



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PINTURA DE
CAUCHO EN LA EMPRESA PINTURAS FLAMUKO, C.A.**

TUTOR:

Ing. Gómez Ezequiel

AUTORES:

León C. Daniel A.

C.I: 19.334.274

Zuccaro B. Jessica A.

C.I: 20.515.623

Bárbula, Mayo de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PINTURA DE
CAUCHO EN LA EMPRESA PINTURAS FLAMUKO, C.A.**

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

Línea de Investigación:

TUTOR:

Ing. Gómez Ezequiel

AUTORES:

León C. Daniel A.

C.I: 19.334.274

Zuccaro B. Jessica A.

C.I: 20.515.623

Bárbula, Mayo de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “Propuestas de mejora en las líneas de producción de pintura de caucho en la empresa Pinturas Flamuko, C.A.”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación “XXXXXXXXXXXXX” del Departamento de Ingeniería de Métodos, presentado por los Bachilleres León C. Daniel A., C.I. 19.334.274 y Zuccaro B. Jessica A., C.I. 20.515.623 a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado, por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día jueves 31 de Mayo de 2012, a las 7:30 am, para que los autores lo defendieran en forma pública, lo que éstos hicieron, en el Salón de Reuniones de la Dirección de Escuela, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondieron satisfactoriamente a las preguntas que les fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Pregrado.

En fé de lo cual se levanta la presente acta, a día, mes y año, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Tutor, Prof. Ezequiel Gómez.

Firma del Jurado Examinador

Prof. Ezequiel Gómez
Presidente del Jurado

Prof. José Malpica
Miembro del Jurado

Prof. Manuel Jiménez
Miembro del Jurado

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada es importante agradecer a Dios, quien se encargó de guiarnos por el camino correcto para lograr esta meta y permitirnos realizar este trabajo de investigación.

A nuestros padres, por todo el apoyo que nos han brindado desde que nacimos, por habernos guiado y ayudado durante el transcurso de la carrera y por estar a nuestro lado en todo momento brindándonos todo lo necesario para cumplir nuestras metas.

A nuestra casa de estudio, que nos hizo ingenieros proporcionándonos todos los conocimientos técnicos necesarios para desenvolvemos en el ámbito laboral.

A nuestros profesores, en especial a nuestro tutor el Profesor Ezequiel Gómez, por guiarnos durante la realización del trabajo y al resto de ellos por darnos las herramientas necesarias para completar nuestros estudios y nuestra formación como profesionales.

A la empresa Pinturas Flamuko, C.A, por darnos la oportunidad de desarrollar nuestra tesis en su planta, con la colaboración del Ing. Julio Primera como nuestro tutor empresarial, quien siempre estuvo a la orden y disposición para brindarnos cualquier ayuda que permitiera el avance del trabajo.

Finalmente, agradecemos también a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron con la realización de este trabajo especial de grado.

Daniel y Jessica

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la oportunidad de alcanzar esta meta, colocando en mi camino los elementos necesarios para disfrutar mi carrera al máximo tal como me lo había propuesto.

A mis padres, quienes desde que nací han estado a mi lado incondicionalmente apoyándome en todo, dándome las palabras guías y las herramientas necesarias para lograr las metas que me he trazado.

A mis hermanos, los cuales han sido al igual que mis padres ejemplos a seguir en todos los aspectos de mi vida y me han brindado siempre su apoyo incondicional.

Daniel León

A Dios por permitirme estar aquí y darme la oportunidad de cumplir una de mis mayores metas rodeada de personas que me dan todo el apoyo necesario.

A mi mamá por darme la vida y ser la razón por la cual puedo seguir adelante, por brindarme su apoyo incondicional en todo momento dándome los más sabios consejos.

A mi hermano por ayudarme a levantarme y darme ánimo en los momentos que más lo necesité.

Jessica Zuccaro

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	xii
 CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.3. Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Justificación de la Investigación	4
1.5. Alcance	6
1.6. Limitaciones	6
 CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	8
2.2. Bases Teóricas.....	11
2.2.1. Mejora Continua.....	11
2.2.2. Manufactura Esbelta.....	11
2.2.3. Eliminación Sistemática del Desperdicio (ESIDE)	12
2.2.4. Análisis de la Operación	14
2.2.5. 5'S.....	15
2.2.6. Método REBA	18

2.2.7. Método LEST	27
2.3. Definición de Términos Básicos	29

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación	31
3.2. Diseño de la Investigación	31
3.3. Población y Muestra.....	31
3.4. Fuentes y Técnicas para la Recolección de la información	32
3.5. Técnicas de procesamiento y Análisis de Datos	32
3.6. Fases de la Investigación	33

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Descripción de los Productos.....	35
4.2. Descripción de los Materiales	40
4.3. Descripción de los Equipos y Herramientas	43
4.4. Descripción del Área de Trabajo	48
4.5. Descripción del proceso de producción de pintura de caucho	54

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

5.1. Análisis de la Operación.....	58
5.1.1. Análisis de la operación para el área de pesaje	58
5.1.2. Análisis de la operación para el área de dispersión.....	64
5.1.3. Análisis de la operación para el área de terminación	71
5.1.4. Análisis de la operación para el área de suministro.....	73
5.1.5. Análisis de la operación para el área de envasado	76
5.1.6. Análisis de la operación para el área de termoencogible	80
5.2. Aplicación del Método REBA	83
5.2.1. Aplicación del Método REBA para el área de pesaje	84

5.2.2. Aplicación del Método REBA para el área de dispersión.....	86
5.2.3. Aplicación del Método REBA para el área de terminación.....	88
5.2.4. Aplicación del Método REBA para el área de suministro.....	90
5.2.5. Aplicación del Método REBA para el área de envasado.....	92
5.2.6. Aplicación del Método REBA para el área de termoencogible.....	94
5.3. Aplicación del Método LEST	97

CAPÍTULO VI

PROPUESTAS DE MEJORA

6.1. Diseño de una Mesa Elevadora de Tijeras (Propuesta N° 1).....	99
6.1.1. Evaluación de la Propuesta N° 1	104
6.2. Diseño de un programa para la Rotación periódica de los operarios (Propuesta N° 2).....	105
6.2.1. Evaluación de la Propuesta N° 2	110
6.3. Diseño de un Sistema de Ventilación Forzada (Propuesta N° 3)	111
6.3.1. Evaluación de la Propuesta N° 3	114
6.4. Diseño de un dispositivo para el Manejo de Materiales (Propuesta N° 4)...	116
6.4.1. Evaluación de la Propuesta N° 4	119
6.5. Diseño de un dispositivo para el llenado de galones (Propuesta N° 5)	121
6.5.1. Evaluación de la Propuesta N° 5	122

CONCLUSIONES	125
---------------------------	-----

RECOMENDACIONES	128
------------------------------	-----

ANEXOS

Anexo 1. Características generales de un ventilador similar al propuesto	130
Anexo 2. Tabla de ángulos de deslizamiento	130
Anexo 3. Factores de renovación de aire para sistemas de ventilación.....	131
Anexo 4. Número mínimo de cambios de aire por hora requerido	131
Anexo 5. Presupuesto de una mesa elevadora similar a la propuesta N° 1.....	132

Anexo 6. Presupuesto de un ventilador similar a la propuesta N° 3.....	132
Anexo 7. Presupuesto de material para elaborar la propuesta N° 4	133
Anexo 8. Presupuesto de material para elaborar la propuesta N° 5	133
Anexo 9. Presupuesto de material para elaborar la propuesta N° 5	134
Anexo 10. Presupuesto de material para elaborar la propuesta N° 5	134
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Demanda anual estimada de pintura	3
Tabla N° 2. Demanda anual estimada de pintura arquitectónica de caucho	3
Tabla N° 3. Posiciones y puntuación del tronco	19
Tabla N° 4. Modificación de la puntuación del tronco	19
Tabla N° 5. Posiciones y puntuación del cuello.....	20
Tabla N° 6. Modificación de la puntuación del cuello	20
Tabla N° 7. Posiciones y puntuación de las piernas	20
Tabla N° 8. Modificación de la puntuación de las piernas	21
Tabla N° 9. Posiciones y puntuación de los brazos.....	21
Tabla N° 10. Modificación de la puntuación de los brazos	22
Tabla N° 11. Posiciones y puntuación del antebrazo	22
Tabla N° 12. Posiciones y puntuación de la muñeca	23
Tabla N° 13. Modificación de la puntuación de la muñeca.....	23
Tabla N° 14. Puntuación inicial para el grupo A	24
Tabla N° 15. Puntuación inicial para el grupo B	24
Tabla N° 16. Puntuación para la carga / fuerza	25
Tabla N° 17. Modificación de puntuación para la carga / fuerza	25
Tabla N° 18. Puntuación del tipo de agarre	25
Tabla N° 19. Puntuación C en función de las tablas A y B	26
Tabla N° 20. Puntuación del tipo de actividad muscular	26
Tabla N° 21. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida	27
Tabla N° 22. Variables consideradas en el método LEST	28
Tabla N° 23. Sistema de puntuación para el método LEST	29
Tabla N° 24. Materiales utilizados en la elaboración de pintura de caucho	40
Tabla N° 25. Equipos para la producción de pintura de caucho (mezzanina 1)	43
Tabla N° 26. Equipos para la producción de pintura de caucho (mezzanina 2)	43
Tabla N° 27. Equipos y herramientas involucrados en el área de estudio	46
Tabla N° 28. Descripción de la situación actual del área de pesaje	49
Tabla N° 29. Descripción de la situación actual del área de dispersión	49

Tabla N° 30. Descripción de la situación actual del área de terminación	50
Tabla N° 31. Descripción de la situación actual del área de suministro	51
Tabla N° 32. Descripción de la situación actual del área de envasado	52
Tabla N° 33. Descripción de la situación actual del área de termoencogible	52
Tabla N° 34. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de pesaje.....	84
Tabla N° 35. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de dispersión.....	86
Tabla N° 36. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de terminación	88
Tabla N° 37. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de suministro.....	90
Tabla N° 38. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de envasado.....	92
Tabla N° 39. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de termoencogible	94
Tabla N° 40. Puntuación para las variables consideradas del método LEST	97
Tabla N° 41. Especificaciones de la termoencogible.....	99
Tabla N° 42. Especificaciones del diseño de la Propuesta N° 1	101
Tabla N° 43. Costos asociados a la Propuesta N° 1	104
Tabla N° 44. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 1) ..	104
Tabla N° 45. Beneficios de la propuesta N° 1	105
Tabla N° 46. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 2) ..	110
Tabla N° 47. Beneficios de la propuesta N° 2	110
Tabla N° 48. Especificaciones técnicas de los ventiladores	112
Tabla N° 49. Costos asociados a la propuesta N° 3	115
Tabla N° 50. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 3) ..	115
Tabla N° 51. Beneficios de la propuesta N° 3	115
Tabla N° 52. Costos asociados a la propuesta N° 4.....	120
Tabla N° 53. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 4) ..	120
Tabla N° 54. Beneficios de la propuesta N° 4	120

Tabla N° 55. Costos asociados a la propuesta N° 5	122
Tabla N° 56. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 5)...	123
Tabla N° 57. Beneficios de la propuesta N° 5	123
Tabla N° 58. Costos totales de las propuestas.....	124
Tabla N° 59. Ahorros o beneficios totales de las propuestas	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Galón Armonía Caucho Exterior	36
Figura N° 2. Galón Armonía Caucho Interior	37
Figura N° 3. Galón Armonía Caucho Satinado	38
Figura N° 4. Galón Más Color	39
Figura N° 5. Galón Fla-Wall	40
Figura N° 6. Tambores de humectantes.....	42
Figura N° 7. Maxicubos de antiespumantes.....	42
Figura N° 8. Tambores de resinas	42
Figura N° 9. Sacos de pigmentos.....	42
Figura N° 10. Sacos y Big-Bags de extender	42
Figura N° 11. Tambores de aditivos.....	42
Figura N° 12. Dispensor #1.....	44
Figura N° 13. Tanques Tt-4000 (Cap: 4000gal)	44
Figura N° 14. Dispensor 375	45
Figura N° 15. Tanques Tt-2000 (Cap: 2000gal)	45
Figura N° 16. Extractor.....	45
Figura N° 17. Hockmeyer.....	45
Figura N° 18. Termoencogible	45
Figura N° 19. Tanques Tt-1000 (Cap: 1000gal)	45
Figura N° 20. Racks	47
Figura N° 21. Paletas	47
Figura N° 22. Tanque Pulmón.....	47
Figura N° 23. Bomba neumática	47
Figura N° 24. Montacargas Yale 14	47
Figura N° 25. Vista de planta del área de estudio	48
Figura N° 26. Diagrama de flujo del proceso.....	54
Figura N° 27. Proceso de producción de pinturas.....	57
Figura N° 28. Tambor de materia prima dañado	59
Figura N° 29. Resina no estandarizada	60

Figura N° 30. Equipos y área de trabajo sucios	61
Figura N° 31. Operario sin equipos de protección personal	62
Figura N° 32. Dificultad de extracción de material del Big-Bag	62
Figura N° 33. Operarios en ocio	63
Figura N° 34. Diagrama causa-efecto del área de pesaje	64
Figura N° 35. Dificultad en el manejo de Big-Bags	65
Figura N° 36. Operaciones repetitivas de carga	66
Figura N° 37. Operaciones de carga manuales	66
Figura N° 38. Operaciones de carga con polea manual	67
Figura N° 39. Mezzanina #1 sin barandas	68
Figura N° 40. Acumulación de desperdicios sobre los materiales por espacio insuficiente	69
Figura N° 41. Operario alzando recipiente de espesante	69
Figura N° 42. Diagrama causa-efecto del área de dispersión	70
Figura N° 43. Diagrama causa-efecto del área de terminación	73
Figura N° 44. Estructura de galones innecesaria armada por los operarios	74
Figura N° 45. Sticker que contiene color, código y número de lote	74
Figura N° 46. Movimientos de orden superior realizados por los operarios	75
Figura N° 47. Diagrama causa-efecto del área de suministro	76
Figura N° 48. Colocación de la tapa manualmente	77
Figura N° 49. Falta de uso de EPP de los operarios	78
Figura N° 50. Riesgo de la operación de tapado	78
Figura N° 51. Apertura manual de la llave	79
Figura N° 52. Diagrama causa-efecto del área de envasado	79
Figura N° 53. Agarraderas agrupadas en 4 unidades	80
Figura N° 54. Ventilador colocado para refrescar el área	81
Figura N° 55. Almacenamiento temporal en el área	82
Figura N° 56. Flexión total del tronco realizada por el operario	82
Figura N° 57. Diagrama causa-efecto del área de termoencogible	83
Figura N° 58. Operario del área de pesaje extrayendo sólido	86
Figura N° 59. Operario del área de dispersión agregando MP	88

Figura N° 60. Operario del área de terminación agregando MP	90
Figura N° 61. Operario del área de suministro armando paleta de galones	92
Figura N° 62. Operario del área de envasado tapando galones	94
Figura N° 63. Operario del área de termoencogible armando paleta	96
Figura N° 64. Vista de frente de la propuesta	100
Figura N° 65. Vista de planta de la propuesta	100
Figura N° 66. Isometría de las partes que conforman el diseño	101
Figura N° 67. Vista de frente del diseño a su máxima altura de elevación	102
Figura N° 68. Isometría del diseño ensamblado	103
Figura N° 69. Representación de la propuesta N°1	103
Figura N° 70. Hoja de Excel con posición actual de cada operario	107
Figura N° 71. Hoja de Excel con nueva posición de cada operario	108
Figura N° 72. Hoja de Excel con el programa ejecutado	109
Figura N° 73. Ejemplo donde la rotación no es efectiva	109
Figura N° 74. Vista lateral y frontal de los ventiladores	113
Figura N° 75. Distribución de ventiladores y extractores de la propuesta 3	114
Figura N° 76. Vista frontal de pared interior del área de pesaje	114
Figura N° 77. Vista frontal de la estructura	117
Figura N° 78. Dimensiones del tolvín	117
Figura N° 79. Vista de planta de la propuesta 4 para la mezzanina 1.....	118
Figura N° 80. Representación gráfica de la propuesta 4.	119
Figura N° 81. Diagrama del circuito eléctrico del dispositivo.	121



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PINTURA DE CAUCHO EN LA EMPRESA PINTURAS FLAMUKO, C.A.

TUTOR:

Ing. Gómez Ezequiel

AUTORES:

León C. Daniel A.

Zuccaro B. Jessica A.

RESUMEN

El presente trabajo especial de grado fue desarrollado en la empresa Pinturas Flamuko C.A., y tiene como finalidad realizar propuestas de mejora en las líneas de producción de pintura de caucho que permitan aumentar la producción enfocándose en estandarizar los métodos de trabajo, eliminar demoras, condiciones disergonómicas, el manejo de materiales, balancear las cargas de trabajo, establecer orden y limpieza y reducir costos. Para el desarrollo de la investigación fueron utilizadas diferentes técnicas y herramientas como la metodología ESIDE para describir la situación actual del área en estudio, el análisis de la operación para determinar las causas que generan mayor impacto y se complementan con diagramas causa-efecto aplicados a cada subárea. Adicionalmente, se aplicó el método REBA para estudiar los movimientos realizados en cada una de las operaciones y el método LEST para evaluar las condiciones del entorno físico y así posteriormente asignar prioridad según el nivel de riesgo para tomar acciones correctivas. Basado en esto, fueron propuestas un conjunto de mejoras como una mesa elevadora doble de tijeras para eliminar demoras, movimientos de orden superior y aumentar la producción en un 5%, un programa de rotación periódica para los operarios para erradicar ausentismo y disminuir la exposición a enfermedades ocupacionales, un sistema de ventilación forzada para disminuir la temperatura en 15% y eliminar las pérdidas por materia prima dañada. También, se diseñó un dispositivo para manejo de materiales para disminuir el tiempo de ciclo en 15% y aumentar la producción en 14%, y por último un dispositivo de llenado de galones semi-automático que disminuye el tiempo de llenado en 13%, por lo que incrementa la producción en 14%. Finalmente, se estima un incremento de la producción promedio en 2260 gal/día para obtener así 341870,6 bs/día de beneficios adicionales.

Palabras clave: Producción, Ergonomía, Método REBA, Método LEST.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas manufactureras y de servicios se han visto en la necesidad de buscar la mejora continua de sus procesos debido a los cambios constantes que se producen a nivel de economía y tecnología, los cuales obligan a las empresas a mantenerse a la par, ya que el constante crecimiento de la población, del mercado y de las exigencias de los clientes a nivel mundial crean un ambiente de competencia, en el cual las empresas buscan tener la preferencia del mercado.

En este caso, la empresa Pinturas Flamuko C.A., se ve afectada por lo descrito anteriormente, ya que el constante crecimiento de la población venezolana ha generado un aumento considerable en la producción de viviendas y por tanto a su vez un crecimiento de la demanda de pinturas, para lo cual la empresa necesita a través de la mejora continua aumentar su productividad y así lograr ser la mejor opción para el cliente ofreciendo productos de calidad al mejor precio del mercado.

Como consecuencia a esta problemática, el presente trabajo de investigación se basa en realizar propuestas de mejora en las líneas de producción de pintura de caucho, las cuales se enfocan en estandarizar los métodos de trabajo, eliminar las demoras, eliminar el esfuerzo y las condiciones disergonómicas, mejorar el manejo de materiales, balancear las cargas de trabajo, reducir costos y por ende lograr un aumento en la producción.

El esquema estructural de este trabajo especial de grado, está conformado por seis capítulos que se complementan entre sí para dar cumplimiento a los objetivos planteados. En el Capítulo I, se describe la problemática actual de la empresa, lo que conlleva al planteamiento de los objetivos, la justificación del estudio, el alcance y las limitaciones. Luego, en el Capítulo II se presentan los antecedentes relacionados al tema de estudio junto con las bases teóricas que lo sustentan y la definición de términos básicos. Después en el Capítulo III, se muestra la metodología de estudio, denotando tanto la clasificación del trabajo como las

fuentes y técnicas para la recolección de datos. Posteriormente se desarrolla el Capítulo IV, en el cual se procede a realizar la descripción de la situación actual de la empresa, sus productos, equipos, máquinas, herramientas y los procesos que se realizan. Seguidamente en el Capítulo V, se analiza la situación actual a través de herramientas como el análisis de la operación y diagramas causa-efecto que permiten identificar los desperdicios existentes en el área, de igual forma se emplea el método REBA para evaluar los movimientos realizados por los operarios y el método LEST para el análisis de las condiciones del ambiente de trabajo.

Finalmente, en el Capítulo VI en base al estudio realizado se procede a describir las diferentes propuestas de mejora con el propósito de dar soluciones a la empresa, para lo cual se dan las especificaciones necesarias así como también las ventajas que ofrecen cada una de ellas para luego evaluarlas mediante una relación costo beneficio que a su vez indica el tiempo de recuperación de la inversión.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Desde tiempos remotos el hombre se ha interesado en expresarse a través de la pintura y la decoración, utilizando cal, yeso, carbón vegetal, ocre y tierra para darle color a su vivienda, pero con el pasar del tiempo y la evolución de la humanidad comenzaron a crear las primeras resinas utilizando aceite y vinagre. Posteriormente con el acontecer de las guerras, se aplicaban recubrimientos a los barcos, aviones, vehículos, armas, utensilios, instrumentos musicales y palacios en busca de diferenciar y aumentar la durabilidad de los mismos.

La industria de las pinturas no ha dejado de evolucionar, hoy en día continúan las modificaciones, siempre en busca de mejorar la resistencia, el brillo y la durabilidad sin olvidar la tendencia actual de modernismo, lo que trae grandes exigencias en la elaboración de una extensa gama de colores.

En la actualidad, a pesar de la incertidumbre en los reglamentos y normativas respecto a importaciones que se establecen en el país, se ha podido presenciar el crecimiento de nuevas empresas de pintura que utilizan titanio, tintas y pastas colorantes, diversas resinas, y emulsionantes importados, así como también tecnología de punta para competir en calidad y precios con las empresas líderes de este mercado, las cuales han tenido que evolucionar constantemente para mantener su posición, garantizar su imagen y buscar siempre la excelencia y la satisfacción del cliente.

Todo este esfuerzo por mantenerse en el mercado y por tener la preferencia de los consumidores debido al crecimiento de la población y por consecuencia el crecimiento de la demanda, ha obligado a las empresas a elevar su producción, esto

implica aumentar todos los requerimientos en general, entre los cuales resaltan los de insumos, materiales, materias primas, de personal, legales y otros, siempre buscando la mejor utilización de los recursos e incluso utilizando los mismos recursos previos al aumento de la producción, teniendo así que modificar el proceso lo que ha traído crisis a muchas empresas del sector.

Además, en todas las empresas hay desperdicios y eliminarlos totalmente no es posible, pero existen prácticas ineficientes que se realizan a diario que traen consigo aumentos en los costos de producción, los cuales se ven directamente reflejados sobre el precio del producto final. Este efecto debe ser minimizado por la empresa y he allí el origen del continuo esfuerzo por lograr la máxima reducción de los desperdicios presentes.

La empresa Pinturas Flamuko C.A., cuenta con 26 años de experiencia en el mercado nacional, caracterizada por ofrecer excelente calidad en todos sus productos y por cumplir satisfactoriamente las necesidades de sus clientes. Está ubicada en Guacara, estado Carabobo y se enfoca en la elaboración de pinturas de uso doméstico, arquitectónico e industrial. Actualmente, la empresa posee un área de 57000 m² donde 14000 m² están destinados a galpones industriales, 260 trabajadores y una capacidad instalada para producir 12 millones de galones anuales. De igual manera Pinturas Flamuko C.A., se encuentra dividida en: planta de pintura de caucho (látex), planta de pintura de esmalte, planta nitro, almacén de materia prima y producto terminado y área administrativa.

Por otra parte, la empresa cuenta con una producción en promedio de 7000 galones/día de pintura de caucho, la cual representa el 60% de la producción total, la cual es la base del presente estudio, en sus diferentes categorías como lo son: interior, exterior y satinado; y de las diversas clases según la calidad de la pintura: A, B, C y D.

A su vez, se debe realizar un estudio en el comportamiento del mercado en el sector de pinturas, el cual se ve directamente influenciado por el crecimiento de la población. Según Martínez (2007), el consumo per cápita es de 1,81 galones, dicha información en conjunto con el crecimiento de la población, permite estimar la demanda de galones de pintura en Venezuela en los últimos 5 años, como se muestra a continuación:

Tabla N° 1. Demanda anual estimada de pintura

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Habitantes	27.556.109	28.107.231	28.669.376	29.242.763	29.827.619
Galones	49.876.557	50.874.088	51.891.570	52.929.402	53.987.990

Fuente: Elaboración Propia

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, y tomando en cuenta que el 62% de dicha demanda se encuentra representado por pintura de uso arquitectónico, y de éste el 75% pertenece a la pintura de caucho, se puede obtener la demanda para esta clasificación:

Tabla N° 2. Demanda anual estimada de pintura arquitectónica de caucho

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Galones	23.192.599	23.656.451	24.129.580	24.612.172	25.104.415

Fuente: Elaboración Propia

En vista de los valores obtenidos de dicha estimación, y sabiendo que la empresa puede satisfacer el 15% de la demanda, surge la necesidad de incrementar la producción con la implementación de mejoras en el área mencionada, elevando la eficiencia del proceso, optimizando la utilización de los recursos, armonizando los tiempos de preparación y operación y mejorando las condiciones del ambiente de trabajo, de tal manera que puedan alcanzar una mayor satisfacción de sus clientes, logrando así mantener su posición en el mercado.

1.2. Formulación del problema

¿Qué aspectos deben considerarse para lograr aumentar la producción, a través de la implementación de diversas mejoras en la línea de producción de pintura de caucho de la empresa Pinturas Flamuko, C.A.?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Mejorar los métodos de trabajo de las líneas de producción de pintura de caucho en la empresa Pinturas Flamuko C.A., con el propósito de aumentar la producción.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Describir la situación actual de los procesos que se llevan a cabo en el área de estudio.
2. Identificar los desperdicios existentes en el proceso de producción de pintura de caucho.
3. Analizar las causas y consecuencias que conllevan a la aparición de los desperdicios identificados.
4. Diseñar las mejoras en los procesos de producción que permitan disminuir o eliminar los desperdicios y mejorar las condiciones del ambiente de trabajo.
5. Determinar la factibilidad técnica y económica de las propuestas planteadas.

1.4. Justificación

En la actualidad, el ambiente globalizado y altamente competitivo que predomina en el país, trae como consecuencia que diversas empresas como Pinturas Flamuko C.A. orienten todo su esfuerzo y empeño en establecer una mejora

continúa en todos sus procesos, con los cuales se logre incrementar la producción, la calidad, la operatividad de los procesos y mejorar las condiciones de trabajo. Todo esto con el objeto de producir las cantidades necesarias y en el momento requerido que permitan brindarle a los clientes la satisfacción de obtener productos de alta calidad y a su vez satisfacer la demanda del país, la cual se encuentra en continuo crecimiento a la par de la población.

Para la empresa es de vital importancia ser la mejor opción para el cliente en todos los segmentos del mercado, al ofrecerle una variedad de pinturas y otros revestimientos de su preferencia, gracias a la constancia de su alta calidad y alto rendimiento, lo oportuno de su entrega y la competitividad de sus precios; es por ello que el presente trabajo se enfoca en aumentar la producción de la empresa donde la producción promedio de pintura de caucho es de 7000 galones/día y es por ello que existe la necesidad de implementar un conjunto de mejoras en la línea de producción que permitan brindar los productos requeridos a los clientes.

Por otra parte, el presente estudio se justifica por la utilidad que brinda en cuanto la aplicación de las diferentes herramientas y técnicas aprendidas en el transcurso de la carrera, las cuales permiten resolver problemas, a través de los conocimientos adquiridos en las cátedras de ingeniería de métodos, producción, ingeniería económica e higiene y seguridad industrial para así desarrollar y llevar a cabo este tipo de investigaciones que aporten beneficios para cualquier parte interesada que lo desee aplicar.

Finalmente, la realización de este Trabajo Especial de Grado, permitirá afianzar todos los conocimientos referentes a la Ingeniería Industrial, que han sido adquiridos durante la realización de la carrera en sus diferentes disciplinas, desarrollando simultáneamente todas las habilidades y destrezas necesarias para desempeñarse como profesional dentro de la empresa y en el entorno laboral, así como también, cumplir con el último requisito académico para optar por el título de

Ingeniero Industrial. Además, sirve de referencia a otras investigaciones relacionadas con la problemática planteada.

1.1. Alcance

La presente investigación se llevó a cabo en la empresa Pinturas Flamuko C.A., ubicada en Guacara, estado Carabobo, en la planta látex, específicamente en la línea de producción de pintura de caucho.

Para desarrollar dicho trabajo, se realizó un diagnóstico, análisis y evaluación a través de la Eliminación Sistemática del Desperdicio y posteriormente se plantearon las propuestas de mejora que contribuyan a la reducción de desperdicios y costos de producción, así como mejoras en las condiciones del ambiente en el área de estudio, logrando establecer una mejora continua, tomando en consideración los aspectos técnicos y económicos que aseguran la factibilidad de las mismas.

Es importante resaltar, que el proceso de implementación y adaptación de estas propuestas requieren de un seguimiento por parte de la empresa, el cual depende del nivel de compromiso que ésta desee adquirir, con el fin de lograr los objetivos establecidos, involucrando de esta manera, a toda la estructura organizacional.

1.2. Limitaciones

Debido a restricciones establecidas por la empresa, la investigación se encuentra limitada al estudio del área con el mayor volumen de producción, la cual está destinada a la elaboración de pintura de uso arquitectónico de tipo caucho (planta látex), específicamente en el proceso de producción.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que las propuestas que se desean desarrollar, pueden modificar las diversas operaciones realizadas en el proceso de

producción, pero no deben cambiar las características contenidas en el producto final. Además, cada una de las propuestas planteadas debe considerar la utilización de los recursos actuales disponibles en la empresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Torrealba y Dacal (2010). El trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de proponer propuestas de mejora para disminuir considerablemente los desperdicios existentes en el almacén de producto terminado perteneciente a la línea de pintura y compuesto a su vez por un área de paletización y otra de almacenamiento del producto final. Los problemas presentados en dicha área son de tipo disergonómicos, de falta de estandarización de las actividades y distribución inadecuada dentro del área.

Para el análisis de los problemas mencionados anteriormente fue aplicada la metodología ESIDE para así encontrar la causa raíz de cada uno de los desperdicios y aplicando además la técnica 5'S para hacerle seguimiento al proceso y reforzar un plan de mantenimiento.

Rondón (2010). Dicho trabajo presenta mejoras en las áreas de Producción, Higiene y Seguridad Industrial y Control de Calidad, con el propósito de incrementar la productividad de la línea de destintado de la empresa Kimberly-Clark VenezuelaC.A., la información fue recolectada a través de la observación directa y entrevistas no estructuradas a los operadores. Luego se analizó la situación empleando análisis de la operación, diagramas causa efecto, diagramas de Pareto y método REBA. Posteriormente se propuso un plan de mantenimiento preventivo para prever paradas de planta, mejoras ergonómicas en los puestos de trabajo, instalación de un sistema de alarma, metodología 5's, elaboración del manual de procedimientos para la selección de materia prima, instalación de medidores de consistencia para evitar pérdidas de fibra por taponamiento en equipos y la modificación de un equipo. Por último, se realizó el análisis de factibilidad técnico

económica el cual arrojo como resultado total factibilidad y disminución del 14.8% de los desperdicios, por lo que se recomienda a la empresa su pronta implementación para mejorar su productividad, mantener la calidad y la competitividad en el mercado.

Pescoso y Rodríguez, (2010). Este trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de reducir las actividades improductivas en sus procesos de producción. Para ello, primero fue descrita la situación actual y se estudiaron los procesos de los productos más demandados a través de diagramas de procesos, análisis sistemático de manejo de materiales y diagrama de Pareto. Posteriormente, se elaboraron propuestas de mejora orientadas a disminuir las actividades improductivas. Se realizó una distribución en planta disminuyendo así los recorridos y haciendo el proceso más continuo, se propuso la instalación de un puente grúa para el manejo de materia prima desde el almacén hasta el área de producción, se planteó la adquisición de una balanza cuenta piezas y la organización del almacén. La implementación de todas estas mejoras, generaría un aumento de 46,53% de la producción, una reducción del 57,16% de los recorridos, 54,54% en la cantidad de transporte, 36,36% en las demoras y de 9,10% en la cantidad de almacenaje, así como también reducción del 66.67% del tiempo de operación. Por último, a través de una evaluación económica, se determinó que el tiempo de pago de la inversión está entre 2 o 3 años.

Escobar y Torrealba (2007) en el trabajo especial de grado. La presente investigación tuvo como propósito plantear una propuesta de mejora a la línea de sello blanco, con la finalidad de aumentar la productividad del área. En el área se observaron problemas de: defectos de calidad, condiciones ambientales y ergonómicas desfavorables, tiempos de las operaciones muy altos y condiciones inseguras. Para encontrar las causas de dichos problemas se aplicó la herramienta del análisis de la operación, esto se ejecutó mediante estudios de tiempo, de condiciones ambientales (iluminación y ambiente térmico), de ergonomía, de manejo de materiales

Esta investigación contribuye con la presente ya que abarca un estudio de problemas ergonómicos, condiciones inseguras, etc. las cuales contribuyen con el objetivo de esta investigación.

González y Gutiérrez (2004). El proyecto se llevó a cabo en la empresa WIX de Venezuela, empresa fabricante de autopartes, la cual se vio en la necesidad de hacer una evaluación de su proceso para realizar propuestas de mejora que permitan el incremento de la productividad en la línea de Filtros de Aire Panel para cubrir con los requerimientos de producción presentados actualmente, siendo este el objetivo principal del proyecto.

Se hizo uso de técnicas como la observación directa, análisis de la operación y de herramientas como el Kaizen y los Diagramas Causa-Efecto que permitieron diagnosticar fallas en los puestos y métodos de trabajo como son: presencia de rebaba en el 100% de los filtros elaborados, inventarios en proceso elevados e innecesarios y fallas en la disponibilidad de material. Como propuestas de mejora se concluyeron las siguientes: colocación de empacaduras en los moldes de los filtros para obtener un sello perfecto de estos, el rediseño del lay out, el diseño de un dispositivo posicionador de carriers y el sistema de control de inventarios de insumos, permitiendo con su implantación el incremento de la productividad en la línea en más de un 20% lo cual permite concluir que el proyecto es rentable y factible económicamente.

El aporte que tiene este proyecto sobre el proyecto actual, es que se basa en aumentar la productividad de una línea de producción aplicando técnicas de ingeniería de métodos, manejo de materiales, distribución en planta demostrando que brindan una solución rentable y factible económicamente para el problema presentado.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Mejora Continua

Según Colaboradores de Wikipedia (2011), el proceso de mejora continua es un concepto que pretende mejorar los productos, servicios y procesos, es decir, “todo puede mejorar”. Postula que es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción de los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones. La mejora continua requiere:

- Apoyo en la gestión.
- Feedback (retroalimentación) y revisión de los pasos en cada proceso.
- Responsabilidad de cada acto realizado.
- Participación del trabajador.

La mejora continua debe ser vista como una actividad frecuente y sostenible a lo largo del tiempo y no como un arreglo rápido frente a un problema puntual. Para la mejora de cualquier proceso, este debe estar bien definido y documentado. A su vez los responsables del proceso deben poder participar en cualquier discusión de mejora creando así un ambiente de transparencia para que fluyan las recomendaciones de mejoras. Finalmente, cualquier proceso debe ser acordado, documentado, comunicado y medido en un marco temporal que asegure su éxito.

2.2.2. Manufactura Esbelta

Según Colaboradores de Wikipedia (2011), manufactura esbelta es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los diferentes desperdicios

(sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos) en productos manufacturados. La aplicación de dicha filosofía ayuda a reducir los riesgos del proyecto, aumentando los riesgos financieros y disminuyendo los beneficios.

Los principios clave de la manufactura esbelta son:

- Calidad perfecta con la búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- Disminución de desperdicios eliminando todas las actividades que no agregan valor y optimizando la utilización de los recursos.
- Mejora continua con el fin de reducir costos, mejorar la calidad y aumentar la productividad.
- Producir rápidamente la diversidad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- Establecer una relación mutuamente beneficiosa con el proveedor.
- Producir sólo lo necesario en base a las necesidades del cliente.

Manufactura esbelta básicamente engloba todo lo concerniente a realizar las cosas correctas, en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el desperdicio, siendo flexible y estando abierto al cambio. Bajo esta filosofía, se dinamizan los esfuerzos del equipo para mejorar a un mínimo costo conservando el margen de utilidad y con un precio competitivo, cumpliendo con las especificaciones, tiempo de entrega y el lugar exacto, así como también, entregar en cantidad y calidad sin excederse.

2.2.3. Eliminación Sistémica del Desperdicio (ESIDE)

Ortiz e Illada (1995; 2000) señalan que: ESIDE, es una herramienta de aplicación sistémica que busca la identificación y eliminación de todo tipo de

desperdicio, el cual puede estar presente en cualquier actividad. Esta técnica se convierte en un instrumento que administra las diferentes vías de acción para la mejora de los procesos, dando cabida tanto a las desarrolladas y aplicadas hasta ahora como a las que vendrán en un futuro.

Por esta razón, se considera que es una herramienta abierta, susceptible a adaptaciones, que se aplica sobre cualquier sistema con la finalidad de obtener, como beneficio directo: la eliminación sistémica de los desperdicios. Lo que caracteriza al método o enfoque sistémico, es la decisión de escoger y definir claramente el sistema que se desea estudiar, de seleccionar las variables de interés y de observar los cambios que se presentan en ellas. Es necesario observar la interacción del sistema seleccionado con otros sistemas cercanos, para ver si al relacionarse con éste influyen en él o reciben su influencia, y así poder tomar las previsiones correspondientes.

Una vez revisadas las bases de esta metodología de análisis y mejora de procesos, es necesario describir los pasos que contempla dicha herramienta. Así pues, ESIDE consta de los siguientes pasos:

1. Seleccionar el sistema a analizar.
2. Recolectar y organizar la información.
3. Decidir el alcance del estudio.
4. Identificar los desperdicios presentes.
5. Cuantificar los desperdicios.
6. Analizar los desperdicios.
7. Diseñar y seleccionar las soluciones.
8. Evaluar el impacto de las soluciones en el sistema.
9. Planificar para la acción-control.
10. Implementar y controlar las soluciones.

2.2.4. Análisis de la Operación

Según Burgos (2003), es un procedimiento empleado por el ingeniero de métodos para investigar las actividades que agregan y que no agregan valor a una tarea, con la finalidad de tratar de eliminar o reducir al mínimo aquellas que no agregan valor y mejorar aquellas que lo agregan buscando la eliminación de toda forma de desperdicio. Para ello se utilizan los siguientes criterios:

1. Propósito de la operación: es siempre aplicable y su objetivo es justificar o no la existencia de una actividad.
2. Diseño de las partes: se utiliza para hacer una revisión de los diseños para ver la posibilidad de mejorarlos.
3. Tolerancias y especificaciones: su objetivo es verificar si el producto cumple realizado cumple con lo diseñado y con las especificaciones del cliente.
4. Materiales: consiste en revisar con ojo analítico los materiales directos e indirectos relacionados con el proceso bajo estudio.
5. Proceso de manufactura: se utiliza para revisar los procesos empleados actualmente en el proceso y para desarrollar métodos nuevos y mejores.
6. Equipos, herramientas y tiempos de preparación: consiste en evaluar las actividades previas a la ejecución del trabajo y los equipos utilizados durante los mismos.
7. Condiciones de trabajo: este criterio engloba las condiciones ambientales, así como mantenimiento de orden, higiene y seguridad.
8. Manejo de materiales: toma en cuenta movimiento, empaque y almacenamiento desde la partícula más pequeña hasta la mayor unidad que puede ser movida hacia cualquier sitio, por cualquier medio.
9. Distribución en planta: su objetivo es verificar las dimensiones y colocación de todos los elementos dentro de la matriz de ensamble.
10. Principio de economía de movimientos: se utiliza para verificar que todas las actividades se están haciendo con el menor esfuerzo y tiempo posible.

2.2.5. 5'S

Es una técnica aplicada para lograr una mayor eficiencia, uniformidad y formalidad en los procesos, apoyada en la eliminación de desperdicios en diferentes áreas y en el aumento de mejores condiciones de seguridad industrial. La aplicación de dicha herramienta satisface diferentes objetivos debido a que cada una de ellas tiene un propósito particular:

- Eliminar del espacio de trabajo lo que sea innecesario.
- Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz.
- Mejorar el nivel de limpieza de los lugares.
- Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden.
- Fomentar los esfuerzos para lograr lo planteado.

Además, las 5'S permiten mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal proporcionándoles un ambiente más agradable para tener una mayor motivación, reducir gastos de dinero y energía y mejorar la productividad de la producción. Para ello, se sigue una estrategia de las fases para realizarlas de forma consecutivas y bajo estos conceptos, enumerarlas de la siguiente manera:

1. Clasificación (seiri): Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se comprueba que se dispone de todo lo necesario. En esta fase se persiguen los siguientes propósitos:

- *Hacer un trabajo fácil al eliminar obstáculos.
- *Eliminar la concepción del cuidado de cosas innecesarias.
- *Evitar interrupciones provocadas por elementos innecesarios.
- *Prevenir fallas causadas por elementos innecesarios.

Para marcar o denunciar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva se usan tarjetas de color:

*Tarjetas de Color Rojo: para destacar objetos que no pertenecen al área y deben colorarse lejos del lugar de trabajo.

*Tarjetas de Color Azul: para destacar elementos que pertenecen al área de trabajo y por tanto, son necesarios.

2. Orden (seiton): Consiste en establecer el modo en el que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar. En esta fase se pretende lo siguiente:

*Prevenir las pérdidas de tiempo en la búsqueda y transporte de objetos.

*Asegurar que lo que entra primero sale primero.

*Establecer procedimientos e instrucciones que faciliten la ejecución de las operaciones.

*Establecer sistemas de control visual que permitan tanto a nivel del personal de la empresa como a nivel externo, ubicar fácilmente los lugares y los objetos, así como también entender los procesos productivos y los procedimientos existentes.

Para llevar a cabo el orden deseado, deben cumplirse las siguientes normas:

*Organizar racionalmente el puesto de trabajo (proximidad, facilidad de agarre de los objetos)

*Definir las reglas de ordenamiento

*Hacer obvia la colocación de los objetos

*Clasificar los objetos por orden de utilización

3. Limpieza (seisō): Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad y realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. Con el fin

de llevar a cabo la limpieza de manera óptima, se establecen los siguientes objetivos:

- *Combinar la limpieza con la inspección de manera que se detecten fallas a tiempo.
- *Hacer del lugar de trabajo un sitio seguro y confortable.

Para lograr los objetivos mencionados, es necesario facilitar la limpieza y la inspección y además eliminar la anomalía en la fuente de la que proviene.

4. Estandarización (seiketsu): Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos para así lograr lo siguiente:

- *Prevenir el deterioro de las fases mencionadas anteriormente.
- *Minimizar o eliminar las causas que provocan la suciedad y un ambiente de trabajo no confortable.
- *Proteger al trabajador de condiciones peligrosas.
- *Estandarizar y visualizar los procedimientos de operación y mantenimiento diario.

5. Disciplina (shitsuke): Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua, cerrando el ciclo PDCA (Planificar, hacer, verificar y actuar). Esta etapa contiene la calidad en la aplicación del sistema 5S, por lo que se requiere aplicar con rigor para mantener la eficacia logrando lo siguiente:

- *Hacer al personal más disciplinado para fomentar nuevas costumbres y valores dentro de la empresa.
- *Cumplir con las reglas de la empresa.
- *Tener un personal pro-activo.

2.2.6. Método REBA

Diego y Cuesta (2009), señalan que el método REBA (Rapid Entire Body Assessment) permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables.

Cabe destacar la inclusión en el método de un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad. Se considera que dicha circunstancia acentúa o atenúa, según sea una postura a favor o en contra de la gravedad, el riesgo asociado a la postura.

El método REBA es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas. Actualmente, el método REBA es una de las herramientas más difundidas y utilizadas para el análisis de la carga postural.

Además, este método evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente. Por tanto, para evaluar un puesto se deberán seleccionar sus posturas más representativas, bien por su repetición en el tiempo o por su precariedad.

- Grupo A: Puntuaciones del tronco, cuello y piernas.

-Puntuación del tronco

El primer miembro a evaluar del grupo A es el tronco. Se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea con el tronco erguido o no, indicando en este último caso el grado de flexión o extensión observado. Se seleccionará la puntuación como se indica en la tabla N° 3.

Tabla N° 3. Posiciones y puntuación del tronco

Puntos	Posición	
1	El tronco está erguido.	
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.	
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.	
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

La puntuación del tronco incrementará su valor si existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Tabla N° 4. Modificación de la puntuación del tronco

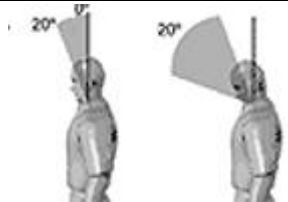
Puntos	Posición	
+1	Existe torsión o inclinación lateral del tronco.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

-Puntuación del cuello

En segundo lugar se evaluará la posición del cuello. El método considera dos posibles posiciones del cuello. En la primera el cuello está flexionado entre 0 y 20 grados y en la segunda existe flexión o extensión de más de 20 grados.

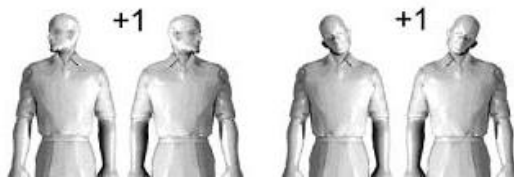
Tabla N° 5. Posiciones y puntuación del cuello

Puntos	Posición	
1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.	
2	El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

La puntuación calculada para el cuello podrá verse incrementada si el trabajador presenta torsión o inclinación lateral del cuello, tal como se indica a continuación:

Tabla N° 6. Modificación de la puntuación del cuello

Puntos	Posición	
+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

-Puntuación de las piernas

Para terminar con la asignación de puntuaciones de los miembros del grupo A se evaluará la posición de las piernas. La consulta de la siguiente tabla permitirá obtener la puntuación inicial asignada a las piernas en función de la distribución del peso.

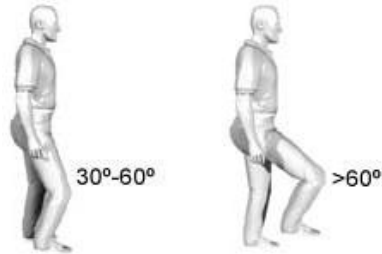
Tabla N° 7. Posiciones y puntuación de las piernas

Puntos	Posición	
1	Soporte bilateral, andando o sentado.	
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

La puntuación de las piernas se verá incrementada si existe flexión de una o ambas rodillas. El incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado, el método considera que no existe flexión y por tanto no incrementa la puntuación de las piernas.

Tabla N° 8. Modificación de la puntuación de las piernas

Puntos	Posición	
+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.	
+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).	

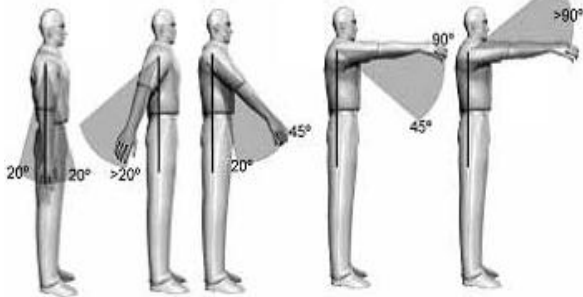
Fuente: www.ergonautas.upv.es

- Grupo B: Puntuaciones de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca).

-Puntuación del brazo

Para determinar la puntuación a asignar al brazo, se deberá medir su ángulo de flexión. La siguiente tabla muestra las diferentes posturas consideradas por el método y pretende orientar al evaluador a la hora de realizar las mediciones necesarias.

Tabla N° 9. Posiciones y puntuación de los brazos

Puntos	Posición	
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión.	
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.	
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.	
4	El brazo está flexionado más de 90 grados.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

La puntuación asignada al brazo podrá verse incrementada si el trabajador tiene el brazo abducido o rotado o si el hombro está elevado. Sin embargo, el método considera una circunstancia atenuante del riesgo la existencia de apoyo para el brazo o que adopte una posición a favor de la gravedad, disminuyendo en tales casos la puntuación inicial del brazo. Las condiciones valoradas por el método como atenuantes o agravantes de la posición del brazo pueden no darse en ciertas posturas, en tal caso el resultado consultado en la tabla anterior permanecería sin alteraciones.

Tabla N° 10. Modificación de la puntuación de los brazos

Puntos	Posición	
+1	El brazo está abducido o rotado.	
+1	El hombro está elevado.	
-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

-Puntuación del antebrazo

A continuación será analizada la posición del antebrazo. La consulta de la siguiente tabla proporcionará la puntuación del antebrazo en función su ángulo de flexión. En este caso el método no añade condiciones adicionales de modificación de la puntuación asignada.

Tabla N° 11. Posiciones y puntuación del antebrazo

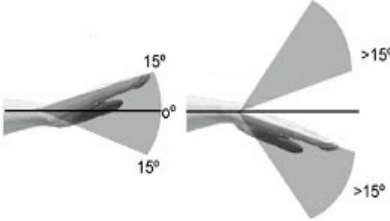
Puntos	Posición	
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.	
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

-Puntuación de la Muñeca

Para finalizar con la puntuación de los miembros superiores se analizará la posición de la muñeca. A continuación se muestran las dos posiciones consideradas por el método. Tras el estudio del ángulo de flexión de la muñeca se procederá a la selección de la puntuación correspondiente consultando los valores proporcionados.

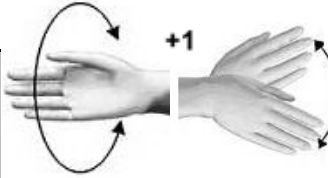
Tabla N° 12. Posiciones y puntuación de la muñeca

Puntos	Posición	
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.	
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

El valor calculado para la muñeca se verá incrementado en una unidad si esta presenta torsión o desviación lateral.

Tabla N° 13. Modificación de la puntuación de la muñeca

Puntos	Posición	
+1	Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

- Puntuaciones de los grupos A y B

Las puntuaciones individuales obtenidas para el tronco, el cuello y las piernas (grupo A), permitirá obtener una primera puntuación de dicho grupo mediante la consulta de la tabla mostrada a continuación (Tabla 14).

Tabla N° 14. Puntuación inicial para el grupo A

GRUPO A												
Tronco	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Fuente: www.ergonautas.upv.es

La puntuación inicial para el grupo B se obtendrá a partir de la puntuación del brazo, el antebrazo y la muñeca consultando la siguiente tabla (Tabla 15).

Tabla N° 15. Puntuación inicial para el grupo B

GRUPO B						
Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Fuente: www.ergonautas.upv.es

- Puntuación de la carga o fuerza

La carga o fuerza manejada modificará la puntuación asignada al grupo A, excepto si la carga no supera los 5 Kilogramos de peso, en tal caso no se incrementará la puntuación. La siguiente tabla muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad.

Tabla N° 16. Puntuación para la carga / fuerza

Puntos	Posición
+0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.
+1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
+2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

Fuente: www.ergonautas.upv.es

Tabla N° 17. Modificación de puntuación para la carga / fuerza

Puntos	Posición
+1	La fuerza se aplica bruscamente.

Fuente: www.ergonautas.upv.es

- Puntuación del tipo de agarre.

El tipo de agarre aumentará la puntuación del grupo B, excepto en el caso de considerarse que el tipo de agarre es bueno. La tabla N° 18 muestra los incrementos a aplicar según el tipo de agarre.

Tabla N° 18. Puntuación del tipo de agarre

Puntos	Posición
+0	Agarre Bueno El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
+1	Agarre Regular El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
+2	Agarre Malo El agarre es posible pero no aceptable.
+3	Agarre Inaceptable El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.

Fuente: www.ergonautas.upv.es

- Puntuación C

La puntuación de la tabla 14 y de la tabla 15 permitirán obtener una puntuación intermedia denominada puntuación C. La tabla N° 19 muestra los valores para dicha puntuación.

Tabla N° 19. Puntuación C en función de las tablas N° 14 y N° 15

PUNTUACIÓN C												
Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: www.ergonautas.upv.es

- Puntuación Final

La puntuación final del método es el resultado de sumar a la puntuación C el incremento debido al tipo de actividad muscular. Los tres tipos de actividad consideradas por el método no son excluyentes y por tanto podrían incrementar el valor de la puntuación C hasta en 3 unidades.

Tabla N° 20. Puntuación del tipo de actividad muscular

Puntos	Actividad
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).

+1

Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Fuente: www.ergonautas.upv.es

El método clasifica la puntuación final en 5 rangos de valores. A su vez cada rango se corresponde con un nivel de acción. Cada nivel de acción determina un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. El valor del resultado será mayor cuanto mayor sea el riesgo previsto para la postura, el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo 15, establece que se trata de una postura de riesgo muy alto sobre la que se debería actuar de inmediato.

Tabla N° 21. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: www.ergonautas.upv.es

2.2.7. Método LEST

Según Diego y Cuesta (2009), el Método LEST (Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo) pretende la evaluación de las condiciones de trabajo de la forma más objetiva y global posible, estableciendo un diagnóstico final que indique si cada una de las situaciones consideradas en el puesto es satisfactoria, molesta o nociva.

El objetivo de dicho método es evaluar el conjunto de factores relativos al contenido del trabajo que pueden tener repercusión tanto sobre la salud como sobre la vida personal de los trabajadores. Antes de la aplicación del método deben haberse considerado y resuelto los riesgos laborales referentes a la Seguridad e Higiene en el Trabajo dado que no son contemplados por el método.

La información que es preciso recoger para aplicar el método tiene un doble carácter objetivo-subjetivo. Por un lado se emplean variables cuantitativas como la temperatura o el nivel sonoro, y por otra, es necesario recoger la opinión del trabajador respecto a la labor que realiza en el puesto para valorar la carga mental o los aspectos psicosociales del mismo. Es pues necesaria la participación en la evaluación del personal implicado.

Para determinar el diagnóstico el método considera 14 variables agrupadas en 5 aspectos (dimensiones): entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempo de trabajo. La evaluación se basa en las puntuaciones obtenidas para cada una de las 14 variables consideradas, las cuales se presentan a continuación:

Tabla N° 22. Variables consideradas en el método LEST

Entorno físico	Carga física	Carga mental	Aspectos psicosociales	Tiempo de trabajo
Ambiente térmico	Carga estática	Apremio de tiempo	Iniciativa	Tiempo de trabajo
Ruido	Carga dinámica	Complejidad	Estatus social	
Iluminación		Atención	Comunicaciones	
Vibraciones			Relación con el mando	

Fuente: www.ergonautas.upv.es

Tabla N° 23. Sistema de puntuación para el método LEST

SISTEMA DE PUNTUACIÓN	
0, 1, 2	Situación satisfactoria
3, 4, 5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
6, 7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
8, 9	Molestias fuertes. Fatiga
10	Nocividad

Fuente: www.ergonautas.upv.es

2.3. Definición de Términos Básicos

- **Desperdicio:** es toda aquella actividad que no agrega valor al producto y por la cual el cliente no está dispuesto a pagar. En otras palabras, es cualquier ineficiencia en el uso de equipo, material, trabajo, o capital en cantidades que son consideradas como necesarias en la producción.
- **Eficiencia:** es el uso racional de los recursos con que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado. Se trata de la capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos y tiempo utilizado, logrando de esta forma su optimización.
- **Elemento que agrega valor:** aquel que contribuye directamente al avance del trabajo y que constituye el objetivo perseguido por el cliente.
- **Elemento que no agrega valor:** aquel que no contribuye directamente al avance del trabajo, aún cuando puede ser necesario.
- **Enfoque sistémico:** es la aplicación de la teoría general de los sistemas en cualquier disciplina, la cual se basa en un enfoque de integración de los elementos que lo forman, ya que éstos guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema directa o indirectamente unido de modo estable y cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo.

- **Ergonomía:** es la disciplina científica que trata del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador.
- **Línea de producción:** es una disposición de áreas de trabajo, donde los eventos son consecutivos y están colocados de forma inmediata, el transporte entre estaciones es mínimo y el material fluye de manera continua mediante operaciones balanceadas hasta lograr su completa transformación como producto terminado.
- **Productividad:** es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida.
- **Tiempo de operación:** es el tiempo que tarda el producto en cada estación de trabajo sobre la línea de producción. Es así, la cantidad de tiempo transcurrido entre unidades sucesivas a medida que éstas avanzan en la línea.
- **Tiempo de preparación:** es el tiempo que transcurre desde el inicio de la disposición y arreglo de los materiales necesarios para realizar alguna actividad o fin determinado.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

En el presente trabajo se adopta una investigación descriptiva, la cual consiste en dar todas las características de un hecho, en este caso se refiere a los procesos y métodos de trabajo que se emplean en el área de estudio con el fin de analizar su estructura y comportamiento.

3.2. Diseño de la Investigación

Luego de definir el nivel de investigación, se procede a establecer el diseño de la misma, el cual se basa en una investigación de campo, ya que los datos fueron recolectados directamente del área donde se desarrolla dicha investigación, sin ninguna manipulación o alteración de los datos. Para ello se utiliza la observación directa, lo que permite identificar los problemas existentes que originan los desperdicios anteriormente planteados, con la finalidad de evaluar la situación actual y dar el conocimiento necesario para generar las propuestas.

3.3. Población y Muestra

El entorno en el que se desarrolla la investigación es la planta látex de la empresa Pinturas Flamuko, C.A., específicamente las líneas de producción de pintura de caucho en sus diferentes categorías, tomando en cuenta todo lo que abarca dicha planta, tales como hombres, máquinas, herramientas, métodos y condiciones de trabajo, ya que en ésta se realizan las investigaciones necesarias para llevar a cabo dicho trabajo.

3.4. Fuentes y Técnicas para la Recolección de la información

La fuente principal de recolección de datos perteneciente a fuentes primarias es la observación directa por parte del investigador, la cual se aplica en el proceso de producción de la línea de pintura de caucho para evaluar todos los procesos que se llevan a cabo y así obtener toda la información necesaria para el estudio. Para ello se utilizan diferentes herramientas que sustentan la observación directa, como lo son las fotografías, videos y contacto directo con el personal involucrado para lograr de esta manera describir la situación actual de la línea de producción, en cuanto a los métodos y condiciones de trabajo existentes.

Por otra parte se aplican entrevistas no estructuradas tanto a los operarios que laboran en dicha línea de producción, como también a los supervisores, demás personas relacionadas con el área y al personal del departamento de Ingeniería, para obtener información adicional y asesoría, buscando de esta manera hallar información real para llevar a cabo una investigación de gran utilidad.

En el caso de las fuentes secundarias, se utilizan trabajos de grado desarrollados anteriormente, fuentes bibliográficas e internet, los cuales permiten recolectar una serie de datos que sirvan de complemento a la información necesaria.

3.5. Técnicas de procesamiento y Análisis de Datos

Luego de la obtención de los datos a través de las fuentes de información y técnicas de recolección aplicadas, se procesan para su posterior análisis y clasificación de acuerdo a cada operación, tipo de dato y causa que lo origina; de la misma manera se tabulan y se toman registros de los mismos con la finalidad de analizarlos de acuerdo a la técnica que corresponda. Las herramientas utilizadas dentro de esta investigación incluyen gráficas, diagrama causa-efecto, estudio de métodos y condiciones de trabajo, cuantificación de desperdicios, y cualquier otra técnica adicional que permiten identificar, analizar y determinar las oportunidades de

mejora en el área seleccionada, para así ajustar el proceso y lograr los objetivos planteados. Para los diferentes análisis requeridos se hace uso de herramientas y software como Excel, necesarios en el desarrollo de la investigación.

3.6. Fases de la Investigación

Fase I: Descripción de la situación actual del área de estudio y los procesos que se llevan a cabo en la misma.

En esta fase, se procede a realizar un estudio detallado del área seleccionada, a través del cual se identifican y analizan cada uno de los elementos que la conforman incluyendo máquinas, herramientas y personal, e igualmente se describen los procesos que allí se realizan. En este caso se analizan las líneas de pintura de caucho; para ello son utilizadas diferentes instrumentos de recolección de información pertenecientes a la técnica de observación directa como visitas y recorridos a la planta, fotografías y videos, utilizando además entrevistas no estructuradas con los operarios y supervisores, e información complementaria para tener conocimiento veraz de los problemas existentes en el área y así elaborar un diagnóstico correcto que sirva de ayuda para solucionarlos posteriormente.

Fase II. Análisis de la situación actual en el área de estudio.

En esta segunda fase, se organizan y analizan todos los datos obtenidos en la fase anterior relacionados con el área de estudio incluyendo a todos sus elementos, con el fin de determinar las causas que originan las problemáticas existentes, utilizando para dicho análisis la metodología ESIDE junto con el Método de Análisis de la Operación para lograr así identificar y cuantificar los desperdicios presentes como lo son en algunas actividades: los elevados tiempos de preparación y operación, inadecuadas condiciones del ambiente de trabajo, desperdicios de material y paradas en el proceso. Por otra parte, se utiliza el método REBA para evaluar los movimientos que realiza cada operario en sus respectivas actividades y

el Método LEST para evaluar las condiciones de trabajo y así conocer si el área cumple con los límites máximos permitidos para la realización de las tareas.

Fase III: Identificación de las oportunidades de mejora en el área de estudio.

Posterior al análisis, se procede a la utilización de diversas herramientas que permitan proporcionar las soluciones necesarias para los problemas presentes. Entre éstas se encuentra la filosofía de Manufactura Esbelta, la cual permite lograr la disminución de desperdicios eliminando todas las actividades que no agregan valor y optimizando de esta manera la utilización de los recursos; así como también establecer la mejora continua con el fin de reducir costos y mejorar la calidad.

Fase IV: Diseño de una propuesta de mejora en el área de estudio.

En esta fase de la metodología se diseñan propuestas, basadas en las oportunidades de mejora identificadas anteriormente, las cuales permitan eliminar o reducir los desperdicios previamente identificados y al mismo tiempo logren mejorar las condiciones de trabajo dentro de las cuales se desarrollan las labores diarias, obteniendo así mejores resultados de producción, con una mejor utilización de los recursos y un área de trabajo agradable para el desempeño de los trabajadores.

Fase V: Evaluación económica de las mejoras planteadas.

En esta última fase de la investigación, se estudia la factibilidad económica de la propuesta, es decir, si el beneficio que se alcanzará con el desarrollo de la propuesta de mejoras en el área seleccionada, será suficiente para aceptar los costos que genere la misma. Todo esto mediante un estudio económico que tome en cuenta como otro factor de gran importancia el tiempo de recuperación de la inversión.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Descripción de los productos

- **Armonía caucho exterior:**

Es un producto Vinil Acrílico Modificado de alta calidad, Tipo “A” (Ver figura N°1), que embellece y protege la superficie expuesta a la intemperie. Tiene excelente retención de color a las condiciones del medio ambiente y proporciona un acabado duradero.

Uso Recomendado: Se puede utilizar en hogares, oficinas, industrias y donde se requiera óptimas condiciones de resistencia. Se puede aplicar sobre techos, paredes de concreto, madera, cartón piedra y similares en ambientes externos.

Color: Según carta de colores y Sistema Tintométrico.

Aspecto de la Película: Mate

Porcentaje de Sólidos: Peso: 55,2 %. Volumen: 33,4 %.

Rendimiento Teórico: 13,21 m²/litro (50 m²/galón) a 25 micrones (1 Mils) de espesor película seca.

Fondos Recomendados:

Concreto: Fondo Antialcalino código FLA-10-85.

Fondo Antialcalino Ecológico FLA-10-00

Fijador Sellador Bulls Eye 1-2-3 de Zinsser.

Madera: Sellador Concentrado código FLA-169-150.

Acabado Recomendado: No Aplica.

Espesor de Película recomendado:

Seca: 29,5 micrones (1,2 Mils). Húmeda : 87,5 micrones (3,5 Mils).

Viscosidad Original: 95 ± 5 K.U. a 25°C (77°F).

Figura N° 1. Galón Armonía Caucho Exterior



Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

- **Armonía caucho interior:**

Es un producto Vinil-Acrílico Tipo “A” (Ver figura N°2), que decora y protege las superficies interiores con un tono de color delicado y moderno.

Uso Recomendado: Se puede utilizar en hogares, oficinas, industrias y donde se requiera óptimas condiciones de resistencia. Se puede aplicar sobre techos, paredes de concreto, madera, cartón piedra y similares en ambientes internos.

Color: Según carta de colores y Sistema Tintométrico.

Aspecto de la Película: Mate.

Porcentaje de Sólidos Peso: 50,2 %. Volumen: 30,8 %.

Rendimiento Teórico: $11,88 \text{ m}^2/\text{litro}$ ($45 \text{ m}^2/\text{galón}$) a 25 micrones (1 Mils) de espesor película seca.

Fondos Recomendados:

Concreto: Fondo Antialcalino código FLA-10-85.

Fondo Ecológico Antialcalino FLA-10-00.

Fijador Sellador Bulls Eye 1-2-3 de Zinsser.

Madera: Sellador Concentrado código FLA-169-150.

Acabado Recomendado: No Aplica.

Espesor de Película recomendado:

Seca: 29,5 micrones (1,2 Mils). Húmeda : 100 micrones (4 Mils).

Viscosidad Original: 95 ± 5 K.U. a 25°C (77°F).

Figura N° 2. Galón Armonía Caucho Interior



Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

- **Armonía caucho satinado:**

Es un producto formulado con resinas Vinil Acrílicas especialmente modificadas, Tipo “A” (Ver figura N°3), lavable, que embellece y protege las superficies internas y les proporciona un brillo suave de aspecto delicado a la vista y al tacto.

Uso Recomendado: Se puede utilizar en interiores de hogares, oficinas, industrias y donde se requiera óptimas condiciones de resistencia. Se puede aplicar sobre techos, paredes de concreto, madera, cartón piedra y similares en ambientes internos.

Color: Según carta de colores y Sistema Tintométrico.

Aspecto de la Película: Satinado.

Porcentaje de Sólidos Peso: 43,9 %. Volumen: 29,0%.

Rendimiento Teórico: 11,36 m²/litro (43 m²/galón) a 25 micrones (1 Mils) de espesor película seca.

Fondos Recomendados:

Concreto: Fondo Antialcalino código FLA-10-85.

Fondo Ecológico Antialcalino FLA-10-00

Fijador Sellador Bulls Eye 1-2-3 de Zinsser.

Madera: Sellador Concentrado código FLA-169-150.

Acabado Recomendado: No Aplica

Espesor de Película recomendado:

Seca: 29,5 micrones (1,2 Mils). Húmeda: 100 micrones (4 Mils).

Viscosidad Original: 90 ± 5 K.U. a 25 °C (77°F)

Figura N° 3. Galón Armonía Caucho Satinado



Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

- **Más Color:**

Es una pintura de caucho, desarrollada con resinas Vinil- Acrílicas, tipo económico (Ver figura N° 4), con buena textura y mejor acabado, acorde con cualquier presupuesto familiar.

Uso Recomendado: Se puede utilizar en diferentes superficies de mampostería y concreto en general, en ambientes externos e internos.

Color: Según carta de colores.

Aspecto de la Película: Mate

Porcentaje de Sólidos Peso: 44,4 %. Volumen: 24,1 %.

Rendimiento Teórico: 9,24 m²/litro (35 m²/galón) a 25 micrones (1 Mils) de espesor película seca.

Fondos Recomendados:

Concreto: Fondo Antialcalino código FLA-10-85.

Fondo Ecológico Antialcalino FLA-10-00

Fijador Sellador Bulls Eye 1-2-3 de Zinsser.

Madera: Sellador Concentrado código FLA-169-150.

Acabado Recomendado: No Aplica.

Espesor de Película recomendado:

Seca: 29,5 micrones (1,2 Mils). Húmeda: 125 micrones (5 Mils).

Viscosidad Original: 95 ± 5 K.U. a 25 °C (77°F).

Figura N° 4. Galón Más Color



Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

- **Fla-Wall:**

Es un producto desarrollado con resinas Vinil-Acrílicas modificadas, que proporcionan una muy buena retención de color y un acabado mate resistente (Ver figura N° 5).

Uso Recomendado: Se puede utilizar en hogares, oficinas, industrias, colegios, edificios, etc., donde se requiera buenas condiciones de resistencia. Se puede aplicar sobre techos, paredes de concreto, madera, cartón piedra y similares en ambientes externos e internos.

Color: Según carta de colores y Sistema Tintométrico.

Aspecto de la Película: Mate

Porcentaje de Sólidos Peso: 56,2 %. Volumen: 36,6 %.

Rendimiento Teórico: 10,56 m²/litro (40 m²/galón) a 25 micrones (1 Mils) de espesor película seca.

Fondos Recomendados:

Concreto: Fondo Antialcalino código FLA-10-85.

Fondo Ecológico Antialcalino FLA-10-00

Fijador Sellador Bulls Eye 1-2-3 de Zinsser.

Madera: Sellador Concentrado código FLA-169-150.

Acabado Recomendado: No Aplica

Espesor de Película recomendado:

Seca: 29,5 micrones (1,2 Mils). Húmeda : 112,5 micrones (4,5 Mils).

Viscosidad Original: 95 ± 5 K.U. a 25 °C (77°F).

Figura N° 5. Galón Fla-Wall



Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

4.2. Descripción de materiales

Tabla N° 24. Materiales utilizados en la elaboración de pintura de caucho

FASE DE HUMECTACIÓN			
Materia Prima	Unidad	Contenido	Uso
Humectantes	Tambores	53 Gal	Baja la tensión superficial del agua y así recibir sólidos.
Secuestrantes	Sacos	25 Kg	Suaviza y prepara el agua para que no haya sedimentación.
Espesantes	Tambores	53 Gal	Ayuda aumentar la viscosidad para aumentar fricción con equipos.
	Sacos	22 - 25 Kg	
Antiespumantes	Maxicubos	1000 Kg	Desarmar el aire que se forma durante el proceso.
Dispersantes	Tambores	53 Gal	Rompe las partículas separando las cargas por repulsión.

FASE DE DISPERSIÓN

Materia Prima	Unidad	Contenido	Uso
Pigmentos	Sacos	22,5 - 25 Kg	Proporciona cubrimiento a la pintura. Puede agregar un color base.
Extender	Sacos Big-Bags	25 - 50 Kg 1000 Kg	Rellena la composición de la fórmula.

FASE DE TERMINACIÓN

Materia Prima	Unidad	Contenido	Uso
Espesantes	Tambores	53 Gal	Ayuda aumentar la viscosidad para aumentar fricción con equipos.
	Sacos	22 - 25 Kg	
Resinas	Tambores	230 Kg	Dan mayor volumen a la fórmula, necesario para la correcta operación de los equipos.
	Maxicubos	1000 Kg	
	A granel	(Cisterna)	
Antiespumantes	Maxicubos	1000 Kg	Desarmar el aire que se forma durante el proceso.
Bactericidas	Carboyas	20 – 50 Kg	Previenen y eliminan bacterias y hongos que se generan en la pintura.

FASE DE MATIZADO**

Materia Prima	Unidad	Contenido	Uso
Pastas Colorantes	Carboyas	20 – 50 Kg	Dan la tonalidad necesaria para llevar la pintura a su color estándar.

Fuente: Elaboración Propia

**La fase de matizado se realiza sólo en la elaboración de pinturas de caucho de color (Según carta de colores).

A continuación se presentan imágenes de las diferentes presentaciones en las que se encuentra almacenada la materia prima en el área de estudio, utilizada en la producción de pintura de caucho.

Figura N° 6. Tambores de humectantes



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 7. Maxicubos de antiespumantes



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 8. Tambores de resinas



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 9. Sacos de pigmentos



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 10. Sacos y Big-Bags de extender



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 11. Tambores de aditivos



Fuente: Elaboración Propia

4.3. Descripción de los equipos y herramientas

Tabla N°25. Equipos para la producción de pintura de caucho (mezzanina 1)

Equipo	HP	KW	I (A)	KWH	Función
Dispensor # 1	150	112	216	98	Se encargan de mezclar la materia prima necesaria y a su vez de disolver las partículas a través de un disco dentado en su eje.
Dispensor # 2	200	149	288	131	
Dispensor # 3	150	112	216	98	
Dispensor # 4	200	149	288	131	
Dispensor 375-1	25	19	65	16,4	
Dispensor 375-2	25	19	65	16,4	Reciben la mezcla previamente aprobada para agregar el resto de los componentes y realizar la terminación.
Tt-4000-1	25	19	36	16	
Tt-4000-2	25	19	36	16	
Tt-2000-1	15	11	22	10	
Tt-2000-2	15	11	22	10	
Extractores	18	13	26	12	Extraen aire viciado de la planta.
Hockmeyers	25	19	36	16	Dirige las velocidades y movimientos del eje del dispensor.
Termoencogible	40	30	40		Embala empaques de 4 galones.

Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

Tabla N°26. Equipos para la producción de pintura de caucho (mezzanina 2)

Equipo	HP	KW	I (A)	KWH	Función
Dispensor # 1	150	112	216	98	Se encargan de mezclar la materia prima necesaria y a su vez de disolver las partículas a través de un disco dentado en su eje.
Dispensor # 2	200	149	288	131	
Dispensor # 3	150	112	216	98	
Dispensor # 4	200	149	288	131	
Tt-1000-1	7,5	6	11	5	Reciben la mezcla previamente aprobada para agregar el resto de
Tt-1000-2	7,5	6	11	5	

Tt-1000-3	7,5	6	11	5	los componentes y realizar la terminación. Además se utilizan para realizar el llenado directo a los galones a través de una válvula. Tienen una capacidad de 1000 Gal.
Tt-1000-4	7,5	6	11	5	
Tt-1000-5	7,5	6	11	5	
Tt-1000-6	7,5	6	11	5	
Tt-1000-7	7,5	6	11	5	
Tt-1000-8	7,5	6	11	5	Realizan la terminación y se utilizan para llenar galones. Tienen una capacidad de 2000 Gal.
Tt-2000-3	15	11	22	10	
Tt-2000-4	15	11	22	10	
Tt-2000-5	15	11	22	10	Realizan la terminación y se utilizan para llenar galones. Tienen una capacidad de 1500 Gal.
Tt-1500-1	25	19	36	16	
Tt-1500-2	30	22	43	20	

Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

De igual forma, se presenta a continuación algunas figuras de los diversos equipos que son utilizados en ambas mezzaninas que conforman el área donde es elaborada la pintura de caucho, los cuales tienen diferentes funciones dependiendo de cada fase por la cual esté el proceso en un determinado momento.

Figura N° 12. Dispensor #1



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 13. Tanques Tt-4000 (Cap: 4000gal)



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 14. Dispersor 375



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 15. Tanques Tt-2000 (Cap: 2000gal)



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 16. Extractor



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 17. Hockmeyer



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 18. Termoencogible



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 19. Tanques Tt-1000 (Cap: 1000gal)



Fuente: Elaboración Propia

Además, también existen equipos y herramientas involucrados en el proceso de producción de pintura de caucho, los cuales se presentan a continuación:

Tabla N° 27. Equipos y herramientas involucrados en el área de estudio

Equipo / Herramienta	Descripción	Uso
Bombas	Neumáticas Sandpiper, de 125 psi.	Bombean la mezcla dispersada hacia los tanques de terminación, y en algunos casos de terminación a llenado.
Pulmones	Tanques cilíndricos con capacidad de 700 galones.	Reciben la pintura del proceso de terminación para luego realizar el llenado.
Paletas (4 vías)	*Grandes: 1,219 mx1,524 m (48"x60") Cap: 288 galones *Pequeñas: 0,914 mx1,219 m (40"x48") Cap: 216 galones	Facilitan el traslado de cualquier insumo, materia prima, herramientas y producto terminado de un lugar a otro.
Montacargas	Se manejan 4 tipos: *Hyster 50, capacidad 2300 Kg, altura 4,3 m. *Toyota, capacidad 1200 Kg, altura 3,7 m. *Yale 12, capacidad 2000 Kg, altura 4,3 m. *Yale 14, capacidad 2000 Kg, 3,5 m.	Trasladan las paletas a través de toda el área. Permiten la colocación de las paletas de manera organizada dentro de los almacenes.
Racks	Tienen las siguientes dimensiones: Altura: 6,5 m Largo: 10 m Ancho: 1,3 m	En esta área solo se utilizan para almacenar la materia prima según su clasificación.

Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

A continuación se muestran imágenes de los demás equipos y herramientas que se utilizan durante la elaboración del producto.

Figura N° 20. Racks



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 21. Paletas



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 22. Tanque Pulmón



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 23. Bomba neumática



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 24. Montacargas Yale 14



Fuente: Elaboración Propia

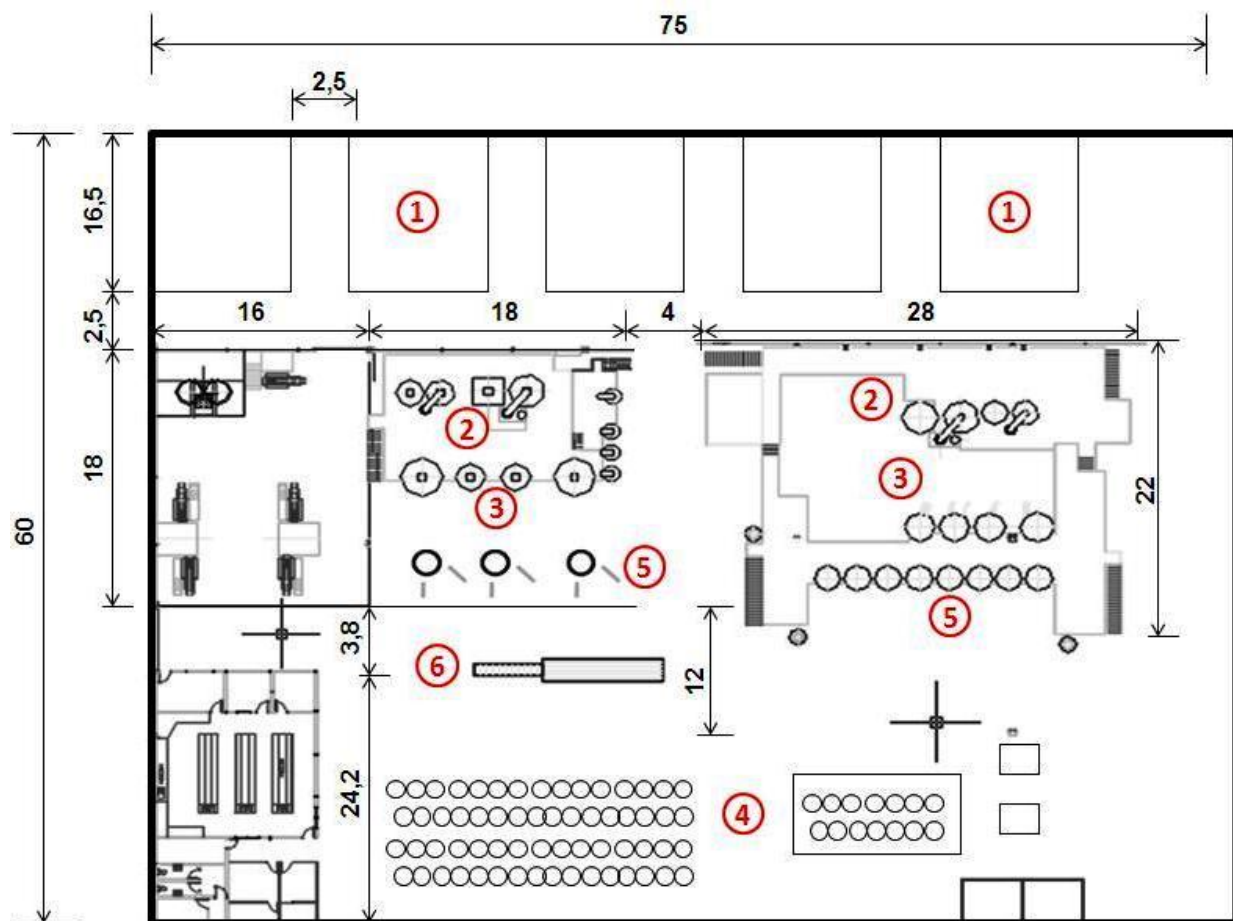
4.4. Descripción del área de trabajo

El área seleccionada es de forma rectangular, consta de 4500 m² y está conformada por 6 subáreas tal como se muestra en la figura N° 25.

1. Área de pesaje (materia prima)
2. Área de dispersión
3. Área de terminación
4. Área de suministro
5. Área de envasado
6. Área de termoencogible

Figura N° 25. Vista de planta del área de estudio

(Medidas en metros)



Fuente: Elaboración Propia

S/E

Para describir cada una de ellas, se procede a utilizar la forma 2.1 de la metodología ESIDE para dar mayor detalle de las mismas e identificar los elementos que las constituyen y las actividades que se llevan a cabo en cada una de ellas. A continuación se presenta esta descripción:

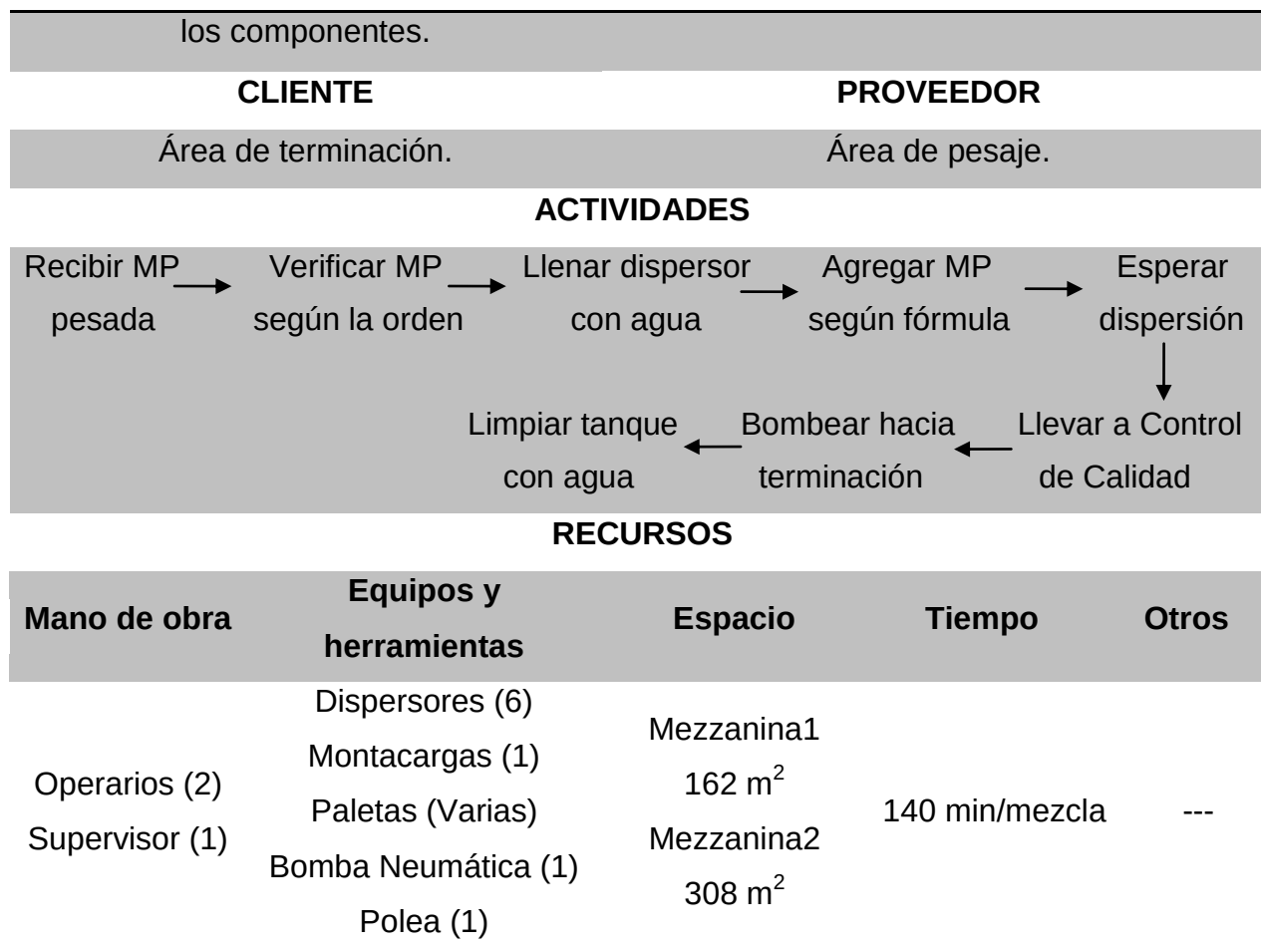
Tabla N° 28. Descripción de la situación actual del área de pesaje

PRODUCTO		INSUMO		
Materia prima necesaria que ha sido pesada según su correspondiente fórmula.		Materia prima recibida en las presentaciones originales de los proveedores.		
CLIENTE		PROVEEDOR		
Área de dispersión.		Proveedores externos.		
ACTIVIDADES				
Limpiar el área → Recibir orden de producción → Buscar MP según la orden → Pesar líquidos necesarios → Pesar sólidos necesarios ↓ Colocar MP en lugar señalado ← Llevar MP (Montacarguista)				
RECURSOS				
Mano de obra	Equipos y herramientas	Espacio	Tiempo	Otros
Operarios (3)	Paletas (Varias)	1237,5 m ²	43 min/mezcla	---
Supervisor (1)	Balanzas (4)			
	Montacargas (2)			

Fuente: Elaboración Propia

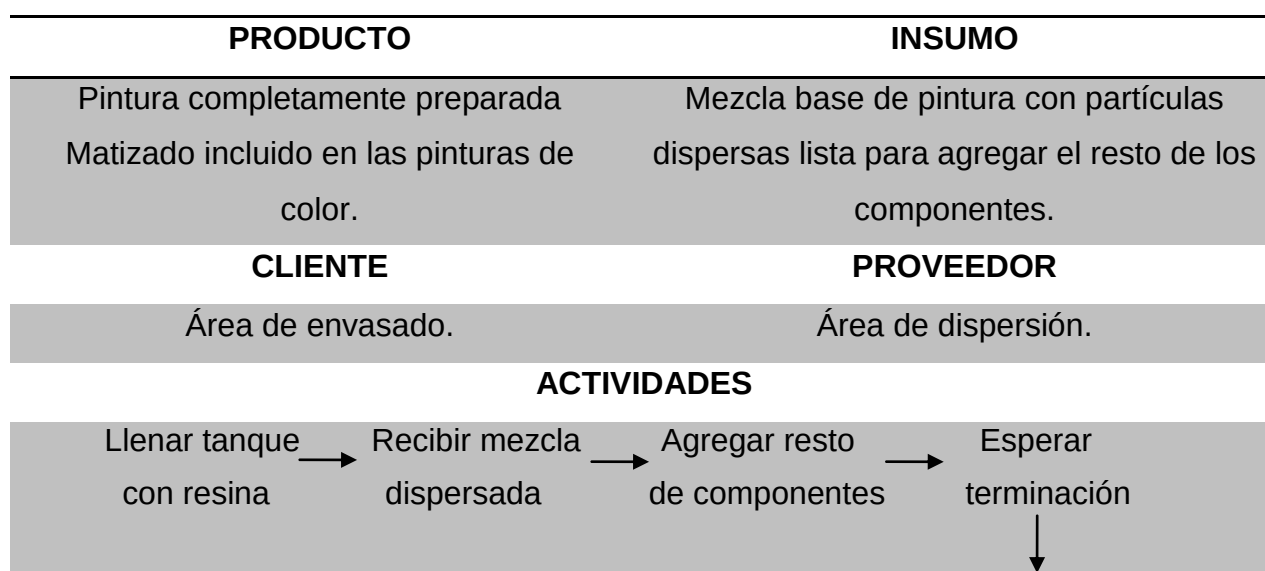
Tabla N° 29. Descripción de la situación actual del área de dispersión

PRODUCTO	INSUMO
Mezcla base de pintura con partículas dispersas lista para agregar el resto de	Materia prima necesaria que ha sido pesada según su correspondiente fórmula.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 30. Descripción de la situación actual del área de terminación



Bombear a llenado (Opcional)

RECURSOS

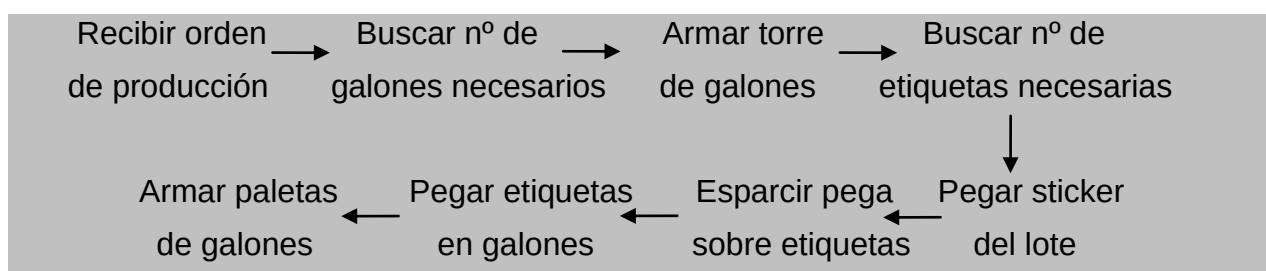
Mano de obra	Equipos y herramientas	Espacio	Tiempo	Otros
Operarios (2)	Tt-1000 (8)	Mezzanina1	120 min/mezcla	---
	Tt-1500 (2)			
	Tt-2000 (5)	81 m ²		
	Tt-4000 (2)	Mezzanina2		
	Bomba Neumática (1)	154 m ²		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 31. Descripción de la situación actual del área de suministro

PRODUCTO	INSUMO
Galones etiquetados listos para ser llenados.	Galones de plástico, etiquetas según presentación, pega.
CLIENTE	PROVEEDOR
Área de envasado.	Proveedores externos.

ACTIVIDADES



RECURSOS

Mano de obra	Equipos y herramientas	Espacio	Tiempo	Otros
Operarios (3) Supervisor (1)	Mesas (2)	924 m ²	Promedio 16 min/paleta	---
	Brochas (Varías)			
	Paletas (Varías)			

Montacargas (1)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 32. Descripción de la situación actual del área de envasado

PRODUCTO		INSUMO		
Galones de pintura individuales llenados y tapados según la cantidad requerida.		Pintura completamente preparada.		
		Matizado incluido en las pinturas de color.		
		Tapas de galones.		
CLIENTE		PROVEEDOR		
Área de termoencogible		Área de terminación.		
ACTIVIDADES				
Buscar paleta de galones → Llenar galones → Tapar galones → Armar paleta				
RECURSOS				
Mano de obra	Equipos y herramientas	Espacio	Tiempo	Otros
Operarios (3)	Tt-1000 (8)	Mezzanina1	Promedio	---
	Tt-1500 (2)			
	Tt-2000 (5)	81 m ²		
	Tt-4000 (2)	Mezzanina2	24 min/paleta	
	Mazos (2)	154 m ²		
	Paletas (Varias)			
	Montacargas (1)			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 33. Descripción de la situación actual del área de termoencogible

PRODUCTO	INSUMO
Empaques de 4 galones.	Galones de pintura individuales llenados y tapados según la cantidad requerida, plástico, bases de cartón, agarraderas.

CLIENTE		PROVEEDOR		
Almacén temporal de PT.		Área de envasado.		
ACTIVIDADES				
Buscar paleta de galones → Agrupar agarraderas → Colocar galones sobre cartón → Introducir agarraderas → Colocar plástico sobre galones Identificar lote ← Armar paleta ← Retirarlos de la máquina ← Introducir en termoencogible				
RECURSOS				
Mano de obra	Equipos y herramientas	Espacio	Tiempo	Otros
	Termoencogible (1)			
Operarios (4)	Paletas (Varias)	168 m ²	25 min/paleta	---
	Montacargas (1)			

Fuente: Elaboración Propia

La fuente de iluminación del área viene dada por dos fuentes principales: la primera es la iluminación natural, la cual se lleva a cabo a través de 48 láminas transparentes que se encuentran distribuidas equitativamente en el techo del galpón. La segunda fuente de iluminación, es la artificial que consta de 36 lámparas rectangulares de 4 bombillos y 48 lámparas redondas, con lo que se obtiene un nivel de iluminación de 250 LUX.

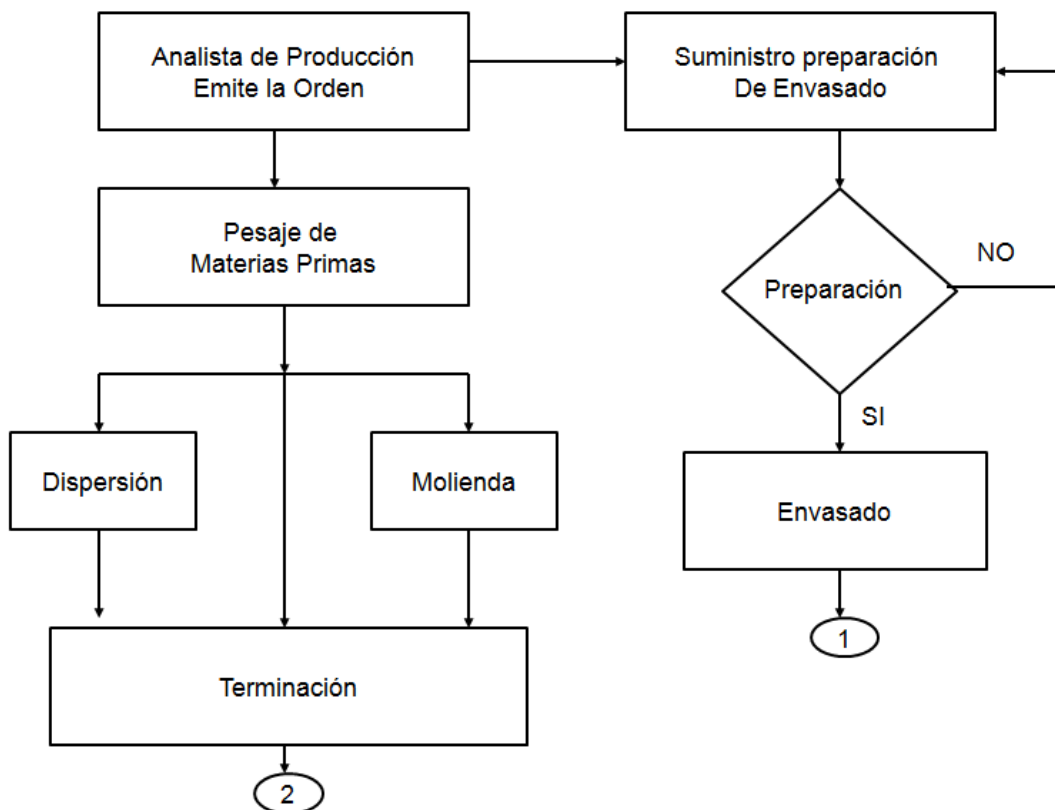
En cuanto a la ventilación, cuenta con 4 extractores de aire ubicados en el techo del galpón (1 cerca de cada vértice del área), además el área cuenta con bloques de ventilación en las paredes a una altura de 5 m y la entrada del galpón se encuentra completamente abierta, por lo que la temperatura promedio del área es de 34°C, teniendo en cuenta que según la época del año y la hora del día, la temperatura del ambiente puede influir en la temperatura del área, al igual que por la naturaleza del proceso algunas subáreas pueden tener variaciones de temperatura.

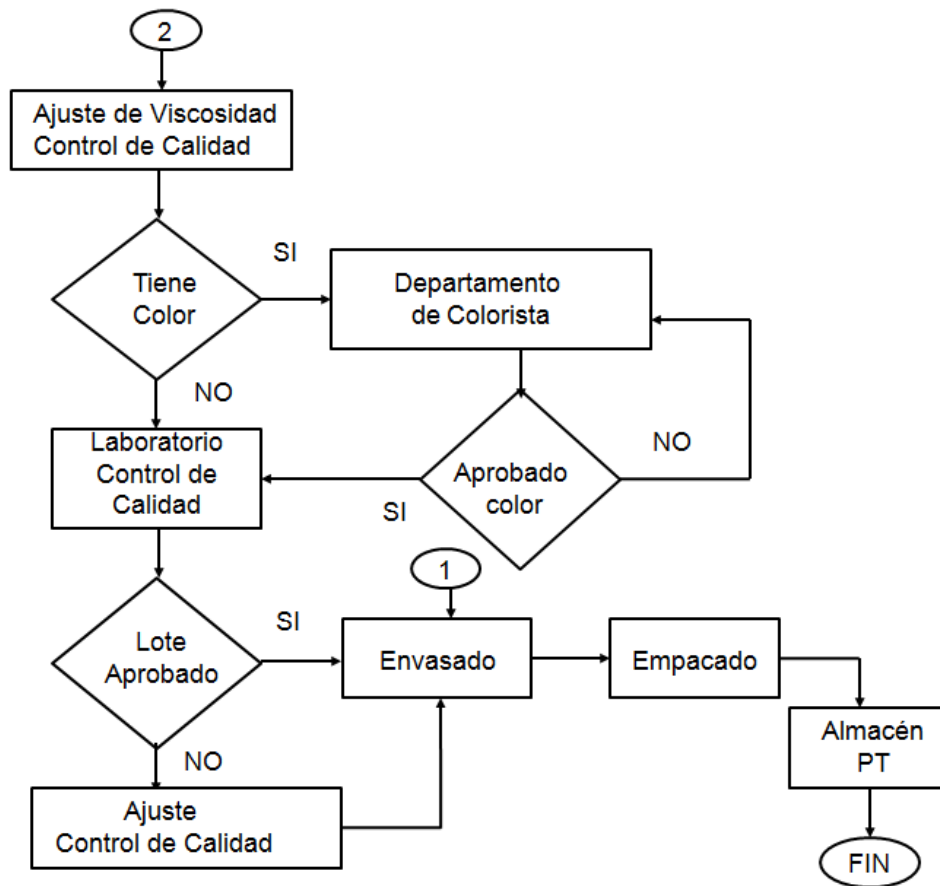
Así mismo, los niveles de ruido producidos en el área de estudio oscilan entre 85-90 dB, esta variación depende de la etapa del proceso que se esté llevando a cabo debido al ruido que ocasionan algunas máquinas que se utilizan en el proceso.

4.5. Descripción del proceso de producción de pintura de caucho

Para la descripción del proceso de producción de pintura de caucho, se utilizan diversas herramientas que permiten explicarlo con más detalle, tales como un diagrama de flujo y un diagrama de bloque en los cuales se aprecia cada una de las etapas, comenzando desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto final, recordando a su vez que todo el proceso parte de una orden de producción hacia diferentes áreas.

Figura N° 26. Diagrama de flujo del proceso



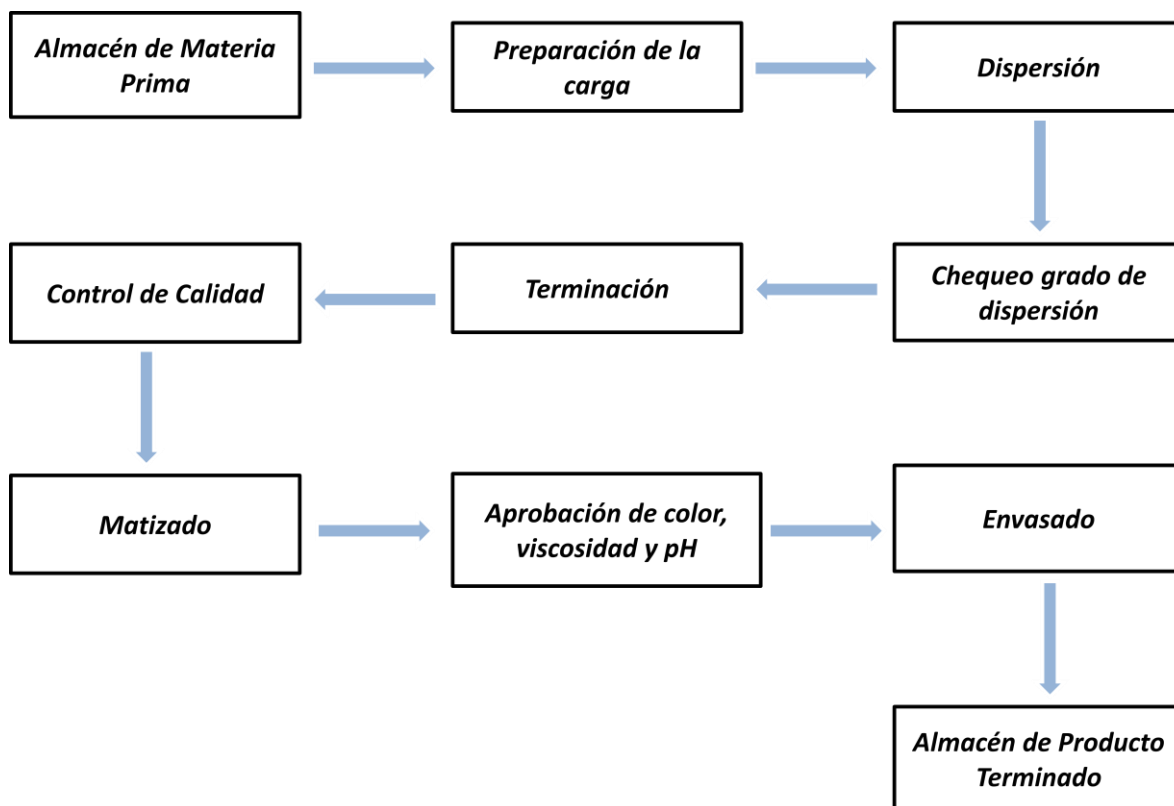


Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

- **Preparación de la carga:** En esta etapa se verifican todos y cada uno de los materiales involucrados en el proceso de producción del producto, aquí se chequean cantidades y materia prima adecuada para luego pasar a la etapa de dispersión. Está basada en un chequeo visual.
- **Dispersión:** La dispersión está conformado por un sistema heterogéneo que consiste en una fase sólida dispersa en una fase líquida y en las que no se alteraran las propiedades propias del pigmento y de las cargas tales como solidez a la luz, tono, brillo, transparencia, entre otros.
- **Control de calidad:** este primer control se encarga del chequeo del grado de dispersión de las partículas de pintura.

- **Terminación:** etapa en la cual se hace un agregado del resto de las materias primas de la formulación de pintura como la resina no usada en la dispersión, el solvente y los aditivos faltantes, y se ajustan algunas propiedades de la pintura hasta dar las características deseadas de aplicabilidad y performance, fundamentado en el proceso de solubilidad.
- **Control de calidad:** para verificar la homogeneidad entre sus componentes.
- **Matizado:** la determinación del color permite constatar la correspondencia de color entre una pintura y su estándar, la comparación del color de una pintura respecto de un estándar se hace de dos formas: en forma visual y/o recurriendo a un colorímetro o espectrofotómetro, los que efectúan mediciones sumamente precisas.
- **Control de calidad:** este último control se encarga de chequear la viscosidad, el grado de Ph y se aprueba el color.
- **Envasado:** una vez finalizado el matizado y aprobada la pintura por el departamento de control de calidad, se realiza el envasado en diferentes tipos dependiendo de la categoría de la pintura, en los cuales se llenan y al mismo tiempo se tapan.
- **Almacén de producto terminado (temporal):** es la última etapa del proceso, donde el producto se almacena según el tipo para ser distribuido y vendido posteriormente. Este es un almacenaje provisional ya que son colocados allí inmediatamente al salir de la termoencogible, para luego ser trasladados al almacén general de producto terminado.

Figura N° 27. Proceso de producción de pinturas



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para realizar el análisis de la situación actual en las líneas de elaboración de pintura de caucho, se procede a utilizar un conjunto de herramientas y metodologías que permitan identificar las causas de los problemas existentes en el área de estudio. De esta manera, se emplea el Análisis de la Operación evaluando los criterios más relevantes, lo cual permite la identificación, eliminación o reducción de cualquier tipo de desperdicios. A su vez, este procedimiento se complementa con la aplicación de Diagramas de Causa-Efecto para realizar un análisis exhaustivo.

Es importante señalar, que ambas herramientas se aplicarán a cada una de las subáreas que conforman el área de estudio, siendo éstas:

1. Área de pesaje (materia prima)
2. Área de dispersión
3. Área de terminación
4. Área de suministro
5. Área de envasado
6. Área de termoencogible

5.1. Análisis de la operación

5.1.1. Análisis de la operación para el área de pesaje

- Criterio: Propósito de la operación

En el momento que es recibida una orden de producción, el montacarguista debe proceder a realizar una limpieza del área que tarda 17 min para disponer del espacio necesario que ocuparán los insumos de la orden de producción dada. Esta

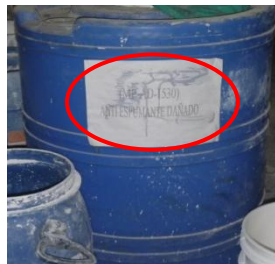
limpieza debe realizarse al comienzo de la jornada, por lo que no es necesaria dicha actividad en ese proceso.

Además, la materia prima es inspeccionada 3 veces, primero al llegar al almacén, luego al realizar el pesaje y luego antes de realizar la dispersión, por lo cual se pierde en promedio 10 min.

- Criterio: Tolerancias y Especificaciones

-Materia prima fuera de especificaciones o no adecuado: Cuando una materia prima llega al almacén pasa por una inspección de calidad en el laboratorio y de estar fuera de especificaciones (Ver figura N° 18), es devuelta al proveedor lo que retrasa la producción planificada en 10 min en promedio.

Figura N° 28. Tambor de materia prima dañado
(Fuera de especificación)



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Materiales

-No estandarizado / Dificultad en el procesamiento: Algunas de las materias primas utilizadas tales como extenderes, espesantes y resinas llegan en diferentes presentaciones y de diferentes proveedores, lo cual dificulta su manejo (Ver figura N° 29).

Figura N° 29. Resina no estandarizada
(En tambores y maxicubos)



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Equipos, herramientas y tiempos de preparación

-Operaciones de preparación: Al momento de realizar el pesaje de cada una de las materias primas necesarias, se pierden 10 min preparando el área donde se colocará la misma.

-Falta de mantenimiento de los equipos: Las balanzas utilizadas para pesar la materia prima necesaria para completar la fórmula no reciben el mantenimiento adecuado, por lo que existe decalibración en los equipos. Esto influye en el peso requerido por la fórmula y por lo tanto produce alteraciones en la misma generando retrabajo de la mezcla.

- Criterio: Condiciones de trabajo

-Temperatura y ventilación: En esta área, al igual que en el resto de la planta, la temperatura es elevada alcanzando unos 34 °C en promedio, lo cual es producido por la falta de ventilación a través de extractores y ventanas. Por tal razón, esta situación genera incomodidad y fatiga en los operarios, impidiéndoles realizar sus labores con normalidad.

-Olores penetrantes e irritantes: Al momento de llevar a cabo la preparación de materias primas como es el caso del formol y amoníaco, se expiden fuertes olores

que ocasionan irritaciones en la garganta y en la vista, lo cual ocurre si no se utilizan adecuadamente los equipos de protección personal.

-Desorden y suciedad en el área de trabajo: Al realizar el pesaje, se derrama en algunos casos materia prima líquida en promedio 2 lts, dejando el suelo y los equipos sucios (Ver figura N° 30). Además, los sacos vacíos de las materias primas son desechados en el suelo, lo que ocasiona desorden en el área, obstaculiza el paso de los operarios y puede ocasionar accidentes.

Figura N° 30. Equipos y área de trabajo sucios



Fuente: Elaboración Propia

-Exposición al polvo: En algunos casos, para completar la carga es necesario que los operarios extraigan parte de la materia prima sólida, por lo cual se levanta polvo que contamina el ambiente, afectando así las vías respiratorias de los que lo manipulan directamente y también de los que se encuentran a los alrededores, como es el caso del área de terminación y dispersión.

-Equipos de protección personal (EPP): Los operarios que trabajan en dicha área no utilizan los equipos de protección adecuados (Ver figura N° 31), tales como: cascos debido al almacenamiento vertical de las materias primas, las mascarillas que solo se las coloca el operario que manipula el amoníaco y formol pero el olor se esparce por toda el área, al igual que los lentes. Los equipos de protección personal deben ser utilizados por todos de manera adecuada, ya que de lo contrario están a riesgo de sufrir lesiones, accidentes o enfermedades según sea el caso.

Figura N° 31. Operario sin equipos de protección personal



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Manejo de materiales

-Dificultad de manejo de materia prima por los distintos empaques suministrados por el proveedor: Debido a la presentación en que se encuentra la materia prima, como lo es el extender que llega en sacos de 1000 Kg (Big-Bags), resulta difícil su manejo ya que deben ser completamente dependiente del montacargas y además si se necesita extraer parte del material, el operario debe usar otro recipiente para sacarlo de forma manual, lo que retrasa la operación en 8 min y genera fatiga en los operarios.

Figura N° 32. Dificultad de extracción de material del Big-Bag



Fuente: Elaboración Propia

-Carga unitaria: Cuando se busca toda la materia prima necesaria para completar una fórmula, el montacargas realiza 10 viajes en promedio debido a la desorganización que se presenta en almacén y que la unidad de carga no es la adecuada por las diversas presentaciones de los insumos, lo que genera recorridos innecesarios en promedio de 15 m.

- Criterio: Distribución en planta

-Flujo inadecuado: La actividad de búsqueda de la materia prima no tiene una secuencia definida ya que éstos no están almacenados en el orden que serán pesados, lo cual dificulta la preparación de la carga.

- Criterio: Principios de economía de movimientos

-Movimientos de orden superior: Estos movimientos se pueden evidenciar cuando los operarios necesitan completar la carga para una orden de producción y deben extraer parte del contenido de las materias primas de sus recipientes originales, tales como sacos, tambores y Big-Bags, lo que pueda ocasionar trastornos músculo esqueléticos a largo plazo.

-Esfuerzo físico: Para pesar las materias primas, los operarios deben alzar sacos, tambores y carboyas entre 22,5 y 50 Kg para colocarlos sobre la balanza la cantidad de material necesario para complementar la carga, lo cual origina fatiga y cansancio lo cual disminuye su rendimiento.

-Ocio: Los operarios permanecen en ocio (Ver figura N° 33) mientras el montacarguista busca la materia prima que será pesada, durante un tiempo promedio de 10 min.

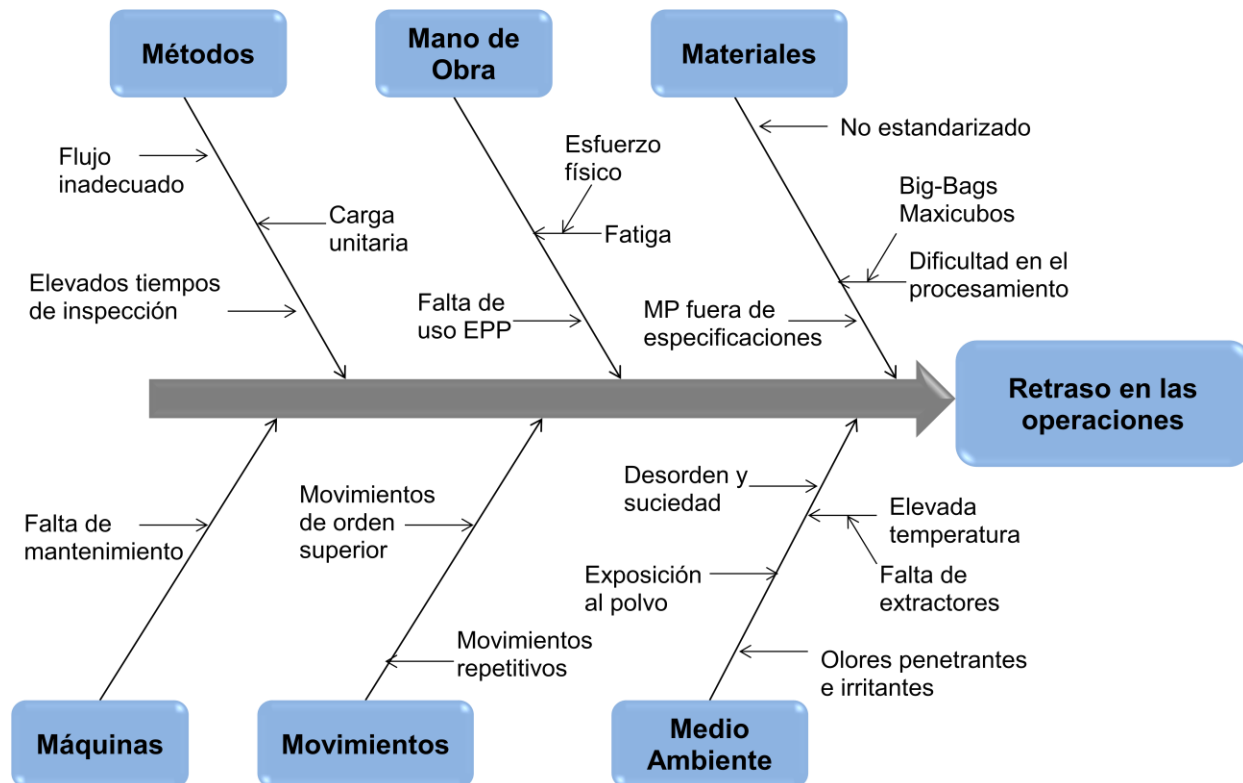
Figura N° 33. Operarios en ocio



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra un diagrama causa-efecto del área para identificar las causas de las problemáticas asociadas (Ver figura N° 34).

Figura N° 34. Diagrama causa-efecto del área de pesaje



Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Análisis de la operación para el área de dispersión

- Criterio: Propósito de la operación

Luego de realizarse el pesaje de la materia prima, ésta es llevada al área de dispersión donde se chequea nuevamente que los insumos y su cantidad corresponda a la fórmula que se está realizando. Esto no es necesario ya que

durante la preparación de la carga en el área de pesaje se verifica que todo esté correcto.

- Criterio: Materiales

-No estandarizado / Dificultad en el procesamiento: Debido a las diferentes presentaciones de la materia prima utilizada tales como los extenderes, que llegan en sacos entre 25 y 50 Kg y los Big-Bags de 1000 Kg, los cuales dificultan la realización del proceso (Ver figura N°35), ya es complicado verter su contenido dentro del dispersor debido al tamaño y al peso, lo cual hace que requieran de la ayuda de equipos y herramientas adicionales.

Figura N° 35. Dificultad en el manejo de Big-Bags



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Procesos de Manufactura

-Repetición de pasos u operaciones: La materia prima es cargada en el dispersor de forma manual (Ver figura N° 36). Debido a que la capacidad de los dispersores está entre 2000 y 4000 galones, la cantidad de carga promedio es superior a 4000 Kg, lo cual obliga a los operarios a alzar cargas en promedio 50 veces/mezcla, ocasionando dolores en la región lumbar en cada uno de los operarios.

Figura N° 36. Operaciones repetitivas de carga



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Equipos, herramientas y tiempos de preparación

-Falta de equipos y herramientas: No disponen de equipos y herramientas para cargar la materia prima y verter su contenido dentro del dispersor (Ver figura N° 37), ya que todo el procedimiento se realiza de forma manual, generando movimientos de orden superior en promedio 60 veces/mezcla*operario.

Figura N° 37. Operaciones de carga (manuales)



Fuente: Elaboración Propia

-Herramientas inseguras: La presentación de Big-Bags de los extenderes obliga al proceso a utilizar una polea manual deslizable, la cual debe ser halada por uno de los operarios realizando fuerza para poder alzar los 1000 Kg hasta la altura necesaria para poder vaciarlo en la entrada del dispersor, lo cual expone a los operarios a condiciones inseguras, tal como se muestra en la figura N° 38.

Figura N° 38. Operaciones de carga con polea manual



Fuente: Elaboración Propia

-Operaciones de preparación: Cuando se emite una orden de producción, los operarios conocen la cantidad de agua que se necesita para llevar a cabo la dispersión, sin embargo, ellos esperan que les llegue la materia prima pesada para comenzar el llenado con agua del dispersor, lo que retrasa el proceso 20 min ya que dependiendo de la fórmula el tanque debe ser llenado en promedio con 3000 lts d agua.

- Criterio: Condiciones de trabajo

-Temperatura y ventilación: Como se ha mencionado anteriormente, la temperatura es elevada alcanzando unos 34 °C en promedio, además por la naturaleza del proceso, los operarios deben utilizar una vestimenta que recubre todo el cuerpo (Guerrera) lo cual ocasiona más calor a los operarios.

-Exposición al polvo: Al vaciar los sacos de la materia prima dentro del dispersor, se genera una nube de polvo que tarda 15 seg en dispersarse debido a la falta de extractores en la planta.

-Ruido perturbador: Para realizar la dispersión, el equipo utiliza 2 velocidades que son de 800 y 1200 RPM, lo cual genera un ruido de 90 dB, ocasionando incomodidad en el área de trabajo.

-Condiciones inseguras: Las mezzaninas donde se encuentran los dispersores no poseen barandas laterales (Ver figura N° 39), ya que por ese lugar el montacargas les hace llegar la carga. Esta altura es de 2,5 m lo cual genera condiciones inseguras para los operarios, los cuales están propensos a accidentes laborales en la zona.

Figura N° 39. Mezzanina #1 sin barandas



Fuente: Elaboración Propia

-Equipos de protección personal (EPP): Los operarios no utilizan ningún equipo de protección auditiva para realizar esta operación y tampoco casco para la manipulación de la materia prima. Sin embargo, si tienen en cuenta el resto de los equipos de protección.

- Criterio: Manejo de materiales

-Dificultad de manejo de materia prima por presentación suministrada por el proveedor: Debido a la presentación en que se encuentra la materia prima, como lo es el extender que llega en sacos de 1000 Kg (Big-Bags), resulta difícil su manejo al momento de verter la carga, generando movimientos de orden superior en promedio de 60 veces/mezcla*operario.

- Criterio: Distribución en planta

-Espacio insuficiente: La mezzanina cuenta con un espacio de 234 m² los cuales están compartidos con el área de terminación, por lo tanto disponen de 1 m entre un dispersor y otro, por lo tanto el espacio disponible para colocar la carga es reducido y

debe subirse por parte (Ver figura N°40), lo que ocasiona un retraso de 10 min/mezcla.

Figura N° 40. Acumulación de desperdicios sobre los materiales por espacio insuficiente



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Principios de economía de movimientos

-Movimientos de orden superior: Para realizar la dispersión los operarios deben agacharse y hacer una flexión total del tronco para recoger los recipientes y sacos de materia prima que se encuentran en el suelo (Ver figura N° 41). Estos movimientos son realizados en promedio 60 veces/mezcla*operario, generando en este caso molestias en la región lumbar en cada uno de ellos.

Figura N° 41. Operario alzando recipiente de espesante



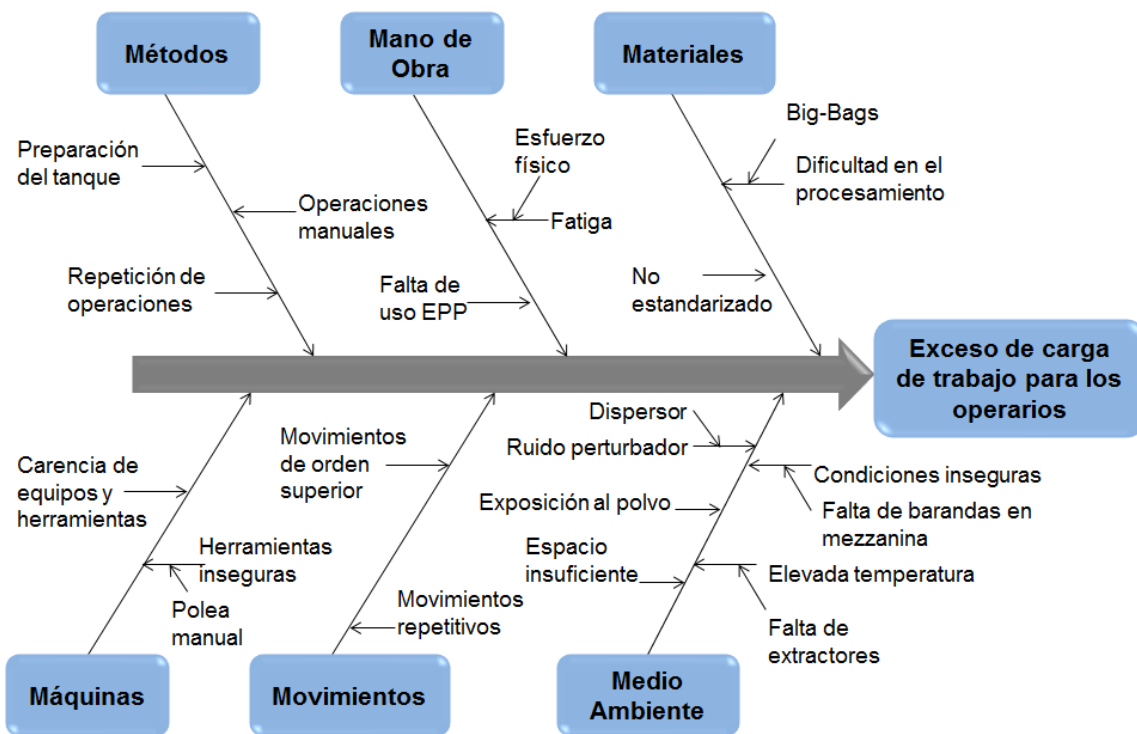
Fuente: Elaboración Propia

-Esfuerzo físico: Debido al esfuerzo realizado para levantar la materia prima del suelo que será depositada en el dispersor, ocasionando fatiga y dolores lumbares.

-Ocio: Los operarios permanecen en ocio mientras la dispersión se realiza en el tanque, durante un tiempo de 20 min/mezcla en promedio, ocasionando a su vez tiempo improductivo que pudiera ser utilizado en otra operación.

A continuación se muestra en la figura N° 42, un diagrama causa-efecto para determinar las causas que ocasionan los problemas existentes en esta área.

Figura N° 42. Diagrama causa-efecto del área de dispersión



Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Análisis de la operación para el área de terminación

- Criterio: Propósito de la operación

En esta área todos los procedimientos llevados a cabo son necesarios ya que se agregan el resto de los componentes correspondientes a la fórmula.

- Criterio: Materiales

-Dificultad en el procesamiento: Al agregar los antiespumantes, éstos deben ser previamente extraídos de los maxicubos para luego llevarlos a través de cuñetes o tambores hacia las mezzaninas según la cantidad requerida para completar la fórmula, generando retrasos en la operación de 10 min.

- Criterio: Equipos, herramientas y tiempos de preparación

-Falta de equipos: No existen tuberías para los líquidos que son agregados en esta etapa, sólo hay para la resina y por lo tanto este procedimiento se hace de forma manual, originando movimientos de orden superior durante el proceso de carga.

- Criterio: Condiciones de trabajo

-Temperatura y ventilación: De igual forma la temperatura es elevada y alcanza los 33 °C originando incomodidad en los trabajadores.

-Exposición al polvo: Debido a que las mezzaninas son compartidas con el área de dispersión, esta área también está afectada por las nubes de polvo generadas durante el proceso por la falta de extractores.

-Ruido perturbador: Este es ocasionado debido a que la mezcla llega a los tanques de terminación a través de un bombeo neumático desde los dispersores, ocasionando un ruido que alcanza los 90 dB lo cual perturba a los operarios.

-Equipos de protección personal (EPP): A pesar que la empresa proporciona dichos equipos, los operarios de esta área no los usan, principalmente las mascarillas ya que son indispensables debido a la gran cantidad de polvo que se produce.

- Criterio: Distribución en planta

-Espacio insuficiente: Por ser un área compartida se dispone de un espacio reducido de 2 m² por tanque de terminación para vaciar los materiales restantes.

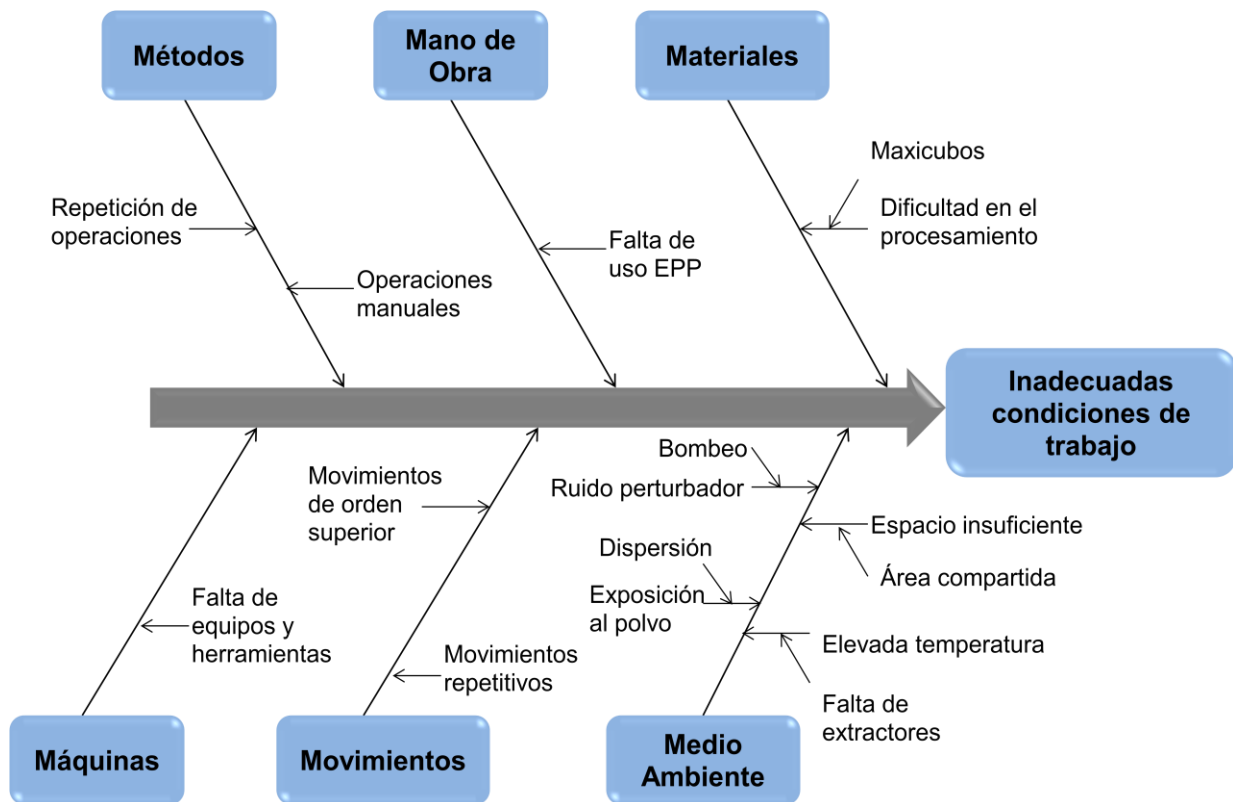
- Criterio: Principios de economía de movimientos

-Movimientos de orden superior: Los componentes restantes que completan la etapa de terminación son agregados manualmente por el operario y vienen en tambores de entre 20-50 Kg y a su vez en sacos entre 22-25 Kg, lo que ocasiona que el operario tenga que agacharse a cargarlos del suelo en promedio unas 15 veces/carga, acción en la cual adopta malas posturas que le ocasionan dolores lumbares.

-Ocio: Los operarios permanecen en ocio mientras la terminación se realiza en el tanque, durante un tiempo de 15 min/mezcla en promedio, que igualmente puede ser aprovechado en la realización de otras actividades productivas.

Posterior al análisis de la operación, se procede a realizar un diagrama causa-efecto para determinar las causas que ocasionan los problemas presentes en esta área (Ver figura N° 43).

Figura N° 43. Diagrama causa-efecto del área de terminación



Fuente: Elaboración Propia

5.1.4. Análisis de la operación para el área de suministro

- Criterio: Propósito de la operación

Los operarios toman de la paleta los envases y arman una estructura de galones compuesta de 5 filas y 5 columnas sobre una mesa para comenzar a etiquetarlos (Ver figura N° 44); dicha operación no es necesaria ya que este proceso puede iniciarse sin ninguna operación previa ya que vienen contados y ordenados.

Figura N° 44. Estructura de galones innecesaria armada por los operarios

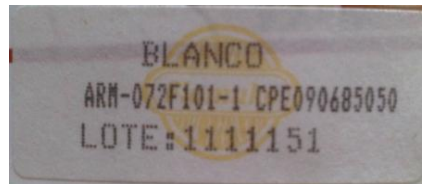


Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Diseño de las partes

-Dificultad en el ensamble de las partes: La etiqueta del galón está compuesta a su vez por un sticker que contiene el color, código y número de lote (Ver figura N° 45), por lo que el proceso de etiquetado demora 5 min mientras se ensamblan éstas dos partes, además ocasiona un aumento del 100% en las actividades manuales y repetitivas que se realizan durante este proceso.

Figura N° 45. Sticker que contiene color, código y número de lote



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Equipos, herramientas y tiempos de preparación

-Falta de equipos y herramientas: En esta área todas las actividades son realizadas manualmente, desde que se pega el sticker hasta que se pega la etiqueta sobre el galón.

- Criterio: Condiciones de trabajo

- Temperatura, ventilación e iluminación: En esta área al igual que en el resto de la planta la ventilación es deficiente, lo que origina temperaturas alrededor de los 33 °C. Por otra parte, debido a que las actividades son manuales y minuciosas, es necesario una mejor iluminación que en el resto de la planta que se encuentra alrededor de los 210 LUX.

-Equipos de protección personal (EPP): En el área de suministro se almacenan los galones que se reciben del proveedor de manera vertical, formando 4 rumas, donde cada una contiene 240 galones, por ello es necesario que los operarios utilicen el casco para protegerse de accidentes y en este caso no lo usan.

- Criterio: Principios de economía de movimientos

-Movimientos repetitivos de orden superior: El proceso de etiquetado requiere movimientos continuos y repetitivos en las manos y los brazos (Ver figura N° 46), ya que la producción diaria promedio es de 7500 galones/día, lo que genera cansancio y trastornos músculo esqueléticos a futuro. Además, los de mayor orden se presentan cuando los operarios proceden a cargar los galones y a armar la paleta, realizando movimientos a una altura superior al hombro.

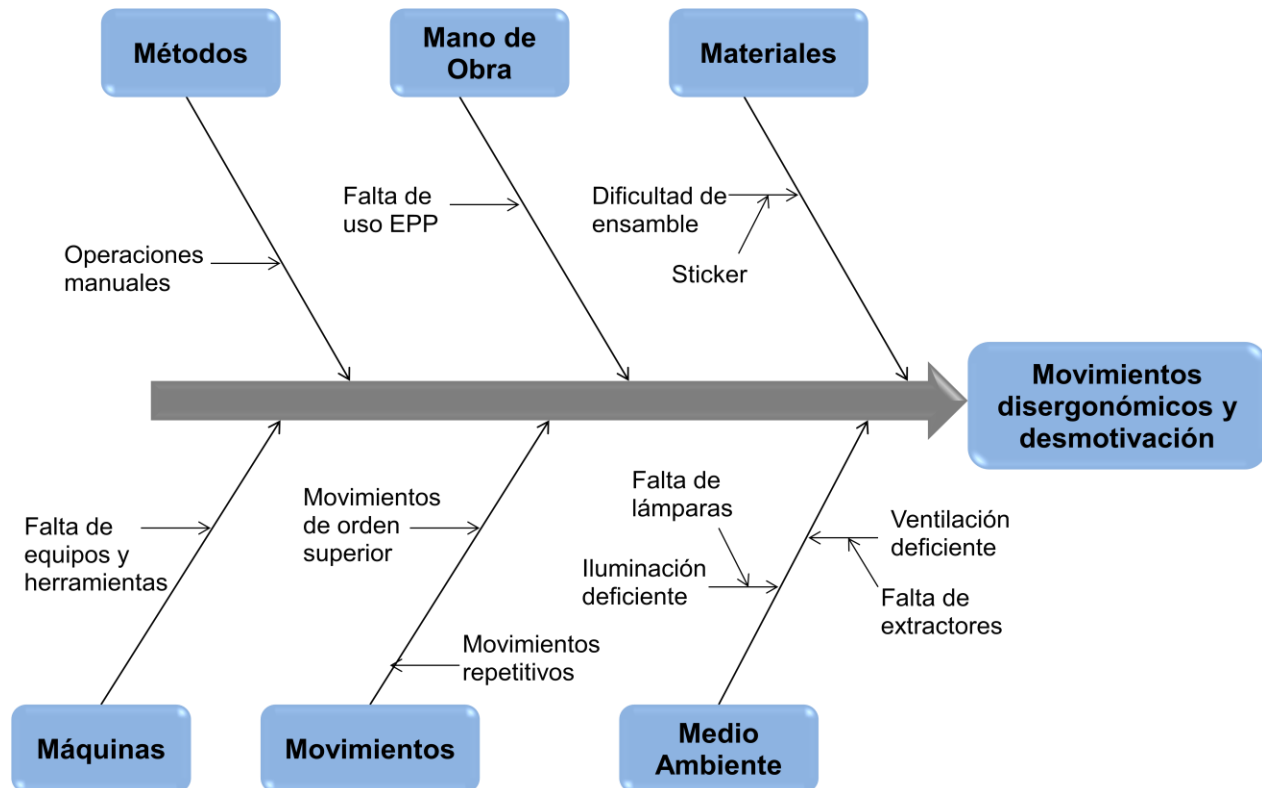
Figura N° 46. Movimientos de orden superior realizados por los operarios



Fuente: Elaboración Propia

Luego, con ayuda del diagrama causa-efecto, se determinan las causas que originan las problemáticas existentes en el área de suministro, tal como se muestra en la figura N° 47.

Figura N° 47. Diagrama causa-efecto del área de suministro



Fuente: Elaboración Propia

5.1.5. Análisis de la operación para el área de envasado

- Criterio: Propósito de la operación

En esta área todas las actividades realizadas para llevar a cabo el llenado de los galones son necesarias.

- Criterio: Tolerancias y Especificaciones

-Producto fuera de especificaciones: Como consecuencia de que el llenado se realice manualmente, el contenido neto de los galones puede salirse de las especificaciones (3,785 litros) quedando por encima o por debajo de este valor, el cual es medido a través de una marca que posee el envase en su interior. Lo que puede originar que en una orden de producción no se saque la cantidad de galones que se estableció, perdiendo en promedio 22 gal/jornada.

- Criterio: Equipos, herramientas y tiempos de preparación

-Falta de equipos y herramientas: En esta área todas las actividades son realizadas manualmente (Ver figura N° 48), desde la apertura de la llave que inicia el llenado hasta que se tapan los galones, lo cual ocasiona condiciones inseguras y movimientos de orden superior realizados en promedio 14000 veces/jornada.

Figura N° 48. Colocación de la tapa manualmente



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Condiciones de trabajo

-Temperatura y ventilación deficiente: Debido a la falta de extractores la ventilación en esta área, la temperatura alcanza en promedio 34 °C. Lo que origina fatiga e incomodidad en el área.

-Equipos de protección personal (EPP): Durante el llenado de los galones los operarios no utilizan las mascarillas de protección respiratoria (Ver figura N° 49), lo cual ocasiona afecciones respiratorias a largo plazo.

Figura N° 49. Falta de uso de EPP de los operarios



Fuente: Elaboración Propia

- Condiciones inseguras: El tapado del galón se realiza golpeando la tapa con una mandarina (Ver figura N° 50), lo que origina la posibilidad que el operario se martille un dedo durante su jornada de trabajo, ocasionando así accidentes laborales.

Figura N° 50. Riesgo de la operación de tapado



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Principios de economía de movimientos

-Movimientos repetitivos: Todas las operaciones son manuales, lo que implica que para llenar un galón la llave debe ser abierta y cerrada por un operario (Ver figura N° 51), al igual que cada galón debe ser tapado con una mandarina y golpear en

promedio 5 veces para colocar la tapa correctamente, lo que origina cansancio y trastornos músculo esqueléticos a futuro.

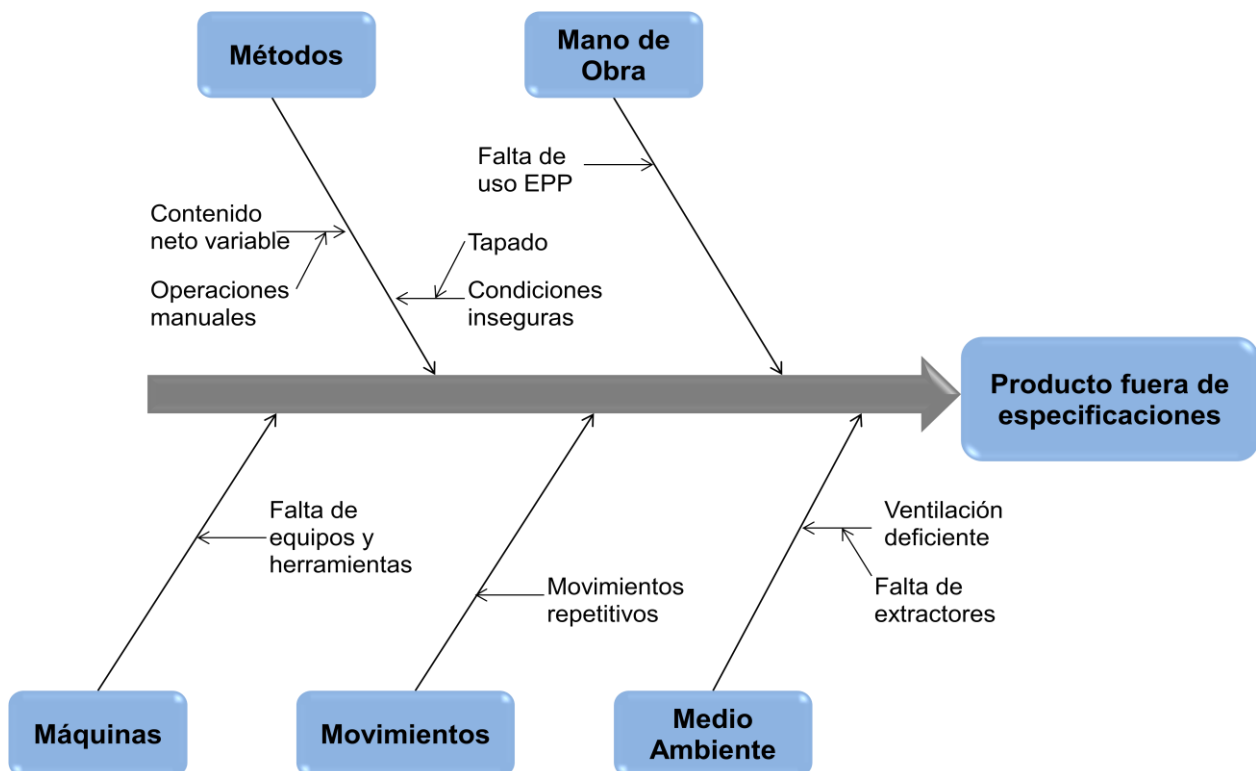
Figura N° 51. Apertura manual de la llave



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra en la figura N° 52, el diagrama causa-efecto del área de envasado para identificar las causas de los problemas presentes en dicha área.

Figura N° 52. Diagrama causa-efecto del área de envasado



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6. Análisis de la operación para el área de termoencogible

- Criterio: Propósito de la operación

En esta área se llevan a cabo una serie de procedimientos para agrupar los galones en empaques de cuatro y todas las actividades que allí se realizan son necesarias en el proceso.

- Criterio: Materiales

-Dificultad de ensamble: Para introducir los galones a la máquina, se debe incorporar además las agarraderas de los mismos (Ver figura N° 53), pero éstas deben ser previamente contadas y agrupadas en 4 unidades. Esta operación es realizada por un operario manualmente, pegándolas con tirro de papel, tardando 90 min/día por ser una actividad minuciosa y repetitiva.

Figura N° 53. Agarraderas agrupadas en 4 unidades



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Equipos, herramientas y tiempos de preparación

-Operaciones de preparación: Para poder introducir los galones a la máquina, ésta debe calentarse alcanzando una temperatura de 270° y tarda 50 min/día lo cual ocasiona demoras en el proceso de 10 min/jornada.

- Criterio: Condiciones de trabajo

-Temperatura y ventilación: De igual forma, en esta área se presenta una temperatura elevada alcanzando un valor promedio de 34°C que se origina por falta de ventilación y además por el calor que expide la termoencogible (Ver figura N° 54). En algunos casos los operarios se ven en la necesidad de colocar ventiladores para refrescar el área.

Figura N° 54. Ventilador colocado para refrescar el área



Fuente: Elaboración Propia

-Equipos de protección personal (EPP): Los operarios que laboran en esta parte del proceso no utilizan los guantes de carnaza necesarios para movilizar y alzar los empaques que serán trasladados a la paleta, a pesar de que éstos son proporcionados por la empresa. En promedio se cargan 1750 empaques/día.

- Criterio: Distribución en planta

-Existencia de almacenes temporales: Para trasladar al almacén de producto terminado las paletas con los empaques luego de ser envueltos por la termoencogible, primero deben colocarse a un lado de la máquina, aproximadamente a 1 metro de distancia, formando así los almacenes temporales los cuales obstaculizan el tránsito de los montacargas (Ver figura N°55).

Figura N° 55. Almacenamiento temporal en el área



Fuente: Elaboración Propia

- Criterio: Principios de economía de movimientos

-Movimientos repetitivos de orden superior: Para trasladar los empaques hacia la paleta, el operario flexiona completamente el tronco para poder ordenarlos (Ver figura N° 56), adquiriendo además posturas incorrectas. Esta actividad la realiza en promedio 65 veces/paleta.

Figura N° 56. Flexión total del tronco realizada por el operario

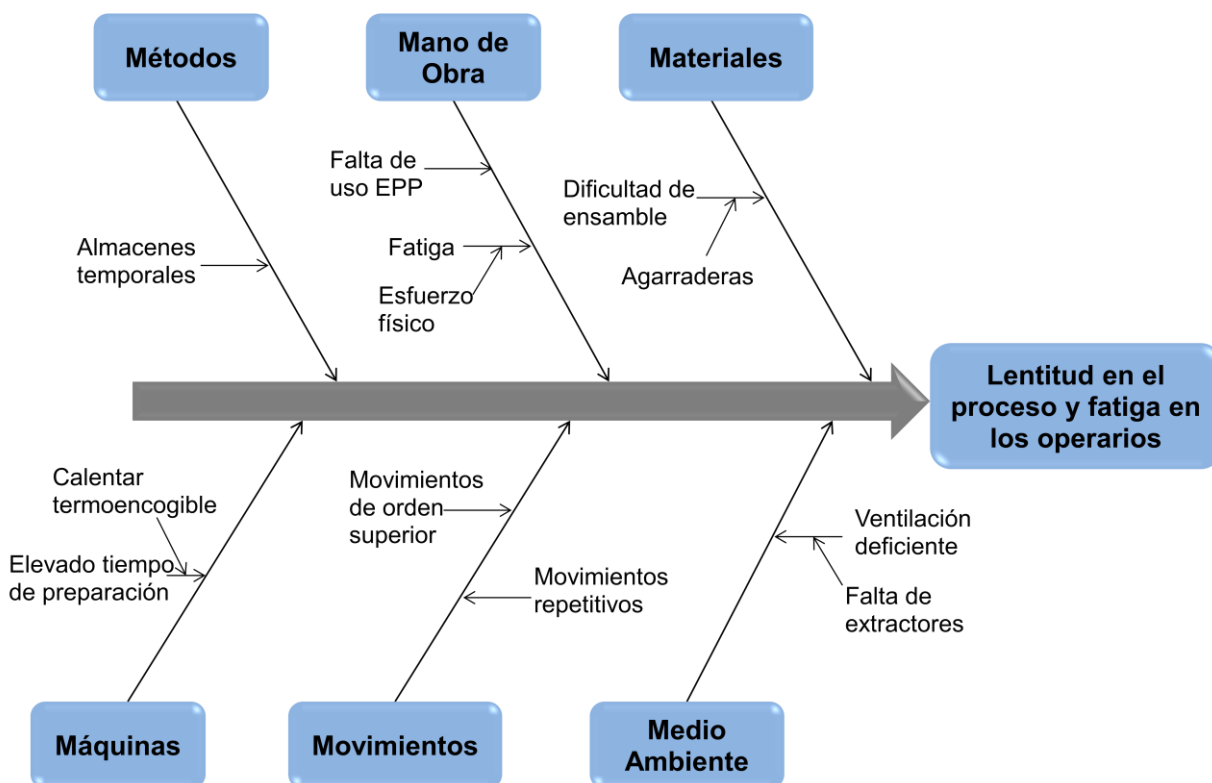


Fuente: Elaboración Propia

-Esfuerzo físico: El operario debe cargar en promedio 1750 empaques/día lo cual representa en peso un aproximado de 20 Kg/empaque y trae como consecuencia la presencia de enfermedades ocupacionales como es el caso de las de hernias.

Luego, se realiza el diagrama causa-efecto para determinar las causas que ocasionan las problemáticas existentes en el área de termoencogible.

Figura N° 57. Diagrama causa-efecto del área de termoencogible



Fuente: Elaboración Propia

Para complementar lo anteriormente descrito, se procede a realizar la aplicación del método REBA para cada una de las subáreas que conforman el área de estudio.

5.2. Aplicación del Método REBA

Para realizar el análisis evalúa la frecuencia con la que se ejecuta cada actividad y así posteriormente seleccionar aquellas que tengan mayor frecuencia ya que éstas tendrán mayor impacto sobre la salud del operario.

Para calcular los valores correspondientes a cada tipo de movimiento que sea evaluado, se toman como referencia las tablas enumeradas del 14 al 21 aplicando los mismos criterios para todas las áreas.

5.2.1. Aplicación del Método REBA para el área de pesaje

Tabla N° 34. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de pesaje

N°	Actividad	Frecuencia (Prom) (Veces/mezcla)		
		Op1	Op2	Op3
1	Limpiar área*	-	-	-
2	Recibir orden de producción**	-	-	-
3	Buscar cada MP según la orden*	-	-	-
4	Extraer líquido de recipiente	0	3	3
5	Colocar líquido sobre balanza	0	3	3
6	Extraer sólido del recipiente y pesar	0	6	6
7	Colocar cada MP en lugar señalado*	-	-	-
8	Llevar MP pesada*	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

*Actividades realizadas por el montacargas por lo cual no son evaluadas.

**Actividad que no agrega valor al producto.

Debido a que la actividad N° 6 es la que se realiza con mayor frecuencia, se procede a realizarle el análisis REBA. En este caso se realiza un solo análisis ya que a pesar de ser 3 operarios, hacen las actividades de igual forma.

Actividad N°6: Extraer sólido del recipiente

-Para el grupo A

Tronco= 4+1=5 (Se otorga este valor ya que el operario flexiona el tronco 70° y se agrega 1 punto por realizar giro del mismo).

Cuello= 1 (Ya que no existe una inclinación mayor a 20° debido a que flexiona todo el tronco pero no realiza movimientos mayores del cuello).

Piernas= $1+1=2$ (Ya que están parados sobre una superficie completamente plana donde pueden apoyar ambas piernas y además la flexión que realizan es de 30° aproximadamente).

Puntuación grupo A= $6+2=8$ (Se adicionan dos puntos ya que la fuerza aplicada es superior a 10 Kg, en promedio la carga es de 25 Kg).

-Para el grupo B

Brazo= $2+1=3$ (Debido a que al realizar la actividad, el brazo se encuentra aproximadamente a una inclinación de 35° y además se le suma 1 porque existe rotación del mismo).

Antebrazo= 1 (Como consecuencia de que el operario debe inclinar el antebrazo en un ángulo aproximado de 70°).

Muñeca= $2+1=3$ (Debido a que la muñeca se encuentra flexionada a más de 15° y además se adiciona un punto por desviación).

Puntuación total grupo B= $5+1=6$ (El agarre de la carga se realiza de manera aceptable, permitiendo el traslado sin inconvenientes).

Ahora, se obtiene el valor de la tabla C tomando como referencia los valores calculados anteriormente de los grupos A y B. Este resultado es de 10 puntos, además se adiciona 1 punto por repetitividad de los movimientos y otro por mantener estáticas las piernas. Finalmente, la puntuación obtenida para el área de pesaje es de **11 puntos** lo cual indica que se requiere una acción inmediata, ya que el nivel de riesgo es muy alto. En la figura N° 58 se muestra la posición que adopta el operario al realizar la operación en esta área.

Figura N° 58. Operario del área de pesaje extrayendo sólido



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2. Aplicación del Método REBA para el área de dispersión

Tabla N° 35. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de dispersión

N°	Actividad	Frecuencia(Prom) (Veces/mezcla)	
		Op1	Op2
1	Recibir MP pesada*	-	-
2	Verificar MP según orden	1	-
3	Surtir agua al dispersor	-	1
4	Agregar cada MP al dispersor	60	60
5	Esperar dispersión	-	-
6	Llevar muestra a control de calidad	1	-
7	Bombear a terminación**	-	-
8	Limpiar tanque con agua	-	1

Fuente: Elaboración Propia

*Actividades realizadas por el montacargas por lo cual no son evaluadas.

**Operación de bombeo.

Ya que la actividad N° 4 es la que se realiza con mayor frecuencia, se procede a realizarle el análisis REBA. El estudio es válido para ambos operarios porque éstos realizan los mismos movimientos en dicha actividad.

Actividad N°4: Agregar cada MP al dispersor

-Para el grupo A

Tronco= $4+1=5$ (Se otorga este valor ya que el operario flexiona el tronco 75° y se agrega 1 punto por realizar giro del mismo).

Cuello= $1+1=2$ (Ya que no existe una inclinación mayor a 20° . Se adiciona un punto debido al giro que realiza hacia el lado).

Piernas= 1 (Ya que están parados sobre una superficie completamente plana donde pueden apoyar ambas piernas y además la flexión que realizan es de 10° aproximadamente).

Puntuación total grupo A: $6+2=8$ (Se adicionan dos puntos ya que la fuerza aplicada es superior a 10 Kg, en promedio la carga es de 45 Kg).

-Para el grupo B

Brazo= $2+1=3$ (Debido a que al realizar la actividad, el brazo se encuentra aproximadamente a una inclinación de 25° y además se le suma 1 porque existe rotación del mismo).

Antebrazo= 1 (Como consecuencia de que el operario debe inclinar el antebrazo en un ángulo aproximado de 90°).

Muñeca= $2+1=3$ (Debido a que la muñeca se encuentra flexionada a más de 15° y además se adiciona un punto por desviación).

Puntuación total grupo B: $5+2=7$ (El agarre de la carga se realiza de la mejor manera posible según el espacio disponible).

Luego, se obtiene el valor de la tabla C tomando como referencia los valores calculados anteriormente de los grupos A y B. Este resultado es de 10 puntos, además se adiciona 1 punto por repetitividad de los movimientos. Por último, la puntuación obtenida para el área de dispersión es de **11 puntos** lo cual indica que se requiere una acción inmediata, ya que el nivel de riesgo es muy alto. En la figura N° 59 se muestra la posición adoptada por el operario al momento de agregar la materia prima.

Figura N° 59. Operario del área de dispersión agregando MP



Fuente: Elaboración Propia

5.2.3. Aplicación del Método REBA para el área de terminación

Tabla N° 36. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de terminación

N°	Actividad	Frecuencia(Prom) (Veces/mezcla)	
		Op1	Op2
1	Agregar resina al tanque*	-	-
2	Recibir mezcla dispersada**	-	-
3	Agregar MP requeridas	15	15
4	Esperar dispersión	-	-
5	Bombear a llenado**	-	-

Fuente: Elaboración Propia

*Actividades automatizadas.

**Operación de bombeo.

Ya que la actividad N° 3 es la que se realiza con mayor frecuencia, se procede a realizarle el análisis REBA. El estudio es válido para ambos operarios porque éstos realizan los mismos movimientos en dicha actividad.

Actividad N°3: Agregar MP requeridas

-Para el grupo A

Tronco= $4+1=5$ (Se otorga este valor ya que el operario flexiona el tronco 75° y se agrega 1 punto por realizar giro del mismo).

Cuello= $1+1=2$ (Ya que no existe una inclinación mayor a 20° . Se adiciona un punto debido al giro que realiza hacia el lado).

Piernas= $1+1=2$ (Ya que están parados sobre una superficie completamente plana donde pueden apoyar ambas piernas y además la flexión que realizan es de 35° aproximadamente).

Puntuación total grupo A: $7+1=8$ (Se adiciona un punto ya que la fuerza aplicada es en promedio 8 Kg).

-Para el grupo B

Brazo= $2+1=4$ (Debido a que al realizar la actividad, el brazo se encuentra aproximadamente a una inclinación de 25° y además se le suma 1 porque existe rotación del mismo).

Antebrazo= 2 (Como consecuencia de que el operario mantiene el antebrazo en un ángulo aproximado de 30°).

Muñeca= $1+1=2$ (Debido a que la muñeca se encuentra flexionada a menos de 15° y además se adiciona un punto por desviación).

Puntuación total grupo B: 6+1=7 (El agarre de la carga se realiza de manera aceptable).

Posteriormente, se procede a buscar el valor de la tabla C tomando como referencia los valores calculados anteriormente de los grupos A y B. Este resultado es de 10 puntos, además se adiciona 1 punto por repetitividad de los movimientos. Por último, la puntuación obtenida para el área de terminación es de **11 puntos** lo cual indica que se requiere tomar acciones inmediatamente, ya que el nivel de riesgo es muy alto. En la figura N° 60 se muestra la posición realizada por el operario de terminación.

Figura N° 60. Operario del área de terminación agregando MP



Fuente: Elaboración Propia

5.2.4. Aplicación del Método REBA para el área de suministro

Tabla N° 37. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de suministro

N°	Actividad	Frecuencia(Prom) (Veces/mezcla)		
		Op1	Op2	Op3
1	Recibir orden de producción*	-	-	-
2	Buscar cantidad de galones requeridos**	-	-	-
3	Armar torre de galones	250	250	250
4	Buscar cantidad de etiquetas requeridas	1	-	-
5	Pegar sticker en etiquetas	1000	1000	1000
6	Esparcir pega sobre etiquetas	-	15	15
7	Pegar etiquetas sobre galones	1000	1000	1000
8	Armar paletas de galones	250	250	250

Fuente: Elaboración Propia

*Actividad que no agrega valor al producto.

**Actividad realizada por el montacarguista.

En este caso se selecciona la actividad N° 8 que a pesar de que no es la que se realiza con mayor frecuencia, es la que requiere de mayor esfuerzo por parte de los operarios, ya que realizan movimientos de orden superior y con este método se busca analizar dichas condiciones disergonómicas. El estudio es válido para los 3 operarios que pertenecen a esta área debido a que ellos realizan los mismos movimientos en dicha actividad.

Actividad N°8: Armar paleta de galones

-Para el grupo A

Tronco= $4+1=5$ (Se otorga este valor ya que el operario flexiona el tronco 80 aproximadamente y se agrega 1 punto por realizar giro del mismo).

Cuello= $1+1=2$ (Ya que existe una inclinación entre 0° y 20°. Se adiciona un punto debido al giro que realiza hacia el lado).

Piernas= $1+1=2$ (Ya que están parados sobre una superficie completamente plana donde puede apoyar ambas piernas y además la flexión que realiza es de 35° aproximadamente).

Puntuación total grupo A=7 (En este caso, no se adicionan puntos porque la fuerza aplicada es en promedio 2 Kg, ya que la carga alzada son galones vacíos).

-Para el grupo B

Brazo= $2+1=4$ (Debido a que al realizar la actividad, el brazo se encuentra aproximadamente a una inclinación de 30° y además se le suma 1 porque existe rotación del mismo).

Antebrazo= 2 (Como consecuencia de que el operario mantiene el antebrazo en un ángulo aproximado de 45°).

Muñeca= 1+1=2 (Debido a que la muñeca se encuentra flexionada a menos de 15° y además se adiciona un punto por desviación).

Puntuación total grupo B=6 (El agarre de la carga es bueno, por lo que no se adicionan puntos).

Luego, se procede a buscar el valor de la tabla C tomando como referencia los valores calculados anteriormente de los grupos A y B. Este resultado es de 9 puntos, además se adiciona 1 punto por repetitividad de los movimientos. Por último, la puntuación obtenida para el área de suministro es de **10 puntos** lo cual indica que se requiere tomar acciones cuanto antes, ya que el nivel de riesgo es alto. Como se muestra en la figura N° 61, el operario adopta posturas disergonómicas.

Figura N° 61. Operario del área de suministro armando paleta de galones



Fuente: Elaboración Propia

5.2.5. Aplicación del Método REBA para el área de envasado

Tabla N° 38. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de envasado

N°	Actividad	Frecuencia(Prom) (Veces/mezcla)		
		Op1	Op2	Op3
1	Buscar paleta de galones*	-	-	-
2	Llenar galón	3000	-	-

3	Tapar galón	-	3000	-
4	Armar paleta de galones	-	-	3000

Fuente: Elaboración Propia

*Actividades realizadas por el montacargas por lo cual no son evaluadas.

Ya que la actividad N° 3 realizada por el operario 2, requiere de movimientos repetitivos de orden superior (5 golpes/galón, lo cual representa en promedio 15000 golpes/mezcla) se procede a realizarle el análisis REBA.

Actividad N°3: Tapar galón

-Para el grupo A

Tronco= 3 (Se otorga este valor ya que el operario flexiona el tronco 30° aproximadamente).

Cuello= 1 (Ya que la inclinación del cuello es menor a 20°)

Piernas= 1 (Ya que el operario se encuentra sentado apoyando ambas piernas sobre una superficie completamente plana).

Puntuación total grupo A= 2 (En este caso, no se adicionan puntos porque no realizan fuerza, ya que los galones son deslizados).

-Para el grupo B

Brazo= 2-1=1 (Debido a que al realizar la actividad, el brazo se encuentra aproximadamente a una inclinación de 45° pero se le resta 1 porque el operario está sentado y existe postura a favor de la gravedad).

Antebrazo= 1 (Como consecuencia de que el operario mantiene el antebrazo en un ángulo entre 60° y 100°).

Muñeca= $1+1=2$ (Debido a que la muñeca se encuentra flexionada a menos de 15° y además se adiciona un punto por existencia de desviación lateral).

Puntuación total grupo B=2 (El agarre de la carga es bueno, por lo que no se adicionan puntos).

Después, se procede a buscar el valor de la tabla C tomando como referencia los valores calculados anteriormente de los grupos A y B. Este resultado es de 2 puntos, además se adiciona 1 punto por repetitividad de los movimientos y otro por postura sedante. Por último, la puntuación obtenida para el área de envasado es de **4 puntos** lo cual indica que el nivel de riesgo es medio por lo que amerita la actuación. Como se muestra en la figura N° 62, el operario adopta una posición inadecuada.

Figura N° 62. Operario del área de envasado tapando galones



Fuente: Elaboración Propia

5.2.6. Aplicación del Método REBA para el área de termoencogible

Tabla N° 39. Frecuencia de las actividades realizadas por los operarios en el área de termoencogible

N°	Actividad	Frecuencia (Prom) (Veces/mezcla)			
		Op1	Op2	Op3	Op4
1	Buscar paleta de galones*	-	-	-	-
2	Agrupar agarraderas	750			

3	Armar empaque sobre cartón	750
4	Introducir en termoencogible	750
5	Retirar empaque y armar paleta	750
6	Identificar lote	750

Fuente: Elaboración Propia

*Actividades realizadas por el montacargas por lo cual no son evaluadas.

La actividad N° 5 realizada por el Op3, a pesar que tiene la misma frecuencia que las demás es la seleccionada, debido a que durante ésta el operario realiza un esfuerzo mayor y por lo tanto se procede a realizarle el análisis REBA.

Actividad N°5:

-Para el grupo A

Tronco= $4+1=5$ (Se otorga este valor ya que el operario flexiona el tronco aproximadamente a 90° y se agrega 1 punto por realizar giro del mismo).

Cuello= $1+1=2$ (Ya que no existe una inclinación mayor a 20° . Se adiciona un punto debido al giro que realiza hacia el lado).

Piernas= $2+1=3$ (Ya que están parados sobre una superficie irregular donde solo puede apoyar una pierna y además la flexión que realizan es de 50° aproximadamente).

Puntuación total grupo A: $8+2=10$ (Se adicionan dos puntos porque la fuerza realizada es en promedio 20 Kg).

-Para el grupo B

Brazo= $3+1=4$ (Debido a que al realizar la actividad, el brazo se encuentra aproximadamente a una inclinación de 80° y además se le suma 1 porque existe rotación del mismo).

Antebrazo= 2 (Como consecuencia de que el operario mantiene el antebrazo en un ángulo aproximado de 30°).

Muñeca= 1+1=2 (Debido a que la muñeca se encuentra flexionada a menos de 15° y además se adiciona un punto por desviación lateral).

Puntuación total grupo B=6 (El agarre de la carga es bueno, por lo que no se adicionan puntos).

Posteriormente, se procede a buscar el valor de la tabla C tomando como referencia los valores calculados anteriormente de los grupos A y B. Este resultado es de 11 puntos, además se adiciona 1 punto por repetitividad de los movimientos. Por último, la puntuación obtenida para el área de termoencogible es de **12 puntos** lo cual indica que el nivel de riesgo es muy alto por lo que se deben tomar acciones inmediatamente. En la figura N° 63 se muestra la posición adoptada por el operario al momento de realizar la operación.

Figura N° 63. Operario del área de termoencogible armando paleta



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, las áreas de pesaje, dispersión, terminación y termoencogible arrojaron un nivel de riesgo muy alto, por lo que requieren acciones correctivas inmediatas a diferencia de la subárea de envasado en donde el nivel de riesgo es medio, lo que implica que ameritan acciones de menor prioridad y la subárea de suministro en la cual el nivel de riesgo es alto por lo que requiere tomar acciones.

5.3. Aplicación del Método LEST

Para complementar el análisis del área en estudio, se aplica sólo una parte del método LEST para enfocarse en las condiciones del entorno ya que son las que más afectan a los trabajadores, lo cual se vió reflejado con la aplicación del análisis de la operación. En este caso, se considera el aspecto de entorno físico que contiene cuatro variables las cuales son: ambiente térmico, ruido, iluminación y vibración.

Luego de obtener los datos de estas variables los cuales fueron proporcionados por la empresa, se realiza la evaluación asignándole un valor a cada condición según la tabla N° 4. Sistema de puntuación del método LEST, arrojando como resultado lo siguiente:

Tabla N°40. Puntuación para las variables consideradas del método LEST

ENTORNO FÍSICO	Valor Promedio	Puntuación
AMBIENTE TÉRMICO		
Velocidad del aire	0,1 m/s	
Temperatura del aire	34 °C	
Duración de la exposición diaria a estas condiciones	8,5 hrs	8
Nº de variaciones de temperatura en la jornada	3	
RUIDO		
Nivel de atención requerido	Medio	
Nivel de ruido	87 dB	4
ILUMINACIÓN		
Nivel de iluminación	250 LUX	
Luz natural	80 LUX	
Luz artificial	170 LUX	6
Nivel de percepción requerido	Medio	
Deslumbramientos	Ninguno	
VIBRACIÓN		
Duración diaria de exposición a las vibraciones	Ninguna	1
Carácter de las vibraciones	Ninguna	

Fuente: Elaboración Propia

Se puede establecer como conclusión, que el ambiente térmico es la que produce mayor impacto, debido al tiempo de exposición de los trabajadores y a la temperatura promedio a la que se encuentran que es de 34 °C originando así molestias en ellos y fatiga; por lo tanto este aspecto debe tener prioridad al momento de llevar a cabo acciones correctivas.

CAPÍTULO VI

PROPUESTAS DE MEJORA

6.1. Diseño de una Mesa Elevadora de Tijeras

Propuesta N° 1

En el área de termoencogible, posterior al proceso de llenado, se reciben los galones con ayuda de los montacargas. En esta área, la salida del proceso son empaques contenedores de 4 galones de 36x36 cm, los cuales son colocados en paletas que poseen en promedio 280 galones y alcanzan un peso promedio de 1400 kg cada una. Actualmente, la empresa produce en promedio 25 paletas/día las cuales son llevadas al almacén de producto terminado.

Además se busca disminuir las demoras, las cuales actualmente constituyen el desperdicio principal en esta área alcanzando un valor promedio de 25 min/día; dichas demoras son ocasionadas debido a que el operario debe detener la máquina en el momento del paletizado porque la velocidad de la misma es superior a la de él cuando traslada los empaques a la paleta, acumulando en promedio cuatro sobre la termoencogible, esto ocurre en el 60% de los casos y produce fatiga en el operario.

Actualmente, la máquina utilizada para realizar el proceso de termoencogible posee las características que se muestran en la tabla N° 41.

Tabla N° 41. Especificaciones de la termoencogible (CRYOBAC-CHF)

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Velocidad de la cinta (m/min)	Altura máx del paquete (mm)
9	1,86	1	2,8 a 9,4	230

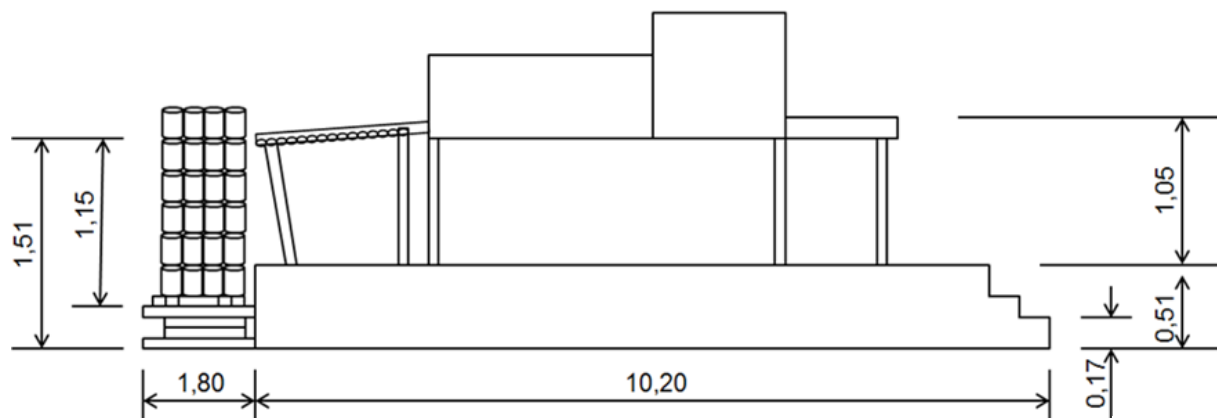
Fuente: Pinturas Flamuko, C.A.

Por otra parte, según datos suministrados por el Comité de Salud y Seguridad Laboral de la empresa, se reportaron dos casos en el área de termoencogible en el año 2011 de un total de cuatro trabajadores que laboran en dicha área por dolores y molestias en la región lumbar, por lo que se incurrió en gastos por un monto aproximado de Bs. 2500.

Por tal razón, se procede a elaborar el diseño, para el cual debe estimarse una altura de las camadas para garantizar que el operario pueda llevar a cabo su labor sin movimientos de orden superior ya que la mesa deberá encontrarse a la misma altura de la termoencogible durante la operación. Para conseguir esto, se diseña una plataforma que se encarga de que la termoencogible tenga la altura necesaria para lograr lo planteado anteriormente, tal como se muestra en las figuras N° 64 y 65.

Figura N° 64. Vista de frente de la propuesta

(Medidas en metros)

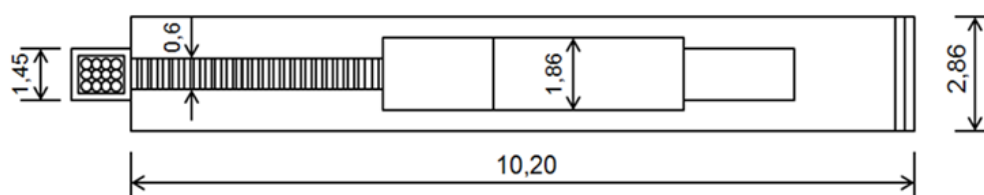


Fuente: Elaboración Propia

S/E

Figura N° 65. Vista de planta de la propuesta

(Medidas en metros)



Fuente: Elaboración Propia

S/E

Según lo explicado anteriormente, se procede a diseñar un dispositivo que se encarga de desplazar la carga (paleta) sobre un eje vertical, a través de la fuerza aplicada por un motor de descenso sobre su eje de tijeras central. Este será ubicado al final de la termoencogible para elevar y descender los empaques colocados en la paleta, eliminando así los movimientos disergonómicos que realizan los operadores. A continuación se muestran las especificaciones del diseño.

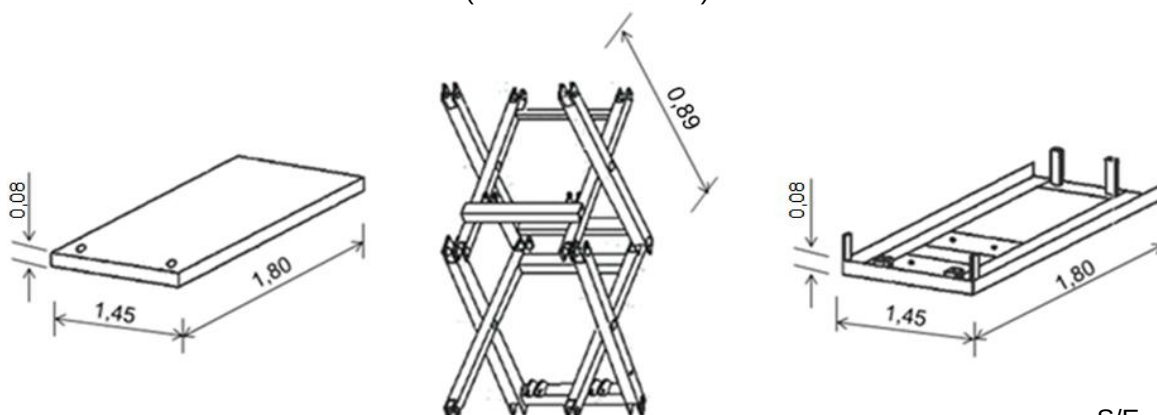
Tabla N° 42. Especificaciones del diseño de la Propuesta N° 1

Largo (m)	Ancho (m)	Altura min de elevación (m)	Altura máx de elevación(m)	Capacidad min requerida (Kg)	Motor Eléctrico (W)
1,80	1,45	0,36	1,76	1500	2200

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 66. Isometría de las partes que conforman el diseño

(Medidas en metros)



Fuente: Elaboración Propia

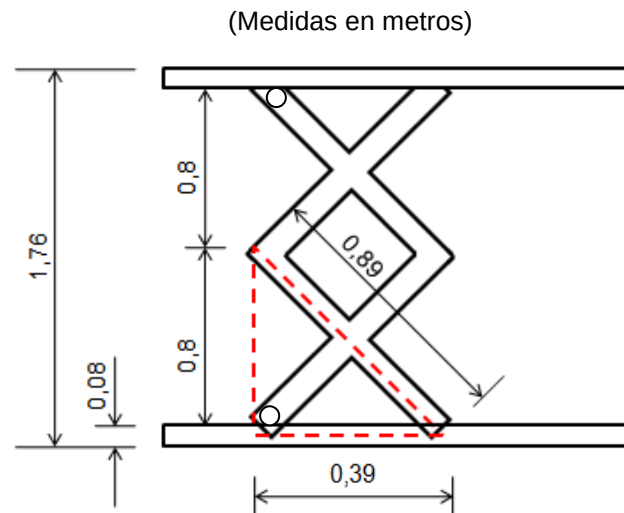
S/E

Las características del diseño, vienen dadas de acuerdo al tamaño de la paleta utilizada en el área (1,219 x 1,524 m) de manera que la operación pueda realizarse de forma precisa mas no necesariamente con exactitud, dejando una holgura de 0,231 x 0,276 m respectivamente, lo cual proporciona seguridad al

montacarguista al momento de dejar o recoger la paleta colocada sobre la mesa elevadora.

Considerando la altura de elevación mínima requerida (1,51 m), se procede a realizar el cálculo de la altura máxima, tomando en cuenta la longitud de la base y de las barras metálicas que conforman el diseño y dejando una holgura de 25 cm de elevación, para garantizar que la mesa alcance los empaques a la altura deseada según el funcionamiento planteado.

Figura N° 67. Vista de frente del diseño a su máxima altura de elevación



Fuente: Elaboración Propia

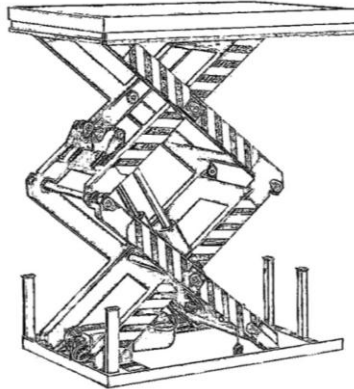
S/E

Para explicar el funcionamiento de la mesa elevadora, se puede observar la figura N° 67, en la cual la barra inferior izquierda posee un punto para representar que estará fija a la base, de manera que la barra que realiza el desplazamiento es la que está representada por la hipotenusa del triángulo segmentado mostrado en la figura. El desplazamiento horizontal realizado por dicha barra para alcanzar la altura mínima requerida de funcionamiento será de 0,3 m y para alcanzar la altura máxima de elevación será de 0,49 m.

Así mismo, para presentar detalles del diseño de la mesa elevadora, se muestra en la figura N° 68 la isometría de la misma, para representar el ensamble de

las partes anteriormente descritas junto con el motor y los gatos hidráulicos necesarios.

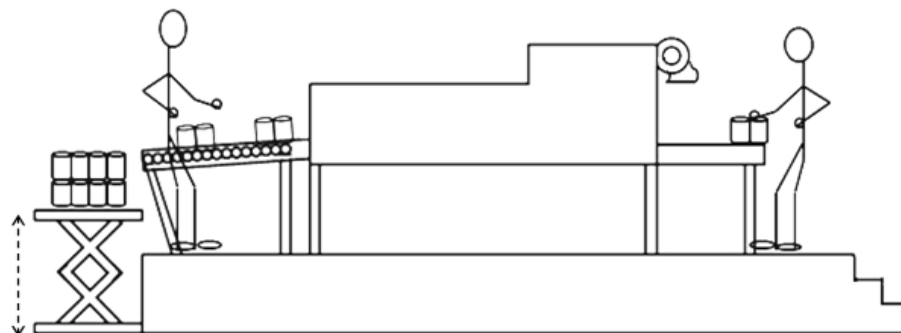
Figura N° 68. Isometría del diseño ensamblado



Fuente: Elaboración Propia

Para concretar la propuesta se explica brevemente el proceso de termoencogible, en el cual se observa como entrada cuatro galones individuales colocados sobre una bandeja de cartón y envueltos en plástico; éstos son introducidos en la máquina y se obtiene como salida los empaques. El proceso finaliza con la paletización, la cual se hará eliminando en su totalidad las demoras con la implementación del diseño, ya que el operario tendrá la paleta justo al finalizar los rodillos y siempre a la altura de los mismos evitando a su vez los movimientos disergonómicos como se muestra en la figura N° 69.

Figura N° 69. Representación de la propuesta N° 1



Fuente: Elaboración Propia

6.1.1. Evaluación de la Propuesta N° 1

Luego de realizar el diseño requerido según las necesidades de la empresa, se busca el presupuesto de un modelo que se ajuste a las medidas y capacidad de lo diseñado anteriormente, en este caso se incluyen costos de adquisición, transporte e instalación del equipo, acotando que el mismo debe ser importado ya que no se cuenta con proveedores nacionales de estas mesas (Ver anexo 5).

Tabla N° 43. Costos asociados a la propuesta N° 1

Parte	Costo del equipo (\$)	Costo del equipo/material (Bs)	Costo de transporte (Bs)	Costo de instalación (Bs)	Costo total (Bs)
Mesa Elevadora	2767,01	11898,14	5000	3250	20148,14
Plataforma	-	4500	850	3700	9050
TOTAL					29198,14

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 44. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 1)

	Unidad	Actual	Propuesto
Movimientos de orden superior	veces/paleta	60	0
Tiempo de paletización	min/paleta	25	24
Demoras	min/día	25	0
Producción	paletas/día	25	26
Producción	galones/día	7000	7280
Beneficios	Bs/día	1050000	1092000

Fuente: Elaboración Propia

*Los beneficios se obtienen a través de un valor de venta promedio de 150 Bs/galón, para los distribuidores, tiendas y empleados.

Para estimar el tiempo de pago de la inversión, se calcula:

$$\text{Tiempo de Pago} = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{29198,14 \text{ Bs}}{(1092000 - 1050000) \text{ Bs/día}} = 0,70 \text{ días}$$

Tabla N° 45. Beneficios de la propuesta N° 1

Ventajas	
-Evita que los operarios realicen movimientos de orden superior.	-Elimina el 100% las demoras del proceso.
-Permite que la carga esté el alcance del operario.	-Reduce en 5% el tiempo de paletización.
-La producción aumenta 5%.	

Fuente: Elaboración Propia

6.2. Diseño de un programa para la Rotación periódica de los operarios

Propuesta N° 2

Actualmente, en el área de estudio existe un desequilibrio en las cargas de trabajo ya que algunas operaciones requieren mayor esfuerzo físico y traen consigo mayor cantidad de movimientos disergonómicos de orden superior, como es el caso de las áreas de pesaje, dispersión, llenado y termoencogible. Aunado a esto, como consecuencia de la continua exposición de los trabajadores a agentes químicos en dichas áreas, se producen afecciones respiratorias.

Esta situación ha generado que el nivel de ausentismo aumente en 10% según datos suministrados por la empresa, lo cual se puede evidenciar con mayor frecuencia en las áreas que poseen mayor riesgo de exposición a enfermedades ocupacionales.

Por lo expuesto anteriormente, la empresa requiere disminuir el porcentaje de morbilidad (47%) reportado ante el INPSASEL a través de la implementación de soluciones para evitar así sanciones posteriores que producen gastos por el orden de 26 a 75 Unidades Tributarias que actualmente representa entre Bs. 2340 y Bs. 6750 más los gastos de indemnización generados por cada trabajador afectado.

Por tal razón, es necesario encontrar una manera de realizar la rotación del personal involucrado de forma periódica, en este caso será mensualmente para permitir que los operarios pueden desempeñarse con continuidad en las diferentes áreas del proceso y así cada uno de ellos posea el mismo nivel de exposición a las condiciones del ambiente de trabajo y a enfermedades ocupacionales que puedan generarse a largo plazo.

Para solventar esta problemática, se procede a crear una propuesta que consista en un programa conformado de una base de datos que contenga cada una de las áreas acompañada del número de operaciones que allí se realizan y el nombre de los trabajadores que inicialmente se desempeñan en esa área. Se utilizó el software Microsoft Office Excel 2007 para generar números aleatorios que posteriormente se jerarquizan de forma descendente asignándole un valor entero del 1 al 17 (número total de operaciones) para luego con ellos buscar el número correspondiente a cada operario para asignarle su nueva posición, garantizando a su vez que la misma sea diferente a la posición anterior a través de una comparación de celdas.

*Paso 1: Posición actual de cada operario.

En esta parte se cargan en una hoja de Excel las posiciones actuales ocupadas por cada operario, dando número de actividad y área a la cual pertenece, donde:

- | | |
|--|------------------------------------|
| Op 1: Buscar MP | Op 2: Pesar MP |
| Op 3: Ubicar MP | Op 4: Verificar y agregar MP |
| Op 5: Agregar MP y bombear | Op 6: Recibir mezcla |
| Op 7: Agregar resto de componentes | Op 8: Buscar galones y armar torre |
| Op 9: Buscar etiquetas y pegar sticker | Op 10: Pegar etiquetas |
| Op 11: Llenar galones | Op 12: Tapar galones |
| Op 13: Armar paleta | Op 14: Agrupar agarraderas |

Op 15: Armar empaque

Op16: Retirar empaque y armar paleta

Op 17: Identificar lote

Figura N° 70. Hoja de Excel con posición actual de cada operario

	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			ROTACIÓN
7			
8		Posición Actual	
9	Área	Operación	Operario
10	Pesaje	1	Wilson Pereira
11		2	Pedro Rodriguez
12		3	Felix González
13	Dispersión	4	Dixon Torrealba
14		5	Juan Hernández
15	Terminación	6	Mario López
16		7	Miguel Molina
17	Suministro	8	Andrés Bermúdez
18		9	Carlos Suárez
19		10	Anderson Acuña
20	Envasado	11	José Ramírez
21		12	Alvaro García
22		13	Hector Nuñez
23	Termoencogible	14	Daniel Castillo
24		15	Luis Fernandez
25		16	Mario Perdomo
26		17	Omar Acosta

Fuente: Elaboración Propia

*Paso 2: Generación de números aleatorios y jerarquización.

En este paso son generados números aleatorios comprendidos entre 0 y 1, a través de la función “ALEATORIO”, los cuales posteriormente serán ordenados de manera descendente con la función “JERARQUÍA”, asignándole a su vez valores enteros donde al mayor de los aleatorios se le asignará el número 1 repitiendo el procedimiento hasta llegar al número 17, el cual estará representado en la columna llamada Rotación.

*Paso 3: Generar nueva posición de operarios.

Luego de generar aleatoriamente las posiciones, el programa se encarga de buscar en la columna de los operarios a través de la función “BUSCARV” para asignarle la nueva posición que deberá ocupar.

Figura N° 71. Hoja de Excel con nueva posición de cada operario

	A	B	C	F	G	H	I
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							

Fuente: Elaboración Propia

*Paso 4: Verificar si la rotación es efectiva.

Después de obtener las nuevas posiciones, debe compararse las celdas que contienen tanto la posición anterior como la generada recientemente, de manera que se garantice que ningún operario quede nuevamente en la posición anterior. Para ello, se utiliza la función condicional “SI” en donde se pregunta si ambas celdas son iguales, es caso de obtener una respuesta afirmativa el mensaje arrojado será NO, dado que la rotación no ha sido efectiva y debe volver a generarse los números aleatorios repitiendo nuevamente el procedimiento hasta que el mensaje arrojado sea SI para todas las celdas de la columna, es decir, hasta que la rotación sea efectiva para todos los operarios.

Para iniciar la rotación, solo es necesario presionar F9 en el teclado y automáticamente se hará todo el procedimiento mencionado anteriormente y de esta manera se obtienen las nuevas posiciones; si todas estas son efectivas se llevan a cabo y se copian todas estas celdas para colocarlas ahora en la posición actual y así asegurar que al generar otra rotación, las posición no se repitan.

Figura N° 72. Hoja de Excel con el programa ejecutado

3							
4							
5							
6	Alta Calidad. Alto Rendimiento						
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la figura N° 72, la rotación ha sido efectiva, a continuación se muestra un ejemplo de un caso en el cual la misma no es efectiva y deba ejecutarse nuevamente el programa.

Figura N° 73. Ejemplo donde la rotación no es efectiva

3							
4							
5							
6	Alta Calidad. Alto Rendimiento						
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							

Fuente: Elaboración Propia

6.2.1. Evaluación de la Propuesta N° 2

Esta propuesta no es tangible ya que viene dada por la implementación de un programa realizado bajo el software Microsoft Office Excel el cual lo poseen todos los equipos (Computadoras) de la empresa, lo que representa uno de los mayores beneficios de esta propuesta. El costo asociado a la misma, está representado por el especialista que se encargue de realizar el programa y dar la inducción e instrucciones para el funcionamiento del mismo, este costo es de 2000 Bs aproximadamente.

Tabla N° 46. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 2)

	Unidad	Actual	Propuesto
Ausentismo	hb/mes	3	1
Operarios afectados	hb/año	8	0
Gastos	Bs/año	8000	0

Fuente: Elaboración Propia

Para estimar el tiempo de pago, se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de Pago} = \frac{\text{Costo}}{\text{Ahorro}} = \frac{2000 \text{ Bs}}{8000 \text{ Bs/año}} = 0,25 \text{ año} * \frac{250 \text{ días}}{1 \text{ año}} = 63 \text{ días}$$

Tabla N° 47. Beneficios de la propuesta N° 2

Ventajas	
-Fácil implementación.	-Reduce la aparición de trastornos músculo esqueléticos en 40%.
-Evita la monotonía, aumentando así la motivación de los trabajadores.	-Reduce la exposición continua a los agentes contaminantes en 92%.
-Permite que los operarios puedan desempeñarse en cualquier actividad del proceso.	

Fuente: Elaboración Propia

6.3. Diseño de un Sistema de Ventilación Forzada

Propuesta N° 3

En el área de producción de pintura de caucho la temperatura oscila alrededor de 34° C lo cual origina desmotivación y fatiga en los trabajadores del área. Además, durante el proceso se producen nubes de polvo de diferentes componentes que son utilizados como materia prima como es el caso del carbonato de calcio. Por otra parte, también existe la presencia de olores penetrantes como el amoníaco en el área de pesaje que también afecta los alrededores, por lo cual se requiere que exista un sistema que permita el intercambio de aire con el exterior.

Como se mencionó en el capítulo IV, el área posee cuatro extractores que se encargan de sacar el aire caliente, sin embargo esto no es suficiente para las condiciones y tamaño del área, ya que se requiere crear una corriente de aire capaz de generar una renovación del mismo en el interior junto con un adecuado movimiento que garantice aire no viciado y fresco, logrando disminuir la temperatura y el riesgo de afecciones respiratorias causadas por los materiales.

Por otra parte, la empresa también ha reportado pérdidas de materia prima debido a la temperatura a la cual se encuentran almacenadas (34 °C), ya que algunas de éstas tales como los humectantes, espesantes y dispersantes deben almacenarse a una temperatura promedio de 28 °C y no deben pasar un tiempo mayor a 6 semanas en almacenamiento según las especificaciones del proveedor.

A continuación se procede a realizar el cálculo del caudal de aire que es necesario desplazar para tener unas condiciones adecuadas dentro del área:

*Volumen del área de estudio: $75 \text{ m} \times 60 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 27000 \text{ m}^3$

Según las tablas recomendadas por la empresa Todo en Ventilación S.A. las cuales se muestran en el anexo 3, se selecciona el valor de las renovaciones de aire que deben hacerse en un área similar a la descrita anteriormente, basándose en que

las actividades son desempeñadas diariamente, y la contaminación es de forma intermitente ya que se genera solo en el momento que se prepara la mezcla y poca porque solo proviene del área de dispersión y pesaje. En este caso se establece un promedio según el rango dado por la tabla, asegurándose de cumplir con la norma COVENIN 2250-2000 Ventilación de los lugares de trabajo (Ver anexo 4).

$$Q = V * \text{Renovaciones}$$

$$Q = 27000 \text{ m}^3 * 12 \text{ RN/ hr}$$

$$Q = 324000 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

Ante tal situación, se procede a diseñar un sistema de ventilación forzada que sea capaz de movilizar el caudal de aire calculado anteriormente. Para esto, será necesario un conjunto de ventiladores axiales, que estén distribuidos uniformemente en el área de estudio para lograr generar corrientes de aire que permitan mezclar y uniformar las condiciones del mismo. Según las especificaciones requeridas, se realiza la búsqueda de dichos ventiladores para obtener así los que mejor se adaptan a las necesidades, de lo cual se obtuvo lo siguiente:

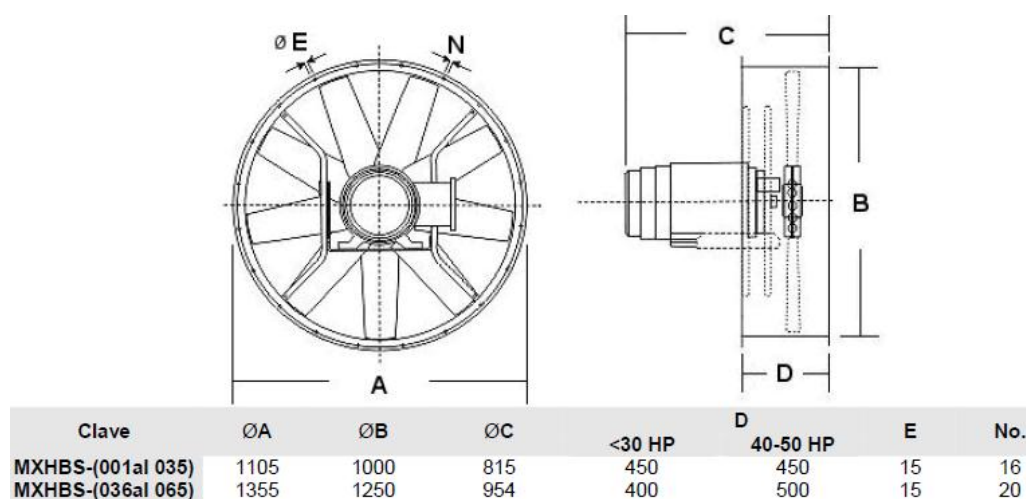
Tabla N° 48. Especificaciones técnicas de los ventiladores

Parámetro	Valor	Unidad
Diámetro	1	m
	39	Pulg
Voltaje	220/440	V
Frecuencia	60	Hz
Fase	3	~
Potencia	7,5	HP
Corriente	22,2/11,1	A
Flujo de Aire máx	43800	m ³ /hr
RPM	1150	R.P.M.
Sonido	72	dB
Peso	156	Kg

Fuente: Todo en Ventilación S.A.

De acuerdo a las características de los ventiladores, cada uno de ellos puede mover $43800 \text{ m}^3/\text{hr}$, según información suministrada por el fabricante de los mismos. Para saber la cantidad de ventiladores necesarios se divide el flujo de aire requerido entre el flujo de aire que ofrece cada uno, lo cual da como resultado ocho ventiladores para el área. Para representar las dimensiones, se muestra la figura N° 74.

Figura N° 74. Vista lateral y frontal de los ventiladores

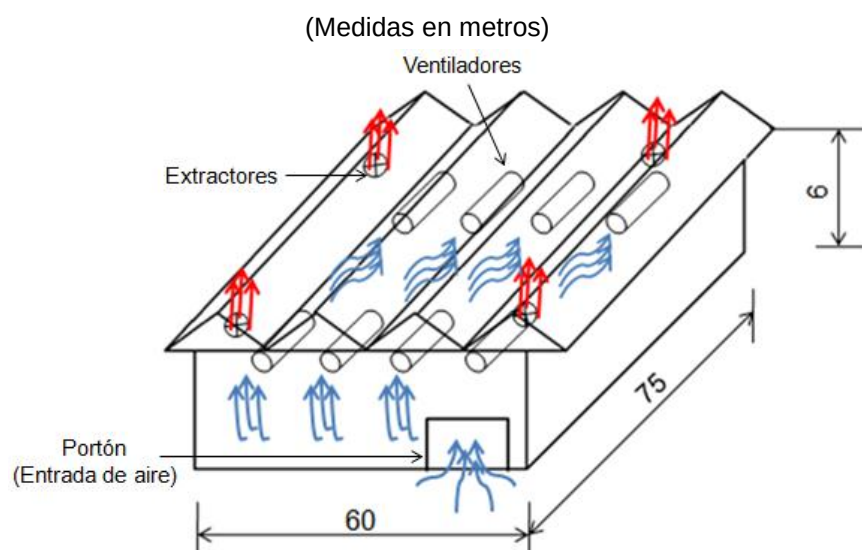


Fuente: Todo en Ventilación S.A.

S/E

A continuación se muestra en la figura N° 75, una representación gráfica de la distribución que tendrán los ventiladores en el área de estudio para garantizar lo anteriormente planteado, tomando en cuenta además los extractores que ya se encuentran instalados en la planta que permiten complementar el diseño del sistema de ventilación forzada. Es importante acotar, que el área cuenta con dos entradas de aire natural, la primera es a través de un portón que se encuentra en la parte lateral izquierda del área y la segunda conformada por bloques de ventilación dispuestos en la pared de fondo que constituye el área de pesaje.

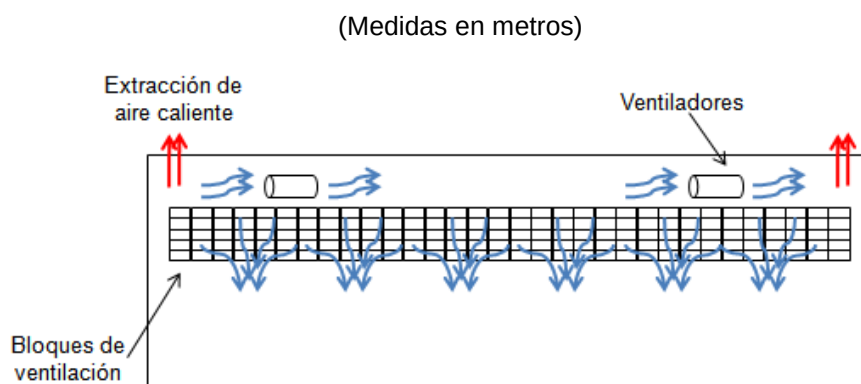
Figura N° 75. Distribución de ventiladores y extractores de la propuesta 3



Fuente: Elaboración Propia

S/E

Figura N° 76. Vista frontal de pared interior del área de pesaje



Fuente: Elaboración Propia

S/E

6.3.1. Evaluación de la Propuesta N° 3

Tomando en cuenta las especificaciones técnicas requeridas para cumplir con el objetivo de la propuesta, se procede a evaluar económicamente la misma con base en un proveedor nacional, cuyos productos cumplen con las características necesarias, por lo que es utilizado para dicha evaluación (Ver anexo 6).

Tabla N° 49. Costos asociados a la propuesta N° 3

Costo del equipo (Bs)	Cantidad (unid)	Costo de transporte (Bs)	Costo de instalación (Bs)	Costo total (Bs)
2800	8	2500	8500	33400

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 50. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 3)

	Unidad	Actual	Propuesto
Temperatura	°C	34	29
Caudal de aire	m ³ /hr	27000	324000
Operarios afectados	veces/año	3	0
Materia prima dañada	gal/año	530	0
Gastos	Bs/año	3000	0

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo de pago es estimado a través de la siguiente expresión:

$$\text{Tiempo de Pago} = \frac{\text{Costo}}{\text{Ahorro}} = \frac{33400 \text{ Bs}}{3000 + (530 * 80) \text{ Bs/año}} = 0,73 \text{ año} * \frac{250 \text{ días}}{1 \text{ año}} = 183 \text{ días}$$

Tabla N° 51. Beneficios de la propuesta N° 3

Ventajas	
-Disminuye la temperatura interna del área en 15%.	-Reduce fatiga como consecuencia de la disminución de la temperatura.
-Reduce las afecciones respiratorias en los trabajadores en 70% de los casos.	-Evita la acumulación de polvos y olores penetrantes en el área.

Fuente: Elaboración Propia

6.4. Diseño de un dispositivo para el Manejo de Materiales

Propuesta N° 4

En el proceso de dispersión, por ser una de las áreas que posee mayor nivel de riesgo ocupacional y donde se realizan la mayor cantidad de movimientos disergonómicos, se propone mejorar el proceso de preparación de carga, a través de un conjunto formado por dos chutes con boca de descarga gravitacional y una mesa de soporte. Se colocarán dos conjuntos para cada mezzanina para lograr surtir los cuatro dispersores que posee cada una de ellas.

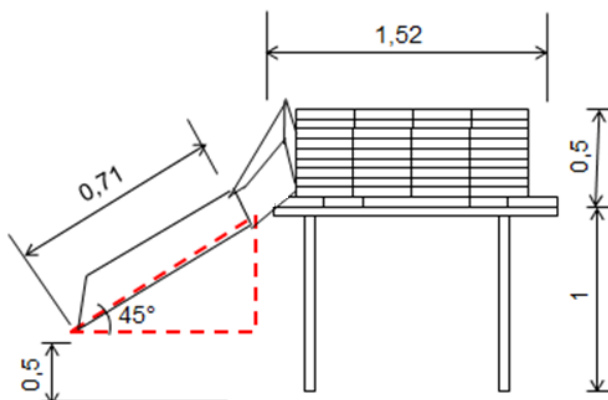
Para ello, se procede a diseñar una estructura conformada por una mesa que se encuentre a una altura de 1 m de manera que al incluir la paleta con la carga, quede a una altura de 1,5 m la cual permita a los operarios realizar las actividades sin ningún movimiento de orden superior. Ésta tiene como función ser el punto de descarga del montacargas en donde se dejará la paleta para luego comenzar el vaciado de los sacos por medio de un dispositivo formado por dos chutes con boquilla conectados a la mesa que terminen directamente en la boca del dispersor.

El objetivo de dicha estructura es lograr que el operario tenga a su alcance los sacos para romperlos y automáticamente se vierta el contenido en los chutes los cuales permiten trasladar la carga sin pérdida hacia el dispersor para aprovechar por completo la materia prima destinada para cada mezcla, evitando de esta manera el procedimiento actual en el cual el operario debe alzar cada uno de los sacos, trasladarlos hasta la boca del dispersor e introducirlos exponiendo sus manos en el interior del mismo, evitando también la formación de la nube de polvo originada por los materiales, lo cual afecta a su vez a uno de dos operarios/año del área de terminación, quienes no utilizan los equipos adecuados de protección personal.

A continuación se muestra el diseño de la estructura mencionada anteriormente para dar a conocer las dimensiones necesarias de los componentes, especificando además el ángulo de deslizamiento que requieren los materiales para

trasladarse fácilmente por el interior del chute, tomando en cuenta que éstos se presentan como polvos. Para la selección del ángulo se utiliza como base el Anexo 2, en el cual los ángulos de materiales con similares características tienen ángulos de deslizamiento entre 40° y 43° , por lo cual se selecciona en este caso 45° para asegurar el traslado de los mismos.

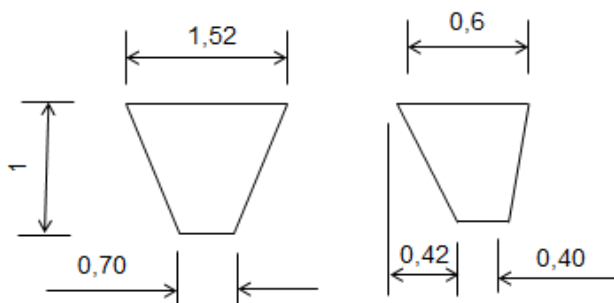
Figura N° 77. Vista frontal de la estructura



Fuente: Elaboración Propia

Para garantizar que todo el contenido a verter de los sacos caiga dentro del chute, se procede a diseñar un tolvín, el cual cumplirá la función de embudo para evitar las pérdidas de material y eliminar las nubes de polvo producidas por los diferentes agentes químicos que se usan durante el proceso.

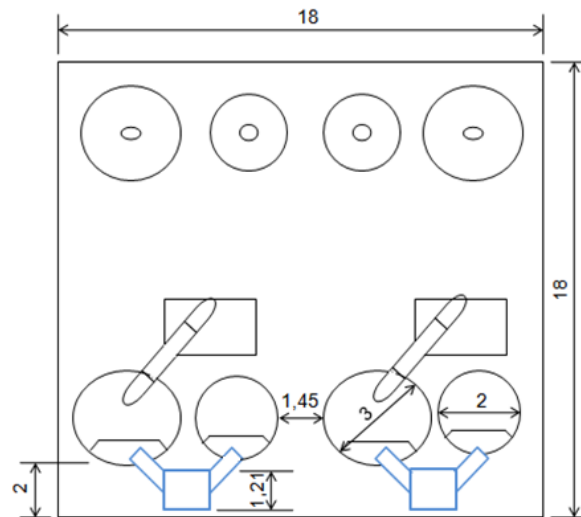
Figura N° 78. Dimensiones del tolvín (Boquilla)



Fuente: Elaboración Propia

Así, se procede a mostrar la ubicación de las estructuras en cada mezzanina, se realiza una vista de planta señalando las dimensiones para asegurar el espacio necesario para la implementación de las mismas.

Figura N° 79. Vista de planta de la propuesta 4 para la mezzanina 1



Fuente: Elaboración Propia

S/E

Finalmente, para los chutes se utilizan 4 láminas de acero para elaborarlos y para los tolvinos se usarán 4 láminas adicionales, los cuales deben ser pintados posteriormente para evitar la corrosión. Las especificaciones del material a utilizar para el chute vienen dadas de la siguiente manera:

- Espesor: 8 mm
- Dimensiones: 2,4 m x 1,2 m
- Calidad: A36

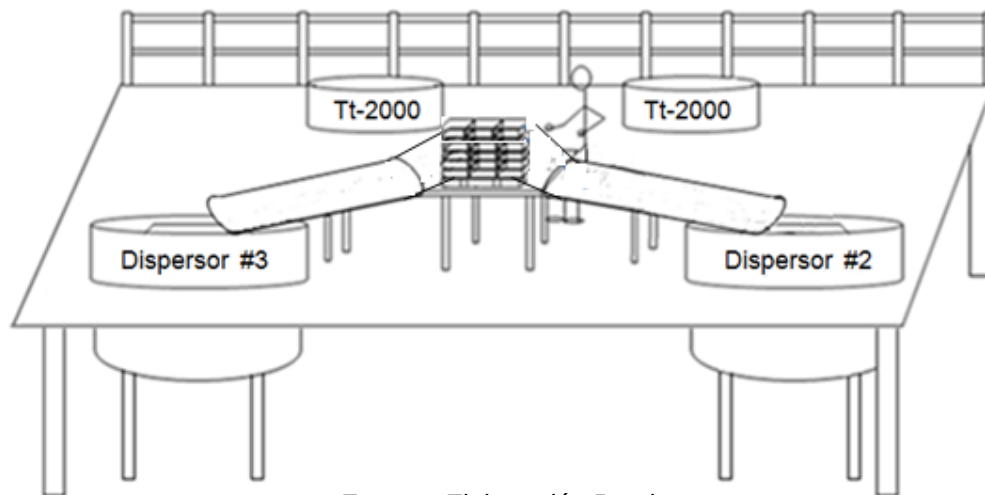
De acuerdo al material y las dimensiones requeridas, incluyendo las dimensiones de la mesa se establece un diámetro 0,76 m para los chutes calculado a través de la ecuación del perímetro de un cilindro que viene dada por:

$$P = 2\pi R \rightarrow R = P / 2\pi$$

Donde: P = Largo de la lámina, entonces $R = 0,38$ m por lo tanto el $\varnothing = 0,76$.

Finalmente, se muestra una isometría para explicar el procedimiento que el operario debe realizar con la implementación de la propuesta; luego de que el montacarguista coloque la paleta sobre la mesa, el operario solo se encargará de romper los sacos para verter el contenido en los chutes sin necesidad de alzarlos ni trasladarlos a la boca del dispensador.

Figura N° 80. Representación gráfica de la propuesta 4



Fuente: Elaboración Propia

6.4.1. Evaluación de la Propuesta N° 4

Para los costos relacionados a esta propuesta se consideran los materiales necesarios para la producción de las piezas que la constituyen, en este caso la mesa para soportar la carga y los correspondientes chutes. La empresa actualmente dispone de unas mesas que eran usadas en el taller de mantenimiento las cuales podrán ser utilizadas como parte de la propuesta.

Tabla N° 52. Costos asociados a la propuesta N° 4

Costo del material (Bs)	Cantidad (unid)	Costo de transporte (Bs)	Costo de producción (Bs)	Costo total (Bs)
21	8	850	5700	6718

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 53. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 4)

	Unidad	Actual	Propuesto
Tiempo de ciclo	min	140	120
Exposición a polvos	min/día	30	0
Movimientos de orden superior	veces/mezcla	50	0
Producción	gal/día	7000	8000
Beneficios	Bs/día	1050000	1200000
Operarios afectados	veces/mes	3	0
Gastos	Bs/año	3000	0

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo de pago se esta propuesta viene dado por:

$$\text{Tiempo de Pago} = \frac{\text{Costo}}{\text{Ahorro}} = \frac{6718 \text{ Bs}}{(12 + 150000) \text{ Bs/día}} = 0,04 \text{ días}$$

Tabla N° 54. Beneficios de la propuesta N° 4

Ventajas	
-Permite realizar la carga sin pérdida de material.	-Elimina movimientos disergonómicos de orden superior.
-Evita el levantamiento de polvo en el área.	-Evita el esfuerzo físico por levantamiento de cargas.
-Facilita la operación de carga.	-Disminuye el tiempo de ciclo de la operación en 15%

Fuente: Elaboración Propia

6.5. Diseño de un dispositivo para el llenado de galones

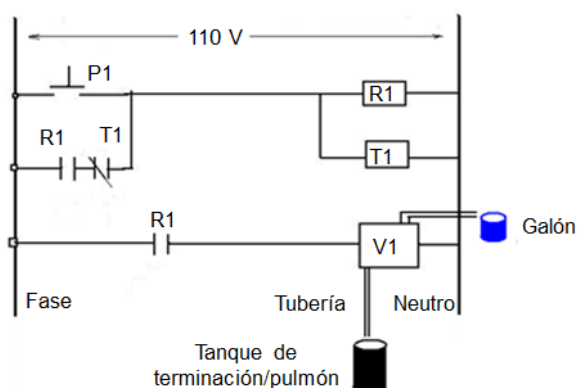
Propuesta N° 5

Actualmente, el proceso de llenado de galones en el área de envasado es manual y a criterio del operario, lo cual lleva a dosificar menos cantidad de pintura de lo requerido en el 6% de la producción y excede la capacidad en el 8% de la misma según las especificaciones del contenido neto del galón, la cual debe ser $3,785 \pm 0,12$ lts.

Esto ocasiona desperdicio de material para la empresa, cuando el envase se llena por encima de la cantidad especificada, y por otra parte genera molestias para el cliente si este se llena por debajo de la cantidad especificada, lo cual posteriormente podría generarle a la empresa desprestigio y pérdida de clientes.

Por lo explicado anteriormente, se procede a diseñar un dispositivo que se encargue de semi-automatizar el proceso de llenado de galones de pintura de caucho. El mismo, está conformado por una válvula solenoide de 2" de diámetro, acoplada a la tubería del tanque pulmón o de terminación (Tanque que suministra la pintura para el llenado de galones) según la mezzanina en la que se realice la operación. La válvula es activada mediante un circuito constituido por un relé de 11 pines, de 10 A, un temporizador de 8 pines, rango 0,5-30 s, y un pulsador normalmente abierto, tal como se muestra en la figura N° 81.

Figura N° 81. Diagrama del circuito eléctrico del dispositivo



Donde:

R1: Resistencias del relé.

T1: Temporizador

P1: Pulsador.

V1: Válvula solenoide.

Fuente: Elaboración Propia

Según datos suministrados por la empresa, el caudal de salida del tanque pulmón es de 1,2 lts/s, lo cual indica que un galón se llena en 3,15 segundos hasta la cantidad especificada dentro del rango de tolerancia, este dato es utilizado para poder graduar el temporizador. Sin embargo, este caudal no es constante ya que el tanque pulmón se vacía por gravedad, lo que implica la adaptación de una bomba al mismo para asegurar la consistencia del caudal y la total efectividad del dispositivo.

El funcionamiento, se basa en presionar el pulsador normalmente abierto para dejar pasar la corriente al relé, el cual alimenta al temporizador y éste a su vez a la válvula solenoide, permitiendo el paso de pintura durante el tiempo programado en el temporizador. Al finalizar el tiempo, el temporizador le manda una señal al relé haciendo que el mismo le corte el paso de corriente a la válvula, deteniendo la salida de pintura al instante. Este proceso se repite tantas veces como galones se produzcan en la jornada de trabajo, lo cual representa en promedio 7000 galones/día.

6.5.1. Evaluación de la Propuesta N° 5

Tabla N° 55. Costos asociados a la Propuesta N° 5

Costo de los materiales (Bs)	Cantidad (unid)	Costo de Instalación (Bs)	Costo total (Bs)
2100	10	5500	26500

Fuente: Elaboración Propia

La empresa cuenta con bombas que cumplen con las características necesarias para ser adaptadas a los tanques pulmón/terminación, por lo que este equipo no representa un costo adicional para la propuesta.

Tabla N° 56. Comparación entre el método actual y propuesto (Propuesta N° 5)

	Unidad	Actual	Propuesto
Movimientos de orden superior	veces/día	14000	0
Tiempo de llenado	s/galón	3,15	2,76
Desperdicio	lts/día	84	0
Costo de desperdicio	Bs/día	2645	0
Producción	gal/día	7000	7980
Beneficios	Bs/día	1050000	1197000

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, se procede a calcular el tiempo de pago estimado de la propuesta, tal como se muestra a continuación:

$$\text{Tiempo de Pago} = \frac{\text{Costo}}{\text{Ahorro}} = \frac{26500 \text{ Bs}}{2645 + (1050000 - 1197000) \text{ Bs/día}} = 0,18 \text{ días}$$

Tabla N° 57. Beneficios de la Propuesta N° 5

Ventajas	
-Elimina movimientos disergonómicos de orden superior.	-Se puede aplicar en todos los procesos de llenado de la planta.
-Elimina los desperdicios de material.	-Disminuye en 13% el tiempo de llenado de la operación.
-Aumenta la satisfacción del cliente, ya que elimina los reclamos por contenido neto del galón.	-Estandarización del proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, en la tabla N° 61 se muestran los costos totales asociados a cada una de las propuestas indicando además el monto total de la inversión requerida. De igual manera en la tabla N° 62 se muestran los ahorros o beneficios esperados con la implementación de cada una de las propuestas descritas anteriormente.

Tabla N° 58. Costos totales de las propuestas

N°	Nombre	Costo Total (Bs)
1	Diseño de una Mesa Elevadora de Tijeras	29198,14
2	Diseño de un programa para la Rotación periódica de los operarios	2000
3	Diseño de un Sistema de Ventilación Forzada	33400
4	Diseño de un dispositivo para el Manejo de Materiales	6718
5	Diseño de un dispositivo para el llenado de galones	26500
TOTAL		97816,14

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 59. Ahorros o beneficios totales de las propuestas

N°	Nombre	Ahorro/Beneficio (Bs/día)
1	Diseño de una Mesa Elevadora de Tijeras	42000
2	Diseño de un programa para la Rotación periódica de los operarios	32
3	Diseño de un Sistema de Ventilación Forzada	181,6
4	Diseño de un dispositivo para el Manejo de Materiales	150012
5	Diseño de un dispositivo para el llenado de galones	149645
TOTAL		341870,6

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

El presente trabajo especial de grado fue llevado a cabo en las líneas de producción del área de pintura de caucho de la empresa Pinturas Flamuko C.A., con el fin de establecer propuestas de mejora que permitan incrementar la productividad y mejorar las condiciones del ambiente de trabajo, identificando para ello los problemas existentes en el área y asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados en dicho trabajo.

Para esto se realizó una descripción de la situación actual de toda el área de estudio, a través de una descripción detallada de los productos, materiales, equipos y herramientas. Además se utilizó la metodología ESIDE para describir cada una de las áreas, se realizaron diagramas de flujo y diagramas de bloque con la finalidad de identificar y comprender como se realizaban todos los procesos y sus respectivos métodos.

Posteriormente, se utilizó un conjunto de herramientas y metodologías que permitieron identificar las causas raíces de los problemas existentes en el área de estudio, empleando el Análisis de la Operación para evaluar los criterios que generan el mayor impacto, lo cual dio como resultado los siguientes: materia prima no estandarizada, temperatura promedio de 34 °C, ventilación escasa con una velocidad del aire de 0,1 m/s, olores penetrantes e irritantes, exposición a polvos químicos durante toda la jornada laboral, movimientos repetitivos y de orden superior y falta de uso de los EPP. A su vez, este procedimiento se complementó con la aplicación de Diagramas de Causa-Efecto.

Para solucionar las problemáticas identificadas durante el análisis se realizaron un conjunto de propuestas de mejora, con las cuales se podrá producir en promedio 2260 gal/día adicionales a los que se producen actualmente, a través de lo siguiente:

- Se diseñó una mesa elevadora doble de tijeras para el área de termoencogible con la que se logra eliminar movimientos repetitivos y de orden superior, elimina las demoras en 100% y permite que el operario realice la actividad dentro de su área normal de trabajo por lo que se arma una paleta adicional al día de 280 galones, lo cual aumenta la producción en un 5% y tiene un tiempo de pago de 0,75 días.
- Se diseñó un programa de rotación periódica para los operarios del área con el cual se logra erradicar el ausentismo, evitar operarios afectados ocasionados por la constante exposición a polvos y actividades repetitivas que requieren esfuerzo físico y así ahorrar en promedio 8000 bs/año por gastos médicos, previniendo a su vez cualquier sanción que pueda causar la falta de acciones correctivas, la cual se paga en un tiempo estimado de 63 días.
- Para evitar afecciones respiratorias y fatiga en los operarios se diseñó un sistema de ventilación forzada que garantice las reposiciones de aire necesarias para las condiciones del área logrando disminuir la temperatura promedio en 15% y eliminar las pérdidas por materia prima dañada, obteniendo un ahorro monetario de 3000 bs/año y un tiempo de pago estimado de 183 días.
- A través de un dispositivo para manejo de materiales en el área de dispersión se logra disminuir el tiempo de ciclo en 15% el cual será aprovechado para incrementar el volumen de producción en 1000 galones en promedio. Por otra parte elimina los movimientos repetitivos de orden superior evitando así enfermedades ocupacionales y gastos médicos alrededor de 3000 bs/año y arroja un tiempo de pago estimado de 0,04 días.
- Para evitar los desperdicios de material en el área de envasado generados como consecuencia del llenado manual de galones, se diseñó un dispositivo de llenado semi-automático que permite eliminar dichos desperdicios en un 100% al igual

que los costos asociados a éstos, los cuales son de 2465 bs/día. También se logra disminuir el tiempo de operación por cada galón en un 13% lo que permite llenar en promedio 980 galones/día adicionales, obteniendo así una estandarización del proceso e incrementando la producción en 14%, para esta propuesta se estimó un tiempo de pago de 0,18 días.

Finalmente, cabe destacar que con la implementación de las propuestas anteriormente expuestas, la empresa está en la capacidad de lograr un aumento en la producción, alcanzando en promedio los 9260 galones/día y asegurar a su vez el bienestar de sus empleados.

RECOMENDACIONES

- Implementar las propuestas de mejora desarrolladas en este trabajo especial de grado, para obtener los beneficios planteados en el mismo.
- Extender el campo de aplicación de las mejoras planteadas en este trabajo a todas las áreas que conforman la empresa para obtener los resultados esperados en cada área y así alcanzar un aumento en la productividad de forma global.
- Promover la estandarización de las materias primas utilizadas a través del establecimiento de relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores para complementar las mejoras planteadas y evitar la dificultad del manejo de materiales.
- Implementar las 5'S como herramienta para establecer la mejora continua dentro de la empresa, permitiendo concientizar a todo el personal involucrado de la importancia y el impacto de promover la estandarización en el área, basada en la limpieza y la organización.
- Balancear las cargas de trabajo de los operarios que laboran en la subárea de pesaje para eliminar el ocio existente como complemento a la mejora de rotación periódica de los operarios e impartir la disciplina necesaria para garantizar la efectividad de las actividades.
- Asegurar el uso de los EPP en todas las áreas de la empresa, para aumentar la seguridad laboral y disminuir así el número de accidentes que ocurren en la misma.
- Mejorar los métodos de trabajo empleados en el área de suministro para disminuir el número de movimientos disergonómicos que se realizan en el

área a través de acciones preventivas que permitan evitar posteriores problemas de salud laboral.

- Establecer un sistema de monitoreo y control posterior a la implementación de las propuestas de mejora para garantizar el sustento a través del tiempo y proponer la mejora continua en todas las áreas.

Anexo 1. Características generales de un ventilador similar al propuesto

VentDepot.com

Características Generales

- Este TurboCentrífugos HelicoBlast VentDepot, ha sido diseñado en dos diámetros de 1000 y 1250 mm.
- Aspas en 100% Aluminio rígido.
- Con sentido del aire motor - hélice.
- Carcasa en placa galvanizada rolado en caliente.
- De 3, 6 ó 9 palas con ángulos de inclinación variables, lo que permite obtener la más completa gama de caudales y presiones.
- Motor con protección IPSS, para protección en ambientes húmedos o polvosos, totalmente cerrado con ventilación exterior.

Aplicaciones

- Extrae: Calor, vapor, humo y olores.
- Para uso en: Túneles, estacionamientos, presurizaciones en conductos, cabinas de ascensores, tiro mecánico de chimeneas, casetas de pintura, procesos industriales en general, minas, etc.

Garantía

- 1 (Un) año de Garantía certificado por escrito en el motor, sujeto a las cláusulas.

HelicoBlast

Ficha Técnica



VentDepot.com

Características Técnicas Específicas

Clave	Caudal a descarga libre		Ø Aspas pulg	No. de Aspas	RPM	Amperaje		Potencia HP	Nivel Sonoro dB	Peso y Dimensión con Empaque de Madera	
	CFM	m3/hr				220V	440V			Kg	cm
MXHBS-001	12353	21000	39	3	1150	9.2	4.6	3	77	80	115x105x86
MXHBS-002	12647	21500	39	3	1150	4.6	2.3	1.5	69	55	115x105x86
MXHBS-003	13000	22100	39	6	1150	6.2	3.1	2	69	69	115x105x86
MXHBS-004	17294	29400	39	3	1150	6.2	3.1	2	71	62	115x105x86
MXHBS-005	17647	30000	39	6	1150	9.2	4.6	3	70	73	115x105x86
MXHBS-006	18235	31000	39	9	1725	26	13	7.5	86	93	115x105x86
MXHBS-007	56100	33000	39	6	1150	15.8	7.9	5	79	92	115x105x86
MXHBS-008	58650	34500	39	3	1725	13.6	6.8	5	85	63	115x105x86
MXHBS-009	59500	35000	39	6	1725	25.2	12.6	7.5	86	73	115x105x86
MXHBS-010	60010	35300	39	6	1150	15.8	7.9	5	71	85	115x105x86
MXHBS-011	20941	35600	39	6	1725	27.6	13.8	10	88	101	115x105x86
MXHBS-012	21176	36000	39	3	1150	9.2	4.6	3	73	66	115x105x86
MXHBS-013	21471	36500	39	6	1725	26	13	7.5	87	86	115x105x86
MXHBS-014	22118	37600	39	9	1150	11.1	5.55	7.5	81	99	115x105x86
MXHBS-015	22353	39000	39	3	1725	25.2	12.6	7.5	87	68	115x105x86
MXHBS-016	24118	41000	39	3	1150	15.8	7.9	5	75	78	115x105x86
MXHBS-017	25765	43800	39	6	1150	22.2	11.1	7.5	72	92	115x105x86
MXHBS-018	25882	44000	39	3	1725	26	13	7.5	89	79	115x105x86
MXHBS-019	26471	45000	39	6	1725	27.6	13.8	10	88	94	115x105x86

Fuente: Todo en Ventilación S.A.

Anexo 2. Tabla de ángulos de deslizamiento

Sustancia	Estado	Clase	Densidad Kg/m3	Promedio lbs/pie3	Angulo deslíz
Café	Granos	C27	560.0	35.0	
	Semill. verdes	C26T	592.0	37.0	25
	Semill. tost.	C16	384.0	24.0	26
	Molido	B26	400.0	25.0	
Cal Hidratada	Polvo	A26YZ	576.0	36.0	43
Caliza	Sin pulverizar	D26YZ	840.0	50.0	40
Caliza	Carburo	D27	1281.0	80.0	
Calcio, óxido (cal)	Polvo		432.0	27.0	43
Caliza	Polvo		1361.0	85.0	42
Caliza	Trit. unif.	D27	1401.0	88.0	25
	Trit. no unif.		1692.0	105.0	35
Caolín	Polvo		500.0	31.0	
Carbón	Bituminoso	D26PT	801.0	50.0	29
	De leña	D37T	400.0	25.0	35
	Antracita unf.	D26T	881.0	55.0	22

Fuente: Gómez E., Manejo de Materiales

Anexo 3. Factores de renovación de aire para sistemas de ventilación



VentDepot
Todo en Ventilación



VentDepot.com
Todo en Ventilación

[Inicio](#) | [Registrate](#) | [Productos](#) | [Servicios](#) | [Materiales](#) | [Especiales](#) | [Precios](#) | [AutoCad](#) | [Orden de Compra](#) | [Obras](#) | [Ofertas](#) | [Seminarios](#) | [La Empresa](#) | [Chat ICQ](#) | [Messenger](#) | [Correo](#) | [Información Técnica](#) | [Sitios de Interés](#) | [Otros](#) | [Lo Nuevo](#) | [Intranet](#) | [Imprimir](#)

Copyright © 1996-2001, [Todo en Ventilación S.A. de C.V.](#) tiene todos los derechos reservados.
 VentDepot México: (52) (55) 5822-1516. TelFax: (52) (55) 5825-0752. mexico@ventdepot.com
 VentDepot Perú: (051) 445-5693. TelFax: (051) 436-7042. peru@ventdepot.com
 VentDepot USA: 4336 Gessener, Houston, Texas, USA. 77041, P.O. Box. usa@ventdepot.com

Temas de Interés: Factores de Renovación de Aire para Sistemas de Ventilación.

Los cambios de aire por hora enlistados a continuación, son de uso recomendable.

Actividad y/o Giro	Renovaciones o cambios de Aire
Albercas Techadas	6 a 14 x hr
Área de Producción: Sin contaminantes	5 a 15 x hr
Área de Producción: Con contaminantes, poco, una o dos veces por semana.	6 a 16 x hr
Área de Producción: Con contaminantes, mucho, una o dos veces por semana.	8 a 19 x hr
Área de Producción: Con contaminantes, diario, intermitente y poco.	7 a 15 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, diario, intermitente y mucho.	10 a 25 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, diario, intermitente, poco y se estanca.	8 a 18 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, diario, intermitente, mucho y se estanca.	11 a 28 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, constante y poco.	15 a 30 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, constante y mucho.	18 a 35 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, constante, poco y se estanca.	16 a 34 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, constante, mucho y se estanca.	19 a 49 x hr.

Fuente: Todo en Ventilación S.A.

Anexo 4. Número mínimo de cambios de aire por hora requerido

Local destinado a:	Número mínimo de cambios por hora
Apartamentos en general	5
Archivos	5
Aulas de clase en general	12
Bancos (Oficinas y público)	8
Barberías	15
Bares	25
Billares	25
Boleras (Bowling)	25
Boites	25
Cafeterías	10
Capillas funerarias	15
Cervecerías	25
Cocinas de restaurantes	30
Cocinas en viviendas	30
Comedores	10
Comercios	10
Cuartos y pasillos	5
Cuartos de hoteles	10
Despachos (Oficinas)	8
Depósitos (generales)	10
Discotecas y similares	25
Dormitorios en general	5
Fábricas (ambiente laboral en general)	10
Farmacias (Preparación de fármacos)	12
Garajes	12
Gimnasios	20
Laboratorios	10
Oficinas públicas	8
Oficinas privadas	10
Peluquerías	20
Restaurantes	10
Sala de conferencias	10
Salas y recibos	5
Salas de baile	25
Salas sanitarias	8
Salones de belleza	15
Teatros y otros sitios de reunión públicos	10
Tiendas por departamentos	12
Viviendas en general	8

Fuente: Norma COVENIN 2250:2000

Anexo 5. Presupuesto de una mesa elevadora similar a la propuesta N° 1



Welcome! Sign in or register.

CATEGORIES ELECTRONICS FASHION MOTORS TICKETS DEALS CLASSIFIEDS

Back to Store | Business & Industrial > Industrial Supply & MRO > Material Handling > Other



Vestil EHLT-4872-3-43 Double Scissor Lift Table

Item condition: **New**
Time left: 1 day 18 hours (Apr 12, 2012 11:32:48 PDT)

Starting bid: **US \$2,767.01** [0 bids]

Enter US \$2,767.01 or more [Place bid](#)

[Add to Watch list](#)

Shipping: Freight - Read the item description or contact the seller for details | [See all details](#)
Item location: **Hayes Trading Co, United States**
Ships to: **Worldwide**

Delivery: Varies for freight shipping

Payments: **PayPal**, Visa/MasterCard, Discover | [See details](#)

Returns: 14 days money back, buyer pays return shipping | [Read details](#)

 **eBay Buyer Protection**
Covers your purchase price plus original shipping.
[Learn more](#)

Fuente: www.ebay.com

Anexo 6. Presupuesto de un ventilador similar a la propuesta N° 3



Buscar

Volver al listado | Servicios > Otros Servicios > Otros




Ventiladores Industriales

  Me gusta 1

BsF 2.800

[Contactar](#)   

Zona de cobertura
Venezuela

Datos de contacto
[HERMANOSVASILE](#)
Teléfono: (0414)3609022 / (0261)7236963
Dirección: calle 96 con avda. 19, Maracaibo, Zulia
E-mail [Página web](#)

Fuente: www.mercadolibre.com.ve

Anexo 7. Presupuesto de material para elaborar la propuesta N° 4



Láminas De Acero 8mm

BsF 21⁹⁰

Artículo nuevo
Lara (Barquisimeto)

Comprar

Reputación del vendedor
GOMEZMERCADO
Vendedor ocasional

Medios de pago
• A convenir

Fuente: www.mercadolibre.com.ve

Anexo 8. Presupuesto de material para elaborar la propuesta N° 5



Pulsador Rojo Metal22mm Ip66 Nc, Xb4-ba42 Schneider Electric

BsF 155⁹⁰

Artículo nuevo
Miranda (Cua)

Comprar

Reputación del vendedor
ORL_GA2006

Fuente: www.mercadolibre.com.ve

Anexo 9. Presupuesto de material para elaborar la propuesta N° 5



[Volver al listado](#) | [Electrodomésticos](#) > [Aires Acondicionados](#) > [Split](#) > 18000 BTUs o más Publicación #40072476



Temporizador Multirango 0,1s - 6h

 [Me gusta](#)

BsF 218⁰⁰

Artículo nuevo
Bolívar (Ciudad Guayana)

[f](#) [t](#) [e](#) [Hacer una pregunta](#)

Reputación del vendedor
[REFROMOCA](#)



Medios de pago

- Tarjeta de Crédito
- Débito Automático
- Depósito Bancario

Medios de envío

- A convenir con el vendedor
- Puede retirarse personalmente. Bolívar (Ciudad Guayana)

Fuente: www.mercadolibre.com.ve

Anexo 10. Presupuesto de material para elaborar la propuesta N° 5



[Volver al listado](#) | [Industrias](#) > [Energía Eléctrica](#)



Base Para Rele

 [Me gusta](#)

BsF 30⁰⁰

Artículo nuevo
Lara (Barquisimeto)

[f](#) [t](#) [e](#) [Hacer una pr](#)

Reputación del vendedor
[IBRALLINO](#)

Vendedor nuevo

Medios de pago

- Efectivo

Fuente: www.mercadolibre.com.ve

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (1999). **El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración** 3era. Edición. Editorial Episteme, Caracas - Venezuela.
- Arias, F. (2004). **El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica** 4ta Edición. Editorial Episteme Caracas - Venezuela.
- Burgos, F. (2003). **Ingeniería de métodos, calidad, productividad**. Cuarta Edición, Clemente Editores C.A. Valencia-Venezuela. Universidad de Carabobo.
- Colaboradores de Wikipedia. **Manufactura esbelta** [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2011 [fecha de consulta: 9 de noviembre del 2011]. Disponible en < http://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing>.
- Colaboradores de Wikipedia. **Mejora continua** [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2011 [fecha de consulta: 9 de noviembre del 2011]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_de_mejora_continua>.
- Colaboradores de Wikipedia. **Productividad** [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2011 [fecha de consulta: 9 de noviembre del 2011]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Productividad&oldid=51181098>>.
- Diego, J y Cuesta, S. (2009). **Método LEST** [en línea]. Ergonautas.com [fecha de consulta: 10 de noviembre del 2011]. Disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>.
- Diego, J y Cuesta, S. (2009). **Método REBA** [en línea]. Ergonautas.com [fecha de consulta: 10 de noviembre del 2011]. Disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>.
- González, S. (2006). **El Método LEST**. Universidad Politécnica de Valencia.

- Hernández y Oviedo (2010). **Propuestas de mejoras en los procesos de producción para el aumento de la productividad en la nueva planta de Ferreplast C.A.** Universidad de Carabobo.
- Illada, R. y Ortiz, F. (2007). **Eliminación Sistémica de desperdicios en 10 pasos.** Valencia, Venezuela. Universidad de Carabobo.
- Martínez, M. (2007). **Venezuela creció pese al dólar oficial** [en línea]. Inpralatina [fecha de consulta: 10 de noviembre de 2011]. Disponible en: <http://www.inpralatina.com/20071210247/articulos/pinturayrecubrimientos/venezuela-crecio-pese-al-dolar-oficial.html>.
- Martínez y Chávez (2008). **Propuestas de mejoras en las líneas de producción de asientos automotrices en una ensambladora de butacas para vehículos (Caso: Lear de Venezuela).** Universidad de Carabobo.
- Piña y Puerta (2004). **Mejoras en los Métodos de Trabajo en el Área de Pintura y Empaque de Amortiguadores (Gabriel de Venezuela).** Universidad de Carabobo.
- Roldán, A. (2001). **Cómo hacer un proyecto de investigación.** Universidad de Alicante.
- Torrealba y Dacal (2010). **Propuestas de mejoras en la línea de pintura, en TRICOLOR, R.L. con el fin de disminuir los desperdicios presentes.** Universidad de Carabobo.