

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE LAVADO Y TINTURADO DE LA EMPRESA DE JEANS "ANDREWS"

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales, producción, identidad, sostenibilidad y tecnologías aplicadas

AUTOR: Kevin David Chicaiza Chiluisa

TUTOR: Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero, Mg.

Ambato - Ecuador

julio - 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE LAVADO Y TINTURADO DE LA EMPRESA DE JEANS "ANDREWS", desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Kevin David Chicaiza Chiluisa estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, julio 2025



Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE LAVADO Y TINTURADO DE LA EMPRESA DE JEANS "ANDREWS" es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, julio 2025



Kevin David Chicaiza Chiluisa

C.C. 0503911729

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, julio 2025



Kevin David Chicaiza Chiluisa

C.C. 0503911729

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Kevin David Chicaiza Chiluisa, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado : PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE LAVADO Y TINTURADO DE LA EMPRESA DE JEANS “ANDREWS”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, julio 2025

Firmado electrónicamente por:
FRANKLIN OSWALDO MAYORGA MAYORGA
Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
DAYSI MARGARITA ORTIZ GUERRERO
Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Daysi Ortiz Guerrero, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Firmado electrónicamente por:
JESSICA PAOLA LOPEZ ARBOLEDA
Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Jessica López Arboleda, Mg
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen de las Mercedes, por ser mi refugio en los momentos de incertidumbre, por sostenerme cuando sentí que no podía más, por darme la fuerza y el aliento para seguir adelante incluso en los días más difíciles. Gracias por no soltarme nunca.

A mis padres, que con su amor inmenso y sus sacrificios silenciosos me enseñaron a luchar con el corazón. Gracias por cada gesto, por cada palabra de aliento, por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro es suyo.

A mis hermanas, por ser mi apoyo incondicional, por la fe que siempre han tenido en mí, por extenderme la mano sin que la pidiera. Gracias por su cariño, por sus palabras sinceras y por estar ahí, en cada paso, en cada caída y en cada victoria.

A mi familia querida —abuelitos, tías, primos— y a mi fiel compañero de cuatro patas, por su amor constante, por cada abrazo, por cada sonrisa que me levantó el ánimo. Gracias por no dejarme solo, por hacerme sentir acompañado incluso en la tormenta. Los llevo en mi corazón siempre.

Kevin David Chicaiza Chiluisa

.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen de las Mercedes, gracias por darme salud y fuerza cada mañana, por sostenerme en mis días más oscuros y llenarme de esperanza para seguir adelante siempre.

A mis padres, mi mayor inspiración y ejemplo de perseverancia, gracias por ser el motor que impulsa cada uno de mis sueños, por su amor incondicional y por apoyarme en cada paso de este camino.

A mis hermanas, Johana y Cinthya, por su apoyo inquebrantable y por acompañarme en cada reto. Su compañía ha sido mi refugio para no rendirme jamás.

A mis amigos, por compartir conmigo risas y lágrimas, por estar junto a mí cuando nadie más lo hacía y por darme su mano en cada duda y obstáculo. Su amistad ha sido el aliento que me sostuvo en los momentos difíciles.

Al Ing. Carlos Sánchez y a todos los docentes que me han guiado, gracias por dedicarme su tiempo, su paciencia y su conocimiento. Su acompañamiento profesional y humano ha sido clave para alcanzar esta meta.

Kevin David Chicaiza Chiluisa

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA ..... **i**

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **ii**

AUTORÍA ..... **iii**

DERECHOS DE AUTOR ..... **iv**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **v**

DEDICATORIA ..... **vi**

AGRADECIMIENTO ..... **vii**

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS ..... **viii**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xiii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xxii**

ÍNDICE DE ANEXOS ..... **xxiv**

RESUMEN EJECUTIVO ..... **xxv**

ABSTRACT ..... **xxvi**

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO **1**

1.1 Tema de investigación 1

1.1.1 Planteamiento del problema 1

1.2 Antecedentes investigativos 3

1.3 Fundamentación teórica 5

1.3.1 Planeación 5

1.3.2 Producción 6

1.3.3 Capacidad de Producción 6

1.3.4 Capacidad de producción a través del tiempo 7

1.3.5 Planeación de la capacidad 8

1.3.6 Tácticas para ajustar la capacidad a la demanda 8

1.3.7 Metodos de pronósticos de la demanda 9

1.3.8 Métricas de validación de los pronósticos 10

1.3.9 Diagrama de Flujo 11

1.3.10 Cursograma analítico 12

1.3.11 Estudio de tiempos 13

1.3.12 Análisis de equipos a emplear para el registro de tiempos 13

1.3.13 Cálculo del número de observaciones 15

1.3.14 Factor de desempeño 16

1.3.15 Tiempo normal 17

1.3.16 Asignación de suplementos 18

1.3.17 Tiempo estándar 20

1.3.18 Diagrama hombre-máquina 21

1.3.19 Programa maestro de producción 22

1.3.20 Planeación aproximada de la capacidad 23

1.4 Objetivos 24

1.4.1 Objetivo general 24

1.4.2 Objetivos específicos....24

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA....25

2.1 Materiales....25

2.2 Métodos....26

2.2.1 Modalidad de la investigación....26

2.2.2 Población y muestra....27

2.2.3 Recolección de información....28

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos....29

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN....30

3.1 Reseña histórica....30

3.2 Ubicación de la empresa....30

3.2.1 Datos generales de la empresa....31

3.2.2 Detalles estratégicos....31

3.2.3 Mapa de procesos....32

3.2.4 Diagrama de recorrido....34

3.2.5 Diagrama de flujo del proceso de producción del área de lavado y tinturado....36

3.2.6 Descripción de los procesos de lavado que realiza la empresa....39

3.2.7 Levantamiento de procesos de área de lavado de la empresa Andrews....45

3.2.8 Estudio de tiempos....56

3.2.9 Determinación del número de observaciones....57

3.2.10 Cursogramas analíticos....58

3.2.11 Valoración del ritmo de trabajo 59

3.2.12 Descripción de las actividades 61

3.2.13 Cálculo del tiempo normal.....62

3.2.14 Cálculo de suplementos 62

3.2.15 Cálculo de tiempo estándar.....63

3.2.16 Resumen del cálculo del tiempo estándar de las operaciones del proceso de lavado de jeans.....64

3.2.17 Diagrama hombre-máquina del proceso de lavado y tinturado de jeans.....65

3.2.18 Agrupación de actividades para la elaboración del diagrama hombre-maquina 66

3.2.19 Diagrama hombre-maquina 67

3.2.20 Resumen del tiempo ciclo del diagrama hombre-máquina 69

3.2.21 Capacidad de producción.....70

3.2.22 Análisis de la demanda de pedidos 74

3.2.23 Programa maestro de producción MPS 78

3.2.24 Plan aproximado de la capacidad.....82

3.2.25 Desarrollo del modelo de planificación de capacidad.....85

3.2.26 Orden de producción 86

3.2.27 Calculos de turnos a emplear.....88

3.2.28 Programa diario de producción.....89

3.2.29 Guía para el uso del programa de producción 93

3.2.30 Calculos de turnos a emplear.....93

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 97

4.1 Conclusiones 97

4.2 Recomendaciones 99

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 100

ANEXOS 102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Métodos para el pronóstico de la demanda [18]. 9

Tabla 2 Número de observaciones recomendadas, segun General Electric 15

Tabla 3 Sistema Westinghouse 17

Tabla 4 Sistema suplementario por descanso 19

Tabla 5 Diagrama hombre-máquina 22

Tabla 6 Recursos materiales empleados en el desarrollo del proyecto 25

Tabla 7 Población 27

Tabla 8 Técnicas y herramientas a utilizar 28

Tabla 9 Datos informativos de la empresa 31

Tabla 10 Procesos de lavado y tinturado de la empresa ANDREWS 40

Tabla 11 Prendas producidas en el año 2024-2025 41

Tabla 12 Porcentaje de participación del Jean y Paper Touch 42

Tabla 13 Proceso de lavado conserva 44

Tabla 14 Proceso de lavado yellow 44

Tabla 15 Proceso de lavado Stone 45

Tabla 16 Levantamiento de proceso recepción y clasificación 46

Tabla 17 Levantamiento de proceso manualidades 46

Tabla 18 Levantamiento de proceso lavado conserva 47

Tabla 19 Levantamiento de proceso lavado yellow 48

Tabla 20 Levantamiento de proceso lavado stone 49

Tabla 21 Levantamiento de proceso centrifugado.....50

Tabla 22 Levantamiento de proceso focalizado 50

Tabla 23 Levantamiento de proceso brosteado 51

Tabla 24 Levantamiento de proceso neutralizado 52

Tabla 25 Levantamiento de proceso secado.....53

Tabla 26 Levantamiento de proceso despacho.....53

Tabla 27 Detalle de los trabajadores en la empresa.....54

Tabla 28 Maquinaria en el área de lavado y tinturado de la empresa.....55

Tabla 29 Mediciones del celular y cronometro 57

Tabla 30 Cálculo del numero de observaciones 58

Tabla 31 Ejemplo del cursograma analitico de recepción y clasificación 59

Tabla 32 Método Westinghouse.....60

Tabla 33 Cálculo del factor de desempeño 61

Tabla 34 Descripcion de actividades 61

Tabla 35 Cálculo de suplementos.....62

Tabla 36 Resumen del cálculo de suplementos.....63

Tabla 37 Estudio de tiempos 64

Tabla 38 Resumen del cálculo del tiempo estándar.....65

Tabla 39 Detalle de operarios y maquinas 65

Tabla 40 Agrupación de actividades.....67

Tabla 41 Diagrama hombre-máquina 68

Tabla 42 Resumen del cálculo del tiempo ciclo 69

Tabla 43 Cálculo del tiempo ciclo 70

Tabla 44 Calculo de la capacidad de producción 71

Tabla 45 Cálculo de la capacidad de producción 71

Tabla 46 Cálculo del tamaño de lote 72

Tabla 47 Tiempo de procesamiento 73

Tabla 48 Tiempo de procesamiento del proceso de lavado conserva 73

Tabla 49 Tiempo de procesamiento del proceso de lavado yellow 74

Tabla 50 Tiempo de procesamiento del proceso de lavado stone 74

Tabla 51 Demanda historia 75

Tabla 52 Métodos de proyecciones 76

Tabla 53 Pronósticos 78

Tabla 54 Programa maestro de produccion MPS 79

Tabla 55 Número de trabajadores y capacidad semanal por operación 81

Tabla 56 Planeación aproximda de la capcidad celula 1 83

Tabla 57 Planecación aproximada de la capacidad celula 2 84

Tabla 58 Planecación aproximada de la capacidad celula 3 84

Tabla 59 Planecación aproximada de la capacidad celula 4 85

Tabla 60 Orden de producción 87

Tabla 61 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de conserva 89

Tabla 62 Cálculo de turnos a emplear por cada operación 89

Tabla 63 Programación de la primera semana de lavado de jeans 92

Tabla 64 Cálculo del número de mediciones de recepcion y clasificacion a través del método estadístico.....105

Tabla 65 Cálculo del número de mediciones de lavado conserva a través del método estadístico 105

Tabla 66 Cálculo del número de mediciones de lavado yellow a través del método estadístico 106

Tabla 67 Cálculo del número de mediciones de lavado stone a través del método estadístico 107

Tabla 68 Cálculo del número de mediciones de neutralizado a través del método estadístico 108

Tabla 69 Cálculo del número de mediciones de focalizado a través del método estadístico 108

Tabla 70 Cálculo del número de mediciones de brosteado a través del método estadístico 109

Tabla 71 Cálculo del número de mediciones de centrifugado a través del método estadístico 109

Tabla 72 Cálculo del número de mediciones de secado a través del método estadístico 110

Tabla 73 Cálculo del número de mediciones de despacho a través del método estadístico 110

Tabla 74 Cursograma analítico de recepción y clasificación.....111

Tabla 75 Cursograma analítico de manualidades.....111

Tabla 76 Cursograma analítico de lavado conserva 112

Tabla 77 Cursograma analítico de lavado yellow 113

Tabla 78 Cursograma analítico de lavado stone 114

Tabla 79 Cursograma analítico de neutralizado 114

Tabla 80 Cursograma analítico de focalizado 115

Tabla 81 Cursograma analítico de brosteado 115

Tabla 82 Cursograma analítico de centrifugado 116

Tabla 83 Cursograma analítico de secado 116

Tabla 84 Cursograma analítico de despacho 117

Tabla 85 Descripción de las actividades de recepción y clasificación 117

Tabla 86 Descripción de las actividades de manualidades 118

Tabla 87 Descripción de las actividades de lavado conserva 118

Tabla 88 Descripción de las actividades de lavado yellow 119

Tabla 89 Descripción de las actividades de lavado stone 120

Tabla 90 Descripción de las actividades de neutralizado 121

Tabla 91 Descripción de las actividades de focalizado 121

Tabla 92 Descripción de las actividades de brosteado 122

Tabla 93 Descripción de las actividades de centrifugado 122

Tabla 94 Descripción de las actividades de secado 123

Tabla 95 Descripción de las actividades de despacho 123

Tabla 96 Cálculo de suplementos de recepción y clasificación 124

Tabla 97 Cálculo de suplementos de manualidades 124

Tabla 98 Cálculo de suplementos de lavado conserva 125

Tabla 99 Cálculo de suplementos de lavado yellow.....125

Tabla 100 Cálculo de suplementos de lavado stone 126

Tabla 101 Cálculo de suplementos de neutralizado 126

Tabla 102 Cálculo de suplementos de focalizado 127

Tabla 103 Cálculo de suplementos de brosteado.....127

Tabla 104 Cálculo de suplementos de centrifugado 128

Tabla 105 Cálculo de suplementos de secado 128

Tabla 106 Cálculo de suplementos de despacho 129

Tabla 107 Cálculo de tiempo estándar para recepción y clasificación 130

Tabla 108 Cálculo de tiempo estándar para manualidades 130

Tabla 109 Cálculo de tiempo estándar para lavado conserva 131

Tabla 110 Cálculo de tiempo estándar para lavado yellow.....132

Tabla 111 Cálculo de tiempo estándar para lavado stone 133

Tabla 112 Cálculo de tiempo estándar para neutralizado 134

Tabla 113 Cálculo de tiempo estándar para focalizado 134

Tabla 114 Cálculo de tiempo estándar para centrifugado.....135

Tabla 115 Cálculo de tiempo estándar para secado.....135

Tabla 116Cálculo de tiempo estándar para despacho 136

Tabla 117 Agrupación de actividades del proceso de lavado conserva.....136

Tabla 118 Agrupación de actividades del proceso de lavado yellow 137

Tabla 119 Agrupación de actividades del proceso de lavado stone 138

Tabla 120 Agrupación de actividades del proceso de neutralizado.....138

Tabla 121 Agrupación de actividades del proceso de brosteado.....139

Tabla 122 Agrupación de actividades del proceso de centrifugado 139

Tabla 123 Agrupación de actividades del proceso de secado 140

Tabla 124 Diagrama Hombre-maquina del proceso de lavado conserva 141

Tabla 125 Diagrama Hombre-maquina del proceso de lavado yellow.....142

Tabla 126 Diagrama Hombre-maquina del proceso de lavado stone 143

Tabla 127 Diagrama Hombre-maquina del proceso de neutralizado 144

Tabla 128 Diagrama Hombre-maquina del proceso de brosteado 145

Tabla 129 Diagrama Hombre-maquina del proceso de centrifugado.....146

Tabla 130 Diagrama Hombre-maquina del proceso de secado.....147

Tabla 131 Tiempo de procesamiento del proceso lavado conserva 148

Tabla 132 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P1.....148

Tabla 133 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P2.....149

Tabla 134 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P3.....149

Tabla 135 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P4.....150

Tabla 136 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P5.....150

Tabla 137 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P6.....151

Tabla 138 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P7.....151

Tabla 139 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P8.....152

Tabla 140 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P1 152

Tabla 141 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P2 153

Tabla 142 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P3 153

Tabla 143 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P4 154

Tabla 144 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P5 154

Tabla 145 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P6 155

Tabla 146 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P7 155

Tabla 147 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P8 156

Tabla 148 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de conserva 160

Tabla 149 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P1 161

Tabla 150 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P2 161

Tabla 151 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P3 161

Tabla 152 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P4 162

Tabla 153 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P5 162

Tabla 154 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P6 162

Tabla 155 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P7 162

Tabla 156 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P8 163

Tabla 157 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P1 163

Tabla 158 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P2 163

Tabla 159 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P3 163

Tabla 160 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P4 164

Tabla 161 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P5 164

Tabla 162 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P6 164

Tabla 163 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P7 164

Tabla 164 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P8 165

Tabla 165 Programación del mes de febrero de lavado de jeans 166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tácticas para ajustar la capacidad de la demanda..... 8

Figura 2 Ejemplo de un diagrama de flujo [22] 12

Figura 3 Ejemplo de un cursograma analítico.....12

Figura 4 Ubicación de la empresa Andrews.....31

Figura 5 Logo empresarial 31

Figura 6 Mapa de procesos del área de lavado de la empresa ANDREWS.....33

Figura 7 Diagrama de recorrido del área de lavado de la empresa ANDREWS.....35

Figura 8 Diagrama de flujo del procesos de lavado y tinturado de la empresa ANDREWS.....37

Figura 9 Diagrama de pareto.....43

Figura 10 Pantalla principal del modelo de planificacion de la capacidad.....93

Figura 11 Orden de producción.....94

Figura 12 Programa de producción.....95

Figura 13 Horas requeridas por semana.....95

Figura 14 Unidades a producir por proceso 96

Figura 15 Comparacion del cronometro profesional y del dispositivo movil.....104

Figura 16 Comparacion del cronometro profesional y del dispositivo movil.....104

Figura 17 Diagramas de flujo del proceso de lavado conserva.....156

Figura 18 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P1 156

Figura 19 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P5 157

Figura 20 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P4 157

Figura 21 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P3 157

Figura 22 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P2 157

Figura 23 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P6 158

Figura 24 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P7 158

Figura 25 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P1 158

Figura 26 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P8 158

Figura 27 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P2 159

Figura 28 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P3 159

Figura 29 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P4 159

Figura 30 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P5 159

Figura 31 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P6 160

Figura 32 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P7 160

Figura 33 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P8 160

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Entrevista.....102

Anexo B. Verificación del cronómetro profesional y del dispositivo móvil 104

Anexo C. Cálculo del número de observaciones a través del método estadístico....104

Anexo D. Cursogramas analíticos del proceso de lavado y tinturado de la empresa ANDREWS.....111

Anexo E. Descripción de las actividades 117

Anexo F. Cálculo de suplementos 123

Anexo G. Estudio de tiempos, cálculo del tiempo estándar.....129

Anexo H. Agrupaciones de las actividades que involucran el uso de máquinas.....136

Anexo I. Diagramas Hombre-maquina 140

Anexo J. Tiempo de procesamiento de los procesos de lavado 147

Anexo K. Diagramas de flujo de los procesos de lavado.....156

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de investigación se desarrolló en la empresa “ANDREWS”, dedicada al procesamiento de lavado de jeans, la cual enfrenta problemas críticos debido a la ausencia de metodologías estructuradas para la planificación de su capacidad. Las operaciones se gestionaban con base en conocimientos empíricos, generando retrasos en las entregas, desorganización en la asignación de recursos y una sobrecarga laboral, evidenciada principalmente en el exceso de horas extras del personal.

Como respuesta, se diseñó un modelo integral de planeación de capacidad enfocado específicamente en el área de lavado, tomando como referencia la demanda pronosticada para febrero de 2025. La metodología incluyó la identificación de productos clave mediante el análisis de demanda, la determinación de tiempos estándar para cada operación del proceso, y la evaluación de la capacidad instalada a través de diagramas hombre-máquina. además, se emplearon herramientas informáticas como Excel y Minitab para la recopilación, análisis de datos y cálculo de indicadores operativos, junto con la documentación técnica necesaria para establecer bases de estandarización en los procedimientos.

Finalmente se elaboró un modelo de planificación de capacidad el cual permite estructurar de manera sistemática y flexible la gestión de la capacidad productiva. Este modelo brinda información detallada y confiable sobre los tiempos requeridos en cada operación del proceso, lo que facilita una programación más precisa de la demanda. A su vez, optimiza la asignación de recursos humanos y técnicos, asegurando un uso eficiente de la capacidad instalada y contribuyendo al equilibrio operativo en función de las necesidades reales del sistema productivo.

Palabras clave: Estudio de tiempo, área de lavado, procesos productivos, operación, planeación de la capacidad.

ABSTRACT

The research project was developed in the company “ANDREWS”, dedicated to jeans washing processing, which faces critical problems due to the absence of structured methodologies for capacity planning. Operations were managed based on empirical knowledge, generating delays in deliveries, disorganization in the allocation of resources and an overload of labor, mainly evidenced in the excessive overtime of the personnel.

Translated with DeepL.com (free version) In response, a comprehensive capacity planning model was designed with a specific focus on the laundry area, taking as a reference the demand forecast for February 2025. The methodology included the identification of key products through demand analysis, the determination of standard times for each process operation, and the evaluation of installed capacity through man-machine diagrams. in addition, computer tools such as Excel and Minitab were used for data collection, analysis and calculation of operating indicators, together with the technical documentation necessary to establish the basis for standardizing procedures.

Finally, a capacity planning model was developed to systematically and flexibly structure the management of production capacity. This model provides detailed and reliable information on the times required for each process operation, which facilitates a more precise scheduling of demand. At the same time, it optimizes the allocation of human and technical resources, ensuring an efficient use of the installed capacity and contributing to the operational balance according to the real needs of the production system.

Keywords: Time study, washing area, production processes, operation, capacity planning.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE LAVADO Y TINTURADO DE LA EMPRESA DE JEANS “ANDREWS”

1.1.1 Planteamiento del problema

La planificación de la capacidad de producción en la industria textil enfrenta diversos desafíos fundamentales. La necesidad de adaptarse a una demanda cambiante, caracterizada por ciclos de vida cortos y tendencias estacionales, plantea problemas significativos en la eficiencia operativa, la puntualidad en las entregas y la rentabilidad. A nivel mundial, la industria también se enfrenta a la presión de gestionar los recursos textiles de manera más responsable, ya que el modelo actual de "usar y tirar" ha resultado en la duplicación de la producción y el consumo, generando 100 millones de toneladas de residuos anuales, de las cuales más de dos tercios terminan en vertederos [1]. Esta dinámica genera graves problemas ambientales y económicos, donde la falta de enfoques efectivos para optimizar la producción y distribución agudiza el impacto negativo [2]. Además, la industria se encuentra rezagada en la adopción de innovaciones tecnológicas y modelos de negocio que fomenten prácticas sostenibles, como la reutilización y el reciclaje, mientras enfrenta un entorno global en constante cambio que exige una transformación hacia un modelo de economía circular [3]. En el contexto regional, la planificación de la capacidad en las industrias de América Latina enfrenta retos significativos, particularmente debido al desajuste entre la capacidad de producción y las fluctuaciones de la demanda del mercado, lo que genera ineficiencias operativas y mayores costos [4]. La falta de sistemas de planificación flexibles limita la capacidad de respuesta ante un entorno cambiante y dificulta la colaboración eficiente con proveedores y subcontratistas [5]. En sectores como el textil, esta problemática se agrava por la variabilidad en la demanda de productos, lo cual obstaculiza la optimización de recursos y la obtención de economías de escala. Además, la infraestructura tecnológica insuficiente y decisiones tácticas y operativas desalineadas con los objetivos estratégicos dificultan que las empresas

latinoamericanas encuentren un equilibrio adecuado entre capacidad y flexibilidad para adaptarse a las exigencias del mercado dentro de un contexto de recursos limitados [6]. La planificación de la capacidad en las industrias de Ecuador enfrenta numerosos desafíos que limitan su eficiencia y competitividad. Entre estos problemas, destaca la falta de personal capacitado, lo que dificulta implementar procesos de planificación avanzados y optimizar la producción [7]. Además, en muchas empresas, especialmente en las pequeñas y medianas, prevalece una desconfianza hacia empleados externos o no familiares, lo que obstaculiza la contratación de talento especializado y reduce las oportunidades de mejora en las operaciones [8]. Otro problema crítico es el desconocimiento de los distintos tipos de capacidad productiva-teórica, instalada, disponible, necesaria y utilizada, lo cual impide que las empresas comprendan su verdadero potencial productivo y limita su capacidad para planificar adecuadamente. Estas deficiencias en la planificación de capacidad afectan tanto la eficiencia como la rentabilidad, ya que las empresas carecen de una visión clara para optimizar sus recursos, adaptar su producción a la demanda y mejorar su sostenibilidad en un entorno altamente competitivo y cambiante [9]. La empresa Andrews enfrenta grandes desafíos en la planificación de su capacidad de producción en el área de lavado y tinturado, lo que impacta de forma negativa tanto su eficiencia operativa como la satisfacción de sus clientes. La falta de una planificación adecuada para atender la demanda ocasiona una distribución desigual de la carga de trabajo, sobrecargando a los equipos y al personal en temporadas de alta demanda. Esta presión adicional, junto con la variabilidad de los procesos y la carencia de procedimientos estandarizados, genera errores frecuentes, retrasos en los tiempos de producción y resultados inconsistentes en la calidad de las prendas. Además, la producción se organiza únicamente en función de la disponibilidad de maquinaria y las demandas urgentes de los clientes, sin considerar factores clave como la mano de obra, el tiempo y los recursos necesarios, lo cual da lugar a periodos de inactividad, un uso ineficiente de los recursos y, en ocasiones, una capacidad sobreestimada a corto plazo. Estas deficiencias afectan la puntualidad de las entregas, generando insatisfacción entre los clientes y poniendo en riesgo la reputación de la empresa.

Para superar estos problemas, la empresa Andrews debe implementar una estrategia integral para mejorar la planificación de capacidad en Andrews tienen el potencial de

abordar estas problemáticas de manera efectiva, optimizando recursos humanos, materiales y tiempos de producción. Esta estrategia busca estandarizar los procesos de lavado y tinturado, estableciendo procedimientos claros que reduzcan errores y mejoren la calidad del producto. Asimismo, permitirá integrar sistemas de monitoreo en tiempo real y herramientas de pronóstico de demanda, lo que facilitará una gestión más eficiente de los recursos y una mejor toma de decisiones. Con estas mejoras, Andrews podrá aumentar su capacidad de respuesta ante las necesidades del mercado, fortaleciendo su competitividad y satisfacción del cliente.

1.2 Antecedentes investigativos

La industria del lavado y tinturado de jeans ha evolucionado por la creciente demanda de productos personalizados y de alta calidad. En este contexto, Andrews destaca por su compromiso con la innovación y excelencia. Para enfrentar desafíos como la variabilidad en los procesos y la eficiencia de recursos, es clave implementar un sistema de pronóstico de demanda que permita anticipar picos y equilibrar la carga de trabajo, estandarizar procedimientos para reducir errores y adoptar tecnologías de monitoreo en tiempo real. Estas acciones mejorarán la calidad, la eficiencia y el cumplimiento de plazos, fortaleciendo la posición de Andrews en el mercado. A continuación, se muestra antecedentes referentes a la temática de investigación.

En la investigación en Ecuatintex propone una planificación de capacidad mediante planeación agregada para responder mejor a la demanda de lavado y tinturado de jeans. A través de observación directa y entrevistas, se detectó que la empresa carece de una estructura documental para gestionar sus recursos. Esto impulsó un análisis detallado del proceso productivo, evaluando tiempos y movimientos y creando diagramas hombre-máquina para definir tiempos estándar y de ciclo en el área de lavado. Con herramientas de pronóstico como Predictor de Crystal Ball y el modelo SARIMA, se estimó la demanda mensual para 2022, ajustando los datos a las variaciones provocadas por la pandemia. En función de estos resultados, se desarrollaron modelos de planeación de capacidad, y el modelo más rentable, basado en trabajo constante con horas extra al 50% y 100%, tuvo un costo estimado de $276.198,53. Esta estrategia permite a Ecuatintex optimizar recursos y prever el número de máquinas y personal necesarios para cubrir la demanda de manera eficiente y sostenible a largo plazo [10].

A su vez, en un análisis para la optimización de la producción mediante un sistema bien estructurado de planificación, programación y control para reducir los costos de manufactura en Flow Sport S.A.S una maquiladora dedicada a la confección de prendas de vestir, especialmente enfocada en la producción de pantalones deportivos. Al analizar el proceso de confección, se detectaron problemas clave, como una comunicación deficiente entre la administración y los empleados, lo que provocaba errores y gastos adicionales. Además, la falta de capacitación hacía que los trabajadores realizaran tareas a su manera, afectando la calidad y eficiencia del proceso. Por ello, se rediseñó la distribución de la planta para reducir los recorridos y el tiempo necesario para fabricar cada prenda, logrando una mejora notable. Con una simulación en Excel, se analizaron costos y tiempos de producción, facilitando una herramienta práctica para la administración al calcular precios y evaluar la cantidad de empleados requeridos para cada lote. Con el sistema de producción propuesto, el costo de fabricar 4000 prendas se redujo en 805.400 pesos comparado con el modelo anterior, incrementando la eficiencia y permitiendo a la empresa ofrecer respuestas más rápidas y competitivas en el mercado [11]. Además, en el proyecto en Crea Jeans Ltda., propone una metodología de planificación estratégica con el objetivo de mejorar su competitividad en el mercado textil. Se enfoca en la planificación de sus procesos clave mediante una estructura organizacional clara, que incluye la definición de misión, visión y valores, y la implementación de un cuadro de mando integral para medir y evaluar el desempeño. Además, se analiza la cadena de valor de la empresa, identificando procesos que pueden ser optimizados o subcontratados, y se plantean tres posibles estrategias para mejorar su posición en el mercado: liderazgo en diferenciación, liderazgo en costos y soluciones integrales. La planificación también incluye la definición precisa de roles y responsabilidades dentro de la organización, buscando alinear a todo el equipo hacia objetivos comunes, lo que permitirá a la empresa aumentar su eficiencia, reducir costos y consolidar su presencia tanto a nivel local como internacional [12]. En un estudio con un enfoque integral y flexible para la planificación de la producción y distribución en la cadena de suministro textil, abordando los desafíos de la demanda impredecible, el ciclo de vida corto de los productos y la estacionalidad. Se establece una planificación táctica que reserva un porcentaje de la capacidad de producción para hacer frente a pedidos de reabastecimiento impredecibles, y se recurre a subcontratistas para productos

estandarizados. Además, se incorpora subcontratación local y horas extras para enfrentar la incertidumbre de la demanda. Los resultados muestran un ahorro de costos del 10% en comparación con las prácticas actuales. El estudio subraya la importancia de planificar de manera flexible, con la capacidad de producción de reserva, para maximizar la eficiencia de la cadena de suministro y garantizar entregas a tiempo. También se destaca que, en futuros estudios, se podría mejorar el enfoque mediante el intercambio de información anticipada entre los minoristas y los productores, lo que permitiría una planificación más precisa y adaptativa. Por último, el enfoque también sugiere que, en un entorno más complejo, se podrían aplicar modelos estocásticos para gestionar de forma más eficaz la incertidumbre en la demanda [7]. Por último, la propuesta de un modelo matemático diseñado para mejorar la planificación de la producción y la capacidad en la industria textil, específicamente en la fabricación de hilo. El modelo toma en cuenta varios factores importantes, como el consumo de agua, la cantidad de personal necesario y la posibilidad de subcontratar, buscando optimizar la producción dentro de las restricciones de capacidad de las tecnologías disponibles, los turnos de trabajo y la gestión del inventario. Se adapta a las demandas estacionales y los tiempos de preparación, y los resultados muestran que, al reasignar producción de turnos poco productivos, se pueden reducir costos sin afectar la eficiencia. Además, el estudio resalta la importancia de utilizar enfoques más avanzados, como la programación estocástica, para gestionar mejor las incertidumbres en las demandas y considerar tecnologías más flexibles para mejorar la eficiencia de la planificación. Los hallazgos sugieren que ajustar la capacidad de producción y optimizar la asignación de recursos puede generar ahorros significativos, mejorando la competitividad de la empresa [13].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Planeación

La planificación es un proceso complejo y multifacético que busca conectar el conocimiento con la acción para mejorar comunidades y territorios. Va más allá de la simple organización, abarcando desde la gestión del uso del suelo hasta la creación de soluciones innovadoras para desafíos urbanos y sociales. Involucra a profesionales,

académicos y actores comunitarios, quienes colaboran para diseñar futuros más sostenibles, equitativos y participativos. A través de la evaluación de planes, la propuesta de nuevas prácticas y la integración de conocimientos de otras disciplinas, la planificación busca no solo entender cómo funcionan las ciudades y regiones, sino también cómo hacerlas mejores para todos. En esencia, es una herramienta que traduce ideas en acciones concretas para construir un mundo más conectado y resiliente [14].

1.3.2 Producción

La producción es un proceso dinámico y multidimensional que transforma recursos en bienes y servicios, adaptándose a diferentes situaciones según las necesidades del mercado y del cliente. No es un proceso lineal, ya que cada etapa puede influir en las demás, desde el diseño del producto hasta la planificación de la capacidad y la ubicación de la planta. Existen diversos tipos de producción, desde la fabricación de proyectos especiales como puentes o aviones, hasta la producción masiva y continua en industrias de alto volumen como la automotriz o la de bienes de consumo. Cada tipo de producción requiere enfoques específicos de planificación y control para 9 optimizar costos, tiempos y calidad. En particular, modelos como la producción bajo pedido se centran en personalizar productos según las especificaciones del cliente, mientras que la producción para inventario se orienta a satisfacer una demanda más estandarizada y constante. Comprender estas diferencias permite diseñar sistemas de producción más eficientes y adaptados a las metas de cada proyecto o industria [15].

1.3.3 Capacidad de Producción

La capacidad de producción se define como el volumen de bienes o servicios que una empresa puede recibir, almacenar o producir en una unidad de tiempo, ya sea tangible o intangible, y varía según el tipo de operación, como el número de pacientes atendidos en un hospital o la cantidad de envases embotellados en una fábrica en un turno [9]. Este concepto es esencial para la planeación estratégica, ya que permite ajustar instalaciones, mano de obra y maquinaria a largo, mediano o corto plazo, asegurando que la producción se alinee con la estrategia de competitividad de la empresa. Además, hay conceptos clave a considerar:

Capacidad efectiva: representa el nivel de producción que un sistema puede alcanzar, teniendo en cuenta factores como la combinación de productos, métodos de programación, mantenimiento y estándares de calidad.

Capacidad de diseño: corresponde al máximo potencial de producción de un sistema en condiciones ideales durante un período específico.

Utilización: indica el porcentaje en que se están empleando actualmente los equipos y demás recursos disponibles [16].

1.3.4 Capacidad de producción a través del tiempo

La capacidad de producción se planifica a largo, mediano y corto plazo, considerando decisiones estratégicas, tácticas y operativas que permiten ajustar recursos e instalaciones según el horizonte de tiempo. A largo plazo, se toman decisiones estratégicas como la expansión de plantas o la adquisición de maquinaria; a mediano plazo, se realizan ajustes tácticos, como la contratación de personal o la reorganización de procesos; y a corto plazo, se implementan acciones operativas para responder a la demanda inmediata, garantizando un equilibrio entre los recursos disponibles y los 10 objetivos de producción [16]. Teniendo esto en cuenta, se analiza la planeación de la capacidad de producción de acuerdo con el horizonte de tiempo:

La **capacidad a largo plazo** abarca más de un año y está relacionada con decisiones estructurales estratégicas que implican una gran inversión. Planificarla correctamente es crucial, ya que influye en la capacidad para responder a la demanda futura. Si se dispone de una capacidad excesiva frente a una baja demanda, los costos operativos serán muy altos; por el contrario, una capacidad insuficiente para satisfacer la demanda puede comprometer la competitividad.

La **capacidad a mediano plazo**, que se planifica entre 6 y 18 meses, incluye decisiones como la contratación o despido de personal, la adquisición de herramientas y maquinaria, y la posibilidad de subcontratar servicios.

La **capacidad a corto plazo** se gestiona de manera diaria o semanal, lo que requiere acciones rápidas y efectivas, como programar horas extras, redistribuir al personal o gestionar el transporte de productos para ajustar la producción planificada con la real.

1.3.5 Planeación de la capacidad

La planeación de la capacidad es el proceso de determinar y gestionar los recursos necesarios, como personal, maquinaria, instalaciones y materiales, para cumplir con los objetivos de producción de una empresa, garantizando una operación eficiente y rentable. Este proceso considera factores como la demanda del producto, su etapa en el ciclo de vida, y la velocidad máxima a la que el sistema puede operar, medida en unidades producidas por unidad de tiempo. Además, incluye el control de capacidad, que implica el seguimiento, comparación y ajuste de la producción según los planes establecidos, con el fin de mantener un flujo de trabajo continuo y alineado con las metas de fabricación y la planificación de materiales [17].

1.3.6 Tácticas para ajustar la capacidad a la demanda

Existen diversas estrategias para alinear la capacidad con la demanda. Estas implican ajustes internos que permiten adaptar los procesos a un volumen específico, en la Figura 1 se muestra las tácticas para ajustar la capacidad a la demanda:

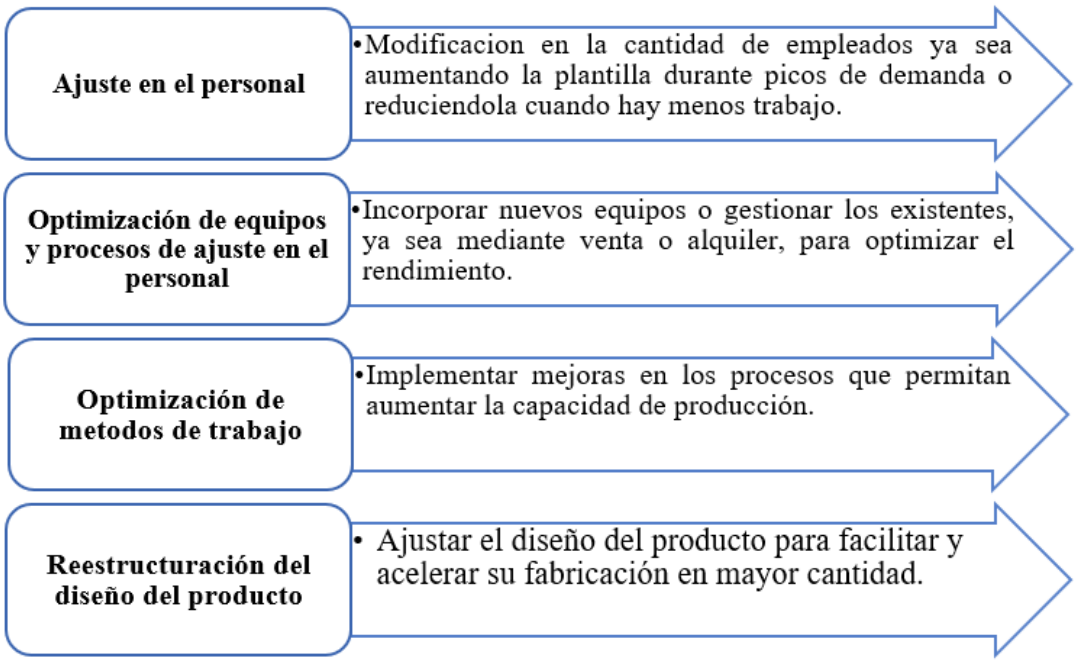


Figura 1 Tácticas para ajustar la capacidad de la demanda

1.3.7 Metodos de pronósticos de la demanda

Un pronóstico es una predicción de eventos futuros que ayuda en la planificación empresarial, especialmente en la gestión de la demanda. Es crucial para determinar los recursos necesarios, programar los existentes y adquirir otros adicionales, optimizando la capacidad de producción, reduciendo tiempos y minimizando inventarios [18]. Dada la creciente competencia global, el avance tecnológico y las preocupaciones medioambientales, generar pronósticos precisos es un desafío. Los métodos de pronóstico incluyen modelos cuantitativos, que utilizan datos históricos para identificar patrones, métodos cualitativos, basados en la experiencia, y enfoques mixtos, que combinan ambos. Estos pronósticos permiten una toma de decisiones más informada y eficiente, como en un restaurante que debe anticipar el número de clientes y sus preferencias para ajustar el personal y los recursos. A continuación, en la Tabla 3, se muestra un guía de métodos para el pronóstico de la demanda según Marisol A, Guerrero:

Tabla 1 Métodos para el pronóstico de la demanda [18].

Método	Descripción	Aplicaciones	Ventajas	Desventajas
Cualitativos	Basados en juicios y experiencias, útiles cuando faltan datos históricos.	Pronósticos para nuevos productos, cambios tecnológicos.	Rápidos de implementar, útiles cuando no hay datos previos.	Menos precisos, dependientes de la experiencia de los expertos.
Método Delphi (Delfos)	Se obtiene consenso de un grupo de expertos mediante rondas de preguntas anónimas.	Proyecciones de ventas, pronósticos a largo plazo, nuevas tecnologías.	Promueve el consenso, permite opiniones expertas sin influencia.	Requiere tiempo y organización, puede ser costoso.
Cuantitativos	Basados en datos históricos para hacer pronósticos matemáticos.	Basados en datos históricos para hacer pronósticos matemáticos.	Precisos cuando hay suficientes datos históricos.	Necesita datos históricos fiables.
Series de Tiempo	Utilizan datos históricos para identificar patrones y tendencias.	Pronósticos de corto plazo.	Simples de usar, eficaces para datos con patrones regulares.	No son útiles si los datos no siguen un patrón.
Enfoque Simple	Usa el último dato observado como pronóstico para el siguiente periodo.	Pronósticos muy cortos, especialmente en situaciones estables.	Fácil de implementar, no requiere mucha información.	No considera tendencias o cambios.

Método	Descripción	Aplicaciones	Ventajas	Desventajas
Promedios Móviles	Calcula el promedio de un número determinado de períodos pasados y lo usa para predecir el siguiente periodo.	Pronósticos de corto a mediano plazo, especialmente sin fluctuaciones estacionales.	Suaviza fluctuaciones, fácil de calcular.	No captura tendencias a largo plazo.
Promedio Móvil Ponderado	Similar al promedio móvil, pero con diferentes pesos asignados a los datos más recientes.	Cuando ciertos periodos recientes tienen más relevancia.	Mejora precisión al asignar diferentes pesos.	Requiere definir correctamente los pesos.
Suavizamiento Exponencial	Se les asigna mayor peso a los datos más recientes, ajustando el pronóstico a medida que llega nueva información.	Pronósticos de corto plazo con sensibilidad a cambios recientes.	Sencillo y rápido, ajusta a cambios recientes.	Depende de la elección del parámetro α (suavización).
Tendencia Lineal	Incluye una tendencia (aumento o disminución sistemática) en los pronósticos.	Pronósticos con tendencias a largo plazo.	Captura tendencias de largo plazo.	Puede ser impreciso si la tendencia cambia.
Regresión Lineal Simple	Establece una relación entre una variable dependiente y una independiente para pronosticar.	Pronósticos basados en una relación causal (p. ej., ventas vs. publicidad).	Relación clara entre variables, puede ser muy preciso.	Requiere que la relación entre variables sea constante.

1.3.8 Métricas de validación de los pronósticos

Una forma de evaluar o validar los modelos de pronóstico es mediante el análisis de los valores residuales, que representan la diferencia entre la demanda real y el valor pronosticado. Estos valores nos permiten entender qué tan cerca o lejos está el modelo de la realidad, lo que nos da una medida clara de su precisión y eficacia.

La Desviación Media Absoluta (MAD) es una medida clave para evaluar la precisión de los pronósticos, ya que nos ayuda a cuantificar el error en las mismas unidades que los datos originales. Al hacerlo, nos da una visión clara de cuán exactos son nuestros

pronósticos en relación con los valores reales. Es una herramienta útil para entender la variabilidad y ajustar los modelos de pronóstico si es necesario.

$$\boldsymbol{MAD} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left| \boldsymbol{Y_t} - \widehat{\boldsymbol{Y}}_t \right|}{\boldsymbol{n}} \qquad [19]$$

El Error Medio Cuadrado (MSD) nos permite medir el promedio de los errores al cuadrarlos. Este valor nos indica qué tan lejos están nuestras predicciones de los valores reales: cuanto más alto sea el MSD, peor será el modelo. Idealmente, un modelo perfecto tendría un MSD de cero, aunque en la práctica, lo más cercano a cero es lo que buscamos, ya que siempre hay algún grado de error.

$$\boldsymbol{MSD} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left(\boldsymbol{Y_t} - \widehat{\boldsymbol{Y}}_t \right)^2}{\boldsymbol{n}} \qquad [20]$$

El Porcentaje de Error Absoluto Medio (MAPE) nos muestra qué tan significativos son los errores de pronóstico en relación con los valores reales de la serie. Este indicador es útil no solo para evaluar la precisión de un modelo, sino también para comparar diferentes técnicas de pronóstico al aplicarlas a dos series distintas, ayudándonos a identificar cuál es más precisa en cada caso.

$$\boldsymbol{MSD} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{\boldsymbol{Y_t} - \widehat{\boldsymbol{Y}}_t}{\boldsymbol{Y_t}}}{\boldsymbol{n}} \qquad [21]$$

1.3.9 Diagrama de Flujo

Un diagrama de flujo, también conocido como flujograma, es una representación gráfica que ilustra los pasos secuenciales de un proceso o procedimiento, utilizando símbolos y flechas para mostrar la relación y el orden de las operaciones [22]. Esta herramienta facilita la comprensión de los procesos al mostrarlos de manera visual, lo que ayuda a identificar problemas como cuellos de botella, duplicidades y puntos de decisión. Además, permite analizar el flujo de recursos y responsabilidades, sirve para capacitar a nuevos empleados y garantiza la continuidad de los procedimientos en caso

de ausencia de responsables. Los diagramas de flujo también aportan valor al proceso, ya que facilitan su revisión y mejora por parte de todos los involucrados, en la Figura 2 se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo horizontal:

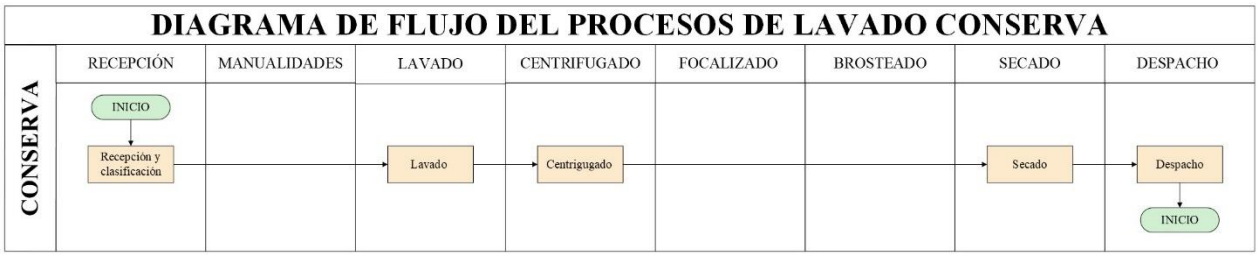


Figura 2 Ejemplo de un diagrama de flujo [22]

1.3.10 Cursograma analítico

El cursograma analítico es un diagrama detallado que representa todas las acciones involucradas en un proceso de trabajo, como operaciones, transporte, inspección, espera y almacenaje, indicando los tiempos y distancias asociadas a cada actividad [23]. A diferencia del diagrama sinóptico, ofrece un nivel de detalle mayor, lo que permite analizar en profundidad el flujo de trabajo. Existen tres tipos principales de cursogramas analíticos: el de operario, que sigue el movimiento de una persona; el de material, que registra la manipulación de los materiales; y el de equipo, que muestra el uso del equipo durante las actividades. Esta herramienta es útil para identificar áreas de mejora en el proceso, optimizando tiempos y recursos, en la Figura 3 se muestra un ejemplo de un cursograma analítico del proceso

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N°:	5	**Hoja N°:**	1 de 1		**RESUMEN**				
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**				
Actividad	Lavado stone	**Operario**	Material		**Transporte**				
Área	Lavado		Equipo		**Inspección**				
Operario					**Espera**				
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**				
Revisado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**			**Distancia (metros)**				
Aprovado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**			**Tiempo (minutos)**				

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (minutos)**	**Símbolos**					**Observaciones**		
N	**Descripción**											
1												
2												
3												
4												
5												

Figura 3 Ejemplo de un cursograma analítico

1.3.11 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para analizar y mejorar la productividad de los trabajadores, evaluando el tiempo que se necesita para realizar una tarea específica bajo condiciones establecidas. Esta técnica, originada a principios del siglo XX por Frederick W. Taylor y los esposos Gilbreth, se enfoca en determinar el tiempo estándar necesario para completar una operación, considerando factores como la fatiga, demoras personales y retrasos inevitables. Su principal objetivo es optimizar el uso de recursos y aumentar la eficiencia, lo cual se logra mediante la medición precisa de las actividades laborales. Para llevar a cabo un estudio de tiempos, se utilizan herramientas como el cronómetro, hojas de observación y equipos auxiliares, y se aplica especialmente cuando se introducen nuevas tareas, se presentan quejas sobre tiempos de operación o cuando se busca mejorar la eficiencia de las máquinas o procesos [24].

1.3.12 Análisis de equipos a emplear para el registro de tiempos

El análisis del instrumento de medición garantiza la precisión y confiabilidad en el registro de los tiempos durante el estudio de los procesos. Para ello, se emplean equipos de medición con alta exactitud y repetibilidad, lo que permite asegurar que los datos obtenidos sean válidos, consistentes y representativos de la realidad operativa.

Error Absoluto promedio

El error absoluto promedio permite evaluar la precisión del instrumento o método utilizado para la medición de tiempos en un estudio de tiempos. Su objetivo es cuantificar, en promedio, la desviación de cada medición respecto a un valor de referencia o valor medio real. Este indicador se calcula mediante la Ecuación 1.

$$\boldsymbol{\varepsilon_{\alpha}} = \frac{\sum(|\boldsymbol{A} - \boldsymbol{B}|)}{\boldsymbol{n}} \qquad (1)$$

Donde:

$\boldsymbol{\varepsilon_{\alpha}}$: error absoluto promedio

A: Valor de la muestra de tiempo con el cronometro del celular poco

B: Valor de la muestra del tiempo con el cronometro Extrech Instruments

N: Cantidad de muestras tomadas

Error relativo

El error relativo permite valorar la exactitud de un instrumento o método de medición en función del valor real observado. Este indicador expresa la desviación promedio de las mediciones en relación con el valor de referencia, en términos porcentuales, facilitando la comparación entre diferentes métodos o equipos. Se calcula mediante la siguiente Ecuación 2.

$$\boldsymbol{\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_{\alpha}}{\overline{X}} * 100\%} \qquad (2)$$

Donde:

$\boldsymbol{\overline{X}}$: Valor real

Los errores en las mediciones suelen originarse principalmente por dos factores: deficiencias humanas y el uso de equipos sin calibración adecuada. Para minimizar estas desviaciones, es fundamental asegurar la correcta calibración de los instrumentos de medición, así como garantizar que el operador cuente con la capacitación necesaria. Además, se recomendable realizar pruebas mediante múltiples mediciones para evaluar la repetibilidad de los resultados y considerar, si es pertinente, la implementación de tecnologías de medición más avanzadas y actualizadas.

1.3.13 Cálculo del número de observaciones

Método General Electric

Las actividades que conforman una tarea y su tiempo de ciclo determinan el número de ciclos que deben observarse en un estudio de tiempos. Aunque los métodos estadísticos convencionales basan el tamaño de muestra en la variabilidad de las mediciones, la General Electric Company desarrolló una tabla con el propósito de facilitar una guía práctica como se muestra en la Tabla 2 siendo practica y rápida para definir el número adecuado de ciclos a estudiar. Esta herramienta fue creada para optimizar los estudios de tiempos en entornos industriales, permitiendo obtener datos representativos sin necesidad de realizar cálculos estadísticos complejos, mejorando así la eficiencia del análisis y la toma de decisiones en la mejora de procesos.

Tabla 2 Número de observaciones recomendadas, segun General Electric

Tiempo de ciclo [minutos]	Numero de observaciones recomendadas
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
40 0 mas	3

Método estadístico

La metodología estadística implementada se fundamenta en la determinación del valor medio representativo para cada actividad operacional mediante técnicas de muestreo estadístico y análisis de variabilidad temporal. El procedimiento requiere observaciones cronometradas iniciales, seguido de la aplicación de la ecuación de dimensionamiento muestral que incorpora el coeficiente de Student (t-distribution) para establecer el tamaño de muestra óptimo. Los parámetros establecidos corresponden a un nivel de confianza del 95,45% (2 desviaciones estándar) con margen de error de ±5%, garantizando estimaciones precisas del tiempo estándar con probabilidad estadísticamente significativa y proporcionando una base sólida para el

cálculo de capacidades productivas, planificación de cargas de trabajo y establecimiento de indicadores de productividad confiables. Esto se lo puede realizar a través de la Ecuación 3.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{(c\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (3)$$

Donde:

n: Número de mediciones a realizar

c: Número de mediciones iniciales

Σ: Suma de valores

X: Valor de las mediciones

1.3.14 Factor de desempeño

El Factor de Desempeño (FD) mediante el sistema Westinghouse constituye una metodología híbrida cualitativa-cuantitativa para la evaluación sistemática del rendimiento operacional del recurso humano en el contexto productivo, fundamentándose en la aplicación de cuatro parámetros de medición que permiten la asignación de valores numéricos ponderados para la calificación objetiva del desempeño laboral.

La **Habilidad** se define como el coeficiente de destreza técnica y competencia operacional que posee el trabajador para ejecutar una tarea específica, considerando su nivel de experticia y capacidad de manejo de equipos.

El **Esfuerzo** representa el grado de energía física, mental y emocional que el operario invierte durante la ejecución de actividades laborales, evaluando la intensidad y dedicación aplicada al proceso.

Las **Condiciones** engloban los factores ambientales, ergonómicos y contextuales que inciden directamente sobre el rendimiento del operario, incluyendo variables como iluminación, temperatura, ruido y disposición del puesto de trabajo.

La **Consistencia** mide el grado de uniformidad y reproducibilidad que mantiene el operador en su desempeño a lo largo del tiempo, evaluando la variabilidad de su rendimiento y la estabilidad de sus tiempos de ejecución, permitiendo establecer un factor de corrección estadísticamente válido para la determinación de tiempos estándar confiables.

Tabla 3 Sistema Westinghouse

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial					
FACTOR DE DESEMPEÑO – MÉTODO DE NIVELACIÓN DE WESTINGHOUSE					
Elaborado por:		Kevin Chicaiza		**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
HABILIDAD			**ESFUERZO**		
0,15	A1	Superhábil	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2	Superhábil	0,12	A2	Excesivo
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Bueno	0,05	C1	Bueno
0,03	C2	Bueno	0,02	C2	Bueno
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2	Regular	-0,08	E2	Regular
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,22	F2	Pobre
CONDICIONES			**CONSISTENCIA**		
0,06	A	Ideal	0,04	A	Perefecta
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buena	0,01	C	Bueno
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio

1.3.15 Tiempo normal

El tiempo normal se determina mediante la agregación de los valores promedio de los tiempos cronometrados para cada actividad operacional, constituyendo la base temporal sin ajustes de desempeño. Para establecer el tiempo del operario aplicable, se requiere la incorporación del Factor de Desempeño (FD) como coeficiente de corrección que normaliza las variaciones individuales del rendimiento observado respecto al desempeño estándar esperado. El cálculo del tiempo normalizado se ejecuta mediante la aplicación de la Ecuación 26 que pondera el tiempo observado con el factor de desempeño.

$$TN = \frac{Tiempo\ trabajo}{Cantidad\ de\ unidades\ producidas} * indice\ de\ desempeño [27]$$

$$TN = TP * FD$$

Donde:

TN Tiempo básico o normal

TP: Tiempo medio observador

FD: Factor de desempeño

1.3.16 Asignación de suplementos

Esta métrica normalizada, desarrollada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), representa un instrumento técnico para el cálculo del **tiempo estándar** a través de la integración de parámetros operacionales que caracterizan las condiciones efectivas del ambiente de trabajo. El sistema incorpora variables multifactoriales que impactan el desempeño laboral, considerando aspectos biométricos y fisiológicos específicos según el género del trabajador, junto con factores ambientales propios del espacio productivo que influyen en la capacidad de rendimiento continuo. La matriz de suplementos de descanso establecida por la OIT define los factores de corrección porcentuales que se deben incorporar al tiempo normal para compensar apropiadamente el desgaste físico progresivo, los intervalos de recuperación fisiológica requeridos, y las exigencias ergonómicas tanto corporales como mentales características de cada posición laboral, asegurando la obtención de estándares temporales técnicamente fundamentados y biológicamente viables.

En la Tabla 4 se especifican los suplementos constantes y variables establecidos en función del género del operario, considerando las diferencias fisiológicas y de capacidad física que pueden influir en el desempeño.

Tabla 4 Sistema suplementario por descanso

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
1. Suplementos constantes	**Hombre**	**Mujeres**
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento por fatiga básica	4	4
2. Suplementos variables	**Hombre**	**Mujer**
A. Por trabajar de pie	2	4
B. Por postura normal		
Ligeramente incómoda	2	3
Incómoda (inclinado)	7	7
C. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)		
D. Peso levantado por kilogramo		
2,5	0	1
5	1	2
7,5	2	3
10	3	4
15	5	8
20	9	13
25	13	20 (max)
30	17	
33,5	22	
E. Iluminación		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
F. Condiciones atmosféricas		
Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías(cm2/segundo)		
16	0	0
14	0	0
12	0	0
10	3	3
8	10	10
6	21	21
5	31	31
4	45	45
3	64	64
2	100	100
G. Tensión visual		

Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión	5	5
H. Ruido		
Sonido continuo	0	0
Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
Sonidos estridentes	7	7
I. Tensión mental		
Proceso algo complejo	1	1
Proceso complejo o de atención dividida	4	4
Proceso muy complejo	8	8
J. Monotonía mental		
Trabajo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
K. Monotonía física		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	2
Trabajo muy aburrido	5	5

1.3.17 Tiempo estándar

Los estándares temporales constituyen métricas fundamentales para la optimización de procesos organizacionales, funcionando como base metodológica para la implementación de técnicas de ingeniería de métodos y análisis de sistemas productivos. Estos parámetros permiten la cuantificación del desempeño potencial tanto del proceso actual como de propuestas de mejora, facilitando la evaluación técnico-económica de inversiones mediante la identificación precisa de restricciones operacionales, cuellos de botella y oportunidades de optimización del flujo productivo. El tiempo estándar se define como el tiempo promedio estadísticamente determinado que requiere un operario calificado, con nivel de competencia técnica apropiado y experiencia operacional suficiente, para ejecutar una actividad específica bajo condiciones normalizadas de operación, considerando factores de desempeño y suplementos por tolerancias. La determinación de este parámetro se realiza mediante la aplicación de la Ecuación 27 que se presenta a continuación, la cual integra los

componentes de tiempo observado, factores de desempeño y la asignación de los suplementos.

$$\boldsymbol{TE = TN * (1 + Suplementos)} \quad [26]$$

Donde:

Ts: Tiempo estandar

TN: Tiempos normal

S: Suplementos

1.3.18 Diagrama hombre-máquina

El diagrama hombre-máquina constituye una herramienta de análisis cronométrico que permite visualizar y sincronizar las actividades simultáneas ejecutadas por el operario y una maquina durante un ciclo de trabajo, facilitando la identificación de tiempos improductivos y oportunidades de optimización en la interacción operario-máquina. Esta técnica posibilita la evaluación del grado de utilización tanto del recurso humano como del equipamiento, permitiendo detectar desbalances operacionales, tiempos muertos y posibilidades de redistribución de tareas para maximizar la eficiencia del sistema productivo.

En la Tabla 5 se muestra un ejemplo del diagrama hombre-máquina

Tabla 5 Diagrama hombre-máquina

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial											
DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA											
Operación	Conserva					**Estudio N**	**3**				
Área	Lavado					**Hoja N**	1 de 1				
Operario	Luis Barrera					**Fecha inicio**	7/4/2025				
Analista	Kevin Chicaiza					**Fecha fin**	11/4/2025				
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**	25/4/2025				
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**	25/4/2025				
Operario 1		**Máquina 1**		**Máquina 2**		**Máquina 3**		**Máquina 4**		**Máquina 5**	
Maquinista		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**	
Uso	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**
5,59	Preparación **M1**	5,38	Inactivo	11,54	Inactivo	17,49	Inactivo	23,44	Inactivo	29,39	Inactivo
0,36	Cargar **M1**	0,36	Cargar **M1**								
5,59	Preparación **M2**	18,95	Lavado conserva M1								
0,36	Cargar **M2**			0,36	Cargar **M2**						
5,59	Preparación **M3**			18,95	Lavado conserva **M2**						
0,36	Cargar **M3**					0,36	Cargar **M3**				
5,59	Preparación **M4**					18,95	Lavado conserva **M3**				
0,36	Cargar **M4**							0,36	Cargar **M4**		
5,59	Preparación **M5**							18,95	Lavado conserva **M4**		
0,36	Cargar **M5**	6,16	Inactivo							0,36	Cargar **M4**
1,10	Ocio									18,95	Lavado conserva **M5**
1,51	Descargar **M1**	1,51	Descargar **M1**	1,51	Inactivo						
1,51	Descargar **M2**	17,85	Inactivo	1,51	Descargar **M2**						
2,93	Ocio			16,34	Inactivo						
1,51	Descargar **M3**					1,51	Descargar **M3**				
4,44	Ocio					11,9	Inactivo				
1,51	Descargar **M4**							1,51	Descargar **M4**		
4,44	Ocio							5,95	Inactivo		
1,51	Descargar **M5**									1,51	Descargar **M5**

1.3.19 Programa maestro de producción

El Programa Maestro de Producción (MPS) constituye un sistema de planificación táctica que se desarrolla mediante dos vías metodológicas: derivación directa del plan agregado de producción con posterior desagregación en productos específicos, o generación autónoma basada en estimaciones individualizadas de demanda para cada referencia de producto final. Este instrumento operacional representa un compromiso firme de manufactura que define volúmenes precisos de productos terminados y sus respectivos cronogramas de fabricación, estableciendo una distinción fundamental con

los pronósticos de demanda al integrar variables operacionales críticas como inventarios actuales, limitaciones de capacidad productiva, disponibilidad de materias primas y tiempos de ciclo de manufactura. La naturaleza ejecutiva del MPS permite ajustes temporales dinámicos en las cantidades de producción según variaciones en las condiciones operacionales, garantizando la factibilidad técnica y económica del programa de fabricación[25].

La configuración del MPS requiere la evaluación integral de la naturaleza del producto y las características del entorno comercial, identificándose tres estrategias operacionales fundamentales: Producción para Inventario (Make-to-Stock), donde las organizaciones manufacturan lotes anticipados manteniendo stocks de productos terminados para optimizar tiempos de respuesta al cliente asumiendo costos de inventario; Producción por Pedido (Make-to-Order), que activa procesos de manufactura únicamente tras confirmación de órdenes específicas; y Ensamble por Pedido (Assemble-to-Order), estrategia híbrida que mantiene componentes intermedios para ensamblaje final según especificaciones del cliente. Cada modalidad estratégica determina diferentes enfoques de planificación, gestión de inventarios y políticas de servicio al cliente, requiriendo configuraciones específicas del MPS para optimizar el desempeño operacional según las características particulares del sistema productivo y las expectativas del mercado objetivo[28]

1.3.20 Planeación aproximada de la capacidad

La incorporación de órdenes productivas en el Programa Maestro de Producción (MPS) requiere la evaluación continua del impacto sobre la carga operacional de los centros de trabajo, proceso conocido como Planificación Aproximada de Capacidad Esta técnica busca identificar intervalos temporales en el horizonte de planificación donde emergen desbalances entre los requerimientos de capacidad y la disponibilidad de recursos manufactureros, necesitando modificaciones en el programa maestro para asegurar la viabilidad operativa del sistema productivo[28]

El proceso de análisis contempla dos estados críticos de desbalance que demandan corrección inmediata: la Subcarga, condición donde la programación de manufactura resulta inferior a la capacidad instalada disponible, ocasionando períodos de ociosidad

y aprovechamiento deficiente de recursos productivos; y la Sobrecarga escenario donde los volúmenes programados exceden la capacidad operativa del sistema, generando saturación operacional e incumplimiento potencial del programa establecido. Estas situaciones exigen reconfiguración temporal del MPS mediante reasignación de cargas productivas, modificación de volúmenes planificados o redistribución de recursos para establecer equilibrio entre demanda programada y capacidad manufacturera efectiva.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Planear la capacidad de producción en el área de lavado y tinturado de Jeans en la empresa “Andrews".

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar las operaciones y las condiciones actuales en las que se desarrolla el proceso productivo en el área de lavado y tinturado de jeans.
- Desarrollar un estudio de tiempos en el proceso productivo del área de lavado y tinturado.
- Plantear una propuesta de mejora de planeación de la capacidad para el área de lavado y tinturado de jeans en la empresa "Andrews".

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Este capítulo describe los materiales utilizados, junto con los métodos y enfoques de investigación aplicados para recopilar y procesar la información necesaria. A través de la tabulación de los datos obtenidos en campo.

2.1 Materiales

Para el desarrollo de esta investigación, se emplearon diversos materiales seleccionados y elaborados por el investigador, con el propósito de cumplir los objetivos planteados. Estos se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6 Recursos materiales empleados en el desarrollo del proyecto

N°	Material	Figura	Descripción
1	Computador		Herramienta esencial para recopilar, procesar y analizar datos, ejecutar software, crear gráficos y redactar el informe.
2	Word		Word utilizada para redactar, estructurar y editar el informe, permitiendo organizar contenido, incluir tablas, gráficos y referencias.
3	Excel		Microsoft Excel utilizado para tabular, organizar y analizar datos, facilitando su procesamiento mediante fórmulas, tablas dinámicas y gráficos.
5	Cronometro		Equipo para medir tiempos en la evaluación de trabajo, procesos y actividades.
6	Cámara del celular		El celular se utilizará como herramienta para capturar evidencia fotográfica, permitiendo documentar de manera precisa y detallada los procesos, actividades y resultados relacionados con la investigación.

7	Tablero manual		Utilizado como base para sostener las hojas de registro de tiempos
8	Cuaderno		Utilizado para registrar notas y observaciones durante los días de recolección de datos en la empresa.
9	Esfero		Utilizados para registrar observaciones y tiempos durante el proceso de recolección de datos.

2.2 Métodos

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque **cuali-cuantitativo** donde enfoque **cuantitativo** se aplicó mediante recopilación de datos numéricos para la elaboración del estudio de tiempos, evaluación de la capacidad de producción y análisis estadísticos. Por otro lado, el enfoque **cualitativo** se incorporó a través de entrevistas y observaciones directas a los trabajadores, con el fin de comprender sus métodos de trabajo, identificar dificultades operativas y evaluar factores que pueden influir en el rendimiento. Todos estos elementos permitieron analizar de manera precisa la capacidad de producción del área de lavado, identificando las limitaciones del proceso y contribuyó al cumplimiento de los objetivos planteados en el estudio.

2.2.1 Modalidad de la investigación

Para abordar la problemática planteada, es fundamental emplear las siguientes modalidades de investigación:

Investigación Aplicada: Este tipo de investigación se centró en poner en práctica conocimientos teóricos, avances tecnológicos y técnicas investigativas para resolver problemas concretos. En este proyecto, se aprovecharon herramientas como cursogramas, diagramas de Pareto y otras metodologías propias de la gestión de operaciones. Estas herramientas permitieron analizar y optimizar procesos, generando

soluciones prácticas y efectivas para mejorar el desempeño y alcanzar los objetivos planteados.

Investigación de campo: Este enfoque implicó trabajar directamente en el entorno donde ocurre la problemática, permitiendo a investigador observar de cerca los hechos y comprender la situación de manera directa y tangible. En este caso, se buscó recopilar información clave sobre diferentes aspectos de la empresa, como su razón social, clasificación, procesos productivos y otros elementos esenciales. Este tipo de estudio garantizo una comprensión realista y fundamentada de la situación.

Investigación bibliográfica documental: Complementando el análisis de campo, esta modalidad se centró en la recopilación de información a través de diversas fuentes confiables, como libros, revistas y registros. Aunque gran parte de los datos provienen de la observación directa, es crucial respaldarlos con fundamentos teóricos sólidos, integrados en el marco teórico del proyecto. Esto asegura un enfoque equilibrado y bien estructurado en el análisis.

2.2.2 Población y muestra

Para esta investigación, la población estuvo conformada por los trabajadores operativos del área de lavado y tinturado de la empresa ANDREWS. A continuación, se detalla la composición de dicha población en la Tabla 7.

Tabla 7 Población

Área	Tipo de mano de obra	Número de trabajadores
Lavado	Lavandero	1
Manualidades	Operario de maquina Focalizador	1
Brosteado	Brosteado Lavandero auxiliar	1
Secado	Secador Maquinista Despachador	1
	Total	**4**

2.2.3 Recolección de información

Para analizar la capacidad de respuesta frente a la demanda de una empresa dedicada al lavado y tinturado de jeans, se implementaron diferentes actividades, técnicas y herramientas, detalladas en la Tabla 8. Estas permitieron recopilar información clave sobre los procesos actuales, identificar posibles limitaciones y proponer mejoras en función de los requerimientos del mercado.

Tabla 8 Técnicas y herramientas a utilizar

Objetivo General	Objetivos	Actividades	Técnica	Herramienta/ instrumento
Planear la capacidad de producción en el área de lavado y tinturado de Jeans en la empresa "Andrews".	Analizar las operaciones y las condiciones actuales en las que se desarrolla el proceso productivo en el área de lavado y tinturado de jeans.	Descripción de la infraestructura y equipos del área de lavado y tinturado.	Análisis de documentos.	Lista de verificación para registrar el estado de las instalaciones y equipos.
		Revisar los registros históricos del plan de producción	Entrevista con el equipo de planificación y producción.	Reportes físicos o digitales de producciones anteriores.
		Realizar un inventario de los recursos críticos: maquinaria, insumos, personal.	Revisión documental.	Formato de inventarios
	Desarrollar un estudio de tiempos en el proceso productivo del área de lavado y tinturado	Identificar las operaciones clave del proceso productivo.	Entrevistas y encuestas a los operarios.	Plantillas de diagrama de flujo, cuestionarios y guías de entrevista
		Definir el método de medición y establecer las condiciones estándar.	Estudio de tiempos con cronometro.	Cronometro digital o analógico. Formato de registro de tiempos
		Análisis de los datos recopilados para detectar cuellos de botella o áreas de mejora	Análisis de Pareto.	Software de análisis de datos: Minitab, SPSS, Excel.
	Plantear una propuesta de mejora de	Evaluación de la capacidad actual de la empresa.	Análisis de la capacidad de producción.	Hojas de cálculo Excel.

	planeación de la capacidad para el área de lavado y tinturado de jeans en la empresa "Andrews".	Desglosar los procesos para el plan maestro de producción, considerando demanda y capacidad.	Análisis de documentos y recolección de datos cuantitativos.	Fuentes de consulta Software Excel
		Realizar un plan aproximado de la capacidad requerida y recursos disponibles para cumplir con la demanda	Análisis de documentos y recolección de datos cuantitativos.	Fuentes de consulta Software Excel
		Diseño de la propuesta de planeación de la capacidad.	Programación de la capacidad.	Software Excel

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Herramientas como Excel fueron esenciales para procesar y analizar datos cuantitativos, como las cantidades producidas en años previos, lo que facilita la evaluación tanto de la capacidad de producción como de la demanda futura. Además, para realizar un análisis más preciso de los pronósticos y errores asociados, se emplean programas especializados como Minitab, que está diseñado para crear modelos de pronósticos. La información se registró y documentó utilizando Microsoft Word.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Reseña histórica

La empresa Andrews fue fundada en 2011 con un enfoque claro en la producción de prendas de alta calidad, iniciando como un pequeño emprendimiento con recursos limitados y maquinaria básica. En sus primeros años, operaba en un local modesto, donde las operaciones eran manuales y la producción, aunque eficiente, no era lo suficientemente grande para competir a gran escala. Sin embargo, gracias a la visión emprendedora de su fundador y al arduo trabajo de su equipo, la empresa experimentó un crecimiento sostenido. Con el paso del tiempo, Andrews dio un paso importante al mudarse a una nueva planta en el sector Ladrillo, lo que permitió no solo una expansión física, sino también la implementación de nuevas tecnologías y maquinaria avanzada, lo que aumentó significativamente la capacidad de producción. Esta modernización de sus instalaciones y procesos fue clave para mejorar la calidad de sus productos y ampliar su presencia en el mercado. Durante estos primeros años de crecimiento, Andrews se destacó por su compromiso con la innovación y la mejora continua, lo que le permitió ganarse la confianza y preferencia de sus clientes. Hoy en día, Andrews es una empresa reconocida y de renombre en la industria, destacándose por su compromiso con la calidad, innovación y resiliencia empresarial, siendo un ejemplo de superación y éxito dentro de la industria textil.

3.2 Ubicación de la empresa

La empresa Andrews se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, específicamente en el cantón Pelileo, dentro del sector conocido como Ladrillo.



Figura 4 Ubicación de la empresa Andrews

3.2.1 Datos generales de la empresa

La información recopilada de la empresa **Andrews S.A.** es fundamental para el desarrollo de la investigación, ya que permite garantizar un análisis preciso y objetivo. En la Tabla 9 se presenta un resumen detallado de la información general de la empresa.

Tabla 9 Datos informativos de la empresa

Andrews	
Figura 5 Logo empresarial	
Gerente-Propietario	José Moisés Garces Paredes
RUC	1802671568001
Actividad económica	Fabricación de prendas de vestir de telas tejidas, de telas no tejidas, entre otras, para hombres, mujeres, niños y bebes: uniformes, ropa de trabajo, etc.
Provincia	Tungurahua
Ciudad	Ambato
Barrio	Ladrillo
Celular	0996449324
Correo electrónico	Jg_andrews2011@hotmail.com

3.2.2 Detalles estratégicos

La empresa **Andrews S.A.** fortalece su identidad corporativa a través de la definición de su visión, la cual orienta sus objetivos estratégicos. De igual manera, comunica de

manera efectiva su misión, asegurando su alineación con los valores organizacionales y su transmisión tanto a los colaboradores como a los clientes.

Misión

Ofrecer productos textiles de alta calidad, innovando constantemente en procesos de lavado y tinturado de jeans, con un compromiso firme hacia la eficiencia, la sostenibilidad y la satisfacción del cliente.

Visión

Ser reconocidos como líderes en el sector textil nacional, destacando por nuestra excelencia operativa, responsabilidad ambiental y capacidad de adaptación a las demandas del mercado.

Producción de la empresa

La empresa Andrews opera con una jornada laboral estándar de 8 horas diarias, ampliando su horario mediante trabajo extraordinario en períodos de alta demanda. Su producción está directamente influenciada por la estacionalidad del mercado, registrando un incremento significativo en fechas clave como Carnaval, Día de la Madre, Día del Niño, Navidad y Fin de Año. En términos de capacidad productiva, el proceso de lavado y tinturado alcanza un promedio anual de 17,231 prendas, las cuales pueden estar confeccionadas en distintos tipos de textiles, incluyendo jeans, paper touch, stretch y telas rígidas, adaptándose a las exigencias del mercado y a las necesidades de sus clientes.

3.2.3 Mapa de procesos

Con el propósito de identificar los procesos operativos del área de lavado y tinturado en la empresa Andrews, se elaboró un mapa de procesos, representado en la Figura 6 que sirvió como base para el desarrollo del presente estudio. Estos procesos constituyen una etapa crítica en la transformación de la materia prima en productos finales, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y las especificaciones exigidas por los clientes.



Figura 6 Mapa de procesos del área de lavado de la empresa ANDREWS

Procesos estratégicos. – En estos procesos se ha considerado la gestión financiera y la gestión de marketing, cada una con un rol fundamental en el crecimiento de la empresa. La gestión financiera se encarga de la asignación eficiente de recursos. Por su parte, la gestión de marketing contribuye al posicionamiento de la empresa y al análisis del mercado, permitiendo adaptarse a las tendencias y necesidades de los clientes. En conjunto, ambas áreas facilitan una toma de decisiones estratégicas, impulsando la competitividad y el desarrollo de la empresa.

Procesos operacionales. – Se componen de los procesos de recepción y clasificación, manualidades, lavado, centrifugado, focalizado, brosteado, neutralizado, secado y despacho. Estas etapas son fundamentales para la ejecución eficiente de las estrategias establecidas, asegurando la transformación de las prendas conforme a los estándares de calidad, especificaciones requeridas y demanda del mercado.

Procesos de soporte. - Se integran áreas clave como diseño, gestión de recursos humanos, gestión de mantenimiento y gestión de compras y abastecimiento, las cuales son esenciales para garantizar la eficiencia y el óptimo desempeño de los procesos operativos. Estas funciones aseguran la disponibilidad de recursos y la continuidad de las operaciones.

3.2.4 Diagrama de recorrido

Para identificar el flujo operativo dentro de la planta, se elaboró un diagrama de recorrido, representado en la Figura 7. Este permitió visualizar el trayecto seguido por las prendas a lo largo del proceso, así como el desplazamiento de los operadores en sus actividades, proporcionando una representación clara de los movimientos y facilitando el análisis del flujo de trabajo.

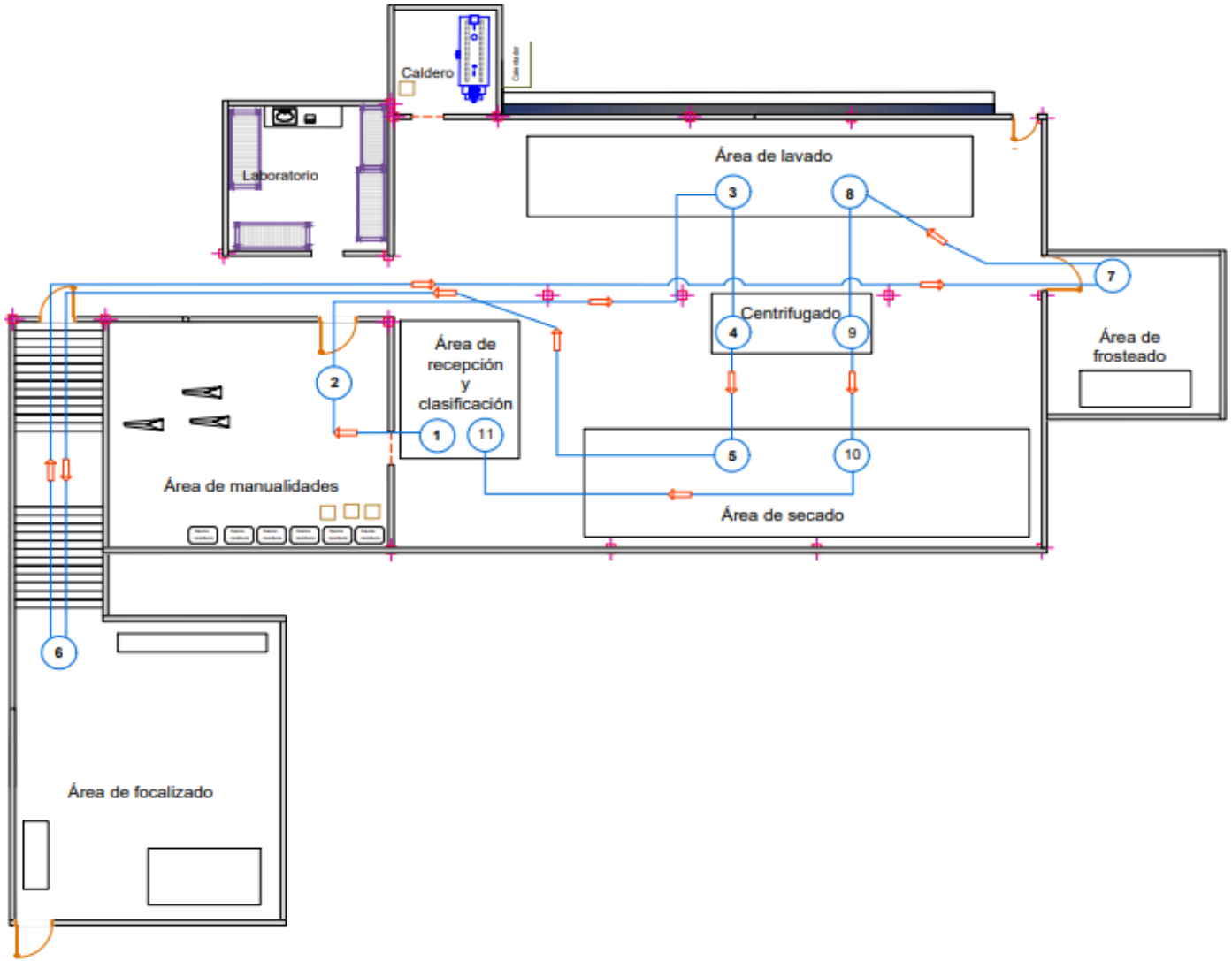


Figura 7 Diagrama de recorrido del área de lavado de la empresa ANDREWS

3.2.5 Diagrama de flujo del proceso de producción del área de lavado y tinturado

Andrews opera con una distribución de planta por proceso, organizada en seis áreas fundamentales dentro de su sistema productivo: recepción, manualidades, lavado, focalizado, brosteado y secado. El flujo de producción se ajusta en función del tratamiento requerido para cada lote de prendas, lo que permite la omisión de ciertas etapas, como manualidades, focalizado o brosteado, según las especificaciones del acabado final. En la Figura 8 se presentan las operaciones de cada área, junto con un diagrama de flujo que representa la secuencia y la interrelación de los procesos involucrados en el servicio de lavado, proporcionando una visión clara de la dinámica productiva de la empresa.

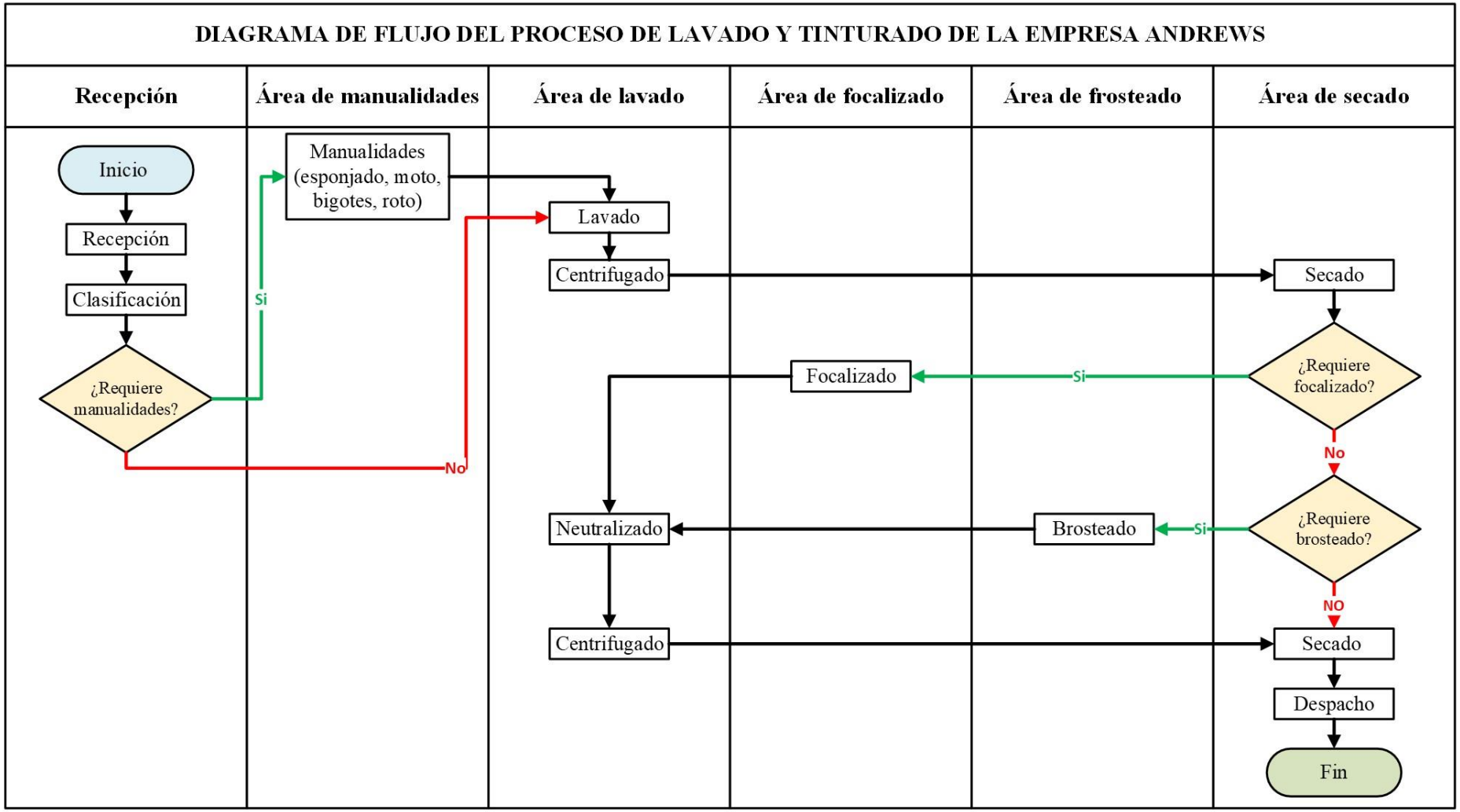


Figura 8 Diagrama de flujo del procesos de lavado y tinturado de la empresa ANDREWS

Recepción y clasificación

En esta etapa, el operador clasifica las prendas por talla y las agrupa en lotes equilibrados de 5 a 7 pantalones, según el peso y tipo de prenda, para optimizar el proceso de lavado. Se mantiene un peso uniforme en todos los lotes para garantizar consistencia en la producción. Finalmente, el gerente asigna a cada lote el proceso correspondiente mediante un masque, considerando el tipo de lavado, manualidad o acabado de color requerido.

Manualidades

En esta etapa, se llevan a cabo diversas modificaciones en las prendas según las especificaciones detalladas por el gerente. Las modificaciones varían dependiendo de los requisitos, y generalmente incluyen detalles como moto, bigotes, rotos, entre otros, para cumplir con los acabados solicitados.

Lavado

En el proceso de lavado, los lotes previamente clasificados y organizados, junto con aquellos procesados en el área de manualidades, son cargados en las lavadoras. En este punto, se añaden productos químicos específicos para llevar a cabo el tratamiento correspondiente. Dependiendo de las características de cada lote, se aplican diversos procesos de acabado, como stone, yellow, colores directos, entre otros, ajustándose a las variaciones de color y tono según el tipo de tela y los requisitos del diseño y cliente.

Centrifugado

En este proceso, las prendas son colocadas en la máquina centrifugadora con el objetivo de extraer la mayor cantidad de agua posible de las prendas, mediante la aplicación de alta velocidad de rotación. Esto permite reducir la humedad residual, facilitando el proceso de secado.

Focalizado

En este procedimiento, se aplica permanganato mediante un soplete de aire comprimido, en zonas específicas de las prendas. Este tratamiento químico produce un tono más claro en las áreas tratadas, efecto que se intensifica tras un lavado subsecuente, alcanzando el acabado visual deseado.

Brosteado

En este proceso se colocan piedras pómez impregnadas con permanganato dentro de una lavadora horizontal. Posteriormente, se introduce la prenda, la cual es tratada durante un tiempo determinado, bajo condiciones controladas de movimiento y fricción. El objetivo de este proceso es crear un efecto desgastado o envejecido en la prenda, simulando el uso prolongado, mediante la abrasión de las piedras sobre el tejido y la acción química del permanganato. El resultado final es una alteración visual de la prenda, logrando tonos más claros en las áreas de mayor fricción, lo que genera un acabado de tipo desgastado o vintage.

Neutralizado

El neutralizado se aplica generalmente a las prendas que han sido sometidas a los procesos de focalizado o brosteado. Durante este procedimiento, se incorporan químicos neutralizantes, como el metabisulfito o neutralizantes específicos, con el fin de detener la acción del permanganato y ajustar la tonalidad final de las prendas. Este paso es crucial para estabilizar el color y lograr el acabado deseado, previniendo efectos no deseados y asegurando la uniformidad cromática tras los tratamientos previos.

Secado

En esta área, los lotes de prendas se someten a un proceso de secado para eliminar la humedad residual presente en cada una de ellas, asegurando la adecuada preparación para las siguientes etapas del proceso de producción.

Despacho

Una vez finalizado el proceso de secado, el operario clasifica y organiza las prendas según los lotes previamente establecidos, y posteriormente las traslada al área de recepción para su entrega y posterior procesamiento.

3.2.6 Descripción de los procesos de lavado que realiza la empresa

La empresa Andrews cuenta con procesos especializados en lavado y tinturado de prendas, permitiendo obtener una amplia gama de colores según el tipo y la

concentración de los productos químicos utilizados. La selección del proceso adecuado depende de las características específicas de cada prenda y del acabado deseado.

Dado que muchos de los procesos comparten actividades similares tanto a nivel operativo, uso de maquinaria y la aplicación sobre la tela, la clasificación de los lavados se realiza con base en el criterio y la experiencia del técnico responsable del área.

Para facilitar la gestión y el análisis de estos procesos, se agruparon en familias según su aplicación en las telas. En Tabla 10 se presenta un resumen los diferentes procesos de lavado utilizados en la empresa

Tabla 10 Procesos de lavado y tinturado de la empresa ANDREWS

Proceso de Lavado		
Familia	**Aplicación**	**Procesos**
Paper touch	**Colores Directos**	Beige, Beige 2, Beige claro, Mostaza, Pardo
	Colores Reactivos	Negro, Negro reactivo, Beige 2 reactivo, Beige reactivo, Verde perla, Verde militar, Arenado, Verde, Plomo oscuro, Plomo verdoso, Azul marino, Menta, Fucsia, Hueso, Crema, Café claro, Rojo salmón, Rosa, Miel
Jeans	**Conserva**	Conserva, Conserva con brillo, Conserva Negro
	Yellow	Yellow focalizado, Yellow focalizado 1/2 moto, Yellow medio broster, Yellow stone focalizado moto, Yellow stone focalizado, Yellow medio focalizado, Yellow focalizado moto
	Stone	Stone 1 focalizado moto, Stone 2 1/2 focalizado, Stone 2 1/2 focalizada moto, Stone 1/2 focalizado azulada moto, Stone 2 brosteado, Stone focalizado moto azulado, Stone brosteado, Stone azulado focalizado, Stone azulado focalizado moto, Stone focalizado moto, Stone focalizado, Stone brosteado azulado, Moto sucio 2, Stone brosteado azulado, Stone focalizado sucio 2

Análisis para la selección proceso de lavado

El análisis se enfocó en la selección de los procesos más representativos en términos de volumen de producción dentro de la empresa, considerando la cantidad de prendas fabricadas durante los años 2024 y 2025. Para ello, se llevó a cabo un estudio de participación por familias, clasificadas en paper touch (tela blanca utilizada para la aplicación de colores directos y reactivos) y jeans (tela empleada en la aplicación de conserva, yellow y stone). Se evaluó el porcentaje de participación de cada familia dentro del total de producción.

Es importante señalar que, debido a restricciones de confidencialidad, el análisis se basa exclusivamente en la cantidad de unidades producidas mensualmente, como se evidencia en la Tabla 11.

Tabla 11 Prendas producidas en el año 2024-2025

Prendas producidas en el año 2024-2025			
Mes	**Jeans**	**Paper touch**	**Total, de prendas producidas mensuales**
Enero	7,392	4,880	12,272
Febrero	7,469	3,031	10,500
Marzo	10,715	2,285	13,000
Abril	13,655	2,345	16,000
Mayo	16,421	1,579	18,000
Junio	16,499	3,501	20,000
Julio	21,401	4,599	26,000
Agosto	16,761	6,239	23,000
Septiembre	12,777	3,223	16,000
Octubre	18,752	1,248	20,000
Noviembre	17,971	2,029	20,000
Diciembre	9,504	2,496	12,000
Enero	16,120	1,070	17,190
Total	185,437	38,525	223,962

Para calcular el porcentaje de participación por familias, se consideró el total de unidades producidas durante los años 2024 y 2025. El análisis se llevó a cabo con el objetivo de determinar la contribución de cada familia en relación con el total de la producción, como se puede observar a continuación.

$$Porcentaje\ de\ participación\ = \frac{Unidades\ producidas}{Total\ de\ unidades} * 100$$

- Porcentaje de participación de los jeans

$$Porcentaje\ de\ participación\ Jens\ = \frac{185{,}437}{223{,}962} * 100$$

$$Porcentaje\ de\ participación = 82{,}80\%$$

- Porcentaje de participación de paper touch

$$Porcentaje\ de\ participación\ Jens\ = \frac{38{,}525}{223{,}962} * 100$$

$$Porcentaje\ de\ participación = 17{,}20\%$$

Se observa que el porcentaje de participación del proceso Paper Touch es del 17,20%, lo cual indica una participación relativamente baja, mientras que el proceso de Jeans alcanza un 82,80%, lo que refleja una participación significativamente más alta. Según el operador, el proceso Paper Touch se lleva a cabo únicamente una o dos veces por semana, en función de la demanda o los pedidos específicos de los clientes. En contraste, el proceso de lavado de Jeans se realiza con mayor frecuencia debido a su alta demanda dentro de la empresa. En consecuencia, el análisis de los procesos de lavado se centra principalmente en los procedimientos de Conserva, Yellow y Stone, los cuales presentan una mayor demanda y volumen de producción.

Diagrama de Pareto para el tipo de familia con mayor demanda

En la Tabla 12 se detalló las cantidades de producción según el tipo de familia, proporcionando los datos necesarios para el análisis de Pareto. Esta información permitió identificar y priorizar el proceso con mayor impacto en la producción, facilitando la toma de decisiones estratégicas para la optimización del proceso.

Tabla 12 Porcentaje de participación del Jean y Paper Touch

Familia	Producción	%Porcentaje	%Acumulado
Jean	185,437	82,80%	82,80%
Paper Touch	38,525	17,20%	100%
Total	**223,962**	**100%**	

La Figura 9 se presenta el análisis de Pareto, permitiendo identificar la familia de productos con mayor demanda y, en consecuencia, su impacto en la generación de beneficios para la empresa. Esta representación gráfica, basada en el principio 80/20, facilita la priorización de los elementos clave que contribuyen significativamente a los resultados operativos.

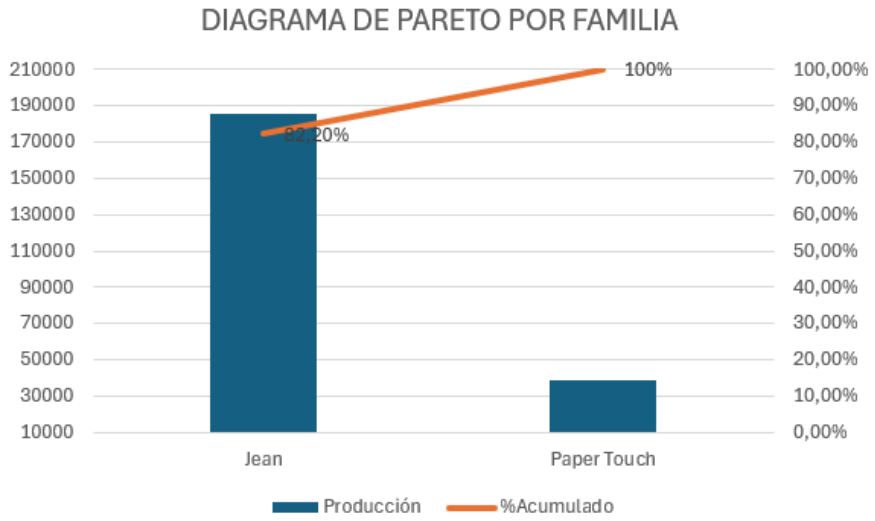


Figura 9 Diagrama de pareto

En la Figura 9 se muestra que los jeans fueron el producto con mayor volumen de procesamiento en la empresa durante el período 2024-2025, en línea con el principio de Pareto 80/20, que permite identificar los elementos de mayor impacto en la producción.

Descripción de la familia de procesos de lavado seleccionados para análisis

A partir del análisis del porcentaje de participación en la producción, se determinó que la familia de Jeans presenta la mayor relevancia dentro del proceso de lavado y tinturado. Dentro de esta categoría, se identificaron los tratamientos de Conserva, Yellow y Stone, los cuales representan una parte significativa de la operación y serán el foco de estudio en esta investigación. Estos procesos abarcan desde la recepción de las prendas en su estado inicial hasta la finalización del tratamiento aplicado. A continuación, en la Tabla 13, Tabla 14, y Tabla 15, se presenta una breve descripción de los servicios de lavado seleccionados para el análisis.

Tabla 13 Proceso de lavado conserva

Presentación	Tipo de lavado aplicado	Conserva
	Telas	Jeans
	Procesos	Conserva, Conserva con brillo, Conserva Negro

El proceso de conserva en el lavado de jeans tiene la función de fijar y estabilizar los colores de la tela, evitando la pérdida de tonalidad y el desgaste prematuro. En jeans de color negro y azul, este tratamiento ayuda a mantener la intensidad y uniformidad del color mediante la aplicación de fijadores químicos que reducen el desprendimiento de pigmentos, garantizando mayor durabilidad y resistencia frente al uso y los lavados.

Tabla 14 Proceso de lavado yellow

Presentación	Tipo de lavado aplicado	Yellow
	Telas	Jeans
	Procesos	Yellow focalizado, Yellow focalizado 1/2 moto, Yellow medio froster, Yellow stone focalizado moto, Yellow stone focalizado, Yellow medio focalizado, Yellow focalizado moto

El proceso de yellow consiste en la aplicación de un tratamiento químico que reduce la intensidad del color original del jean, logrando un tono azul claro con un efecto de desgaste uniforme. Este proceso resalta las costuras y detalles estructurales de la prenda, proporcionando un acabado envejecido y suavizado sin comprometer la resistencia del tejido.

Tabla 15 Proceso de lavado Stone

Presentación	Tipo de lavado aplicado	STONE
	**Telas**	Jeans
	Procesos	Stone 1 focalizado moto, Stone 2 1/2 focalizado, Stone 2 1/2 focalizada moto, Stone 1/2 focalizado azulada moto, Stone 2 frosteado, Stone focalizado moto azulado, Stone frosteado, Stone azulado focalizado, Stone azulado focalizado moto, Stone focalizado moto, Stone focalizado, Stone frosteado azulado, Moto sucio 2, Stone frosteado azulado, Stone focalizado sucio 2

El proceso stone consiste en la aplicación de una enzima ácida sobre la prenda para ajustar el pH y lograr un pulido que suaviza la tela y modifica su tonalidad. A través de distintas variaciones del proceso, se pueden obtener efectos específicos en el acabado del jean, como aclarados, tonalidades azuladas, efectos frosteados o apariencia focalizada, dependiendo de la concentración del químico, el tiempo de exposición y el tratamiento aplicado. El objetivo principal es mejorar la textura y apariencia del jean, brindando un acabado uniforme y acorde con los requerimientos estéticos del producto final.

3.2.7 Levantamiento de procesos de área de lavado de la empresa Andrews

Para comprender de manera más precisa el proceso de lavado y tinturado en la empresa Andrews, se llevó a cabo una observación en campo con el objetivo de recopilar información detallada sobre cada etapa del proceso, desde la recepción hasta el despacho de las prendas. Durante esta inspección, se identificaron las actividades más relevantes, así como los insumos requeridos y las principales consideraciones operativas. Esta información permitió realizar un levantamiento de procesos estructurado y preciso, garantizando un análisis detallado para futuras mejoras.

Tabla 16 Levantamiento de proceso recepción y clasificación

Levantamiento de proceso recepción y clasificación		
	**Proceso:**	Recepción de materia Prima
	Subproceso:	Inspección y clasificación de materia prima
	Responsable:	Secador
	Área:	Recepción
Objetivo:	Ingresar, clasificar e inspeccionar las prendas para determinar el proceso adecuado conforme a las órdenes emitidas por la gerencia.	
Proveedores:	Área de confección	
Insumos:	Masking, esfero	
Entradas:	Prendas	
Salidas:	Prendas con proceso definido	
Clientes:	Proceso de lavado y tinturado o manualidades	
Recursos:	Humanos, material	

PROCESO		
N	**Actividad**	**Observación**
1	Recepción de prendas	
2	Colocar las prendas por tallas	Las prendas deben estar ubicadas adecuadamente en rumas por tallas
3	Hacer lote madre de producción	El tole estará conformado por las diferentes tallas de las prendas
4	Pesar	El lote será pesado para verificar que sea la cantidad adecuada para las máquinas de lavado.
5	Organizar prendas con procesos similares	Agrupas las prendas en lotes, tomando como referencia la agrupación inicial
6	Contabilizar prendas	

Tabla 17 Levantamiento de proceso manualidades

Levantamiento de proceso manualidades		
	**Proceso:**	Manualidades
	Subproceso:	Desgaste de la prenda
	Responsable:	Operador
	Área:	Manualidades
Objetivo:	Ejecutar los procesos de intervención manual requeridos en las prendas del lote	
Proveedores:	Recepción y clasificación	
Insumos:	Lijas	
Entradas:	Lote de prendas	
Salidas:	Prendas con manualidades	
Clientes:	Proceso de lavado y tinturado	
Recursos:	Humanos, material	

PROCESO		
N	**Actividad**	**Observación**
1	Trasladar el lote de prendas área de manualidades	
2	Colocar prenda en maquina	
3	Encender máquina para fijar la prenda	
4	Lijar prenda con maquina	Las manualidades a realizar son órdenes directas del gerente
5	Apagar maquina	
6	Cambiar de lado de la prenda	
7	Encender máquina para fijarla el otro lado de la prenda	
8	Lijar prenda con maquina	
9	Apagar maquina	
10	Retirar prenda	
11	Trasladar lote de prendas al siguiente proceso	

Tabla 18 Levantamiento de proceso lavado conserva

Levantamiento de proceso lavado conserva		
	**Proceso:**	Lavado
	Subproceso:	Aplicación de químicos
	Responsable:	Operador
	Área:	Lavado

Objetivo:	Fijar los colores en las prendas para evitar su decoloración y mejorar la estabilidad del tinte en el jean
Proveedores:	Recepción y clasificación
Insumos:	Químicos fijadores de color, agua, detergentes especializados, humectante, sosa, secuestran, carbonato
Entradas:	Prendas
Salidas:	Prendas fijadas el color
Clientes:	Centrifugado
Recursos:	Humanos, material

PROCESO		
N	**Actividad**	**Observación**
1	Llenar agua en la maquina	
2	Colocar sal	
3	Colocar acido	
4	Subir temperatura	La temperatura se sube hasta los 40 grados
5	Parar maquina	
6	Colocar lote de prendas	
7	Colocar fijador	
8	Conserva	
9	Sacar lote de prendas	
10	Trasladar al siguiente proceso	

Tabla 19 Levantamiento de proceso lavado yellow

Levantamiento de proceso lavado yellow		
	**Proceso:**	Lavado
	Subproceso:	Aplicación de químicos
	Responsable:	Operador
	Área:	Lavado

Objetivo:	Aplicación de un tratamiento químico para reducir la intensidad del color original del jean
Proveedores:	Recepción y clasificación
Insumos:	Humectante, dispersante alfamilasa, permanganato, agua, prendas, neutralizante, zipper, alvaz, recoltol y detergente
Entradas:	Prendas
Salidas:	Prendas con reducción de color
Clientes:	Centrifugado
Recursos:	Humanos, material

PROCESO		
N	**Actividad**	**Observación**
1	Llenar una cuarta parte del tanque de lavado	
2	Abrir la puerta del tanque de lavado	
3	Colocar el lote de prendas	Verificar que todas las prendas se encuentren dentro
4	Colocar humectante	Colocar humectante y dispersante
5	Humectar	
6	Preparar el permanganato en un valde con agua caliente	La cantidad de permanganato es de acorde a la intensidad que se desee llegar y este tiene que ser disuelto en agua caliente para que el proceso sea más rápido y se disuelva mejor
7	Colocar la mezcla de permanganato en el tanque	
8	Proceso de yellow	
9	Colocar neutralizante	
10	Neutralizar	Neutralizar con un neutralizando proporcionado por la empresa de químicos
11	Colocar químicos	Colocar Zipper, alvax, recotol y detergente
12	Subir temperatura a 40 grados	
13	Jaguar	
14	Apagar maquina	
15	Abrir la puerta	
16	Limpiar el filo de la máquina de lavado	Esto se hace con la finalidad de que la prendas que se vayan a sacar no se manchen con algún residuo que haya quedado
17	Sacar lote de prenda	
18	Trasladarlo al siguiente proceso	

Tabla 20 Levantamiento de proceso lavado stone

Levantamiento de proceso lavado stone		
	**Proceso:**	Lavado
	Subproceso:	Aplicación de químicos
	Responsable:	Operador
	Área:	Lavado

Objetivo:	Aplicación de un tratamiento químico para reducir la intensidad del color original del jean
Proveedores:	Recepción y clasificación
Insumos:	Dispersante, humectante, encima, sal, acido, fijador, zipper, alvaz, recoltol y detergente
Entradas:	Prendas
Salidas:	Prendas
Clientes:	Centrifugado
Recursos:	Humanos, material

PROCESO		
N	**Actividad**	**Observación**
1	Llenar una cuarta parte del tanque de lavado	
2	Abrir la puerta del tanque de lavado	
3	Colocar el lote de prendas	Verificar que todas las prendas se encuentren dentro
4	Colocar humectante	
5	Colocar dispersante	
6	Humectar	
7	Stoneado	
8	Colocar químicos	Colocar Zipper, alvax, recotol y detergente
9	Subir la temperatura a 50 grados	
10	Abrillantar	
11	Apagar maquina	
12	Abrir la puerta	
13	Limpiar el filo de la máquina de lavado	Esto se hace con la finalidad de que la prendas que se vayan a sacar no se manchen con algún residuo que haya quedado
14	Sacar lote de prenda	
15	Trasladarlo al siguiente proceso	

Tabla 21 Levantamiento de proceso centrifugado

Levantamiento de proceso centrifugado		
	**Proceso:**	Centrifugado
	Subproceso:	
	Responsable:	Secador
	Área:	Lavado
Objetivo:	Extracción de agua residual para reducir el tiempo de secado.	
Proveedores:	Lavado	
Insumos:	Guantes	
Entradas:	Prendas húmedas	
Salidas:	Prendas semi secas	
Clientes:	Secador	
Recursos:	Humanos, material	

PROCESO		
N	**Actividad**	**Observación**
1	Cargar lote de prendas a la centrifugadora	
2	Ordenar prendas dentro de la maquina	Las prendas deben estar colocadas de manera correcta o la maquina se sacudirá
3	Encender maquina	
4	Centrifugar	El temporizador tiene una programación de 10 min
5	Sacar lote de prendas de la maquina	
6	Trasladar prendas al siguiente proceso	

Tabla 22 Levantamiento de proceso focalizado

Levantamiento de proceso focalizado		
	**Proceso:**	Focalizado
	Subproceso:	
	Responsable:	Operador
	Área:	Focalizado
Objetivo:	Dar un efecto de focalizado o degradado en áreas específicas de la prenda	
Proveedores:	Recepción y clasificación	
Insumos:	Mascara respiratoria, permanganato	
Entradas:	Prendas	
Salidas:	Prendas focalizadas	
Clientes:	Lavado o brosteado	
Recursos:	Humanos, material	

PROCESO

N	Actividad	Observación
1	Trasladarlas al área de focalizado	
2	Colocar prendas en tendederos	Colgar las prendas en una soga
3	Cargar maquina con permanganato	
4	Focalizar	Se aplicará el permanganato en áreas específicas de la prenda
5	Descolgar las prendas del tendedero	Se recoge todas las prendas en un solo lote
6	Trasladar el lote de prendas al siguiente proceso	

Tabla 23 Levantamiento de proceso brosteado

Levantamiento de proceso brosteado		
	**Proceso:**	Brosteado
	Subproceso:	
	Responsable:	Operador
	Área:	Brosteado

Objetivo:	Dar un acabado desgastado o envejecido a las prendas
Proveedores:	Secado, manualidades
Insumos:	Cascajo, guantes, mandil de caucho, permanganato
Entradas:	Prendas
Salidas:	Prendas brosteadas
Clientes:	Lavado
Recursos:	Humanos, material

PROCESO		
N	**Actividad**	**Observación**
1	Tomar lote de prendas	Contabilizar la cantidad de prendas
2	Colocar plastiflechas	Las plastiflechas se las utiliza para aislar las parde de la prenda donde no se quiere que se realice el brosteado
3	Colocar piedras de pomez embullidas en permanganato en maquina brosteadora	Los cascajos estan impregnados en permanganato
4	Colocar prendas	
5	Cerrar rapa	
6	Encender maquina	
7	Brostear	El proceso tardara de 50 min
8	Parar maquina	
9	Abrir puerda	
10	Sacar prendas	
11	Trasladarlas al siguiente proceso	

Tabla 24 Levantamiento de proceso neutralizado

Levantamiento de proceso neutralizado		
	**Proceso:**	Lavado
	Subproceso:	Aplicación de químicos
	Responsable:	Operador
	Área:	Lavado

Objetivo:	Neutralizar el permanganato de los procesos de focalizado y frosteado
Proveedores:	Focalizado, brosteado
Insumos:	Metabisulfito, acido oxálico, neutralizante
Entradas:	Prendas con residuos de permanganato
Salidas:	Prendas limpias
Clientes:	Centrifugado
Recursos:	Humanos, material

PROCESO		
N	**Actividad**	**Observación**
1	Llenar una cuarta parte en los tanques de lavado	
2	Colocar las prendas en maquina	Las prendas colocadas serán las que cuentan con residuos de permanganato
3	Cerrar tapa	
4	Colocar químicos	Se utiliza ácido oxálico, metabisulfito o un preparado neutralizante dada por la empresa de quimicos
5	Neutralizar	
6	Abrir puerta	
7	Sacar el lote de prendas a un tacho	
8	Trasladarlas al siguiente proceso	

Tabla 25 Levantamiento de proceso secado

Levantamiento de proceso secado		
	**Proceso:**	Secado
	Subproceso:	Colocar silicón a las prendas
	Responsable:	Secador
	Área:	Secado

Objetivo:	Reducir el contenido de agua residual en las prendas
Proveedores:	Lavado
Insumos:	Silicón, guantes
Entradas:	Prendas
Salidas:	Prendas secas
Clientes:	Despacho
Recursos:	Humanos, material

PROCESO		
N	**Actividad**	**Observación**
1	Colocar prendas en la secadora	
2	Cerrar tapa	
3	Secar de lotes	El tiempo de secado es de 40 a 50 min aproximadamente
4	Abrir tapa	
5	Abrillantar prendas con silicón	
6	Descargar prendas del secador	
7	Ordenar prendas	Las prendas tienen que estar apiladas unas sobre otras de manera ordenada

Tabla 26 Levantamiento de proceso despacho

Levantamiento de proceso despacho		
	**Proceso:**	Despacho
	Subproceso:	
	Responsable:	Secador
	Área:	Recepción

Objetivo:	Despachar las prendas
Proveedores:	Secado
Insumos:	Guantes
Entradas:	Prendas
Salidas:	Prendas organizadas
Clientes:	Área terminada
Recursos:	Humanos, material

PROCESO		
N	Actividad	Observación
1	Contabilizar las prendas	
2	Colocarlas dentro de una funda plástica	
3	Despachar prendas	

Recursos utilizados en el área de producción de ANDREWS

La ejecución del proceso de lavado y tinturado requiere la intervención de diversos recursos esenciales para garantizar su eficiencia y calidad.

Mano de obra: en el área de producción operan 4 trabajadores, quienes distribuyen estratégicamente las tareas para optimizar la eficiencia operativa y asegurar el correcto funcionamiento de la empresa. A continuación, en la Tabla 27 se detalla la función específica que cada uno desempeña.

Tabla 27 Detalle de los trabajadores en la empresa

Área	Tipo de distribución	Posición	Tipo de mano de obra	Número de trabajadores
Lavado	Por proceso	Dinámica	Lavandero	1
Manualidades	Por proceso	Dinámica	Manualidades Focalizador	1
Brosteado	Por proceso	Dinámica	Brosteado Lavandero auxiliar	1
Secado	Por proceso	Dinámica	Recepción y clasificación Secador Centrifugado Despachador	1
			TOTAL	**4**

Insumos: en el área de lavado y tinturado de la empresa se emplea diversos insumos químicos especializados que incluyen varios agentes químicos. Entre los principales productos químicos utilizados se encuentran el permanganato de potasio, hipoclorito de sodio y enzimas. En sus procesos de brosteado, utiliza piedras pómez impregnadas con permanganato. Complementariamente, la empresa incorpora detergentes y suavizantes industriales para mejorar la textura y calidad final de las prendas, asegurando un acabado uniforme y duradero que cumple con los estándares de calidad establecidos por la compañía.

Tiempo: el horario de trabajo actual es de 8 horas en un solo turno. Cuando aumenta la demanda, se recurre a horas extras, pero solo para los trabajadores que tienen mayor carga de trabajo. Estas horas adicionales suelen darse en temporadas de alta producción, como durante festividades: fin de año, navidad, carnaval, día de la madre, etc. Este sistema permite ajustar la capacidad productiva según las necesidades sin sobrecargar a todo el personal, adaptándose de manera flexible a los picos de demanda que se presentan en fechas específicas del año.

Maquinaria: en el área de producción se emplea maquinaria industrial especializada, cuya capacidad operativa se detalla en la Tabla 28.

Tabla 28 Maquinaria en el área de lavado y tinturado de la empresa

N	Área	Maquina	Función	Designación	Cap.Max(kg)
1	Lavado	Lavadora Vertical 1	Lavadora y tinturado de muestras	LV1	15
2		Lavadora horizontal 1	Brosteadoras	LH1	50
3		Lavadora horizontal 2		LH2	50
4		Lavadora horizontal 3	Lavadora y tinturado	LH3	50
5		Lavadora horizontal 4		LH4	50
6		Lavadora horizontal 5		LH5	50
7		Lavadora horizontal 6		LH6	50
8		Lavadora horizontal doble 1		LHD1	120
9		Lavadora horizontal doble 2		LHD2	120
10		Centrifugadora 1	Escurrido de lotes	C1	80
11		Centrifugadora 2	Escurrido de muestras	C2	20
12	Secado	Secadora 1	Secado	S1	50
13		Secadora 2		S2	50
14		Secadora 3		S3	50
15		Secadora 4		S4	50
16		Secadora 5		S5	40

3.2.8 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos constituyó un aspecto fundamental en el desarrollo de la planeación de la capacidad, ya que permitió determinar el tiempo estándar requerido para la ejecución de cada una de las actividades dentro de los distintos procesos. Para ello, se midieron y registraron los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a cada proceso, con el propósito de identificar con precisión el tiempo necesario para la realización de cada tarea.

En esta sección se llevó a cabo un estudio de tiempos en los procesos para la producción de Jens en los lavados de Yellow, Stone y Conserva (lote de 54 prendas), los cuales representaron las líneas de mayor volumen de producción dentro de la empresa. Para esta investigación se empleó el método de cronometraje vuelta a cero, ya que se ajustó de manera más adecuada a las condiciones y características del estudio realizado, permitiendo registrar con mayor exactitud el tiempo individual de cada ciclo sin acumulaciones, y facilitando así el análisis detallado de cada actividad.

La fiabilidad de los datos obtenidos durante el estudio de tiempos depende en gran medida del uso de instrumentos de medición debidamente calibrados. En esta investigación, se realizó una comparación entre un cronómetro profesional de la marca Extech Instruments, modelo 3665535, y el cronómetro incorporado en un teléfono celular de la marca POCO. Para ello, se registraron intervalos de tiempo en segundos utilizando ambos dispositivos, como se muestra en la Tabla 29. El objetivo de esta comparación fue evaluar la precisión de las mediciones mediante el cálculo del error absoluto promedio y el error relativo, con el fin de validar la calidad de los datos registrados.

Tabla 29 Mediciones del celular y cronometro

Muestras	Celular 60 segundos	Cronometro 60 segundos	Error Absoluto	Celular 60 segundos	Cronometro 60 segundos	Error Absoluto
1	60,11	60,36	0,25	60,26	60,22	-0,04
2	60,13	60,1	-0,03	60,21	60,32	0,11
3	60,35	60,28	-0,07	60,31	60,29	-0,02
4	60,09	60,25	0,16	60,22	60,18	-0,04
5	60,07	60,2	0,13	60,29	60,22	-0,07
6	60,34	60,28	-0,06	60,08	60,18	0,1
7	60,21	60,24	0,03	60,28	60,39	0,11
8	60,11	60,36	0,25	60,16	60,14	-0,02
9	60,05	60,03	-0,02	60,16	60,11	-0,05
0	60,28	60,22	-0,06	60,17	60,29	0,12
				Promedio		0,039
				Error relativo		0,07%

El valor del error absoluto promedio, calculado mediante la Ecuación 1, fue de 0,039 segundos, lo que indica una desviación mínima con respecto al valor de referencia de 60 segundos. Por su parte, el error relativo, obtenido mediante la Ecuación 2, resultó en un 0,07%. Estos resultados permiten inferir que las mediciones realizadas con el cronómetro del dispositivo móvil presentan un nivel aceptable de precisión y confiabilidad, siendo adecuadas para su uso en estudios de tiempo, en el Anexo B podemos observar la verificación del funcionamiento del cronometro y dispositivo móvil.

3.2.9 Determinación del número de observaciones

Previo a la recolección de datos del proceso productivo, fue esencial determinar el número adecuado de observaciones requeridas para cada uno de los procesos analizados. Para ello, se consideró el criterio propuesto por General Electric, el cual establece un número específico de ciclos a observar con el fin de garantizar la representatividad y confiabilidad de los datos obtenidos.

Con el objetivo de definir dicha cantidad de observaciones, se llevaron a cabo mediciones preliminares que permitieron identificar los tiempos aproximados de ejecución de cada proceso. En función de estos datos iniciales, se calculó el número de observaciones necesarias para el estudio. En la Tabla 30 se evidencia un resumen de la cantidad de observaciones realizadas en el proceso de lavado y tinturado de la empresa.

Con el propósito de verificar y validar la cantidad adecuada de observaciones en el estudio de tiempos, se aplicó un método estadístico utilizando la Ecuación 3. Esta metodología permitió confirmar que el número de observaciones consideradas fue estadísticamente suficiente para garantizar la representatividad de los datos. Los cálculos y resultados detallados pueden observarse en el Anexo C.

Tabla 30 Cálculo del numero de observaciones

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			ANDREWS JEANS
NÚMERO DE OBSERVACIONES NECESARIAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS				
Elaborado por:	Kevin Chicaiza		**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Estudio N	**Operación**	**Encargado**	**Tiempo operación (min)**	**Número de observaciones**
1	Recepción y clasificación	Ángel Barrera	18,13	8
2	Manualidades	Marco Garces	21,01	5
3	Lavado conserva	Luis Barrera	21,46	5
4	Lavado yellow	Luis Barrera	110,32	3
5	Lavado stone	Luis Barrera	94,09	3
6	Neutralizado	Luis Yuqui	20,14	5
7	Focalizado	Marco Garces	27,32	5
8	Brosteado	Luis Yuqui	57,57	3
9	Centrifugado	Ángel Barrera	11,54	8
10	Secado	Ángel Barrera	55,34	3
11	Despacho	Ángel Barrera	2,57	15

3.2.10 Cursogramas analíticos

Los cursogramas analíticos constituyen herramientas gráficas fundamentales para la representación detallada de todas las actividades que se ejecutan dentro del área de lavado y tinturado. Estos diagramas permiten descomponer el proceso en sus componentes esenciales, facilitando su análisis y optimización. Se estructuran a partir de cinco actividades básicas: operaciones, transportes, inspecciones, demoras (esperas) y almacenamientos, tal como se ejemplifica en la Tabla 31, el resto de los cursogramas se presentan en el Anexo D. Además, es posible incorporar datos complementarios como el tiempo empleado y la distancia recorrida, lo que proporciona una visión más integral del flujo de trabajo.

Tabla 31 Ejemplo del cursograma analitico de recepción y clasificación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N:	1	**Hoja N;**	1 de 1		**RESUMEN**				
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	6		
Operación	Recepción y clasificación	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	0		
Área	Recepción		Equipo		**Inspección**	■	0		
Operario	Ángel Barrera				**Espera**	D	0		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		**0**		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		**20,71**		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**					**Observaciones**
N	**Descripción**				●	➡	■	D	▼	
1	Recepción de prendas	1		0,06						
2	Colocar prendas por talla	1		5,54						Las prendas deben estar ubicadas adecuadamente en rumas por tallas
3	Hacer lote madre de producción	1		1,53						El tole estará conformado por las diferentes tallas de las prendas
4	Pesar	1		0,50						El lote será pesado para verificar que sea la cantidad adecuada para las
5	Organizar prendas con procesos similares	1		3,41						Agrupas las prendas en lotes, tomando como referencia la agrupación inicial
6	Contabilizar prendas	1		2,42						

3.2.11 Valoración del ritmo de trabajo

Para la evaluación del ritmo de trabajo de los operarios en el área de lavado y tinturado, se llevó a cabo una valoración que permitió ajustar el tiempo de observación de cada operación a un tiempo de trabajo correspondiente a un desempeño normal. Para ello, se utilizó la tabla del método Westinghouse. Es importante señalar que este método no se considera una ciencia exacta, ya que este depende en gran medida de la experiencia, la observación y el criterio del investigador que realizó el estudio.

En esta investigación se utilizó el método de nivelación, ya que en la mayoría de los casos analizados previamente se habían obtenido resultados satisfactorios mediante su aplicación. Este sistema de valoración fue desarrollado por la empresa Westinghouse Electric Coorporation y se fundamentó en la evaluación de cuatro factores principales para calificar el desempeño de los operarios, como se presenta en la siguiente Tabla 32.

Tabla 32 Método Westinghouse

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
FACTOR DE DESEMPEÑO – MÉTODO DE NIVELACIÓN DE WESTINGHOUSE					
Elaborado por:		Kevin Chicaiza		**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
HABILIDAD			**ESFUERZO**		
0,15	A1	Superhábil	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2	Superhábil	0,12	A2	Excesivo
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Bueno	0,05	C1	Bueno
0,03	C2	Bueno	0,02	C2	Bueno
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2	Regular	-0,08	E2	Regular
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,22	F2	Pobre
CONDICIONES			**CONSISTENCIA**		
0,06	A	Ideal	0,04	A	Perefecta
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buena	0,01	C	Bueno
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio

El Factor de Desempeño (FD) se determinó como la suma algebraica de la unidad más los valores asignados a cada uno de los siguientes factores: Habilidad (H), Esfuerzo (E), Condiciones (C) y Consistencia (CO). En la Tabla 33 se presentaron los cálculos realizados para cada uno de estos factores, aplicados a las distintas etapas del proceso de producción en la empresa ANDREWS.

Tabla 33 Cálculo del factor de desempeño

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
FACTOR DE DESEMPEÑO							
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		18/4/2025			
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		25/4/2025			
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		25/4/2025			
Estudio N°	**Operación**	**Encargado**	**H**	**E**	**C**	**CO**	**FD**
1	Recepcion y clasificacion	Angel Barrera	0,11	0,08	0,04	0,01	1,24
2	Manualidades	Marco Garces	0,11	0,05	0,00	0,01	1,17
3	Lavado conserva	Luis Barrera	0,11	0,08	0,02	0,01	1,22
4	Lavado Yellow	Luis Barrera	0,11	0,08	0,02	0,01	1,22
5	Lavado Stone	Luis Barrera	0,11	0,08	0,02	0,01	1,22
6	Neutralizado	Luis Yuqui	0,11	0,08	0,02	0,01	1,22
7	Focalizado	Marco Garces	0,11	0,08	0,04	0,01	1,24
8	Brosteado	Luis Yuqui	0,11	0,05	0,00	0,01	1,17
9	Centrifugado	Angel Barrera	0,11	0,08	0,04	0,01	1,24
10	Secado	Angel Barrera	0,11	0,1	0,06	0,01	1,28
11	Despacho	Angel Barrera	0,11	0,1	0,06	0,01	1,28

3.2.12 Descripción de las actividades

En la Tabla 34 se presenta un ejemplo representativo de las actividades correspondientes a las operaciones de lavado y tinturado, cada una clasificada con su respectivo código identificador. Esta codificación permite una organización sistemática de las actividades y facilita el registro y análisis de los tiempos empleados en cada etapa del proceso, el resto de las descripciones se encuentra en el Anexo E.

Tabla 34 Descripcion de actividades

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Recepción y clasificación	**Ref. Cursograma N°**	1
Área	Recepción	**Estudio N°**	1
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
N°	**Actividades**	**ACTIVIDAD**	
1	RC1	Recepción de prendas	
2	RC2	Colocar prendas por talla	
3	RC3	Hacer lote madre de producción	
4	RC4	Pesar	
5	RC5	Organizar prendas con procesos similares	
6	RC6	Contabilizar prendas	

3.2.13 Cálculo del tiempo normal

Para el cálculo del tiempo normal o tiempo básico, multiplicamos el tiempo promedio observado (TP) por el factor de desempeño (FD) del ritmo de trabajo, conforme se detalla en la Tabla 37. Este procedimiento permite ajustar el tiempo registrado según el nivel de desempeño del operario respecto a un ritmo estándar.

3.2.14 Cálculo de suplementos

El cálculo de los suplementos se centro en operarios de género masculino, considerando que las asignaciones se determinan de forma independiente para cada actividad, siguiendo el mismo criterio aplicado en la valoración del trabajo. Este procedimiento tiene como finalidad establecer el tiempo estándar, que representa el tiempo requerido para ejecutar las actividades productivas bajo condiciones normales o constantes. Para esta investigación, se utilizaron los suplementos recomendados por la Organización Internacional del Trabajo. En la Tabla 35 se presenta un ejemplo de la codificación de cada uno de los elementos suplementarios, así como el valor asignado de los suplementos para la operación de recepción y clasificación. En el Anexo F se encuentra los cálculos de suplementos de todas las operaciones.

Tabla 35 Cálculo de suplementos

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Recepción y clasificación	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Recepción	**Estudio N**	1
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		9
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		0
	G. Ruido		2
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonía mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	24
		Suplementos	0,24

En la Tabla 36 se presenta un resumen de los suplementos asignados a cada uno de los operarios, correspondientes a las distintas operaciones analizadas.

Tabla 36 Resumen del cálculo de suplementos

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		ANDREWS JEANS
RESUMEN DEL CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Estudio N	**Operación**	**Encargado**	**Suplementos**
1	Recepción y clasificación	Ángel Barrera	0,24
2	Manualidades	Marco Garces	0,16
3	Lavado conserva	Luis Barrera	0,24
4	Lavado yellow	Luis Barrera	0,24
5	Lavado stone	Luis Barrera	0,24
6	Neutralizado	Luis Yuqui	0,24
7	Focalizado	Marco Garces	0,17
8	Brosteado	Luis Yuqui	0,20
9	Centrifugado	Ángel Barrera	0,22
10	Secado	Ángel Barrera	0,18
11	Despacho	Ángel Barrera	0,14

3.2.15 Cálculo de tiempo estándar

Una vez determinados el tiempo normal y los suplementos correspondientes para cada una de las operaciones, se procede al cálculo del tiempo estándar. A modo de resumen, en la Tabla 37 que pertenece al proceso de recepción y clasificación, se presenta el tiempo total estándar asociado a cada operación, lo que permite disponer de una visión consolidada del rendimiento esperado bajo condiciones normales de trabajo. En el Anexo G se encuentra los cálculos del tiempo estándar de todas las operaciones.

Tabla 37 Estudio de tiempos

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial											ANDREWS JEANS		
ESTUDIO DE TIEMPOS														
Operación		Recepción y clasificación								**Estudio N°**		1		
Área		Recepción								**Hoja N°**		1 de 1		
Operario		Ángel Barrera								**Fecha inicio**		13/4/2025		
Analista		Kevin Chicaiza								**Fecha fin**		16/4/2025		
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez								**Fecha:**		25/4/2025		
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez								**Fecha:**		25/4/2025		
N°	**Actividades**	**Ciclos (min)**								**Resumen**				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	RC1	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,51	0,06	1,24	0,08	0,24	0,10
2	RC2	6,00	5,00	5,40	5,35	6,04	5,30	6,04	5,17	44,30	5,54	1,24	6,87	0,24	8,51
3	RC3	1,59	1,34	1,46	1,37	1,40	1,59	2,01	1,51	12,27	1,53	1,24	1,90	0,24	2,36
4	RC4	0,55	0,55	0,54	0,48	0,49	0,59	0,39	0,43	4,02	0,50	1,24	0,62	0,24	0,77
5	RC5	3,05	3,56	3,09	3,59	3,57	3,59	3,47	3,36	27,28	3,41	1,24	4,23	0,24	5,24
6	RC6	2,13	2,25	2,45	2,59	2,57	2,45	2,47	2,44	19,35	2,42	1,24	3,00	0,24	3,72
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estándar													**TOTAL (S)**		**1242,34**
													TOTAL (MIN)		**20,71**

3.2.16 Resumen del cálculo del tiempo estándar de las operaciones del proceso de lavado de jeans

En la Tabla 38 se presentan los resultados del estudio de tiempos correspondientes a cada una de las operaciones involucradas en la elaboración de los productos analizados dentro de la empresa. Esta información constituye una base cuantitativa esencial para comprender la distribución temporal del proceso productivo.

Tabla 38 Resumen del cálculo del tiempo estándar

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
RESUMEN DEL CALCULO DEL TIEMPO ESTANDAR				
Elaborado por:	Kevin Chicaiza		**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Estudio N	**Operación**	**Encargado**	**Tiempo estándar (min)**	**Tiempo estándar (seg)**
1	Recepción y clasificación	Ángel Barrera	20,71	1242,34
2	Manualidades	Marco Garces	28,34	1700,54
3	Lavado conserva	Luis Barrera	44,79	1964,73
4	Lavado yellow	Luis Barrera	119,62	9019,28
5	Lavado stone	Luis Barrera	110,48	8562,36
6	Neutralizado	Luis Yuqui	27,81	1851,47
7	Focalizado	Marco Garces	54,37	3262,00
8	Brosteado	Luis Yuqui	117,44	8587,04
9	Centrifugado	Ángel Barrera	12,08	1059,80
10	Secado	Ángel Barrera	94,57	5023,95
11	Despacho	Ángel Barrera	3,77	226,33

3.2.17 Diagrama hombre-máquina del proceso de lavado y tinturado de jeans

Se desarrolló el diagrama hombre-máquina correspondiente al área de lavado, con el propósito de determinar el tiempo de ciclo del proceso. Esta herramienta permitió evaluar de manera precisa la interacción entre el operario y la máquina, identificando los tiempos productivos e improductivos en cada etapa operativa. En la Tabla 39 se especifican las operaciones involucradas, así como los operarios y máquinas asignados a cada uno de ellos, proporcionando una visión estructurada de la distribución de recursos durante la ejecución del trabajo.

Tabla 39 Detalle de operarios y maquinas

Operación	Trabajadores	Maquina a cargo	Maquina
Lavado conserva	1	5	Lavadora horizontal
Lavado yellow	1	5	Lavadora horizontal
Lavado stone	1	5	Lavadora horizontal
Neutralizado	1	5	Lavadora horizontal
Brosteado	1	2	Lavadora horizontal
Secado	1	5	Secadora

3.2.18 Agrupación de actividades para la elaboración del diagrama hombre-maquina

Dado el elevado número de actividades presentes en las operaciones del área de lavado, se procedió a agruparlas conforme a la metodología propuesta por Camilo Janania Abram en el libro Manual de Tiempos y Movimientos. Esta clasificación permite estructurar de manera lógica y funcional las tareas involucradas, facilitando su análisis dentro del diagrama hombre-máquina. Las actividades se organizaron según los siguientes criterios:

- **Preparación:** incluye las actividades realizadas exclusivamente por el operario, tales como la preparación de materiales, el transporte interno y otras acciones previas al inicio del proceso mecánico.
- **Carga:** abarca las tareas en las que el operario interactúa de forma simultánea con la máquina, como el ingreso de prendas, la adición de insumos químicos, entre otras acciones asociadas al inicio del ciclo automático.
- **Descarga:** corresponde exclusivamente al retiro de las prendas una vez finalizado el ciclo de la máquina.
- **Actividades de proceso:** se refiere al tiempo de funcionamiento autónomo de la máquina, durante el cual no se requiere intervención directa del operario.

A continuación, en la Tabla 40, se presenta un ejemplo representativo de la agrupación de actividades correspondientes a la operación de lavado, estructurado según los criterios establecidos en la metodología seleccionada. Esta clasificación facilita la visualización de las tareas según su naturaleza funcional dentro del proceso. En el Anexo H se presentan las agrupaciones de todas las operaciones que involucran el uso de máquinas.

Tabla 40 Agrupación de actividades

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
AGRUPACIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Conserva	**Ref. Cursograma N:**	**3**
Área	Lavado	**Estudio N:**	3
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N	Actividades	ACTIVIDAD	AGRUPACIÓN	TIEMPO
1	LC1	Llenar agua	**Preparación**	**5,59**
2	LC2	Colocar sal		
3	LC3	Colocar acido		
4	LC4	Subir temperatura		
5	LC5	Parar maquina		
6	LC6	Colocar lote de prendas	**Cargar**	**0,36**
7	LC7	Colocar fijador		
8	LC8	Conserva	**Lavado conserva**	**15,53**
9	LC9	Sacar lote de prendas	**Descargar**	**1,51**
10	LC10	Trasladar al siguiente proceso		

3.2.19 Diagrama hombre-maquina

Se elaboró el diagrama hombre-máquina con el objetivo de determinar los tiempos de ciclo, así como identificar los tiempos improductivos tanto del operario como de las máquinas involucradas en el proceso. Asimismo, se calcularon los porcentajes de utilización de cada recurso. En la Tabla 41 se presenta un ejemplo ilustrativo de la operación de lavado conserva con los resultados obtenidos, lo que permitió la evaluación de la eficiencia de la interacción hombre-maquina. En el Anexo I se presentan el resto de los diagramas hombre-maquina.

Tabla 41 Diagrama hombre-máquina

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			
Operación	Conserva	**Estudio N**	**3**
Área	Lavado	**Hoja N**	1 de 1
Operario	Luis Barrera	**Fecha inicio**	7/4/2025
Analista	Kevin Chicaiza	**Fecha fin**	11/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

Operario 1		Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3		Máquina 4		Máquina 5	
Maquinista		Lavadora horizontal		Lavadora horizontal		Lavadora horizontal		Lavadora horizontal		Lavadora horizontal	
Uso	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**
5,59	Preparación **M1**	5,38	Inactivo	11,54	Inactivo	17,49	Inactivo	23,44	Inactivo	29,39	Inactivo
0,36	Cargar **M1**	0,36	Cargar **M1**								
5,59	Preparación **M2**	15,53	Lavado conserva M1								
0,36	Cargar **M2**			0,36	Cargar **M2**						
5,59	Preparación **M3**			15,53	Lavado conserva **M2**						
0,36	Cargar **M3**					0,36	Cargar **M3**				
5,59	Preparación **M4**					15,53	Lavado conserva **M3**				
0,36	Cargar **M4**	12,11	Inactivo					0,36	Cargar **M4**		
5,59	Preparación **M5**							15,53	Lavado conserva **M4**		
0,36	Cargar **M5**			7,46	Inactivo					0,36	Cargar **M4**
1,63	Ocio									15,53	Lavado conserva **M5**
1,51	Descargar **M1**	1,51	Descargar **M1**			5,95	Inactivo				
1,51	Descargar **M2**	11,9	Inactivo	1,51	Descargar **M2**						
2,93	Ocio			10,39	Inactivo						
1,51	Descargar **M3**					1,51	Descargar **M3**	4,44	Inactivo		
2,93	Ocio					5,95	Inactivo				
1,51	Descargar **M4**							1,51	Descargar **M4**		
1,51	Descargar **M5**							1,51	Inactivo	1,51	Descargar **M5**

RESUMEN					
Tiempo ciclo	44,79	**Lotes**	5		
Tiempo Ocio	**Tiempo inactivo**	**Tiempo inactivo**	**Tiempo inactivo**	**Tiempo inactivo**	**Tiempo inactivo**
7,49	29,39	29,39	29,39	29,39	29,39
Tiempo de trabajo	**Tiempo de operación**	**Tiempo de operación**	**Tiempo de operación**	**Tiempo de operación**	**Tiempo de operación**
37,30	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40
% Ocio	**% Inactivo**	**% Inactivo**	**% Inactivo**	**% Inactivo**	**% Inactivo**
17%	66%	66%	66%	66%	66%
% de trabajo	**% de operación**	**% de operación**	**% de operación**	**% de operación**	**% de operación**
83%	39%	39%	39%	39%	39%
Total %	**Total %**	**Total %**	**Total %**	**Total %**	**Total %**
100%	104%	104%	104%	104%	104%

3.2.20 Resumen del tiempo ciclo del diagrama hombre-máquina

A partir del análisis del diagrama hombre-máquina, se identificó el tiempo de ciclo del proceso productivo, así como los periodos de ocio del operario, los tiempos de inactividad de las máquinas y los correspondientes índices de utilización de ambos recursos. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 42, permitiendo así una evaluación cuantitativa del desempeño operativo y del grado de sincronización entre el recurso humano y el tecnológico.

Complementariamente, en la Tabla 48 se expone un resumen del cálculo de los tiempos ciclos de las operaciones que requieren la intervención conjunta del operario y las máquinas.

Tabla 42 Resumen del cálculo del tiempo ciclo

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		ANDREWS JEANS
RESUMEN DEL CALCULO TIEMPO CICLO UNITARIO			
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Estudio N	**Operación**	**TCu[min/lote]**	**Numero de lotes**
3	Lavado conserva	44,79	5,00
4	Lavado yellow	119,62	5,00
5	Lavado stone	110,48	5,00
6	Neutralizado	27,81	5,00
9	Centrifugado	12,08	1
8	Brosteado	117,44	2,00
10	Secado	94,57	5,00

El tiempo de ciclo total se divide entre la cantidad de lotes procesados con el objetivo de determinar el tiempo de ciclo unitario por lote, lo que permitió la evaluación del rendimiento operativo. Esta estimación resulto esencial para la normalización de los tiempos del proceso y está representada mediante la siguiente expresión:

$$TC = \frac{TCu}{N}$$

Donde

TC: Tiempo de ciclo total

TCu: Tiempo unitario

TC: Numero de lotes

Para las operaciones de lavado, el análisis del tiempo de ciclo total se llevó a cabo utilizando la fórmula previamente expuesta, lo cual permitió determinar los minutos requeridos para completar un lote de producción. Los resultados se presentan en la Tabla 43.

Tabla 43 Cálculo del tiempo ciclo

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	
CALCULO TIEMPO CICLO		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:** 18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:** 25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:** 25/4/2025

Estudio N	Operación	TC [min/lote]
3	Lavado conserva	11,11
4	Lavado yellow	23,92
5	Lavado stone	22,10
6	Neutralizado	5,56
9	Centrifugado	12,08
8	Brosteado	58,72
10	Secado	18,91

3.2.21 Capacidad de producción

En los procesos de lavado, los parámetros vinculados al tiempo de ciclo y a la capacidad de producción dentro del análisis hombre-máquina se determinan mediante la siguiente expresión matemática:

$$Cp = \frac{1}{TC}$$

Donde:

Cp: Capacidad de producción

Tc: Tiempo ciclo

Al aplicar la fórmula correspondiente, se obtuvieron los resultados que se detallaron en la Tabla 44.

Tabla 44 Calculo de la capacidad de producción

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
CALCULO CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN				
Elaborado por:	Kevin Chicaiza		**Fecha:**	7/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	9/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	9/4/2025
Estudio N	**Operación**	**TC[min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [lote/hora]**
3	Lavado conserva	11,11	0,09	5
4	Lavado yellow	23,92	0,04	3
5	Lavado stone	22,10	0,05	3
6	Neutralizado	5,56	0,18	11
9	Centrifugado	12,08	0,08	5
8	Brosteado	58,72	0,02	1
10	Secado	18,91	0,05	3

Para las demás actividades del proceso productivo, la capacidad de producción se determina a partir del estudio de tiempos, utilizando el tiempo estándar y aplicando la siguiente fórmula:

$$Cp = \frac{1}{Ts}$$

Donde:

Cp: Capacidad de producción

Ts: Tiempo estándar

Tras la aplicación de la fórmula, se determinaron los valores que se presentan en la Tabla 45.

Tabla 45 Cálculo de la capacidad de producción

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
CALCULO CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN				
Elaborado por:	Kevin Chicaiza		**Fecha:**	7/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	9/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	9/4/2025
Estudio N	**Operación**	**Tiempo estándar [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [lote/hora]**
1	Recepción y clasificació	20,71	0,05	3
2	Manualidades	28,34	0,04	2
7	Focalizado	54,37	0,02	1
11	Despacho	3,77	0,27	16

Tamaño de lote promedio para los procesos de lavado

Para la determinación del tamaño de lote con el que se trabajó, se utilizó un promedio basado en una muestra representativa de 30 lotes de pantalones jeans. Esta metodología se adoptó debido a la limitada disponibilidad de información proporcionada por la empresa. Por tal motivo, se optó por un enfoque de carácter global, considerando un promedio del número de prendas que ingresan al proceso de lavado. Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 46, en donde observamos que el tamaño de lote con el que trabajamos fue de 54 unidades.

Tabla 46 Cálculo del tamaño de lote

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
CALCULO DEL TAMAÑO DEL LOTE			
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
N	**MUESTREO DE 30 LOTES**		
1	51	50	43
2	52	60	45
3	53	60	44
4	52	60	55
5	56	60	56
6	56	50	54
7	53	60	56
8	51	50	67
9	61	50	55
10	49	44	55
Tamaño lote		**54**	

En la Tabla 47 se presenta un ejemplo representativo de los tiempos estándar y la capacidad de producción asociados a los procesos de lavado. Además, se ha determinado el tiempo de procesamiento total para cada proceso, el cual se obtiene mediante la suma de los tiempos estándar correspondientes a cada operación involucrada. Por ejemplo, en el caso del proceso de conserva, el tiempo de procesamiento se calcula como la suma de los tiempos individuales de las operaciones que intervienen: 20,71 + 10,04 + 14,48 + 21,59 + 3,77 = 70,59 min/lote. Este mismo procedimiento se aplicó a los 17 procesos considerados en el estudio, los cuales se detallan en el Anexo J.

Tabla 47 Tiempo de procesamiento

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial					
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO CONSERVA					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
roceso	**Operación**	**Tiempo estandar**	**CP [lote/hora]**	**CP [Lote/turno]**	**Tiempo de procesamiento [min/lote]**
CONSERVA	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	66,58
	Lavado conserva	11,11	5,00	40,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

La misma metodología se aplicó a cada uno de los procesos de lavado con el fin de determinar su tiempo de procesamiento individual. Esto se justifica en que, en la práctica, la mayoría de los procesos operan de manera conjunta o secuencial dentro del flujo de producción. En la Tabla 48, Tabla 49 y Tabla 50 se presenta un resumen consolidado de los tiempos de procesamiento correspondientes a cada uno de los procesos analizados en este estudio.

Adicionalmente, con el fin de comprender de manera más clara la secuencia y la interacción de las operaciones dentro de cada proceso, se elaboraron diagramas de flujo individuales que se presentan en el Anexo K.

Tabla 48 Tiempo de procesamiento del proceso de lavado conserva

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
RESUMEN DE LOS PROCESOS DE LAVADO CONSERVA				
Elaborado por:		Kevin Chicaiza	**Fecha:**	13/5/2025
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	
	Tiempo de procesamiento [min/lote]	**Tiempo de procesamiento [min/unidad]**	**Tiempo de procesamiento [hora/unidad]**	
CONSERVA	66,58	1,23	0,02	

Tabla 49 Tiempo de procesamiento del proceso de lavado yellow

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
RESUMEN DE LOS PROCESOS DE LAVADO YELLOW			
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	13/5/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	
ɔceso	**Tiempo de procesamiento [min/lote]**	**Tiempo de procesamiento [min/unidad]**	**Tiempo de procesamiento [hora/unidad]**
Yellow P1	257,38	4,77	0,08
Yellow P2	229,04	4,24	0,07
Yellow P3	203,01	3,76	0,06
Yellow P4	198,66	3,68	0,06
Yellow P5	107,74	2,00	0,03
Yellow P6	170,32	3,15	0,05
Yellow P7	174,67	3,23	0,05
Yellow P8	79,40	1,47	0,02

Tabla 50 Tiempo de procesamiento del proceso de lavado stone

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
RESUMEN DE LOS PROCESOS DE LAVADO STONE			
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	13/5/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	
Proceso	**Tiempo de procesamiento [min/lote]**	**Tiempo de procesamiento [min/unidad]**	**Tiempo de procesamiento [hora/unidad]**
STONE P1	255,55	4,73	0,08
STONE P2	227,21	4,21	0,07
STONE P3	201,19	3,73	0,06
STONE P4	196,83	3,65	0,06
STONE P5	105,91	1,96	0,03
STONE P6	168,49	3,12	0,05
STONE P7	172,84	3,20	0,05
STONE P8	77,57	1,44	0,02

3.2.22 Análisis de la demanda de pedidos

Para la proyección de la demanda, se empleó el software estadístico Minitab, el cual permitió aplicar métodos cuantitativos de pronóstico basados en series temporales.

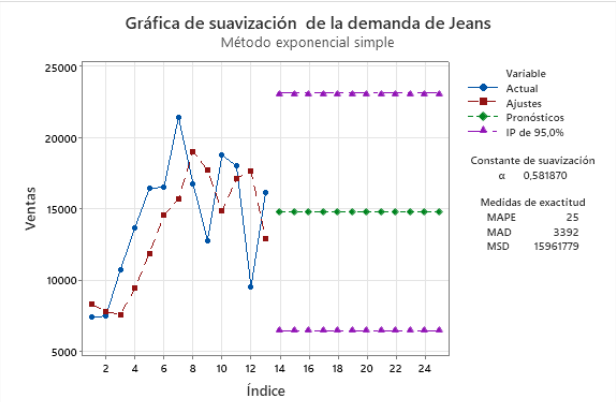
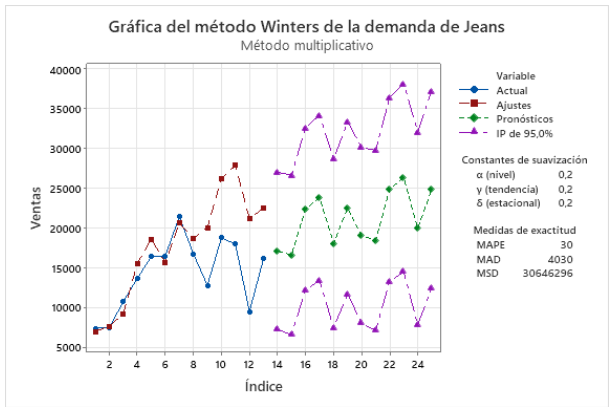
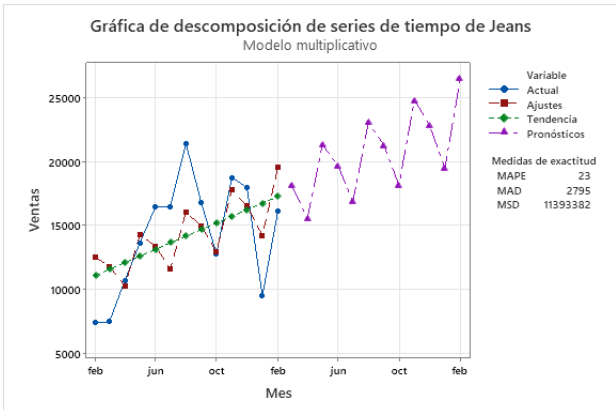
Para este análisis, se utilizaron los datos históricos de ventas correspondientes a los años 2024 y 2025, proporcionados por la empresa. Estos datos, presentados en la Tabla 51, sirvieron como base para identificar patrones de comportamiento y validar la efectividad del modelo de planificación propuesto. La proyección se realizó con el único propósito de respaldar técnicamente la viabilidad del modelo y no como una estimación operativa real.

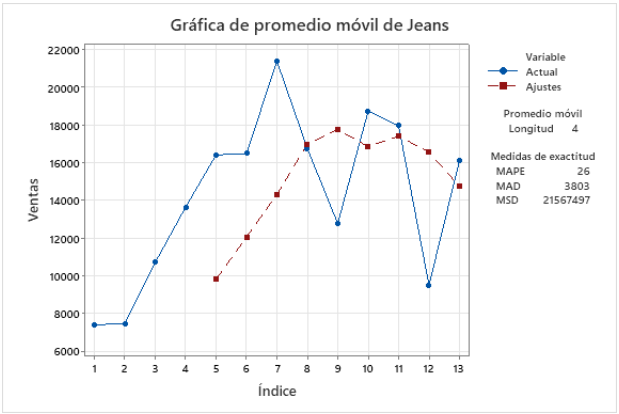
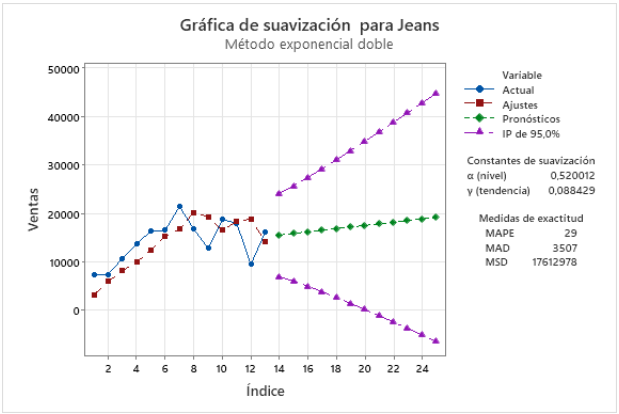
Tabla 51 Demanda historia

Prendas producidas en el año 2024-2025	
Mes	**Jeans**
Enero	7,392
Febrero	7,469
Marzo	10,715
Abril	13,655
Mayo	16,421
Junio	16,499
Julio	21,401
Agosto	16,761
Septiembre	12,777
Octubre	18,752
Noviembre	17,971
Diciembre	9,504
Enero	16,120
Total	185,437

Para la ejecución de los modelos de proyección, se consideraron los datos históricos de producción comprendidos entre enero de 2024 y enero de 2025. El análisis de esta serie temporal evidenció la ausencia de estacionalidad y la presencia de fluctuaciones significativas en la demanda, lo que limita la aplicación de modelos estacionales clásicos. Por tal motivo, se optó por aplicar métodos de pronóstico que permitan manejar variabilidad y obtener niveles aceptables de error en la estimación. En la Tabla 52, se presentan los métodos de proyección utilizados, junto con sus respectivos indicadores de precisión.

Tabla 52 Métodos de proyecciones

Métodos de proyección		
Método	**Gráfica**	**Medidas de exactitud**
Suavización exponencial simple		**MAPE** 25 **MAD** 3392 **MSD** 15961779
Método de Winters		**MAPE** 30 **MAD** 4030 **MSD** 30646296
Descomposición de series de tiempo		**MAPE** 23 **MAD** 2795 **MSD** 11393382

Promedio Movil		**MAPE** 26 **MAD** 3803 **MSD** 21567497
Suavización exponencial doble		**MAPE** 29 **MAD** 3507 **MSD** 17612978

Para este caso, se realizó la proyección de la demanda para prendas tipo jeans en el periodo comprendido entre febrero de 2025 y febrero de 2026, abarcando un horizonte de planificación de 13 meses. Una vez aplicados los distintos métodos de pronóstico, se procedió a seleccionar el más adecuado con base en su capacidad de ajuste a los patrones observados en los datos históricos, con el objetivo de lograr estimaciones más precisas y confiables.

Durante el proceso de evaluación, se determinó que el método de Descomposición de Series de Tiempo fue el que presentó el mejor desempeño en términos de precisión en los pronósticos. Este resultado se basó en el valor del MAPE (Error Porcentual Absoluto Medio), que fue utilizado como criterio de comparación entre los distintos métodos analizados. El método de descomposición obtuvo un MAPE de 23, lo que indica un nivel aceptable de exactitud en relación con los datos reales observados. Este valor respalda la elección del método como el más adecuado para el análisis, cuyos resultados se detallan en la Tabla 53.

Tabla 53 Pronósticos

Período	Pronóstico
Febrero	18110,0
Marzo	15538,7
Abril	21300,4
Mayo	19688,8
Junio	16855,0
Julio	23055,3
Agosto	21267,5
Septiembre	18171,4
Octubre	24810,1
Noviembre	22846,2
Diciembre	19487,7
Enero	26564,9

3.2.23 Programa maestro de producción MPS

En la elaboración del Programa Maestro de Producción (MPS), se consideraron únicamente los artículos objeto de estudio correspondientes al mes de febrero, cuya demanda se distribuyó uniformemente en cuatro semanas. Si bien la empresa opera normalmente bajo un esquema de producción bajo pedido o según instrucción directa del jefe de producción, en este análisis se asumió un enfoque planificado debido a la falta de información específica por parte de la empresa. Por tal motivo, se trabajó bajo el supuesto de un inventario inicial y final igual a cero, es decir, que la producción se ajusta exactamente a la cantidad requerida durante el periodo, sin acumulación de inventario.

En esta etapa, se procede a determinar la demanda específica para cada uno de los 17 procesos analizados, con base en el Programa Maestro de Producción (MPS) previamente establecido. Sin embargo, debido a la falta de información desagregada

que permita realizar pronósticos individuales por proceso, se adoptó una estrategia de asignación proporcional de la demanda total a las distintas familias de procesos.

Según información proporcionada de manera informal por el personal administrativo (específicamente, la secretaria de producción), se establece que, en todos los casos en que se fabrican prendas tipo jeans, aproximadamente el 20% del volumen corresponde al proceso de conserva. En consecuencia, el 80% restante se distribuyó equitativamente entre las dos familias de procesos principales restantes: Yellow y Stone, asignando un 40% de la demanda total a cada una.

Posteriormente, esta demanda fue desglosada entre los procesos específicos que conforman cada familia, con el fin de estimar la carga de trabajo por operación. Los resultados de esta distribución y análisis se presentan de forma detallada en la Tabla 54, lo que permite visualizar la demanda proyectada para cada proceso durante el periodo de planificación.

Tabla 54 Programa maestro de produccion MPS

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN					
Producto	**Detalle**	**FEBRERO**			
		1	2	3	4
Conserva	Demanda	18	18	18	18
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	18	18	18	18
	Inventario final	0	0	0	0
Yellow P1	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Yellow P2	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Yellow P3	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Yellow P4	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0

Yellow P5	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Yellow P6	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Yellow P7	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Yellow P8	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Stone P1	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Stone P2	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Stone P3	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Stone P4	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Stone P5	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Stone P6	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0
Stone P7	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0

Stone P8	Demanda	6	6	6	6
	Inventario inicial	0	0	0	0
	Producción requerida	6	6	6	6
	Inventario final	0	0	0	0

Una vez realizada la distribución semanal de la demanda mensual, se procede al cálculo de las cargas de trabajo por artículo en cada área operativa. Para ello, es necesario desglosar los requerimientos de recursos humanos, identificando la cantidad de trabajadores o células de trabajo necesarias para ejecutar cada una de las operaciones involucradas en el proceso productivo. Esta información se presenta de manera detallada en la Tabla 55, la cual permite visualizar la asignación de capacidad requerida por operación y área, en función de la demanda planificada.

Tabla 55 Número de trabajadores y capacidad semanal por operación

Operación	Numero de trabajadores o células	Capacidad en horas disponibles a la semana
Recepción y clasificación	1	48
Centrifugado		
Secado		
Despacho		
Lavado conserva	1	48
Lavado yellow		
Lavado Stone		
Manualidades	1	48
Focalizado		
Brosteado	1	48
Neutralizado		

En la Tabla 55 se presenta la cantidad de trabajadores asignados a cada una de las operaciones involucradas en el proceso de lavado, así como la capacidad disponible en horas por semana. Estas áreas han sido organizadas en función de la agrupación de recursos operativos, considerando tanto personal, maquinaria y herramientas, los cuales están estructurados como células de trabajo.

Cada célula está configurada para ejecutar un conjunto de operaciones relacionadas o secuenciales, bajo la responsabilidad de un único trabajador o equipo autónomo. Esta configuración responde a la lógica de flujo continuo dentro del proceso productivo, donde cada célula opera de forma especializada según la naturaleza del tratamiento.

3.2.24 Plan aproximado de la capacidad

El plan aproximado de la capacidad tuvo como objetivo principal identificar y evaluar las cargas de trabajo generadas en cada una de las áreas operativas de la empresa, con base en la demanda proyectada. Esta etapa es fundamental, ya que proporciona una visión preliminar de la capacidad requerida para satisfacer dicha demanda, permitiendo tomar decisiones estratégicas tempranas en cuanto a la asignación de recursos y la planificación de la producción.

En las Tablas 56 a la Tabla 59, se presenta el cálculo detallado de la subcarga o sobrecarga existente en las distintas áreas bajo estudio. Este análisis permite identificar desbalances de capacidad que podrían comprometer la eficiencia del sistema productivo.

Cabe destacar que el análisis de capacidad se realizó por célula de trabajo, dado que cada célula agrupa recursos humanos, maquinaria y herramientas organizados para ejecutar un conjunto específico de operaciones asignadas. Estas células operan de forma autónoma y se diseñan para cumplir con las tareas dentro de un tiempo determinado, lo cual hace indispensable evaluar su capacidad individual para asegurar el cumplimiento de los requerimientos de producción.

Horas requeridas de producción

Para determinar las horas requeridas de producción, se considera el tiempo estándar correspondiente de cada operación. Esta herramienta analítica permite una estimación precisa de la carga de trabajo, facilitando la identificación de posibles desbalances de capacidad, ya sea en forma de sobrecargas o subcargas dentro de las distintas células de trabajo.

Este enfoque constituye un insumo clave para la toma de decisiones estratégicas en la planificación operativa, ya que permite anticipar cuellos de botella o áreas con capacidad ociosa.

$$Horas\ requeridas\ de\ producción = Demanda * Tiempo\ estandar$$

$$Horas\ requeridas\ de\ producción = 114\ Lotes * 0{,}35\ hora/lote$$

$$Horas\ requeridas\ de\ producción = 39\ horas$$

Este método consiste en calcular las horas requeridas de producción para cada proceso individual, cuya suma total representa la carga de trabajo asignada a una célula específica. A partir de este valor, es posible evaluar la existencia de subcargas o sobrecargas, en función de la relación entre la demanda de producción proyectada y el tiempo operativo disponible por parte del trabajador o de la célula de trabajo.

Este análisis permite no solo detectar desbalances en la distribución de carga, sino también identificar oportunidades de redistribución y nivelación del trabajo, contribuyendo así a la optimización de la eficiencia operativa y al aprovechamiento adecuado de la capacidad instalada.

Cabe señalar que, para el desarrollo de la planificación, se consideró la suma total de la demanda de cada operación transversal. Por ejemplo, en el caso del proceso de recepción y clasificación, este se aplica a la totalidad de los lotes, independientemente del tipo de lavado, por lo tanto, su carga de trabajo se obtuvo mediante la sumatoria de los lotes correspondientes a todos los procesos. Esta lógica se aplicó de forma similar a cada operación sucesiva, conforme a su naturaleza y cobertura en el flujo productivo.

El detalle de este cálculo y su respectivo análisis se presentan en las Tablas 56 a la Tabla 59.

Tabla 56 Planeación aproximda de la capcidad celula 1

Planeación aproximada de la capacidad				
Producción lotes	114	114	114	114
Horas requeridas de producción	**Recepción y clasificación**			
	39	39	39	39
Horas requeridas de producción	**Centrifugado**			
	8	8	8	8
Horas requeridas de producción	**Secado**			
	36	36	36	36
Horas requeridas de producción	**Despacho**			
	7	7	7	7
Carga	90	90	90	90
Capacidad	48	48	48	48
	Sobrecarga	Sobrecarga	Sobrecarga	Sobrecarga

Tabla 57 Planecación aproximada de la capacidad celula 2

Planeación aproximada de la capacidad				
Lavado conserva				
Producción lotes	18	18	18	18
Horas requeridas de producción	3	3	3	3
Lavado Yellow				
Producción lotes	48	48	48	48
Horas requeridas de producción	19	19	19	19
Lavado Stone				
Producción lotes	48	48	48	48
Horas requeridas de producción	18	18	18	18
Carga	40	40	40	40
Capacidad	48	48	48	48
	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Tabla 58 Planecación aproximada de la capacidad celula 3

Planeación aproximada de la capacidad				
Manualidades				
Producción lotes	48	48	48	48
Horas requeridas de producción	23	23	23	23
Focalizado				
Producción lotes	48	48	48	48
Horas requeridas de producción	43	43	43	43
Carga	66	66	66	66
Capacidad	48	48	48	48
	Sobrecarga	Sobrecarga	Sobrecarga	Sobrecarga

Tabla 59 Planecación aproximada de la capacidad celula 4

Planeación aproximada de la capacidad				
Brosteado				
Producción lotes	48	48	48	48
Horas requeridas de producción	47	47	47	47
Neutralizado				
Producción lotes	72	72	72	72
Horas requeridas de producción	7	7	7	7
Carga	54	54	54	54
Capacidad	48	48	48	48
	Sobrecarga	Sobrecarga	Sobrecarga	Sobrecarga

Del análisis realizado, se evidencia que tres de las cuatro células de trabajo presentan sobrecargas de capacidad. Esta situación se origina principalmente debido a que, en el presente estudio, no se dispone de información detallada sobre la cantidad exacta de prendas procesadas en cada célula de trabajo, para asi poder realizar un pronóstico más acertado. Por esta razón, y como se indicó anteriormente, la demanda fue distribuida de manera equitativa entre los distintos procesos.

Es importante resaltar que una condición de sobrecarga no implica necesariamente la existencia de un cuello de botella, ya que esta interpretación está sujeta a la naturaleza real de los procesos y la variabilidad de los flujos de trabajo. No obstante, en este caso para ajustar la capacidad y reducir o eliminar estas sobrecargas, se pueden considerar estrategias como:

- Incremento de horas laborales mediante horas extras, o
- Contratación de personal adicional temporal o permanente,

con el objetivo de alinear la capacidad disponible con la demanda proyectada y garantizar el cumplimiento eficiente del plan de producción establecido.

3.2.25 Desarrollo del modelo de planificación de capacidad

En este apartado se detalló el procedimiento aplicado para el cálculo de las variables que sirvieron como base para el desarrollo del modelo de planificación de la capacidad.

Dicho modelo se construyó a partir de la demanda pronosticada correspondiente a los procesos seleccionados en el estudio.

El propósito fundamental de esta investigación fue proporcionar a la empresa de una herramienta que le permita anticiparse a los requerimientos operativos futuros, mediante la asignación eficiente del tiempo de trabajo en cada operación, según el cronograma de procesos previsto para cada jornada laboral.

Para validar la propuesta, se utilizó la demanda pronosticada del mes de febrero, la cual fue distribuida entre las semanas laborables de dicho mes. Esta metodología permitió establecer un marco de referencia para evaluar el desempeño actual y proyectar mejoras en la eficiencia operativa. Como resultado, la empresa puede optimizar el uso de sus recursos, anticipar cuellos de botella y garantizar el cumplimiento oportuno de la demanda, alineando su capacidad instalada con los requerimientos reales del mercado.

3.2.26 Orden de producción

En el desarrollo del presente proyecto de investigación, se utilizó una orden de producción como punto de partida para dar inicio al primer proceso de la cadena productiva. La asignación de la demanda se realizó tomando como referencia el valor de la demanda mensual pronosticada, la cual fue distribuida porcentualmente entre los procesos involucrados: el 20% fue destinado al proceso de conserva, el 40% al proceso Yellow y el 40% restante al proceso Stone.

En la Tabla 60 se presenta la primera hoja del modelo propuesto de planificación de la capacidad, desarrollada en una herramienta de Microsoft Excel. En esta sección, el usuario u operador debe ingresar como datos de entrada el número de días laborables correspondientes al mes en análisis, así como la demanda total en unidades. Estos parámetros constituyen la base para la distribución de la carga de trabajo y la posterior estimación de la capacidad requerida por proceso.

Tabla 60 Orden de producción

ORDEN DE PRODUCCIÓN			
MES		Febrero	
N° DIAS LABORABLES		23	
Demanda [unidades]		18.110	
PROCESO	**Demanda [unidades]**	**Diaria [unidades]**	**Diaria [Lotes]**
Conserva	3622	158	3
Yellow P1	906	40	1
Yellow P2	906	40	1
Yellow P3	906	40	1
Yellow P4	906	40	1
Yellow P5	906	40	1
Yellow P6	906	40	1
Yellow P7	906	40	1
Yellow P8	906	40	1
Stone P1	906	40	1
Stone P2	906	40	1
Stone P3	906	40	1
Stone P4	906	40	1
Stone P5	906	40	1
Stone P6	906	40	1
Stone P7	906	40	1
Stone P8	906	40	1
Total	18110	798	19

Una vez segmentada la demanda mensual por proceso, esta fue distribuida en función de los días laborables del mes analizado, con el fin de determinar el volumen diario requerido para cada operación. Posteriormente, dichos volúmenes fueron transformados en lotes de producción mediante la división del requerimiento diario en unidades sobre un promedio de 54 unidades por lote, valor obtenido a partir del análisis histórico de producción. Este procedimiento permitió calcular el número de lotes diarios por proceso, lo que facilita una programación más precisa de los recursos y asegura una planificación alineada con la capacidad instalada de la empresa.

Además, el modelo desarrollado en Excel incorpora funciones automatizadas que permiten al usuario modificar la demanda de cada proceso y obtener de forma inmediata la nueva producción diaria. Esta funcionalidad brinda flexibilidad en la planificación, permitiendo, por ejemplo, concentrar la producción de un proceso en un

solo día o semana, siempre que se respeten las restricciones de capacidad. Sin embargo, para el presente estudio se optó por distribuir la demanda del mes de febrero de manera uniforme, considerando como criterio un plazo de entrega de 23 días.

3.2.27 Calculos de turnos a emplear

El cálculo de los turnos requeridos se llevó a cabo a través de varias hojas de trabajo en Excel, correspondientes a las cuatro semanas del mes analizado. En este módulo del modelo, se considera el número de operarios asignados a cada célula de trabajo, lo cual permite estimar con mayor precisión la capacidad disponible. A partir de esta información, el sistema genera de manera automática la cantidad de turnos diarios, así como la duración en horas necesarias para cumplir con la producción planificada de una determinada cantidad de procesos por día.

El cálculo de los turnos correspondientes a cada proceso se realiza de la siguiente manera:

$$Turno\ a\ emplear = \frac{Demanda}{Capacidad\ Semanal} * Numero\ de\ dias\ laborables$$

$$Turno\ a\ emplear = \frac{18\ lotes}{144\ lotes} * 6$$

$$Turno\ a\ emplear = 0{,}75$$

El desarrollo de este cálculo se efectuó de manera individual para cada una de las semanas del periodo analizado, abarcando todos los procesos incluidos en el estudio. Un ejemplo representativo de esta metodología puede observarse en la Tabla 61, mientras que los resultados completos y detallados de cada uno de los procesos se encuentran disponibles en el Anexo L.

Tabla 61 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de conserva

Planificación para la Semana 1			Artículo	Conserva		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	18	1	24	144	0,75	6
Lavado conserva	18	1	40	240	0,45	3,6
Centrifugado	18	1	40	240	0,45	3,6
Secado	18	1	24	144	0,75	6
Despacho	18	1	128	768	0,14	1,13
					2,54	**20,33**

A partir de los cálculos realizados en las hojas de trabajo, se determina el número total de turnos de producción requeridos para cada uno de los procesos durante la primera semana del periodo analizado. En la Tabla 62 se presenta un resumen consolidado de los turnos necesarios por operación, lo que permite visualizar de manera clara la carga de trabajo semanal y facilitar la planificación de los recursos humanos disponibles.

Tabla 62 Cálculo de turnos a emplear por cada operación

Operación	Total de turnos (días)	Hora de producción requerida para cada área
Recepción y clasificación	4,75	38,00
Manualidades	3,00	24,00
Lavado conserva	0,45	3,60
Lavado yellow	2,00	16,00
Lavado Stone	2,00	16,00
Centrifugado	4,65	37,20
Focalizado	6,00	48,00
Brosteado	6,00	48,00
Neutralizado	0,82	6,55
Secado	7,75	62,00
Despacho	0,89	7,13

La estimación de las horas de producción para cada operación se realiza multiplicando la cantidad total de turnos diarios asignados por la duración establecida de una jornada laboral estándar, expresada en horas.

3.2.28 Programa diario de producción

La elaboración del programa diario de producción constituye una herramienta fundamental dentro del sistema de planificación operativa, ya que permite detallar, de forma secuencial, las actividades específicas que se ejecutan en cada etapa del proceso de fabricación de jeans. Este programa considera el flujo completo de producción,

desde el inicio hasta la finalización de cada operación, permitiendo una asignación clara y estructurada de tareas.

El objetivo principal de esta planificación es guiar la ejecución de las operaciones diarias, proporcionando al planificador una visión precisa del tiempo requerido para cada proceso, en función de la capacidad instalada y de los recursos disponibles. Asimismo, actúa como base para el monitoreo y control del avance de la producción, permitiendo identificar desviaciones en tiempo real, implementar medidas correctivas oportunas y garantizar el cumplimiento de los plazos de entrega establecidos.

Una ventaja adicional del programa diario es que mejora la comunicación interna al ofrecer a los operarios una guía clara de las actividades que deben realizar y sus respectivas responsabilidades para el siguiente día. Para su elaboración, se consideran criterios clave como la secuencia lógica de procesos y la estructura de trabajo en células, donde cada célula está conformada por un solo operario. En este sentido, el planificador debe organizar las tareas de forma equilibrada para evitar la sobrecarga laboral.

Cabe destacar que, en procesos como el secado, cuya duración excede un día, no todo el tiempo se asocia directamente a la intervención del operario, ya que una parte corresponde al funcionamiento autónomo de la máquina. Esto permite que el trabajador reasigne su tiempo a otras operaciones pendientes dentro de su célula, optimizando así el uso del tiempo y reduciendo los periodos improductivos. Esta misma lógica se aplica a otros procesos donde predomina la intervención de equipos, como el centrifugado, el lavado y el brosteado, en los cuales la supervisión directa del trabajador es mínima durante la operación del equipo.

En este modelo experimental se ha asumido que los operarios cumplen jornadas laborales completas, y que la demanda total se distribuye de manera referencial entre los procesos: Conserva el 20%, Yellow el 40% y Stone el 40%. Esta asignación responde a la ausencia de una demanda real de los procesos, por lo que la carga de trabajo se ha establecido con fines exclusivamente investigativos. No obstante, para cumplir con la demanda planteada en este escenario, fue necesario recurrir a horas

extraordinarias; aunque, como alternativa, también podría considerarse la redistribución de personal desde áreas con menor carga laboral.

Adicionalmente, a manera de ejemplo se muestra la Tabla 63 de la primera semana de febrero, proporciona una visualización clara de las horas requeridas por jornada, identificando posibles necesidades de tiempo extra o, por el contrario, periodos de inactividad. También se detallan las actividades planificadas para cada día, incluyendo los días en los que no se ejecutan procesos, lo cual facilita la toma de decisiones operativas y estratégicas para mejorar la eficiencia del sistema productivo. Complementariamente, en el Anexo M se expone la planificación completa de la producción correspondiente al mes analizado.

Tabla 63 Programación de la primera semana de lavado de jeans

N° de Semana	SEMANA 1						
DIAS LABORABLES	6						
N° de turnos	1						
Demanda	114						
de fabricación en recepción y clasificación(dias)	4,75						
Tiempo de fabricación en manualidades (dias)	3,00						
Tiempo de fabricación lavado conserva (dias)	0,45						
Tiempo de fabricación lavado yellow (dias)	2,00						
Tiempo de fabricación lavado Stone (dias)	2,00						
Tiempo de fabricación centrifugado (dias)	4,65						
Tiempo de fabricación focalizado (dias)	6,00						
Tiempo de fabricación brosteado (dias)	6,00						
Tiempo de fabricación neutralizado (dias)	0,82						
Tiempo de fabricación secado (dias)	7,75						
Tiempo de fabricación despacho (dias)	0,89						
	N° de días						
DATOS GENERALES	1	2	3	4	5	6	P/A
producción recepción y clasificación	1	1	1	1	0,75		0,00
Dias de producción manualidades	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00
Dias de producción lavado conserva	0,15	0,15	0,15				0,00
Dias de producción lavado yellow	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,00
Dias de producción lavado Stone	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,00
Dias de producción centrifugado	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65	0,00
Dias de producción focalizado	1	1	1	1	1	1	0,00
Dias de producción brosteado	1	1	1	1	1	1	0,00
Dias de producción neutralizado	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12	0,00
Dias de producción secado	1,30	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	0,00
Dias de producción despacho	0,14	0,14	0,14	0,16	0,16	0,15	0,00
le producción recepción y clasificación	8,00	8,00	8,00	8,00	6,00	0,00	0,00
Horas de producción manualidades	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
Horas de producción lavado conserva	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Horas de producción lavado yellow	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,00	0,00
Horas de producción lavado Stone	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,00	0,00
Horas de producción centrifugado	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	5,20	0,00
Horas de producción focalizado	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00
Horasde producción brosteado	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00
Horas de producción neutralizado	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	0,96	-0,01
Horas de producción secado	10,40	10,32	10,32	10,32	10,32	10,32	0,00
Horas de producción despacho	1,12	1,12	1,12	1,28	1,28	1,20	0,00
PRODUCCIÓN							
ción recepción y clasificación	24	24	24	24	18	0	0
Producción manualidades	19	19	19	19	19	19	0
Producción lavado conserva	38	38	38	0	0	0	0
Producción lavado yellow	20	20	20	20	20	14	0
Producción lavado Stone	20	20	20	20	20	14	0
Producción centrifugado	20	20	20	20	20	16	0
Producción focalizado	19	19	19	19	19	19	0
Producción brosteado	19	19	19	19	19	19	0
Producción neutralizado	20	20	20	20	20	17	0
Producción secado	19	19	19	19	19	19	0
Producción despacho	18	18	18	20	20	19	0

3.2.29 Guía para el uso del programa de producción

El modelo de planificación de la capacidad constituye una herramienta estratégica para la gestión eficiente de los procesos involucrados en el proceso de lavado de prendas tipo jeans. Mediante la asignación óptima de los recursos disponibles, principalmente el número de operarios y las jornadas laborales, este modelo permite estimar con precisión los tiempos de procesamiento asociados a las distintas etapas del lavado.

Asimismo, ofrece al planificador la posibilidad de ajustar dichos recursos en función de la carga operativa y los plazos de entrega establecidos, lo que facilita la toma de decisiones orientadas a garantizar el cumplimiento oportuno de la demanda sin comprometer la capacidad instalada ni la eficiencia productiva.

3.2.30 Cálculos de turnos a emplear

Pantalla de inicio



Figura 10 Pantalla principal del modelo de planificacion de la capacidad

En la interfaz principal del modelo se dispone de un menú interactivo que permite al usuario seleccionar cualquiera de los procesos productivos para visualizar su estado actual. Esta funcionalidad facilita el monitoreo en tiempo real, permitiendo identificar

posibles desviaciones o cuellos de botella y, en consecuencia, reaccionar de manera anticipada ante cualquier eventualidad que pueda afectar el cumplimiento de los objetivos de producción.

En caso de que se requiera registrar un nuevo pedido, desde la pantalla de inicio como se muestra en la Figura 10 el usuario debe acceder a la pestaña correspondiente a la Orden de Producción. Al hacerlo, se despliega automáticamente la interfaz de ingreso de datos, tal como se muestra en la Figura 11, permitiendo la captura estructurada de la información necesaria para iniciar el proceso productivo.



ORDEN DE PRODUCCIÓN			
MES		Febrero	
N° DIAS LABORABLES		23	
Demanda [unidades]		18.110	
PROCESO	Demanda [unidades]	Diaria [unidad	Diaria [Lotes]
Conserva	3622	158	3
Yellow P1	906	40	1
Yellow P2	906	40	1
Yellow P3	906	40	1
Yellow P4	906	40	1
Yellow P5	906	40	1
Yellow P6	906	40	1
Yellow P7	906	40	1
Yellow P8	906	40	1
Stone P1	906	40	1
Stone P2	906	40	1
Stone P3	906	40	1
Stone P4	906	40	1
Stone P5	906	40	1
Stone P6	906	40	1
Stone P7	906	40	1
Stone P8	906	40	1
Total	18110	798	19

PRODUCCIÓN DIARIA		
PROCESO	Diaria [unidad	Diaria [Lotes]
Conserva	158	3
Yellow P1	40	1
Yellow P2	40	1
Yellow P3	40	1
Yellow P4	40	1
Yellow P5	40	1
Yellow P6	40	1
Yellow P7	40	1
Yellow P8	40	1
Stone P1	40	1
Stone P2	40	1
Stone P3	40	1
Stone P4	40	1
Stone P5	40	1
Stone P6	40	1
Stone P7	40	1
Stone P8	40	1
		19

Figura 11 Orden de producción

En esta sección del modelo, el usuario tiene la posibilidad de asignar los recursos y parámetros clave para la planificación, tales como el mes de ejecución, el número de días laborables y la demanda total expresada en lotes. Como se estableció previamente, el sistema distribuye automáticamente el 100% de la demanda entre los procesos principales: 20% al proceso de conserva, 40% al proceso Yellow y 40% al proceso Stone. A su vez, cada uno de estos se subdivide en las operaciones específicas que los componen, automáticamente se calculara la cantidad de unidades a producir diariamente.

Una vez ingresada la demanda y definidos los recursos correspondientes, se procede a la pantalla de programación de producción, donde se establece el número de días laborables por semana, como se ilustra en la Figura 12. En caso de que se deba atender

un pedido con un plazo de entrega de dos semanas, se asignarán jornadas laborales en las casillas correspondientes a esas dos semanas, distribuyendo un total de 10 días de trabajo. Las casillas restantes se completarán con valor cero, conforme a los requerimientos específicos del cronograma de producción. Esta flexibilidad permite adaptar la planificación operativa a las condiciones reales de entrega.

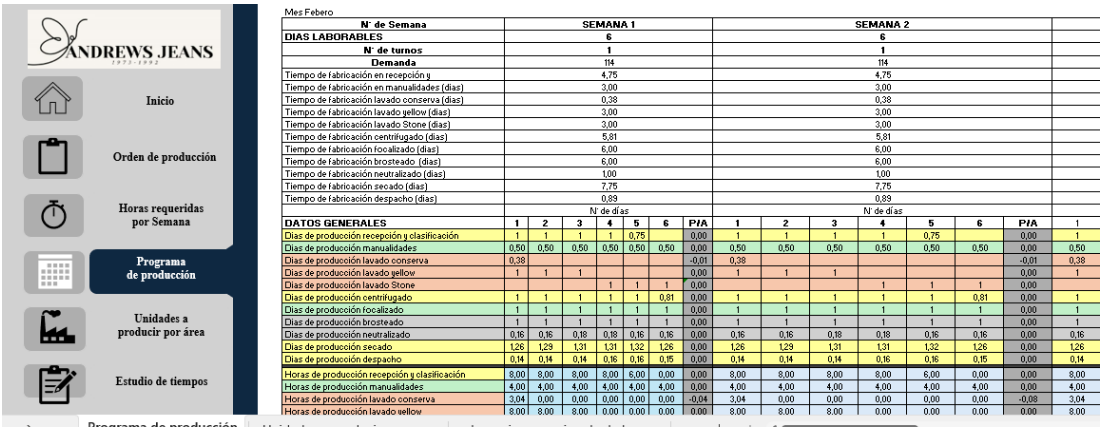


Figura 12 Programa de producción

Una vez completado el ingreso de los datos iniciales, se procede a la sección correspondiente al cálculo de horas requeridas por semana. En esta etapa, se despliega un submenú que contiene las pestañas organizadas por cada una de las cuatro semanas del mes. El usuario debe seleccionar la semana en la que se llevará a cabo el proceso de producción e ingresar el número de operarios asignados a dicho proceso, tal como se muestra en la Figura 13. Esta información es fundamental para determinar la disponibilidad de mano de obra y calcular la carga horaria necesaria para cumplir con los volúmenes planificados.

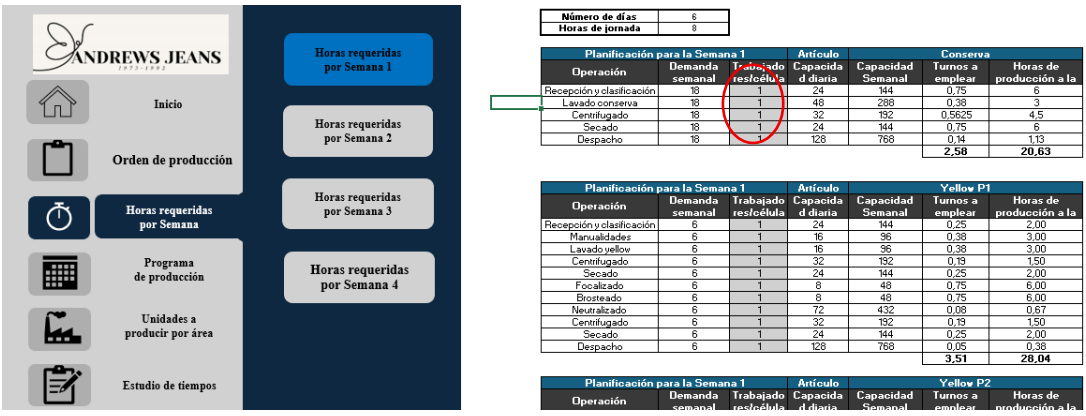


Figura 13 Horas requeridas por semana

El modelo presentado ya cuenta con los datos de demanda pronosticada previamente definidos en este estudio. En esta sección, al modificar únicamente el número de trabajadores asignados, el sistema realiza automáticamente el cálculo de los días y horas requeridos para cada uno de los procesos, sin necesidad de ajustar ningún otro parámetro manualmente.

Adicionalmente, la pestaña Unidades a Producir, mostrada en la Figura 14, está vinculada directamente con el programa de producción. En esta interfaz se detalla el desglose de la producción diaria, permitiendo visualizar el número de lotes que deben ser fabricados por día y por proceso, lo que facilita la planificación operativa y el seguimiento del cumplimiento de la demanda.

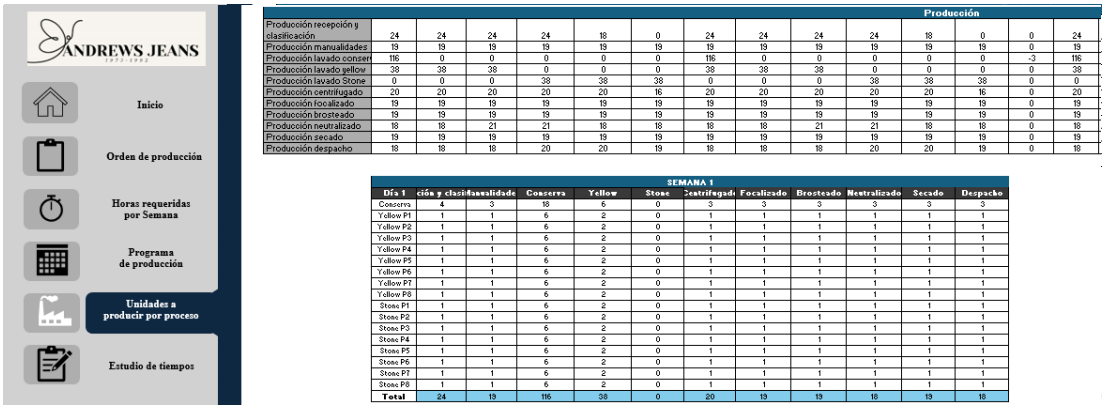


Figura 14 Unidades a producir por proceso

En resumen, para utilizar el programa, el usuario debe ingresar el mes de ejecución, los días laborables, la demanda total (en unidades) y el número de operarios por proceso. El sistema distribuye automáticamente la demanda entre los procesos (20% conserva, 40% Yellow, 40% Stone), desglosa la producción diaria, calcula los turnos y las horas requeridas por semana. Luego, se selecciona la semana de trabajo y se asignan los operarios correspondientes; el modelo calcula automáticamente el tiempo necesario sin modificar otros parámetros. Todo el sistema está interconectado y se actualiza automáticamente con cada cambio ingresado.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se llevó a cabo la identificación detallada de los procedimientos, operaciones y actividades desarrolladas en el área de lavado y tinturado de prendas tipo jeans, mediante el levantamiento de procesos. Este análisis permitió reconocer las distintas etapas que conforman el proceso productivo, las máquinas involucradas, su capacidad operativa y las funciones específicas para las que fueron diseñadas. Además, se analizó la distribución de las cargas de trabajo entre los operarios, evidenciando que la mayoría de ellos participa en múltiples operaciones a lo largo de la línea productiva, lo que influye directamente en su desempeño y eficiencia.
- Con el propósito de evaluar de manera precisa la situación actual de la empresa, se llevó a cabo un análisis del porcentaje de participación de los distintos tipos de telas empleados en el proceso productivo. Los resultados obtenidos revelan que, durante los años 2024 y 2025, la mayor concentración de la producción corresponde a prendas elaboradas con tela tipo jeans, representando el 82,80% del total, mientras que las prendas confeccionadas con tela tipo Paper Touch alcanzan el 17,20%. Este análisis permitió identificar las prioridades productivas de la empresa y orientar los esfuerzos de mejora hacia el tipo de prenda con mayor volumen y demanda.
- Se realizo un estudio de tiempos para todas las operaciones del proceso, lo que permitió identificar que el principal problema no radica en las máquinas o equipos utilizados, sino en la organización del recurso humano. Cada operario debe asumir múltiples tareas, lo que genera una sobrecarga de trabajo que afecta directamente el rendimiento de cada operación e impacta negativamente en la eficiencia global del área. Para complementar este análisis, se desarrolló un diagrama hombre-máquina que permitió visualizar de manera detallada la interacción entre los operarios y los equipos. Esta herramienta fue clave para calcular un tiempo de ciclo más representativo de la realidad operativa, lo que a su vez facilitó una estimación más precisa de la capacidad real de los procesos en los que intervienen las máquinas.

- Se desarrolló la proyección de la demanda de prendas tipo jeans utilizando el software Minitab, aplicando su herramienta de análisis de series de tiempo. Para ello, se evaluaron seis modelos de pronóstico distintos con un horizonte temporal de 13 meses. La selección del modelo más adecuado se basó principalmente en el valor del Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) como criterio de precisión. Tras el análisis comparativo, se determinó que el modelo de "Descomposición de Series de Tiempo" presentó el mejor desempeño, con un MAPE de 23%, lo que respaldó su elección como la herramienta más confiable para estimar la demanda en este estudio.
- Se elaboró el Programa Maestro de Producción (MPS) para el mes de febrero, utilizando un modelo simplificado en el que se asumió inventario inicial y final nulo, dado que la producción se consume de forma inmediata. Esta suposición, con fines prácticos, permitió facilitar el análisis operativo. A partir del MPS, se desarrolló el Plan Aproximado de la Capacidad, considerando la estructura actual basada en celdas de trabajo. El análisis evidenció que 3 de las 4 celdas presentan sobrecarga, lo que indica la necesidad de medidas correctivas como la redistribución de tareas o la programación de horas extras, a fin de mantener un flujo de producción equilibrado y eficiente.
- El modelo propuesto sirve como guía para una planificación eficiente, orientada a garantizar el cumplimiento de los plazos de entrega. Permite ajustar turnos, asignación de horas y recursos disponibles en este caso los trabajadores, facilitando decisiones proactivas frente a la capacidad instalada y la demanda del mercado. Aunque está sujeto a futuras mejoras, representa un aporte significativo para optimizar la eficiencia y la capacidad de respuesta de la empresa.

4.2 Recomendaciones

- Utilizar el presente proyecto de investigación como base para diseñar y ejecutar planes de capacidad, tanto a mediano como a largo plazo, que contemplen la totalidad de los procesos actuales y potenciales de la empresa.

- La empresa debería adoptar el modelo desarrollado como herramienta base para la planificación mensual de la producción, ajustándolo periódicamente según la variabilidad de la demanda.

- Es fundamental evaluar la asignación de recursos humanos adecuados a cada operación para optimizar los tiempos de producción y maximizar la capacidad instalada. Esta medida resulta especialmente relevante ante picos de demanda, ya que actualmente los operadores deben realizar simultanear múltiples tareas, lo cual limita la eficiencia del proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] I. Safra y K. Ghachem, “Mejora del rendimiento de la cadena de suministro textil mediante una planificación óptima de la capacidad”, feb. 2019.

[2] Z. Zhang *et al.*, “Optimization Model and Strategy for Dynamic Material Distribution Scheduling Based on Digital Twin: A Step towards Sustainable Manufacturing”, *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 23, Dec. 2023, doi: 10.3390/su152316539.

[3] A. Salamzadeh, M. Hadizadeh, N. Rastgoo, M. M. Rahman, and S. Radfard, “Sustainability-Oriented Innovation Foresight in International New Technology Based Firms,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 20, Oct. 2022, doi: 10.3390/su142013501.

[4] N. A. Bakke and R. Hellbergb, “The challenges of capacity planning”, 1993.

[5] T. McLaren, M. Head, and Y. Yuan, “Supply chain collaboration alternatives: Understanding the expected costs and benefits,” *Internet Research*, vol. 12, no. 4, pp. 348–364, 2002, doi: 10.1108/10662240210438416.

[6] M. Á. Gardetti and R. P. Larios-Francia, Eds., *Sustainable Fashion and Textiles in Latin America*. in Textile Science and Clothing Technology. Singapore: Springer Singapore, 2021. doi: 10.1007/978-981-16-1850-5.

[7] G. A. Díaz Muñoz, M. D. Quintana Lombeida, and D. G. Fierro Mosquera, “La Competitividad como factor de crecimiento para las organizaciones”, *INNOVA Research Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 145–161, Jan. 2021, doi: 10.33890/innova.v6.n1.2021.1465.

[8] O. Lucía and J. Naranjo, “Gestión del talento humano en la micro, pequeña y mediana empresa vinculada al programa Expopyme de la Universidad del Norte en los sectores de confecciones y alimentos”, jun. 2005.

[9] M. Cajigas, E. Ramirez, and D. Ramirez, “Production capacity and sustainability in new companies Contened”, dic. 2019.

[10] D. Miranda, “Planeación de la capacidad de producción en la empresa lavadora y tintoreria de jeans Ecuatintex”, mar. 2022.

[11] Andrés Felipe Díaz Rojas, “Sistema de planeación, programación y control de la producción para la planta de manufactura de Flow Sport S.A.S”, 2013.

[12] M. Hoyos y A. López, “Propuesta de plan estratégico Caso Crea Jeans LTDA”, 2010.

[13] M. Rabbani, M. Niyazi, and H. Rafiei, “Production, technology and capacity planning for textile industry: A case study”, *Uncertain Supply Chain Management*, vol. 4, no. 4, pp. 277–286, 2016, doi: 10.5267/j.uscm.2016.4.002.

[14] A. Forsyth, “What Is Planning? A Guide for Submitting Authors”, 2022, *Routledge*. doi: 10.1080/01944363.2021.1995286.

[15] D. R. Kiran, “Types of production situations”, in *Production Planning and Control*, Elsevier, 2019, pp. 181–193. doi: 10.1016/b978-0-12-818364-9.00013-5.

[16] “Capacidad de producción”.

[17] J. Giovanny, B. Aguilar, U. Rey, J. Carlos, G. V. Martínez, and J. Zapata, “Administración de Operaciones MARTHA GUERRERO CARRASCO ANDRÉS GÓMEZ RÍOS United Parcel Service”, 2020.

[18] A. Marisol and S. Guerrero, “‘PRONOSTICO DE LA DEMANDA’”.

[19] Jose Maria Amat De Swert, “estudio para la implantación del sistema mrp de planificación y control de la producción de una empresa productora de maquinaria de control numérico”, 2009.

[20] E. Frank and G. Villarreal Veloz, “Planificación de los requerimientos de materiales (mrp) de almacén, para tecpecuador s.a.”, 2015.

[21] D. Salazar, “Estudio del sistema de producción y propuesta de optimización para el proceso de empaque en la planta compostaje abonos Chávez-Miño”, 2018.

[22] Mideplan, “Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo”.

[23] Sanchis Gisbert, “Diagramación de Procesos”.

[24] D. B. Parra, F. Murrieta Domínguez, and C. A. Cortes Herrera, “Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias (Analysis of times and motions in the steam production process from a company that generates clean energy)”, jun. 2020. [Online]. Available: https://orcid.org/0000-0001-5245-909X

[25] L. P. Krajewski, Ritzman, y M. Malhotra, *Administración de operaciones*, Octava ed., México: Pearson Educación, 2008.

[26] R. Chase, J. Robert y N. Aquilano “Administración de operaciones”, México: *McGraw-Hil*, Apr. 2009.

[27] J. Cruelles, “Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y la mejora continua,” *Alfaomega*, Primera ed., 2013.

[28] N. Gaither y G. Frazier, *Administración de Producción y Operaciones*, Octava ed. México: International Editores, 2000.

ANEXOS

Anexo A. Entrevista

La entrevista fue realizada a la secretaria de la empresa ANDREWS, considerando que es la persona con conocimiento integral sobre los procesos operativos relacionados con el lavado. Su rol le permite comprender en detalle la secuencia de actividades involucradas, así como disponer de información clave sobre la demanda, volúmenes de producción y otros datos relevantes para el análisis. Además, su vínculo directo con las operaciones y el personal de planta le otorga una perspectiva operativa valiosa para el desarrollo del estudio.

Objetivo: Analizar la situación problemática de la empresa a través de la recopilación y evaluación de información relevante.

1. **¿La empresa utiliza algún modelo de planificación de capacidad para determinar los recursos productivos necesarios y asegurar el cumplimiento de la demanda?**

   Actualmente, la empresa no aplica un modelo estructurado de planificación de capacidad. Las órdenes de producción son emitidas directamente por el jefe, quien indica qué productos deben elaborarse y cuál es el plazo de entrega. A partir de esta información, los operarios se organizan de manera autónoma para cumplir con la producción requerida.

2. **¿Cuál es el mecanismo utilizado por la empresa para determinar la cantidad de unidades a producir?**

   La cantidad a producir se establece principalmente en función de los pedidos realizados por los clientes o mediante instrucciones directas del jefe, quien está a cargo del área comercial y tiene conocimiento actualizado sobre los volúmenes requeridos de acorde a la tendencia del mercado.

3. ¿**Cómo se determina el tipo y la cantidad de insumos necesarios para los procesos de lavado**?

   Cada operador encargado de su proceso selecciona los materiales en función de su criterio y de los volúmenes de los lotes en producción. El suministro de los químicos los gestiona una empresa externa especializada, que se encarga tanto de capacitar al personal como de preparar las mezclas correspondientes. Esta se reabastece aproximadamente una vez al mes o cuando los operarios notifican su escasez de insumos.

4. **¿Cómo responde la empresa a imprevistos o incrementos repentinos en la demanda de producción?**

   Cuando se presenta una carga de trabajo adicional, los operarios prolongan su jornada mediante horas extra, incluso laborando medio día en días festivos, con el fin de asegurar el cumplimiento de los plazos de entrega establecidos.

5. **¿Se realiza alguna planificación periódica (diaria o semanal) de las operaciones?**

   No existe un plan de producción formal. Cada operador decide de forma autónoma la secuencia de los lotes: por ejemplo, con cinco máquinas de lavado puede procesar cinco lotes de una misma familia de producto o alternar dos lotes de distintas familias, según su criterio y experiencia.

6. **¿El personal disponible es suficiente para atender picos de alta demanda?**

   No. Cuando se saturan las áreas, se recurre a destinar temporalmente empleados de otras secciones para apoyar especialmente al encargado de recepción, secado, centrifugado y despacho, pues en momentos de alta carga este proceso no se abastece automáticamente y requiere mano de obra adicional.

7. **¿Considera importante planificar en función de la capacidad instalada para mejorar la rentabilidad y la calidad del producto?**

Definitivamente. El análisis y la planificación basados en la capacidad operativa permiten evaluar si se contamos con los recursos adecuados para cada proceso y visibilizar áreas de mejora en los métodos de trabajo de los operarios, quienes hasta ahora han ejecutado las tareas conforme a su juicio sin mayores inconvenientes.

Anexo B. Verificación del cronómetro profesional y del dispositivo móvil



Figura 15 Comparacion del cronometro profesional y del dispositivo movil

Anexo C. Cálculo del número de observaciones a través del método estadístico

Tabla 64 Cálculo del número de mediciones de recepcion y clasificacion a través del método estadístico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial					
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES					
Operación		Recepción y clasificación		**Estudio N°**	1
Área		Recepción		**Hoja N°**	1 de 1
Operario		Ángel Barrera		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista		Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
N°	**Actividades**	**Método estadístico**			**Número de mediciones**
		$\sum x$	$\sum x^2$	$(n\sum x^2)-(\sum x)^2$	
1	RC1	0,40	0,03	0,00	8
2	RC2	33,09	183,35	5,18	8
3	RC3	8,75	12,82	0,36	8
4	RC4	3,20	1,72	0,05	8
5	RC5	20,45	70,05	2,07	8
6	RC6	14,44	34,92	0,99	8

Tabla 65 Cálculo del número de mediciones de lavado conserva a través del método estadístico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial					
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES					
Operación		Manualidades		**Estudio N**	3
Área		Manualidades		**Hoja N**	1 de 1
Operario		Luis Barrera		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista		Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
N	**Actividades**	**Método estadístico**			**Número de mediciones**
		$\sum x$	$\sum x^2$	$(n\sum x^2)-(\sum x)^2$	
1	LC1	6,65	7,39	0,13	5
2	LC2	0,36	0,02	0,00	5
3	LC3	1,66	0,46	0,01	5
4	LC4	18,38	56,46	0,96	5
5	LC5	0,29	0,01	0,00	5
6	LC6	0,66	0,07	0,00	5
7	LC7	1,15	0,22	0,00	5
8	LC8	92,23	1422,52	28,77	5
9	LC9	6,40	6,85	0,12	5
10	LC10	0,95	0,15	0,00	5

Tabla 66 Cálculo del número de mediciones de lavado yellow a través del método estadístico

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES					
Operación		Lavado yellow		**Estudio N**	4
Área		Lavado		**Hoja N**	1 de 1
Operario		Luis Barrera		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista		Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
N	**Actividades**	**Método estadístico**			**Número de mediciones**
		$\sum x$	$\sum x^2$	$\left(\epsilon \sum x^2\right)-\left(\sum x\right)^2$	
1	LY1	7,84	10,26	0,12	3
2	LY2	0,35	0,02	0,00	3
3	LY3	2,10	0,74	0,01	3
4	LY4	0,81	0,11	0,00	3
5	LY5	94,79	1500,57	19,24	3
6	LY6	20,87	72,73	0,82	3
7	LY7	8,57	12,26	0,12	3
8	LY8	180,34	5432,05	69,76	3
9	LY9	0,87	0,12	0,00	3
10	LY10	100,01	1670,15	18,92	3
11	LY11	1,13	0,21	0,00	3
12	LY12	17,82	53,03	0,65	3
13	LY13	145,22	3522,43	45,73	3
14	LY14	0,17	0,01	0,00	3
15	LY15	0,95	0,15	0,00	3
16	LY16	0,93	0,14	0,00	3
17	LY17	7,88	10,37	0,12	3
18	LY18	1,00	0,17	0,00	3

Tabla 67 Cálculo del número de mediciones de lavado stone a través del método estadístico

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES				
Operación	Lavado stone		**Estudio N**	5
Área	Lavado		**Hoja N**	1 de 1
Operario	Luis Barrera		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista	Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025

N	Actividades	Método estadístico			Número de mediciones
		$\sum x$	$\sum x^2$	$\left(c\sum x^2\right)-\left(\sum x\right)^2$	
1	LS1	8,48	12,01	0,13	3
2	LS2	0,33	0,02	0,00	3
3	LS3	1,56	0,40	0,01	3
4	LS4	0,78	0,10	0,00	3
5	LS5	0,83	0,12	0,00	3
6	LS6	98,27	1611,98	15,88	3
7	LS7	181,53	5503,06	65,21	3
8	LS8	0,32	0,02	0,00	3
9	LS9	14,48	35,01	0,37	3
10	LS10	243,65	9913,49	115,63	3
11	LS11	0,11	0,00	0,00	3
12	LS12	0,34	0,02	0,00	3
13	LS13	0,82	0,11	0,00	3
14	LS14	8,71	12,66	0,13	3
15	LS15	0,94	0,15	0,00	3

Tabla 68 Cálculo del número de mediciones de neutralizado a través del método estadístico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial					
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES					
Operación		Neutralizado		**Estudio N**	6
Área		Lavado		**Hoja N**	1 de 1
Operario		Luis Yuqui		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista		Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
N	**Actividades**	**Método estadístico**			**Número de mediciones**
		$\sum x$	$\sum x^2$	$(\cdot\sum x^2)-(\sum x)^2$	
1	N1	5,96	5,94	0,11	5
2	N2	1,67	0,46	0,01	5
3	N3	0,33	0,02	0,00	5
4	N4	0,54	0,05	0,00	5
5	N5	107,15	1918,96	32,63	5
6	N6	0,33	0,02	0,00	5
7	N7	6,03	6,08	0,11	5
8	N8	0,88	0,13	0,00	5

Tabla 69 Cálculo del número de mediciones de focalizado a través del método estadístico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial					
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES					
Operación		Focalizado		**Estudio N**	7
Área		Focalizado		**Hoja N**	1 de 1
Operario		Marco Garces		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista		Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
N	**Actividades**	**Método estadístico**			**Número de mediciones**
		$\sum x$	$\sum x^2$	$(\cdot\sum x^2)-(\sum x)^2$	
1	F1	15,88	42,17	0,84	5
2	F2	52,14	454,58	8,88	5
3	F3	2,49	1,04	0,02	5
4	F4	66,79	745,61	12,77	5
5	F5	12,24	25,05	0,45	5
6	F6	17,84	53,20	0,95	5

Tabla 70 Cálculo del número de mediciones de brosteado a través del método estadístico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES				
Operación	Brosteado		**Estudio N**	8
Área	Brosteado		**Hoja N**	1 de 1
Operario	Luis Yuqui		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista	Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
N	**Actividades**	**Método estadístico**		**Número de mediciones**
		$\sum x$	$\sum x^2$	$(n\sum x^2)-(\sum x)^2$
1	B1	47,23	372,46	4,10	3
2	B2	34,26	196,02	2,35	3
3	B3	17,67	52,15	0,67	3
4	B4	6,15	6,32	0,06	3
5	B5	2,07	0,72	0,01	3
6	B6	0,89	0,13	0,00	3
7	B7	302,75	15300,49	145,38	3
8	B8	0,72	0,09	0,00	3
9	B9	2,05	0,70	0,01	3
10	B10	5,95	5,91	0,06	3
11	B11	3,08	1,58	0,02	3

Tabla 71 Cálculo del número de mediciones de centrifugado a través del método estadístico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES				
Operación	Centrifugado		**Estudio N**	9
Área	Lavado		**Hoja N**	1 de 1
Operario	Ángel Barrera		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista	Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
N	**Actividades**	**Método estadístico**		**Número de mediciones**
		$\sum x$	$\sum x^2$	$(n\sum x^2)-(\sum x)^2$
1	C1	6,01	6,05	0,19	8
2	C2	0,50	0,04	0,00	8
3	C3	0,31	0,02	0,00	8
4	C4	60,00	600,00	0,00	0
5	C5	2,89	1,40	0,04	8
6	C6	0,58	0,06	0,00	8

Tabla 72 Cálculo del número de mediciones de secado a través del método estadístico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES				
Operación	Secado		**Estudio N**	10
Área	Secado		**Hoja N**	1 de 1
Operario	Ángel Barrera		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista	Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
N	**Actividades**	**Método estadístico**		**Número de mediciones**
		$\sum x$	$\sum x^2$	$(\epsilon\sum x^2)-(\sum x)^2$
1	S1	1,76	0,52	0,01	3
2	S2	0,27	0,01	0,00	3
3	S3	291,61	14202,80	180,41	3
4	S4	0,20	0,01	0,00	3
5	S5	7,34	8,99	0,09	3
6	S6	5,74	5,50	0,07	3
7	S7	29,63	146,60	1,64	3

Tabla 73 Cálculo del número de mediciones de despacho a través del método estadístico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
DTERMINACIÓN NÚMERO DE MEDICIONES				
Operación	Despacho		**Estudio N**	11
Área	Recepción		**Hoja N**	1 de 1
Operario	Ángel Barrera		**Fecha inicio**	13/4/2025
Analista	Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	16/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
N	**Actividades**	**Método estadístico**		**Número de mediciones**
		$\sum x$	$\sum x^2$	$(\epsilon\sum x^2)-(\sum x)^2$
1	D1	2,34	0,92	0,05	15
2	D2	14,46	35,19	2,02	15
3	D3	0,27	0,01	0,00	15

Anexo D. Cursogramas analíticos del proceso de lavado y tinturado de la empresa ANDREWS

Tabla 74 Cursograma analítico de recepción y clasificación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N:	1	**Hoja N;**	1 de 1		**RESUMEN**				
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**		6		
Operación	Recepción y clasificación	**Operario**	Material		**Transporte**		0		
Área	Recepción		Equipo		**Inspección**		0		
Operario	Ángel Barrera				**Espera**		0		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**		0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		**0**		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		**20,71**		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**	**Observaciones**
N	**Descripción**					
1	Recepción de prendas	1		0,06		
2	Colocar prendas por talla	1		5,54		Las prendas deben estar ubicadas adecuadamente en rumas por tallas
3	Hacer lote madre de producción	1		1,53		El tole estará conformado por las diferentes tallas de las prendas
4	Pesar	1		0,50		El lote será pesado para verificar que sea la cantidad adecuada para las
5	Organizar prendas con procesos similares	1		3,41		Agrupas las prendas en lotes, tomando como referencia la agrupación inicial
6	Contabilizar prendas	1		2,42		

Tabla 75 Cursograma analítico de manualidades

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N°:	2	**Hoja N°;**	1 de 1		**RESUMEN**				
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**		9		
Operación	Manualidades	**Operario**	Material		**Transporte**		2		
Área	Manualidades		Equipo		**Inspección**		0		
Operario	Marco Garces				**Espera**		0		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**		0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		**10**		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (minutos)**		**28,34**		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**	**Observaciones**
N	**Descripción**					
1	Trasladar el lote de prendas área de manualidades	1	5	0,20		
2	Colocar prenda en maquina	1		2,24		Colocar de manera adecuada la prenda
3	Encender maquina para fijar la prenda	1		0,93		
4	Lijar prenda con maquina	1		5,13		Las manualidades a realizar son órdenes directas del gerente
5	Apagar maquina	1		1,09		
6	Cambiar de lado de la prenda	1		1,81		
7	Encender máquina para fijarla el otro lado de la prenda	1		1,07		
8	Lijar prenda con maquina	1		5,65		Realizar la manualidad requerida
9	Apagar maquina	1		0,88		
10	Retirar prenda	1		1,68		
11	Trasladar lote de prendas al siguiente proceso	1	5	0,21		Trasladar para lavarlas

Tabla 76 Cursograma analítico de lavado conserva

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS 1973-1992

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N:	3	**Hoja N:**	1 de 1		**RESUMEN**				
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	7		
Operación	Lavado conserva	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	1		
Área	Lavado		Equipo		**Inspección**	■	2		
Operario	Luis Barrera				**Espera**	D	0		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (m)**		**4**		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		**32,75**		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**					**Observaciones**
N	**Descripción**				●	➡	■	D	▼	
1	Llenar agua	1		1,10						Llenar una cuarta parte del total
2	Colocar sal	1		0,06						Colocar la cantidad adecuada
3	Colocar acido	1		0,28						Colocar la cantidad adecuada
4	Subir temperatura	1		3,09						Subir a 40 grados
5	Parar maquina	1		0,05						
6	Colocar lote de prendas	1		0,11						Colocar todas las prendas
7	Colocar fijador	1		0,19						Colocar la cantidad adecuada
8	Conserva	1		15,53						
9	Sacar lote de prendas	1		1,08						
10	Trasladar al siguiente proceso	1	4	0,16						

Tabla 77 Cursograma analítico de lavado yellow

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N°:	4	**Hoja N°;**	1 de 1		**RESUMEN**			
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	13		
Operación	Lavado yellow	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	1		
Área	Lavado		Equipo		**Inspección**	■	0		
Operario	Luis Barrera				**Espera**	●	4		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		4		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		150,32		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**	**Observaciones**
N	**Descripción**				● ➡ ■ ● ▼	
1	Llenar una cuarta parte del tanque de lavado	1		1,31		
2	Abrir la puerta del tanque de lavado	1		0,06		
3	Colocar el lote de prendas	1		0,35		Verificar que todas las prendas se encuentren dentro
4	Colocar humectante	1		0,14		Colocar humectante y dispersante
5	Humectar	1		15,84		La cantidad de permanganato es de acorde a la intensidad que se desee
6	Preparar el permanganato en un valde con agua	1		3,41		
7	Colocar mezcla de permanganato en el tanque	1		1,38		
8	Proceso de yellow	1		30,04		
9	Colocar neutralizante	1		0,14		
10	Neutralizar	1		17,11		Neutralizar con un neutralizando proporcionado por la empresa de químicos
11	Colocar químicos	1		0,19		Colocar Zipper, alvax, recotol y detergente
12	Subir temperatura a 40 grados	1		3,01		
13	Jaguar	1		24,56		
14	Apagar maquina	1		0,03		
15	Abrir puerta	1		0,16		
16	Limpiar el filo de la maquina de lavado	1		0,16		Esto se hace con la finalidad de que la prendas que se vayan a sacar no se manchen con algún residuo que haya quedado
17	Sacar lote de prenda	1		1,33		
18	Trasladarlo al siguiente proceso	1	4	0,16		

Tabla 78 Cursograma analítico de lavado stone

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N°:	5	**Hoja N°:**	1 de 1		**RESUMEN**				
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	11		
Operación	Lavado stone	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	1		
Área	Lavado		Equipo		**Inspección**	■	0		
Operario	Luis Barrera				**Espera**	D	3		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		4		
Aprovado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		142,71		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**					**Observaciones**
N	**Descripción**				●	➡	■	D	▼	
1	Llenar una cuarta parte del tanque de lavad	1		1,38						
2	Abrir la puerta del tanque de lavado	1		0,06						
3	Colocar el lote de prendas	1		0,26						Verificar que todas las prendas se encuentren dentro
	Colocar humectante	1		0,13						
	Coloca dispersane	1		0,13						
	Humectar	1		15,89						
	Stoneado	1		30,87						
8	Colocar quimicos	1		0,05						Colocar Zipper, alvax, recotol y detergente
	Subir temperatura a 50 grados	1		2,38						
	Abrillantar	1		41,33						
	Apagar maquina	1		0,02						
	Abrir la puerta	1		0,06						
	Limpiar el filo de la maquina de lavado	1		0,14						Esto se hace con la finalidad de que la prendas que se vayan a sacar no se manchen con algún residuo que haya quedado
14	Sacar lote de prenda	1		1,49						
15	Trasladarlo al siguiente proceso	1	4	0,15						

Tabla 79 Cursograma analítico de neutralizado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N°:	6	**Hoja N°:**	1 de 1		**RESUMEN**				
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	6		
Operación	Neutralizado	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	1		
Área	Lavado		Equipo		**Inspección**	■	0		
Operario	Luis Yuqui				**Espera**	D	1		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		4		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		30,86		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**					**Observaciones**
N	**Descripción**				●	➡	■	D	▼	
1	Llenar una cuarta parte en los tanques	1		0,98						
2	Colocar las prendas en maquina	1		0,28						Las prendas colocadas serán las que cuentan con residuos de permanganato
3	Cerrar tapa	1		0,05						
4	Colocar químicos	1		0,09						Se utiliza ácido oxálico, metabisulfito o un preparado neutralizante dada por la empresa de químicos
5	Neutralizar	1		17,78						
6	Abrir puerta	1		0,05						
7	Sacar el lote de prendas a un tacho	1		1,01						
8	Trasladarlas al siguiente proceso	1	4	0,14						

Tabla 80 Cursograma analítico de focalizado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N°:	7	**Hoja N°:**	1 de 1	**RESUMEN**					
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	4		
Operación	Focalizado	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	2		
Área	Focalizado		Equipo		**Inspección**	■	0		
Operario	Marco Garces				**Espera**	D	0		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		**30**		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		**54,37**		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**	**Observaciones**
N	**Descripción**				● ➡ ■ D ▼	
1	Trasladar al lote de prendas al área de focalizado	1	15	2,69		
2	Colocar prendas en tendederos	1		8,83		Colgar las prendas en una soga
3	Cargar maquina con permanganato	1		0,42		Se coloca la cantidad que se vaya a utiliz
	Focalizar	1		11,06		Se aplicará el permanganato en áreas específicas de la prenda
5	Descolgar las prendas del tendedero	1		2,03		Se recoge todas las prendas en un solo lote
6	Trasladar el lote de prendas al siguiente proceso	v	15	3,00		Se traslada al proceso de lavado

Tabla 81 Cursograma analítico de brosteado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N°:	8	**Hoja N°:**	1 de 1	**RESUMEN**					
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	9		
Operación	Brosteado	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	1		
Área	Brosteado		Equipo		**Inspección**	■	0		
Operario	Luis Yuqui				**Espera**	D	1		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		**3,5**		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		**143,12**		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**	**Observaciones**
N	**Descripción**				● ➡ ■ D ▼	
1	Tomar lote de prendas	1		7,73		Contabilizar la cantidad de prendas todas las prendas y ordenarlas
2	Colocar plastiflechas	1		5,74		Las plastiflechas se las utiliza para aislar las parde de la prenda donde no se quiere que se realice el brosteado
3	Colocar piedras de pómez engullidas en permanganato en maquina	1		2,90		Los cascajos estan impregnados en permanganato
4	Colocar prendas en maquina	1		1,00		
5	Cerrar tapa	1		0,34		
6	Encender maquina	1		0,15		
7	Brostear	1		50,36		
8	Parar maquina	1		0,12		
9	Abrir puerta	1		0,33		
10	Sacar prendas			0,96		
11	Trasladarlas al siguiente proceso	1	3,5	0,50		Trasladarlas al área de lavado

Tabla 82 Cursograma analítico de centrifugado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N°:	9	**Hoja N°:**	1 de 1	**RESUMEN**					
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	4		
Operación	Centrifugado	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	1		
Área	Lavado		Equipo		**Inspección**	■	0		
Operario	Angel Baerrea				**Espera**	D	1		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		**4,4**		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		**17,66**		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**					**Observaciones**
N	**Descripción**				●	➡	■	D	▼	
1	Cargar lote de prendas a la centrifugadora	1		0,96						
2	Ordenar prendas dentro de la maquina	1		0,09						Las prendas deben estar colocadas de manera correcta o la maquina se
3	Encender maquina	1		0,05						
4	Centrifugar	1		10,00						El temporizador tiene una programación de 10 min
5	Sacar lote de prendas de la maquina	1		0,48						
6	Trasladar prendas al siguiente proceso	1	4,4	0,10						

Tabla 83 Cursograma analítico de secado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

ANDREWS JEANS

CURSOGRAMA ANALITICO

Diagrama N°:	10	**Hoja N°:**	1 de 1	**RESUMEN**					
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	6		
Operación	Secado	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	0		
Área	Secado		Equipo		**Inspección**	■	0		
Operario	Ángel Barrera				**Espera**	D	1		
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		**0**		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		**83,73**		

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**					**Observaciones**
N	**Descripción**				●	➡	■	D	▼	
1	Colocar prendas en la secadora	1		0,30						
2	Cerrar tapa	1		0,04						
3	Secado de lotes	1		47,82						
4	Abrir tapa	1		0,03						
5	Abrillantar prendas con silicón	1		1,26						
6	Descargar prendas del secador	1		0,95						
7	Ordenar prendas	1		4,99						Las prendas tienen que estar apiladas unas sobre otras de manera ordenada

Tabla 84 Cursograma analítico de despacho

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial										
CURSOGRAMA ANALITICO										
Diagrama N°:	11	**Hoja N°:**	1 de 1		**RESUMEN**					
Material	Prendas Jeans	**Método**	Actual		**Actividad**	**S**	**Actual**	**Propuesta**	**Economía**	
Maquinaria	NA		Propuesto		**Operación**	●	3			
Operación	Despacho	**Operario**	Material		**Transporte**	➡	0			
Área	Recepción		Equipo		**Inspección**	■	0			
Operario	Ángel Barrera				**Espera**	D	0			
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	1/4/2025		**Almacenaje**	▼	0			
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Distancia (metros)**		**0**			
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	4/4/2025		**Tiempo (min)**		**3,77**			

Actividades		**Cantidad de lotes**	**Distancia (metros)**	**Tiempo (min)**	**Símbolos**					**Observaciones**
N	**Descripción**				●	➡	■	D	▼	
1	Contabilizar prendas	1		0,41	●					
2	Colocarlas dentro de una funda plástica	1		2,15	●					
3	Despachar prendas	1		0,03	●					

Anexo E. Descripción de las actividades

Tabla 85 Descripción de las actividades de recepción y clasificación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Recepción y clasificación	**Ref. Cursograma N°**	1
Área	Recepción	**Estudio N°**	1
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	**Actividades**	**ACTIVIDAD**
1	RC1	Recepción de prendas
2	RC2	Colocar prendas por talla
3	RC3	Hacer lote madre de producción
4	RC4	Pesar
5	RC5	Organizar prendas con procesos similares
6	RC6	Contabilizar prendas

Tabla 86 Descripción de las actividades de manualidades

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Manualidades	**Ref. Cursograma N°**	2
Área	Manualidades	**Estudio N°:**	2
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD
1	M1	Trasladar el lote de prendas área de manualidades
2	M2	Colocar prenda en maquina
3	M3	Encender maquina para fijar la prenda
4	M4	Lijar prenda con maquina
5	M5	Apagar maquina
6	M6	Cambiar de lado de la prenda
7	M7	Encender máquina para fijarla el otro lado de la prenda
8	M8	Lijar prenda con maquina
9	M9	Apagar maquina
10	M10	Retirar prenda
11	M11	Trasladar lote de prendas al siguiente proceso

Tabla 87 Descripción de las actividades de lavado conserva

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Conserva	**Ref. Cursograma N:**	**3**
Área	Lavado	**Estudio N:**	3
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N	Actividades	ACTIVIDAD
1	LC1	Llenar agua
2	LC2	Colocar sal
3	LC3	Colocar acido
4	LC4	Subir temperatura
5	LC5	Parar maquina
6	LC6	Colocar lote de prendas
7	LC7	Colocar fijador
8	LC8	Conserva
9	LC9	Sacar lote de prendas
10	LC10	Trasladar al siguiente proceso

Tabla 88 Descripción de las actividades de lavado yellow

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial	
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES		
Operación	Lavado yellow	**Ref Cursograma N°** 4
Área	Lavado	**Estudio N°:** 4
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:** 18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:** 25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:** 25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD
1	LY1	Llenar una cuarta parte del tanque de lavado
2	LY2	Abrir la puerta del tanque de lavado
3	LY3	Colocar el lote de prendas
4	LY4	Colocar humectante
5	LY5	Humectar
6	LY6	Preparar el permanganato en un valde con agua caliente
7	LY7	Colocar mezcla de permanganato en el tanque
8	LY8	Proceso de yellow
9	LY9	Colocar neutralizante
10	LY10	Neutralizar
11	LY11	Colocar químicos
12	LY12	Subir temperatura a 40 grados
13	LY13	Jaguar
14	LY14	Apagar maquina
15	LY15	Abrir puerta
16	LY16	Limpiar el filo de la maquina de lavado
17	LY17	Sacar lote de prenda
18	LY18	Trasladarlo al siguiente proceso

Tabla 89 Descripción de las actividades de lavado stone

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electronica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Lavado stone	**Ref Crusograma N°:**	5
Área	Lavado	**Estudio N°:**	5
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprovado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD
1	LS1	Llenar una cuarta parte del tanque de lavado
2	LS2	Abrir la puerta del tanque de lavado
3	LS3	Colocar el lote de prendas
4	LS4	Colocar humectante
5	LS5	Coloca dispersane
6	LS6	Humectar
7	LS7	Stoneado
8	LS8	Colocar quimicos
9	LS9	Subir temperatura a 50 grados
10	LS10	Abrillantar
11	LS11	Apagar maquina
12	LS12	Abrir la puerta
13	LS13	Limpiar el filo de la maquina de lavado
14	LS14	Sacar lote de prenda
15	LS15	Trasladarlo al siguiente proceso

Tabla 90 Descripción de las actividades de neutralizado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Neutralizado	**Ref. Cursograma N**	6
Área	Lavado	**Estudio N°:**	6
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD
1	N1	Llenar una cuarta parte en los tanques de lavado
2	N2	Colocar las prendas en maquina
3	N3	Cerrar tapa
4	N4	Colocar químicos
5	N5	Neutralizar
6	N6	Abrir puerta
7	N7	Sacar el lote de prendas a un tacho
8	N8	Trasladarlas al siguiente proceso

Tabla 91 Descripción de las actividades de focalizado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Focalizado	**Ref Cursograma N°:**	7
Área	Focalizado	**Estudio N°:**	7
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD
1	F1	Trasladar al lote de prendas al área de focalizado
2	F2	Colocar prendas en tendederos
3	F3	Cargar maquina con permanganato
4	F4	Focalizar
5	F5	Descolgar las prendas del tendedero
6	F6	Trasladar el lote de prendas al siguiente proceso

Tabla 92 Descripción de las actividades de brosteado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Brosteado	**Ref. Cursograma N°:**	8
Área	Brosteado	**Estudio N°:**	8
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD
1	B1	Tomar lote de prendas
2	B2	Colocar plastiflechas
3	B3	Colocar piedras de pómez engullidas en permanganato en maquina brosteadora
4	B4	Colocar prendas en maquina
5	B5	Cerrar tapa
6	B6	Encender maquina
7	B7	Brostear
8	B8	Parar maquina
9	B9	Abrir puerta
10	B10	Sacar prendas
11	B11	Trasladarlas al siguiente proceso

Tabla 93 Descripción de las actividades de centrifugado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Centrifugado	**Ref. Cursograma N°:**	9
Área	Lavado	**Estudio N°:**	9
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD
1	C1	Cargar lote de prendas a la centrifugadora
2	C2	Ordenar prendas dentro de la maquina
3	C3	Encender maquina
4	C4	Centrifugar
5	C5	Sacar lote de prendas de la maquina
6	C6	Trasladar prendas al siguiente proceso

Tabla 94 Descripción de las actividades de secado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Secado	**Ref. Cursograma N°:**	10
Área	Secado	**Estudio N°:**	10
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD
1	S1	Colocar prendas en la secadora
2	S2	Cerrar tapa
3	S3	Secado de lotes
4	S4	Abrir tapa
5	S5	Abrillantar prendas con silicón
6	S6	Descargar prendas del secador
7	S7	Ordenar prendas

Tabla 95 Descripción de las actividades de despacho

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Despacho	**Ref. Cursograma N°:**	11
Área	Recepción	**Estudio N°:**	11
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD
1	D1	Contabilizar prendas
2	D2	Colocarlas dentro de una funda plástica
3	D3	Despachar prendas

Anexo F. Cálculo de suplementos

Tabla 96 Cálculo de suplementos de recepción y clasificación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Recepción y clasificación	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Recepción	**Estudio N**	1
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		9
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		0
	G. Ruido		2
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonía mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	24
		Suplementos	0,24

Tabla 97 Cálculo de suplementos de manualidades

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Manualidades	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Manualidades	**Estudio N°**	**2**
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		1
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		2
	G. Ruido		0
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonía mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	16
		Suplementos	0,16

Tabla 98 Cálculo de suplementos de lavado conserva

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Conserva	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Lavado	**Estudio N**	3
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		9
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		0
	G. Ruido		2
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonía mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	24
		Suplementos	0,24

Tabla 99 Cálculo de suplementos de lavado yellow

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Lavado yellow	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Lavado	**Estudio N°**	4
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		9
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		0
	G. Ruido		2
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonía mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	24
		Suplementos	0,24

Tabla 100 Cálculo de suplementos de lavado stone

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electronica e Industrial			
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Lavado stone	**Genero del operario:**	Hombre
Area	Lavado	**Estudio N°**	5
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprovado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		9
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosfericas		0
	F. Tensión visual		0
	G. Ruido		2
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonia mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	24
		Sumplementos	0,24

Tabla 101 Cálculo de suplementos de neutralizado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Neutralizado	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Lavado	**Estudio N°**	6
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		9
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		0
	G. Ruido		2
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonía mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	24
		Suplementos	0,24

Tabla 102 Cálculo de suplementos de focalizado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Focalizado	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Focalizado	**Estudio N°**	**7**
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		2
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		2
	G. Ruido		0
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonía mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	17
		Suplementos	0,17

Tabla 103 Cálculo de suplementos de brosteado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Proceso	Brosteado	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Brosteado	**Estudio N°**	**8**
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscul		4
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		0
	G. Ruido		5
	H. Tensión mental		0
	I. Monotonía mental		0
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	20
		Suplementos	0,2

Tabla 104 Cálculo de suplementos de centrifugado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Centrifugado	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Lavado	**Estudio N°**	9
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		7
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		0
	G. Ruido		2
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonía mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	22
		Suplementos	0,22

Tabla 105 Cálculo de suplementos de secado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial			
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Secado	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Secado	**Estudio N°**	10
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Tipo	**Detalle**		**Valor**
Suplementos constantes	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie		2
	B. Postura normal		0
	C.Uso de fuerza o energía muscular		5
	D. Iluminación		0
	E. Condiciones atmosféricas		0
	F. Tensión visual		0
	G. Ruido		0
	H. Tensión mental		1
	I. Monotonía mental		1
	J. Monotonía física		0
		TOTAL	18
		Suplementos	0,18

Tabla 106 Cálculo de suplementos de despacho

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
CALCULO DE SUPLEMENTOS			
Operación	Despacho	**Genero del operario:**	Hombre
Área	Recepción	**Estudio N°**	11
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

Tipo	Detalle	Valor
Suplementos constantes	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
Suplementos variables	A. Trabajo de pie	2
	B. Postura normal	0
	C.Uso de fuerza o energía muscular	1
	D. Iluminación	0
	E. Condiciones atmosféricas	0
	F. Tensión visual	0
	G. Ruido	0
	H. Tensión mental	1
	I. Monotonía mental	1
	J. Monotonía física	0
	TOTAL	14
	Suplementos	0,14

Anexo G. Estudio de tiempos, cálculo del tiempo estándar

Tabla 107 Cálculo de tiempo estándar para recepción y clasificación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial															
ESTUDIO DE TIEMPOS															
Operación	Recepción y clasificación								**Estudio N°**			1			
Área	Recepción								**Hoja N°**			1 de 1			
Operario	Ángel Barrera								**Fecha inicio**			13/4/2025			
Analista	Kevin Chicaiza								**Fecha fin**			16/4/2025			
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez								**Fecha:**			25/4/2025			
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez								**Fecha:**			25/4/2025			
N°	**Actividades**	**Ciclos (min)**								**Resumen**					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	RC1	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,51	0,06	1,24	0,08	0,24	0,10
2	RC2	6,00	5,00	5,40	5,35	6,04	5,30	6,04	5,17	44,30	5,54	1,24	6,87	0,24	8,51
3	RC3	1,59	1,34	1,46	1,37	1,40	1,59	2,01	1,51	12,27	1,53	1,24	1,90	0,24	2,36
4	RC4	0,55	0,55	0,54	0,48	0,49	0,59	0,39	0,43	4,02	0,50	1,24	0,62	0,24	0,77
5	RC5	3,05	3,56	3,09	3,59	3,57	3,59	3,47	3,36	27,28	3,41	1,24	4,23	0,24	5,24
6	RC6	2,13	2,25	2,45	2,59	2,57	2,45	2,47	2,44	19,35	2,42	1,24	3,00	0,24	3,72
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estándar													**TOTAL (S)**		**1242,34**
													TOTAL (MIN)		**20,71**

Tabla 108 Cálculo de tiempo estándar para manualidades

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial												
ESTUDIO DE TIEMPOS												
Operación	Manualidades					**Estudio N°**				**2**		
Área	Manualidades					**Hoja N°**				1 de 1		
Operario	Marco Garces					**Fecha inicio**				7/4/2025		
Analista	Kevin Chicaiza					**Fecha fin**				13/4/2025		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**				25/4/2025		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**				25/4/2025		
N°	**Actividades**	**Ciclos (min)**					**Resumen**					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	M1	0,20	0,21	0,21	0,20	0,18	1,0	0,2	1,17	0,23	0,16	0,27
2	M2	2,15	2,39	2,15	2,37	2,13	11,2	2,2	1,17	2,62	0,16	3,04
3	M3	0,92	0,95	1,00	0,83	0,95	4,7	0,9	1,17	1,09	0,16	1,26
4	M4	5,35	4,81	5,35	5,34	4,80	25,7	5,1	1,17	6,00	0,16	6,96
5	M5	1,19	1,06	1,02	1,05	1,13	5,5	1,1	1,17	1,28	0,16	1,48
6	M6	1,91	1,72	1,77	1,70	1,95	9,0	1,8	1,17	2,12	0,16	2,45
7	M7	1,03	1,02	1,07	1,05	1,19	5,4	1,1	1,17	1,25	0,16	1,45
8	M8	5,25	5,94	5,81	5,30	5,92	28,2	5,6	1,17	6,60	0,16	7,66
9	M9	0,92	0,84	0,82	0,89	0,92	4,4	0,9	1,17	1,03	0,16	1,19
10	M10	1,65	1,73	1,83	1,54	1,64	8,4	1,7	1,17	1,96	0,16	2,28
11	M11	0,21	0,19	0,23	0,21	0,22	1,1	0,2	1,17	0,25	0,16	0,29
Nota: TP=Promedio, FD=Factor de desempeño, TN=Tiempo Normal, S=suplementos, TS=Tiempo estándar										**TOTAL (S)**		**1700,54**
										TOTAL (MIN)		**28,34**

Tabla 109 Cálculo de tiempo estándar para lavado conserva

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial**								ANDREWS JEANS		
ESTUDIO DE TIEMPOS												
Operación		Conserva					**Estudio N**			**3**		
Área		Lavado					**Hoja N**			1 de 1		
Operario		Luis Barrera					**Fecha inicio**			7/4/2025		
Analista		Kevin Chicaiza					**Fecha fin**			11/4/2025		
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**			25/4/2025		
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**			25/4/2025		
N	**Actividades**	**Ciclos**					**Resumen**					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	LC1	1,12	1,17	1,03	1,02	1,16	5,50	1,10	1,22	1,34	0,24	1,66
2	LC2	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,30	0,06	1,22	0,07	0,24	0,09
3	LC3	0,28	0,30	0,29	0,25	0,27	1,39	0,28	1,22	0,34	0,24	0,42
4	LC4	3,15	2,99	3,4	2,96	2,98	15,47	3,09	1,22	3,77	0,24	4,68
5	LC5	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,24	0,05	1,22	0,06	0,24	0,07
6	LC6	0,11	0,11	0,12	0,11	0,10	0,55	0,11	1,22	0,13	0,24	0,16
7	LC7	0,19	0,18	0,20	0,18	0,20	0,95	0,19	1,22	0,23	0,24	0,29
8	LC8	14,15	16,58	15,39	15,12	16,43	77,67	15,53	1,22	18,95	0,24	23,50
9	LC9	1,17	1,04	1,02	1,04	1,12	5,39	1,08	1,22	1,32	0,24	1,63
10	LC10	0,17	0,15	0,16	0,15	0,15	0,78	0,16	1,22	0,19	0,24	0,24
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estándar										**TOTAL (S)**		**1964,73**
										TOTAL (MIN)		**32,75**

Tabla 110 Cálculo de tiempo estándar para lavado yellow

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial								
ESTUDIO DE TIEMPOS									
Operación	Lavado yellow			**Estudio N°**			4		
Área	Lavado			**Hoja N°**			1 de 1		
Operario	Luis Barrera			**Fecha inicio**			13/4/2025		
Analista	Kevin Chicaiza			**Fecha fin**			16/4/2025		
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez			**Fecha:**			25/4/2025		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez			**Fecha:**			25/4/2025		
N°	**Actividades**	**Ciclos**			**Resumen**				
		1	**2**	**3**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	LY1	1,39	1,24	1,29	3,92	1,31	1,22	1,59	0,24	1,98
2	LY2	0,06	0,06	0,06	0,17	0,06	1,22	0,07	0,24	0,09
3	LY3	0,32	0,35	0,37	1,04	0,35	1,22	0,42	0,24	0,52
4	LY4	0,14	0,14	0,14	0,41	0,14	1,22	0,17	0,24	0,21
5	LY5	15,41	16,81	15,30	47,52	15,84	1,22	19,32	0,24	23,96
6	LY6	3,15	3,49	3,58	10,22	3,41	1,22	4,16	0,24	5,15
7	LY7	1,34	1,39	1,40	4,13	1,38	1,22	1,68	0,24	2,08
8	LY8	32,04	29,04	29,05	90,13	30,04	1,22	36,65	0,24	45,45
9	LY9	0,14	0,15	0,14	0,43	0,14	1,22	0,17	0,24	0,21
10	LY10	17,59	16,59	17,16	51,34	17,11	1,22	20,88	0,24	25,89
11	LY11	0,18	0,19	0,19	0,56	0,19	1,22	0,23	0,24	0,28
12	LY12	2,98	3,11	2,94	9,03	3,01	1,22	3,67	0,24	4,55
13	LY13	23,04	25,06	25,57	73,67	24,56	1,22	29,96	0,24	37,15
14	LY14	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03	1,22	0,04	0,24	0,04
15	LY15	0,17	0,15	0,16	0,48	0,16	1,22	0,19	0,24	0,24
16	LY16	0,15	0,16	0,17	0,48	0,16	1,22	0,19	0,24	0,24
17	LY17	1,36	1,29	1,35	4,00	1,33	1,22	1,63	0,24	2,02
18	LY18	0,16	0,17	0,16	0,49	0,16	1,22	0,20	0,24	0,25
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estándar								**TOTAL (S)**		**9019,28**
								TOTAL (MIN)		**150,32**

Tabla 111 Cálculo de tiempo estándar para lavado stone

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electronica e Industrial				ANDREWS JEANS					
ESTUDIO DE TIEMPOS										
Operación		Lavado stone			**Estudio N°**			5		
Área		Lavado			**Hoja N°**			1 de 1		
Operario		Luis Barrera			**Fecha inicio**			13/4/2025		
Analista		Kevin Chicaiza			**Fecha fin**			16/4/2025		
Revisado por:		Ing. Carlos Sanchez			**Fecha:**			25/4/2025		
Aprovado por:		Ing. Carlos Sanchez			**Fecha:**			25/4/2025		
N°	**Actividades**	**Ciclos**			**Resumen**					
		1	**2**	**3**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	LS1	1,31	1,38	1,44	4,13	1,38	1,22	1,68	0,24	2,08
2	LS2	0,05	0,06	0,06	0,17	0,06	1,22	0,07	0,24	0,08
3	LS3	0,26	0,25	0,28	0,78	0,26	1,22	0,32	0,24	0,39
4	LS4	0,13	0,12	0,14	0,39	0,13	1,22	0,16	0,24	0,20
5	LS5	0,14	0,13	0,13	0,40	0,13	1,22	0,16	0,24	0,20
6	LS6	16,35	16,01	15,30	47,66	15,89	1,22	19,38	0,24	24,03
7	LS7	31,05	29,35	32,20	92,60	30,87	1,22	37,66	0,24	46,70
8	LS8	0,05	0,06	0,05	0,16	0,05	1,22	0,06	0,24	0,08
9	LS9	2,45	2,39	2,31	7,15	2,38	1,22	2,91	0,24	3,61
10	LS10	43,20	39,34	41,46	124,00	41,33	1,22	50,43	0,24	62,53
11	LS11	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02	1,22	0,02	0,24	0,03
12	LS12	0,06	0,05	0,06	0,17	0,06	1,22	0,07	0,24	0,08
13	LS13	0,13	0,13	0,15	0,41	0,14	1,22	0,17	0,24	0,20
14	LS14	1,43	1,47	1,57	4,47	1,49	1,22	1,82	0,24	2,25
15	LS15	0,15	0,16	0,15	0,46	0,15	1,22	0,19	0,24	0,23
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estandar								**TOTAL (S)**		**8562,36**
								TOTAL (MIN)		**142,71**

Tabla 112 Cálculo de tiempo estándar para neutralizado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial												
ESTUDIO DE TIEMPOS												
Operación		Neutralizado					**Estudio N°**			6		
Área		Lavado					**Hoja N°**			1 de 1		
Operario		Luis Yuqui					**Fecha inicio**			13/4/2025		
Analista		Kevin Chicaiza					**Fecha fin**			16/4/2025		
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**			25/4/2025		
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**			25/4/2025		
N°	**Actividades**	**Ciclos**					**Resumen**					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	N1	1,06	0,97	1,02	0,98	0,89	4,92	0,98	1,22	1,20	0,24	1,49
2	N2	0,26	0,28	0,30	0,28	0,26	1,38	0,28	1,22	0,34	0,24	0,42
3	N3	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,27	0,05	1,22	0,07	0,24	0,08
4	N4	0,09	0,10	0,08	0,09	0,08	0,45	0,09	1,22	0,11	0,24	0,14
5	N5	17,09	19,35	18,59	16,57	17,32	88,92	17,78	1,22	21,70	0,24	26,90
6	N6	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,27	0,05	1,22	0,07	0,24	0,08
7	N7	1,05	1,07	0,90	1,01	1,03	5,06	1,01	1,22	1,23	0,24	1,53
8	N8	0,15	0,14	0,13	0,15	0,14	0,72	0,14	1,22	0,18	0,24	0,22
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estándar										**TOTAL (S)**		**1851,47**
										TOTAL (MIN)		**30,86**

Tabla 113 Cálculo de tiempo estándar para focalizado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial												
ESTUDIO DE TIEMPOS												
Operación		Focalizado					**Estudio N°**			**7**		
Área		Focalizado					**Hoja N°**			1 de 1		
Operario		Marco Garces					**Fecha inicio**			7/4/2025		
Analista		Kevin Chicaiza					**Fecha fin**			11/4/2025		
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**			25/4/2025		
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**			25/4/2025		
N°	**Actividades**	**Ciclos**					**Resumen**					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	F1	2,59	2,89	2,71	2,75	2,49	13,43	2,69	1,24	3,33	0,17	3,90
2	F2	8,55	9,08	8,60	8,37	9,54	44,14	8,83	1,24	10,95	0,17	12,81
3	F3	0,41	0,39	0,44	0,45	0,41	2,10	0,42	1,24	0,52	0,17	0,61
4	F4	11,68	10,24	10,35	11,51	11,50	55,28	11,06	1,24	13,71	1,17	29,75
5	F5	1,97	2,19	1,91	2,16	1,92	10,15	2,03	1,24	2,52	0,17	2,95
6	F6	2,78	3,17	2,84	3,14	3,09	15,02	3,00	1,24	3,72	0,17	4,36
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estándar										**TOTAL (S)**		**3262,00**
										TOTAL (MIN)		**54,37**

Tabla 114 Cálculo de tiempo estándar para centrifugado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial															
ESTUDIO DE TIEMPOS															
Operación		Centrifugado								**Estudio N°**			9		
Área		Lavado								**Hoja N°**			1 de 1		
Operario		Ángel Barrera								**Fecha inicio**			7/4/2025		
Analista		Kevin Chicaiza								**Fecha fin**			11/4/2025		
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez								**Fecha:**			25/4/2025		
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez								**Fecha:**			25/4/2025		
N°	**Actividades**	**Ciclos**								**Resumen**					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	C1	0,96	0,89	1,03	1,04	0,97	1,12	1,14	0,52	7,67	0,96	1,24	1,19	0,22	1,45
2	C2	0,09	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,13	0,10	0,73	0,09	1,24	0,11	0,22	0,14
3	C3	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,43	0,05	1,24	0,07	0,22	0,08
4	C4	10,00	10,00	10,0	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	80,00	10,00	1,24	12,40	0,22	15,13
5	C5	0,50	0,52	0,47	0,44	0,44	0,52	0,42	0,49	3,80	0,48	1,24	0,59	0,22	0,72
6	C6	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10	0,10	0,08	0,12	0,78	0,10	1,24	0,12	0,22	0,15
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estándar													**TOTAL (S)**		**1059,80**
													TOTAL (MIN)		**17,66**

Tabla 115 Cálculo de tiempo estándar para secado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial										
ESTUDIO DE TIEMPOS										
Operación		Secado			**Estudio N°**			10		
Área		Secado			**Hoja N°**			1 de 1		
Operario		Ángel Barrera			**Fecha inicio**			7/4/2025		
Analista		Kevin Chicaiza			**Fecha fin**			11/4/2025		
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez			**Fecha:**			25/4/2025		
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez			**Fecha:**			25/4/2025		
N°	**Actividades**	**Ciclos**			**Resumen**					
		1	**2**	**3**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	S1	0,31	0,31	0,30	0,91	0,30	1,28	0,39	0,18	0,46
2	S2	0,05	0,04	0,04	0,13	0,04	1,28	0,06	0,18	0,07
3	S3	45,47	46,50	51,50	143,47	47,82	1,28	61,21	0,18	72,23
4	S4	0,03	0,03	0,04	0,10	0,03	1,28	0,04	1,18	0,09
5	S5	1,29	1,25	1,24	3,78	1,26	1,28	1,61	0,18	1,90
6	S6	1,02	0,94	0,89	2,85	0,95	1,28	1,22	0,18	1,43
7	S7	4,88	5,09	5,01	14,98	4,99	1,28	6,39	0,18	7,54
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estándar								**TOTAL (S)**		**5023,95**
								TOTAL (MIN)		**83,73**

Tabla 116Cálculo de tiempo estándar para despacho

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial																					
ESTUDIO DE TIEMPOS																					
Operación	Despacho															**Estudio N°**	11				
Área	Recepción															**Hoja N°**	1 de 1				
Operario	Ángel Barrera															**Fecha inicio**	7/4/2025				
Analista	Kevin Chicaiza															**Fecha fin**	11/4/2025				
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez															**Fecha:**	25/4/2025				
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez															**Fecha:**	25/4/2025				
N°	**Actividades**	**Ciclos**															**Resumen**				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**Total**	**TP**	**FD**	**TN**	**S**	**TS**
1	D1	0,41	0,38	0,40	0,39	0,44	0,32	0,50	0,51	0,26	0,31	0,26	0,50	0,45	0,38	0,60	6,11	0,41	1,28	0,52	0,14	0,59
2	D2	2,59	2,08	2,58	2,58	2,07	2,56	2,19	2,24	1,40	1,54	2,47	2,55	1,56	1,58	2,19	32,18	2,15	1,28	2,75	0,14	3,13
3	D3	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,06	0,49	0,03	1,28	0,04	0,14	0,05
Nota: TP=Promedio, **FD**=Factor de desempeño, **TN**=Tiempo Normal, **S**=suplementos, **TS**=Tiempo estándar																				**TOTAL (S)**		**226,33**
																				TOTAL (MIN)		**3,77**

Anexo H. Agrupaciones de las actividades que involucran el uso de máquinas

Tabla 117 Agrupación de actividades del proceso de lavado conserva

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
AGRUPACIÓN DE LAS ACTIVIDADES				
Operación	Conserva	**Ref. Cursograma N:**	**3**	
Área	Lavado	**Estudio N:**	3	
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025	
N	**Actividades**	**ACTIVIDAD**	**AGRUPACIÓN**	**TIEMPO**
1	LC1	Llenar agua	**Preparación**	**5,59**
2	LC2	Colocar sal		
3	LC3	Colocar acido		
4	LC4	Subir temperatura		
5	LC5	Parar maquina		
6	LC6	Colocar lote de prendas	**Cargar**	**0,36**
7	LC7	Colocar fijador		
8	LC8	Conserva	**Lavado conserva**	**15,53**
9	LC9	Sacar lote de prendas	**Descargar**	**1,51**
10	LC10	Trasladar al siguiente proceso		

Tabla 118 Agrupación de actividades del proceso de lavado yellow

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		ANDREWS JEANS
AGRUPACIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Lavado yellow	**Ref Cursograma N°;**	4
Área	Lavado	**Estudio N°:**	4
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD	AGRUPACIÓN	TIEMPO
1	LY1	Llenar una cuarta parte del tanque de lavado	**Preparación 1**	**1,66**
2	LY2	Abrir la puerta del tanque de lavado		
3	LY3	Colocar el lote de prendas	**Cargar 1**	**0,59**
4	LY4	Colocar humectante		
5	LY5	Humectar	**Humectar**	**15,84**
6	LY6	Preparar el permanganato en un valde con agua caliente	**Preparación 2**	**4,16**
7	LY7	Colocar mezcla de permanganato en el tanque	**Carga 2**	**1,68**
8	LY8	Proceso de yellow	**Yellow y neutralizar**	**47,33**
9	LY9	Colocar neutralizante		
10	LY10	Neutralizar		
11	LY11	Colocar químicos	**Carga 3**	**3,90**
12	LY12	Subir temperatura a 40 grados		
13	LY13	Jaguar	**Jaguar**	**24,56**
14	LY14	Apagar maquina	**Descargar**	**2,25**
15	LY15	Abrir puerta		
16	LY16	Limpiar el filo de la maquina de lavado		
17	LY17	Sacar lote de prenda		
18	LY18	Trasladarlo al siguiente proceso		

Tabla 119 Agrupación de actividades del proceso de lavado stone

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electronica e Industrial		
AGRUPACIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Lavado stone	**Ref Crusograma N°:**	5
Área	Lavado	**Estudio N°:**	5
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprovado por:	Ing. Carlos Sanchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD	AGRUPACIÓN	TIEMPO
1	LS1	Llenar una cuarta parte del tanque de lavado	**Preparación 1**	**1,75**
2	LS2	Abrir la puerta del tanque de lavado		
3	LS3	Colocar el lote de prendas	**Cargar 1**	**0,61**
4	LS4	Colocar humectante		
5	LS5	Coloca dispersane		
6	LS6	Humectar	**Lavado**	**46,75**
7	LS7	Stoneado		
8	LS8	Colocar quimicos	**Cargar 2**	**2,97**
9	LS9	Subir temperatura a 50 grados		
10	LS10	Abrillantar	**Abrillantar**	**41,33**
11	LS11	Apagar maquina	**Descarga**	**2,26**
12	LS12	Abrir la puerta		
13	LS13	Limpiar el filo de la maquina de lavado		
14	LS14	Sacar lote de prenda		
15	LS15	Trasladarlo al siguiente proceso		

Tabla 120 Agrupación de actividades del proceso de neutralizado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Neutralizado	**Ref. Cursograma N°:**	6
Área	Lavado	**Estudio N°:**	6
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD	AGRUPACIÓN	TIEMPO
1	N1	Llenar una cuarta parte en los tanques de lavado	Preparación	1,20
2	N2	Colocar las prendas en maquina	Carga	0,51
3	N3	Cerrar tapa		
4	N4	Colocar químicos		
5	N5	Neutralizar	Neutralizar	17,78
6	N6	Abrir puerta	Descarga	1,48
7	N7	Sacar el lote de prendas a un tacho		
8	N8	Trasladarlas al siguiente proceso		

Tabla 121 Agrupación de actividades del proceso de brosteado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		ANDREWS JEANS
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Brosteado	**Ref. Cursograma N°:**	8
Área	Brosteado	**Estudio N°:**	8
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD	AGRUPACIÓN	TIEMPO
1	B1	Tomar lote de prendas	Preparación	30,68
2	B2	Colocar plastiflechas		
3	B3	Colocar piedras de pómez engullidas en permanganato en maquina brosteadora		
4	B4	Colocar prendas en maquina	Cargar	1,74
5	B5	Cerrar tapa		
6	B6	Encender maquina		
7	B7	Brostear	Brosteado	50,36
8	B8	Parar maquina	Descarga	2,24
9	B9	Abrir puerta		
10	B10	Sacar prendas		
11	B11	Trasladarlas al siguiente proceso		

Tabla 122 Agrupación de actividades del proceso de centrifugado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		ANDREWS JEANS
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Centrifugado	**Ref. Cursograma N°:**	9
Área	Lavado	**Estudio N°:**	9
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD	AGRUPACIÓN	TIEMPO
1	C1	Cargar lote de prendas a la centrifugadora	Carga	1,37
2	C2	Ordenar prendas dentro de la maquina		
3	C3	Encender maquina		
4	C4	Centrifugar	Centrifugar	10,00
5	C5	Sacar lote de prendas de la maquina	Descarga	0,71
6	C6	Trasladar prendas al siguiente proceso		

Tabla 123 Agrupación de actividades del proceso de secado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		ANDREWS JEANS
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Operación	Secado	**Ref. Cursograma N°:**	10
Área	Secado	**Estudio N°:**	10
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**	18/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

N°	Actividades	ACTIVIDAD	AGRUPACIÓN	TIEMPO
1	S1	Colocar prendas en la secadora	Carga	0,45
2	S2	Cerrar tapa		
3	S3	Secado de lotes	Secado	47,82
4	S4	Abrir tapa	Descarga	2,87
5	S5	Abrillantar prendas con silicón		
6	S6	Descargar prendas del secador		
7	S7	Ordenar prendas	Ordenar	6,39

Anexo I. Diagramas Hombre-maquina

Tabla 124 Diagrama Hombre-maquina del proceso de lavado conserva

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial											
DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA												
Operación	Conserva					**Estudio N**		**3**				
Área	Lavado					**Hoja N**		1 de 1				
Operario	Luis Barrera					**Fecha inicio**		7/4/2025				
Analista	Kevin Chicaiza					**Fecha fin**		11/4/2025				
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**		25/4/2025				
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez					**Fecha:**		25/4/2025				
Operario 1		**Máquina 1**		**Máquina 2**		**Máquina 3**		**Máquina 4**		**Máquina 5**	
Maquinista		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**	
Uso	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**
5,59	Preparación **M1**	5,38	Inactivo	11,54	Inactivo	17,49	Inactivo	23,44	Inactivo	29,39	Inactivo
0,36	Cargar **M1**	0,36	Cargar **M1**								
5,59	Preparación **M2**	15,53	Lavado conserva M1								
0,36	Cargar **M2**			0,36	Cargar **M2**						
5,59	Preparación **M3**			15,53	Lavado conserva **M2**						
0,36	Cargar **M3**					0,36	Cargar **M3**				
5,59	Preparación **M4**					15,53	Lavado conserva **M3**				
0,36	Cargar **M4**	12,11	Inactivo					0,36	Cargar **M4**		
5,59	Preparación **M5**							15,53	Lavado conserva **M4**		
0,36	Cargar **M5**			7,46	Inactivo					0,36	Cargar **M4**
1,63	Ocio									15,53	Lavado conserva **M5**
1,51	Descargar **M1**	1,51	Descargar **M1**			5,95	Inactivo				
1,51	Descargar **M2**	11,9	Inactivo	1,51	Descargar **M2**						
2,93	Ocio			10,39	Inactivo						
1,51	Descargar **M3**					1,51	Descargar **M3**	4,44	Inactivo		
2,93	Ocio					5,95	Inactivo				
1,51	Descargar **M4**							1,51	Descargar **M4**		
1,51	Descargar **M5**							1,51	Inactivo	1,51	Descargar **M5**
RESUMEN											
Tiempo ciclo				44,79		**Lotes**			5		
Tiempo Ocio		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**	
7,49		29,39		29,39		29,39		29,39		29,39	
Tiempo de trabajo		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**	
37,30		17,40		17,40		17,40		17,40		17,40	
% Ocio		**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**	
17%		66%		66%		66%		66%		66%	
% de trabajo		**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**	
83%		39%		39%		39%		39%		39%	
Total %		**Total %**		**Total %**		**Total %**		**Total %**		**Total %**	
100%		104%		104%		104%		104%		104%	

Tabla 125 Diagrama Hombre-maquina del proceso de lavado yellow

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial											
DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA												
Operación	Yellow						**Estudio N°**		**4**			
Área	Lavado						**Hoja N°**		1 de 1			
Operario	Luis Barrera						**Fecha inicio**		7/4/2025			
Analista	Kevin Chicaiza						**Fecha fin**		11/4/2025			
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez						**Fecha:**		25/4/2025			
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez						**Fecha:**		25/4/2025			
Operario 1		**Máquina 1**		**Máquina 2**			**Máquina 3**		**Máquina 4**		**Máquina 5**	
Maquinista		Lavadora horizontal		**Lavadora horizontal**			**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**	
Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad		Uso	Actividad	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**
1,66	Preraracion1 **M1**	1,66	Inactivo	3,91	Inactivo		6,16	Inactivo	8,41	Inactivo	10,66	Inactivo
	Cargar **M1**	0,59	Cargar M1									
1,66	Preraracion1 **M2**	15,84	Humectar M1									
	Cargar **M2**			0,59	Cargar **M2**							
1,66	Preraracion1 **M3**			15,84	Humectar M2							
	Cargar **M3**						0,59	Cargar **M3**				
1,66	Preparación 1 **M4**						15,84	Humectar M3				
	Cargar **M4**								0,59	Cargar **M4**		
1,66	Preparación 1 **M5**								15,84	Humectar M4		
	Cargar **M5**										0,59	Cargar **M5**
4,16	Preparación **2 M1**										15,84	Humectar M5
4,16	Preparación **2 M2**	5,64	Inactivo									
4,16	Preparación **2 M3**			5,84	Inactivo		5,07	Inactivo				
1,68	**Carga 2 M1**	1,68	Carga 2 M1						3,93	Inactivo		
	Carga 2 M2	47,33	Yellow y neutralizar M1	1,68	Carga 2 M2							
	Carga 2 M3			47,33	Yellow y neutralizar M2		1,68	Carga 2 M3			5,84	Inactivo
4,16	Preparación **2 M4**						47,33	Yellow y neutralizar M3	4,16	Inactivo		
	Carga 2 M4								1,68	**Carga 2 M4**	5,84	Inactivo
4,16	Preparación **2 M5**								47,33	Yellow y neutralizar M4		
	Carga 2 M5										1,68	**Carga 2 M5**
32,29	Ocio										47,33	Yellow y neutralizar M5
3,90	Carga **3 M1**	3,90	Carga **3 M1**	1,45	Inactivo		3,87	Inactivo				
3,90	Carga **3 M2**	24,56	Jaguar M1	3,90	Carga **3 M2**							
3,90	Carga **3 M3**			24,56	Jaguar M2		3,90	Carga **3 M3**	2,50	Inactivo		
3,90	Carga **3 M4**						24,56	Jaguar M3	3,90	Carga **3 M4**	1,13	Inactivo
	Ocio								24,56	Jaguar M4		
3,90	Carga **3 M5**										3,90	Carga **3 M5**
8,39	Ocio										24,56	Jaguar M5
	Descargar **M1**	2,25	Descargar **M1**									
	Ocio	16,17	Inactivo									
	Descargar **M2**			2,25	Descargar **M2**							
1,65	Ocio			12,27	Inactivo		2,25	Descargar **M3**				
	Descargar **M3**						8,37	Inactivo	2,25	Descargar **M4**		
1,65	Ocio								4,47	Inactivo		
	Descargar **M4**										2,25	Descargar **M5**
2,22	Ocio											
	Descargar **M5**											
RESUMEN												
Tiempo ciclo				119,62			**Lotes**				5	
Tiempo Ocio		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**			**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**	
48,42		23,47		23,47			23,47		23,47		23,47	
Tiempo de trabajo		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**			**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**	
71,20		96,15		96,15			96,15		96,15		96,15	
% Ocio		**% Inactivo**		**% Inactivo**			**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**	
40%		20%		20%			20%		20%		20%	
% de trabajo		**% de operación**		**% de operación**			**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**	
60%		80%		80%			80%		80%		80%	
Total %		**Total %**		**Total %**			**Total %**		**Total %**		**Total %**	
100%		100%		100%			100%		100%		100%	

Tabla 126 Diagrama Hombre-maquina del proceso de lavado stone

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electronica e Industrial											
DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA												
Operación	Stone					**Estudio N°**		**5**				
Área	Lavado					**Hoja N°**		1 de 1				
Operario	Luis Barrera					**Fecha inicio**		7/4/2025				
Analista	Kevin Chicaiza					**Fecha fin**		11/4/2025				
Revisado por:	Ing. Carlos Sanchez					**Fecha:**		25/4/2025				
Aprovado por:	Ing. Carlos Sanchez					**Fecha:**		25/4/2025				
Operario 1		**Máquina 1**		**Máquina 2**		**Máquina 3**		**Máquina 4**		**Máquina 5**		
Maquinista		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		
Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	**Uso**	**Actividad**	**Uso**	**Actividad**	
1,75	Preraracion 1M1	1,75	Inactivo									
	Cargar **1M1**	0,61	Cargar 1M1	4,11	Inactivo							
1,75	Preraracion 1M2					6,47	Inactivo					
	Cargar **1M2**			0,61	Cargar **1M2**			8,83	Inactivo			
1,75	Preraracion 1M3									11,19	Inactivo	
	Cargar **1M3**					0,61	Cargar **1M3**					
1,75	Preraracion 1M4	46,75	Lavado M1									
	Cargar **1M4**							0,61	Cargar **1M4**			
1,75	Preraracion 1M5			46,75	Lavado M2							
	Cargar **1M5**					46,75	Lavado M3			0,61	Cargar **1M5**	
37,31	Ocio							46,75	Lavado M4			
2,97	Cargar **2 M1**	2,97	Cargar **2 M1**							46,75	Lavado M5	
				0,61	Inactivo							
2,97	Cargar **2 M2**			2,97	Cargar **2 M2**							
						1,22	Inactivo					
2,97	Cargar **2 M3**					2,97	Cargar **2 M3**					
								1,83	Inactivo			
2,97	Cargar **2 M4**	41,33	Abrillantar M1					2,97	Cargar **2 M4**			
										2,44	Inactivo	
2,97	Cargar **2 M5**			41,33	Abrillantar M2					2,97	Cargar **2 M5**	
32,42	Ocio					41,33	Abrillantar M3					
	Descarga **M1**	2,22	Descarga **M1**					41,33	Abrillantar M4			
	Ocio											
	Descarga **M2**			2,22	Descarga **M2**					41,33	Abrillantar M5	
	Ocio											
	Descarga **M3**	11,88	Inactivo			2,22	Descarga **M3**					
	Ocio			8,91	Inactivo							
	Descarga **M4**					5,94		2,22	Descarga **M4**			
	Ocio							2,97				
	Descarga **M5**									2,22	Descarga **M5**	
RESUMEN												
Tiempo ciclo				110,48		**Lotes**			5			
Tiempo Ocio		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		
72,73		13,63		13,63		13,63		13,63		13,63		
Tiempo de trabajo		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		
37,75		93,88		93,88		93,88		93,88		93,88		
% Ocio		**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**		
66%		12%		12%		12%		12%		12%		
% de trabajo		**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**		
34%		85%		85%		85%		85%		85%		
Total %		**Total %**		**Total %**		**Total %**		**Total %**		**Total %**		
100%		97%		97%		97%		97%		97%		

Tabla 127 Diagrama Hombre-maquina del proceso de neutralizado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		ANDREWS JEANS
DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA			
Operación	Neutralizado	**Estudio N°**	**6**
Área	Lavado	**Hoja N°**	1 de 1
Operario	Luis Yuqui	**Fecha inicio**	7/4/2025
Analista	Kevin Chicaiza	**Fecha fin**	11/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025

Operario 1		**Máquina 1**		**Máquina 2**		**Máquina 3**		**Máquina 4**		**Máquina 5**	
Maquinista		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**	
Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad
	Preparación M1	1,2	Inactivo	2,91	Inactivo	4,62	Inactivo	6,33	Inactivo	8,04	Inactivo
	Carga **M1**	0,51	Carga M1								
	Preparación M2	17,78	Neutralizar M1								
	Carga **M2**			0,51	Carga M2						
	Preparación M3			17,78	Neutralizar M2						
	Carga **M3**					0,51	Carga M3				
	Preparación M4					17,78	Neutralizar M3				
	Carga **M4**							0,51	Carga M4		
	Preparación M5							17,78	Neutralizar M4		
	Carga **M5**									0,51	Carga M5
10,94	Ocio									17,78	Neutralizar M5
	Descarga **M1**	1,48	Descarga M1								
	Ocio	6,84	Inactivo								
	Descarga **M2**			1,48	Descarga M2						
	Ocio			5,13	Inactivo						
	Descarga **M3**					1,48	Descarga M3				
	Ocio					3,42	Inactivo				
	Descarga **M4**							1,48	Descarga M4		
	Ocio							1,71	Inactivo		
	Descarga **M5**									1,48	Descarga M5

RESUMEN					
Tiempo ciclo	27,81	**Lotes**	5		
Tiempo Ocio	**Tiempo inactivo**	**Tiempo inactivo**	**Tiempo inactivo**	**Tiempo inactivo**	**Tiempo inactivo**
11,86	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04
Tiempo de trabajo	**Tiempo de operación**	**Tiempo de operación**	**Tiempo de operación**	**Tiempo de operación**	**Tiempo de operación**
15,95	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77
% Ocio	**% Inactivo**	**% Inactivo**	**% Inactivo**	**% Inactivo**	**% Inactivo**
43%	29%	29%	29%	29%	29%
% de trabajo	**% de operación**	**% de operación**	**% de operación**	**% de operación**	**% de operación**
57%	71%	71%	71%	71%	71%
Total %	**Total %**	**Total %**	**Total %**	**Total %**	**Total %**
100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 128 Diagrama Hombre-maquina del proceso de brosteado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial					
DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA					
Operación		Brosteado		**Estudio N°**	**8**
Área		Lavado		**Hoja N°**	1 de 1
Operario		Luis Yuqui		**Fecha inicio**	7/4/2025
Analista		Kevin Chicaiza		**Fecha fin**	11/4/2025
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez		**Fecha:**	25/4/2025
Operario 1		**Maquina 1**		**Maquina 2**	
Maquinista		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**	
Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad
30,68	Preparación **M1**	30,68	Inactivo	63,1	Inactivo
	Cargar **M1**	1,74	Cargar M1		
30,68	Preparación **M2**	50,36	Brosteado M1		
	Cargar **M2**			1,74	Cargar M2
17,94	Ocio			50,36	Brosteado M2
2,24	Descarga **M1**	2,24	Descarga M1		
30,18	Ocio	32,42	Inactivo		
2,24	Descarga **M2**			2,24	Descarga M2
RESUMEN					
Tiempo ciclo		117,44	**Lotes**		2
Tiempo Ocio		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**	
48,12		63,10		63,10	
Tiempo de trabajo		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**	
69,32		54,34		54,34	
% Ocio		**% Inactivo**		**% Inactivo**	
41%		54%		54%	
% de trabajo		**% de operación**		**% de operación**	
59%		46%		46%	
Total %		**Total %**		**Total %**	
100%		100%		100%	

Tabla 129 Diagrama Hombre-maquina del proceso de centrifugado

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial		
DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA			
Operación	Centrifugado	**Estudio N°**	**9**
Área	Lavado	**Hoja N°**	1 de 1
Operario	Ángel Barrera	**Fecha inicio**	7/4/2025
Analista	Kevin Chicaiza	**Fecha fin**	11/4/2025
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**	25/4/2025
Operario 1		**Maquina 1**	
Maquinista		**Lavadora horizontal**	
Uso	Actividad	Uso	Actividad
1,37	Carga **M1**	1,37	Carga M1
10	Ocio	10	Centrifugar
0,71	Descarga **M1**	0,71	Descarga M1
RESUMEN			
Tiempo ciclo	12,08	**Lotes**	1
Tiempo Ocio		**Tiempo inactivo**	
10,00			
Tiempo de trabajo		**Tiempo de operación**	
2,08		10,00	
% Ocio		**% Inactivo**	
83%		0%	
% de trabajo		**% de operación**	
17%		83%	
Total %		**Total %**	
100%		83%	

Tabla 130 Diagrama Hombre-maquina del proceso de secado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial											
DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA											
Operación		Secado				**Estudio N°**		**10**			
Área		Lavado				**Hoja N°**		1 de 1			
Operario		Ángel Barrera				**Fecha inicio**		7/4/2025			
Analista		Kevin Chicaiza				**Fecha fin**		11/4/2025			
Revisado por:		Ing. Carlos Sánchez				**Fecha:**		25/4/2025			
Aprobado por:		Ing. Carlos Sánchez				**Fecha:**		25/4/2025			
Operario 1		**Maquina 1**		**Maquina 2**		**Maquina 3**		**Maquina 4**		**Maquina 5**	
Maquinista		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**		**Lavadora horizontal**	
Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad
0,45	Carga **M1**	0,45	Carga **M1**	0,45	Inactivo	0,9	Inactivo	1,35	Inactivo	1,8	Inactivo
0,45	Carga **M2**	47,82	Secado M1	0,45	Carga **M2**						
0,45	Carga **M3**			47,82	Secado M2	0,45	Carga **M3**				
0,45	Carga **M4**					47,82	Secado M3	0,45	Carga **M4**		
0,45	Carga **M5**							47,82	Secado M4	0,45	Carga **M5**
46,02	Ocio									47,82	Secado M5
2,87	Descarga **M1**	2,87	Descarga **M1**	2,42	Inactivo	1,97	Inactivo	1,52	Inactivo	1,07	Inactivo
2,87	Descarga **M2**	43,43	Inactivo	2,87	Descarga **M2**	2,87	Inactivo	5,74	Inactivo	8,61	Inactivo
2,87	Descarga **M3**			40,56	Inactivo	2,87	Descarga **M3**				
2,87	Descarga **M4**					37,69	Inactivo	2,87	Descarga **M4**		
2,87	Descarga **M5**							34,82	Inactivo	2,87	Descarga **M5**
6,39	Ordenar **M1**									31,95	Inactivo
6,39	Ordenar **M2**										
6,39	Ordenar **M3**										
6,39	Ordenar **M4**										
6,39	Ordenar **M5**										
RESUMEN											
Tiempo ciclo				94,57		**Lotes**			5		
Tiempo Ocio		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**		**Tiempo inactivo**	
46,02		43,43		43,43		43,43		43,43		43,43	
Tiempo de trabajo		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**		**Tiempo de operación**	
48,55		51,14		51,14		51,14		51,14		51,14	
% Ocio		**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**		**% Inactivo**	
49%		46%		46%		46%		46%		46%	
% de trabajo		**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**		**% de operación**	
51%		54%		54%		54%		54%		54%	
Total %		**Total %**		**Total %**		**Total %**		**Total %**		**Total %**	
100%		100%		100%		100%		100%		100%	

Anexo J. Tiempo de procesamiento de los procesos de lavado

Tabla 131 Tiempo de procesamiento del proceso lavado conserva

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO CONSERVA					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
eso	**Operación**	**Tiempo estandar**	**CP [lote/hora]**	**CP [Lote/turno]**	**Tiempo de procesamiento [min/lote]**
CONSERVA	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	66,58
	Lavado conserva	11,11	5,00	40,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 132 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P1

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO YELLOW					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
oceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/hora]**	**CP [Lote/turno]**	**Tiempo de procesamiento**
YELLOW P1	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	257,38
	Manualidades	28,34	2,00	16,00	
	Lavado yellow	23,92	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Focalizado	54,37	1,00	8,00	
	Brosteado	58,72	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 133 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P2

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO YELLOW					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
ceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
YELLOW P2	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	229,04
	Lavado yellow	23,92	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Focalizado	54,37	1,00	8,00	
	Brosteado	58,72	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 134 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P3

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO YELLOW					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
ceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
YELLOW P3	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	203,01
	Manualidades	28,34	2,00	16,00	
	Lavado yellow	23,92	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Brosteado	58,72	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 135 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P4

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO YELLOW					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
ceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
YELLOW P4	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	198,66
	Manualidades	28,34	2,00	16,00	
	Lavado yellow	23,92	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Focalizado	54,37	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 136 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P5

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO YELLOW					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
ceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
YELLOW P5	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	107,74
	Manualidades	28,34	2,00	16,00	
	Lavado yellow	23,92	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 137 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P6

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO YELLOW					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
ceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
YELLOW P6	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	170,32
	Lavado yellow	23,92	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Focalizado	54,37	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 138 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P7

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO YELLOW					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
ceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
YELLOW P7	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	174,67
	Lavado yellow	23,92	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Brosteado	58,72	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 139 Tiempo de procesamiento del proceso lavado yellow P8

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO YELLOW					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
ceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
YELLOW P8	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	79,40
	Lavado yellow	23,92	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 140 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P1

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO STONE					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
roceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/hora]**	**CP [Lote/turno]**	**Tiempo de procesamiento**
STONE P1	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	255,55
	Manualidades	28,34	2,00	16,00	
	Lavado stone	22,10	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Focalizado	54,37	1,00	8,00	
	Brosteado	58,72	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 141 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P2

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO STONE					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
roceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
STONE P2	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	227,21
	Lavado stone	22,10	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Focalizado	54,37	1,00	8,00	
	Brosteado	58,72	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 142 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P3

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO STONE					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
roceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
STONE P3	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	201,19
	Manualidades	28,34	2,00	16,00	
	Lavado stone	22,10	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Brosteado	58,72	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 143 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P4

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO STONE					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
roceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
STONE P4	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	196,83
	Manualidades	28,34	2,00	16,00	
	Lavado stone	22,10	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Focalizado	54,37	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 144 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P5

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO STONE					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
roceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
STONE P5	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	105,91
	Manualidades	28,34	2,00	16,00	
	Lavado stone	22,10	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 145 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P6

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO STONE					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
roceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
STONE P6	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	168,49
	Lavado stone	22,10	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Focalizado	54,37	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 146 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P7

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO STONE					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
roceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
STONE P7	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	172,84
	Lavado stone	22,10	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Brosteado	58,72	1,00	8,00	
	Neutralizado	5,56	11,00	88,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Tabla 147 Tiempo de procesamiento del proceso lavado stone P8

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial				
TIEMPO DE PROCESAMIENTO PROCESO LAVADO STONE					
Elaborado por:	Kevin Chicaiza	**Fecha:**		13/5/2025	
Revisado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		22/5/2025	
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez	**Fecha:**		23/5/2025	
roceso	**Operación**	**Tiempo ciclo [min/lote]**	**CP [lote/min]**	**CP [Lote/hora]**	**Tiempo de procesamiento**
STONE P8	Recepción y clasificación	20,71	3,00	24,00	77,57
	Lavado stone	22,10	3,00	24,00	
	Centrifugado	12,08	5,00	40,00	
	Secado	18,91	3,00	24,00	
	Despacho	3,77	16,00	128,00	

Anexo K. Diagramas de flujo de los procesos de lavado

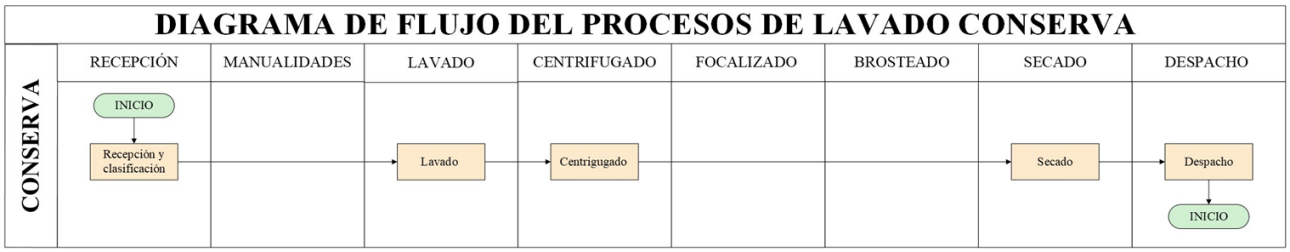


Figura 17 Diagramas de flujo del proceso de lavado conserva

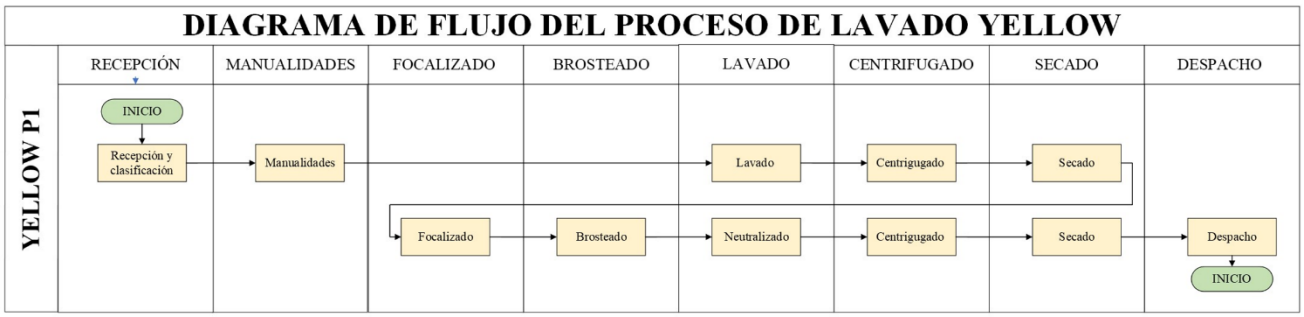


Figura 18 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P1

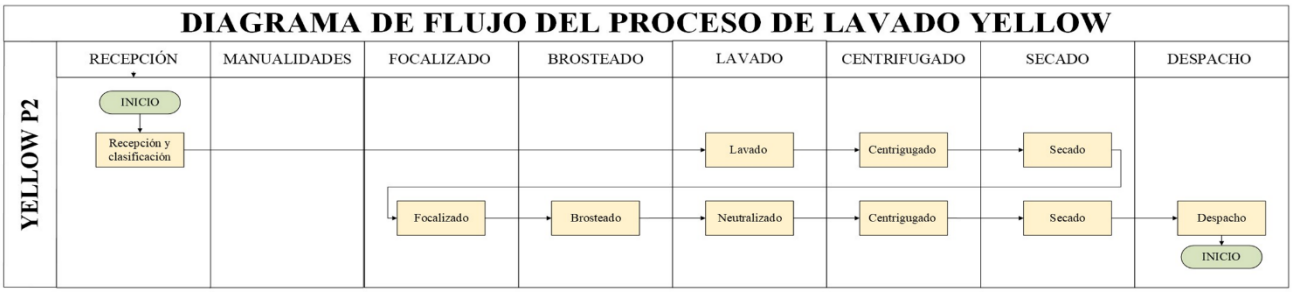


Figura 22 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P2

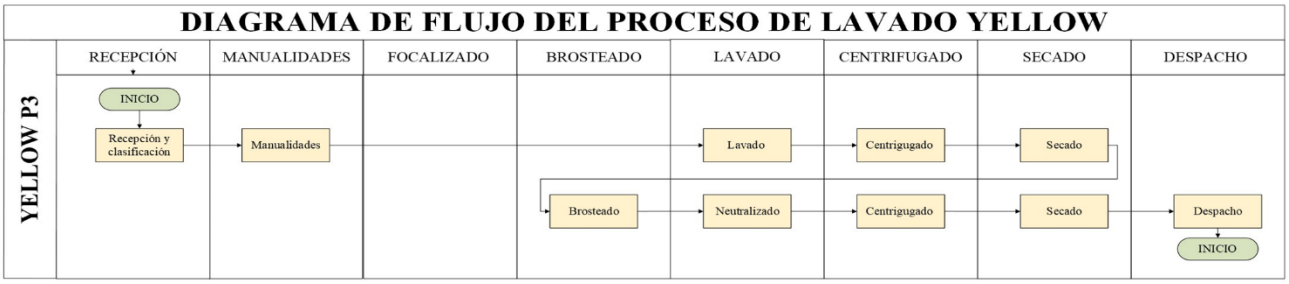


Figura 21 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P3

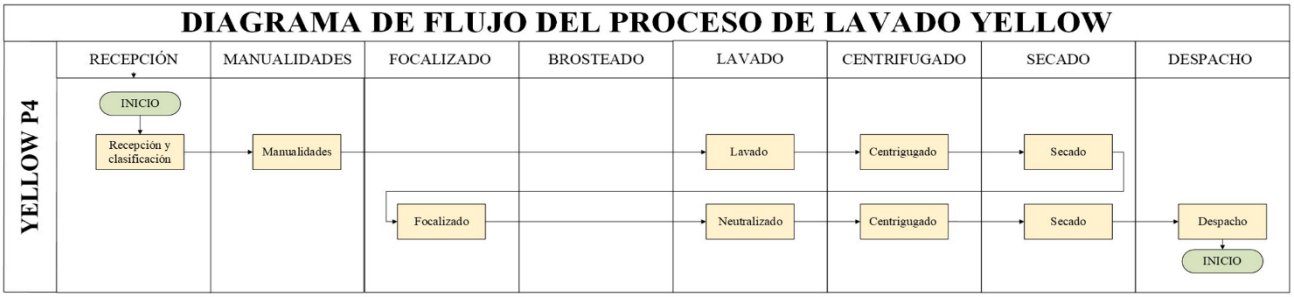


Figura 20 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P4

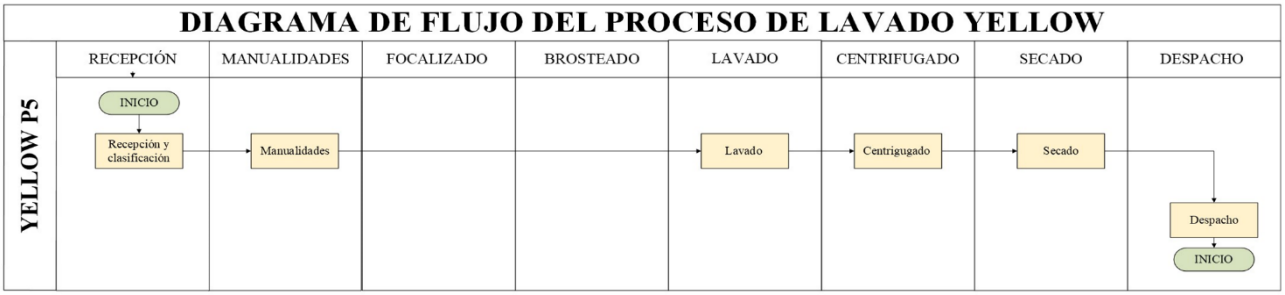


Figura 19 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P5

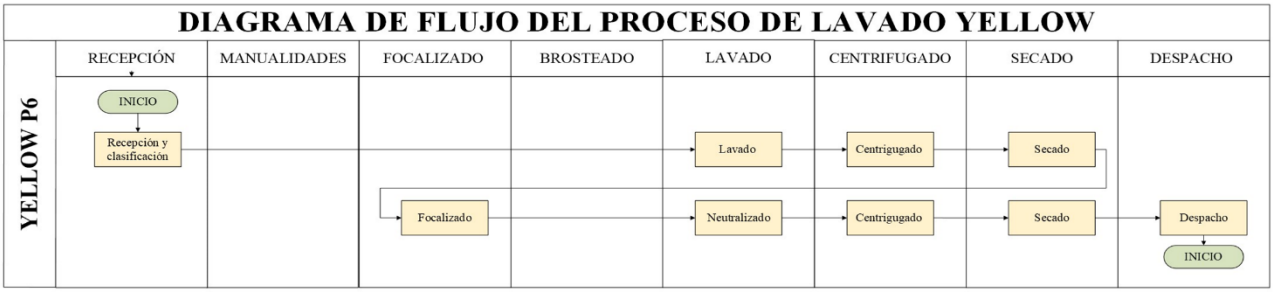


Figura 23 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P6

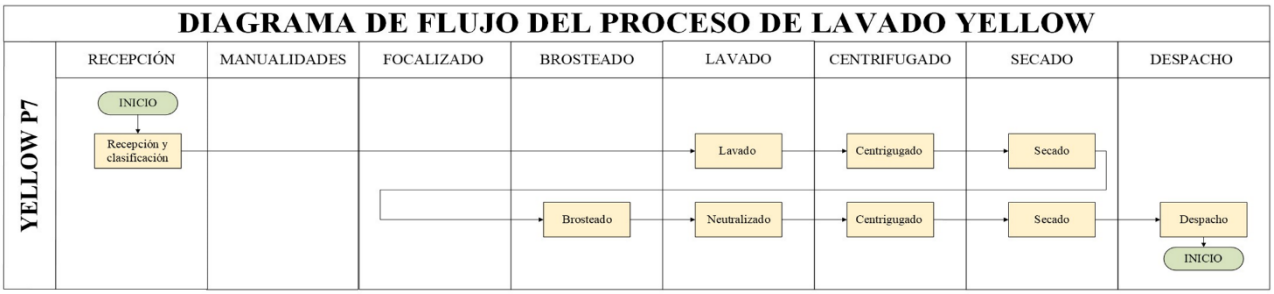


Figura 24 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P7

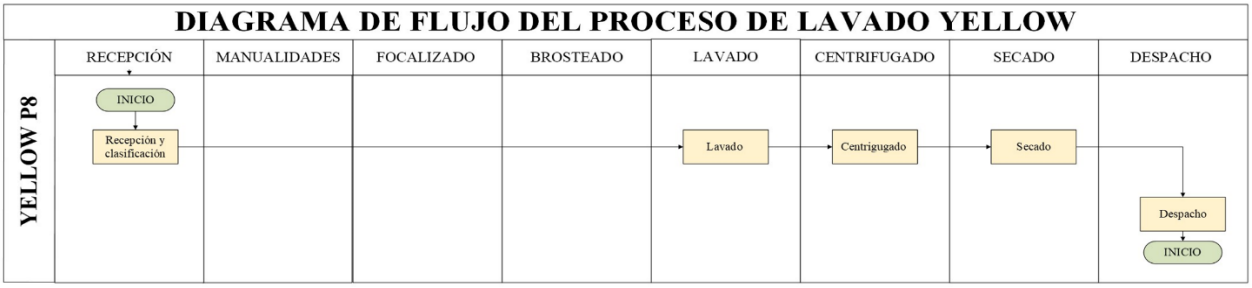


Figura 26 Diagramas de flujo del proceso de lavado yellow P8

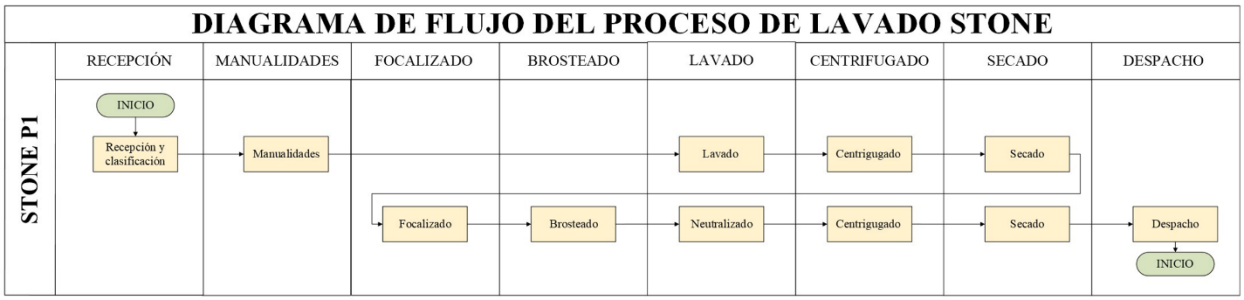


Figura 25 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P1

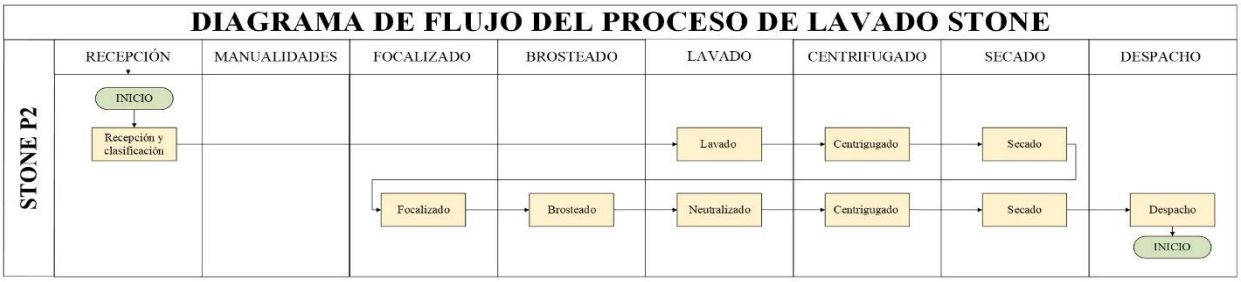


Figura 27 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P2

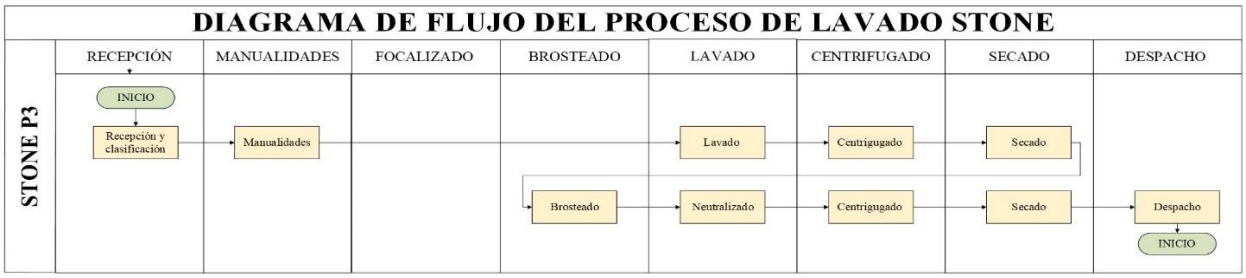


Figura 28 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P3

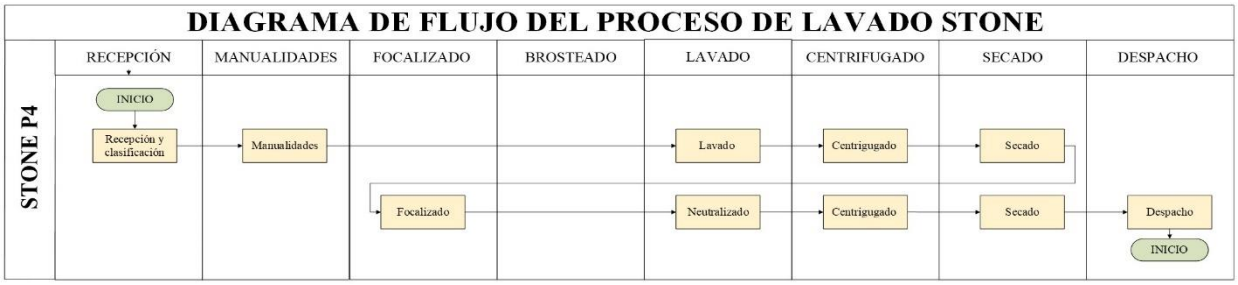


Figura 29 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P4

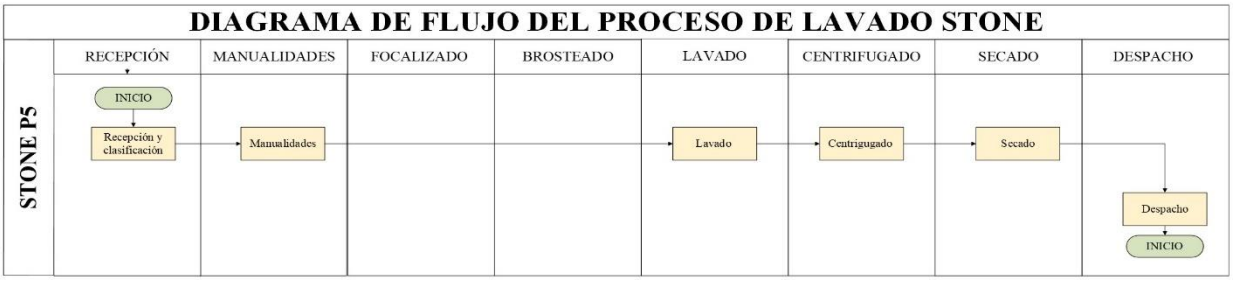


Figura 30 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P5

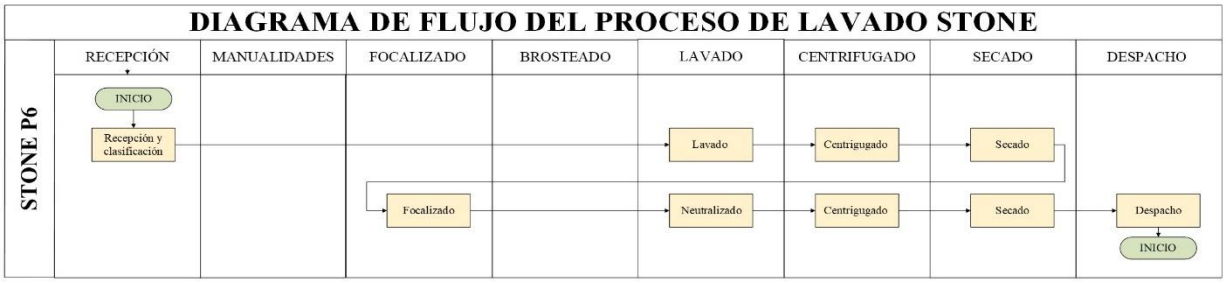


Figura 31 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P6

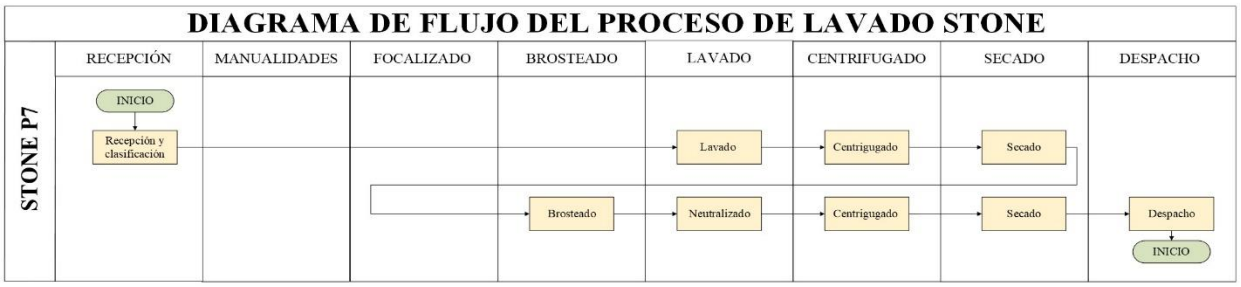


Figura 32 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P7

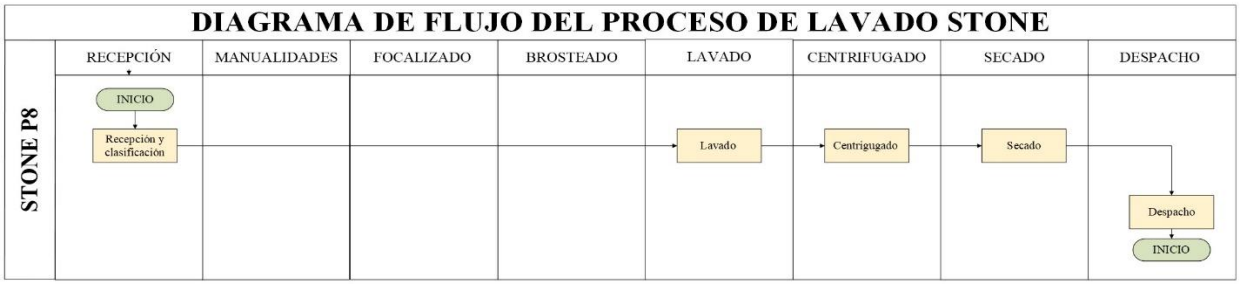


Figura 33 Diagramas de flujo del proceso de lavado stone P8

Anexo L. Cálculo de turnos a trabajar a la semana

Tabla 148 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de conserva

Planificación para la Semana 1			Artículo	Conserva		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	18	1	24	144	0,75	6
Lavado conserva	18	1	40	240	0,45	3,6
Centrifugado	18	1	40	240	0,45	3,6
Secado	18	1	24	144	0,75	6
Despacho	18	1	128	768	0,14	1,13
					2,54	**20,33**

Tabla 149 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P1

Planificación para la Semana 1			Artículo	Yellow P1		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Manualidades	6	1	16	96	0,38	3,00
Lavado yellow	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Focalizado	6	1	8	48	0,75	6,00
Brosteado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					3,29	**26,32**

Tabla 150 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P2

Planificación para la Semana 1			Artículo	Yellow P2		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Lavado yellow	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Focalizado	6	1	8	48	0,75	6,00
Brosteado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,92	**23,32**

Tabla 151 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P3

Planificación para la Semana 1			Artículo	Yellow P3		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Manualidades	6	1	16	96	0,38	3,00
Lavado yellow	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Brosteado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,54	**20,32**

Tabla 152 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P4

Planificación para la Semana 1			Artículo	Yellow P4		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Manualidades	6	1	16	96	0,38	3,00
Lavado yellow	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Focalizado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,54	**20,32**

Tabla 153 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P5

Planificación para la Semana 1			Artículo	Yellow P5		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Manualidades	6	1	16	96	0,38	3,00
Lavado yellow	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					1,32	**10,58**

Tabla 154 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P6

Planificación para la Semana 1			Artículo	Yellow P6		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Lavado yellow	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Focalizado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,17	**17,32**

Tabla 155 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P7

Planificación para la Semana 1			Artículo	Yellow P7		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Lavado yellow	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Brosteado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,17	**17,32**

Tabla 156 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de yellow P8

Planificación para la Semana 1			Artículo	Yellow P8		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores /células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Lavado yellow	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					0,95	**7,58**

Tabla 157 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P1

Planificación para la Semana 1			Artículo	Stone P1		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores/ células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Manualidades	6	1	16	96	0,38	3,00
Lavado stone	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Focalizado	6	1	8	48	0,75	6,00
Brosteado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					3,29	**26,32**

Tabla 158 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P2

Planificación para la Semana 1			Artículo	Stone P2		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores/ células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Lavado stone	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Focalizado	6	1	8	48	0,75	6,00
Brosteado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,92	**23,32**

Tabla 159 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P3

Planificación para la Semana 1			Artículo	Stone P3		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores/ células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Manualidades	6	1	16	96	0,38	3,00
Lavado stone	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Brosteado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,54	**20,32**

Tabla 160 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P4

Planificación para la Semana 1			Artículo	Stone P4		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores/ células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Manualidades	6	1	16	96	0,38	3,00
Lavado stone	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Focalizado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,54	**20,32**

Tabla 161 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P5

Planificación para la Semana 1			Artículo	Stone P5		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores/ células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Manualidades	6	1	16	96	0,38	3,00
Lavado stone	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					1,32	**10,58**

Tabla 162 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P6

Planificación para la Semana 1			Artículo	Stone P6		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores/ células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Lavado stone	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Focalizado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,17	**17,32**

Tabla 163 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P7

Planificación para la Semana 1			Artículo	Stone P7		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores/ células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Lavado stone	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Brosteado	6	1	8	48	0,75	6,00
Neutralizado	6	1	88	528	0,07	0,55
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					2,17	**17,32**

Tabla 164 Cálculo de turnos a trabajar en la semana 1 para el proceso de stone P8

Planificación para la Semana 1			Artículo	Stone P8		
Operación	Demanda semanal [Lotes]	Trabajadores/ células	Capacidad diaria [lotes]	Capacidad Semanal (lotes)	Turnos a emplear (días)	Horas de producción a la semana (Horas)
Recepción y clasificación	6	1	24	144	0,25	2,00
Lavado stone	6	1	24	144	0,25	2,00
Centrifugado	6	1	40	240	0,15	1,20
Secado	6	1	24	144	0,25	2,00
Despacho	6	1	128	768	0,05	0,38
					0,95	**7,58**

Anexo M. Programación del mes de febrero de lavado de jeans

Tabla 165 Programación del mes de febrero de lavado de jeans

Mes Febero																											
N° de Semana	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4					
DIAS LABORABLES	6							6							6							5					
N° de turnos	1							1							1							1					
Demanda	114							114							114							95					
› de fabricación en recepción y clasificación(dias)	4,75							4,75							4,75							3,96					
Tiempo de fabricación en manualidades (dias)	3,00							3,00							3,00							2,50					
Tiempo de fabricación lavado conserva (dias)	0,45							0,45							0,45							0,38					
Tiempo de fabricación lavado yellow (dias)	2,00							2,00							2,00							1,67					
Tiempo de fabricación lavado Stone (dias)	2,00							2,00							2,00							1,67					
Tiempo de fabricación centrifugado (dias)	4,65							4,65							4,65							3,88					
Tiempo de fabricación focalizado (dias)	6,00							6,00							6,00							5,00					
Tiempo de fabricación brosteado (dias)	6,00							6,00							6,00							5,00					
Tiempo de fabricación neutralizado (dias)	0,82							0,82							0,82							0,68					
Tiempo de fabricación secado (dias)	7,75							7,75							7,75							6,46					
Tiempo de fabricación despacho (dias)	0,89							0,89							0,89							0,74					
	N° de días							N° de días							N° de días							N° de días					
DATOS GENERALES	1	2	3	4	5	6	P/A	1	2	3	4	5	6	P/A	1	2	3	4	5	6	P/A	1	2	3	4	5	P/A
: producción recepción y clasificación	1	1	1	1	0,75		0,00	1	1	1	1	0,75		0,00	1	1	1	1	0,75		0,00	1	1	1	0,96		0,00
Dias de producción manualidades	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00
Dias de producción lavado conserva	0,15	0,15	0,15				0,00	0,15	0,15	0,15				0,00	0,15	0,15	0,15				0,00	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,00
Dias de producción lavado yellow	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,00	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,00	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,00	0,34	0,34	0,34	0,34	0,31	0,00
Dias de producción lavado Stone	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,00	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,00	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,00	0,34	0,34	0,34	0,34	0,31	0,00
Dias de producción centrifugado	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65	0,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65	0,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65	0,00	0,78	0,78	0,78	0,78	0,75	0,00
Dias de producción focalizado	1	1	1	1	1	1	0,00	1	1	1	1	1	1	0,00	1	1	1	1	1	1	0,00	1	1	1	1	1	0,00
Dias de producción brosteado	1	1	1	1	1	1	0,00	1	1	1	1	1	1	0,00	1	1	1	1	1	1	0,00	1	1	1	1	1	0,00
Dias de producción neutralizado	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,11	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,00
Dias de producción secado	1,30	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	0,00	1,30	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	0,00	1,30	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	0,00	1,30	1,29	1,29	1,29	1,29	0,00
Dias de producción despacho	0,14	0,14	0,14	0,16	0,16	0,15	0,00	0,14	0,14	0,14	0,16	0,16	0,15	0,00	0,14	0,14	0,14	0,16	0,16	0,15	0,00	0,16	0,16	0,14	0,14	0,14	0,00
de producción recepción y clasificación	8,00	8,00	8,00	8,00	6,00	0,00	0,00	8,00	8,00	8,00	8,00	6,00	0,00	0,00	8,00	8,00	8,00	8,00	6,00	0,00	0,00	8,00	8,00	8,00	7,68	0,00	-0,01
Horas de producción manualidades	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
Horas de producción lavado conserva	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,64	0,64	0,56	0,52	0,00
Horas de producción lavado yellow	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,00	0,00	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,00	0,00	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,00	0,00	2,72	2,72	2,72	2,72	2,48	-0,03
Horas de producción lavado Stone	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,00	0,00	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,00	0,00	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,00	0,00	2,72	2,72	2,72	2,72	2,48	-0,03
Horas de producción centrifugado	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	5,20	0,00	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	5,20	0,00	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	5,20	0,00	6,24	6,24	6,24	6,24	6,00	0,04
Horas de producción focalizado	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00
Horasde producción brosteado	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00
Horas de producción neutralizado	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	0,96	-0,01	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	0,96	-0,03	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	0,88	0,04	1,12	1,12	1,12	1,12	1,04	-0,03
Horas de producción secado	10,40	10,32	10,32	10,32	10,32	10,32	0,00	10,40	10,32	10,32	10,32	10,32	10,32	0,00	10,40	10,32	10,32	10,32	10,32	10,32	0,00	10,40	10,32	10,32	10,32	10,32	-0,01
Horas de producción despacho	1,12	1,12	1,12	1,28	1,28	1,20	0,00	1,12	1,12	1,12	1,28	1,28	1,20	0,01	1,12	1,12	1,12	1,28	1,28	1,20	0,01	1,28	1,28	1,12	1,12	1,12	0,03
PRODUCCIÓN																											
ción recepción y clasificación	24	24	24	24	18	0	0	24	24	24	24	18	0	0	24	24	24	24	18	0	0	24	24	24	23	0	0
Producción manualidades	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	0
Producción lavado conserva	38	38	38	0	0	0	0	38	38	38	0	0	0	0	38	38	38	0	0	0	0	20	20	20	18	16	0
Producción lavado yellow	20	20	20	20	20	14	0	20	20	20	20	20	14	0	20	20	20	20	20	14	0	19	19	19	19	18	0
Producción lavado Stone	20	20	20	20	20	14	0	20	20	20	20	20	14	0	20	20	20	20	20	14	0	19	19	19	19	18	0
Producción centrifugado	20	20	20	20	20	16	0	20	20	20	20	20	16	0	20	20	20	20	20	16	0	19	19	19	19	18	0
Producción focalizado	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	0
Producción brosteado	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	0
Producción neutralizado	20	20	20	20	20	17	0	20	20	20	20	20	17	-1	20	20	20	20	20	15	1	20	20	20	20	18	-1
Producción secado	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	19	0	19	19	19	19	19	0
Producción despacho	18	18	18	20	20	19	0	18	18	18	20	20	19	0	18	18	18	20	20	19	0	20	20	18	18	18	1