta de una persona con experiencia (Meyers, 2000).

Figura 22: Herramientas de la ingeniería de Tiempos

Fuente: Correa (2012), pág. 100.

2.4. Definición de términos básicos

➤ Definición de proceso

Cuatrecasas manifiesta que un proceso es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. Los procesos son dispositivos de procedimiento diseñados para mejorar la productividad, para implantar un orden o descartar problemas. Este proceso puede emplearse en una gran variedad de ámbitos, como el jurídico, informático o el empresarial. Cabe resaltar que los procesos son ante todo procedimientos proyectados para el servicio del ser humano como una manera definida de accionar.

Es muy claro lo que plantea Cuatrecasas, pero adicionalmente el aporte de la ingeniería industrial a la definición de procesos como el flujo direccional de entradas, que por una secuencia de operaciones y actividades se transforman estas entradas agregándose valor para dar como resultados a salidas o productos, en cada etapa de este flujo se determinan controles y se miden mediante indicadores de eficiencia y eficacia. (Cuatrecasas, 2010)

➤ Definición de Desperdicios

Se define como desperdicio todo aquel costo que se adiciona a una tarea, actividad u operación el cual agrega costo sin generar valor, por lo cual resulta negativo para la productividad. (López, 2013)

➤ Definición de Laboratorio cosmético

Es aquella industria donde se realizan operaciones de manufactura con productos que sirven para embellecer, eliminar olores, acondicionadores de la piel y limpiadores de la piel. (Cuatrecasas, 2010)

➤ Definición de Ingeniería de Métodos

Es la rama de la ingeniería industrial que se encarga de estudiar al detalle los diferentes métodos de trabajo y las tareas que tiene una organización

con la finalidad de mejorarlo y determinar estándares que pueden influenciar favorablemente en la productividad, para este estudio mediante la observación se hace uso de formatos y diagramas que sirven para la toma de datos y el análisis, determinar el modo más óptimo para realizar una tarea en el menor tiempo posible y con el menor número de recursos es uno de los principales objetivos de la ingeniería de métodos. (Kanawaty, 2005)

2.5. Fundamentos teóricos y/o mapa conceptual

La investigación se fundamenta en el conocimiento básico de procesos en la industria Cosmética hasta lograr un conocimiento específico de las herramientas de la ingeniería de método para lograr disminuir los diferentes desperdicios que manifiesta Kanawaty y Garcia. Se presenta la siguiente Figura 23 donde se plantea el mapa conceptual de la investigación.

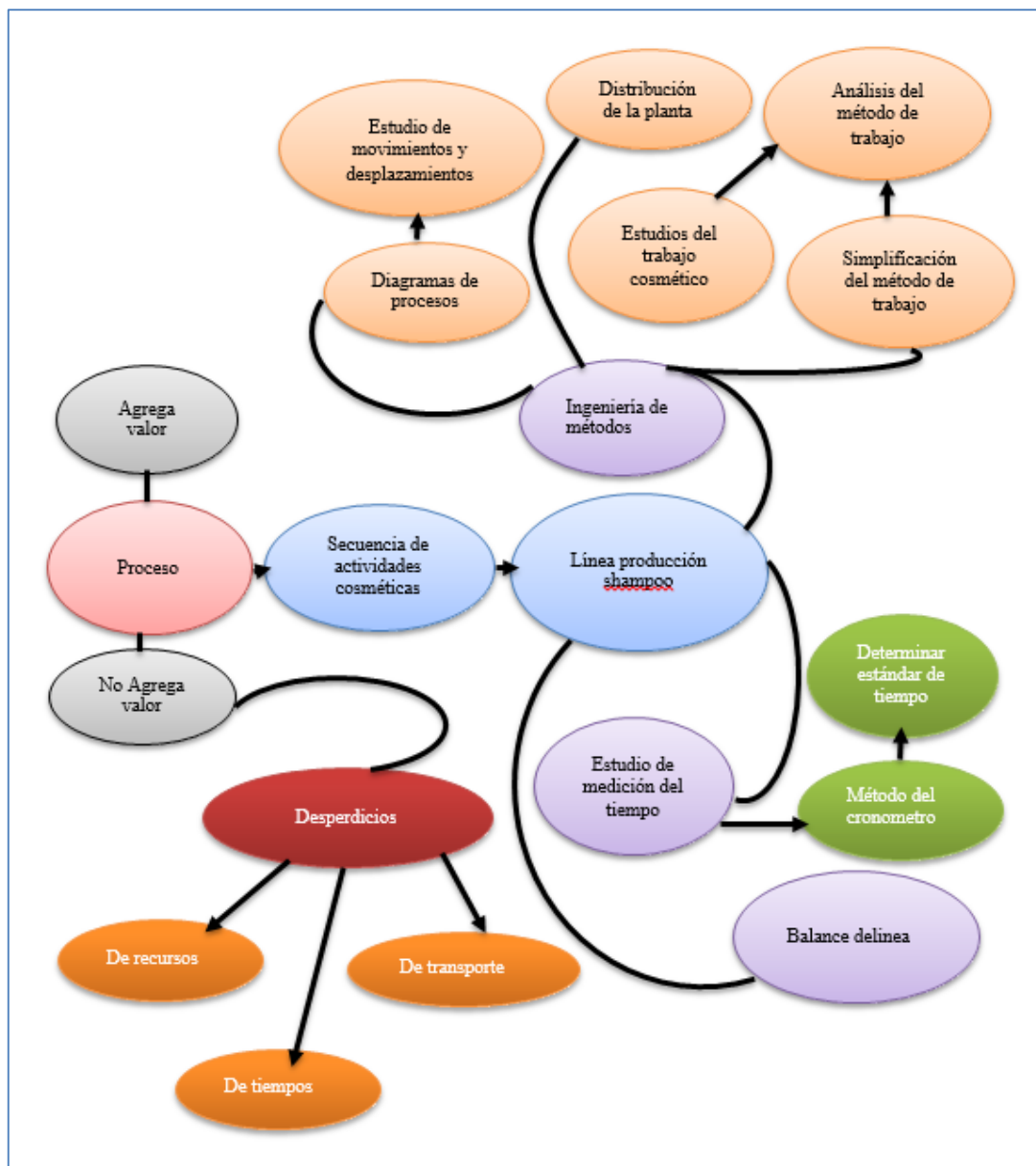


Figura 23: Fundamento Teórico y Mapa conceptual de la investigación
Fuente: Kanawaty, G. (2014)

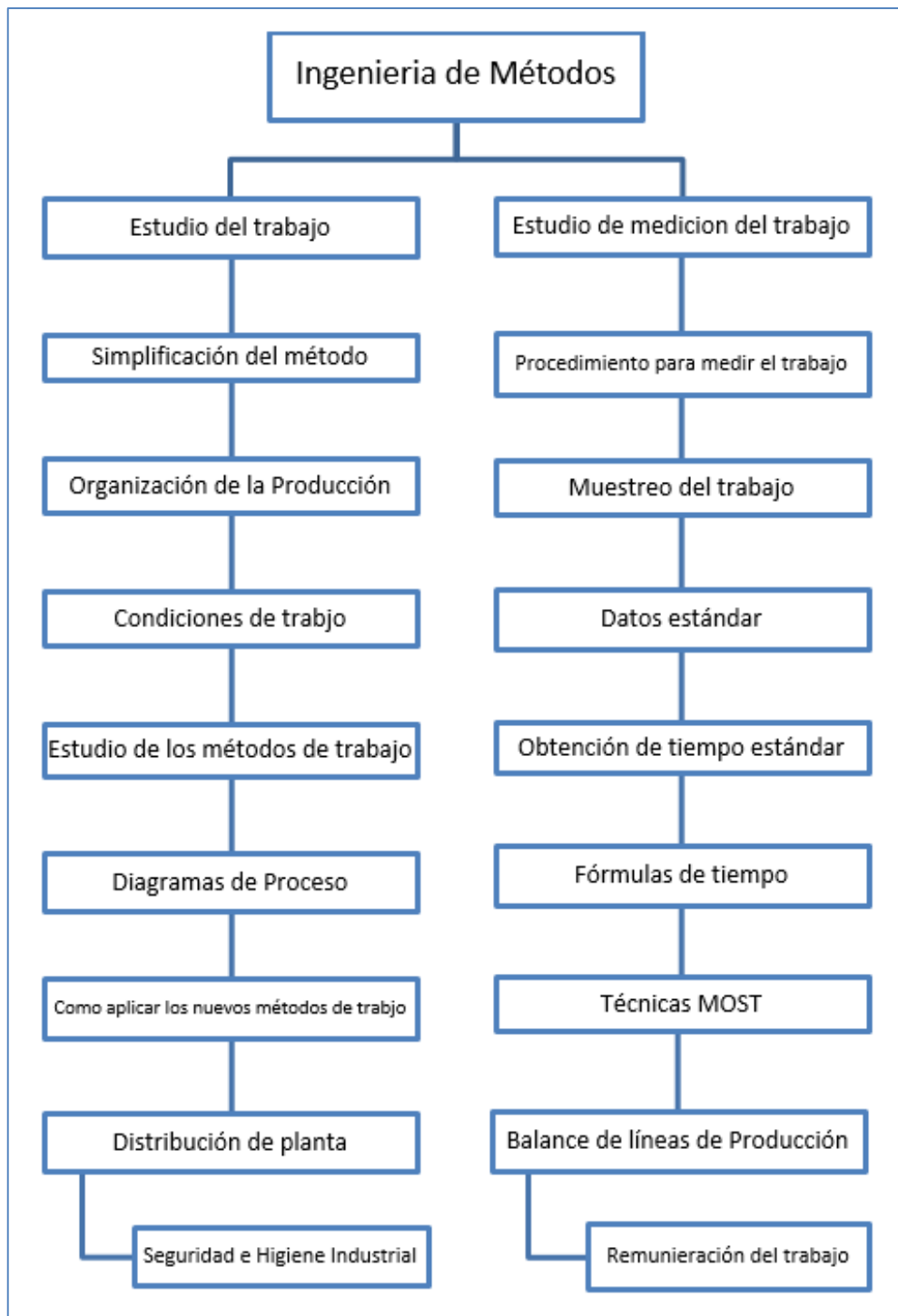


Figura 24: La Ingeniería de Métodos y sus ramas de acción en procesos de manufactura
 Fuente: Kanawaty, G. (2014)

En la Figura 24, se muestra todas las herramientas que se utilizan para poder estudiar las diferentes operaciones y lograr tener un proceso óptimo.

2.6. Hipótesis

2.6.1 Hipótesis general

Si se aplica la ingeniería de métodos, entonces disminuirá los desperdicios en la línea de producción de shampoo de un laboratorio cosmético.

2.6.1 Hipótesis específicas

- a. Mediante la aplicación de la ingeniería de método se logrará la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación de granel.
- b. Mediante la aplicación de la ingeniería de método se logrará la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del shampoo.
- c. Mediante la aplicación de los estándares de UPH se logrará la disminución del tiempo de horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo.

2.7. Variables

✓ Independiente

- Ingeniería de métodos
- Estudio de métodos y tiempos
- Estudio de métodos y tiempos
- Estándares de UPH

✓ Dependiente

- Desperdicios en la línea de shampoo de un laboratorio cosmético
- Tiempos de ciclo en la estación de fabricación del granel
- Tiempos de ciclo en la estación de envasado del shampoo.
- Tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado

✓ Indicadores

- Tiempo de ciclo de fabricación
- Tiempo de ciclo de envasado
- % de Horas Extras

✓ Matriz de Operacionalización

Las variables independientes como las variables dependientes y sus indicadores, presentadas anteriormente permitieron trasladar el marco metodológico en un plan de acción, donde se pudo determinar en detalle el método a través del cual cada una de las variables serán medidas y analizadas.

A continuación se muestra la matriz de operacionalización utilizada para el estudio de la investigación. Ver Tabla 04.

Tabla 04:
Matriz de Operacionalización

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Estudio de métodos y tiempos	Si / No	El estudio de métodos es el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo. (Palacios, 2015)	Aplicación de herramientas de estudio de movimientos, estudio de recorrido en las salas de fabricación para obtener mejores resultados en la mejora del tiempo de ciclo de fabricación, logrando disminuir desperdicios operacionales.
Estudio de métodos y tiempos	Si / No	Los estudios de tiempo son herramientas para establecer el tiempo para llevar a cabo una tarea por trabajador, con base en un número limitado de observaciones. Salazar, K.; Arroyave, A. (2016). <i>Estudio de tiempos</i> . 2da Ed. México. Editorial Coloforno.	Conjunto de observaciones directas e indirectas a la tareas en la estación de fabricación y envasado con la finalidad de obtener un tiempo estándar que servirá para estandarizar una determinada operación
Estándares de UPH	Si / No	Es el estándar de unidad productiva por hora que realizan un determinado uso de recurso. (Niebel, 2014)	Aplicación de la medición de tiempo por cronometro mediante la observación para determinar estándares de tiempos de una determinada línea.
Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Tiempos de ciclo en la estación de fabricación del granel	Tiempo de ciclo de fabricación	Es el tiempo que demora en hacerse una unidad de producto en un determinado proceso de fabricación de granel (Niebel, 2014)	Esa aplicación de un trabajador para llevar una unidad de producto de una posición a otra en la fabricación del granel en la que se va agregando valor agregado.
Tiempos de ciclo en la estación de envasado del shampoo.	Tiempo de ciclo de envasado	Es el tiempo que demora en hacerse una unidad de producto en un determinado proceso de envasado de shampoo (Niebel, 2014)	Esa aplicación de un trabajador para llevar una unidad de producto de una posición a otra en envasado del shampoo en la que se va agregando valor agregado.
Tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado	% Horas Extras	Aquellos tiempos que se incrementan o disminuyen por una mala programación. (Reporte de Horas - Laboratorio Mediscience 2018)	Una programación basada en los estándares de tiempo no validados da como resultado horas extras no planificadas y horas improproductivas.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo, método y diseño de la investigación

✓ Tipo de la investigación

El tipo de investigación es aplicada, el cual fue realizado en la planta de producción de shampoo del laboratorio cosmético y es aplicada por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investigó para actuar, transformar, modificar o producir cambios en una determinada línea de shampoo.

Según Mejía:

Se reserva el tipo de investigación aplicada o tecnológica a todo quehacer encaminado a transformar la realidad, siempre y cuando se halle teóricamente fundamentado. Todo quehacer que carezca de fundamento teórico no puede ser considerado como aplicado o tecnológico, y para esos quehaceres se reservan los conceptos de técnica. (Mejia, 2009)

A este tipo de investigación se le considera que los conocimientos se adquieren en la práctica.

Es aplicada además por qué se resolvió un problema real que existió en el laboratorio cosmético en la línea de shampoo, el cual la aplicación de los conocimientos teóricos de la ingeniería de métodos ayudó a disminuir las ineficiencias o desperdicios de la línea en referencia.

La investigación es aplicada por que hace un enlace de conocimientos teóricos básicos y los problemas prácticos de la presencia de desperdicios, generándose conocimiento práctico para la misma organización para poder extrapolar a sus demás líneas de producción.

La investigación aplicada se alimenta de la observación directa sobre la problemática que se presentó, en todas las estaciones de trabajo de la línea de shampoo.

“Es también considerada del tipo fáctica o aplicada por que el objeto de esta investigación fue una parte de la realidad concreta que se dio en el tiempo y ocupó un espacio determinado.” (Caballero, 2014)

✓ **Método de la investigación**

El método a emplear en el presente estudio es la investigación científica con enfoque cuantitativo.

Es un enfoque cuantitativo por que como indica el autor Hernández:

El enfoque cuantitativo es secuencial, y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos brincar o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables, se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto, se analizan las mediciones obtenidas

utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Hernandez, 2014)

Como indica el autor en esta investigación se cumplen todos los pasos que indica Hernández, con lo cual la investigación es con un enfoque cuantitativo y esto aplicado en el laboratorio cosmético.

Nuestro método de investigación en el presenta trabajo está dentro de un enfoque cuantitativo porque:

Se guía por áreas significativos de investigación, sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis precede a la recolección y el análisis de datos, con frecuencia, estas actividades sirven, primero para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos entre los hechos y su interpretación y resulta un proceso más bien circular en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio. (Hernandez, 2014)

Dentro del enfoque cuantitativo el alcance de nuestra investigación es Explicativo, porque se busca en la investigación las causas de los eventos que son motivos del estudio, se centra en explicar por qué ocurre los desperdicios en la línea de producción de shampoo y los efectos que estos ocasionen a la organización y en qué condiciones se manifiesta o porque se relacionan las variables y mediante esta relación poder plantear las alternativas de solución con la finalidad de disminuir los desperdicios.

En la investigación, se elaboraron hipótesis generales y específicas orientadas a responder desde el plano estadístico; de acuerdo a los resultados establecidos en los indicadores de medición, para deducir si se aceptan o se rechazan las hipótesis planteadas.

✓ **Diseño de la investigación**

Se aplicó un diseño experimental, dicho estudio es lineal con observación antes y después de la implementación de las propuestas de mejora para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo del laboratorio cosmético

Según Hernández:

El termino diseño se refiere al plan o estrategia concebida para la obtener información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema, si el diseño está concebido cuidadosamente, el producto final de un estudio tendrá mayores posibilidades de generar conocimiento. Y no es lo mismo seleccionar un tipo de diseño que otro, cada uno tiene sus características. La precisión, amplitud y profundidad de la información obtenida varía en función del diseño. (Hernandez, 2014)

Nuestra investigación es un diseño Experimental, porque se realiza un modelo de experimento y esto debido a que se realiza una acción o diferentes tipos de acciones en la línea de producción de shampoo y después observamos las consecuencias de esas acciones, la esencia de esta concepción de experimento es por la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados. (Hernandez, 2014)

Nuestra investigación se basó en la siguiente estructura de diseño como se muestra en la Figura 25 siguiente:

En la Figura 25, se muestra como fue la estructura del diseño de investigación realizada en el laboratorio cosmético con la finalidad de buscar un resultado.

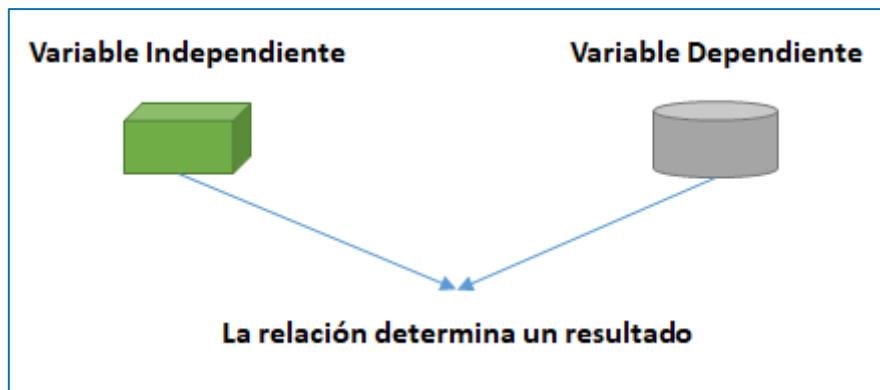


Figura 25: Estructura de diseño de la investigación
Fuente: Pino, G. (2013)

Como indica el autor Pino nuestra investigación fue del tipo experimental porque:

Se hizo la manipulación deliberada de la variable independiente que actúa como causas para determinar sus efectos sobre la variable dependiente dentro de un parámetro de control por parte del investigador. La esencia de esta investigación fue la manipulación intencional que se hizo a la variable independiente. (Pino, 2013)

Dentro del diseño Experimental sabemos que existen tres tipos de diseños experimentales (Pre experimento, puros y Cuasi experimentales) (Montgomery, 2016)

En nuestra investigación se aplicó el diseño experimental del tipo Cuasi-experimental:

Estos diseños también tienen rigor científico al igual que los diseños de investigación pura, debido a que se manipula deliberadamente por lo menos una variable independiente para medir su efecto relacionado con una o más variables dependientes. Es más confiable que los diseños pre experimental y más seguro ya que se controlan algunas, no todas las fuentes que amenazan la validez de la investigación. (Pino, 2013)

Es cuasi experimental porque el investigador no seleccionó a los sujetos al “azar” ni por “apareamiento”, si no se trabajó con grupos intactos, ya existentes, por tanto se ha excluido la manipulación y la aleatorización. Los miembros que conforman el grupo no son asignados al azar ni emparejados, es decir fueron intactos. (Pino, 2013)

El tipo de diseño Experimental seleccionado en el presente estudio es el diseño, Cuasi-experimental. Diseño con post prueba únicamente y grupos intactos.

Este tipo de diseño con post prueba únicamente y grupos intactos, se trabajó con dos grupos; Uno se sometió a un cuasi-experimento y el otro actuó de control. Los grupos fueron comparados en la post-prueba y se determinó que hubo efectos en el tratamiento experimental sobre la variable dependiente O_1 con respecto a O_2 (Pino, 2013)

Esquema del Diseño en la investigación:

$$\begin{array}{l} \text{NA } G_1: \longrightarrow X \longrightarrow O_1 \\ \text{NA } G_2: \longrightarrow O_2 \end{array}$$

Donde:

- G_1 : Grupo 1, Pos-test I (se aplica el tratamiento de mejoras a los lotes de producción designados como muestras)
- G_2 : Grupo Pre-test (se toma las condiciones iniciales a los lotes industriales de producción)
- X : Es el tratamiento (Implementación de mejoras aplicando ingeniería de métodos a la línea de shampoo para disminuir desperdicios)
- O_1 : Es la post prueba del grupo cuasi experimental (Medición de indicadores luego de aplicar X).
- O_2 : Es la post prueba del grupo control (Medición de indicadores antes de aplicar X).

NA: Significa que los elementos que conforman el grupo se hizo sin asignación al azar ni emparejamiento.

3.2. Población y muestra

Como lo indica Ñaupas

La población o universo, que se representa en las operaciones estadísticas con la letra mayúscula(N). En nuestra investigación es el conjunto de objetos, hechos, eventos que se van a estudiar con las variadas técnicas que hemos analizado, y está relacionado con aspectos documentarios que conforman el denominado lot-file de producción que está relacionado a un lote de producción. (Ñaupas, 2014)

Como se observa en la figura siguiente:

La muestra es subconjunto o parte del universo o población, seleccionado por métodos diversos, pero siempre teniendo en cuenta la representatividad del universo. Es decir, una muestra es representativa si reúne las características de los individuos de universo. Hay tres problemas con respecto a la muestra: procedimientos para determinar el tamaño de la muestra, procedimientos para determinar la representatividad de la muestra, y procedimientos para determinar el error de la muestra. (Ñaupas, 2014)

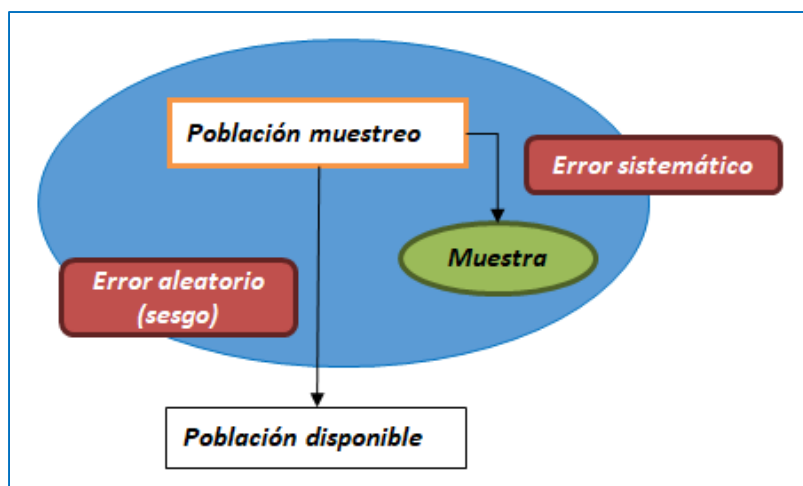


Figura 26: Representación Gráfica sobre población- muestra
Fuente: Naupas, H. (2014)

La Figura 26, nos representa gráficamente la importancia para la determinación de la muestra dado que pueden darse errores del tipo sistemático o errores aleatorios por el sesgo.

✓ **Población General**

La población universal en el presente estudio es el total de lotes de producción de la línea de shampoo entre Enero del 2017- hasta Diciembre del 2017 que está representado por 160 lotes de producción documentados en los llamados lot-file (Estudio Pre- test). Y el total de lotes de producción entre enero 2018- hasta junio del 2018 que está representado por 70 lotes de producción documentados en los llamados lot-file (Estudio Post- test).

✓ **Muestra General**

En nuestra investigación utilizaremos el método probabilístico para determinar el número de muestra que se aplicaran tanto en el pre-test como en el post- test. El menor número de unidades muestrales general que se tomó para los estudios pre-test será: 48 lotes industriales de toda la población entre enero del 2017 y Diciembre 2017. Esta cantidad de lotes a revisar de los registros documentales se ha obtenido a partir de la fórmula:

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{(N - 1) * e^2 + z^2 * p * q}$$

Donde:

n: muestra

z: nivel de confianza: 90%

p: probabilidad de éxito: 50%

q: probabilidad de fracaso: 50%

e: nivel de error, 10.0%

N: Población (Ñaupas, 2014)

Reemplazando:

$$n = \frac{160*(1.65)*(1.65)*(0.50)*(0.50)}{159*(0.10)(0.10)+ (1.65)*(1.65)*(0.50)*0.50}$$

n (pre-test) = 48 lotes industriales seleccionados 01/2017- 12/ 2017

El menor número de unidades muestrales general que se tomó para los estudios post-test fue: 35 lotes industriales de toda la población desde enero 2018 a junio del 2018.

Reemplazando:

$$n = \frac{70*(1.65)*(1.65)*(0.50)*(0.50)}{69*(0.10)(0.10)+ (1.65)*(1.65)*(0.50)*0.50}$$

n (post-test) = 35 lotes industriales seleccionados 01/2018- 06/ 2018

Según Hernández, el número de unidades muestrales se necesita asegurar un determinado nivel de error estándar menor al 0.01 (10%), que se pretende minimizar y que será representativa de la población y con un nivel de confianza que se pretende maximizar así como probabilidad de ocurrencia y no ocurrencia, en nuestro caso se ha tomado 50 y 50 para mantener un equilibrio de criterio, y un nivel de confianza del 90% y 10 % de error. (Hernandez, 2014)

A continuación se presenta la población y la muestra que se emplearán por cada una de las Variables Dependientes planteadas en esta investigación.

✓ **Variable Dependiente 01:** Tiempo de ciclo en la estación de fabricación

▪ **Población**

La población para la variable dependiente Tiempo de ciclo en la estación de fabricación fue el total de lotes de fabricación de la producción de la línea de

shampoo entre Enero del 2017- hasta Diciembre del 2017 que está representado por 160 lotes de producción documentados en los llamados lot-file (Estudio pre- test). Y el total de lotes de fabricación de la producción de la línea de shampoo entre enero 2018- hasta junio del 2018 que está representado por 70 lotes de fabricación, documentados en los llamados lot-file (Estudio post- test).

▪ **Muestra:**

Se aplicó el método probabilístico para determinar el número de muestras de esta variable tanto en pre-test como en post-test en la estación de fabricación.

La muestra se determinó como el número de lotes a ser evaluadas donde se obtendrá el tiempo de ciclo de fabricación en pre-test y posteriormente en post-test. Se utilizó la misma fórmula que se utilizó en la muestra general.

El número de muestra de esta variable estudiada en pre-test fue: 48 lotes de fabricación entre enero 2017 y diciembre 2017.

Se obtuvo reemplazando:

$$N = \frac{162*(1.65)*(1.65)* (0.50)*(0.50)}{161*(0.10)(0.10)+ (1.65)*(1.65)*(0.50)*0.50}$$

$$n (\text{pre-test}) = 48 \text{ lotes industriales seleccionados } 01/2017- 12/ 2017$$

El número de muestra de esta variable estudiada en post-test fue: 35 lotes de fabricación entre enero 2018 y junio 2018.

Se obtuvo reemplazando:

$$N = \frac{70*(1.65)*(1.65)* (0.50)*(0.50)}{69*(0.10)(0.10)+ (1.65)*(1.65)*(0.50)*0.50}$$

$$n (\text{post-test}) = 35 \text{ lotes industriales seleccionados } 01/2018- 06/ 2018$$

✓ **Variable Dependiente 02:** Tiempo de ciclo en la estación de Envasado

▪ **Población**

La población para la variable dependiente Tiempo de ciclo en la estación de envasado fue el total de lotes de envasado de la producción de la línea de shampoo entre Enero del 2017 hasta Diciembre del 2017 que está representado por 160 lotes de producción documentados en los llamados lot-file (Estudio pre- test).

Y el total de lotes de envasado de la producción de la línea de shampoo entre enero 2018 hasta junio del 2018 que está representado por 70 lotes de envasado, documentados en los llamados lot-file (Estudio post- test).

▪ **Muestra**

Se aplicó el método probabilístico para determinar el número de muestras de esta variable tanto en pre-test como en post-test en la estación de envasado. La muestra se determinó como el número de lotes a ser evaluadas donde se obtendrá el tiempo de ciclo de envasado en pre-test y posteriormente en post-test. Se utilizó la misma fórmula que se utilizó en la muestra general.

El número de muestra de esta variable estudiada en pre-test fue: 48 lotes de envasado entre enero 2017 y diciembre 2017.

Se obtuvo reemplazando:

$$n = \frac{160*(1.65)*(1.65)*(0.50)*(0.50)}{159*(0.10)(0.10)+ (1.65)*(1.65)*(0.50)*0.50}$$

$$n \text{ (pre-test)} = 48 \text{ lotes industriales seleccionados } 01/2017\text{- } 12/ 2017$$

El número de muestra de esta variable estudiada en post-test fue: 35 lotes de envasado entre enero 2018 y junio 2018.

Se obtuvo reemplazando:

$$n = \frac{70*(1.65)*(1.65)*(0.50)*(0.50)}{69*(0.10)(0.10)+ (1.65)*(1.65)*(0.50)*0.50}$$

$$n \text{ (post-test)} = 35 \text{ lotes industriales seleccionados 01/2018- 06/ 2018}$$

- ✓ **Variable Dependiente 03:** Tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado

▪ **Población**

La población para la variable dependiente Tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado fue el total de lotes de envasado de la producción de la línea de shampoo entre Enero del 2017 hasta Diciembre del 2017 que está representado por 160 lotes de producción documentados en los llamados lot-file (Estudio pre-test). Y el total de lotes de envasado de la producción de la línea de shampoo entre enero 2018 hasta junio del 2018 que está representado por 70 lotes de envasado, documentados en los llamados lot-file (Estudio post- test).

▪ **Muestra**

Se aplicó el método probabilístico para determinar el número de muestras de esta variable tanto en pre-test como en post-test en la estación de envasado para determinar los tiempos en envasado. La muestra se determinó como el número de lotes a ser evaluadas donde se obtendrá los tiempos en envasado en pre-test y posteriormente en post-test. Se utilizó la misma fórmula que se utilizó en la muestra general.

El número de muestra de esta variable estudiada en pre-test fue: 48 lotes de envasado entre enero 2017 y diciembre 2017.

Se obtuvo reemplazando:

$$n = \frac{160*(1.65)*(1.65)* (0.50)*(0.50)}{159*(0.10)(0.10)+ (1.65)*(1.65)*(0.50)*0.50}$$

n (pre-test) = 48 lotes industriales seleccionados 01/2017- 12/ 2017

El número de muestra de esta variable estudiada en post-test fue: 70 lotes de envasado entre enero 2018 y junio 2018.

Se obtuvo reemplazando:

$$n = \frac{70*(1.65)*(1.65)* (0.50)*(0.50)}{69*(0.10)(0.10)+ (1.65)*(1.65)*(0.50)*0.50}$$

n (post-test) = 35 lotes industriales seleccionados 01/2018- 06/ 2018

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a. Técnicas e instrumentos

Es la etapa donde se buco elegir el instrumento que sea confiable y que nos garantizó que los datos que se fueron recabando han permitido interpretar la realidad. Esto suponía que la muestra de estudio comprendía las preguntas que se les formulo. (Pino, 2013)

En el estudio de investigación la elaboración del diseño como planteamiento teórico, no tendría efecto si no se efectúa la elaboración y la aplicación del instrumento. Para ello se parte de un método estratégico que sirve de guía a través la encuesta y/o observación. La técnica utilizada es el conjunto de reglas y de procedimientos que permitió al investigador a establecer la relación con el objeto o sujeto de la investigación. El instrumento es el mecanismo que se utilizó para recolectar y registrar la información. (Pino, 2013)

✓ Técnicas

Para el presente estudio se utilizaron

Entrevistas: Se realizó las entrevistas a operadores de fabricación, operarios de producción envasado, al supervisor de producción y al jefe de producción con la finalidad de determinar los desperdicios que ellos consideraban que lo tenían en sus tareas y actividades diarias en la línea de shampoo.

Análisis documental: Se hace la extracción científico-informativo que es un reflejo objetivo de los lot-file, que son los documentos oficiales de producción por lote de fabricación, donde se encuentran todos los registros de tiempos de ciclos de la estación de envasado, tiempos de ciclo de la estación de envasado, la conciliación de los materiales y el registro de mermas o desperdicios, el

registro de las horas hombre y horas máquina del personal, las áreas donde se ha fabricado y realizado todas las actividades de las diferentes operaciones de la línea de shampoo.

Lista de verificación: Se utilizó esta técnica de recolección de dato para recopilar información de los movimientos y desplazamientos de los operadores, equipos y los materiales durante el desarrollo de todas las actividades durante el proceso de fabricación y envasado en la línea de shampoo, con la finalidad de controlar y evaluar detalladamente todas las actividades en la producción del producto terminado shampoo. Todo esto con la finalidad de registrar desplazamientos, transporte, movimientos y compararlos en % de variación tanto en los estudios pre-test versus el estudio pos-test.

✓ Instrumentos

Guía de Entrevista: Se aplicó una entrevista estructurada a las operaciones de fabricación y envasado para poder registrar lo que ocurre en la situación real de la empresa, clasificando los acontecimientos pertinentes de acuerdo al problema que se está abordando.

Registro de contenido del documento (Lot-File) Nos proporciona información de tiempo de ciclo en estación de fabricación y envasado busca encontrar, descubrir desperdicios en la línea de producción de shampoo. Es una observación exploratoria. Registro sistemático, válido y confiable de desplazamientos de operarios, de fabricantes, de los movimientos de las operaciones.

Lista de cotejo: Conformada por los diferentes formatos que nos dan un dato dicotómico de comparación entre eventos de la pre-test y los eventos de la post-test.

Utilizaremos diagramas de recorrido, diagramas de procesos, check list, fichas de toma de tiempos.

En la Tabla 05 se muestran las técnicas que se emplearon en el presente estudio; así como, los instrumentos a utilizados para cada una de ellas.

Tabla 05:
Técnicas e instrumentos

Técnicas a emplear	Instrumentos a utilizar
Entrevistas	Guía de Entrevista
Análisis Documental	Registro de contenido del documento
Lista de verificación	Lista de cotejo

Fuente: Elaboración propia

b. Criterio de validez del instrumento:

No se aplica por el tipo, metodología y diseño utilizado.

c. Criterio de confiabilidad de instrumento

Basados en la experiencia de los expertos del área de producción y el profesional químico farmacéutico a cargo del área.

3.4. Descripción de procedimientos de análisis

Para la ejecución del siguiente trabajo de investigación se realizó el siguiente proceso:

- ✓ Se solicitó la autorización del Gerente General de la empresa, para poder contar con la autorización del estudio en referencia y documentos de producción de la empresa, pero quedó en garantía de no exposición de la información de confidencialidad del área de producción en la línea de shampoo.
- ✓ Se realizó una coordinación previa con el Jefe de producción y planner de planta para autorizar la presentación de las propuestas de mejora en la línea de producción de shampoo al personal operativo.

Por otro lado, con las variables y sus indicadores ya establecidos, me permitió medir, analizar y verificar los datos, y así obtener la información suficiente y necesaria para el análisis de los resultados de la investigación. Para ello se desarrolló la matriz de análisis de datos que se muestra a continuación (Ver Tabla 06).

Tabla 06:
Matriz de Análisis de datos

Variable	Indicador	Escala de medición	Estadísticos descriptivos	Análisis inferencial
Tiempos de ciclo en la estación de fabricación del granel	Tiempo de ciclo actual	Escala de Proporción	✓ Media ✓ Varianzas	Prueba paramétrica (T student).
Tiempos de ciclo en la estación de envasado del shampoo.	Tiempo de ciclo actual	Escala de Proporción	✓ Media ✓ Varianzas	Prueba paramétrica (T student).
Tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado	% Horas Extras	Escala de Proporción	✓ Media ✓ Varianzas	Prueba paramétrica (T student).

Fuente: Elaboración propia

Capítulo IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados

Objetivo 1: Determinar cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación del granel.

En la Tabla 07, se presenta a la variable dependiente 1, el objetivo 1 y la Hipótesis 1. Para este primer objetivo, se identificaron las causas primordiales de la variable dependiente mediante el diagrama de Ishikawa y se priorizaron las causas raíces mediante la ponderación de hallazgos que fueron recolectados de los lot-file de producción de enero a diciembre del 2017 y presentaron las alternativas de solución que fueron visualizados en el post-test, logrando el objetivo.

Tabla 07:
Variable dependiente 1/Objetivo 1/ Hipótesis 1

Variable Dependiente 1	Objetivo 1	Hipótesis 01
Tiempos de ciclo en la estación de fabricación del granel	Determinar cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación del granel.	Mediante la aplicación de la ingeniería de método se logrará la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación de granel

Fuente: Elaboración propia.

Situación Antes (Pre) de la Problemática

El tiempo de ciclo en la estación de fabricación del granel era un dato teórico que en algún momento un fabricante experimentado planteo al planificador de planta una lista y con ésta se realizaba la programación de las operaciones para la distribución de las tareas por parte de los operarios en la estación de fabricación.

Como se demuestra en la tabla abajo siguiente no existe un estándar de tiempo de ciclo en la fabricación, se muestra los tiempos registrados de la muestra pre-test y se observa horas de fabricación que ante un determinado Bach y un mismo operario u otro varían en porcentajes hasta del 50%.

Cuando se observa el tiempo de ciclo esta variación de tiempos no estándar, se deben a que el operador no se siente controlado por una lado.

Por otro lado, a la existencia de movimientos de transporte y espera para trasladar los materiales, o para realizar los procesos de limpieza, movimientos de transporte durante la fabricación dado que la fabricación se realiza en tres salas de fabricación.

El mismo sistema de trasvase tanto para su limpieza como para la operación generan desperdicio de transporte, de tiempos de espera y de pérdida de granel, se tenía que mover largas distancia para trasladar las marmitas, tanques y los materiales.

Además como son líquidos viscosos se el sistema de trasvase ineficiente hacía que se perdiera granel y se generan mermas, por tanto debido a los desperdicios mencionados la organización usa un tiempo de ciclo mayor y variado.

En la Tabla 08, se muestra la relación de órdenes muestreadas de enero-diciembre 2017 donde se presenta el tiempo de ciclo de fabricación registrado, y era necesario estudiar los métodos de todas las actividades de fabricación mediante la ingeniería de métodos.

Tabla 08:

Tiempos de ciclo registrados de 48 lotes de fabricación de shampoo entre enero-diciembre 2017

	Lote de Producción	Producto	Tiempo de ciclo registrado (H)
1	10002564	Shampoo Macadamia	9.00
2	10008768	Shampoo Babytopic	12.56
3	10009745	Shampoo Aloe Vera	12.15
4	10009832	Shampoo Natural Vainilla	8.17
5	10009867	Shampoo Natural Manzan	9.55
6	10009969	Shampoo Natural Fresa	15.25
7	10009987	Shampoo Natural Limón	9.24
8	10010054	Shampoo para cabellos riso	10.23
9	10023323	Shampoo para cabellos col	12.12
10	10034891	Shampoo Ammens x 120 mL	12.34
11	10041323	Shampoo Amens x 112 mL	13.27
12	10052425	Shampoo Amens original	11.23
13	10053675	Shampoo Natural guaraná	10.25
14	10054789	Shampoo Amens orig. Oferta	9.98
15	10055647	Shampoo Fiori la Kiwi	12.25
16	10056656	Shampoo Natural Cocoa	10.33
17	10056756	Shampoo Natural cab/Liso	12.15
18	10057124	Shampoo Natural Germen T	11.18
19	10057256	Shampoo Natural Almond	12.25
20	10057387	Shampoo Caspa control	13.25
21	10057467	Shampoo Quigenes x 1L	8.28
22	10057645	Shampoo Avocado x 112 ml	12.24
23	10057876	Shampoo Amens x 112 mL	10.24
24	10057945	Shampoo Natural Chocolate	8.25
25	10058324	Shampoo Natural Guaraná	9.36
26	10058567	Shampoo Fiori la Kiwi	6.26
27	10059624	Shampoo almond coco	8.28
28	10059865	Shampoo Natural coco	10.25
29	10061235	Shampoo Te verde	8.25
30	10062127	Shampoo free sal	8.78
31	10063656	Shampoo Amens orig. Oferta	9.36
32	10071265	Shampoo Amens x 412 ml	8.72
33	10072564	Shampoo Natural avocado	9.74
34	10072897	Shampoo Friori Kiwi	10.28
35	10073145	Shampoo Babytopic	9.36
36	10073245	Shampoo Natural cocoa	10.24
37	10073897	Shampoo Te verde	7.36
38	10074156	Shampoo Amens x 112 ml	8.56
39	10075787	Shampoo Natural Guaraná	9.42
40	10076187	Shampoo Natural Chocolate	8.28
41	10076234	Shampoo almond coco	7.56
42	10086123	Shampoo Te verde	12.1
43	10087234	Shampoo Natural Macadamia	9.36
44	10088123	Shampoo cabello riso	8.36
45	10088564	Shampoo reforzador	8.48
46	10089234	Shampoo hidratante capilar	9.36
47	10092342	Shampoo Babytopic	11.68
48	10093136	Shampoo Ammens x 112 mL	9.56

Fuente: Área de contabilidad laboratorio cosmético

Hay una evidencia de la variación del tiempo de ciclo de fabricación en cada lote de producción, muestreado del historial de lot-files de enero-diciembre 2017(pre-test)

Como se podrá observar en la siguiente Figura 27 una notable variabilidad de los tiempos de ciclo en los procesos de fabricación de los shampoo de 48 lotes tomados para observar el registro de las horas en los lot-file de producción, tanto el tiempo de ciclo teórico (horas) y el tiempo de ciclo registrado.



Figura 27: Representación Gráfica sobre del tiempo de ciclo 48 lotes muestreados pre-test
Fuente: Área de contabilidad Laboratorio Cosmético.

En Figura 27, se observa que algunos lotes de producción mantenían un tiempo de ciclo de programación de 5 horas y otros lotes de producción de 6 horas, sin embargo se confirma que ninguno de los lotes muestreados cumple con este tiempo de ciclo programado.

Para poder determinar las causas que determinaban esta variabilidad en el tiempo de ciclo de fabricación se hizo el diagrama de Ishikawa y su priorización en el diagrama de Pareto. Ver Figura 28

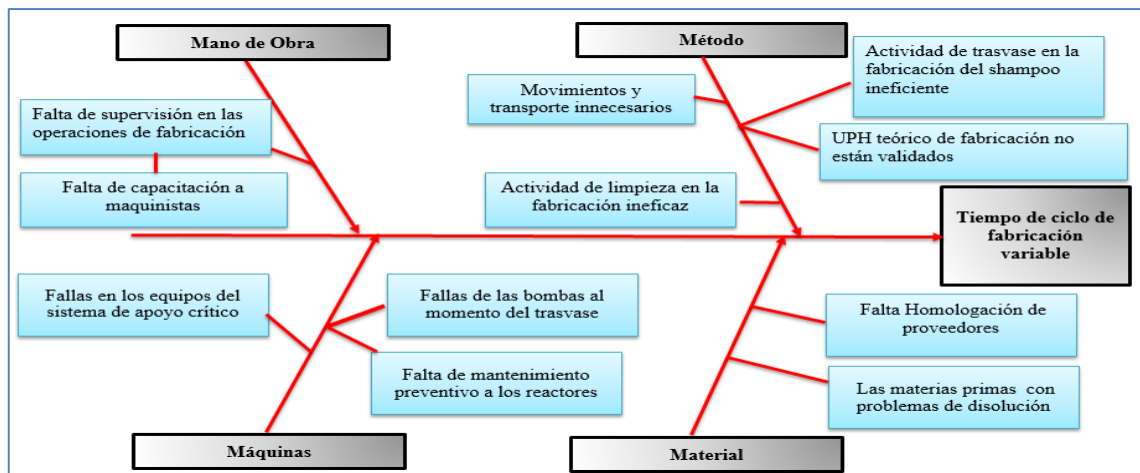


Figura 28: Diagrama de Ishikawa Variable Dependiente
Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el diagrama de Pareto donde se ponderó las causas vitales de las causas triviales en función a la ponderación de fallos que se encontraban registrados en las 48 órdenes de producción revisadas.

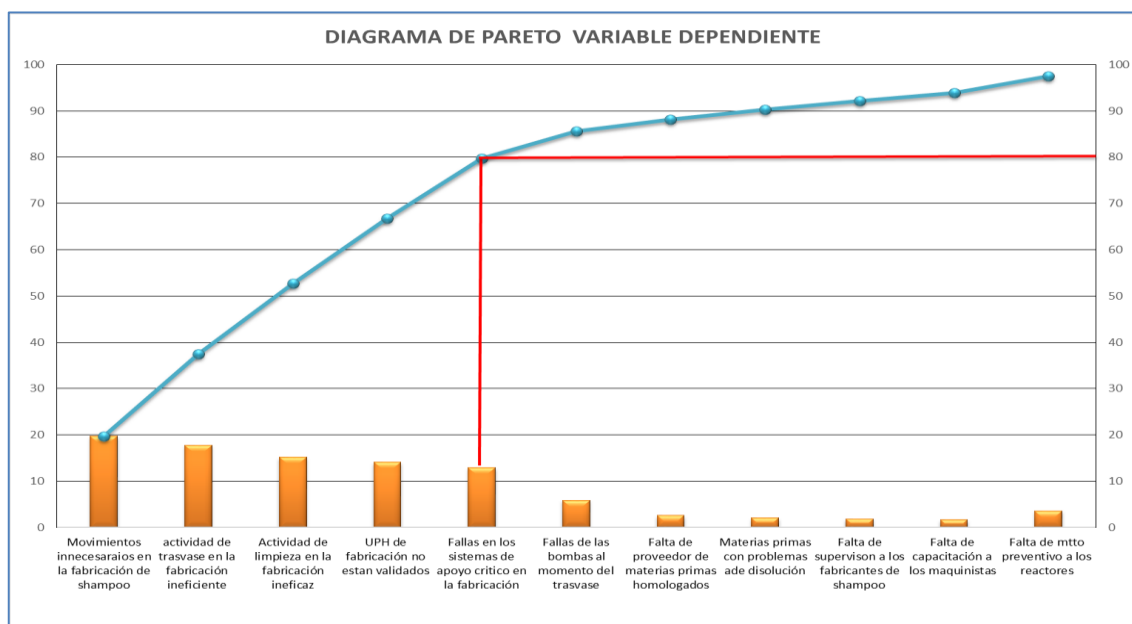


Figura 29: Diagrama de Pareto
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 29 se observa que las causas principales que determinaban una variación de los tiempos de ciclo de fabricación y que causaban de desperdicios eran los movimientos innecesarios, actividad de trasvase ineficiente durante el proceso de fabricación, Actividad de limpieza en la fabricación ineficiente, UPH de fabricación no estaban validados y Fallos en los sistemas de apoyo crítico durante la fabricación.

Todas estas causas generan desperdicios de tiempo, de transporte y desperdicio de perdida de granel el cual fueron solucionadas haciendo uso de la variable independiente.

Causa: Actividad de limpieza en la fabricación ineficaz / Movimientos innecesarios

Como se observa en la Figura 30, el proceso de limpieza pre-test durante la fabricación se realizaba en dos pisos de la planta, el personal, trasladaba las marmitas y los tanques de fabricación hacia las zonas de lavado que se encontraba en el segundo piso, con lo cual se empleaba un tiempo de transporte, un tiempo de espera en los montacargas, con lo cual afectaba el tiempo de ciclo de fabricación, generándose desperdicio de tiempo improductivo.

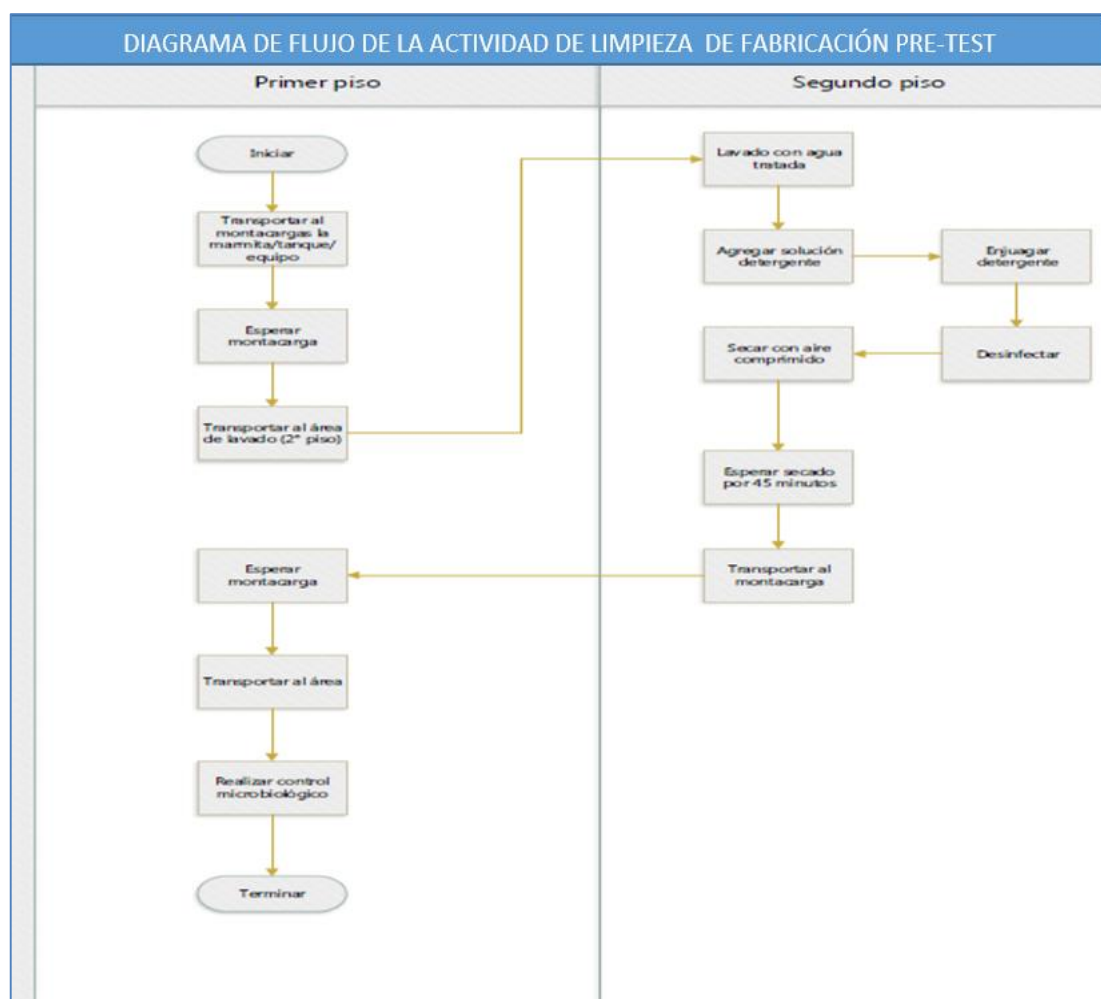


Figura 30: Diagrama de Flujo de la actividad de limpieza (Pre-test)
Fuente: Elaboración propia

Para observar los desperdicios de transporte y tiempos innecesarios en la actividad de limpieza para iniciar la fabricación se realizó el diagrama de actividades y el diagrama de recorrido, donde se diseñó y se observó claramente que las marmitas pasan por el pasadizo, luego van a esperar un tiempo t, en el montacarga, luego suben al segundo piso y se realiza las actividades de limpieza donde se utiliza agua desionizada, detergente para arrastrar la grasa, se enjuaga con agua desionizada y se procede a desinfectar con alcohol al 70%, luego de este proceso se retira la solución desinfectante con aire comprimido para secar la marmita o tanque de fabricación y luego volver al primer piso a la sala de equipos limpios.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LAS ACTIVIDADES DE LIMPIEZA TANQUE-MARMITAS PRE-TEST								
DIAGRAMA N° 01		RESUMEN						
Objeto:	Equipos y máquinas	ACTIVIDAD	SIMB	ACTUAL				
		OPERACIÓN	●	5				
ACTIVIDAD	Limpieza de equipos y máquina	TRANSPORTE	➔	4				
	ytanques	ESPERA	◐	3				
		INSPECCIÓN	■	1				
METODO:	ACTUAL	ALMACENAMIENTO	▼	0				
LUGAR:	Planta Cosmético	DISTANCIA(m)	98					
OPERARIO(S)	FICHA	TIEMPO(H:H)seg	81:52					
2 Operarios		M.O	2					
REALIZADO POR:	FECHA:	MATERIAL	0					
APROBADO POR:	FECHA:	Horas Máquina(seg)	135:86					
Descripción	DIST. (mtf)	TIEMPO (Seg.)	SIMBOLO			Observación		
			●	➔	◐	■	▼	
Trasporte al montacarga	14	68	●	➔				2 Operarios
Espera del montacarga		316			◐			1 Operario
Transportar al area de lavado 2° piso	28	72	●	➔				1 Operario
Lavado con agua tratada en el segundo piso		2020	●					2 Operarios
Agregar solución detergente		930	●					1 Operario
Enjuagar detergente		512	●					1 Operario
Desinfectar		935	●					1 operario
Secar con aire comprimido		1210	●					1 operario
Esperar airear por 15 minutos		902			◐			1 operario
Trasporte al montacarga	28	303	●	➔				1 operario
Esperar montacarga		298			◐			1 operario
Trasportar al area control microbiológico	28	286	●	➔				1 operario
		300						1 operario
Total	98	8152	5	4	3	1		

Figura 31: Diagrama de Actividades de limpieza de tanques y marmitas (Pre-test)
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 31, se puede observar que hay actividades de trasportes y espera como desperdicios con lo cual afectaba al tiempo de ciclo de fabricación, los resultados de este análisis se mostraran el cuadro de resumen.

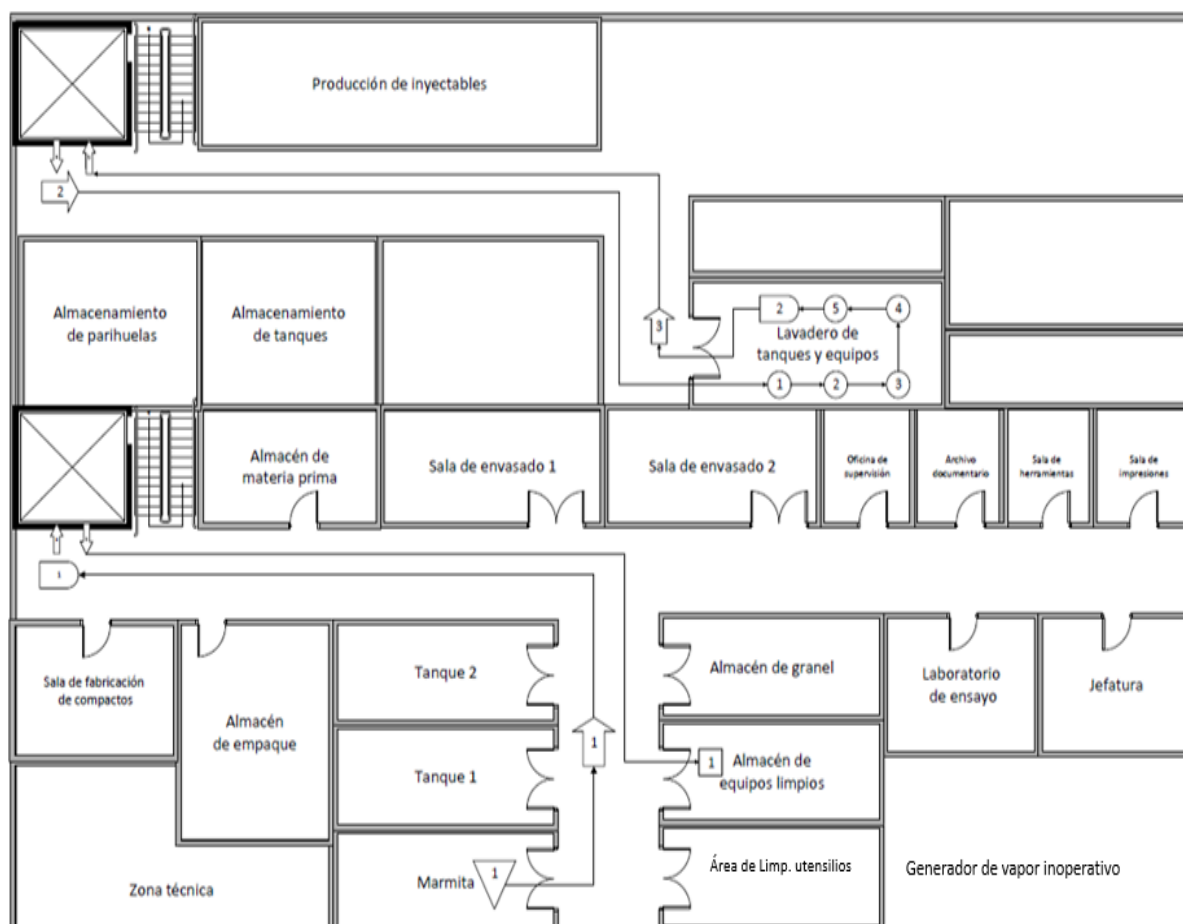


Figura 32: Diagrama de recorrido de la actividad de limpieza de las marmitas y tanques de fabricación (Pre-test)

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 32, se observa desperdicios de transporte y uso de dos operadores para trasladar las marmitas por que el montacarga tiene una ligera pendiente. Estos son movimientos innecesarios que se dan en el proceso de lavado de las marmitas al inicio de fabricación de cada lote de producción de shampoo.

Resultados tomados de la evaluación pre-test de las actividades de limpieza de las marmitas al inicio de la fabricación.

PASO N°	DETALLE DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	ESPERA	ALMACENAMIENTO	OPERARIO	RECORRIDO(mts)	TIEMPO(Seg.)
1	Trasporte al montacarga		⇨				2	14	68
2	Espera del montacarga				D		2		316
3	Transportar al area de lavado 2° piso		⇨				2	28	72
4	Lavado con agua tratada en el segundo piso	○					2		2020
5	Agregar solución detergente	○					1		930
6	Enjuagar detergente	○					1		512
7	Desinfectar	○					1		935
8	Secar con aire comprimido	○					1		1210
9	Esperar airear por 15 minutos				D		1		902
10	Trasporte al montacarga		⇨				1	28	303
11	Esperar montacarga				D		1		298
12	Transportar al area		⇨				1	28	286
13	control microbiológico			□			1		300

Resumen:

Leyenda	Cant.	Tiempo(s)	Recorrido(m)	Operario
○	05	5607	0	2-1
⇨	04	729	98	2
D	03	1516	0	2
□	01	300	0	1
Total		8152	98	2

Figura 33: Resultados del análisis DAP de las actividades de limpieza Pre-test. (Registros promedios)

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 33. Podemos ver el resumen del resultado pre-test en promedio de las actividades de limpieza de las marmitas y taques que son la parte inicial de la fabricación, el cual se puede observar desperdicios de transportes (0.20 horas), actividades de espera (0.42 horas), 98 metros de recorrido y la utilización de 2 operadores.

Causa: Actividad de trasvase en la fabricación ineficiente/ Movimientos innecesarios

En el pre-test el proceso de fabricación se realizaba en tres áreas de fabricación y se utilizan una marmita, y dos tanques de fabricación, para lo cual hay desplazamientos innecesarios tanto de operadores como de materiales.

El proceso de fabricación se inicia con las actividades de limpieza de las marmitas y tanques que ya fue detallado líneas arriba y la limpieza del sistema de trasvase que consiste en tubos de trasvase de acero inoxidable que se encuentran en las salas de fabricación, este proceso de limpieza de tuberías son desmontadas por dos operarios y son trasladados al área de lavado del segundo piso. Las fases acuosas y las fases grasas son trasvasadas a través de este sistema hacia la marmita principal de fabricación.

En la Figura 34, se presenta el diagrama de flujo del proceso de fabricación pre-test donde se observa los detalles del proceso de fabricación.

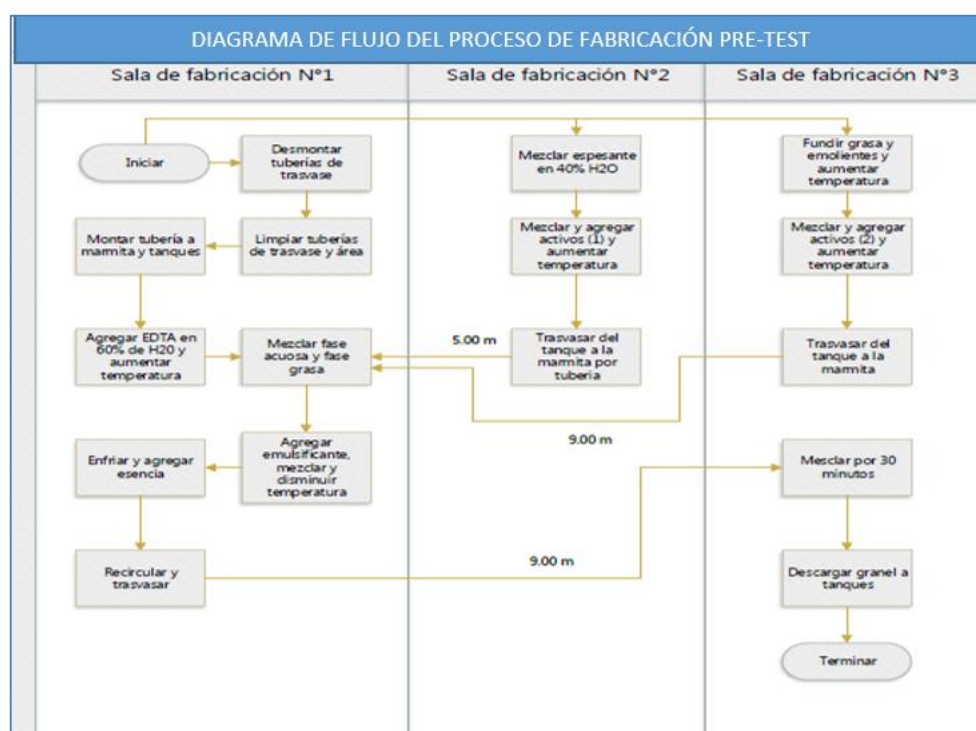


Figura 34: Diagrama del proceso de fabricación (Pre-test)
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 35, se presenta el sistema de trasvase de tuberías de acero inoxidable, donde se acumula granel por el largo recorrido, ocasionando merma de granel, así mismo el desmontaje de dos operarios para la limpieza previa al inicio de fabricación incrementa el tiempo de ciclo de fabricación. Se presenta a continuación el sistema de tuberías de acero inoxidable



Figura 35: Sistema de trasvase en el Pre-test
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 36, se presenta el diagrama de actividades del proceso de fabricación pre-test donde se hizo el análisis de la situación de movimientos y recorridos y pérdida de granel durante esta etapa.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN PRE-TEST						
DAP FABRICACIÓN		RESUMEN				
Objeto:	Bulk de fabricación x 500 kilos	ACTIVIDAD	SIME	ACTUAL		
		OPERACIÓN	●	16		
ACTIVIDAD	Fabricación de cosmético	TRANSPORTE	→	1		
		ESPERA	■	1		
		INSPECCIÓN	▼	1		
METODO:	ACTUAL	ALMACENAMIENTO		0		
LUGAR:	Planta Cosmético	DISTANCIA(m)	122			
OPERARIO(S)	FECHA	TIEMPO(H-Hyeg)	19920		Tiempo de Fabricación(min)	
2 Operarios		M.O	2			
REALIZADO POR:	FECHA:	Merma granel(Kg)	17			
APROBADO POR:	FECHA:	Horas Máquina(seg)			332	
Descripción	DIST. (m)	TIEMPO (Seg.)	SIMBOLO			Observación
Desmontaje o desacople de tuberías de trasvase	9	1440	●	→	■	2 operarios
Trasporte de tuberías a lavadero 2° piso y retorno	84	480	●	→	■	2 operarios
Limpieza de tuberías de trasvase y areas	2	3600	●			2 operarios
Montaje de tuberías y marmita	1	300	●			2 operarios
Mezclar 1 y Agregar EDTA en 60% de H2O	2	300	●			1 Operario
Mezclar 2 espesante en 40% de H2O	1	600	●			1 Operario
Mezclar 3 y agregar Activos 1, aumentar T°	1	1260	●			1 Operario
Trasvasar 1 hasta la marmita	2	720	●			1 Operario
Fundir grasa y emolientes y aumentar T°	1	780	●			1 Operario
Mezclar 4 y agregar activos 2 y aumentar T°	5	1140	●			1 Operario
Trasvase 2 hasta la marmita	1	600	●			1 Operario
Mezclar 5 Fase acuosa y fase grasa	1	900	●			1 Operario
Emulsificar y mezclar 6/disminuir T°	1	1800	●			1 Operario
Enfriar y mezclar 7	9	900	●			2 Operarios
Recircular y trasvase 3	1	1800	●			1 Operario
Mezcla final	1	1500	●			1 Operario
Descargar	1	1800	●			
Control			●			
Total	122	19920	16	1	1	1

Figura 36: Diagrama de Actividades del proceso de fabricación pre-test
Fuente: Elaboración propia

El análisis y resultado de la Figura 36, serán presentados en el resumen del DAP que se presentara luego del diagrama de recorrido.

En la Figura 37, se presenta a continuación el diagrama del recorrido del proceso de fabricación del shampoo para poder visualizar los desperdicios de movimientos innecesarios y que afectan el tiempo de ciclo del proceso total.

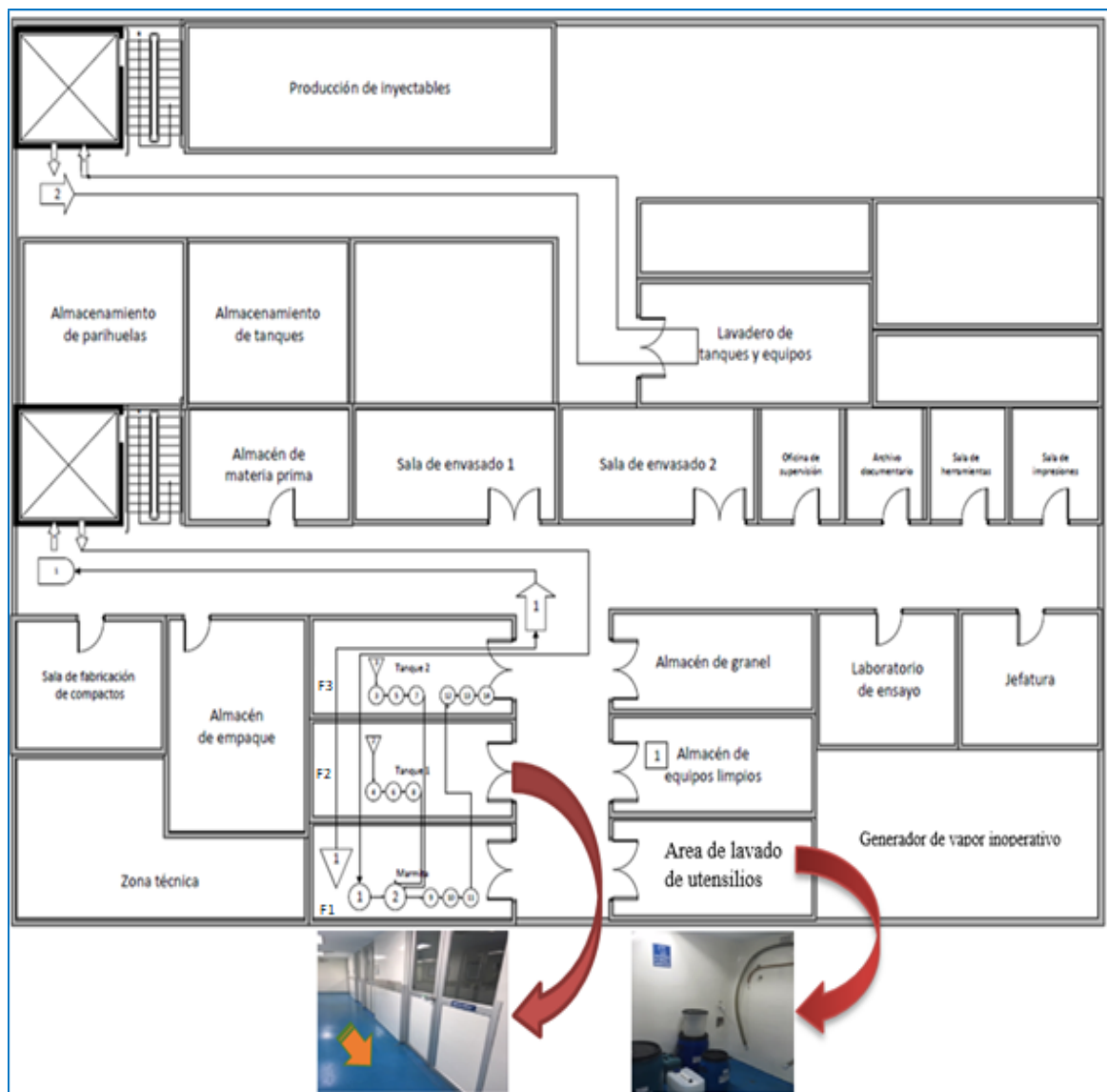


Figura 37: Diagrama de recorrido de las actividades de fabricación (Pre-test)
Fuente: Elaboración propia.

Se presenta los resultados del análisis del DAP:

PASO N°	DETALLE DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	ESPERA	ALMACENAMIENTO	OPERARIO	RECORRIDO(mts)	TIEMPO(seg.)
1	Desmontaje o desacople de tuberías de trasvase	○					2	9	1440
2	Trasporte de tuberías a lavadero 2° piso y retorno		⇨				2	84	480
3	Espera en Montacarga de ida y vuelta				D		2	0	330
4	Limpieza de tuberías de trasvase y áreas	○					2	1	3600
5	Montaje de tuberías y marmita	○					1	2	300
6	Mezclar 1 y Agregar EDTA en 60% de H2O	○					1	1	300
7	Mezclar 2 espesante en 40% de H2O	○					1	1	600
8	Mezclar 3 y agregar Activos 1, aumentar T°	○					1	1	1200
9	Trasvasar 1 hasta la marmita	○					1	2	720
10	Fundir grasa y emolientes y aumentar T°	○					1	1	780
11	Mezclar 4 y agregar activos 2 y aumentar T°	○					1	5	1140
12	Trasvase 2 hasta la marmita	○					1	1	600
13	Mezclar 5 Fase acuosa y fase grasa	○					1	1	900
14	Emulsificar y mezclar 6/disminuir T°	○					1	9	1800
15	Enfriar y mezclar 7	○					1	1	900
16	Recircular y trasvase 3	○					1	1	1800
17	Mezcla final	○					1	1	1500
18	Descargar	○					1	1	1800
19	Control			□			1	1	300

Resumen:

Leyenda	Cant.	Tiempo(s)	Recorrido(m)	Operario
○	16	19380	38	2-1
⇨	01	480	84	2
D	01	330	0	2
□	01	300	1	1
Total		20490	123	1

Figura 38: Resultados del análisis DAP de las actividades de fabricación. (Registros promedios)

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 38, podemos ver el resumen del resultado pre-test en promedio de las actividades de fabricación donde se incluye el sistema de trasvase ineficiente durante la fabricación, el cual se puede observar desperdicios de transportes (0.20 horas), actividades de espera (0.10 horas), 84 metros de recorrido y la utilización de 2 operadores.

Las causas fallas del sistema de apoyo crítico no fueron resultado en esta investigación.

Situación Después (Post) de la Solución de la Problemática

Aplicando la ingeniería de métodos con la metodología de seleccionar, toma de datos (mediante los gráficos), analizar cada actividad, etc. podemos observar que las

actividades de limpieza generaban desperdicios de tiempos de esperas, recorridos innecesarios, y recursos, se procedió a implementar la propuestas de mejorar el recorrido en el layout de distribución de la planta shampoo que se tenía en el pre-test, con lo cual se implementa el área de lavado en el primer piso, en un área que solo se utilizaba para limpieza de utensilios y los sistemas de apoyo como vapor estaban instalado pero no se utilizaban. Y también se propuso un nuevo método de realizar las actividades de limpieza que serían aplicados para las actividades de fabricación y las actividades de envasado.

Se presenta el diagrama de flujo del proceso de limpieza de marmitas/tanques post-test, donde se realizaron las mejoras de métodos.

Mejora: En la Actividad de limpieza de tanques y marmitas de fabricación

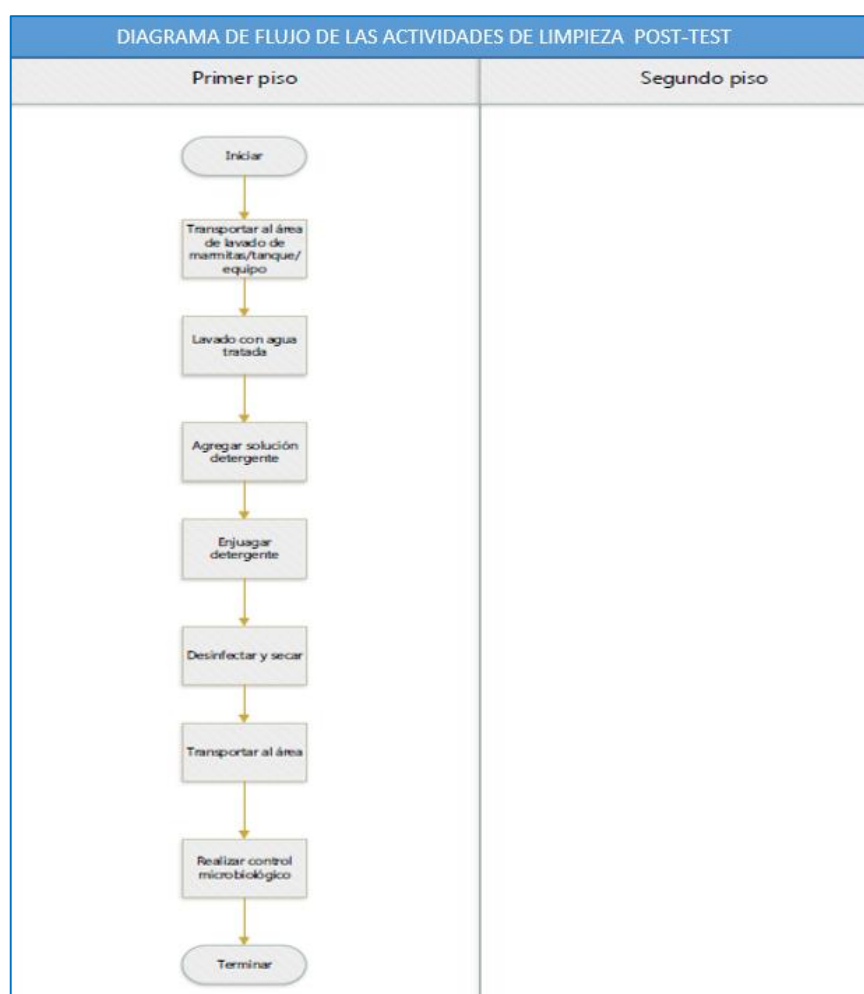


Figura 39: Nuevo método de las actividades de limpieza de las marmitas y tanques de fabricación
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura 39 se unieron las actividades de desinfectar y secar y se eliminó el tiempo de espera de 45 minutos, mejorando el tiempo de ciclo total.

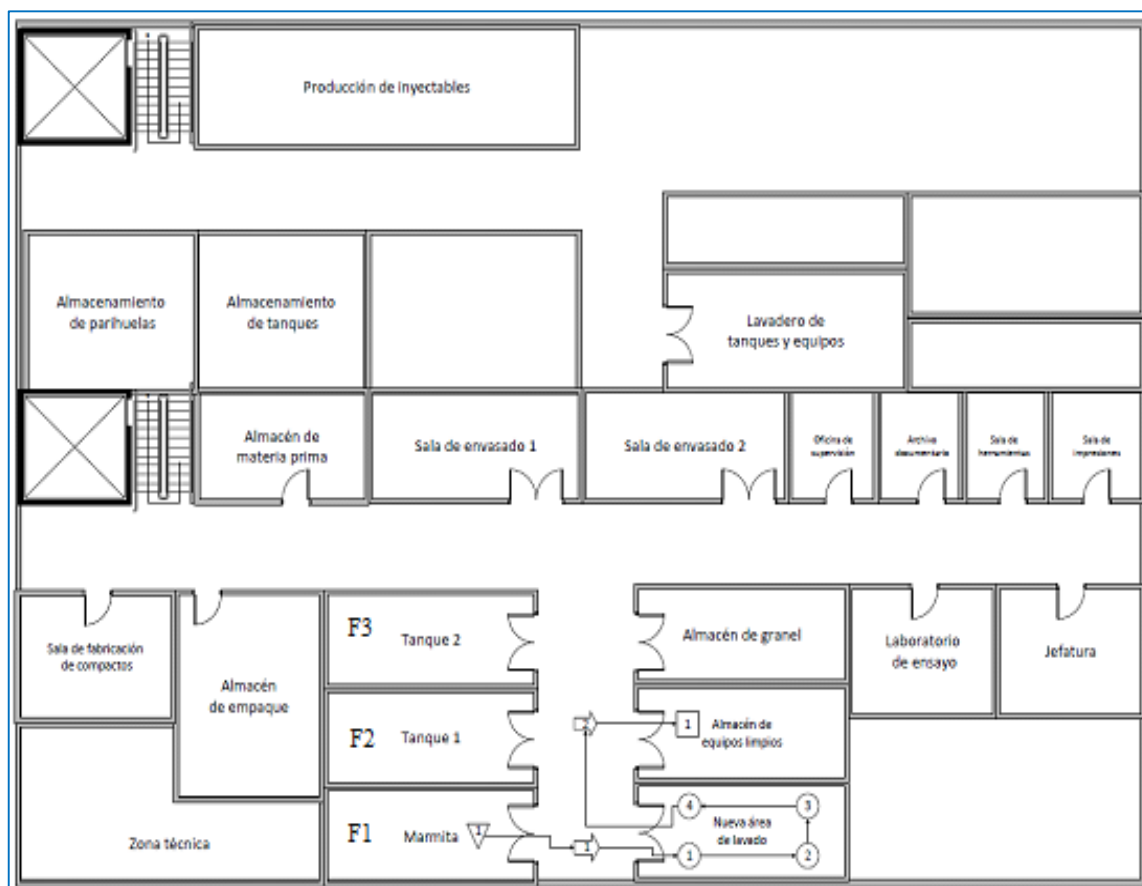


Figura 40: Diagrama de Recorrido en la nueva área de lavado en el primer piso
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Figura 40, como disminuyó tiempo de recorrido, uso de recurso, porque ya no fue necesario utilizar dos operarios para trasladar las marmitas o tanques de fabricación porque ya no se tiene montacargas en el recorrido. Se modificó las tareas de la actividad de limpieza, eliminando la actividad de secado con aire comprimido, para secar con calor seco, disminuyendo tiempo del proceso de limpieza de las marmitas y tanques con lo cual se logra disminuir el tiempo total de ciclo de fabricación, dado que la limpieza de las marmitas y tanques forman parte del proceso de fabricación.

Se muestra la Figura 41 más ampliada, el recorrido empieza en la sala de fabricación 1 y al frente se encuentra la nueva área de lavado de marmitas y tanques.

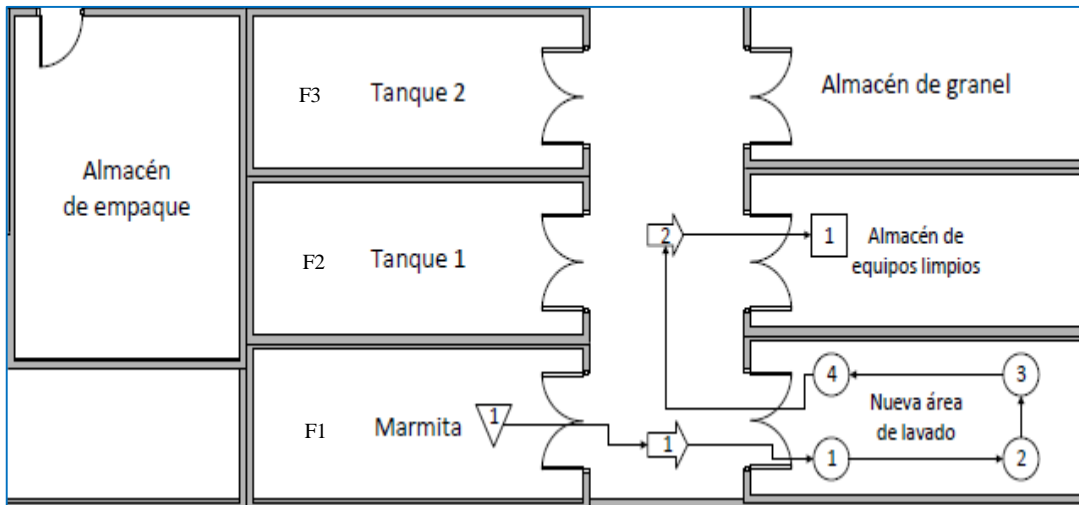


Figura 41: Ampliación del Diagrama de Recorrido en la nueva área de lavado en el primer piso
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 42, se presenta en físico la nueva área de lavado de las marmitas y tanques de fabricación que nos permitió disminuir tiempos de ciclo de fabricación:



Figura 42: Presentación de la nueva área de lavado en el primer piso (antes área de lavado de utensilios)
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 43, se presenta el diagrama de actividades de las actividades de limpieza de tanques y marmita post-test ya con la nueva área de lavado en el primer piso, con lo cual se disminuyó recorrido y tiempo de ciclo de todo el proceso de fabricación.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LAS ACTIVIDADES DE LIMPIEZA TANQUE-MARMITAS POST-TEST (PROPUESTO)							
Objeto:	Equipos y máquinas		ACTIVIDAD	SIMB	PROPUESTO	AHORRO	
			OPERACIÓN		4	1	
ACTIVIDAD	Limpieza de equipos y máquina y tanques		TRANSPORTE		2	2	
			ESPERA		0	3	
			INSPECCIÓN		1	0	
METODO:	PROPUESTO		ALMACENAMIENTO				
LUGAR:	Planta Cosmético		DISTANCIA(m)	34			
OPERARIO(S)		FICHA	TIEMPO(H-H)seg	6530	Tiempo de lavado(min)		
	1 Operario		MO	1			
REALIZADO POR:		FECHA:	MATERIAL				
APROBADO POR:		FECHA:	Horas Máquina(seg)			10883	
Descripción			DIST. (mt)	TIEMPO (Seg.)	SIMBOLO		Observación
Transportar al area de lavado 1º piso			8	48			1 Operarios
Lavado con agua tratada en el segundo piso				2252			1 Operario
Agregar solución detergente				982			1 Operario
Enjuagar detergente				1820			1 Operarios
Desinfectar y secar				648			1 Operario
Transportar al area control microbiológico			26	480			1 Operario
Total			34	6530	4	2 0 1	

Figura 43: Diagrama de actividades de limpieza pos-test
Fuente: Elaboración propia

Resultados tomados de la evaluación post-test de las actividades de limpieza de las marmitas al inicio de la fabricación.

PASO N°	DETALLE DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	ESPERA	ALMACENAMIENTO	OPERARIO	RECORRIDO(mts)	TIEMPO(seg.)
1	Trasportar al área nueva de lavado 1 piso		⇨				1	8	48
2	Lavado con agua tratada en el segundo piso	○					1		2252
3	Agregar solución detergente	○					1		982
4	Enjuagar detergente	○					1		1820
5	Desinfectar y secar con calor	○					1		648
6	Trasportar al area		⇨				1	26	480
7	control micorobiológico			□			1		300

RESUMEN

	Cant.	Tiempo(s)	Recorrido(m)	Operario
○	04	5702	0	1
⇨	02	528	34	1
□	0	0	0	0
□	01	300	0	1
Total		6530	34	1

Figura 44: Resultados del análisis DAP de las actividades de limpieza Post-test. (Registros promedios)
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 44, se puede observar que se disminuyó el tiempo de limpiezas de las marmitas y tanques de fabricación de 2.26 horas a 1.81 horas.

El proceso ha disminuido su recorrido, se ha unificado las actividades en una sola, se dejado de utilizar un operario, la nueva área de lavado no estaba siendo utilizada eficazmente, dado que sólo se utilizaba para lavar tachos. Esto fue posible habilitando el generador de vapor y poniendo en actividad el punto de vapor en dicha sala.

Para la implementación post-test de la nueva sala de lavado en el primer piso se hizo la implementación de materiales y recursos que se detallan a continuación (Ver Figura 45):

Actividad	Material/Requerimiento	Nueva área de lavado
Se hizo la implementación de canaleta para acortar distancia de recorrido para el nuevo proceso de limpieza de las marmitas y tanques de almacenamiento		Por el estudio de recorrido para el proceso de limpieza se amplió mediante canaletas y cables, los puntos para la obtención del vapor y energía.
Adaptación manguera por disminución de recorrido		Se compró manguera que soporta vapor por disminución de recorrido
Instalación de punto de vapor en la nueva área de lavado del primer piso		Se hizo la instalación del punto de vapor para el proceso de limpieza de tanques y marmita
Compra de resistencia y pintado del generador de vapor en desuso		Se puso en funcionamiento el generador de vapor que estaba en desuso en la zona técnica
Capacitación del nuevo método de limpieza		Se realizó la capacitación del nuevo método de limpieza a todos los operadores designados
Selección del personal para el estudio de tiempo de las actividades de limpieza	Se determina al Sr. Luis Cuadros como el responsable del análisis de tiempo	Se pasa al personal a producción como personal responsable para la verificación de tiempo

Figura 45: Materiales y recursos utilizados para la implementación nuevo método de limpieza
Fuente: Elaboración propia.

Mejora: En la actividad de trasvase en la fabricación (post-test)

Se propuso mejorar las actividades de trasvase, previamente se mejoró el recorrido del proceso de limpieza, cambió el sistema de trasvase de tuberías a mangueras sanitarias, al acortar distancia se mejoró la pérdida de granel y el tiempo de ciclo del proceso de fabricación, el proceso de fabricación se realizó en una sola sala de fabricación (se fabricaba en tres en el pre-test) para lo cual se mandó a poner llantas

a los tanques auxiliares para poder trasladarlos a la sala de fabricación , por tanto se disminuyó desperdicio de transporte, de recorridos innecesarios y desperdicio de merma de granel.

Se presenta el diagrama de flujo post-test, luego de realizar la limpieza de las marmitas donde se mejoró recorridos y distancia con la nueva área de lavado, se realiza la limpieza del sistema de trasvase donde solamente se lavan mangueras porque ya no se utiliza el sistema de tuberías. Se presenta el diagrama de flujo del proceso de fabricación post-test:

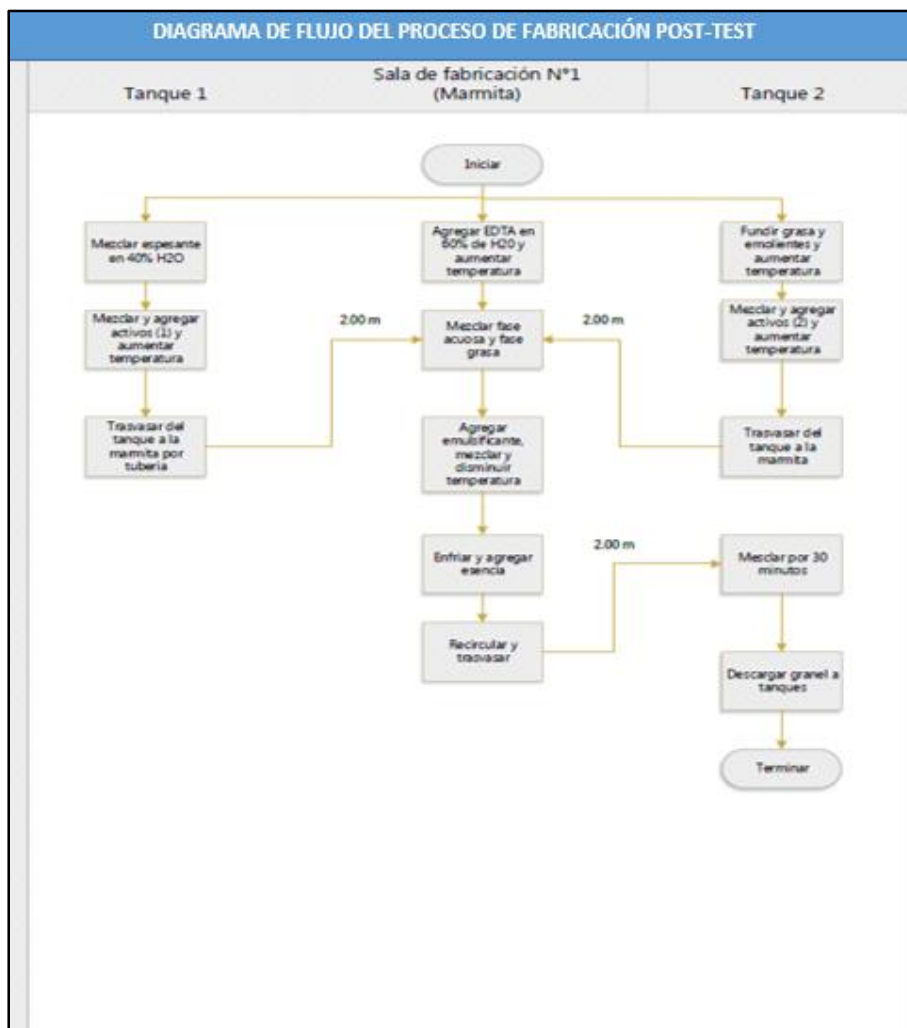


Figura 46: Diagrama de flujo del proceso de fabricación post-test
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Figura 46, el proceso en una sola sala de fabricación, disminuyendo recorrido y tiempos de fabricación.

En la Figura 47, se presenta a continuación a la sala de fabricación 1, donde el proceso se realiza en un solo lugar y donde el sistema de trasvase tiene menor recorrido, por tanto se disminuye recorridos y distancia y ahorro de granel.



Figura 47: Fabricación en una sola área en el post-test
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 48, se presenta el diagrama de recorrido mejorado en el proceso de fabricación donde se evidencia los diámetros ahorrados y por lo tanto mejora en el tiempo de fabricación.

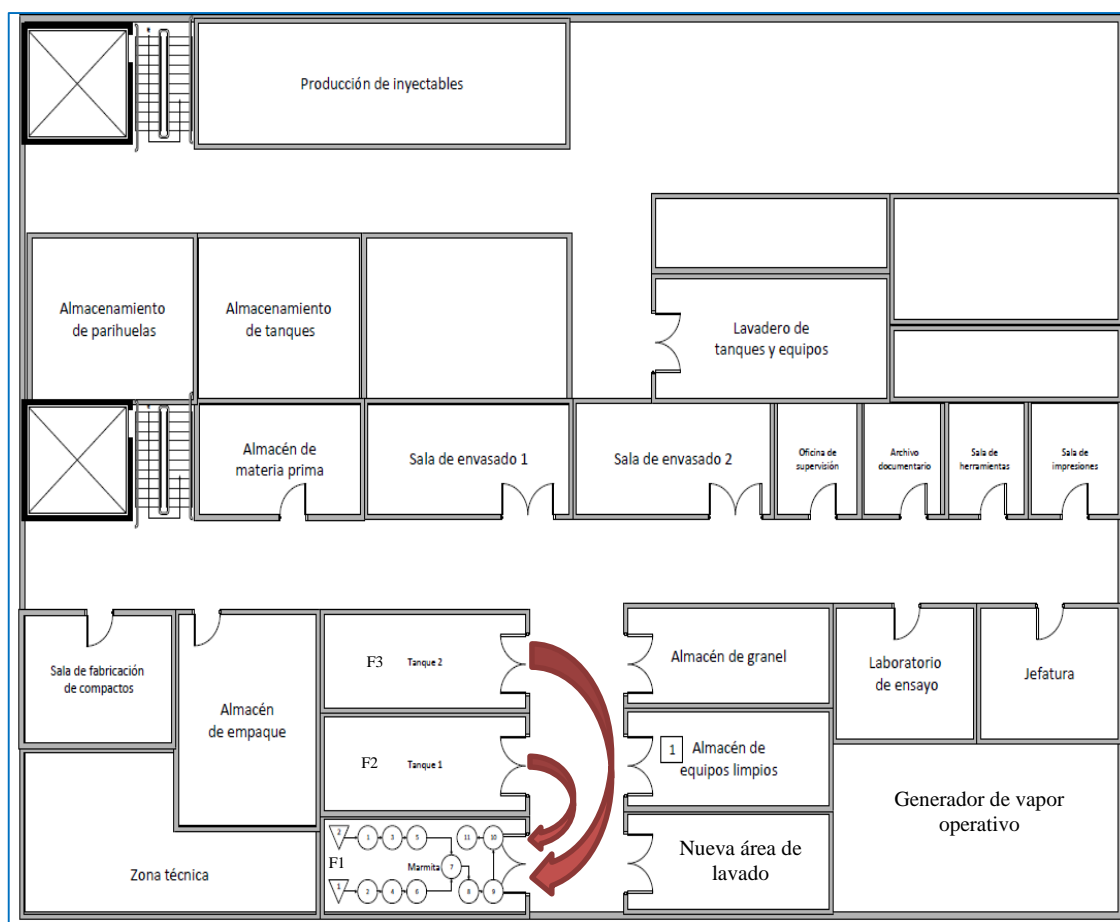


Figura 48: Diagrama de recorrido del proceso de fabricación post-test
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 49, se presenta el análisis de las actividades de fabricación mediante el DAP del proceso post-test.

También se muestra el diagrama post- test donde se puede observar las mejoras y disminución de tiempos de recorrido y ahorro de granel por perdida de merma por el ineficiente proceso de trasvase en el Pre-test y el exceso de recorrido innecesarios.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN POST-TEST						
DAP FABRICACIÓN		RESUMEN				
Objeto:	Bull de fabricación x300 kilos	ACTIVIDAD	SIMB	PROPUESTO	AHORRO	
		OPERACIÓN	●	13	3	
ACTIVIDAD	Fabricación de cosmético	TRANSPORTE	➔	0	1	
		ESPERA	●	0	1	
		INSPECCIÓN	■	1	0	
METODO:	ACTUAL	ALMACENAMIENTO	▼	0	0	
LUGAR:	Planta Cosmético	DISTANCIA(m)		13	109	
OPERARIO(S)	FECHA	TIEMPO(H-H)seg		12870	7050	
1 Operarios		M.O		1	1	
REALIZADO POR:	FECHA:	Merma granel (Kg)		3	14	
APROBADO POR:	FECHA:	Tiempo Total de Fab. (min)		214.5	117.5	
Descripción	DIST. (m)	TIEMPO (Seg.)	SIMBOLO			Observación
Mezclar 1 y Agregar EDTA en 60% de H2O	1	300	●			2 operarios
Mezclar 2 espesante en 40% de H2O	1	600	●			2 operarios
Mezclar 3 y agregar Activos 1, aumentar T°	1	1260	●			2 operarios
Trasvasar 1 hasta la marmita	1	360	●			2 operarios
Fundir grasa y empientes y aumentar T°	1	780	●			1 Operario
Mezclar 4 y agregar activos 2 y aumentar T°	1	1140	●			1 Operario
Trasvase 2 hasta la marmita	1	330	●			1 Operario
Mezclar 5 Fase acuosa y fase grasa	1	900	●			1 Operario
Emulsificar y mezclar 6/ disminuir T°	1	1800	●			10 Operarios
Enfriar y mezclar 7	1	900	●			1 Operario
Recircular y trasvase 3	1	1200	●			1 Operario
Mezcla final	1	1500	●			1 Operario
Descargar	1	1800	●			1 Operario
Control						1 Operarios
Total	13	12870	13	0	1	

Figura 49: Diagrama de actividades de fabricación pos-test

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 50, se presenta el resultado del análisis del DAP:

PASO N°	DETALLE DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	ESPERA	ALMACENAMIENTO	OPERARIO	RECORRIDO (mts)	TIEMPO (Seg.)
1	Mezclar 1 y Agregar EDTA en 60% de H2O	○					1	1	300
2	Mezclar 2 espesante en 40% de H2O	○					1	1	600
3	Mezclar 3 y agregar Activos 1, aumentar T°	○					1	1	1260
4	Trasvasar 1 hasta la marmita	○					1	1	360
5	Fundir grasa y emolientes y aumentar T°	○					1	1	780
6	Mezclar 4 y agregar activos 2 y aumentar T°	○					1	1	1140
7	Trasvase 2 hasta la marmita	○					1	1	330
8	Mezclar 5 Fase acuosa y fase grasa	○					1	1	900
9	Emulsificar y mezclar 6/disminuir T°	○					1	1	1800
10	Enfriar y mezclar 7	○					1	1	900
11	Recircular y trasvase 3	○					1	1	1200
12	Mezcla final	○					1	1	1500
13	Descargar	○					1	1	1800
14	Control			□			1	1	300
15	Transporte de mangueras de trasvase al area de lavado		➡				1	7	180
16	limpieza de mangueras en nuevo lavadero	○					1	0	1800

RESUMEN

	Cant.	Tiempo(s)	Recorrido(m)	Operario
○	14	14670	13	1
➡	01	180	7	1
□	01	0	0	1
□	01	300	1	1
Total		15150	21	1

Figura 50: Resultados DAP de las actividades de fabricación post-test

Fuente: Elaboración propia

Con esta propuesta de mejoras se observa una disminución del tiempo de ciclo de fabricación a 1.6 horas de ahorro (post-test) con respecto al promedio de fabricación de los shampoo, se aumentó la eficiencia del sistema de trasvase al incorporar el sistema de mangueras portátiles, remplazando al sistema de trasvase por tuberías de acero inoxidable y por el largo recorrido entre las tres áreas de fabricación (pre-test).

Además, se utiliza un operario en toda la fabricación, en comparación a utilizar dos operarios por el tema de desmontaje y montaje del sistema de trasvase pre-test.

Para esto fue necesario implementa los siguientes recursos (Ver Figura 51):

Actividad	Material/Requerimiento	Logro validado
Adaptación manguera por disminución de recorrido		Se compró manguera para la prueba piloto. Se acorta la distancia de recorrido
Instalación de llantas y patas de acero inoxidable a los tanques de trasvase para disminución de recorrido		Se valida la instalación las llantas y patas para el moviendo de los tanques de trasvase al área de fabricación

Figura 51: Implementación de recursos para el nuevo sistema de trasvase en fabricación (post-test)
Fuente: Elaboración propia.

Se procedió a realizar el estudio de tiempos por cronometro a todo el proceso de fabricación con las mejoras implementadas a 32 lotes de producción de fabricación se presenta en la siguiente tabla el estudio de tiempos con lo cual se determina el tiempo de ciclo post-test.

Estudio de tiempo por cronometro para determinar el tiempo de ciclo de fabricación post-test

En la siguiente tabla se muestra el estudio de tiempo por cronometro del shampoo Natural x 1 L fabricado en la cual se puede confirmar el nuevo tiempo de ciclo de fabricación para dicho producto.

En la Figura 52: Se observa el tiempo de ciclo de fabricación estándar, en dicha evaluación se validada a un tiempo de 4.830 Horas. (Post-test)

Tiempo de ciclo de fabricación mejorado (Post-test) resultados del estudio de tiempos por cronometro, enero- junio 2018.

ACTIVIDAD		CICLOS																			total (CM)	total (min.)	# obs	RESUMEN					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				TM	FY	TN	TOL	TS	
1	Limpieza del sistema de trasvase	T 1452.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1452.030	14.520	1	14.520	1	14.520	2.323	16.844	
	L	871.218																											
2	Subir los insumos	T 477.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	477.017	4.770	1	4.770	1	4.770	0.763	5.533	
	L	286.210																											
3	Mezcla 1	T 15967.318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15967.318	159.673	1	3	1	159.673	25.548	185.221	
	L	9580.391																											
4	Trasvase de fases	T 3104.267	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3104.267	31.043	1	31.043	1	31.043	4.967	36.009	
	L	1862.560																											
5	Mezcla 2 y descarga	T 1019.565	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1019.565	10.196	1	10.196	1	10.196	1.631	11.827	
	L	611.739																											
6	Lavado de máquina y tanques	T 3009.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3009.083	30.091	1	30.091	1	30.091	4.815	34.905	
	L	1805.450																											
7		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
8		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
9		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
10		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
11		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
12		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
13		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
14		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
15		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
16		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
17		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
18		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
19		T 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
	L																												
																								TIEMPO DE CICLO (en min.)					290.340

Figura 52: Estudio de tiempo por cronometro del proceso de fabricación del producto Shampoo Natural Vainilla x 1 L post-test
Fuente: Área de organización y Método.

Como se muestra en la Tabla 09, hay mejoras en los tiempos de ciclo registrados luego del análisis estadístico.

Tabla 09:
Resultados de Tiempos de ciclo de fabricación post-test (Variable 1)

	Lote de Producción	Producto	Tiempo de ciclo registrado (H) Pos-test
1	10002564	Shampoo Macadamia	5.85
2	10008768	Shampoo Babytopic	4.75
3	10009745	Shampoo Aloe Vera	5.75
4	10009832	Shampoo Natural Vainilla	4.83
5	10009867	Shampoo Natural Manzan	5.25
6	10009969	Shampoo Natural Fresa	5.98
7	10009987	Shampoo Natural Limón	6.18
8	10010054	Shampoo para cabellos riso	6.21
9	10023323	Shampoo para cabellos col	4.42
10	10034891	Shampoo Ammens x 120 mL	6.23
11	10041323	Shampoo Amens x 112 mL	6.18
12	10052425	Shampoo Amens original	5.78
13	10053675	Shampoo Natural guaraná	5.28
14	10054789	Shampoo Amens orig. Oferta	4.95
15	10055647	Shampoo Fiori la Kiwi	5.86
16	10056656	Shampoo Natural Cocoa	6.12
17	10056756	Shampoo Natural cab/Liso	5.85
18	10057124	Shampoo Natural Germen T	6.75
19	10057256	Shampoo Natural Almond	6.38
20	10057387	Shampoo Caspa control	5.86
21	10057467	Shampoo Quigenes x 1L	5.88
22	10057645	Shampoo Avocado x 112 ml	5.76
23	10057876	Shampoo Amens x 112 mL	6.43
24	10057945	Shampoo Natural Chocolate	5.34
25	10058324	Shampoo Natural Guaraná	6.12
26	10058567	Shampoo Fiori la Kiwi	5.54
27	10059624	Shampoo almond coco	4.85
28	10059865	Shampoo Natural coco	5.43
29	10061235	Shampoo Te verde	5.35
30	10062127	Shampoo free sal	6.22
31	10063656	Shampoo Amens orig. Oferta	5.88
32	10071265	Shampoo Amens x 412 ml	5.72
33	10072564	Shampoo Natural avocado	6.21
34	10072897	Shampoo Friori Kiwi	7.12
35	10073145	Shampoo Babytopic	6.34

Fuente: Área de organización y métodos

Objetivo 2: Determinar cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del shampoo.

En la Tabla 10, se presenta a la variable dependiente 2, el objetivo 2 y la Hipótesis 2, se identificaron las causas primordiales de la variable dependiente 2 mediante el diagrama de Ishikawa y se priorizaron las causas raíces mediante la ponderación de hallazgos que fueron recolectados de los lot-file de producción de enero a diciembre del 2017 y presentaron las alternativas de solución que fueron visualizados en el post-test, logrando el objetivo.

Tabla 10:
Variable dependiente 2/Objetivo 2/ Hipótesis 2

Variable Dependiente 2	Objetivo 2	Hipótesis 02
Tiempos de ciclo en la estación de envasado	Determinar cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del shampoo.	Mediante la aplicación de la ingeniería de método se logrará la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del shampoo.

Fuente: Elaboración propia.

Situación Antes (Pre) de la Problemática

El tiempo de ciclo en la estación de envasado del shampoo era un dato teórico que en algún momento un fabricante experimentado planteo al planificador de planta una lista y con ésta se realizaba la programación de las operaciones para la distribución de las tareas por parte de los operarios en la estación de envasado.

Como se demuestra en la tabla abajo siguiente no existe un estándar de tiempo de ciclo en el envasado, se muestra los tiempos registrados de la muestra pre-test y se observaba que horas del proceso de envasado ante un determinado bach y una misma cantidad de operarios, variaban con respecto al tiempo programado con lo cual se verificó que el ciclo actual de envasado necesita validarse a través de un estudio de tiempo por cronometro, pero antes fue necesario revisar los métodos de cada actividad con la finalidad de eliminar y/o disminuir los desperdicios para mejorar el tiempo el tiempo de ciclo de envasado.

En la tabla siguiente se muestra la relación de órdenes muestradas de enero-diciembre 2017 donde se presenta el tiempo de ciclo de envasado registrado, en el Pre-test.

Tabla 11:
Resultados de Tiempos de ciclo de envasado pre-test (Variable 2)

	Lote de Producción	Producto	Tiempo de ciclo registrado(H)
1	10002564	Shampoo Macadamia	9.00
2	10008768	Shampoo Babytopic	12.56
3	10009745	Shampoo Aloe Vera	12.15
4	10009832	Shampoo Natural Vainilla	8.17
5	10009867	Shampoo Natural Manzan	9.55
6	10009969	Shampoo Natural Fresa	15.25
7	10009987	Shampoo Natural Limón	9.24
8	10010054	Shampoo para cabellos riso	10.23
9	10023323	Shampoo para cabellos col	12.12
10	10034891	Shampoo Ammens x 120 mL	12.34
11	10041323	Shampoo Amens x 112 mL	13.27
12	10052425	Shampoo Amens original	11.23
13	10053675	Shampoo Natural guaraná	10.25
14	10054789	Shampoo Amens orig. Oferta	9.98
15	10055647	Shampoo Fiori la Kiwi	12.25
16	10056656	Shampoo Natural Cocoa	10.33
17	10056756	Shampoo Natural cab/Liso	12.15
18	10057124	Shampoo Natural Germen T	11.18
19	10057256	Shampoo Natural Almond	12.25
20	10057387	Shampoo Caspa control	13.25
21	10057467	Shampoo Quigenes x 1L	8.28
22	10057645	Shampoo Avocado x 112 ml	12.24
23	10057876	Shampoo Amens x 112 mL	10.24
24	10057945	Shampoo Natural Chocolate	8.25
25	10058324	Shampoo Natural Guaraná	9.36
26	10058567	Shampoo Fiori la Kiwi	6.26
27	10059624	Shampoo almond coco	8.28
28	10059865	Shampoo Natural coco	10.25
29	10061235	Shampoo Te verde	8.25
30	10062127	Shampoo free sal	8.78
31	10063656	Shampoo Amens orig. Oferta	9.36
32	10071265	Shampoo Amens x 412 ml	8.72
33	10072564	Shampoo Natural avocado	9.74
34	10072897	Shampoo Friori Kiwi	10.28
35	10073145	Shampoo Babytopic	9.36
36	10073245	Shampoo Natural cocoa	10.24
37	10073897	Shampoo Te verde	7.36
38	10074156	Shampoo Amens x 112 ml	8.56
39	10075787	Shampoo Natural Guaraná	9.42
40	10076187	Shampoo Natural Chocolate	8.28
41	10076234	Shampoo almond coco	7.56
42	10086123	Shampoo Te verde	12.1
43	10087234	Shampoo Natural Macadamia	9.36
44	10088123	Shampoo cabello riso	8.36
45	10088564	Shampoo reforzador	8.48
46	10089234	Shampoo hidratante capilar	9.36
47	10092342	Shampoo Babytopic	11.68
48	10093136	Shampoo Ammens x 112 mL	9.56

Fuente: Área de contabilidad

En la Tabla 11 Se observa el registro del tiempo de ciclo de envasado registrado en las órdenes de producción muestradas durante el periodo enero-diciembre 2017.

Para la determinación de las causas de la variabilidad del tiempo de ciclo de envasado se realizó el diagrama de Ishikawa y la priorización de las causas raíces a través de la ponderación en el diagrama de Pareto.

Tabla 12:
Ponderación de las causas de la variable dependiente 2

PONDERACIÓN DE LAS CAUSAS DE ACUERDO AL DIAGRAMA DE ISHIKAWA		
Principales Causas	F.R.	F.A%
Actividad de limpieza en el proceso de envasado ineficiente	33.3	33.3
Movimientos y transportes innecesarios durante el envasado	28.8	62.1
Actividad de arranque ineficiente	18.2	80.3
UPH de envasado no están validados	9.6	89.9
Fallas en los sistemas de apoyo crítico en envasado	3.9	93.8
Falta de supervisión en las operaciones de envasado	2	95.8
Falta de capacitación a los maquinistas	1.2	97
Fallos en el sistema de llenado de envasado	0.8	97.8
Falta de mantenimiento preventivo	0.7	98.5
Falta de Homologación de proveedores	0.6	99.1
Los materiales con defectos de origen	0.5	99.6
Otros	0.4	100
Total		100

Fuente: Ordenes de producción (48) enero-diciembre 2018

En la Tabla 12, se presenta la ponderación de las causas de la variable dependiente dos luego de evaluar las diferentes causas presentadas en el diagrama de Ishikawa (Ver Figura 53), con lo cual se evidencia el diagrama de Pareto (Ver Figura 54) que nos permite priorizar las causas vitales de las causas triviales.

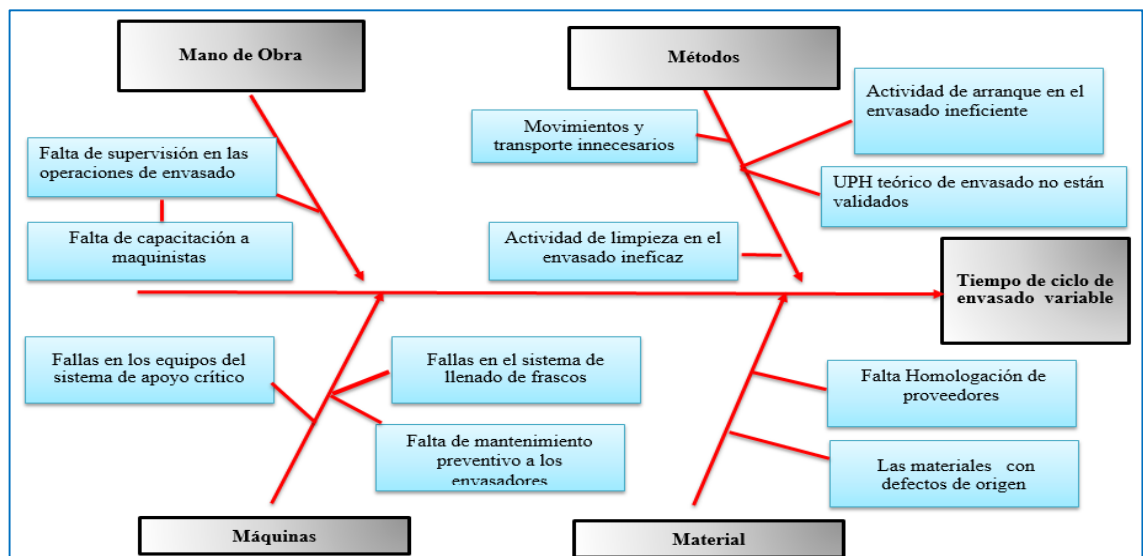


Figura 53: Diagrama de Ishikawa Variable Dependiente
Fuente: Elaboración propia

Se realizó el diagrama de Pareto donde se ponderó las causas vitales de las causas triviales en función a la ponderación de fallos que se encontraban registrados en las 48 órdenes de producción revisadas.

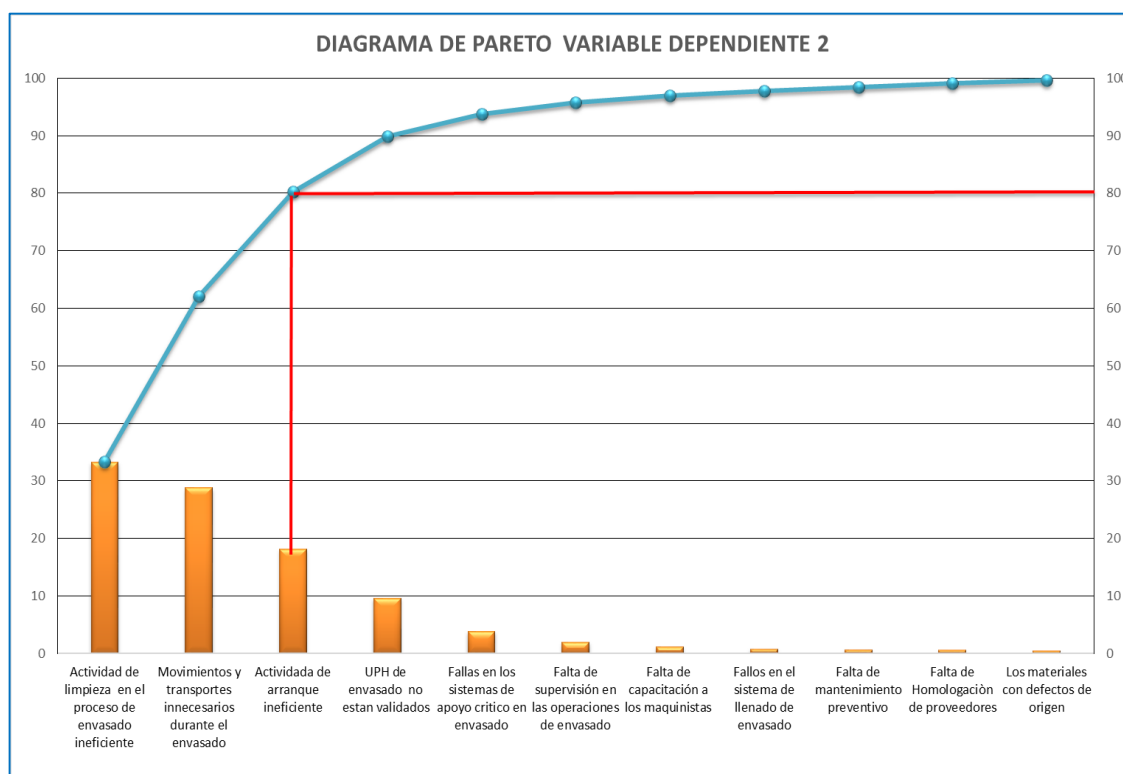


Figura 54: Diagrama de Pareto
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 54 se observa que las causas principales que determinaban una variación de los tiempos de ciclo de envasado y que causaban de desperdicios eran los movimientos innecesarios, actividad de arranque de envasado ineficiente durante el proceso de envasado, Actividad de limpieza ineficiente en proceso de envasado. Todas estas causas generan desperdicios de tiempo, de transporte y desperdicio de pérdida de granel el cual fueron solucionadas haciendo uso de la variable independiente.

Causa: Actividad de limpieza en el proceso de envasado ineficiente

El proceso de limpieza en el Pre-test en la estación de envasado, también se realizaba trasladando la máquina de envasado desde el primer piso hacia el segundo piso, con lo cual existía desperdicios de tiempos de transportes, tiempo de espera en el ascensor, dado que había que subir al montacargas se utilizaba dos operadores por seguridad.

Causa: Actividades de arranque de envasado ineficiente

Las actividades de arranque en el proceso de envasado empiezan con el sistema de limpieza de la máquina de envasado el cual presentan la misma ineficiencia tratada en la estación de fabricación (desperdicios de recorridos, de transportes y tiempo de espera). Ya nuevamente la máquina en la sala de envasado, se procede al armado, una vez armada se procesó al proceso de desinfección a la tolva y al sistema de dosificación, luego se procedía al secado de la tolva y todo el sistema de envasado con aire comprimido, para asegurar que no quedara solución desinfectante y pueda este desinfectante mezclarse o contaminar el granel a envasar, se hacia el proceso de purga de 18 kilos de granel, siendo esta purga una merma estandarizada y aceptada por la organización.

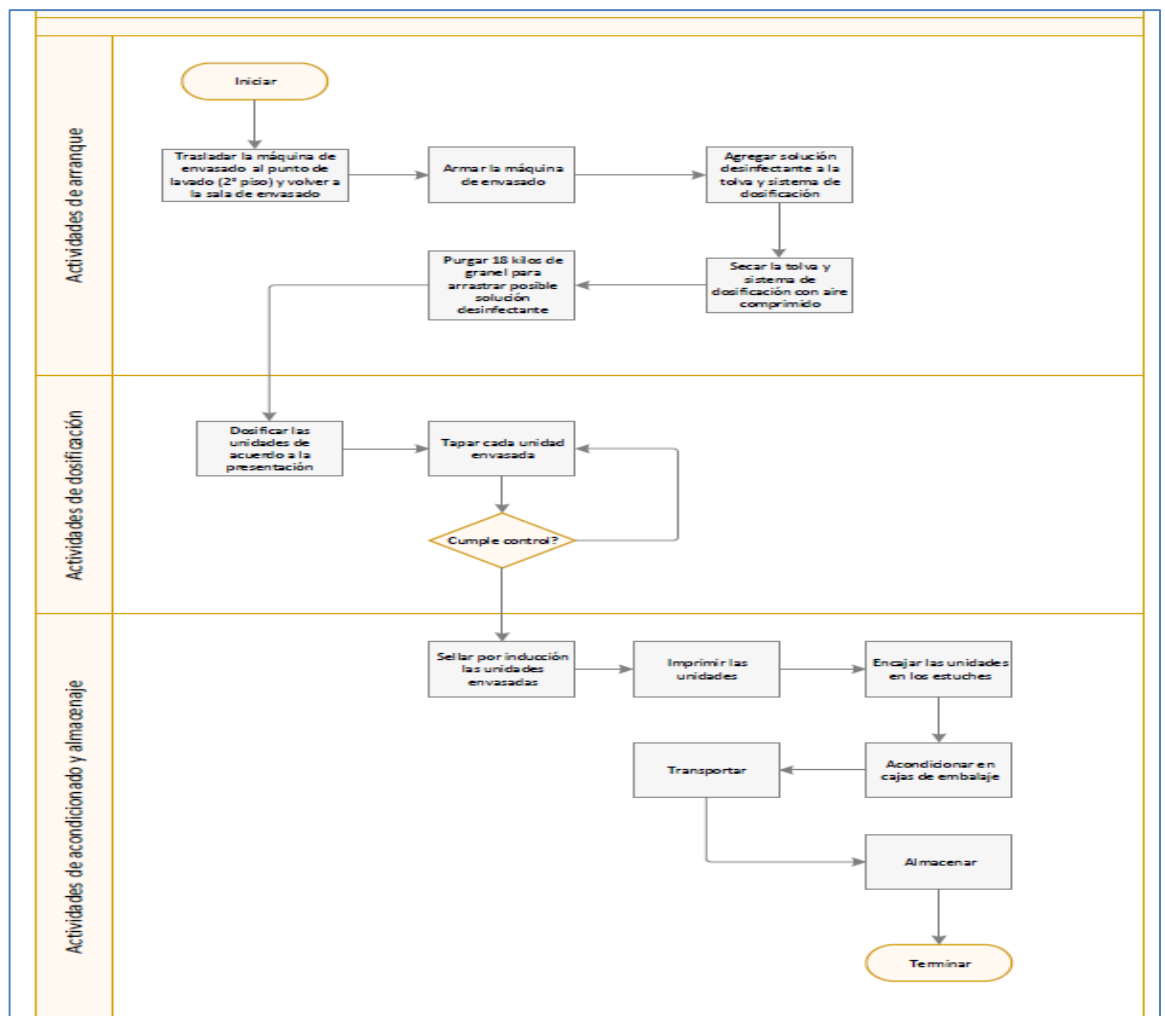











Figura 55: Diagrama de flujo del proceso de envasado (pre-test)

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 55, podemos observar la actividad ineficiente de la purga o perdida protocolizada de granel de 18 kilos, porque se daba 3 pulsadas a los 6 caños de envasado con lo cual se mermaba en promedio la cantidad indicada. Se presenta en la siguiente Tabla 13 el diagrama de actividades del proceso de envasado en el Pre-test.

Tabla 13:
Diagrama de actividades del proceso de envasado Pre-test

DAP DE ENVASADO			RESUMEN				
Objeto:	Bulk x 500 Kg		ACTIVIDAD	SIMB	ACTUAL		
UPH	2,000		OPERACIÓN		11		
ACTIVIDAD	Envasado de cosmetico		TRANSPORTE		1		
Producto	Shampoo Ammens x 112 mL		ESPERA		1		
Cantidad:	4464 unidades		INSPECCIÓN		1		
METODO:	ACTUAL		ALMACENAMIENTO		1		
LUGAR: Planta Cosmético			DISTANCIA(m)	115			
OPERARIO(S)		FECHA	TIEMPO(H-H)Seg.	17082	Tiempo total de proceso (min.)		
10 Operarios			M.O	14			
REALIZADO POR:		FECHA:	MATERIAL				
APROBADO POR:		FECHA:	Horas Máquina		284.7		
Descripción	DIST. (m)	TIEMPO (Seg.)	SIMBOLO				Observación
							
Limpieza	90	4500	●				3 Operario
Montaje	2	1800	●				1 Operario
Sanitización	1	900	●				1 Operario
secar con aire comprimido la tolva y dosif.	1	1200	●				1 Operario
Purga	1	600	●				1 Operario
Dosificación	1	1147	●				10 Operarios
Tapado		1147	●				1 Operario
Control	5	600				●	1 Operario
Sellado		1147	●				1 Operario
Impresión		1147	●				1 Operario
Estuchado		1147	●				4 Operarios
Embalado		1147	●				1 Operario
Transporte	5	300				●	1 Operario
Almacenamiento	8	300				●	1 Operario
Total	115	17082	11	1	2	1	14

Fuente: Elaboración propia

Resultados del análisis DAP:

De acuerdo al resultado Pre-test de las actividades de envasado, observamos que existe tiempo de transporte, actividades de recorrido, que influyen en el tiempo de ciclo de envasado y que era necesario mejorar los métodos para poder disminuir desperdicios. El resultado de la merma producto de la actividad de purga son 18.00 kilos de granel de shampoo. Ver Tabla 14.

Tabla 14:
Resultados DAP Envasado pre-test

DIAGRAMA DEL PROCESO DE ENVASADO-ACONDICIONADO									
PASO N°	DETALLE DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	ESPERA	ALMACENAMIENTO	OPERARIO	RECORRIDO(mts)	TIEMPO(seg.)
1	Limpieza	○	⇨		⌋		3	90	4500
	Montaje	○					1	2	1800
2	Sanitización	○					1	1	900
3	secar con aire comprimido la tolva y dosif.	○					1	1	1200
4	Purga	○					1	1	600
5	Dosificación	○					1	1	1147
6	Tapado	○					1	0	1147
7	Control			□			1	1	600
8	Sellado	○					1	0	1147
9	Impresión	○					1	0	1147
10	Estuchado	○					4	0	1147
11	Embalado	○					1	0	1147
12	Transporte		⇨				1	5	300
13	Almacenamiento					▽	1	8	300

RESUMEN

	Cant.	Tiempo(s)	Recorrido(m)	Operario
○	11	18940	96	10
⇨	02	300	5	1
⌋	1	380	0	0
□	01	600	1	1
▽	01	300	8	1
Total		20520	110	10

Fuente: Elaboración propia

Situación Después (Post) de la Solución Problemática

Se mejoró el método de envasado partiendo de la mejora en el recorrido de la máquina envasadora para su limpieza, el cual al igual que las marmitas eran trasportadas hacia el segundo piso, con la implementación de la nueva área de lavado,

visto en la fabricación, se mejora el recorrido de la envasadora, luego se pone a funcionar la chaqueta de la tolva con lo cual se cambia la actividad del secado a vapor, dejando de secar con aire comprimido y eliminando la actividad de purga, el temor por años de que se pueda contaminar la solución no arrastrada durante el secado con aire comprimido protocolizaba tener que mermar 18 kilos de merma del granel de shampoo. Se presenta el diagrama de flujo del proceso de envasado post-test. Ver Figura 56.

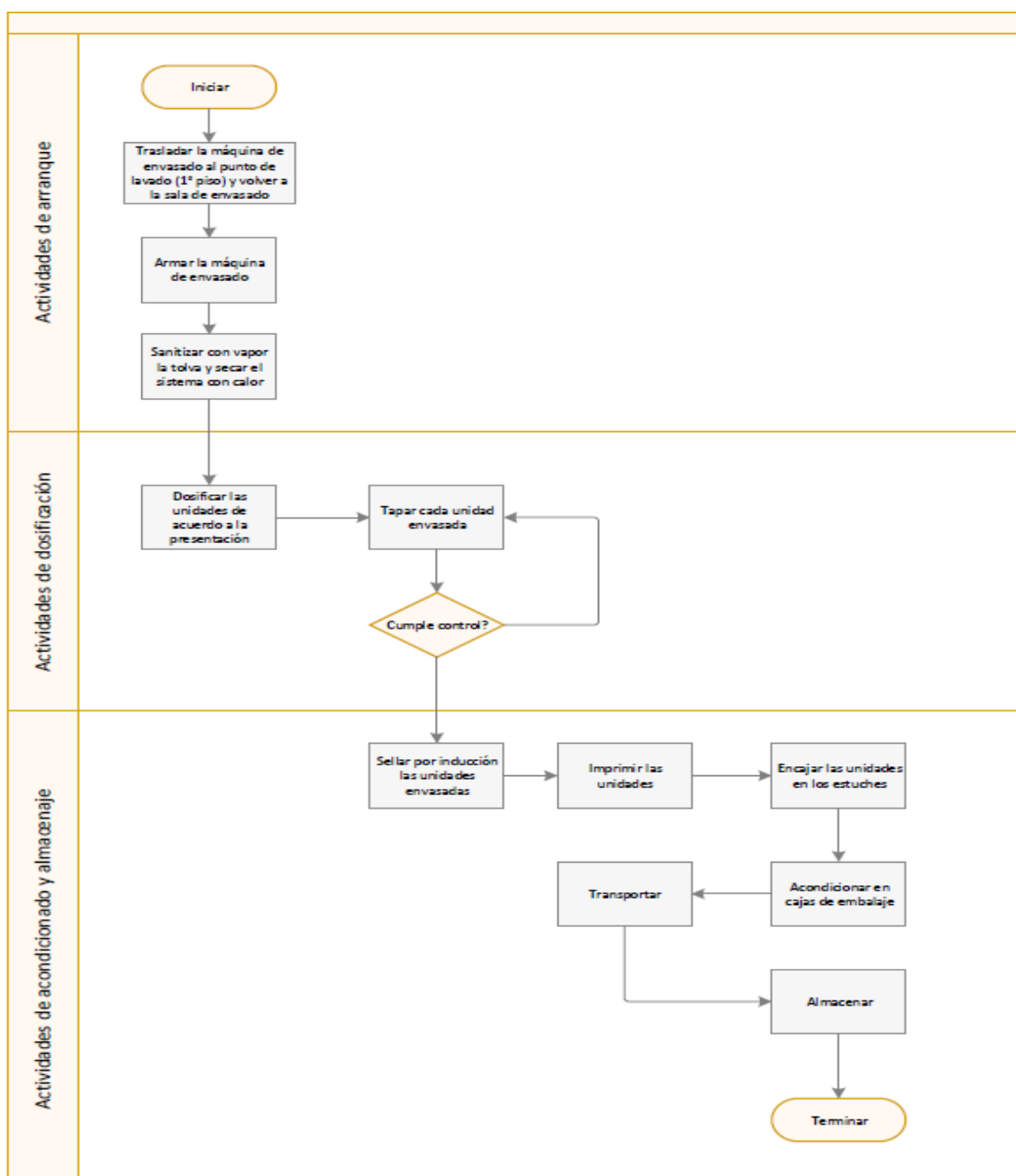












Figura 56: Diagrama de flujo de proceso de envasado (post-test)
Fuente: Elaboración propia.

Se presenta el DAP del proceso de envasado post-test.

Podemos en la Tabla 15 que se ha unido las actividades de sanitizar y secar y se ha eliminado la actividad de purga, con lo cual se tiene más granel para envasar y por lo tanto más unidades para entregar. Se presenta los resultados del análisis DAP del proceso de envasado post- test donde podemos observar la disminución de desperdicios con las mejoras aplicadas por la variable independiente.

Tabla 15:
Diagrama de actividades del proceso de envasado post-test

DAP DE ENVASADO			RESUMEN						
Objeto:	Bulk x 500 Kg		RESUMEN						
UPH	2,000		ACTIVIDAD	SIMB	PROPUESTO	AHORRO			
ACTIVIDAD	Envasado de cosmetico		OPERACIÓN		9	2			
Producto	Shampoo Ammens x 112 mL		TRANSPORTE		1	0			
Cantidad:	4464 unidades		ESPERA		0	1			
METODO:	ACTUAL		INSPECCIÓN		1	0			
LUGAR:	Planta Cosmético		ALMACENAMIENTO		1	1			
OPERARIO(S)		FECHA	DISTANCIA(m)		57.72	70.28			
10 Operarios			TIEMPO(H-H)seg.		14662	2420			
REALIZADO POR:		FECHA:	M.O		13	1			
APROBADO POR:		FECHA:	Merma granel (Kg)		0	18			
			Tiempo Total de Fab. (min.)		244.36	40.34			
	Descripción		(mt)	(Seg.)					
	Limpieza		35.72	3580	●				2 Operario
	Montaje		2	1800	●				1 Operario
	Sanitización y secar		1	600	●				1 Operario
					●				1 Operario
	Dosificación		1	1147	●				1 Operarios
	Tapado			1147	●				1 Operario
	Control		5	600	●				1 Operario
	Sellado			1147	●				1 Operario
	Impresión			1147	●				1 Operario
	Estuchado			1147	●				4 Operarios
	Embalado			1147	●				1 Operario
	Transporte		5	300	●				1 Operario
	Almacenamiento		8	300	●				1 Operario
	Total		57.72	14662	9	1	2	1	13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16:
Resultados DAP del proceso de envasado Post- Test

PASO N°	DETALLE DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	ESPERA	ALMACENAMIENTO	OPERARIO	RECORRIDO(mts)	TIEMPO(seg.)
1	Limpieza	○					2	35.72	3580
	Montaje	○					1	2	1800
2	Sanitización y secar	○					1	1	600
3	Dosificación	○					1	1	1147
4	Tapado	○					1	1	1147
5	Control			□			1	1	600
6	Sellado	○					1	1	1147
7	Impresión	○					1	0	1147
8	Estuchado	○					4	0	1147
9	Embalado	○					1	0	1147
10	Transporte		⇒				1	5	300
11	Almacenamiento					▽	1	8	300

RESUMEN

	Cant.	Tiempo(s)	Recorrido(m)	Operario
○	11	12862	41.72	9
⇒	01	300	5	1
□	0	0	0	0
□	01	600	1	1
▽	01	300	8	1
Total		14062	55.72	9

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 16, evidencia una disminución en el tiempo de ciclo del envasado de shampoo de 5.70 horas a 4.00 horas, esto debido a la disminución de desperdicios en el proceso de realizar las actividades de limpieza de la envasadora, unir las actividades de desinfectar y secar, al eliminar la actividad de purga que mejora en un ahorro de granel de 18 kilos por cada lote de shampoo. Para la implementación de estas mejoras del post-test fue necesario la implementación de recursos que se detallan en la siguiente Tabla 17.

Con se estas mejoras se procedió hacer de las 35 lot file donde se observar el registro de las ordenes de producción entre enero-junio 2018. Se presenta la siguiente Tabla 18 donde se observa los tiempos registrados de las órdenes de producción muestras registradas en el post-test.

Tabla 17:

Implementación de Recursos para la estación de envasado post-test

Actividad	Material/Requerimiento	Logro validado
Compra y reparación de la resistencia de la chaqueta de calentamiento de las tolvas de la envasadora		Se compró resistencia 3J y se instaló en las tolvas para la chaqueta de calentamiento de la tova de envasado, para la evaporación y sanitizar con temperatura del agua al final de la tolva

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18:

Registro de tiempo de ciclo de envasado registrado post-test.

	Lote de Producción	Producto	Tiempo de ciclo registrado(H)
1	10002564	Shampoo Macadamia	6.86
2	10008768	Shampoo Babytopic	9.56
3	10009745	Shampoo Aloe Vera	9.35
4	10009832	Shampoo Natural Vainilla	6.28
5	10009867	Shampoo Natural Manzan	5.83
6	10009969	Shampoo Natural Fresa	12.75
7	10009987	Shampoo Natural Limón	7.24
8	10010054	Shampoo para cabellos riso	7.95
9	10023323	Shampoo para cabellos col	9.75
10	10034891	Shampoo Ammens x 120	8.58
11	10041323	Shampoo Amens x 112 mL	10.76
12	10052425	Shampoo Amens original	8.45
13	10053675	Shampoo Natural guaraná	7.15
14	10054789	Shampoo Amens orig. Of.	6.25
15	10055647	Shampoo Fiori la Kiwi	9.75
16	10056656	Shampoo Natural Cocoa	7.78
17	10056756	Shampoo Natural cab/Liso	9.75
18	10057124	Shampoo Natural Germen	7.55
19	10057256	Shampoo Natural Almond	9.72
20	10057387	Shampoo Caspa control	10.62
21	10057467	Shampoo Quigenes x 1L	6.72
22	10057645	Shampoo Avocado x 112 ml	9.45
23	10057876	Shampoo Amens x 112 mL	7.88
24	10057945	Shampoo Natural	2.98
25	10058324	Shampoo Natural Guaraná	7.39
26	10058567	Shampoo Fiori la Kiwi	4.72
27	10059624	Shampoo almond coco	6.88
28	10059865	Shampoo Natural coco	7.55
29	10061235	Shampoo Te verde	6.32
30	10062127	Shampoo free sal	5.92
31	10063656	Shampoo Amens orig. Oferta	6.74
32	10071265	Shampoo Amens x 412 ml	6.85
33	10072564	Shampoo Natural avocado	6.89
34	10072897	Shampoo Friori Kiwi	6.88
35	10073145	Shampoo Babytopic	7.52

Fuente: Área de contabilidad

Objetivo 3: Determinar cómo influyen los estándares de UPH en la disminución de los tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo

En la Tabla 19, se presenta a la variable dependiente 3, el objetivo 3 y la Hipótesis 3, Se consideraron los registros de horas y el tiempo de ciclo de los lot-file de producción de enero a diciembre del 2017 se observaba que no se cumplía con el tiempo de ciclo teórico que manejaba el planner de planta, por lo cual se evidencia la necesidad de validar mediante estudio de tiempo por cronometro los UPH teóricos. Mediante la aplicación de los estándares de UPH se logrará la disminución del tiempo de horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo por una mejora en la planificación.

Tabla 19:
Variable dependiente 3/Objetivo 3/ Hipótesis 3

Variable Dependiente 3	Objetivo 3	Hipótesis 03
Tiempos de horas extras no planificadas	Determinar cómo influyen los estándares de UPH en la disminución de los tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo	Mediante la aplicación de los estándares de UPH se logrará la disminución del tiempo de horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo

Fuente: Elaboración propia.

Situación Antes (Pre) de la Problemática

Los tiempos en la estación de envasado referidos son aquellos desperdicios que se generaban porque el planner de las operaciones de planta manejaba los estándares de tiempo de ciclo de envasado (UPH) teóricos que no se cumplían en la realidad, estos estándares fueron dado en el pasado por el jefe de producción de manera empírica, sin ser validados con algún estudio de tiempo. En la práctica no se cumplían el tiempo de duración del envasado, por ejemplo para el envasado del shampoo Ammens x 112 mL el tiempo de envasado para una producción de 16,000 unidades era 8 horas, sin embargo en la práctica se demoraban 12.00 horas, generándose 4 horas extras no planificadas por cada operador de la línea que sumaban 13 personas-

En la Figura 57, podemos observar el registro de horas extras no planificadas del mes de octubre del 2017, en donde se observa que están por encima del % de las horas extras permitidas por política de calidad que es del 5% sobre el total de horas extras registradas ordinarias.

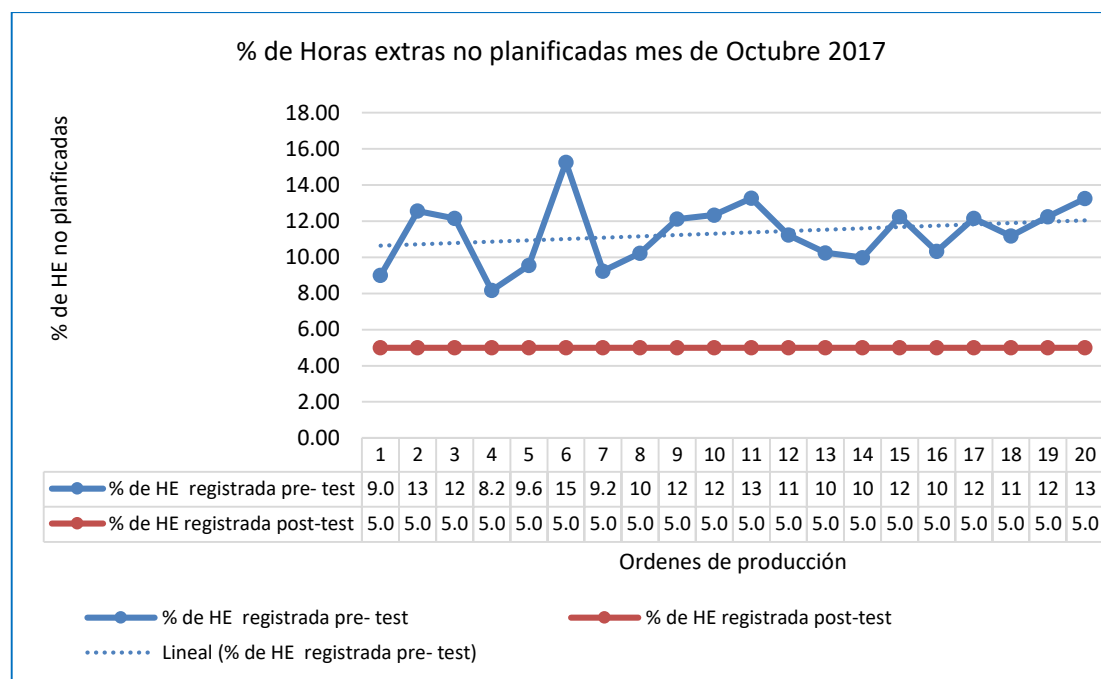


Figura 57: Registros de horas Extras no Planificadas registrados en el me octubre del 2017(Pre-test)
Fuente: Área de contabilidad.

Situación Después (Post) de la Solución Problemática

Se procedió a realizar las mejoras en las actividades de limpieza de la envasadora con la implementación de la nueva área de lavado en el primer piso que se detalló con la variable N° 01, luego se procedió aplicar las mejoras en las actividades de arranque del proceso de envasado, con estas mejoras se procedió hacer el estudio de tiempo por cronometro y el balance de línea en la estación de envasado con la finalidad de obtener un tiempo de ciclo de envasado validado que ayude a la administración de planta y que ayude a contralar mediante la planificación organizada la disminucion de las horas extras no planificadas resultantes de una mala distribucion de las tareas por contar con UPH no validados.

Estudio de tiempo por cronometro para validar el UPH de los productos de la línea de shampoo (post-test)

El estudio de tiempo por cronometro fue realizada al implementarse en el laboratorio el área de organización y método y en el cual se contrató a un practicante de ingeniería industrial para llevar a cabo las tomas de tiempo.

Se determinó y valido el UPH (Unidades por hora) del 75% de los códigos de Shampoo al corte de esta investigación. Y de acuerdo a los resultados se confirma que los valores de este indicador en ningún caso se cumplía el teórico que el planificador utilizaba para la programación de las tareas de la planta.

Resultados del estudio post- test

En la siguiente tabla se muestra el estudio de tiempo por cronometro del shampoo Ammen x 112 mL en la cual se puede confirmar el nuevo tiempo de ciclo de envasado para dicho producto.

Para realizar esta evaluación se determinaron los suplementos de acuerdo a la OIT y los factores de valoración de acuerdo a la regla del General Motor. 7

El resultado nos reportó un UPH de 1 629 unidades con una cantidad de personal de 14 personas en toda la línea, haciendo el balance, optimizado el cuello de botella, se tiene un UPH de 2 309 unidades agregando dos personas adicionales a la línea, lo cual es más favorable y el nuevo valor de 2 300 unidades por hora se reportó al planificador. Se presenta un ejemplo del resultado de un estudio, los demás se presentan en una tabla con los nuevos UPH obtenidos del estudio.

En la Tabla 20: Se observa los resultados del estudio de tiempo por cronometro, donde se observa el nuevo indicador de 2 300 unidades de shampoo en una hora, con lo cual para una jornada de 8 horas sin incurrir en horas extras tendríamos una producción diaria de 18 400 unidades.

Con los estudios de UPH se logró ordenar las tareas de la planta con lo cual se vio una disminución en el porcentaje promedio de las horas extras.

Tabla 20:
Estudio de tiempo por cronometro envasado de shampoo Ammens x 112 mL post-test

Código		19715		SHAMPOO AMMENS ORIG X 112ML NP09 P/OFERTA																				
Código		19156		SHAMPOO AMMENS ORIGINAL X 112ML NP09																				
Línea		10		ULTIMA ACTUALIZACIÓN																				
Unidades por caja		24		23/03/18																				
MAQUINA		unid.																						
VALIDACIÓN																						BALANCE		
Vd. de Operación	Procesos	# operarios observados	# x operaciones	T1 seg.	T2 seg.	T3 seg.	T4 seg.	T5 seg.	T6 seg.	T7 seg.	T8 seg.	T9 seg.	T10 seg.	TM seg.	# Observaciones	TM SEG x UND	FV	Tiempo Normal	TOL 17%	TS x UNID seg	UPH operación	UPH proceso	N. Personal necesario	Redondeo
1	Abastecer	1	1	1.00	1.07	1.07	0.96	0.89	1.04	0.93	0.95	1.00	0.99	0.99	10.00	0.990	1	1.0	0.2	1.2	3108	3108	0.74	1.00
2	Envasar	1	6	7.67	7.62	7.69	7.82	7.69	7.87	7.76	7.74	7.77	7.67	7.73	10.00	1.288	1	1.3	0.3	1.6	2309	2309	1.00	1.00
3	Colocar tapa	1	1	1.18	1.26	1.25	1.20	1.25	1.15	1.39	1.04	1.50	1.34	1.26	10.00	1.256	1	1.3	0.2	1.5	2450	2450	0.94	1.00
4	Enroscar	AUTOMATICO																						
5	Lotizar	AUTOMATICO																						
6	Cambiar de banda	1																						1.00
7	Etiquetar lado posterior (manual)	3	1	6.10	5.74	5.34	5.94	5.52	6.32	5.14	5.12	5.10	6.34	5.67	10.00	5.666	1	5.7	1.0	6.6	543	1629	4.25	4.00
8	Etiquetar lado frontal (manual)	2	1	3.45	3.24	3.60	4.01	3.16	3.51	5.36	3.97	3.59	4.66	3.86	8.00	3.566	1	3.6	0.6	4.2	863	1726	2.68	3.00
9	Embalar	2	1	72.00	80.00	49.00	63.00	55.00	80.00	65.00	39.00	44.00	50.42	59.74	5.00	2.354	1	2.4	0.4	2.8	1307	2615	1.77	2.00
Total/seg.			11																					13.00
Encargada de línea		1																						
Personal de Apoyo en el envasado		1																						
Personal de apoyo al abastecer		1																						
Total Operarios		14																						
		UPH	TOOLS																					
PCP		2000	14																					
VALIDACIÓN		1629	14																					
BALANCE		2309	16																					

Fuente: Área de organización y Métodos

Se presenta en la siguiente Tabla 21 el resultado de los estudios de tiempo y balance de línea donde se puede observar la variabilidad de los estándares UPH y su respectiva validación con el uso de recursos para dicho estándar luego del balance de la línea.

Tabla 21:
Resultados del estudio de tiempos para obtener el UPH post-test

Línea de Producción de Shampoo			Balance de Linea	
Producto	UPH pre-test	UPH Post-test	Operios pretest	Operarios post-test(Balanceados)
AMMENS MANZANILLA X 450ML	2000	2626	14	13
AMMENS ORIG X 675ML NP09	1500	2205	14	12
NATURALS GUARANA X 1L	2000	1300	10	10
AMMENS ORIG X 112ML	2000	2309	14	16
AMMENS MANZANILLA X 112ML	2000	2342	12	13
FIORE-LA KIWI LIMA X 1L	1000	650	12	13
AMMENS NAT. C/RIZO MANZ. X 200ML	1200	470	12	12
SH. NATURALS COCOA & X 1L	2000	1768	10	10
SHAMPOO FIORE-LA UVA X 1L	900	1040	12	14
SHAMPOO AMMENS MANZ X 200ML	1500	2327	14	12
SHAMPOO FIORE-LA CONTROL CAIDA X 1 L	1800	1247	12	13
ACOND.& DESENR. AMMENS NAT.	1200	650	14	18
ACOND. FIORE-LA MANZANILLA T/TIPO CAB	1200	967	12	13
ACOND. AMMENS MANZ. X 200ML	1200	965	12	12
AMMENS NAT.C/LISO X 400ML	1200	1275	10	14
AMMENS NATURAL C/LISO GERMEN DE T	1200	1596	10	14
SHAMPOO CONTROL CAIDA	2000	1200	13	12
SHAMPOO FIORELA X 200 ML	2500	1750	14	13
SHAMPOO AVOCADO X 1 L	1500	2200	15	13
SHAMPOO COCO X 1 L	2000	2400	12	10
SHAMPOO CABELLO LISO	1800	1200	12	11
SHAMPOO CABELLO PINTADO	2200	1800	10	10
SHAMPOO ANTICASPA X 400 ML	2300	1700	12	11
SHAMPOO CONTROL CAIDA X 250 ML	2200	1500	13	11
SHAMPOO SEBORREA X 112 ML	2400	1700	14	12
SHAMPOO NATURAL GUARANA X 1L	2000	1600	12	11
SHAMPOO AMMEN GERMEN DE TRIGO	2000	2500	14	12

Fuente: Área de organización métodos (OYM)

Como podemos observar en la Figura 58, las barras en rojo son las unidades por hora que teoría se programaba las tareas de planta y las barras en azul son los resultados de la validación de la UPH mediante el estudios de tiempos por cronometro con los cuales se actualizan de manera real este estándar, con lo cual podemos comprobar que no se cumplía en ningún caso.

Como podemos observar en la figura, para el caso del Ammens Manzanilla x 450 mL el estándar de UPH teórico que manejaba el planificador de planta era 2 000 unidades (Pre-test) con 14 personas pero luego del estudio de tiempo por cronometro se validó a 2 600 unidades por horas y con 13 personas.

En la siguiente Tabla 22 se presenta el resultado de horas extras pre y post-test donde se evidencia una mejora de la planificación de las tareas de la línea de shampoo.

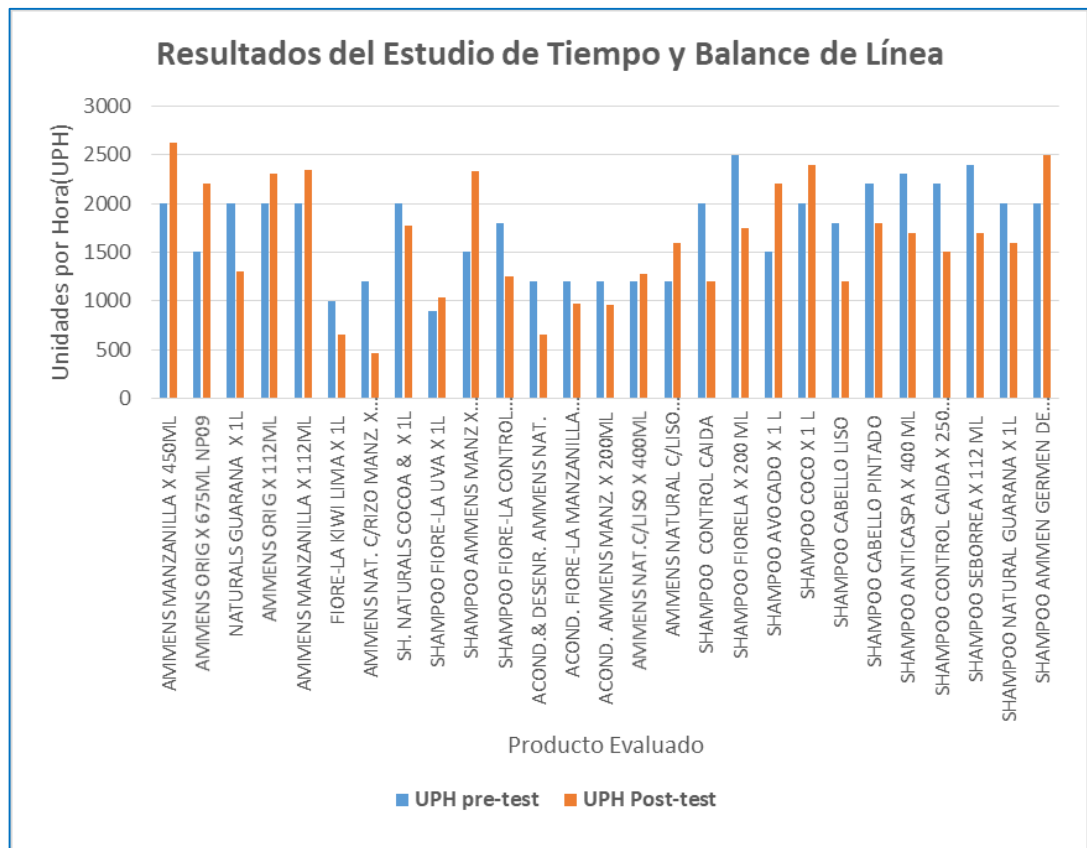


Figura 58: Estudio de tiempos por cronometro para validar los UPH
Fuente: Área de Organización y Método.

En la Tabla 22, se presenta el registro de horas extras registradas de las 35 órdenes muestreadas en post- test.

Se observa que hay una mejora en el promedio de registro de horas extras muestreadas, de un 10.43% equivalente a 600 horas hombres de horas extras no planificadas debido a que las UPH no coincidían con la realidad y para poder cumplir con la programación se adicionaban estas horas.

En el post- test se observa un registro promedio de 4.1% equivalente a 236 horas, por debajo de lo que la alta dirección definió como política de calidad equivalente al 5% del total de horas hombres registradas que en promedio mensual son 5 760 horas hombres.

Tabla 22:
Registro de Horas Extras pre-test/post-test lot-file muestreados.

Producto	% de HE registrada pre-test	% de HE registrada post-test	Meta
Shampoo Natural x 1L	9.00	4.35	5.00
Shampoo Ammens x 112 ml	12.56	3.25	5.00
Shampoo Macadamia x 1L	12.15	4.88	5.00
Shampoo Fiolera x 200 mL	8.17	6.35	5.00
Shampoo Fiolera x 500 mL	9.55	7.35	5.00
Shampoo Fiolera x 1L	15.25	3.45	5.00
Shampoo Ammens x 400 mL	9.24	4.45	5.00
Shampoo Ammens x 1 L	10.23	2.25	5.00
Shampoo Fiolera x 200 mL	12.12	3.18	5.00
Shampoo Avocado x 1 L	12.34	4.65	5.00
Shampoo Coco x 1 L	13.27	4.76	5.00
Shampoo cabello liso	11.23	2.22	5.00
Shampoo cabello riso	10.25	3.28	5.00
Shampoo Cabello Pintado	9.98	3.45	5.00
Shampoo Baby topic x 120 mL	12.25	4.75	5.00
Shampoo Babytopic x 250 mL	10.33	4.76	5.00
Shampoo Dermatopic simple x 250 mL	12.15	5.76	5.00
Shampoo Dermatopic sulfur x 250 mL	11.18	4.96	5.00
Shampoo Dermatopic Pediatrico x 120 mL	12.25	3.33	5.00
Shampoo anticapas x 120 mL	13.25	5.76	5.00
Shampoo anticapas x 400 mL	8.25	3.28	5.00
Shampoo Control caída x 120 mL	9.35	4.35	5.00
Shampoo Cotrol caída x 250 mL	10.25	3.28	5.00
Shampoo para cabellos sensible x 400 mL	11.25	4.75	5.00
Shampoo Seborrea x 112 mL	9.33	4.18	5.00
Shampoo Seborrea x 400 mL	8.35	3.76	5.00
Shampoo Natural Fresa x 1L	7.72	2.18	5.00
Shampoo Ammens manzanilla x 112 mL	9.28	3.25	5.00
Shampoo Ammens original x 675 mL	10.25	4.75	5.00
Shampoo Natural Guarana x 1L	9.85	3.75	5.00
Acondicionador Ammens manzanilla x 200 mL	10.25	3.86	5.00
Shampoo Ammens Germen Trigo x 200mL	11.25	3.25	5.00
Shampoo Natural Abocado x 1L	8.35	4.76	5.00
Shampoo Natural Chocolate x 1L	8.45	3.25	5.00
Shampoo Natural Manzanilla	6.25	3.76	5.00

Fuente: Área de contabilidad

4.2. Análisis de resultados

Situación Pre-test

Variable Dependiente 1: Tiempo de ciclo en la estación de fabricación del granel (Pre-test)

Muestra: Se realiza la prueba de normalidad a la muestra de 48 lotes de órdenes de producción de la línea de shampoo fabricados entre enero-diciembre 2017, se presenta el tiempo de ciclo de fabricación registrado en la Tabla 23.

Tabla 23:
Registros pre-test de los tiempos de fabricación enero-diciembre 2017

	Lote de Producción	Producto	Tiempo de ciclo registrado (H)
1	10002564	Shampoo Macadamia	9.00
2	10008768	Shampoo Babytopic	12.56
3	10009745	Shampoo Aloe Vera	12.15
4	10009832	Shampoo Natural Vainilla	8.17
5	10009867	Shampoo Natural Manzan	9.55
6	10009969	Shampoo Natural Fresa	15.25
7	10009987	Shampoo Natural Limón	9.24
8	10010054	Shampoo para cabellos riso	10.23
9	10023323	Shampoo para cabellos col	12.12
10	10034891	Shampoo Ammens x 120 mL	12.34
11	10041323	Shampoo Amens x 112 mL	13.27
12	10052425	Shampoo Amens original	11.23
13	10053675	Shampoo Natural guaraná	10.25
14	10054789	Shampoo Amens orig. Oferta	9.98
15	10055647	Shampoo Fiori la Kiwi	12.25
16	10056656	Shampoo Natural Cocoa	10.33
17	10056756	Shampoo Natural cab/Liso	12.15
18	10057124	Shampoo Natural Germen T	11.18
19	10057256	Shampoo Natural Almond	12.25
20	10057387	Shampoo Caspa control	13.25
21	10057467	Shampoo Quigenes x 1L	8.28
22	10057645	Shampoo Avocado x 112 ml	12.24
23	10057876	Shampoo Amens x 112 mL	10.24
24	10057945	Shampoo Natural Chocolate	8.25
25	10058324	Shampoo Natural Guaraná	9.36
26	10058567	Shampoo Fiori la Kiwi	6.26
27	10059624	Shampoo almond coco	8.28
28	10059865	Shampoo Natural coco	10.25
29	10061235	Shampoo Te verde	8.25
30	10062127	Shampoo free sal	8.78
31	10063656	Shampoo Amens orig. Oferta	9.36
32	10071265	Shampoo Amens x 412 ml	8.72
33	10072564	Shampoo Natural avocado	9.74
34	10072897	Shampoo Friori Kiwi	10.28
35	10073145	Shampoo Babytopic	9.36
36	10073245	Shampoo Natural cocoa	10.24
37	10073897	Shampoo Te verde	7.36
38	10074156	Shampoo Amens x 112 ml	8.56
39	10075787	Shampoo Natural Guaraná	9.42
40	10076187	Shampoo Natural Chocolate	8.28
41	10076234	Shampoo almond coco	7.56
42	10086123	Shampoo Te verde	12.1
43	10087234	Shampoo Natural Macadamia	9.36
44	10088123	Shampoo cabello riso	8.36
45	10088564	Shampoo reforzador	8.48
46	10089234	Shampoo hidratante capilar	9.36
47	10092342	Shampoo Babytopic	11.68
48	10093136	Shampoo Ammens x 112 mL	9.56

Fuente: Área de Contabilidad

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
T°ciclo Fab.(pre-test)	48	100,0%	0	0,0%	48	100,0%

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
T°ciclo Fab.(pre-test)	Media		7,8869	,09627
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,6932	
		Límite superior	8,0806	
	Media recortada al 5%		7,8937	
	Mediana		7,9300	
	Varianza		,445	
	Desv. Desviación		,66701	

Figura 59: Datos estadísticos descriptivos
Fuente: Área de Contabilidad

El tiempo promedio de fabricación Pre-test es 7.88 horas, con una desviación estándar de 0.667. Los resultados de la Normalidad se muestran en la siguiente Figura 60.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T°ciclo Fab.(pre-test)	,098	48	,200 [*]	,977	48	,453

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 60: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Fabricación (Pre-test)
Fuente: Área de Contabilidad

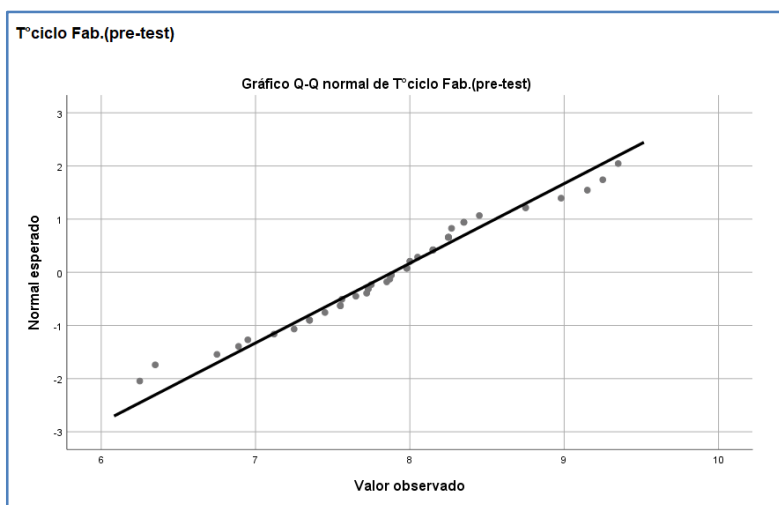


Figura 61: Curva de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Fabricación (Pre-test)
Fuente: Área de Contabilidad.

Prueba de Normalidad: Dado que la muestra es 48 escogemos los estadísticos de Shapiro-Wilk el cual tenemos el valor Sig de 0.453 y al ser mayor de 0.05 la muestra presenta una distribución de NORMALIDAD, como se observa en la Figura 61.

Situación Post-test

Variable Dependiente 1: Tiempo de ciclo en la estación de fabricación del granel (Post-test)

Muestra: Se realiza la prueba de normalidad a la muestra de 35 lotes de órdenes de producción de la línea de shampoo fabricados entre enero-junio 2018, se presenta el tiempo de ciclo de fabricación registrado en la Tabla 24.

Tabla 24:
Registros post-test de los tiempos de fabricación enero-junio 2018

	Lote de Producción	Producto	Tiempo de ciclo registrado (H) Pos-test
1	10002564	Shampoo Macadamia	5.85
2	10008768	Shampoo Babytopic	4.75
3	10009745	Shampoo Aloe Vera	5.75
4	10009832	Shampoo Natural Vainilla	4.83
5	10009867	Shampoo Natural Manzan	5.25
6	10009969	Shampoo Natural Fresa	5.98
7	10009987	Shampoo Natural Limón	6.18
8	10010054	Shampoo para cabellos riso	6.21
9	10023323	Shampoo para cabellos col	4.42
10	10034891	Shampoo Ammens x 120 mL	6.23
11	10041323	Shampoo Amens x 112 mL	6.18
12	10052425	Shampoo Amens original	5.78
13	10053675	Shampoo Natural guaraná	5.28
14	10054789	Shampoo Amens orig. Oferta	4.95
15	10055647	Shampoo Fiori la Kiwi	5.86
16	10056656	Shampoo Natural Cocoa	6.12
17	10056756	Shampoo Natural cab/Liso	5.85
18	10057124	Shampoo Natural Germen T	6.75
19	10057256	Shampoo Natural Almond	6.38
20	10057387	Shampoo Caspa control	5.86
21	10057467	Shampoo Quigenes x 1L	5.88
22	10057645	Shampoo Avocado x 112 ml	5.76
23	10057876	Shampoo Amens x 112 mL	6.43
24	10057945	Shampoo Natural Chocolate	5.34
25	10058324	Shampoo Natural Guaraná	6.12
26	10058567	Shampoo Fiori la Kiwi	5.54
27	10059624	Shampoo almond coco	4.85
28	10059865	Shampoo Natural coco	5.43
29	10061235	Shampoo Te verde	5.35
30	10062127	Shampoo free sal	6.22
31	10063656	Shampoo Amens orig. Oferta	5.88
32	10071265	Shampoo Amens x 412 ml	5.72
33	10072564	Shampoo Natural avocado	6.21
34	10072897	Shampoo Friori Kiwi	7.12
35	10073145	Shampoo Babytopic	6.34

Fuente: Área de Contabilidad

Se presenta los resultados de los datos Estadísticos Descriptivos de la muestra: Ver Figura 62.

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo de ciclo Fab.(H) Pos-test	35	100,0%	0	0,0%	35	100,0%

Descriptivos				
			Estadístico	Dev. Error
Tiempo de ciclo Fab.(H) Pos-test	Media		5,7914	,09872
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,5908	
		Límite superior	5,9920	
	Media recortada al 5%		5,7948	
	Mediana		5,8600	
	Varianza		,341	

Figura 62: Datos estadísticos descriptivos
Fuente: Área de Contabilidad

El tiempo promedio de fabricación Pre-test es 5.79 horas, con una desviación estándar de 0.341. Los resultados de la Normalidad se muestran en la siguiente Figura 63.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de ciclo Fab.(H) Pos-test	,137	35	,094	,970	35	,451

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 63: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Fabricación (Post-test)
Fuente: Área de Contabilidad

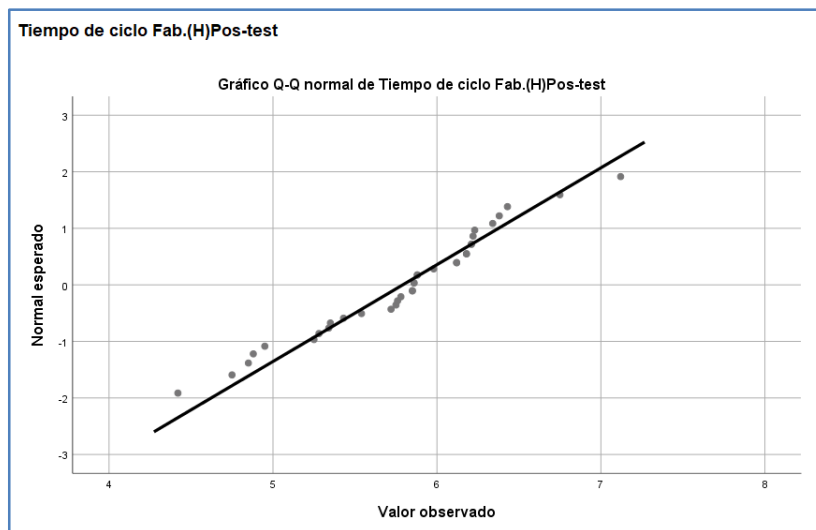


Figura 64: Curva de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Fabricación (Post-test)
Fuente: Área de Contabilidad

Prueba de Normalidad:

Dado que la muestra es menor de 50 escogemos los estadísticos de Shapiro-wilk el cual tenemos el valor Sig de 0.451 y al ser mayor de 0.050 por tanto la muestra presenta una distribución similar de NORMALIDAD, como se observa en la Figura 64.

Contrastación de Hipótesis

H_0 = Aplicando la ingeniería de métodos no se logrará la disminución del tiempo de ciclo de fabricación del granel

H_1 = Aplicando la ingeniería de método se logrará la disminución del tiempo de ciclo de fabricación del granel.

Instrumento de contraste

Las variables dependientes en el pre y post-test son cuantitativas, son normales (pre y post), por tanto son PARAMÉTRICAS y como son distintos son INDEPENDIENTES, por tanto hacemos el contraste mediante la PRUEBA T-STUDENT para dos muestras independientes.

Regla de Decisión:

- Si t es (-) entonces no se rechaza H_0
- Si t es (+) entonces se calcula $\text{Sig}/2$, si es menor que 0.05, se rechaza H_0

Si el valor p es $\alpha < 0.05$, entonces es estadísticamente significativo y se rechaza H_0

De acuerdo al programa SPSS se tiene los siguientes resultados: Ver Figura 65.

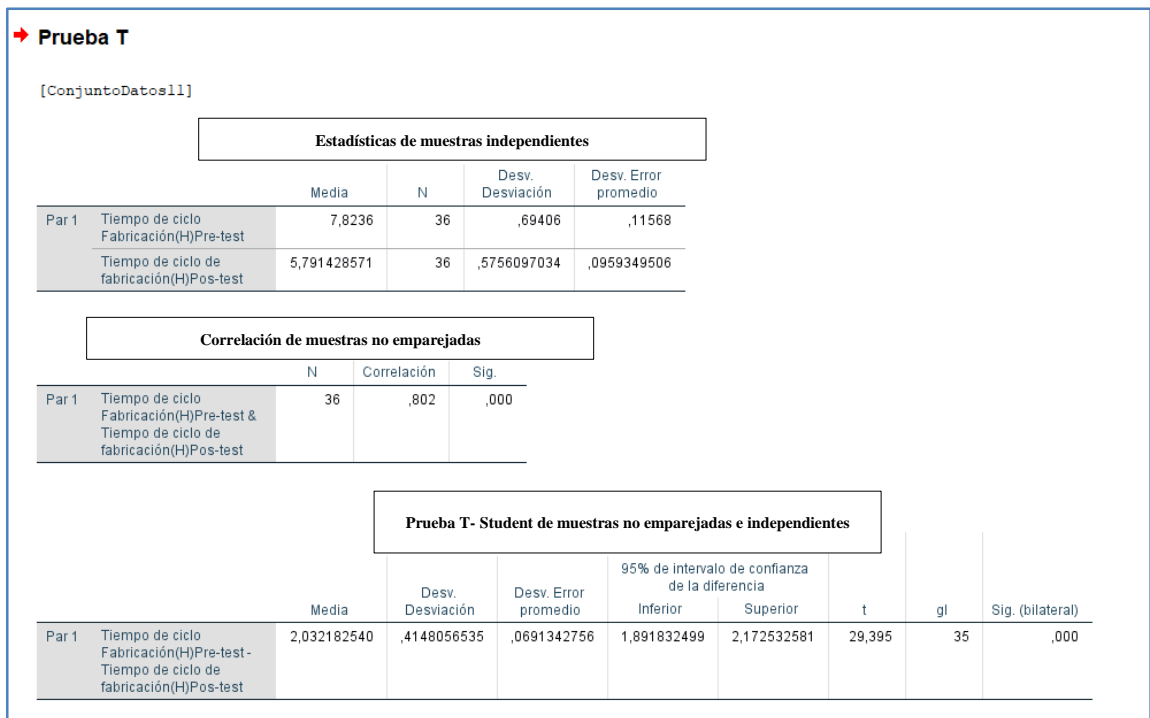


Figura 65: Resultados de la prueba T-student del programa de SPSS
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 65, se tiene la prueba T-Student para muestras independientes emparejadas se observa que las varianzas no son iguales tanto en el pre-test y post-test, y se tiene un $t = 29,39$ (valor positivo) y un $\text{Sig} = 0.000$ y es menor a 0.05, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula H_0 .

La prueba produce un valor $p = 0.000$ y este es menor que 0.05 por tanto hay SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna H_1

Situación Pre-test

Variable Dependiente 2: Tiempo de ciclo en la estación de envasado (Pre-test)

Muestra: Se realiza la prueba de normalidad a la muestra de 48 lotes de órdenes de producción de la línea de shampoo envasados entre enero-diciembre 2017, se presenta el tiempo de ciclo de envasado registrado en la Tabla 25.

Tabla 25:
Registros pre-test de los tiempos de envasado enero-diciembre 2017

	Lote de Producción	Producto	Tiempo de ciclo registrado(H)
1	10002564	Shampoo Macadamia	9.00
2	10008768	Shampoo Babytopic	12.56
3	10009745	Shampoo Aloe Vera	12.15
4	10009832	Shampoo Natural Vainilla	8.17
5	10009867	Shampoo Natural Manzan	9.55
6	10009969	Shampoo Natural Fresa	15.25
7	10009987	Shampoo Natural Limón	9.24
8	10010054	Shampoo para cabellos riso	10.23
9	10023323	Shampoo para cabellos col	12.12
10	10034891	Shampoo Ammens x 120 mL	12.34
11	10041323	Shampoo Amens x 112 mL	13.27
12	10052425	Shampoo Amens original	11.23
13	10053675	Shampoo Natural guaraná	10.25
14	10054789	Shampoo Amens orig. Oferta	9.98
15	10055647	Shampoo Fiori la Kiwi	12.25
16	10056656	Shampoo Natural Cocoa	10.33
17	10056756	Shampoo Natural cab/Liso	12.15
18	10057124	Shampoo Natural Germen T	11.18
19	10057256	Shampoo Natural Almond	12.25
20	10057387	Shampoo Caspa control	13.25
21	10057467	Shampoo Quigenes x 1L	8.28
22	10057645	Shampoo Avocado x 112 ml	12.24
23	10057876	Shampoo Amens x 112 mL	10.24
24	10057945	Shampoo Natural Chocolate	8.25
25	10058324	Shampoo Natural Guaraná	9.36
26	10058567	Shampoo Fiori la Kiwi	6.26
27	10059624	Shampoo almond coco	8.28
28	10059865	Shampoo Natural coco	10.25
29	10061235	Shampoo Te verde	8.25
30	10062127	Shampoo free sal	8.78
31	10063656	Shampoo Amens orig. Oferta	9.36
32	10071265	Shampoo Amens x 412 ml	8.72
33	10072564	Shampoo Natural avocado	9.74
34	10072897	Shampoo Frlori Kiwi	10.28
35	10073145	Shampoo Babytopic	9.36
36	10073245	Shampoo Natural cocoa	10.24
37	10073897	Shampoo Te verde	7.36
38	10074156	Shampoo Amens x 112 ml	8.56
39	10075787	Shampoo Natural Guaraná	9.42
40	10076187	Shampoo Natural Chocolate	8.28
41	10076234	Shampoo almond coco	7.56
42	10086123	Shampoo Te verde	12.1
43	10087234	Shampoo Natural Macadamia	9.36
44	10088123	Shampoo cabello riso	8.36
45	10088564	Shampoo reforzador	8.48
46	10089234	Shampoo hidratante capilar	9.36
47	10092342	Shampoo Babytopic	11.68
48	10093136	Shampoo Ammens x 112 mL	9.56

Fuente: Área de Contabilidad

Se presenta los resultados de los datos Estadísticos Descriptivos de la muestra: Ver Figura 66.

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo de ciclo Envasado(H)Pre-test	48	100,0%	0	0,0%	48	100,0%
Descriptivos						
				Estadístico	Desv. Error	
Tiempo de ciclo Envasado(H)Pre-test	Media			10,5385	,28132	
	95% de intervalo de confianza para la media			Límite inferior	9,9726	
				Límite superior	11,1045	
	Media recortada al 5%			10,5924		
	Mediana			10,3050		
	Varianza			3,799		
Desv. Desviación			1,94907			

Figura 66: Datos estadísticos descriptivos
Fuente: Área de Contabilidad

El tiempo promedio de envasado Pre-test es 10.54 horas, con una desviación estándar de 0.2813. Los resultados de la Normalidad se muestran en la siguiente Figura 67.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de ciclo Envasado(H)Pre-test	,125	48	,059	,969	48	,228

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 67: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Envasado (Pre-test)
Fuente: Área de Contabilidad

Prueba de Normalidad: Dado que la muestra es 48 escogemos los estadísticos de Shapiro- Wilk el cual tenemos el valor Sig de 0.228 y al ser mayor de 0.050 la muestra presenta una distribución similar de NORMALIDAD, como se observa en la Figura 68.

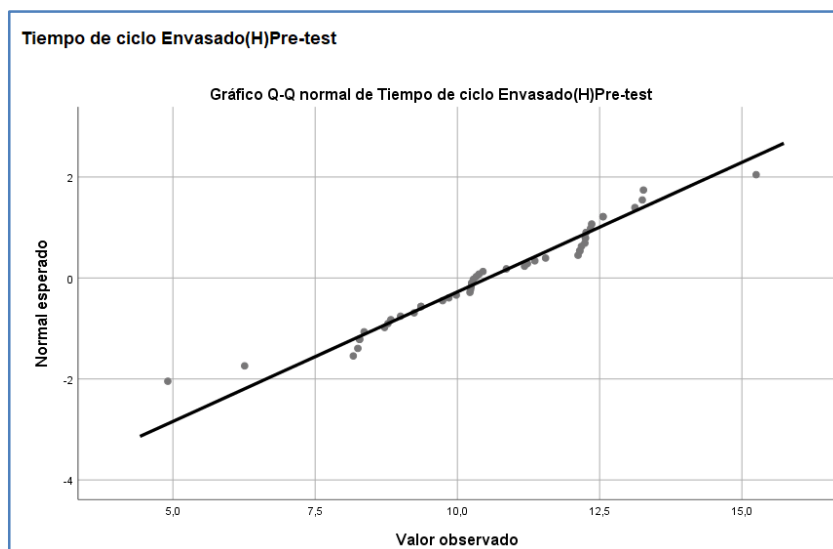


Figura 68: Curva de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Envasado (Pre-test)
Fuente: Área de Contabilidad.

Situación Post-test

Variable Dependiente 2: Tiempo de ciclo en la estación de envasado (Post-test)

Muestra: Se realiza la prueba de normalidad a la muestra de 35 lotes de órdenes de producción de la línea de shampoo envasados entre enero-junio 2018, se presenta el tiempo de ciclo de envasado registrado en la Tabla 26.

Tabla 26:
Registros post-test de los tiempos de envasado enero-junio 2018

	Lote de Producción	Producto	Tiempo de ciclo registrado(H)
1	10002564	Shampoo Macadamia	6.86
2	10008768	Shampoo Babytopic	9.56
3	10009745	Shampoo Aloe Vera	9.35
4	10009832	Shampoo Natural Vainilla	6.28
5	10009867	Shampoo Natural Manzan	5.83
6	10009969	Shampoo Natural Fresa	12.75
7	10009987	Shampoo Natural Limón	7.24
8	10010054	Shampoo para cabellos riso	7.95
9	10023323	Shampoo para cabellos col	9.75
10	10034891	Shampoo Amens x 120	8.58
11	10041323	Shampoo Amens x 112 mL	10.76
12	10052425	Shampoo Amens original	8.45
13	10053675	Shampoo Natural guaraná	7.15
14	10054789	Shampoo Amens orig. Of.	6.25
15	10055647	Shampoo Fiori la Kiwi	9.75
16	10056656	Shampoo Natural Cocoa	7.78
17	10056756	Shampoo Natural cab/Liso	9.75
18	10057124	Shampoo Natural Germen	7.55
19	10057256	Shampoo Natural Almond	9.72
20	10057387	Shampoo Caspa control	10.62
21	10057467	Shampoo Quígenes x 1L	6.72
22	10057645	Shampoo Avocado x 112 ml	9.45
23	10057876	Shampoo Amens x 112 mL	7.88
24	10057945	Shampoo Natural	2.98
25	10058324	Shampoo Natural Guaraná	7.39
26	10058567	Shampoo Fiori la Kiwi	4.72
27	10059624	Shampoo almond coco	6.88
28	10059865	Shampoo Natural coco	7.55
29	10061235	Shampoo Te verde	6.32
30	10062127	Shampoo free sal	5.92
31	10063656	Shampoo Amens orig. Oferta	6.74
32	10071265	Shampoo Amens x 412 ml	6.85
33	10072564	Shampoo Natural avocado	6.89
34	10072897	Shampoo Friori Kiwi	6.88
35	10073145	Shampoo Babytopic	7.52

Fuente: Área de Contabilidad

Se presenta los resultados de los datos Estadísticos Descriptivos de la muestra: Ver Figura 69.

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo de ciclo Envasado(H) post-test	35	100,0%	0	0,0%	35	100,0%
Descriptivos						
					Estadístico	Desv. Error
Tiempo de ciclo Envasado(H) post-test	Media				7,7891	,31799
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			7,1429	
		Límite superior			8,4354	
	Media recortada al 5%				7,7867	
	Mediana				7,5200	
	Varianza				3,539	

Figura 69: Datos estadísticos descriptivos
Fuente: Área de Contabilidad

El tiempo ciclo promedio registrado en el Pre-test es 7.78 horas, con una desviación estándar de 0.318. Los resultados de la Normalidad se muestran en la siguiente Figura 70.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de ciclo Envasado(H) post-test	,123	35	,199	,964	35	,292

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 70: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de envasado (Post-test)
Fuente: Área de Contabilidad

Prueba de Normalidad: Dado que la muestra es menor de 50 escogemos los estadísticos de Shapiro-wilk el cual tenemos el valor Sig de 0.292 y al ser mayor de 0.050 por tanto la muestra presenta una distribución similar de NORMALIDAD, como se observa en la Figura 71.

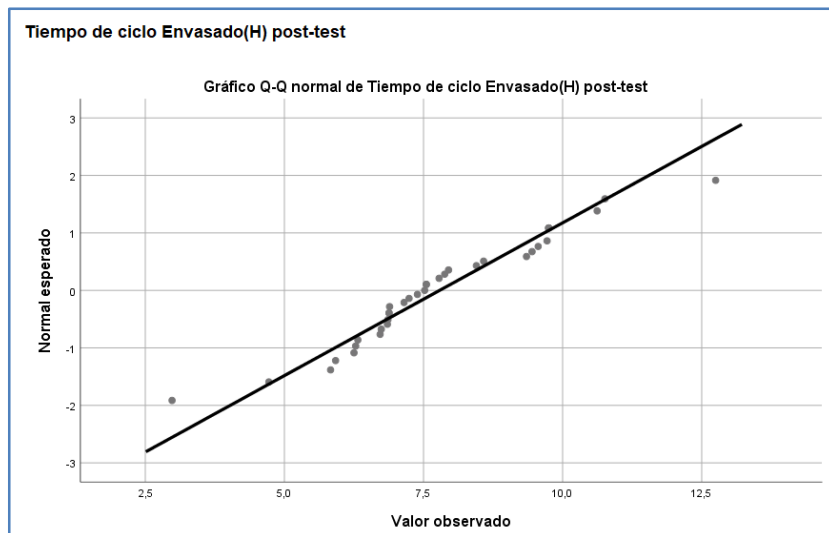


Figura 71: Curva de Normalidad para el factor Tiempo de ciclo de Envasado (Post-test)
Fuente: Área de Contabilidad

Contrastación de Hipótesis

H_0 = Aplicando la ingeniería de métodos no se logrará la disminución del tiempo de ciclo de envasado

H_1 = Aplicando la ingeniería de método se logrará la disminución del tiempo de ciclo de envasado

Instrumento de contraste

Las variables dependientes en el pre y post-test son cuantitativas, son normales (pre y post), por tanto son PARAMÉTRICAS y como son distintos son INDEPENDIENTES, por tanto hacemos el contraste mediante la PRUEBA T-STUDENT para dos muestras independientes.

Regla de Decisión:

- Si t es (-) entonces no se rechaza H_0
- Si t es (+) entonces se calcula $\text{Sig}/2$, si es menor que 0.05, se rechaza H_0

Si el valor p es $\alpha < 0.05$, entonces es estadísticamente significativo y se rechaza H_0 .

De acuerdo al programa SPSS se tiene los siguientes resultados: Ver Figura 72.

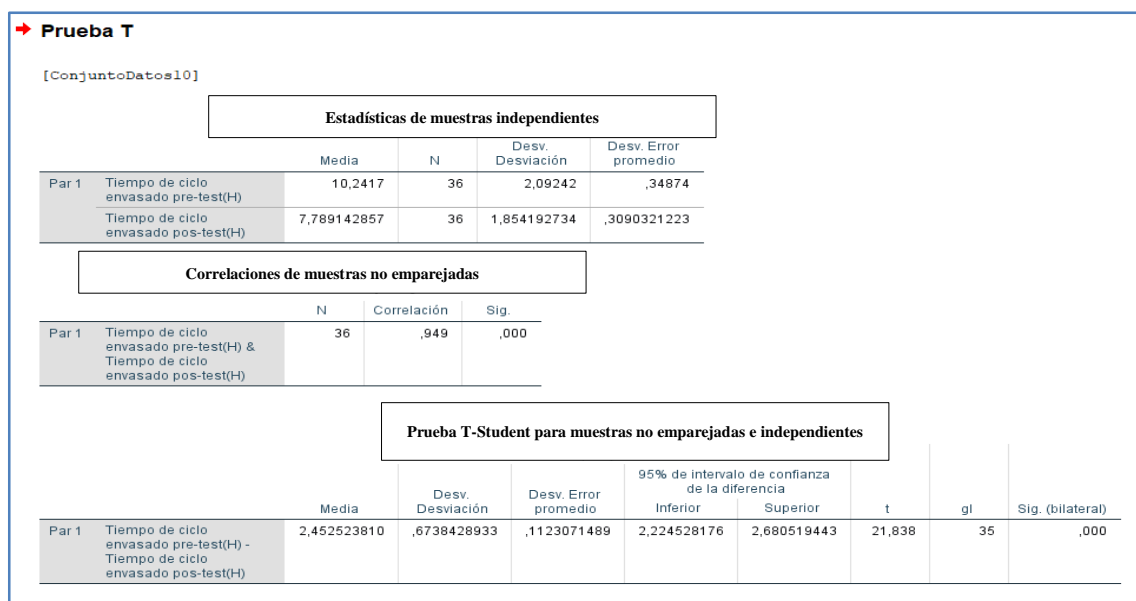


Figura 72: Resultados de la prueba T-student del programa de SPSS
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 72, se tiene la prueba T-Student para muestras independientes emparejadas se observa que las varianzas no son iguales tanto en el pre-test y post-test, y se tiene un $t = 21,84$ (valor positivo) y un $\text{Sig} = 0.000$ y es menor a 0.05, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula H_0 . La prueba produce un valor $p = 0.000$ y este es menor que 0.05 por tanto hay SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna H_1

Situación Pre-test

Variable Dependiente 3: Los tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado (Pre-test)

Muestra: Se realiza la prueba de normalidad a la muestra de 48 lotes de órdenes de producción de la línea de shampoo envasados entre enero-diciembre 2017, se presenta el tiempo de horas extras no planificadas registradas en la Tabla 27.

Tabla 27:
Registro de Horas Extras no planificadas registradas lot-file octubre 2017 (pre-test)

Producto	% de HE registrada(Pre-test)
Shampoo Natural x 1L	9.00
Shampoo Ammens x 112 ml	12.56
Shampoo Macadamia x 1L	12.15
Shampoo Fiolera x 200 mL	8.17
Shampoo Fiolera x 500 mL	9.55
Shampoo Fiolera x 1L	15.25
Shampoo Ammens x 400 mL	9.24
Shampoo Ammens x 1 L	10.23
Shampoo Fiolera x 200 mL	12.12
Shampoo Avocado x 1 L	12.34
Shampoo Coco x 1 L	13.27
Shampoo cabello liso	11.23
Shampoo cabello riso	10.25
Shampoo Cabello Pintado	9.98
Shampoo Baby topic x 120 mL	12.25
Shampoo Babytopic x 250 mL	10.33
Shampoo Dermatopic simple x 250 mL	12.15
Shampoo Dermatopic sulfur x 250 mL	11.18
Shampoo Dermatopic Pediatrico x 120 mL	12.25
Shampoo anticapas x 120 mL	13.25
Shampoo anticapas x 400 mL	8.25
Shampoo Control caída x 120 mL	9.35
Shampoo Cotrol caída x 250 mL	10.25
Shampoo para cabellos sensible x 400 mL	11.25
Shampoo Seborrea x 112 mL	9.33
Shampoo Seborrea x 400 mL	8.35
Shampoo Natural Fresa x 1L	7.72
Shampoo Ammens manzanilla x 112 mL	9.28
Shampoo Ammens original x 675 mL	10.25
Shampoo Natural Guarana x 1L	9.85
Acondicionador Ammens manzanilla x 200 mL	10.25
Shampoo Ammens Germen Trigo x 200mL	11.25
Shampoo Natural Abocado x 1L	8.35
Shampoo Natural para Atopia x 1L	8.45
Shampoo Natural Manzanilla	6.25
Shampoo Fiorella doble acción x 1L	8.35
Shampoo Macadamia x 0.50 L	7.25
Shampoo Cabello Riso x 1.00 L	6.18
Shampoo 2 en 1 para mujeres x 640 mL	7.23
Shampoo Ammens x 112 mL	6.35
Shampoo Natural manzanilla x 625 mL	7.12
Shampoo Cabello Control x 1.00 L	8.35
Shampoo Cabello Tinto x 112mL	7.23
Shampoo Anticapa x 440 mL	7.98
Shampoo Familiar x 1L fiorella	6.23
Shampoo Acondicionador mix werries x 1L	5.78
Shampoo para bebe x 250 mL	6.12
Shampoo antilagrmas x 250 mL	6.28

Fuente: Área de Contabilidad

Se presenta los resultados de los datos Estadísticos Descriptivos de la muestra: Ver Figura 73.

El tiempo promedio registrado de horas extras no planificadas en el pre-test es 9.49% con respecto al total de horas hombres registrados que representa un total de 546 HH. Los resultados de la Normalidad se muestran en la siguiente Figura 74.

Prueba de Normalidad: Dado que la muestra es 48 escogemos los estadísticos de Shapiro el cual tenemos el valor Sig de 0.198 y al ser mayor de 0.05 la muestra presenta una distribución similar de NORMALIDAD, como se observa en la Figura 75.

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
% de HE registrada(Pre-test)	48	100,0%	0	0,0%	48	100,0%
Descriptivos						
			Estadístico	Desv. Error		
% de HE registrada(Pre-test)	Media		9,4923	,32958		
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	8,8293			
		Limite superior	10,1553			
	Media recortada al 5%		9,4314			
	Mediana		9,3400			
	Varianza		5,214			
	Desv. Desviación		2,28338			

Figura 73: Datos estadísticos descriptivos

Fuente: Área de Contabilidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de HE registrada(Pre-test)	,093	48	,200 [*]	,967	48	,198

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 74: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo % de horas extras no planificadas (Pre-test)

Fuente: Área de Contabilidad

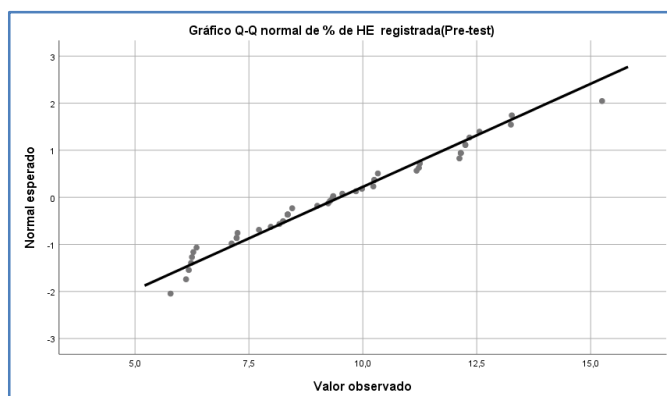


Figura 75: Curva de Normalidad para el factor Tiempo % de horas extras no planificadas (Pre-test)

Fuente: Área de Contabilidad.

Situación Post-test

Variable Dependiente 3: Los tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado (Post-test)

Muestra: Se realiza la prueba de normalidad a la muestra de 35 lotes de órdenes de producción de la línea de shampoo fabricados entre enero-junio 2018, se presenta el tiempo de % de horas extras en la Tabla 28.

Tabla 28:

Registros post-test del % de Horas Extras muestreados enero-Junio 2018

	Producto	% de HE registrada post-test
1	Shampoo Natural x 1L	4.35
2	Shampoo Ammens x 112 ml	3.25
3	Shampoo Macadamia x 1L	4.88
4	Shampoo Fiolera x 200 mL	6.35
5	Shampoo Fiolera x 500 mL	7.35
6	Shampoo Fiolera x 1L	3.45
7	Shampoo Ammens x 400 mL	4.45
8	Shampoo Ammens x 1 L	2.25
9	Shampoo Fiolera x 200 mL	3.18
10	Shampoo Avocado x 1 L	4.65
11	Shampoo Coco x 1 L	4.76
12	Shampoo cabello liso	2.22
13	Shampoo cabello riso	3.28
14	Shampoo Cabello Pintado	3.45
15	Shampoo Baby topic x 120 mL	4.75
16	Shampoo Babytopic x 250 mL	4.76
17	Shampoo Dermatopic simple x 250 mL	5.76
18	Shampoo Dermatopic sulfur x 250 mL	4.96
19	Shampoo Dermatopic Pediatrico x 120 mL	3.33
20	Shampoo anticapas x 120 mL	5.76
21	Shampoo anticapas x 400 mL	3.28
22	Shampoo Control caída x 120 mL	4.35
23	Shampoo Cotrol caída x 250 mL	3.28
24	Shampoo para cabellos sensible x 400 mL	4.75
25	Shampoo Seborrea x 112 mL	4.18
26	Shampoo Seborrea x 400 mL	3.76
27	Shampoo Natural Fresa x 1L	2.18
28	Shampoo Ammens manzanilla x 112 mL	3.25
29	Shampoo Ammens original x 675 mL	4.75
30	Shampoo Natural Guarana x 1L	3.75
31	Acondicionador Ammens manzanilla x 200 mL	3.86
32	Shampoo Ammens Germen Trigo x 200mL	3.25
33	Shampoo Natural Abocado x 1L	4.76
34	Shampoo Natural Chocolate x 1L	3.25
35	Shampoo Natural Manzanilla	3.76

Fuente: Área de Contabilidad

Se presenta los resultados de los datos Estadísticos Descriptivos de la muestra: Ver Figura 76.

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
% de HE registrada post-test	35	100,0%	0	0,0%	35	100,0%
Descriptivos						
			Estadístico	Desv. Error		
% de HE registrada post-test	Media		4,10285714285	,191983705290		
			7142	941		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,71269931190			
			1204			
		Límite superior	4,49301497381			
			3081			
	Media recortada al 5%		4,05214285714			
			2857			
	Mediana		3,86000000000			
		0000				
Varianza			1,290			
Desv. Desviación			1,13579091755			
			6291			

Figura 76: Datos estadísticos descriptivos
Fuente: Área de Contabilidad

El tiempo promedio de registro de % de Horas Extras es 4.10% del total de horas hombres registrados en el mes que equivale a 236.16 HH.

Los resultados de la Normalidad se muestran en la siguiente Figura 77.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de HE registrada post-test	,123	35	,200*	,941	35	,060

Figura 77: Prueba de Normalidad para el factor Tiempo % de horas extras registrado (Post-test)
Fuente: Área de Contabilidad

Prueba de Normalidad: Dado que la muestra es menor de 50 escogemos los estadísticos de Shapiro-Wilk el cual tenemos el valor Sig de 0.060 y al ser mayor de 0.050 por tanto la muestra presenta distribución similar de NORMALIDAD, como se observa en la Figura 78.

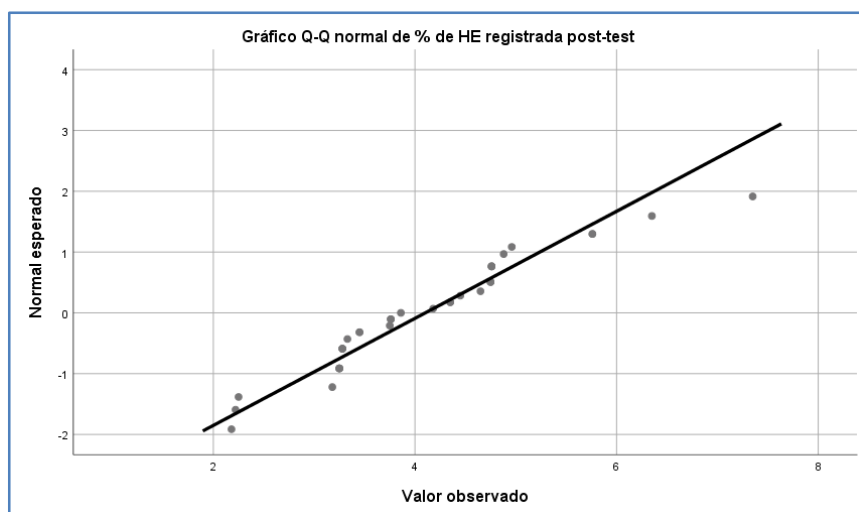


Figura 78: Curva de Normalidad para el factor Tiempo % de horas extras registrado (Post-test)
Fuente: Área de Contabilidad

Contrastación de Hipótesis

H_0 = Mediante la aplicación de los estándares de UPH validados no se logrará la disminución de los tiempos del % de horas extras en la estación de envasado del shampoo.

H_1 = Mediante la aplicación de los estándares de UPH validados se logrará la disminución de los tiempos del % de horas extras en la estación de envasado del shampoo

Instrumento de contraste

Las variables dependientes en el pre y post-test son cuantitativas, son normales (pre y post), por tanto son PARAMÉTRICAS y como son distintos son INDEPENDIENTES, por tanto hacemos el contraste mediante la PRUEBA T-STUDENT para dos muestras independientes.

Regla de Decisión:

- Si t es (-) entonces no se rechaza H_0
- Si t es (+) entonces se calcula $\text{Sig}/2$, si es menor que 0.05, se rechaza H_0

Si el valor p es $\alpha < 0.05$, entonces es estadísticamente significativo y se rechaza H_0

De acuerdo al programa SPSS se tiene los siguientes resultados: Ver Figura 79.

Prueba T

[ConjuntoDatos8]

		Estadísticas de muestras independientes				
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
Par 1	% de HE registrada pre-test	9,4923	48	2,28338	,32958	
	% de HE registrada post-test	2,991666667	48	2,080444238	,3002862602	

		N	Correlación	Sig.
Par 1	% de HE registrada pre-test & % de HE registrada post-test	48	,634	,000

		Prueba T-Student de muestras no emparejadas e independientes							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	% de HE registrada pre-test - % de HE registrada post-test	6,500625000	1,875226405	,2706656174	5,956116012	7,045133988	24,017	47	,000

Figura 79: Resultados de la prueba T-student del programa de SPSS
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 79, se tiene la prueba T-Student para muestras independientes emparejadas se observa que las varianzas no son iguales tanto en el pre-test y post-test, y se tiene un $t = 24,01$ (valor positivo) y un $Sig = 0.000$ y es menor a 0.05 , por lo tanto rechazamos la hipótesis nula H_0 .

La prueba produce un valor $p = 0.000$ y este es menor que 0.05 por tanto hay SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna H_1

Resumen de resultados

De acuerdo a los resultados reportados se presenta en la Tabla 29 el resumen de los resultados de la investigación.

Tabla 29:
Resumen de resultados

Hipótesis Especifica	Variables Independiente	Variables Dependiente	Indicador	Pre-Test	Post-Test	Diferencia
Mediante la aplicación de la ingeniería de método se logrará la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación de granel	Estudio de métodos y tiempos	Tiempos de ciclo en la estación de fabricación del granel	Tiempo de ciclo fabricación	7.88 horas	5.79 horas	2.09 horas
Mediante la aplicación de la ingeniería de método se logrará la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del shampoo.	Estudio de métodos y tiempos	Tiempos de ciclo en la estación de envasado del shampoo	Tiempo de ciclo envasado	10.54 horas	7.78 horas	2.76 horas
Mediante la aplicación de los estándares de UPH se logrará la disminución del tiempo en la estación de envasado del shampoo.	Estándares de UPH	Tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado	% de Horas Extras	9.49%	4.10%	5.39%

Elaboración: Propia

Como se muestra en la Tabla 29, se observa una diferencia de mejora en las tres hipótesis planteadas en la investigación, aplicando los estudios de métodos se logra una mejora significativa en cada variable de estudio en la línea de fabricación y envasado del shampoo de un laboratorio cosmético.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

✓ Conclusiones

1. La aplicación de la ingeniería de método a través del estudio de método y tiempo ha permitido tener una mejora significativa en el tiempo de ciclo de fabricación de granel, una mejora 2.09 horas de proceso, equivalente a un 26.5% de porcentaje de mejora, esto se debe a las propuestas de implementar una nueva área de lavado en el primer piso, con lo cual se ha disminuido tiempo de espera y transporte, también al aumentar la eficiencia en las actividades de trasvase que en el pre-test se utilizaba la tuberías de acero inoxidable a un sistema de trasvase de mangueras sanitarias, lo cual disminuyo recorrido con esto se permitió poder movilizar los tanques auxiliares a una sola sala de fabricación con lo cual se optimizo el proceso de fabricación del granel.
2. La aplicación de la ingeniera de método a través del estudio de método y tiempo ha permitido tener una mejora significativa en el tiempo de ciclo de envasado, una mejora 2.76 horas de proceso, equivalente a un 26.18% de porcentaje de mejora, esto se debe a las propuestas de implementar una nueva área de lavado en el primer piso con lo cual la maquina envasadora para su limpieza tenía que subir hasta el segundo piso, esto ha disminuido tiempo de espera y transporte de la máquina, también el aumentar la eficiencia en el método de limpieza y el método de arranque con lo cual se mejora el ahorro de merma de granel de 18 Kg, que se mermaba por la actividad de purga el cual fue eliminado, con lo cual también se disminuye tiempo de proceso.

3. La aplicación de estándares de UPH validados en la planificación de las actividades de la planta por el planner ha mejorado en la disminución del porcentaje de registros de las horas extras en el proceso de envasado de la línea de shampoo, una mejora del 5.59% frente al total de horas hombres registrados programados , esto representa en el pre-test se determinó que el promedio de registro de horas extras era 9.49% equivalente a 546 horas extras no planificadas, en el post-test se determinó que el promedio de horas extras planificadas disminuyó a un 4.10% en promedio equivalente a 236 horas hombres. Cabe mencionar que el porcentaje de mejora que se logró con los estudios de tiempo por cronometro y el balance de línea para obtener los UPH validados nos representa un 56.7%.
4. Se lograron validar el UPH de 72 productos de shampoo con lo cual se empezó a planificar las actividades de la planta con dichos indicadores, esto ha podido realizarse mediante el estudio de tiempo por cronometro y el balance de la línea, en 25% de productos luego del balance de línea se ha incrementado el UPH en un 75% luego del balance de la línea se disminuido el valor del UPH frente al dato teórico que se manejaba la planificación de las tareas de la planta.
5. Las diferentes investigaciones referentes al tema, han permitido direccionar esta investigación, aportando conocimiento que permitieron simular los diferentes estudios aplicados a este tipo de sector industrial. Con este estudio dentro del ámbito peruano contribuimos al estudio de la ingeniería de método en la industria peruana cosmética.
6. Los resultados del estudio de tiempos y balance de línea permitieron confirmar que los estándares de UPH en el área de envasado no se cumplían en la práctica, al presentar dicho estudio se ha contribuido a la mejora de la planificación de las tareas de las actividades de la planta, con lo cual ahora se disponía de estándares de envasado UPH reales y que ayudó a la planificación de los recursos disponible tanto de horas hombres, horas máquinas y además de áreas disponibles para otras actividades productivas como la limpieza de los frascos muchas veces se realizaban fuera de hora de trabajo y en horas extras.

7. Los resultados de la aplicación de la ingeniería de método a través del estudio de método y tiempos han sido validados su significancia estadística a través del programa estadístico IBM SPSS V.25 confirmando las tres hipótesis específicas su significancia, rechazando la hipótesis nula (H_0) y aceptando la hipótesis alterna, con lo cual se concluye la hipótesis general “La aplicación de la ingeniería de métodos disminuyó los desperdicios en la línea de producción de shampoo del laboratorio cosmético.”

✓ **Recomendaciones**

1. El ámbito de acción de esta investigación ha sido referida de manera absoluta en la línea de producción de shampoo y se ha aplicado la ingeniería de métodos solamente a esta línea, se recomienda extender el estudio por línea de productos, logrando tener resultados más eficientes y para aplicar los estudios a varias líneas, será necesario que se contrate más personal para la investigación, ésta se contó con sólo un analista de ingeniería industrial.
2. Se recomienda hacer el estudio de tiempos por cronómetro a la línea de colonia dado que es la segunda línea junto con la crema en importancia luego de la línea de shampoo, actualmente sólo se tiene validado el estudio de UPH de 20 de los 78 productos de la línea de cremas y cero productos validados el UPH en la línea de colonia.
3. Al igual que la línea de shampoo se recomienda evaluar los métodos actuales de los procesos de fabricación de la línea de colonia, de la línea de inyectables y de la línea de saches dado que los reportes actuales tanto de tiempo de ciclo de fabricación y envasado en ambas áreas también es variable y prevalece las horas extras no planificadas.
4. Se recomienda a la alta dirección aumentar el presupuesto para el área de organización y métodos para poder comprar instrumentos como una cámara de video y poder realizar estudio de métodos analizando micro-movimientos en todas las líneas de producción con la finalidad de seguir disminuyendo desperdicios que no generan valor a todos los procesos productivos.
5. La aplicación de la ingeniería de método a la línea de shampoo nos permite tener ahorro significativos que valdría la pena que la alta dirección invierta en la compra de un compresor dado que una de las causas vitales en el análisis de causa fue la caída de los sistemas de apoyo crítico del compresor contribuyendo a generación desperdicios de tiempos.

6. A partir de los resultados encontramos se recomienda extrapolar los estudios a procesos de manufactura de productos farmacéuticos en las líneas de sólidos, en las líneas de envasados de jarabes, dado que mantienen características productivas similares y con esto lograr los desperdicios que se pudieran generar en estas actividades.

7. A partir de los estudios realizados se puede profundizar en el estudio de micromovimientos en el área del etiquetado de la línea de shampoo, dado que actualmente dichas actividades la utilizan 3 personas con actividades manuales repetitivas que pudieran analizarse y presentarse alternativas de mejora para eliminar algunos desperdicios innecesarios que actualmente ocurren.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Acero, L. C. (2014). *Ingeniería de Método movimientos y tiempos*. Bogota, Colombia: ECOE EDICIONES.
- Arevalo, G. L. (2013). *La industria cosmetica sus problemas y sus proyecciones comerciales* (Tercera ed.). Cali, Colombia: Safiro.
- Barrios, P. M. (2015). *El Kaizen en los procesos de manufactura y academicos* (Vol. 123). Madrid, España. Recuperado el 21 de marzo de 2019, de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/n2-2006/2-3.pdf>
- Benjamin W. Niebel; Andris Freivalds. (2014). *Ingenieria Industrial de Niebel: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (Decimo Tercera ed.). Mexico, D.F.: Mc Graw Hill/Interamericana Editores.
- Caballero, R. A. (2014). *Metodología Integral innovadora para planes y tesis, la metodología del cómo formularlos* (Tercera Edición ed.). Mexico, D.F., México: Cengage Learning.
- Correa, E. R. (2012). *La ingenieria de Métodos y Tiempos en la cadena de suministro* (Vol. 123). Bogota, Colombia. Recuperado el 24 de Marzo de 2019, de <file:///C:/Users/Friggens/data/Downloads/356-594-1-PB.pdf>
- Cuatrecasas, L. (2010). *TPM en un entorno Lean Management* (Segunda Edición ed.). Barcelona, España: Profit editorial.
- Davila, T. A. (2015). *Análisis y Propuesta de Mejora de Procesos en una empresa productora de Jaulas para gallinas ponedora*. Lima, Peru. Recuperado el 12 de Marzo de 2019, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6079/DAVILA>
- Díaz, B. (2007). *Disposición de Planta* (Segunda Edición ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial.
- Fengzhu, M. (2014). *Aplicacación de Lean Manufacturing en la industria Cosmetica* (Vol. 23). Mexico, D.F, Mexico.
- García, R. C. (2005). *Estudio del Trabajo Ingenieria de métodos y medición del trabajo* (Segunda edición ed.). Mexico, D.F.: Mc Graw Hill/Interamericana Editores.
- Hernandez, S. R. (2014). *Metologia de la Investigación* (sexta edición ed.). Mexico, D.F., Mexico: Mc Graw Hill/Interamericana Editores.

- Kanawaty, G. (2005). *Introducción al estudio del trabajo* (Cuarta ed.). Ginebra, Suiza: Limusa.
- Krick, E. (2004). *Ingeniería de Metodos* (Segunda ed.). Madrid, España: Limusa.
- López, P. J. (2013). *EStudio del Trabajo, una nueva visión* (Primera Edición ed.). Madrid, España: Grupo Editoria Patria.
- Mahamed, R. L. (2014). *Herramientas de Lean manufacturing para disminuir desperdicios en la industria pesquera* (segunda edición ed.). Medellín, Colombia: Iberamericana.
- Mallqui, C. L. (2018). *Aplicación de la metodología Six Sigma*. Lima, Peru . Recuperado el 15 de Marzo de 2019, de Fuente: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/10115>
- Mejia, M. E. (2009). *La investigación científica en Educación* (Primera ed.). Lima: San Marcos.
- Montgomery, D. C. (2016). *Diseño y Análisis de Experimentos* (Segunda Edición ed.). Mexico, D.F., Mexico: Limusa.
- Muther, R. (2005). *Distribución en Planta, ordenación racional de los elementos de producción industrial* (Quinta Edición ed.). Barcelona: Hispano Europeo S.A.
- Noriis, R. L. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en una empresa manufacturera*. Madrid: MacGraw Hill.
- Ñaupas, P. H. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis* (Cuarta Edición ed.). Bogota, Colombia: Ediciones de la U.
- Ovalle, C; Ocampo, L., Reyes, F. (2016). *Estudio de movimientos en la recolección manual de naranjas en Caldas, Colombia* (Vol. 21). Cali, Colombia.
- Palacios, R. M. (2010). *Ingeniería de Métodos sus herramientas para mejorar la productividad*. Madrid, España: McGraw Hill.
- Peláez, K. &. (2015). *Los diferentes problemas en las líneas de producción de una empresa de alambique y propuestas de solución mediante el balance de las líneas* (Vol. 17). Madrid, España.
- Peña, A. F. (2011). *Técnicas para la administración de la producción en empresas de manufactura y servicios* (Primera Edición ed.). Madrid, España: McGraw Hill.
- Pinea, J. A. (2005). *Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso granito en la fábrica Casa Blanca SA*. San Carlos, Guatemala: Universidad de San Carlos. Recuperado el 09 de Marzo de 2019, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/hundle/08/08_1410_IN.pdf

- Pino, G. R. (2013). *Metodología de la Investigación* (Tercera edición ed.). Lima: San Marcos.
- Ramirez, C. (2016). *Tiempos en la recolección manual tradicional de café* (Vol. XXXVII). Medellín, Colombia.
- Roncancio, Á. M. (2017). *Utilización de curvas de aprendizaje e intervalos de confianza en un estudio de tiempos para el cálculo de tiempo estandar* (Vol. 13). Mexico, D.F. doi:<http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.13.2.2017.02>.
- Salvador, C. P. (2011). *Análisis de los productos cosméticos y las operaciones unitarias* (Segunda Edición ed.). Buenos Aires, Argentina: Libertadores.
- Sanchez, S. J. (2017). *Aplicación de la ingeniería de métodos en el área de vacíos para mejorar la productividad en los traslados de los contenedores en la empresa UNIMA SA CALLAO 2017*. Lima, Peru. Recuperado el 13 de Marzo de 2019, de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1907/Sanchez_SJC.pdf?sequence=1
- Suarez, D. M. (2016). *Implementación de Kaizen en una empresa mexicana para disminuir desperdicios* (Primera Edición ed.). Mexico, D.F., Mexico: Mc Graw Hill.
- Susuki, T. (2012). *TPM en industria en Proceso* (Segunda Edición ed.). Madrid, España: Productivity editorial.
- Ulco, A. C. (2015). *Aplicación de la ingeniería de método en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de la mano de obra de la empresa Industria Art Print*. Lima, Peru. Recuperado el 14 de Marzo de 2019, de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/182/ulco_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vásquez, G. E. (2017). *Mejoramiento de la productividad en una empresa de confecciones sartorial a través de la aplicación de la ingeniería de método*. Lima, Peru. Recuperado el 15 de Marzo de 2019, de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6632/V%C3%A1squez_ge.pdf?sequence=1
- Vela, G. F. (2018). *Propuesta de Mejora en los procesos de producción para reducir los desperdicios en un laboratorio Cosmético*. Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas UPC. Recuperado el 19 de Marzo de 2019, de www.tesisupc/handle/123pdf/nex#.129.467/repositoriodetesis/upc/nex123.

Villalobos, I. E. (2016). *Mejora de procesos productivos mediante Lean Manufacturing*
(Vol. 36). Santiago, Chile.

ANEXOS

Anexo 1: Declaración de Autenticidad

A continuación se muestra el formato de autenticidad y no plagio.

	Universidad Ricardo Palma	Escuela de Posgrado
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO		
DECLARACIÓN DEL GRADUANDO		
Por el presente, el graduando: <i>(Apellidos y nombres)</i>		
VELA GARCIA, FRIGGENS		
en condición de egresado del Programa de Posgrado:		
MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL		
deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:		
APLICACION DE LA INGENIERIA DE METODOS PARA DISMINUIR LOS DESPERDICIOS EN LA LINEA DE PRODUCCION DE SHAMPOO EN UN LABORATORIO COSMETICO		
<p>Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.</p> <p>Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.</p> <p>Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.</p> <p>En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.</p>		
 Friggins Vela García		22-05-2019
Firma del graduando		Fecha

Anexo 2: Autorización de consentimiento para realizar la investigación

A continuación se muestra el formato de autorización para realizar la investigación.

	Universidad Ricardo Palma	Escuela de Posgrado
AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN		
DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL AREA O DEPENDENCIA DONDE SE REALIZARA LA INVESTIGACIÓN		
<p>Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo, ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:</p>		
APLICACION DE LA INGENIERIA DE METODOS PARA DISMINUIR LOS DESPERDICIOS EN LA LINEA DE PRODUCCION DE SHAMPOO EN UN LABORATORIO COSMETICO		
<p>el mismo que es realizado por el Sr./Srta. Estudiante (Apellidos y nombres):</p>		
VELA GARCIA, FRIGGENS		
<p>, en condición de estudiante - investigador del Programa de:</p>		
MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL		
<p>Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.</p>		
<p>En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:</p>		
Nombre de la empresa:	MEDISCIENCE	Autorización para el uso del nombre de la Empresa en el Informe Final <input checked="" type="checkbox"/> NO
Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área:	AUGUSTO BENAVIDES	Cargo del Jefe/Responsable del área:
		GERENTE GENERAL
Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular:	997-363092	Correo electrónico de la empresa:
		benavides@mediscience.biz
	22-05-2019	
Firma	Fecha	

Anexo 3: Matriz de consistencia

A continuación se presenta la Matriz de consistencia utilizada en la investigación del estudio. (Ver Tabla 06).

Tabla 3.01:
Matriz de Consistencia

Problemas Principal	Objetivos General	Hipótesis General	Variables Independiente	Indicador V.I.	Variables Dependiente	Indicador V.D.
¿Cómo disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo de un laboratorio cosmético?	Aplicar la ingeniería de métodos, para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo de un laboratorio cosmético	Si se aplica la ingeniería de métodos, entonces disminuirá los desperdicios en la línea de producción de shampoo de un laboratorio cosmético	<i>Ingeniería de métodos</i>	---	<i>Desperdicios en la línea de shampoo de un laboratorio cosmético</i>	---
Problemas Especifico	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas				
¿Cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación del granel?	Determinar cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación del granel.	Mediante la aplicación de la ingeniería de método se logrará la disminución de los desperdicios en la estación de fabricación de granel	Estudio de métodos y tiempos	Si / No	Tiempos de ciclo en la estación de fabricación del granel	Tiempo de ciclo actual
¿Cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del Shampoo?	Determinar cómo influye la ingeniería de métodos en la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del shampoo.	Mediante la aplicación de la ingeniería de método se logrará la disminución de los desperdicios en la estación de envasado del shampoo.	Estudio de métodos y tiempos	Si / No	Tiempos de ciclo en la estación de envasado del shampoo.	Tiempo de ciclo actual
¿Cómo influyen los estándares de UPH, en la disminución de horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo?	Determinar cómo influyen los estándares de UPH en la disminución de los tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo.	Mediante la aplicación de los estándares de UPH se logrará la disminución de las horas extras no planificadas en la estación de envasado del shampoo.	Estándares de UPH	Si / No	Tiempos de horas extras no planificadas en la estación de envasado	% de Hora Extra

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4: Protocolos o Instrumentos utilizados

Tabla 4.01:

Informe del OYM del estudio de tiempos para cálculo del tiempo de ciclo de fabricación

Laboratorios MEDISCIENCE			
División de Administración y Finanzas			
Área de Organización y Métodos			
CÁLCULO DEL TIEMPO DE CICLO - SHAMPOO NATURALS			
Actividad	Tse (min.)	TS (Manual)	TS (Máquina)
Recojo de insumos	16.844	16.844	
Subir los insumos	5.533		5.533
Mezcla	185.221		185.221
Bajada de granel y pesado	36.009	36.009	
Sacar los bidones	11.827	11.827	
Limpieza de la marmita	34.905	34.905	
TOTAL	290.339	99.585	190.754
CANTIDAD MÁXIMA A PRODUCIR	950 Kg.		
TIEMPO	291 Minutos	5 HORAS	
PERSONAS EN EL ÁREA	2		
		Porcentaje	
TIEMPO MANUAL	99.585	34.30%	
TIEMPO MÁQUINA	190.754	65.70%	
	290.339	100.00%	
Al inicio de las labores se isopa la máquina , lo que demora 40 minutos.			
Cuando hay cambio de lote no se lava la máquina.			
Se lava la máquina cuando se va a cambiar de producto.			

Laboratorio MEDISCIENCE			
División de Administración y Finanzas			
Área de Organización y Métodos			
FABRICACIÓN DE SHAMPOO (POST-TEST)			
Elaborado por:	Cuyubamba Ledesma, Eduardo		
Fecha:	09/01/2018		
Muestra Subgrupo:	Shampoo Natural (LINEA SHAMPOO)		
Descripción de Procesos:			
1)	Recojo de Insumos: Recoger los insumos del Almacén de Materia Prima (AMP), verificar que coincidan las etiquetas con los insumos retirados de AMP, así como pesar los insumos y verificar que los pesos sean los indicados en la fórmula.		
2)	Subir los insumos: Elevar con el montacargas hidráulico C1 los insumos hasta el nivel de las marmitas, colocar los insumos al lado de la marmita para agregarlos a la solución.		
3)	Mezcla: Encender la marmita, abrir la llave de vapor, pesar el agua y vaciar a la marmita; agregar los insumos previamente pesados. Tomar la temperatura cada 15 minutos hasta que llegue a 74 °C, agregar los insumos, cerrar la llave de vapor y esperar a que se enfríe, sacar una muestra para Control de Calidad. Agregar los insumos a cada marmita auxiliar y luego trasvasar mediante el sistema de mangueras a la marmita principal		
4)	Trasvasar a tanques de granel para su envasado		
5)	Limpieza de la marmita: utilizando el área de lavado del primero piso. Lavar de acuerdo al nuevo procedimiento de limpieza, utilizando vapor para el secado.		
Cálculo del Tiempo de Ciclo – Fabricación de Shampoo			
Veamos el siguiente cuadro:			
Actividad	Tse (min.)	TS (Manual)	TS (Máquina)
Recojo de insumos	16.844	16.844	
Subir los insumos	5.533		5.533
Mezcla	185.221		185.221
Bajada de granel y pesado	36.009	36.009	
Sacar los bidones	11.827	11.827	
Limpieza de la Marmita	34.905	34.905	
TOTAL	290.340	99.586	190.754
Tiempo de Ciclo (Fase Grasa):			
$TSc = TS \text{ (manual)} + TS \text{ (máquina)}$			
$99.586 + 190.754 = 290.340 \text{ min.} = 4.25 \text{ HORAS}$			

Fuente: Organización y Método

ACTIVIDAD		CICLOS																			total (CM)	total (min.)	# obs.	RESUMEN						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				TM	FV	TN	TOL	TS		
1	Recojo de insumos	T	1248.873	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1248.873	12.489	1	12.489	1	12.489	1.998	14.487	
		L	749.324																											
2	Subir los insumos	T	523.947	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	523.947	5.239	1	5.239	1	5.239	0.838	6.078	
		L	314.368																											
3	Mezcla	T	10209.660	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10209.660	102.097	1	7	1	102.097	16.335	118.432	
		L	6125.796																											
4	Agregado de la Fase Grasa	T	6875.902	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6875.902	68.759	1	68.759	1	68.759	11.001	79.760	
		L	4125.541																											
5	Bajada de granel y pesado	T	3507.578	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3507.578	35.076	1	35.076	1	35.076	5.612	40.688	
		L	2104.547																											
6	Colocar los bidones fuera del área	T	854.097	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	854.097	8.541	1	8.541	1	8.541	1.367	9.908	
		L	512.458																											
7	Lavado de máquina	T	2664.113	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2664.113	26.641	1	26.641	1	26.641	4.263	30.904	
		L	1598.468																											
																									TIEMPO DE CICLO (en min.)					300.256

Figura 80: Hoja de cronometraje
Fuente: Organización y Método