



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ESTUDIO DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN EL PROCESO DE OVILLADO
DE LA PRODUCCIÓN DE PIOLAS Y CORDELES DE LA EMPRESA
CORDEPLAST DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Industrial.

Autores:

Nata Ichina Holger Fabricio

Safla Rivera Luis Rodrigo

Tutor Académico:

Ing. Ms.C. Cristian Iván Eugenio Pilliza

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto - 2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

"Nosotros Nata Ichina Holger Fabricio y Safla Rivera Luis Rodrigo declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: "ESTUDIO DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN EL PROCESO DE OVILLADO DE LA PRODUCCIÓN DE PIOLAS Y CORDELES DE LA EMPRESA CORDEPLAST DE LA CIUDAD DE AMBATO" siendo el Ing. MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza el tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Nata Ichina Holger Fabricio
CC. 180529423-6

Safla Rivera Luis Rodrigo
CC.055011518-2



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

“ESTUDIO DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN EL PROCESO DE OVILLADO DE LA PRODUCCIÓN DE PIOLAS Y CORDELES DE LA EMPRESA CORDEPLAST DE LA CIUDAD DE AMBATO.” Nata Ichina Holger Fabricio y Safla Rivera Luis Rodrigo, de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2022

Tutor de Titulación
Ing. MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza
CC: 1723727473



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN



En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas ; por cuanto, el o los postulantes: **NATA ICHINA HOLGER FABRICIO** y **SAFLA RIVERA LUIS RODRIGO** con el título de Proyecto de titulación: “**ESTUDIO DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN EL PROCESO DE OVILLADO DE LA PRODUCCIÓN DE PIOLAS Y CORDELES DE LA EMPRESA CORDEPLAST DE LA CIUDAD DE AMBATO**” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto. Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 26 de Agosto 2022.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. Lilia Cervantes Rodríguez

CC: 175727437-6

Lector 2

Ing. MSc. Medardo Ángel Ulloa Enrique PhD

CC: 100097032-5

Lector 3

Ing. MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate

CC: 050325740-4



Ambato, 29 de agosto de 2022

A quien interese:

A petición verbal de los señores Nata Ichina Holger Fabricio con cedula de identidad No. 1805294236 y Safla Rivera Luis Rodrigo con cedula de identidad No. 0550115182.

CERTIFICO

Yo, Segundo Medardo Moposita Pullutasig con cedula de identidad No. 1802583714 en mi calidad de Representante Legal de la empresa CORDEPLAST, me permito CERTIFICAR que los señores Nata Ichina Holger Fabricio con cedula de identidad No. 1805294236 y Safla Rivera Luis Rodrigo con cedula de identidad No. 0550115182, realizaron su proyecto de investigación con el tema "ESTUDIO DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN EL PROCESO DE OVILLADO DE LA PRODUCCIÓN DE PIOLAS Y CORDELES DE LA EMPRESA CORDEPLAST DE LA CIUDAD DE AMBATO" en la cual han demostrado alta responsabilidad, honestidad lealtad en base a las tareas encomendadas.

Es todo cuando puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo los interesados hacer uso del presente documento en el que estimare convenientemente.

Atentamente,

Segundo Medardo Moposita Pullutasig
Representante legal de CORDEPLAST

CINTAS Y CORDELES
CORDEPLAST



MAS RESISTENTES Y
DURADERAS QUE
NUNCA

Planta de Producción: Ambato, Puerto Arturo, calle Los Fueguinos
Logística y Despachos: Puerto Arturo, calle Los Fueguinos
Teléfono: 0984478678
Correo Electrónico: sociedadcordeplast@gmail.com
Ambato - Ecuador

AGRADECIMIENTO

En primera instancia doy gracias a Dios por darme salud y vida durante todos estos años para culminar con éxito una meta que me lo propuse que es graduarme como ingeniero industrial.

Y a mis docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, a ustedes mis profesores queridos, les debo mis conocimientos que fueron rigurosos y precisos, gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

Un Agradecimiento especial al Ing. MSc. Cristian Eugenio que es el mentor principal de nuestro proyecto de investigación, gracias por su paciencia y dedicación a este trabajo que sin su ayuda hubiese sido más difícil, muchas gracias por sus palabras de aliento cuando más lo necesitábamos.

Holger Nata

AGRADECIMIENTO

Con estas palabras quiero expresar mis más profundos agradecimientos a Dios por la vida y por el conocimiento oportuno, por darme a mi familia que es el pilar fundamental en todos mis proyectos.

Agradezco a mis padres Aníbal Safla y Mariana Rivera, por su esfuerzo inagotable tanto económico y moral, que refleja que hoy llegue a este logro, y así poder decir que es la mejor herencia que me pueden dar.

Agradezco a los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi carrera de Ingeniería Industrial que me compartieron sus conocimientos durante todos estos años, de forma especial a el Ing. MSc. Cristian Eugenio por su papel de tutor académico.

Un agradecimiento de todo corazón a mi querida prima Tania Rivera, y a su esposo Rolando Quinatoa por ser los mentores y quienes me apoyaron a estudiar tan prestigiosa carrera, y por darme a mi primo Aarón, que más que mi primo es mi hermanito un motivo más para seguir adelante.

Y finalmente a mi estimado compañero y amigo Holger Nata por encaminarme en el sendero de mi vida estudiantil con su conocimiento desde nivelación hasta concluir con la tesis de grado e influir con su magnífica personalidad.

Rodrigo Safla

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Francisco y María que fueron pilares muy importantes en mi vida universitaria, gracias por su apoyo tanto moral y económicamente, gracias por alentarme a seguir adelante cuando hubo tropiezos en los primeros semestres, gracias por ser los mejores guías de mi vida y hoy que culmino mis estudios me siento orgullo que ustedes sean mis padres y estén a mi lado en este momento muy importante.

A mis amigos y en especial a la Ingeniera Lourdes Rivera hoy que se cierra una etapa de mi vida no puedo dejar de agradecerte tu apoyo y constancia que me diste en séptimo semestre, gracias por compartir conmigo las horas de estudio en la materia de Control Industrial, a mi rojita, la Licenciada Mirian Fernández, no hay palabras para expresar lo agradecido que estoy por tu ayuda en el inglés, una amistad como la tuya es invaluable, una amiga como tú no se puede olvidar. Gracias por ayudarme siempre y por demostrarme que las personas realmente buenas existen, y a mi compañero de fórmula Rodrigo Safla, cuando unimos nuestras fuerzas logramos complementarnos como un excelente equipo y no hay ninguna meta u objetivo que no podamos alcanzar. Gracias por estar siempre allí.

Holger Nata

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con cariño a mi madre Mariana de Jesús Rivera Guña, que es el ser más influyente en mi existencia, por su actitud alegre con la cual me identifico y por confiar todos estos años en que un día llegaría a ser alguien en la vida.

A mi hermano querido Brayan Safla, que a pesar de las adversidades sigue de pie, esperando que continúe por el camino del bien, ya que es el motivo de no rendirme para darle todo lo que este a mi alcance.

A mi amada familia, con mayor realce a mi abuelita Piedad Guña, que desde pequeño me inculco la disciplina de estudiar y luchar por los sueños, que hoy se reflejan en haber terminado mis estudios.

Y finalmente a la memoria de mis seres queridos en especial, a la de mi primo Rómulo Guña y mi tío Jorge Guña con quienes compartí muy poco, pero me dejan muy lindos recuerdos.

Rodrigo Safla

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN ...	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AVAL DE LA EMPRESA.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xxiv
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. RESUMEN	3
ABSTRACT	4
1.2. EL PROBLEMA.....	6
1.2.1. Situación Problemática.....	6
1.2.2. Formulación del problema.....	7
1.3. BENEFICIARIOS	7
1.3.1. Beneficiarios Directos	7
1.3.2. Beneficiarios Indirectos.....	7
1.4. JUSTIFICACIÓN	8

1.5.	HIPÓTESIS	8
1.6.	OBJETIVOS	9
1.6.1.	General.....	9
1.6.2.	Específicos.....	9
1.7.	SISTEMA DE TAREAS	10
2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
2.1.	ANTECEDENTES	11
2.2.	MARCO REFERENCIAL.....	13
2.2.1	Internacional.....	13
2.2.2	Nacionales	14
2.2.3	Locales	14
2.3.	Proceso.....	15
2.4.	Medición de trabajo	15
2.5.	Estudio de tiempos.....	15
2.5.1.	Estudio de movimientos	16
2.5.2.	Técnicas y métodos para el estudio de tiempos y movimientos.....	16
2.6.	Estudio de tiempos.....	16
2.7.	Tiempos predeterminados.....	16
2.7.1.	Estudios de tiempo con cronómetro	16
2.7.2.	Tipos básicos de cronómetros.....	17
2.7.3.	Cronometraje del trabajo	17
2.7.4.	Descomposición de la Operación en Elementos.....	17
2.7.5.	Delimitación y definición de los elementos	18
2.7.6.	Cronometraje de los elementos	18
2.8.	Valoración del ritmo del trabajo	19
2.9.	Suplementos.....	20
2.10.	Método de valoración objetiva con estándares de fatiga.....	20

2.11.	Desviación estándar.....	22
2.12.	Método nomográfico (H.B. Maynard)	22
2.12.1.	Media aritmética o promedio:.....	22
2.12.2.	Límites de control	22
2.12.3.	Rango	23
2.12.4.	Cociente entre rango y la media.....	23
2.13.	Tabla de número de observaciones	23
2.14.	De los tiempos observados a los tiempos básicos normales	24
2.14.1.	Adición de los suplementos (tiempo concedido por elemento).....	25
2.14.2.	Suavización por frecuencia (tiempo concedido total).....	25
2.15.	Capacidad de producción	25
2.16.	Eficiencia de línea	26
2.17.	Índice de productividad.....	26
2.18.	Números de operarios.....	26
2.19.	Problemas de producción por una mala distribución de planta.....	27
2.20.	Productividad	27
2.21.	Systematic Layout Planning (SLP)	28
2.21.1.	Software Corelap 01	28
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	29
3.1.	METODOLOGÍA	29
3.1.1.	Tipo de investigación	29
3.1.1.1.	Investigación exploratoria	29
3.1.2.	Métodos	29
3.1.2.1.	Método inductivo.....	29
3.1.2.2.	Método bibliográfico	29
3.1.3.	Técnicas	30
3.1.3.1.	Observación.....	30

3.1.3.2.	Toma de tiempos	30
3.1.3.3.	Investigación de campo	31
3.1.4.	Instrumentos	31
3.1.4.1.	Diagrama de flujo	31
3.1.4.2.	Cronómetro.....	32
3.1.4.3.	Tablero para formularios	33
3.2.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	33
3.2.1.	Obtención de resultados en base al primer objetivo.....	33
3.2.1.1.	Ubicación de la empresa:.....	33
3.2.1.2.	Misión.....	33
3.2.1.3.	Visión	33
3.2.1.4.	Estructura organizacional	34
3.2.1.5.	Departamento de producción.....	34
3.2.1.6.	Máquinas	34
3.2.1.7.	Herramientas.....	36
3.2.1.8.	Presentaciones	36
3.2.1.9.	Proceso de fabricación.....	37
3.2.1.10.	Área de extrusión	37
3.2.1.11.	Área de bobinado	40
3.2.1.12.	Área de torsión.....	40
3.2.1.13.	Área de ovillado.....	42
3.2.1.14.	Descripción de recorrido.....	43
3.2.1.15.	Distribución actual de la planta.....	44
3.2.1.16.	Características del material que se someterá al proceso de producción de piolas y cordeles.....	45
3.2.1.17.	Propiedades mecánicas del polipropileno.....	45
3.2.1.18.	Diagrama de flujo.	46

3.2.1.19.	Diagrama de flujo de proceso.	46
3.2.1.20.	Diagrama de flujo	47
3.2.1.21.	Diagrama de flujo – proceso	48
3.2.1.22.	Diagrama causa – efecto	49
3.2.2.	Obtención de resultados en base al segundo objetivo	50
3.2.2.1.	Estudio de tiempos actual	50
3.2.2.2.	Recepción de materia prima.....	51
3.2.2.3.	Verificación de materia prima	55
3.2.2.4.	Almacenamiento	57
3.2.2.5.	Proceso de extrusión	59
3.2.2.6.	Proceso de bobinado	63
3.2.2.7.	Proceso de torsión.....	65
3.2.2.8.	Proceso de ovillado.....	68
3.2.3.	Tiempo estándar	72
3.2.4.	Número de estaciones	73
3.2.5.	Eficiencia	73
3.2.6.	Índice de productividad (IP)	74
3.2.7.	Número de operarios	74
3.2.8.	Simulación En FlexSim	74
3.2.8.1.	Pasos para la elaboración de la simulación	74
3.2.8.2.	Simulación de la distribución actual de la empresa.....	81
3.2.8.3.	Indicadores de FlexSim (proceso actual).....	82
3.2.9.	Obtención de resultados en base al tercer objetivo.....	84
3.2.9.1.	Propuesta de rediseño de la planta.....	84
3.2.9.2.	Departamentos a analizar.....	85
3.2.9.3.	Datos de los departamentos	85
3.2.10.	Diagrama de relaciones.....	85

3.2.11.	Análisis de la distribución ideal de la planta	86
3.2.12.	Diagrama de recorrido propuesto.	89
3.2.12.1.	Distribucion de la planta propuesta.	91
3.2.13.	Diagrama flujo – proceso.....	92
3.2.14.	Estudio de tiempos propuestos para el área de ovillado	93
3.2.14.1.	Muestreo de tiempos en segundos de la propuesta proceso ovillado	93
3.2.14.2.	Transformación de unidades de tiempo a minutos del muestreo del proceso de ovillado propuesto.....	94
3.2.14.3.	Cálculo del coeficiente de rango propuesto	94
3.2.14.4.	Suplementos para el proceso de ovillado propuesto	95
3.2.14.5.	Cálculo del tiempo de ciclo propuesto.....	96
3.2.15.	Tiempo Estándar proceso propuesto	97
3.2.16.	Número de estaciones proceso propuesto	97
3.2.17.	Eficiencia del proceso propuesto	97
3.2.18.	Índice de productividad (IP) del proceso propuesto	98
3.2.19.	Número de operarios del proceso propuesto.....	98
3.2.20.	Incremento de productividad	98
	P = 28 %	99
3.2.21.	Simulación en FlexSim del proceso propuesto	99
3.2.21.1.	Indicadores de FlexSim proceso propuesto	99
3.2.22.	Tabla de valores actual vs. Propuesta.	101
3.2.23.	Cálculo de costos del rediseño de planta	102
3.3.	EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA.....	111
3.3.1.	Técnico	111
3.3.2.	Social	111
3.3.3.	Económico	111
4.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO	112

4.1. CONCLUSIONES	112
4.2. RECOMENDACIONES.....	113
4.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios directos	7
Tabla 2: Beneficiarios indirectos	7
Tabla 3: Sistema de Tareas	10
Tabla 4: Valoración de ritmo. [18]	19
Tabla 5: Cálculo del número de observaciones. [21]	24
Tabla 6: Maquinaria utilizada en la producción de piolas.....	35
Tabla 7: Herramientas utilizadas en la producción de piolas.....	36
Tabla 8: Presentaciones del producto.	37
Tabla 9: Descripción del diagrama de recorrido.	43
Tabla 10: Propiedades mecánicas del polipropileno.	45
Tabla 11: Diagrama de flujo de procesos.	48
Tabla 12: Tiempo en segundos del proceso de recepción de materia prima	51
Tabla 13: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso recepción de materia prima.....	52
Tabla 14: Cálculo de coeficiente del rango para recepción de materia prima.....	53
Tabla 15: Suplementos para el proceso de recepción de materia prima.....	54
Tabla 16: Cálculo del tiempo de ciclo para Recepción de materia prima.	54
Tabla 17: Tiempo en segundos del proceso de verificación de materia prima.....	55
Tabla 18: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de verificación de materia prima.	55
Tabla 19: Cálculo de coeficiente de rango para verificación de la materia prima.	56
Tabla 20: Suplementos para verificación de la materia prima.	56

Tabla 21: Cálculo del tiempo de ciclo para verificación de la materia prima.	57
Tabla 22: Tiempo en segundos del proceso de almacenamiento.....	57
Tabla 23: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de almacenamiento.	58
Tabla 24: Cálculo de coeficiente de rango para la actividad de almacenamiento.	58
Tabla 25: Suplementos para la actividad de almacenamiento.	59
Tabla 26: Cálculo del tiempo de ciclo para la actividad de almacenamiento.....	59
Tabla 27: Tiempo en segundos del proceso de extrusión.....	60
Tabla 28: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de extrusión.....	61
Tabla 29: Cálculo del coeficiente de rango para el proceso de extrusión.	61
Tabla 30: Suplementos para el proceso de extrusión.	62
Tabla 31: Cálculo del tiempo de ciclo para el proceso de extrusión.	62
Tabla 32: Tiempo en segundos del proceso de bobinado.....	63
Tabla 33: Tiempo en minutos del proceso de bobinado.....	63
Tabla 34: Cálculo del coeficiente de rango del proceso de bobinado.	64
Tabla 35: Suplementos para el proceso de bobinado	64
Tabla 36: Cálculo del tiempo de ciclo para el proceso de bobinado.	65
Tabla 37: Tiempo en segundos del proceso de torsión.....	65
Tabla 38: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de torsión.	66
Tabla 39: Cálculo del coeficiente de rango para el proceso de torsión.	66
Tabla 40: Suplementos para el proceso de torsión.	67
Tabla 41: Cálculo del tiempo de ciclo para el proceso de torsión.....	67
Tabla 42: Tiempo en segundos del proceso de ovillado de H1.....	68
Tabla 43: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de ovillado de H1.	69

Tabla 44: Cálculo del coeficiente de rango para el proceso de ovillado.	70
Tabla 45: Suplementos para el proceso de ovillado de H1.....	71
Tabla 46: Cálculo del tiempo de ciclo para el proceso de ovillado.	72
Tabla 47: Departamentos de la empresa Cordeplast.	85
Tabla 48: Superficie de los departamentos.....	85
Tabla 49: Claves del método SLP.	86
Tabla 50: Relaciones de cada departamento.....	86
Tabla 51: Descripción de recorrido propuesto.	90
Tabla 52: Diagrama de flujo - proceso propuesto	92
Tabla 53: Muestreo de tiempos en segundos de la propuesta para el proceso de ovillado.	93
Tabla 54: Transformación del tiempo de segundos a minutos del proceso de ovillado propuesto.	94
Tabla 55: Cálculo de coeficiente de rango del ovillado propuesto.	95
Tabla 56: Suplementos para el proceso de ovillado propuesto.	96
Tabla 57: Cálculo del tiempo de ciclo del ovillado propuesto.	96
Tabla 58: Valores actuales vs propuestos.....	101
Tabla 59: Perdidas monetarias por los seis días de paralización.....	102
Tabla 60: Presupuesto para cuadros y protección.	102
Tabla 61: Presupuesto para cables.	103
Tabla 62: Presupuesto para canalizaciones.	103
Tabla 63: Presupuesto de las tomas corriente para la nueva distribución.	104
Tabla 64: Presupuesto de las luminarias de la empresa.....	104
Tabla 65: Presupuesto de pintura.....	105
Tabla 66: Presupuesto de las tuberías para cables.....	105
Tabla 67: Presupuesto mano de obra electricista.	106

Tabla 68: Presupuesto de los acabados.....	106
Tabla 69: Presupuesto para el montaje de la empresa.	106
Tabla 70: Presupuesto para la Línea de extrusión	106
Tabla 71: Presupuesto Total para la implementación.....	107
Tabla 72: Estado de resultados proporcionado por la empresa.	107
Tabla 73: Depreciación por el método de línea recta.	108
Tabla 74: Método de amortización nivelada.	108
Tabla 75: Cálculo de la TMAR.....	108
Tabla 76: Flujo de efectivo proyectado.	110
Tabla 77: Cálculo del VAN y TIR.	110
Tabla 78: Cálculo del VAN BENEFICIOS y COSTOS	110
Tabla 79: Ganancias del proceso actual vs el propuesto del producto H1.	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Suplementos de descanso. [19]	21
Figura 2: Desperdicio de cinta.....	27
Figura 3: Observación directa.....	30
Figura 4: Toma de tiempos.....	30
Figura 5: Pasos para realizar una investigación de campo. [36]	31
Figura 6: Diagrama de flujo [37].....	32
Figura 7: Cronómetro. [38].....	32
Figura 8: Ubicación de la empresa Cordeplast.....	33
Figura 9: Organigrama de la empresa Cordeplast	34
Figura 10: Área de extrusión.	38
Figura 11: Bomba para succión de agua de la cisterna.....	38
Figura 12: Lámina cayendo a la cisterna.	38
Figura 13: Lámina pasando por los rodillos.	39
Figura 14: Lámina pasando por las cuchillas para formar cintas.	39
Figura 15: Recorrido de la cinta por la plancha de estiramiento.	39
Figura 16: Bobinadora.	40
Figura 17: Bobina almacenadas.....	40
Figura 18: Colocación de la cinta en la retorcedora.	41
Figura 19: Proceso cordel.....	41
Figura 20: Producto final proceso cordel.	41
Figura 21: Máquina ovilladora.	42
Figura 22: Emplasticado del producto.....	42
Figura 23: Ovillos H1 de 150 g. almacenadas.....	43

Figura 24: Paca de ovillos H17 de 150 g. almacenadas.	43
Figura 25: Layout actual de la empresa.....	44
Figura 26: Diagrama de flujo.	47
Figura 27: Diagrama causa-efecto.....	49
Figura 28: Cronometraje de tiempo.....	50
Figura 29: Ícono Toolbox.....	76
Figura 30: Apartado Model Background.....	76
Figura 31: Selección del Layout.....	77
Figura 32: Dimensiones en el plano X de Layout.	77
Figura 33: Ingreso de Source.....	78
Figura 34: Configuración de Source.....	78
Figura 35: Introducción de 4 Queues.	79
Figura 36: Ingreso de los Processor.....	79
Figura 37: Configuración de nombre, apariencia y tiempo de proceso.....	80
Figura 38: Introducción de un Operario.	80
Figura 39: Unión lógica de los procesos de principio a fin.	81
Figura 40: Simulación en FlexSim del proceso actual.	81
Figura 41: Software FlexSim proceso actual con indicadores de tiempo.....	82
Figura 42: Software FlexSim valores Tc actual.	82
Figura 43: Software FlexSim opción slide proceso actual.	83
Figura 44: Software FlexSim configuración slide proceso actual.....	83
Figura 45: Software FlexSim configuración indicador Tc ovillado proceso actual.....	84
Figura 46: Software Corelap 01.....	87
Figura 47: Introducción de datos de la empresa Cordeplast.....	87
Figura 48: Introducción de relaciones.	88

Figura 49: Sumatoria de relaciones.	89
Figura 50: Representación gráfica Corelap 01.	89
Figura 51: Layout propuesto de la planta.	91
Figura 52: Software FlexSim proceso propuesto.	99
Figura 53: Software FlexSim valores de los Tc propuesto.....	99
Figura 54: Software FlexSim opción slide.	100
Figura 55: Software FlexSim configuración slide propuesto.	100
Figura 56: Software FlexSim configuración indicador Tc extrusión propuesto.	101

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Desviación estándar	22
Ecuación 2: Media aritmética	22
Ecuación 3: Límite de control superior	22
Ecuación 4: Límite de control inferior	22
Ecuación 5: Rango.....	23
Ecuación 6: Cociente entre rango y la media	23
Ecuación 7: Tiempo normal	24
Ecuación 8: Tiempo concedido elemental.....	25
Ecuación 9: Tiempo concedido total	25
Ecuación 10: Capacidad de producción.....	25
Ecuación 11: Eficiencia de línea	26
Ecuación 12: Índice de productividad	26
Ecuación 13: Número de operarios	27
Ecuación 14: Productividad.....	27

INFORMACIÓN GENERAL

Título: Estudio de tiempos improductivos en el proceso de ovillado de la producción de piolas y cordeles de la empresa Cordeplast de la ciudad de Ambato.

Fecha de inicio:

Abril 2022

Fecha de finalización:

Agosto 2022

Lugar de ejecución:

Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Unamuncho, Barrio Puerto Arturo

FACULTAD que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial.

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

Ing. MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza

Nata Ichina Holger Fabricio

Safla Rivera Luis Rodrigo

Área de Conocimiento:

Ingeniería, Industrial y Construcción

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Cordeplast se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Unamuncho, barrio Puerto Arturo se dedica a la producción de piolas y cordeles en variedad de colores clasificados como H1 (1 cinta) y H17 (2 cintas) de gran resistencia que se utilizan en sectores como la agricultura, calzado y ferretería, cuenta con 5 años al servicio de la comunidad ofreciendo productos de alta calidad desde su creación en el año 2017. Para la producción de este insumo se requiere de un polímero termoplástico también llamado polipropileno traído desde la ciudad de Guayaquil, en un pedido de 40 quintales que representan una tonelada de materia prima. En la actualidad el producto se comercializa por el peso, H1 tiene presentaciones de 150 gramos, en esta presentación cada paca contiene 20 ovillos, y consecuentemente es lo mismo para el producto H17, la empresa cuenta con 7 trabajadores distribuidos en tres turnos rotativos de 8 horas. Al inicio de su actividad comercial fue líder en el mercado de ventas de piolas y cordeles. En la agricultura su uso es para zurcir o coser las diferentes lonas en las que llevan sus productos agrícolas ya sean lechugas, coliflores, coles, remolacha, entre otros. El presente proyecto de investigación tiene como finalidad desarrollar un estudio de tiempos improductivos en el proceso de elaboración de piolas y cordeles de la empresa Cordeplast, el desarrollo de esta propuesta permitirá mejorar el proceso de producción, mediante una disminución de tiempos muertos, eliminación de movimientos innecesarios, reduciendo todas las operaciones que no generan valor agregado al producto, optimizando el tiempo de trabajo en el proceso de producción, mejorando así tanto el rendimiento del personal y aumentando el nivel de productividad al estandarizar los tiempos para la elaboración del producto. A continuación, se muestra paso a paso la medición del trabajo con la aplicación del estudio de tiempos y la propuesta desarrollada cumple con la optimización de la producción de piolas y cordeles. Posteriormente, se muestra paso a paso la medición del trabajo con la aplicación del estudio de tiempos dando una propuesta desarrollada, eliminando y combinando las actividades improductivas, que generan pérdidas a la empresa y que interfieren con el tiempo de ciclo de producción, lo que refleja que cumple con la optimización en la elaboración de piolas y cordeles. Posteriormente con el análisis y los resultados tanto cualitativos y cuantitativos se considera la información recogida y se establece las conclusiones y las recomendaciones.

1.1. RESUMEN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: ESTUDIO DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN EL PROCESO DE OVILLADO DE LA PRODUCCIÓN DE PIOLAS Y CORDELES DE LA EMPRESA CORDEPLAST DE LA CIUDAD DE AMBATO.

Autores: Nata Ichina Holger Fabricio

Safla Rivera Luis Rodrigo

El presente proyecto de investigación tiene por objeto un estudio de tiempos en la empresa Cordeplast dedicada a la producción de piolas, elaboradas en base a polipropileno para uso agrícola y ferretero, en dos presentaciones H1 y H17. El estudio inicia con una investigación exploratoria para la identificación de los problemas presentes en el proceso productivo; para ello se utilizó el diagrama Ishikawa que permitió encontrar las causas que provocan cuellos de botella, tiempos improductivos, desplazamientos innecesarios y la demora en la entrega de pedidos al cliente. A continuación, se procede a caracterizar los diferentes subprocesos con sus correspondientes actividades mediante la elaboración de diagrama de flujo y cursogramas analíticos, posteriormente se procede a desarrollar el estudio de tiempos tomando 10 muestras de cada actividad y utilizando el método nomográfico, además de la técnica de regresión a cero para el registro de tiempos se empleó un cronometro, una cámara digital, hoja de registro y la técnica de observación directa, así mismo en base a las recomendaciones de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) se seleccionó el trabajador de mayor experiencia en el proceso productivo dando como resultado un tiempo de ciclo para la fabricación de la piola H1 de 19,01 min. Finalmente se procede con la formulación de la propuesta de mejora al proceso productivo. En la que se consideró como alternativa el rediseño de planta utilizando la metodología SLP (Systematic Layout Planning) y software (Corelap 01), la combinación de actividades y el cálculo del número de operarios por línea de producción lo que permitió reducir el tiempo de ciclo en 8,06 min para la piola H1, además para validar los resultados obtenidos se realizó la simulación del proceso productivo mediante la aplicación del software FlexSim, que confirmó el aumento de producción en 18 pacas de 20 ovillos, generando un aumento en la productividad del 72 %.

Palabras clave: Polipropileno, estudio de tiempos, tiempos improductivos, cursograma, FlexSim

ABSTRACT

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

SUBJECT: STUDY OF UNPRODUCTIVE TIMES IN THE PROCESS OF WINDING IN THE PRODUCTION OF ROPES AND STRINGS OF THE COMPANY CORDEPLAST OF THE CITY OF AMBATO.

Authors: Nata Ichina Holger Fabricio

Safla Rivera Luis Rodrigo

The purpose of this research project is a time study in the company Cordeplast S.A. dedicated to the production of polyester-based ropes for agricultural and hardware use, in two presentations 1H and H17. The study begins with an exploratory investigation to identify the problems present in the production process; for this purpose, the Ishikawa diagram was used to find the causes of bottlenecks, unproductive times, unnecessary displacements and delays in the delivery of orders to the customer. Next, we proceeded to characterize the different subprocesses with their corresponding activities through the elaboration of flow charts and analytical flowcharts, then we proceeded to develop the time study by taking 10 samples of each activity and using the nomographic method, In addition to the zero regression technique, a stopwatch, a digital camera, a record sheet and the direct observation technique were used to record times. Also, based on the recommendations of the ILO, the most experienced worker in the production process was selected, resulting in a cycle time of 19.01 min. for the manufacture of the 1H pipe. Finally, we proceeded with the formulation of the proposal to improve the production process. In which we considered as an alternative the redesign of the plant using the SLP (Systematic Layout Planning) methodology and software (Corelap 01), the combination of activities and the calculation of the number of operators per production line, which allowed us to reduce the cycle time by 8.06 min for the H1 pipe, In addition, to validate the results obtained, a simulation of the production process was carried out using FlexSim software, which confirmed the increase in production by 18 bales of 20 balls, generating an increase in productivity of 28%, increasing monthly income by \$5,616 dollars.

Key words:

Polypropylene, time study, non-productive times, cursogram, FlexSim.



AVAL DE TRADUCCIÓN

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“ESTUDIO DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN EL PROCESO DE OVILLADO DE LA PRODUCCIÓN DE PIOLAS Y CORDELES DE LA EMPRESA CORDEPLAST DE LA CIUDAD DE AMBATO.”** presentado por: **Nata Ichina Holger Fabricio y Safla Rivera Luis Rodrigo**, estudiantes de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, septiembre del 2022

Aceptamos c.

Mg. Marco Beltrán



CENTRO
DE IDIOMAS

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
C.I. 0502066514

1.2.EL PROBLEMA

En los últimos dos años la empresa ha tenido un declive en sus ventas ya que no pueden mejorar la eficiencia de la producción para abastecer a todos sus clientes, en la actualidad la demanda de las piolas de uso agrícola se incrementó considerablemente y esto se debe a que muchas personas en la pandemia perdieron su trabajo formal y se dedicaron a la agricultura ya que ahí veían su única fuente de ingreso, pues conforme ha ido pasando la pandemia han sido necesarios he indispensables la utilización de piolas para la agricultura, su principal problema es la mala distribución de la planta ya que no cuenta con una secuencia establecida en el proceso de producción de piolas de uso agrícola por lo cual se incrementa el tiempo de ciclo de producción. Esta situación se viene dando desde sus orígenes en el año 2017 ya que las máquinas fueron ubicadas sin haber existido un análisis previo.

Su segundo problema es que un solo operario realiza varias actividades en distintas áreas como son extrusión, bobinado, torsión y ovillado, ya que este al tener mayor responsabilidades muchas de las veces no puede hacer el proceso de ovillado como debe ser por lo que el operario comete errores, los mismos que representan una pérdida de tiempo, desperdicio de material esto genera una baja eficiencia de producción de las piolas de uso agrícola, ya que al tener más responsabilidades y tareas en muchas ocasiones debe, por un lado, emplear más tiempo en su cometido y, por otro, pierde la concentración de lo que está haciendo en un determinado momento, lo que ocasiona demoras en la entrega de los pedidos de la empresa Cordeplast y en la mejor de las ocasiones se concedía a un cliente el mayor número de pedidos posibles en la actual pasa todo lo contrario.

1.2.1. Situación Problemática

Mediante una visita de campo y utilizando la técnica de observación directa aplicada a los trabajadores de la empresa, se pudo encontrar varios problemas.

Se evidenciaron problemas como:

Los trabajadores presentan tiempos muertos (se logró identificar tiempos muertos en el área de ovillado ya que cuando la cinta se rompía en la plancha de estiramiento el mismo operario paraba la máquina ovilladora para atender la misma, así mismo el operario presenta un tiempo de inactividad por atender las maquinas bobinadoras cuando era necesario sacar las bobinas para luego almacenarlas, por último el mismo operario atendía las máquinas retorcedoras presentando tiempos de inactividad en el momento de empatar una nueva cinta para que

continúe retorciéndola. Ausencia de limpieza en el área (en ocasiones el operario que terminaba su turno no realizaba la respectiva limpieza de la máquina ovilladora y luego en ese instante el operario que ingresa a su jornada laboral realiza la limpieza logrando así perder al menos 5 minutos de su trabajo). Área de ovillado muy estrecha (la empresa tiene una distribución de planta inadecuada ya que la máquina ovilladora se encuentra demasiado cerca a la máquina retorcedora de cinta y cuando los operarios desean manipular la máquina retorcedora debían tener mucho cuidado al momento de abrir la puerta para ingresar a la máquina y así no interferir con el trabajo de la ovilladora), la herramienta de corte inadecuado (la herramienta de corte no era el adecuado para manejarlo rápidamente ya que la cuchilla con la que cortaban son improvisadas ya que eran hechas de una sierra y afiladas en un esmeril.

Como el proceso no está tecnificado el pesaje del ovillo se hace de manera manual, entonces el operario una vez que termine de ovillar ellos van a la balanza y verifican cual es el peso indicado (150 g.) que tiene el ovillo y si se dan cuenta que tiene un exceso de peso lo que se hacen es quitarlo logrando así perder tiempo en la producción.

1.2.2. Formulación del problema

¿Cómo medir los tiempos improductivos generados en el proceso de ovillado de piolas y cordeles de la empresa Cordeplast?

1.3. BENEFICIARIOS

1.3.1. Beneficiarios Directos: Los beneficiarios directos son el propietario de la empresa y el personal administrativo y operarios.

Tabla 1: Beneficiarios directos

Beneficiarios Directos	Cantidad
Propietario de la empresa	1
Personal operativo	4
Personal administrativo	2
Total de beneficiarios	7

1.3.2. Beneficiarios Indirectos: Son los clientes de la provincia de Tungurahua y los proveedores que transportan la materia prima desde la ciudad de Guayaquil.

Tabla 2: Beneficiarios indirectos

Beneficiarios Indirectos	Cantidad
Cientes	18
Proveedores	7
Total, de beneficiarios	25

1.4. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto busca establecer un plan de mejora en el proceso de producción de piolas y cordeles en la empresa Cordeplast, mediante una visita insitu y utilizando la técnica de observación directa se logró evidenciar que no cuentan con procesos técnicos para el control de tiempos, lo que genera desperdicios en el área de ovillado ya que se lo realiza de manera artesanal o manual y el cual no está controlado y esto conlleva a que muchas de las veces se generen desperdicios en la cantidad total que deben ser entregadas al cliente ya que a veces se sobrepasa la cantidad de material que debe ser entregada en cada ovillo y en definitiva reduce la productividad lo cual hace imposible cumplir con la cantidad establecida por el jefe de producción, esta propuesta permitirá mejorar los métodos de trabajos actuales, cumplir con las exigencias en la hora de entrega a los clientes tanto internos como externos, simplificar los procesos de producción y en definitiva aumentar la satisfacción del cliente, asimismo, la mejora de la actividad física de los trabajadores minimizando el tiempo necesario para aumentar la productividad laboral, lo que permite a la empresa ganar mayor presencia y prestigio en el mercado, beneficiando tanto a la organización y sus trabajadores.

Se aplicará modelos como el diagrama Ishikawa que permitirá una mejor visibilidad de los problemas, el diagrama de procesos que permitirá conocer donde se producen los problemas, diagramas de recorrido el cual permite observar los diferentes movimientos del material. La utilización de estos modelos permite realizar análisis de forma más objetiva y sistemática para la identificación de los tiempos de ocio. Además, se tuvo la intención de identificar y abordar las causas del tiempo de inactividad y los retrasos que impiden que el producto se complete más rápido. Por esta razón, es importante utilizar la investigación de tiempos para lograr una mayor productividad.

1.5. HIPÓTESIS

El estudio del proceso de elaboración de piolas y cordeles permitirá identificar las actividades y tiempos totales y así generar una propuesta de mejora en el área de producción.

Variable Dependiente: Sistema de producción de piolas y cordeles.

Variable Independiente: Estudio de tiempos improductivos.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. General

- Plantear una propuesta de mejora en el proceso de producción de piolas y cordeles, en la empresa Cordeplast de la ciudad de Ambato, mediante el estudio de tiempos para optimizar la producción.

1.6.2. Específicos

- Realizar el diagnóstico del proceso actual de producción de piolas y cordeles de la empresa Cordeplast mediante la elaboración del diagrama de flujo y el diagrama Ishikawa para la identificación de las actividades del proceso y las causas que generan los problemas existentes.
- Aplicar un estudio de tiempos en el proceso de elaboración de piolas y cordeles, para analizar la cantidad de pacas realizadas con el establecimiento del tiempo estándar de fabricación mediante la información recopilada.
- Diseñar una propuesta de mejora mediante el estudio de tiempos improductivos para incrementar la productividad en el proceso de producción de piolas y cordeles en la empresa Cordeplast.

1.7. SISTEMA DE TAREAS

Tabla 3: Sistema de Tareas

Objetivos	Actividad	Resultados de la actividad	Técnicas e Instrumentos
<p>Realizar el diagnóstico del proceso actual de producción de piolas y cordeles de la empresa CORDEPLAST S.A. mediante la elaboración del diagrama de flujo y el diagrama Ishikawa para la identificación las actividades del proceso y las causas que generan los problemas existentes.</p>	<p>Determinación de la estructura organizacional.</p>	<p>Organigrama</p>	<p>Investigación de campo</p>
	<p>Identificación de procesos de la línea de producción de piolas y cordeles</p>	<p>Diagrama de flujo de procesos</p>	<p>Software Moqups</p>
	<p>Determinación de los problemas existentes en la línea de producción.</p>	<p>Diagrama Causa - Efecto</p>	<p>Observación directa</p>
	<p>Identificación de áreas de trabajo y disposición de maquinaria</p>	<p>Layout actual de la empresa</p>	<p>Software Visio</p>
<p>Aplicar un estudio de tiempo en el proceso de elaboración de piolas y cordeles, para analizar la cantidad de pacas realizadas para el establecimiento de tiempo estándar de fabricación mediante la información recopilada.</p>	<p>Selección del proceso y del trabajador.</p>	<p>Cursograma Analítico del proceso.</p>	<p>Observación directa</p>
	<p>Cronometraje del tiempo de trabajo</p>	<p>Registro de tiempos.</p>	<p>Cronómetro</p>
	<p>Cálculo del número de observaciones</p>	<p>Número de muestras</p>	<p>Ficha de control de tiempos</p>
	<p>Valoración del ritmo de trabajo</p>	<p>Tabla de registro de valoración ritmo y suplementos de trabajo</p>	
	<p>Determinación de Suplementos</p>		
<p>Cálculo del tiempo Estándar</p>	<p>Propuesta de la redistribución de la planta con el Software CORELAP</p>	<p>Software Corelap</p>	
<p>Diseñar una propuesta de mejora mediante el estudio de tiempos improductivos para incrementar la productividad en el proceso de producción de piolas y cordeles en la empresa CORDEPLAST S.A.</p>	<p>Elaboración de un plan de mejora</p>	<p>Layout propuesto</p>	<p>Software Visio</p>
		<p>Propuesta de la redistribución de la planta con el Software FLEXIM</p>	<p>Software Flexim</p>

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES

En nuestro proyecto de investigación se ha considerado la recopilación de información de temas similares que es el estudio de tiempos revisando publicaciones científicas, tesis relacionadas en otros países se obtuvieron la siguiente información:

En [1], se encontró el trabajo denominado: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA IMPACTEX” El trabajo se realizó en la corporación Impactex, cuya necesidad es estandarizar sus procesos productivos entre ellos la línea de confección de ropa interior para hombre, dentro de la cual se abordan diferentes problemáticas, de los cuales destacan cuellos de botella, movimientos innecesarios y largas distancias de transporte, al estandarizar los procesos se obtiene un mejor control del proceso.

En [2], se encontró el trabajo denominado: “ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO A TRAVÉS DE MÉTODOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE VESTIDOS DEL TALLER TEXTIL NANTU TAMIA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN”. Una vez concluida la investigación bibliográfica, es de vital importancia realizar un diagnóstico que permita determinar la situación inicial de la microempresa, por tal razón se inicia el diagnóstico ayudado de diagramas del flujo procesos, estudio de métodos y tiempos, junto con el balance de la línea permitieron recopilar información valiosa para su posterior análisis. Tras haber realizado el análisis de datos los resultados obtenidos mostraron la producción actual, las actividades realizadas por los operadores con su respectivo tiempo estándar y los costos que implica la producción de vestidos. Finalmente se propone la idea de una innovación tecnológica, lo que implica un cambio del método del trabajo, distribución de actividades y como resultado final conseguir un aumento de la producción.

En [3], se encontró el trabajo denominado: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CEPESA”. A través de visitas a la empresa en estudio, se realiza la elección del producto y modelo con mayor demanda mediante la metodología ABC, con el fin de analizar el proceso productivo del modelo más vendido en la empresa. Con la ayuda del estudio de tiempos se define las actividades de cada área y los elementos que componen cada una de ellas, además de la maquinaria, herramientas y materiales necesarios para cada actividad del modelo elegido para la

investigación, determinando la eficiencia actual por área, el cuello de botella del proceso y posibles oportunidades de mejora como la aplicación del balanceo de líneas y la creación de nuevos métodos de trabajo.

En [4], se encontró el trabajo denominado: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CALZADO LIWI”. Para esto se toma en cuenta los diferentes problemas de la empresa, entre ellos los cuellos de botella, tiempos muertos y movimientos innecesarios ya sea de maquinaria o de operarios en el área de producción de la empresa. La empresa Calzado LIWI tiene la necesidad de determinar un estándar de tiempo para su producto de mayor demanda, el análisis cuidadoso de los diversos movimientos al ejecutar una operación y el número de operarios necesarios, con el propósito de incrementar la productividad y satisfacer las necesidades de los clientes internos y externos.

En [5], se encontró el trabajo denominado: “PROPUESTA DE LA REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA Y MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA PREFABRICADOS AUSTRO” Es una empresa que busca innovación, y competitividad en el medio. Con el fin de evitar desperdicio de material, niveles de producción ineficientes, mala dosificación, incorrecta distribución de planta, inadecuado flujo del proceso, y dependencia total de los recursos humanos se ha planteado una propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa "Prefabricados del Austro".

En [6], se encontró el trabajo denominado: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN EN LA SECCIÓN HORNOS ROTATIVOS DE LA EMPRESA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI” El presente trabajo de tesis se realizó en la empresa INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI ubicada Vía al aeropuerto Km 3 Barrio San Silvestre, Latacunga provincia de Cotopaxi, en el proceso de hornos rotativos debido a los tiempos muertos, inadecuada distribución de los equipos y áreas de trabajo que existen en el proceso productivo, generando como principal problema que las unidades en fabricación no se realice en un determinado tiempo causando baja productividad y aumentando costos de producción por este motivo se procede a realizar un estudio de tiempos y movimientos debido a que es un método muy sistemático para diagnosticar, analizar y desarrollar métodos de trabajo y especializarse en efectuar mejoras en empresa estudiada ayudando a realizar una descripción de la situación actual.

En [7], se encontró el trabajo denominado: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL PROCESO DE ENCARTONADO DE BLÍSTER E INFLUENCIA EN EL CICLO DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA.” El presente trabajo de investigación es un estudio de tiempos y movimientos para mejorar la eficiencia en los procesos de manufactura, en el área de encartonado, es por esta razón se rea-liza la investigación de cada una de las actividades que conforman el proceso, dando factores y tiempos establecidos para cada una de las actividades macro, micro y sus métodos que han sido establecidos por la industria y tomados en cada uno de los procesos. En el proceso se tienen costos por tiempos muertos, que no aportan calidad al producto, es por esta razón que se toma como base el método de estudio de tiempos y movimientos, para la estandarización de las líneas de producción en la industria.

2.2. MARCO REFERENCIAL

2.2.1 Internacional

En [8], se encontró el trabajo denominado ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISO DE GRANITO EN LA FÁBRICA CASA BLANCA S.A. se realiza un análisis de la situación actual de la línea de producción, se presentan los registros de tiempos, asignaciones del factor de actuación y tolerancias con lo que se realiza el cálculo de los tiempos estándar. Haciendo uso de las diferentes herramientas que nos proporciona la ingeniería de métodos, como lo son: los diagramas hombre máquina, diagrama de flujo del proceso y recorrido del proceso, se realiza un análisis de los métodos actuales de trabajo.

En [9], se encontró el trabajo denominado: ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD, Este estudio de alcance relacional tiene base en la interdependencia entre productividad (desempeño de operarios y eficiencia de máquinas) y tiempos de operación, condiciones de trabajo y mantenimiento, las técnicas empleadas fueron: observación participante, revisión bibliográfica, entrevista y cronometraje. Como resultado se plantearon dos acciones para elevar la productividad, relacionadas con reducción de tiempos improductivos y mantenimiento preventivo. Sin embargo, dado que se descartó la existencia de correlación entre productividad y condiciones de trabajo, no se plantearon acciones en este sentido.

2.2.2 Nacionales

En [10], se encontró el trabajo denominado: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS E INSUMOS I.A.F., CANTÓN RIOBAMBA, PERÍODO 2018, fue elaborado para contribuir con el desarrollo de la empresa mencionada, estableciendo un estudio que permitió delimitar aquellas actividades dentro del proceso productivo que eran ineficientes, además de establecer los costos que dichos procedimientos acarreaban. Dicha información permitirá tomar decisiones y acciones correctivas para evitar el mal uso de los recursos dentro de la industria en estudio. Para ello establecieron métodos y técnicas que permitieron planificar adecuadamente la recolección de datos.

En [11], se encontró el trabajo denominado: ANÁLISIS DE MÉTODOS DE TRABAJO Y ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE CORTE: CASO PASAMANERÍA S.A, tiene como objetivo principal subir eficiencias en la sección de corte eliminando tiempos y actividades innecesarias, utilizando una investigación tanto descriptiva, bibliográfica y de campo. El presente trabajo de tesis está constituido de cuatro capítulos en los cuales en el primer capítulo se expone la reseña histórica de la empresa, lugar de ubicación, misión, visión, valores corporativos, organigrama de la empresa, mix de productos, distribución y ventas y la descripción de cada proceso.

2.2.3 Locales

En [12], se encontró el trabajo denominado: “OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE PINTURA DE LAS AERONAVES EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA (DIAF) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.” El objetivo principal del presente proyecto se enfocó en optimizar dicho proceso, ya que la empresa contaba con un proceso generalizado y no específico, y a su vez se desconocía de un estándar de tiempo de las actividades y de la productividad en función al recurso humano empleado en el proceso, generando inconvenientes en la planificación del mantenimiento establecido.

En [13], se encontró el trabajo denominado: ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA EMPRESA “CAPOLIVERY”, está enfocada en el área de producción para verificar si su capacidad productiva es la correcta con el fin de mejorar la eficiencia y la capacidad de producción actual, ya que no se han realizado estudios exactos sobre el tema en la empresa.

2.3. Proceso

La función de producción en la empresa puede definirse como “el proceso de transformación de los factores que aquélla toma de su entorno, en productos que generan valor agregado”. Todo proceso de producción puede subdividirse en tres fases unidas:

Insumos: implica la adquisición, recepción y almacenamiento de materias primas. Pueden ser materiales o personas.

Procesos: conjunto de operaciones a través de las cuales los factores se transforman en productos. Incluye planta (maquinarias, materiales) y trabajo (mano de obra), es decir, tecnología de activos productivos, materiales indirectos y conocimiento.

Productos: bienes físicos (materiales) y/o servicios (personas satisfechas) entregados del productor al consumidor. [14]

2.4. Medición de trabajo

La medición del trabajo consiste en establecer la cantidad de tiempo necesario para realizar una tarea específica o la fabricación de un producto. Los Ingenieros Industriales son expertos en esta labor. Y son ellos quienes han desarrollado múltiples metodologías que nos ayudan a encontrar la respuesta a nuestra inquietud:

- Estudios de tiempos con cronómetro
- Datos de tiempo estándar (experiencia anterior)
- Sistemas predeterminados
- Muestreo del trabajo

En esencia, estos cuatro métodos nos llevan, de formas distintas, a conocer la duración de un proceso. [15]

2.5. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición de trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmo de trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El estudio de tiempos es un método el cual involucra la técnica de recolección de datos para establecer un tiempo estándar válido para la realización de tareas que se realizan dentro de los

procesos de producción, mediante este método se puede determinar las personas, maquinaria y herramientas necesarias para una determinada área o puesto de trabajo.

2.5.1. Estudio de movimientos

El estudio de movimientos “implica el análisis cuidadoso de los movimientos corporales que se emplean para realizar una tarea. Su propósito es eliminar o reducir movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los movimientos eficientes. A través del estudio de movimiento en conjunto con los principios de la economía de los movimientos, el trabajo puede rediseñarse para que incremente su eficacia y genere un elevado índice de producción. [16]

2.5.2. Técnicas y métodos para el estudio de tiempos y movimientos

2.6. Estudio de tiempos

Para llevar a cabo el estudio de tiempos, los expertos disponen de un conjunto de técnicas tales como (1) registros tomados en el pasado para crear la tarea, (2) estimaciones de tiempo realizadas, (3) los tiempos predeterminados, (4) análisis de película (5) el estudio de tiempos con cronómetro que es la técnica utilizada con mayor frecuencia.

Las técnicas para estudio de tiempos han evolucionado rápidamente debido al avance tecnológico que ha permitido incorporar herramientas de punta aplicadas para este objetivo, facilitando la labor del analista, obteniendo mayor precisión, velocidad de aplicación y resultados más confiables, comprensibles y rápidos.

2.7. Tiempos predeterminados

Los tiempos predeterminados, son una reunión de tiempos estándares válidos asignados a movimientos fundamentales y grupos de movimientos que no pueden ser evaluados de forma precisa con los procedimientos ordinarios para estudio de tiempos con cronómetro. Éstos son el resultado de estudiar una gran muestra de operaciones diversificadas con un dispositivo de medición de tiempo, como una cámara de cine o de video grabación capaz de medir lapsos muy pequeños de tiempo.

2.7.1. Estudios de tiempo con cronómetro

El equipo mínimo requerido para llevar a cabo un estudio de tiempos comprende básicamente un cronómetro, un tablero o paleta y una calculadora. Sin embargo, la utilización de herramientas más sofisticadas como las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras de video

y cinematográficas en combinación con equipo y programas computacionales, se emplean con éxito manteniendo algunas ventajas con respecto al cronómetro.

2.7.2. Tipos básicos de cronómetros

Hay dos tipos de cronómetros disponibles en el mercado:

- Modo de vuelta a cero: el reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento.
- Modo acumulativo (modo continuo): el reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento hasta el último.

2.7.3. Cronometraje del trabajo

Una vez se ha registrado toda la información concerniente a la operación y al operario que puedan influir en la ejecución del trabajo (según los formularios que se abordó en Herramientas para el estudio de tiempos) y se ha corroborado la idoneidad del método utilizado, se procede a la etapa de cronometraje. La etapa de cronometraje comprende a su vez los procesos de:

- Descomposición de la tarea en elementos.
- Delimitación de elementos.
- Determinación del tamaño de la muestra.

2.7.4. Descomposición de la Operación en Elementos

Lo primero que tiene lugar en la etapa de cronometraje es la descomposición de la operación en elementos, para ello hay que tener una serie de conceptos claros:

Elemento: Elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

Ciclo: Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales.

La importancia de descomponer la operación en elementos radica en que este proceso nos permite:

- Separar el tiempo productivo del tiempo improductivo.

- Evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro, dado que es posible que el operario no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y/o este tenga más destreza para ejecutar ciertas operaciones.
- Ocuparse de cada elemento según su tipo.
- Aislar los elementos que causan mayor fatiga y fijar con mayor precisión sus correspondientes suplementos.
- Permite verificar con mayor facilidad el método de trabajo, de manera tal que se pueda detectar la adición u omisión de elementos.
- Hacer una especificación detallada del trabajo.
- Extraer los tiempos de los elementos de mayor repetición, con el objetivo de establecer datos estándar.

2.7.5. Delimitación y definición de los elementos

Una vez se ha logrado descomponer la operación en elementos, se procede a delimitarlos, es decir, establecer conjuntos sucesivos de estos que indicarán a los especialistas puntos de start, stop, o anotación según el método que este utilice para cronometrar.

- Los elementos deberán ser de identificación fácil y de comienzo y fin claramente definidos, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez. Es recomendable para establecer el final de una delimitación apoyarse de eventos relevantes y de fácil identificación sensorial, como el sonido de una pieza al caer, de una máquina al parar, o el movimiento evidente de una extremidad.
- Los elementos deberán ser todo lo breves que sea posible, con tal que un analista experto pueda aún cronometrarlos cómodamente. La comodidad se maneja por los especialistas en términos de unidades mínimas de medición, en la práctica esta unidad mínima suele recomendarse como 2,4 segundos.

2.7.6. Cronometraje de los elementos

En el estudio de tiempos existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo con cronómetro, estos son:

- Cronometraje acumulativo y
- Cronometraje con vuelta a cero.

El cronometraje acumulativo consiste en hacer funcionar el reloj de forma ininterrumpida durante todo el estudio; se lo pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta finalizar todas las observaciones. Al final de cada elemento el especialista consigna la hora que marca el cronómetro, y los tiempos netos que corresponden a cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas una vez ha finalizado el estudio. La principal ventaja de esta modalidad es que se puede tener la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo se encuentra sometido a observación.

El cronometraje con vuelta a cero consiste en tomar los tiempos de manera directa de cada elemento, es decir, al acabar cada elemento se hace volver el reloj a cero, y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente. [17]

2.8. Valoración del ritmo del trabajo

Simultáneamente al cronometraje el trabajo, se debe abordar una de las etapas más críticas del estudio de tiempos, dado que la valoración del ritmo de trabajo y la determinación de los suplementos son los dos temas más discutidos del estudio, más aún la valoración.

Cuando se decide valorar el ritmo de trabajo, es muy probable que el objeto del estudio sea determinar tiempos estándar de ejecución y establecer sistemas de remuneración con incentivos por eficiencia. La metodología que utilice el especialista en tiempos influye decisivamente en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y en la rentabilidad de la organización.

Tabla 4: Valoración de ritmo. [18]

Escala	Descripción
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguro, parece dormido, sin interés de trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido. Parece lento, pero no pierde tiempo.
100	Activo, capaz, como de operario calificado medio, logra con tranquilidad a nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del anterior.
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por varios periodos.

2.9. Suplementos

Al igual que en la etapa de valoración del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la determinación de suplementos es sumamente sensible en el estudio de tiempos, pues en esta etapa se requiere del más alto grado de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia.

2.10. Método de valoración objetiva con estándares de fatiga

Este método divide los factores de los suplementos en constantes y variables. Los factores constantes agrupan las necesidades personales con un porcentaje de 5% y 7% para hombres y mujeres respectivamente; además de las necesidades personales, el grupo de factores constantes agrupa a un porcentaje básico de fatiga, el cual corresponde a lo que se piensa que necesita un obrero que cumple su tarea en las condiciones deseadas, este porcentaje se valora comúnmente con un 4% tanto para hombres como para mujeres.

La cantidad variable sólo se aplica cuando las condiciones de trabajo no son las deseadas y no se pueden mejorar. Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- Trabajo de pie.
- Postura anormal.
- Levantamiento de peso o uso de fuerza.
- Intensidad de la luz.
- Calidad del aire.
- Tensión visual.
- Tensión auditiva.
- Tensión mental.
- Monotonía mental.
- Monotonía física.

A continuación, se presenta un ejemplo de un sistema de suplementos por descanso (basado en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga) como porcentaje de los tiempos normales.



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

Figura 1: Suplementos de descanso. [19]

Realizar una muestra tomando 10 lecturas sí los ciclos son ≤ 2 minutos y 5 lecturas sí los ciclos son > 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.

2.11. Desviación estándar

$$DS = \sqrt{\frac{\sum(X-U)^2}{N}}$$

(1)

X = es un valor de un conjunto de datos.

U = es la media del conjunto de datos.

N = número de datos. [20]

2.12. Método nomográfico (H.B. Maynard)

2.12.1. Media aritmética o promedio:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

(2)

$\sum x$ = Sumatoria de los tiempos de muestra

n = Número de ciclos tomados

2.12.2. Límites de control

Límite superior de control (LSC): Es el mayor valor aceptado en el proceso.

$$LCS = DS + \bar{x}$$

(3)

LCS = Limite de control superior.

DS = Desviación estándar.

\bar{x} = Media.

Límite inferior de control (LIC): Es el valor más pequeño que se acepta en el proceso.

$$LCI = DS - \bar{x}$$

(4)

LCI = Limite de control inferior.

DS = Desviación estándar.

\bar{x} = Media.

2.12.3. Rango

Calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo, es decir, restar del tiempo mayor el tiempo menor de la muestra:

$$R(\text{Rango}) = X_{\max} - X_{\min} \quad (5)$$

R = Rango.

X_{\max} = Muestra máxima.

X_{\min} = Muestra mínima.

2.12.4. Cociente entre rango y la media

$$CR = \frac{R}{\bar{x}} \quad (6)$$

CR = Cociente de rango.

R = Rango.

\bar{x} = Media.

2.13. Tabla de número de observaciones

Buscar el cociente en la siguiente tabla, en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) y ahí se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de $\pm 5\%$.

Tabla 5: Cálculo del número de observaciones. [21]

Tabla para cálculo del numero de observaciones					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0,48	68	39
0,01	1	1	0,5	74	42
0,02	1	1	0,52	80	46
0,03	1	1	0,54	86	49
0,04	1	1	0,56	93	53
0,05	1	1	0,58	100	57
0,06	1	1	0,6	107	61
0,07	1	1	0,62	114	65
0,08	1	1	0,64	121	69
0,09	1	1	0,66	129	74
0,1	3	2	0,68	137	78
0,12	4	2	0,7	145	83
0,14	6	3	0,72	153	88
0,16	8	4	0,74	162	93
0,18	10	6	0,76	171	98
0,2	12	7	0,78	180	103
0,22	14	8	0,8	190	108
0,24	13	10	0,82	199	113
0,26	20	11	0,84	209	119
0,28	23	13	0,86	218	126
0,3	27	15	0,88	229	131
0,32	30	17	0,9	239	138
0,34	34	20	0,92	250	143
0,36	38	22	0,94	261	149
0,38	43	24	0,96	273	156
0,4	47	27	0,98	284	162
0,42	52	30	1	296	169
0,44	57	33	1,02	303	173
0,46	63	36	1,04	313	179

2.14. De los tiempos observados a los tiempos básicos normales

En este paso debe considerarse si en el proceso de valoración del ritmo se determinó un factor de cadencia para cada elemento o para cada lectura.

En el caso de haberse determinado una valoración para cada elemento, se procederá así para cada elemento.

$$T_N = T_E \frac{Va}{Ve} \quad (7)$$

TN = Tiempo normal.

Va = Valor atribuido.

Ve = Valor estándar.

2.14.1. Adición de los suplementos (tiempo concedido por elemento)

En este paso, al tiempo básico o normal se le suman las tolerancias por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo concedido por cada elemento. Se procederá así para cada elemento (T_t = Tiempo concedido elemental):

$$TT = T_n * (1 + K) \quad (8)$$

TT = Tiempo cedido elemental

T_n = Tiempo normal o básico

K = Suplemento

2.14.2. Suavización por frecuencia (tiempo concedido total)

En este paso se calcula la frecuencia por operación o pieza de cada elemento, es decir ¿cuántas veces se ejecuta el elemento para producir una pieza? Los elementos repetitivos, por definición, se dan por lo menos una vez en cada ciclo de la operación, de modo que en su respectivo renglón se pondrá 1/1 si se dan una vez por operación, o 2/1 si se dan 2 veces por operación. [22]

$$T_{tc} = T_t * F \quad (9)$$

T_{tc} = Tiempo total concedido.

F = Frecuencia.

2.15. Capacidad de producción

La capacidad de producción (CP), que nos muestra la cantidad que se puede producir en un tiempo determinado, se calcula con la ayuda del TT obtenido anteriormente, y con la ayuda de la ecuación. [23]

$$CP = \frac{1}{TT} \quad (10)$$

CP = Capacidad de producción.

TT = Tiempo cedido elemental.

2.16. Eficiencia de línea

El cálculo de la eficiencia se hará tomando en consideración la efectividad real lograda en el tiempo real de implementación del modelo, relacionándola con la efectividad teórica a lograr según le correspondería a dicho nivel de integración y los tiempos teóricos asumidos en correspondencia con los grados de madurez de la organización en cuestión, a partir de la ecuación matemática siguiente: [24]

$$E = \frac{\sum TT}{Nt * TT} * 100 \% \quad (11)$$

E = Eficiencia de Línea.

$\sum TT$ = Sumatoria de tiempo concedido elemental.

Nt = Número de estaciones

TT = Tiempo concedido elemental.

2.17. Índice de productividad

Demuestra la capacidad o actividad a la que se limita en relación al plan de producción y al uso del recurso disponible dentro de la estación de trabajo o de línea completa. Además, significa la comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. [25]

$$IP = \frac{Pd}{TDL} \quad (12)$$

IP = Índice de productividad.

Pd = Producción diaria.

TDL = Tiempo disponible laboral.

2.18. Números de operarios

Una línea balanceada demuestra una cantidad necesaria calculada para satisfacer la demanda o el plan de producción gestionado por la organización, de las cuales hace que dependa la producción planificada para maximizar o minimizar los recursos de mano de obra. La determinación del número de operarios se la realiza mediante la siguiente ecuación: [26]

$$NO = \frac{\sum TT * IP}{E}$$

(13)

NO = Número de operadores.

$\sum TT$ = Sumatoria tiempo cedido elemental.

IP = Índice de productividad.

E = Eficiencia.

2.19. Problemas de producción por una mala distribución de planta

Uno de los problemas de producción es no tener control de los procesos, no manejar estándares de calidad, tener desperdicios en tiempo de producción y hacer una mala utilización de los equipos, entre otros, algunos de los principales inconvenientes que afrontan las compañías nacionales. [27] Como se observa en la Figura 2 en el proceso de producción de piolas y cordeles existe desperdicio de cinta por no contar con estándares de calidad.



Figura 2: Desperdicio de cinta.

2.20. Productividad

Asignar las responsabilidades que competen a cada nivel. Cada unidad productiva asumirá la responsabilidad de su eficiencia y eficacia con las respectivas consecuencias. [28]

$$P = \frac{PD}{O}$$

(14)

P = Productividad.

PD = Producción diaria.

O = Operaciones actuales

2.21. Systematic Layout Planning (SLP)

EL SLP se asienta sobre la base de la información referente al problema a resolver para, a través de un proceso de cuatro etapas, obtener una distribución válida como solución al problema planteado. Además de las relaciones entre los diferentes departamentos, cinco tipos de datos son necesarios como entradas del método:

- Producto (P): Considerándose aquí también a los materiales (materias primas, piezas adquiridas a terceros, productos en curso, producto terminado, etc.).
- Cantidad (Q): Definida como la cantidad de producto o material tratado, transformado, transportado, montado o utilizado durante el proceso.
- Recorrido (R): Entendiéndose como la secuencia y el orden de las operaciones a las que deben someterse los productos.
- Servicios (S): Los servicios auxiliares de producción, servicios para el personal, etc.
- Tiempo (T): Utilizado como unidad de medida para determinar las cantidades de producto o material, dado que estos se miden habitualmente en unidades de masa o volumen por unidad de tiempo. [29]

2.21.1. Software Corelap 01

La distribución en planta se refiere a la organización física de los factores y elementos que participan en el proceso productivo de la empresa y a la determinación de espacios y ubicación de sus distintas secciones. En este caso se pretende determinar la distribución más adecuada para el área de almacenamiento en un centro de distribución, teniendo en cuenta las características especiales de los productos que allí se almacenan. Se implementaron la metodología SLP (Systematic Layout Planning) la heurística de Corelap 01 para definir la configuración más adecuada de esta sección de acuerdo con las condiciones establecidas en la normatividad. [30]

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. METODOLOGÍA

3.1.1. Tipo de investigación

3.1.1.1. Investigación exploratoria

A partir de la investigación exploratoria pueden conocerse las verdaderas implicaciones del problema que se generan en el proceso de producción de piolas, así como cuáles son los aspectos más interesantes que este pertinente abordar en una investigación. Esta investigación se lleva a cabo generalmente cuando el problema se encuentra en una etapa preliminar. Además, buscan una visión general acerca de una realidad determinada. Este tipo de investigación ha sido realizado sobre un tema que ha sido poco estudiado, cuando era difícil formular una hipótesis exacta del mismo. Esta investigación suele surgir cuando aparece un nuevo fenómeno. La investigación exploratoria es la primera aproximación que realiza el investigador sobre un objeto de estudio. Lo que permite acceder a información general sobre el aspecto, características y comportamiento. [31]

3.1.2. Métodos

3.1.2.1. Método inductivo

Este método nos fue de mucha ayuda en la observación de todos los subprocesos que tiene el proceso de elaboración de piolas de uso agrícola para posteriormente registrar las principales falencias que tiene la empresa y con ellos pudimos obtener conclusiones generales en base de las premisas particulares de los involucrados. [32]

3.1.2.2. Método bibliográfico

El presente método se aplica en el instante de la búsqueda de datos, conceptos, ecuaciones, o la colección de información debido a las distintas fuentes como cualquier artículo, libro, revista o averiguaciones importantes, ayudando a la comprensión de la composición del estudio de trabajo basándose en una de sus herramientas que es la estandarización de los procesos productivos. contribuye a la formulación del problema de investigación gracias a la elaboración de los aspectos teóricos e históricos. Así la exploración bibliográfica contribuye a la estructuración de las ideas originales del proyecto, contextualizándolo tanto en su perspectiva teórica, metodológica como histórica específica. [33]

3.1.3. Técnicas

3.1.3.1. Observación

La observación es un elemento fundamental de todo proceso de investigación; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos además permite enfocarse con el objeto de estudio con todos los sentidos y con ello se detectan las anomalías existentes en el proceso de elaboración de piolas [34], como se puede apreciar en la Figura 3 el especialista observa el proceso de producción de piolas y cordeles.



Figura 3: Observación directa.

3.1.3.2. Toma de tiempos

En el proyecto de investigación la toma de tiempos es una de las técnicas de suma importancia para determinar datos y así acercarnos más al objetivo de determinar donde se encuentran las falencias del proceso con el propósito de obtener datos para luego aplicarlo dentro de un estudio de tiempos [35], como se aprecias en la Figura 4 la toma de tiempos del proceso de ovillado.



Figura 4: Toma de tiempos

3.1.3.3. Investigación de campo

En nuestro trabajo de investigación fue de suma importancia ya que con la investigación de campo se logró recopilar datos de la realidad y estudiarlos tal como se presentan, sin manipular variables. Para la investigación de campo se usó fichas técnicas que permitió recopilar y analizar los datos que se van a estudiar, como se puede ver en la Figura 5 los pasos para la realización de la investigación de campo.



Figura 5: Pasos para realizar una investigación de campo. [36]

3.1.4. Instrumentos

3.1.4.1. Diagrama de flujo

Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas, es decir, es la representación gráfica de las distintas operaciones que se tienen que realizar para resolver un problema, con indicación expresa el orden lógico en que deben realizarse. Se les llama diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de operación. En la Figura 6 se observa un ejemplo de un diagrama de flujo



Figura 6: Diagrama de flujo [37]

3.1.4.2. Cronómetro

Es recomendado que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, que deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar. Recuerda que cuando el estudio se aplica sobre ciclos muy cortos que tienen un gran volumen en materia de repeticiones en el proceso, el tener un cronómetro averiado puede afectar de forma muy negativa la labor del especialista, como se observa en la Figura 7 tenemos un cronómetro establecido por minutos, segundos y decimas de segundos.



Figura 7: Cronómetro. [38]

3.1.4.3. Tablero para formularios

Las características que debe tener el tablero son su rigidez y su tamaño, esto último deberá ser de dimensiones superiores a las del formulario más grande. Los tableros pueden o no tener un dispositivo para sujetar el cronómetro, de tal manera que el especialista pueda quedar con las manos libres y vea fácilmente el cronómetro. [39]

3.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.2.1. Obtención de resultados en base al primer objetivo

Para dar cumplimiento a las actividades del objetivo específico 1, se ha realizado el levantamiento de información donde se describirá los distintos pasos que se realizan en el proceso de producción de piolas y cordeles.

3.2.1.1. Ubicación de la empresa: Puerto Arturo, San Isidro – Ambato. Av. Los fueguinos.

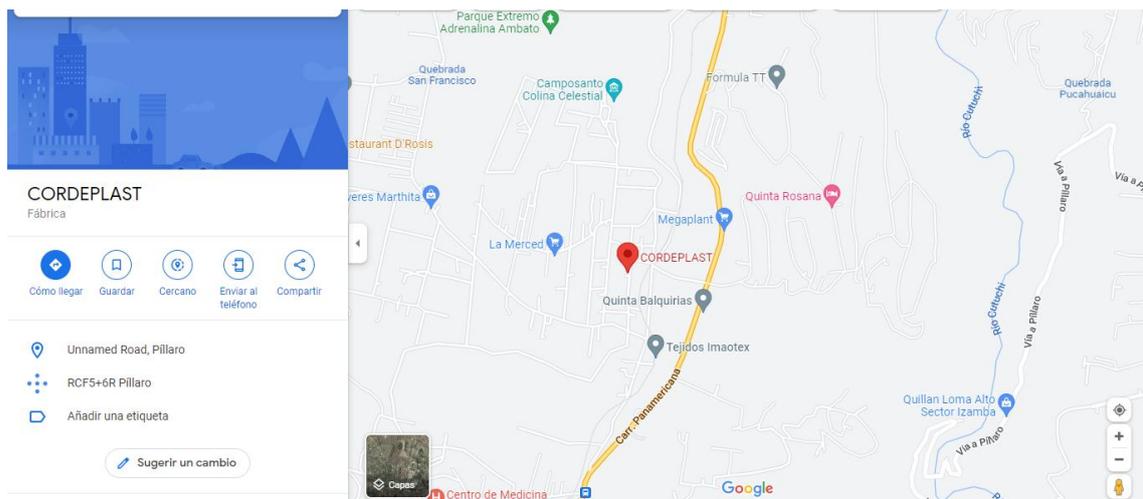


Figura 8: Ubicación de la empresa Cordeplast

Utilizando Google Maps se pudo localizar la empresa Cordeplast, como se observa en la Figura 8.

3.2.1.2. Misión

Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, suministrando productos de alta calidad, en el momento requerido, con precios competitivos y brindar una asesoría pertinente.

3.2.1.3. Visión

Ser líder nacional y referente regional en la venta de piolas y cordeles para uso agrícola, eficiencia e innovación, siendo socialmente responsables.

3.2.1.4. Estructura organizacional

Actualmente la empresa Cordeplast cuenta con una organización en comité ya que asignan los diversos asuntos administrativos a un grupo de personas que se reúnen para discutirlos y tomar una decisión en conjunto, como se observa en la Figura 9.

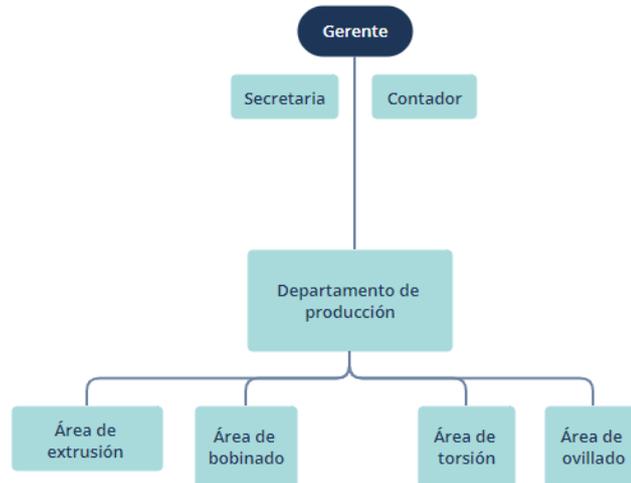


Figura 9: Organigrama de la empresa Cordeplast

3.2.1.5. Departamento de producción

El departamento de producción cuenta con personal especializado que se encarga de gestionar el conjunto de labores referentes a la producción de piolas y cordeles, la misma que consta con 4 áreas de trabajo por lo general cuando el área de extrusión y bobinado están en funcionamiento en el departamento de producción se encuentran 2 operarios y cuando no está en funcionamiento basta con un solo operario para las labores de torsión y ovillado.

3.2.1.6. Máquinas

La empresa Cordeplast cuenta con maquinaria y equipos instalados para la elaboración del piolas y cordeles en sus diferentes presentaciones.

En la Tabla 7 se muestra las cantidades y las características de la maquinaria con los que cuenta la empresa Cordeplast para la elaboración de piolas y cordeles.

Tabla 6: Maquinaria utilizada en la producción de piolas.

Cantidad	Maquinaria	Características	Imagen
1	Extrusora	La máquina está construida en acero inoxidable y se debe calentar 2 horas antes de ponerla en operación.	
1	Plancha de estiramiento	La máquina está construida en acero inoxidable y se debe calentar 5 minutos antes de ponerla en operación.	
2	Bobinadoras	Cada bobinadora puede bobinar hasta 8 bobinas a la vez	
1	Balanza	La balanza digital debe ser calibrada antes de hacer uso de ella, ya que la precisión es uno de los aspectos más importantes de este tipo de aparato.	
2	Retorcedoras	Velocidad del huso: entre 2.310 y 4.840 rpm.	
2	Ovilladoras	Máquina compacta, con sujeción sencilla a cualquier superficie que no supere los 6,5 cm de grosor.	

3.2.1.7. Herramientas

Las herramientas nos ayudan a facilitar el trabajo y son muy importantes en el proceso de elaboración de piolas y cordeles. En la siguiente Tabla 7 se muestran las herramientas utilizadas en el proceso.

Tabla 7: Herramientas utilizadas en la producción de piolas.

Cantidad	Herramienta	Características	Imagen
6	cuchillas	Son de bordes cortantes lisos.	

3.2.1.8. Presentaciones

La primera impresión es determinante aún más en los negocios. El interés que tienen las personas por encontrar un producto con buena presentación resulta impresionante, pues la presentación puede causar que un consumidor adquiera o no el producto. Actualmente los productos de la empresa constan de 2 presentaciones cada una como se muestra en la siguiente tabla. La calidad y la apariencia deben ir de la mano, y por muy bien que luzca, si no es un producto de calidad, no conseguirá clientes leales.

Para que un producto sea rentable en el mercado, se debe encontrar un equilibrio entre apariencia y calidad. Por lo tanto, es imperativo adaptarse a las tendencias de empaque mientras se invierte en los más altos estándares en la fabricación de productos, como se muestra en la Tabla 8, los diferentes productos que oferta la empresa.

Tabla 8: Presentaciones del producto.

Piolas	Peso	Gráfico
H1	150 gr.	
H17	150 gr.	

3.2.1.9. Proceso de fabricación

El jefe de producción supervisa las ordenes de pedidos de acuerdo a las especificaciones del cliente y ordena a sus operarios que color, peso y forma que deben de tener los ovillos.

3.2.1.10. Área de extrusión

La Figura 10, muestra el área de extrusión donde se realiza la recepción de la materia prima el encargado del área realiza la mezcla de la materia prima y el colorante hasta obtener una mezcla heterogénea es decir que sus dos componentes se puedan distinguir a simple vista posteriormente el operario debe colocar la mezcla en la tolva de la máquina de extrusión la cual se debe calentar con anterioridad a unos 300°C.



Figura 10: Área de extrusión.

Una vez que la máquina de extrusión comience a operar se debe prender la bomba de agua, para que succione el agua de la cisterna y lo lleve a la torre de enfriamiento y así conseguir enfriar el agua de la cisterna, la Figura 11 muestra la bomba que se utiliza para la succión.



Figura 11: Bomba para succión de agua de la cisterna.

La Figura 12, muestra el polipropileno derretido caer del cabezal hacia la cisterna de agua, posteriormente que la lámina se sumerge en la cisterna ella adquiere una forma física más resistente



Figura 12: Lámina cayendo a la cisterna.

Luego la lámina tiene que pasar por los rodillos para quitar el exceso de agua que puede tener al momento de salir de la cisterna, como se muestra en la Figura 13.



Figura 13: Lámina pasando por los rodillos.

En la Figura 14, muestra la lámina pasar por la sección de corte, aquí se pueden regular la distancia que puede tener cada cinta, esto se lo hace de acuerdo al producto que se pretende elaborar.



Figura 14: Lámina pasando por las cuchillas para formar cintas.

Después que la lámina es cortada pasa a la plancha de estiramiento que se encuentra a 170 °C para que las cintas adquieran mayor resistencia, como se ilustra en la Figura 15.



Figura 15: Recorrido de la cinta por la plancha de estiramiento.

3.2.1.11. Área de bobinado

En la Figura 16, se evidencia que una vez que la cinta salga de la línea de extrusión (enfriamiento, secado, corte y estiramiento) son dirigidas a las bobinadoras las cuales forman bobinas de aproximadamente 40 kilos y posteriormente son almacenadas. La Figura 17, muestra el almacenamiento de las bobinas.



Figura 16: Bobinadora.



Figura 17: Bobina almacenadas.

3.2.1.12. Área de torsión

Una vez embodegado la bobina se lo va sacando de acuerdo a las exigencias del cliente ya sea que el cliente necesite ovillos de H1 o también ovillos H17, en caso que el cliente necesite solo ovillos de H1 en la retorcedora solo se va a colocar una cinta, como se observa en la Figura 18, la máquina de torsión ejecuta su cometido de retorcer las cintas como se ilustra en la Figura 19 caso contrario si necesita ovillos de H17 se colocan 2 cintas en la máquina hasta obtener el producto final que es una bobina de aproximadamente 40 kilos como se muestra en la Figura 20 y posteriormente se lo almacena.



Figura 18: Colocación de la cinta en la retorcedora.

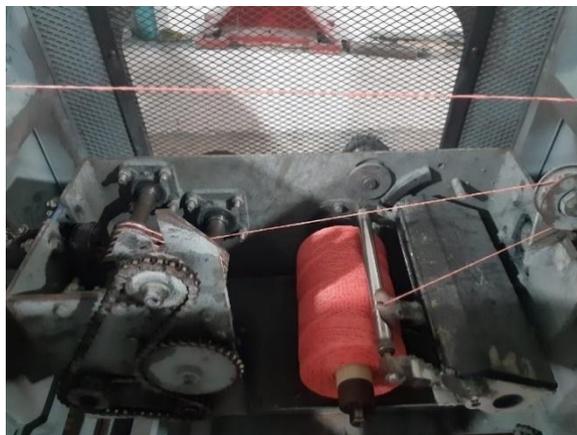


Figura 19: Proceso cordel.



Figura 20: Producto final proceso cordel.

3.2.1.13. Área de ovillado

En el área de ovillado consiste en agrupar cierta cantidad de piola teniendo un tope de 150 gramos tanto para el ovillo de H1 y H17 y así poder obtener una masa estándar y uniforme previamente estipulada por el jefe de producción. En esta área se dispone de dos máquinas totalmente manuales como se observa en la Figura 21, dependiendo así su funcionamiento por el operario el cual debe estar en la capacidad de precisar el peso final del ovillo de acuerdo a la experiencia.



Figura 21: Máquina ovilladora.

Luego que el operario constate que el peso del ovillo es el indicado posteriormente se lo coloca en la mesa para luego poder emplastarlo, como se observa en la Figura 22 y luego procede a empaquetarlo y formar pacas de 20 ovillos cada una.



Figura 22: Emplastado del producto.

Al final de la jornada el operario realiza aproximadamente 25 pacas de 20 ovillos ya sea de H1 o H17, después procede a llevar a bodega como se ilustra en la Figura 23 y Figura 24 y anota en el registro cuantas pacas y que producto a realizado en su turno de 8 horas.



Figura 23: Ovillos H1 de 150 g. almacenadas.



Figura 24: Paca de ovillos H17 de 150 g. almacenadas.

3.2.1.14. Descripción de recorrido

Tabla 9: Descripción del diagrama de recorrido.

DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO	
1	Recepción de materia prima
2	Transporte y almacenamiento de materia prima
3	Encender línea de extrusión
4	Mezcla de materia prima y colorante
5	Puesta en línea de extrusión
6	Recorrido de la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento
7	Transportar la cinta a bobinado
8	Almacenamiento bobina
9	Transporte a área de torsión
10	Almacenamiento de bobina proceso cordel
11	Transporte a área de ovillado
12	Emplastado y empaquetado de producto
13	Transporte a bodega

3.2.1.15. Distribución actual de la planta

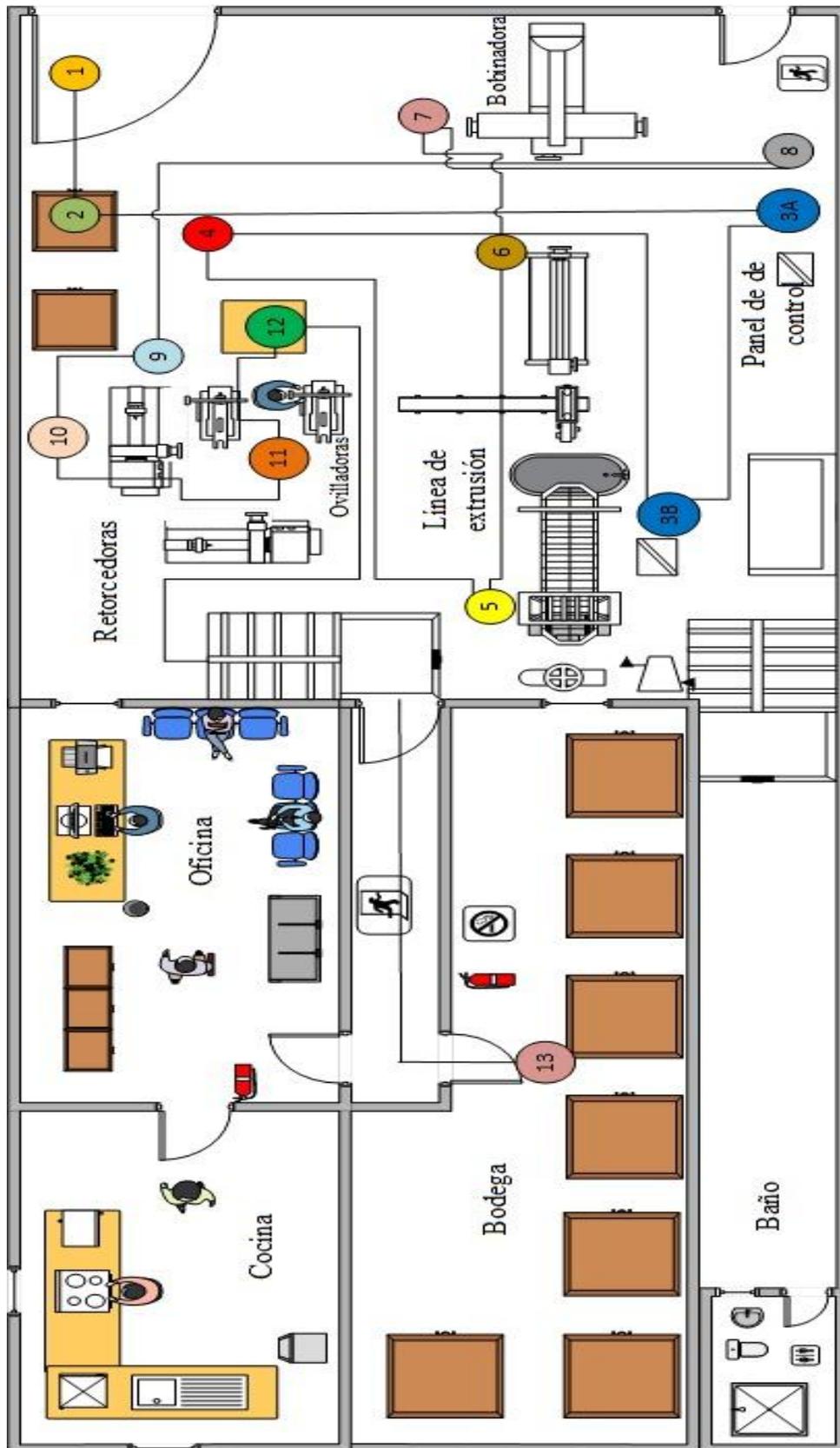


Figura 25: Layout actual de la empresa.

3.2.1.16. Características del material que se someterá al proceso de producción de piolas y cordeles

El polipropileno (PP) es una resina de baja densidad. Tiene propiedades muy similares al polietileno (PE), pero su punto de ablandamiento es mayor.

Entre las principales características están:

- Bajo costo
- Resistencia química
- Fácil de moldear
- Fácil coloración
- Resistencia moderada al impacto
- Buena estabilidad térmica
- No tóxico
- Resistencia a la flexión
- Baja absorción de humedad

¿Cómo se lo puede procesar?

La versatilidad del polipropileno también está presente en las formas en que puede ser procesado. Ellos son ellos:

- Extrusión de películas
- Extrusión de filamentos

3.2.1.17. Propiedades mecánicas del polipropileno

Tabla 10: Propiedades mecánicas del polipropileno.

Propiedades mecánicas	
Alargamiento a la rotura (%)	150-300 para bopp >50
Coefficiente a la Fricción	0,1-0,3
Dureza - Rockwell	R80-100
Módulo de Tracción (GPa)	0,9-1,5 para bopp 2,2-4,2
Resist. a la Abrasión ASTM D1044	13-16
Resistencia a la Tracción (MPa)	25-40 para bopp 130-300
Resistencia al impacto Izod	20-100

3.2.1.18. Diagrama de flujo.

En la Figura 26, mediante el diagrama de flujo se visualiza la participación de recepción de materia, extrusión, bobinado, torsión y ovillado de manera lineal del proceso partiendo de inicio o entrada de la materia prima dando un fin a la salida del producto terminado, este diagrama de flujo ayuda a tener una vista previa de los procesos y la distribución de las actividades de cada estación de trabajo, el presente diagrama permite ver la relación que tiene una estación con otra, dando una secuencia lógica en el proceso.

3.2.1.19. Diagrama de flujo de proceso.

En la Tabla 11, se observa las actividades de manera detallada y ordenada del proceso de elaboración de piolas y cordeles de la empresa Cordeplast, donde se exponen operaciones, inspecciones y transporte del proceso. En esta actividad de producción industrial tiene la finalidad de mantener un orden cronológico del proceso, en general, el diagrama de flujo cuenta con mayor detalle en cada uno de las actividades a seguir.

3.2.1.20. Diagrama de flujo

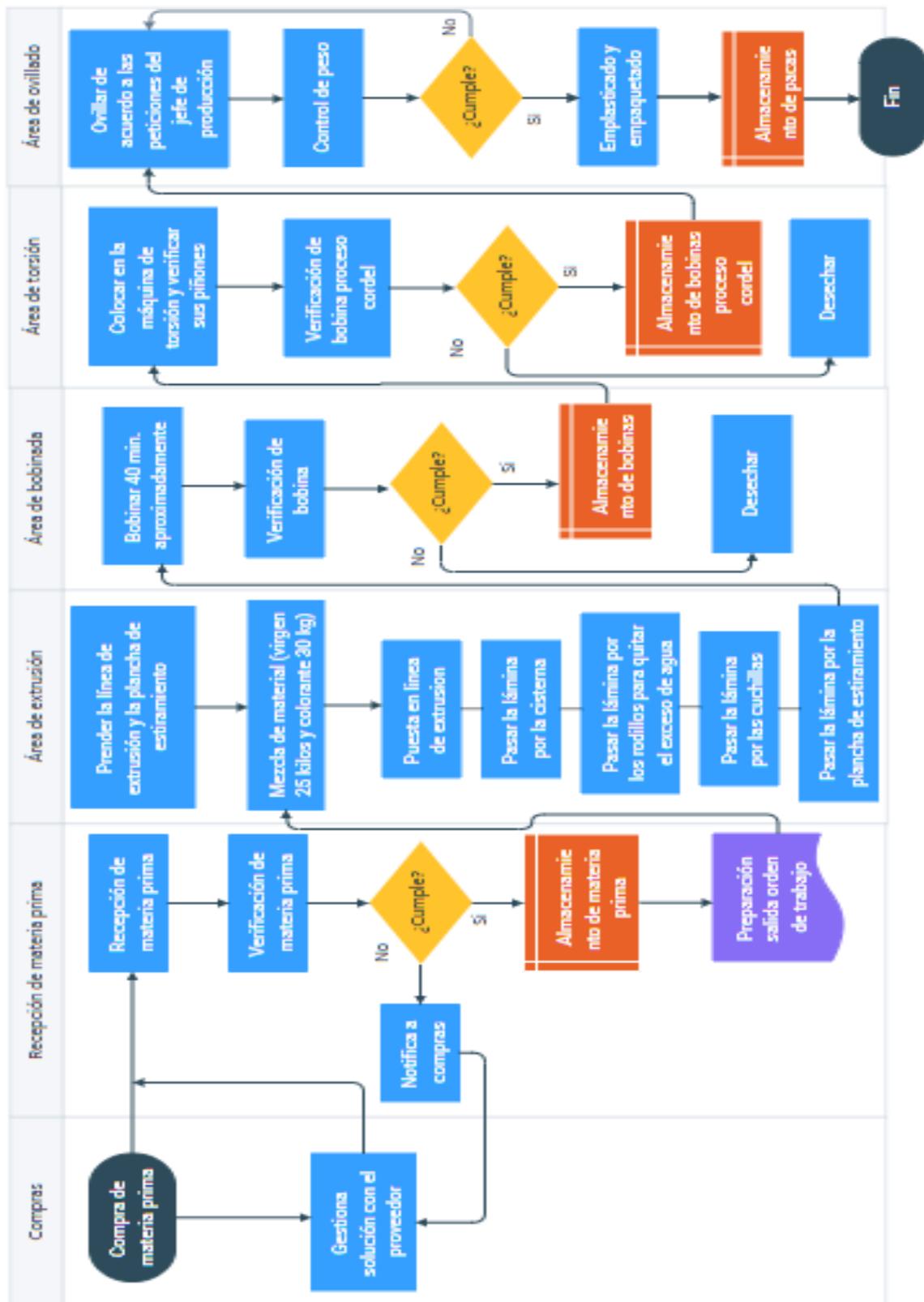


Figura 26: Diagrama de flujo.

3.2.1.21. Diagrama de flujo – proceso

Tabla 11: Diagrama de flujo de procesos.

DIAGRAMA DE PROCESOS								
UBICACIÓN:	Ambato		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros		
ACTIVIDAD:	Producción de piolas y cordeles		Operación					
FECHA:	28 - 07 - 2022		Transporte					
OPERADOR:	Medardo Moposita		Retrasos					
	Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Inspección					
Método:	X Presente	Propuesto	Almacenamiento					
Tipo:	X Trabajador	Material	Máquina	Opera. E Inspecc.				
Comentarios:				Tiempo (min.)				
				Distancia (m)				
Descripción del evento	Símbolo					Distancia (m)	Tiempo (min.)	Observaciones
	●	➔	D	□	▲			
Recepción de materia prima								
Estacionar el camión correctamente	○	➔	D	□	▲		0,59	
Retirar candado de seguridad	○	➔	D	□	▲		0,08	
Abrir puertas del camión	○	➔	D	□	▲		0,19	
Control visual de la materia prima	○	➔	D	□	▲		0,09	
Contar las unidades transportadas	○	➔	D	□	▲		0,3	
Verificación de la materia prima								
Revisar los rótulos de todas las lonas	○	➔	D	□	▲		0,14	
Verificar el peso del producto	○	➔	D	□	▲		0,24	
Firmar el recibido por el representante	○	➔	D	□	▲		0,34	
Almacenamiento								
Limpieza en el área de descarga	○	➔	D	□	▲		0,97	
Acomodar palets	○	➔	D	□	▲		0,32	
Descargar carga	○	➔	D	□	▲		0,34	
Proceso extrusión								
Transporte a panel de control	○	➔	D	□	▲		0,01	
Encender línea de extrusión	○	➔	D	□	▲		0,84	
Transporte a área de mezclado	○	➔	D	□	▲		0,12	
Pesar el material	○	➔	D	□	▲		0,97	
Mezclar materia prima y colorante	○	➔	D	□	▲		4,04	
Puesta en lá de extrusión	○	➔	D	□	▲		0,15	
Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento	○	➔	D	□	▲		1,38	
Proceso de bobinado								
Bobinado	○	➔	D	□	▲		0,23	
Retirar bobina	○	➔	D	□	▲		0,19	
Inspeccionar bobina	○	➔	D	□	▲		0,15	
Almacenar bobina	○	➔	D	□	▲		0,33	
Proceso de torsión								
Transporte a área de torsión	○	➔	D	□	▲		0,15	
Empatar la cinta de la bobina	○	➔	D	□	▲		1,95	
Operación de torsión	○	➔	D	□	▲		1,29	
Sacar bobina proceso cordel	○	➔	D	□	▲		0,45	
Inspeccionar bobina	○	➔	D	□	▲		0,25	
Almacenamiento de bobina cordel	○	➔	D	□	▲		0,28	
Proceso de ovillado								
Transporte a área de ovillado	○	➔	D	□	▲		0,28	
Ajustar porta piolas	○	➔	D	□	▲		0,56	
Operación ovillado	○	➔	D	□	▲		0,5	
Control de peso	○	➔	D	□	▲		0,24	
Emplastificar ovillos	○	➔	D	□	▲		0,36	
Empaquetar	○	➔	D	□	▲		1,07	
Transporte a bodega	○	➔	D	□	▲		1,01	
	TOTAL						20,4	

3.2.1.22. Diagrama causa – efecto

Mediante la observación directa se descubrió el proceso con más errores y por tanto el más adecuado para estudiarlo, se utilizó en el proceso de producción de piolas y cordeles, un diagrama de causa y efecto para analizar con más detalle qué parte del proceso de producción se generan las falencias. Como ya se identificó donde se generan más problemas se procedió a realizar una lluvia de ideas con los operarios de producción para conocer las causas de los problemas identificados y su impacto en el proceso.

Los resultados de la reunión se muestran en la Figura 27 del diagrama de causa-efecto se puede observar que la mayoría de las causas asignadas en el proceso de producción se concentran en la categoría de entorno y proceso ya que no cuentan con una distribución de planta sistemática porque el proceso no se encuentra estandarizado y así se presenta un cuello de botella en el área de ovillado. Además, los operarios de área manifiestan que existen operaciones que demandan más trabajo que otras; sin embargo, esta restricción no se pudo comprobar porque el proceso no estaba estandarizado. Dentro de esta óptica se determina que el trabajo a realizarse es un estudio de tiempos en las siete áreas de trabajo: recepción de materia prima, verificación de materia prima, extrusión, bobinado, torsión y ovillado.



Figura 27: Diagrama causa-efecto.

3.2.2. Obtención de resultados en base al segundo objetivo

Para dar cumplimiento a las actividades del objetivo específico 2, se ha realizado el estudio de tiempos para cada una de las actividades que se realiza en el proceso de producción de piolas y cordeles.

3.2.2.1. Estudio de tiempos actual

Para iniciar un estudio de tiempos en primer lugar se tiene que:

1. Seleccionar el trabajo.

Es muy fácil identificarlo ya que a simple vista se observa que hay bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos.

2. Selección de trabajadores.

Se debe medir al trabajador calificado y de experiencia. No se puede medir de un trabajador nuevo porque no alcanzaría la curva de desempeño normal que tendría un trabajador calificado.

3. Registrar información.

Es importante tener documentado la fecha del estudio, el nombre del analista, el nombre de los operarios, el nombre del proceso del producto, número de orden de trabajo, descripción del proceso.

Para el registro del tiempo en nuestro caso en particular nuestro cronómetro tiene las siguientes características, el primer indicador nos da en minutos, el siguiente nos da en segundos y el siguiente nos da en milisegundos como se muestra en la Figura 28, como normalmente el tiempo que se trabajó siempre estaba entre los minutos y segundos nunca se fueron hasta las horas.



Figura 28: Cronometraje de tiempo.

3.2.2.2. Recepción de materia prima

Para la determinación del tiempo se tomó el tiempo en minutos y ese valor se transformó a segundos y después se sumó todos los segundos.

Mediante la toma de muestras de tiempo de cada proceso se comenzó con la toma de 10 observaciones preliminares de cada actividad que se realiza en la producción de piolas.

En la Tabla 12 se muestran los tiempos en segundos que se obtuvieron en el proceso de recepción de materia prima con el método de vuelta a cero y con la ayuda de cronometro del celular de los observadores.

En la Tabla 12 se establecen las muestras de tiempos obtenidas en segundos para el proceso recepción de la materia prima.

Tabla 12: Tiempo en segundos del proceso de recepción de materia prima

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento		Producción								Estudio	1		
Proceso		Recepción materia prima								Unidad de tiempo	Segundos		
Método		Actual	X	Propuesto					Fecha	28/7/2022			
Producto		Piola H1								Observador	Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Estacionar el camión correctamente	Medardo Moposita	31.07	32.05	30.32	30.54	31.10	32.35	32.12	31.05	31.27	35.00	
2	Retirar candado de seguridad		5.07	5.80	5.80	5.80	5.60	5.50	5.80	5.60	5.30	5.00	
3	Abrir puertas del camión		9.50	9.17	10.11	10.07	9.20	9.90	10.02	10.09	9.54	9.29	
4	Control visual de la materia prima		6.50	7.02	6.09	6.17	7.01	7.05	6.30	6.50	6.37	6.42	
5	Contar las unidades transportadas		21.43	22.02	21.33	21.12	22.55	22.31	21.02	21.34	21.09	21.22	

Luego para encontrar los límites de control tanto como superior (LCS) e inferior (LCI) primeramente se tiene que transformar nuestros datos que están en segundos a minutos, luego se tiene que encontrar la desviación estándar aplicando la ecuación (1), consecuentemente se debe encontrar el promedio de los 10 datos aplicando la ecuación (2) y luego solo nos queda suma la desviación estándar y el promedio para encontrar el límite de control superior y para encontrar el límite de control inferior solamente se restó la desviación estándar y el promedio, al cabo de realizar estas actividades se debe identificar que datos se encuentran dentro y fuera de nuestros límites y se señalando aquellos que están fuera.

En la Tabla 13 se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de recepción de la materia prima.

Tabla 13: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso recepción de materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio	1			
Proceso		Recepción materia prima										Unidad de tiempo	Minutos			
Método		Actual			X	Propuesto					Fecha	28/7/2022				
Producto		Piola H1										Observador	Nata Holger Safla Luis			
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Estacionar el camión correctamente	Medardo Moposita	0.518	0.534	0.505	0.509	0.518	0.539	0.535	0.518	0.521	0.583	0.022	0.528	0.550	0.506
2	Retirar candado de seguridad		0.085	0.097	0.097	0.097	0.093	0.092	0.097	0.093	0.088	0.083	0.005	0.092	0.097	0.087
3	Abrir puertas del camión		0.158	0.153	0.169	0.168	0.153	0.165	0.167	0.168	0.159	0.155	0.006	0.161	0.168	0.155
4	Control visual de la materia prima		0.108	0.117	0.102	0.103	0.117	0.118	0.105	0.108	0.106	0.107	0.006	0.109	0.115	0.103
5	Contar las unidades transportadas		0.357	0.367	0.356	0.352	0.376	0.372	0.350	0.356	0.352	0.354	0.009	0.359	0.368	0.350

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

Una vez encontrado nuestros datos que están fuera de nuestros límites se procede a reemplazarlos tomando nuevos tiempos de la actividad, después se debe encontrar el rango de cada actividad utilizando la ecuación (5) y luego se debe encontrar el coeficiente de rango

(CR) con la ecuación (6) una vez encontrado todos los datos se debe observa que actividad tiene la desviación estándar más alta y luego se debe elegir el coeficiente de dicha actividad para buscar en la Tabla 5 el número de observaciones, en este caso el número de observaciones es 1 entonces no se deben hacer ningún cambio a nuestra tabla original.

En la Tabla 14 se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

Tabla 14: Cálculo de coeficiente del rango para recepción de materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Recepción materia prima										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual			X		Propuesto					Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safia Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Estacionar el camión correctamente	Medardo Moposita	0.518	0.534	0.549	0.509	0.518	0.539	0.535	0.518	0.521	0.550	0.014	0.529	0.041	0.077
2	Retirar candado de seguridad		0.096	0.097	0.097	0.097	0.093	0.092	0.097	0.093	0.088	0.095	0.003	0.094	0.008	0.088
3	Abrir puertas del camión		0.158	0.166	0.165	0.168	0.168	0.165	0.167	0.168	0.159	0.155	0.005	0.164	0.013	0.081
4	Control visual de la materia prima		0.108	0.114	0.115	0.103	0.112	0.113	0.105	0.108	0.106	0.107	0.004	0.109	0.012	0.111
5	Contar las unidades transportadas		0.357	0.367	0.356	0.352	0.367	0.365	0.350	0.356	0.352	0.354	0.006	0.357	0.017	0.047
DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango																

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Figura 1.

Tabla 15: Suplementos para el proceso de recepción de materia prima.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Estacionar el camión correctamente	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Retirar candado de seguridad	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Abrir puertas de camión	H	5	4	2	0	2	0	0	0	13%
Control visual de la materia prima	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Contar las unidades transportadas	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Firmar el recibido por el representante	H	5	4	2	0	0	1	0	0	12%

En la Tabla 16 se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de torsión.

Tabla 16: Cálculo del tiempo de ciclo para Recepción de materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		1			
Proceso		Recepción materia prima										Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual			X	Propuesto						Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Estacionar el camión correctamente	Medardo Moposita	0.518	0.534	0.549	0.509	0.518	0.539	0.535	0.518	0.521	0.550	0.529	100%	0.53	0.11	0.59
2	Retirar candado de seguridad		0.096	0.097	0.097	0.097	0.093	0.092	0.097	0.093	0.088	0.095	0.094	75%	0.07	0.11	0.08
3	Abrir puertas del camión		0.158	0.166	0.165	0.168	0.168	0.165	0.167	0.168	0.159	0.155	0.164	100%	0.16	0.13	0.19
4	Control visual de la materia prima		0.108	0.114	0.115	0.103	0.112	0.113	0.105	0.108	0.106	0.107	0.109	75%	0.08	0.11	0.09
5	Contar las unidades transportadas		0.357	0.367	0.356	0.352	0.367	0.365	0.350	0.356	0.352	0.354	0.357	75%	0.27	0.11	0.30
TC. (min)																	1.24

DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental

3.2.2.3. Verificación de materia prima

En la Tabla 17 se establecen las muestras de tiempos obtenidas en segundos para el proceso verificación de la materia prima.

Tabla 17: Tiempo en segundos del proceso de verificación de materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento		Producción								Estudio	1		
Proceso		Verificación de la materia prima								Unidad de tiempo	Segundos		
Método		Actual	X	Propuesto					Fecha	28/7/2022			
Producto		Piola H1								Observador	Nata Holger Safla Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL	NOMBRE DEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Revisar el rótulo de todas las lonas	Medardo Moposita	7.6	7.8	7.3	7.5	8.02	8.24	7.2	7.01	7.31	7.22	
2	Verificar el peso y la cantidad del producto		17.56	17.05	17.22	17.09	18.01	17.2	18.05	17.32	17.3	17.56	
3	Firmar el recibido por el representante		24.56	24.33	25.02	24.36	25.05	24.2	25.05	24.03	24.34	25.08	

En la Tabla 18 se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso verificación de la materia prima.

Tabla 18: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de verificación de materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción								Estudio	1					
Proceso		Verificación de la materia prima								Unidad de tiempo	Minutos					
Método		Actual	X	Propuesto					Fecha	28/7/2022						
Producto		Piola H1								Observador	Nata Holger Safla Luis					
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Revisar el rótulo de todas las lonas	Medardo Moposita	0.127	0.130	0.122	0.125	0.134	0.137	0.120	0.117	0.122	0.120	0.007	0.125	0.132	0.119
2	Verificar el peso y la cantidad del producto		0.293	0.284	0.287	0.285	0.300	0.287	0.301	0.289	0.288	0.293	0.006	0.291	0.297	0.285
3	Firmar el recibido por el representante		0.409	0.406	0.417	0.406	0.418	0.403	0.418	0.401	0.406	0.418	0.007	0.410	0.417	0.403

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la Tabla 19 se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

Tabla 19: Cálculo de coeficiente de rango para verificación de la materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Verificación de la materia prima										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual			X		Propuesto					Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Revisar el rótulo de todas las lonas	Medardo Moposita	0.127	0.130	0.122	0.125	0.131	0.130	0.120	0.129	0.122	0.120	0.004	0.126	0.011	0.088
2	Verificar el peso y la cantidad del producto		0.293	0.296	0.287	0.285	0.295	0.287	0.294	0.289	0.288	0.293	0.004	0.291	0.011	0.038
3	Firmar el recibido por el representante		0.409	0.406	0.417	0.406	0.416	0.403	0.415	0.413	0.406	0.413	0.005	0.410	0.014	0.033

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Figura 1.

Tabla 20: Suplementos para verificación de la materia prima.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Verificar el peso y la cantidad del producto	H	5	4	2	0	0	0	0	1	12%
Firmar el recibido por el representante	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%

En Tabla 21 se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de torsión.

Tabla 21: Cálculo del tiempo de ciclo para verificación de la materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		1			
Proceso		Verificación de la materia prima										Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual			X	Propuesto						Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Luis Safla			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Revisar el rótulo de todas las lonas	Medardo Moposita	0.127	0.130	0.122	0.125	0.131	0.130	0.120	0.129	0.122	0.120	0.126	100%	0.126	0.110	0.14
2	Verificar el peso y la cantidad del producto		0.293	0.296	0.287	0.285	0.295	0.287	0.294	0.289	0.288	0.293	0.291	75%	0.218	0.120	0.24
3	Firmar el recibido por el representante		0.409	0.406	0.417	0.406	0.416	0.403	0.415	0.413	0.406	0.413	0.410	75%	0.308	0.110	0.34
TC. (min)																	0.73
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																	

3.2.2.4. Almacenamiento

En la Tabla 22 se establecen las muestras de tiempos obtenidas en segundos para el proceso de almacenamiento.

Tabla 22: Tiempo en segundos del proceso de almacenamiento

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		1			
Proceso		Almacenamiento										Unidad de tiempo		Segundos			
Método		Actual			X	Propuesto						Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Limpieza de área de descarga	Medardo Moposita	52.330	52.500	49.520	51.110	52.160	53.010	49.900	52.200	54.020	52.800					
2	Acomodar palets		20.780	20.760	22.560	23.670	20.000	21.760	22.450	25.870	24.560	23.870					
3	Descargar carga		24.030	25.040	23.850	25.260	27.040	21.830	22.110	23.070	24.050	23.090					

En la Tabla 23 se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de almacenamiento.

Tabla 23: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de almacenamiento.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Almacenamiento										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual				X	Propuesto				Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safra Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Limpieza del área de descarga	Medardo Moposita	0.872	0.875	0.825	0.852	0.869	0.884	0.832	0.870	0.900	0.880	0.023	0.866	0.889	0.843
2	Acomodar palets		0.346	0.346	0.376	0.395	0.333	0.363	0.374	0.431	0.409	0.398	0.031	0.377	0.408	0.346
3	Descargar carga		0.401	0.417	0.398	0.421	0.451	0.364	0.369	0.385	0.401	0.385	0.026	0.399	0.425	0.373

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la Tabla 24 se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

Tabla 24: Cálculo de coeficiente de rango para la actividad de almacenamiento.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Almacenamiento										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual				X	Propuesto				Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safra Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Limpieza del área de descarga	Medardo Moposita	0.872	0.875	0.888	0.852	0.869	0.884	0.870	0.870	0.887	0.880	0.011	0.875	0.036	0.041
2	Acomodar palets		0.346	0.346	0.376	0.395	0.406	0.363	0.374	0.405	0.407	0.398	0.024	0.382	0.061	0.160
3	Descargar carga		0.401	0.417	0.398	0.421	0.424	0.464	0.412	0.385	0.401	0.385	0.023	0.411	0.079	0.193

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 24 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Figura 1.

Tabla 25: Suplementos para la actividad de almacenamiento.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Limpieza de área de descarga	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Acomodar palets	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Descargar carga	H	5	4	2	0	0	0	0	1	12%

En Tabla 26 se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de almacenamiento.

Tabla 26: Cálculo del tiempo de ciclo para la actividad de almacenamiento.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		1			
Proceso		Almacenamiento										Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual			X			Propuesto				Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Luis Safla			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Limpieza del área de descarga	Medardo Moposita	0.872	0.875	0.888	0.852	0.869	0.884	0.870	0.870	0.887	0.880	0.875	100%	0.875	0.11	0.97
2	Acomodar palets		0.346	0.346	0.376	0.395	0.406	0.363	0.374	0.405	0.407	0.398	0.382	75%	0.286	0.12	0.32
3	Descargar carga		0.401	0.417	0.398	0.421	0.424	0.464	0.412	0.385	0.401	0.385	0.411	75%	0.308	0.11	0.34
TC. (min)																	1.63
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																	

3.2.2.5. Proceso de extrusión

En la Tabla 27 se establecen las muestras de tiempos obtenidas en segundos para el proceso de extrusión.

Tabla 27: Tiempo en segundos del proceso de extrusión.

ESTUDIO DE TIEMPOS												
Departamento		Producción								Estudio	1	
Proceso		Proceso de extrusión								Unidad de tiempo	Segundos	
Método		Actual	X	Propuesto						Fecha	28/7/2022	
Producto		Piola H1								Observador	Nata Holger Safla Luis	
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Transporte al panel de control	Medardo Moposita	0.78	0.82	0.85	0.72	0.99	0.83	0.77	0.71	0.81	0.84
2	Encender la línea de extrusión		45.62	44.43	45.29	44.30	45.45	45.33	45.50	45.09	45.35	48.07
3	Transporte área preparación de materia prima		10.45	11.23	10.87	10.21	11.32	12.78	11.43	10.89	11.96	10.78
4	Pesado de materia prima		46.02	44.05	42.56	43.76	45.67	44.78	46.23	47.56	42.45	49.12
5	Mezcla de materia prima		251.42	259.50	255.01	255.62	256.04	254.43	254.44	256.41	253.12	300.00
6	Puesta en línea de extrusión		9.50	9.17	10.11	10.07	9.20	9.90	10.02	10.09	9.54	9.29
7	Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento		144.07	143.50	148.20	144.20	145.60	157.20	145.20	144.60	144.70	148.20

En la Tabla 28 se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de extrusión.

Tabla 28: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de extrusión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Proceso de extrusión										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual				X		Propuesto				Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola HI										Observador		Nata Holger Safa Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Transporte al panel de control	Medardo Moposita	0.013	0.014	0.014	0.012	0.02	0.014	0.013	0.012	0.014	0.014	0.001	0.014	0.015	0.012
2	Encender la línea de extrusión		0.760	0.741	0.755	0.738	0.758	0.756	0.758	0.752	0.756	0.801	0.017	0.757	0.774	0.740
3	Transporte área preparación de materia prima		0.174	0.187	0.181	0.170	0.189	0.213	0.191	0.182	0.199	0.180	0.013	0.187	0.199	0.174
4	Pesado de materia prima		0.767	0.734	0.709	0.729	0.761	0.746	0.771	0.793	0.708	0.819	0.036	0.754	0.789	0.718
5	Mezcla de materia prima		4.190	4.325	4.250	4.260	4.267	4.241	4.241	4.274	4.219	5.000	0.239	4.327	4.566	4.087
6	Puesta en línea de extrusión		0.158	0.153	0.169	0.168	0.153	0.165	0.167	0.168	0.159	0.155	0.006	0.161	0.168	0.155
7	Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento		2.401	2.392	2.470	2.403	2.427	2.620	2.420	2.410	2.412	2.470	0.068	2.442	2.510	2.374

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la se Tabla 29 un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

Tabla 29: Cálculo del coeficiente de rango para el proceso de extrusión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Proceso de extrusión										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual				X		Propuesto				Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola HI										Observador		Nata Holger Safa Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Transporte al panel de control	Medardo Moposita	0.013	0.014	0.014	0.012	0.013	0.014	0.013	0.012	0.014	0.014	0.001	0.013	0.002	0.177
2	Encender la línea de extrusión		0.760	0.741	0.755	0.773	0.758	0.756	0.758	0.752	0.756	0.772	0.009	0.758	0.033	0.043
3	Transporte área preparación de materia prima		0.174	0.187	0.181	0.170	0.189	0.198	0.191	0.182	0.199	0.197	0.010	0.187	0.029	0.156
4	Pesado de materia prima		0.767	0.734	0.788	0.729	0.761	0.746	0.771	0.782	0.779	0.819	0.027	0.768	0.089	0.116
5	Mezcla de materia prima		4.190	4.325	4.250	4.260	4.267	4.241	4.241	4.274	4.219	4.466	0.076	4.273	0.276	0.065
6	Puesta en línea de extrusión		0.158	0.167	0.165	0.168	0.163	0.165	0.167	0.168	0.159	0.155	0.005	0.164	0.013	0.082
7	Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento		2.401	2.392	2.470	2.403	2.427	2.490	2.420	2.410	2.412	2.470	0.034	2.429	0.098	0.040

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Figura 1.

Tabla 30: Suplementos para el proceso de extrusión.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Transporte al panel de control	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Encender la línea de extrusión	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Transporte área preparación de materia prima	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Mezcla de materia prima	H	5	4	2	2	13	0	0	0	26%
Puesta en línea de extrusión	H	5	4	2	0	13	0	0	0	24%
Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento	H	5	4	2	2	0	1	0	0	14%

En Tabla 31 se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de extrusión.

Tabla 31: Cálculo del tiempo de ciclo para el proceso de extrusión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		1			
Proceso		Proceso de extrusión										Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual			X			Propuesto				Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safra Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Transporte al panel de control	Medardo Moposita	0.013	0.014	0.014	0.012	0.013	0.014	0.013	0.012	0.014	0.014	0.01	1.00	0.01	0.11	0.01
2	Encender la línea de extrusión		0.760	0.741	0.755	0.773	0.758	0.756	0.758	0.752	0.756	0.772	0.76	1.00	0.76	0.11	0.84
3	Transporte área preparación de materia		0.174	0.187	0.181	0.170	0.189	0.198	0.191	0.182	0.199	0.197	0.19	1.00	0.19	0.11	0.21
4	Pesado de materia prima		0.767	0.734	0.788	0.729	0.761	0.746	0.771	0.782	0.779	0.819	0.77	1.00	0.77	0.26	0.97
5	Mezcla de materia prima		4.190	4.325	4.250	4.260	4.267	4.241	4.241	4.274	4.219	4.466	4.27	0.75	3.20	0.26	4.04
6	Puesta en línea de extrusión		0.158	0.167	0.165	0.168	0.163	0.165	0.167	0.168	0.159	0.155	0.16	0.75	0.12	0.24	0.15
7	Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento		2.401	2.392	2.470	2.403	2.427	2.490	2.420	2.410	2.412	2.470	2.43	0.50	1.21	0.14	1.38
TC. (min)																	7.61

DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental

3.2.2.6. Proceso de bobinado

En la Tabla 32 se muestran los tiempos en segundos que se obtuvieron en el proceso de bobinado con el método de vuelta a cero y con la ayuda de cronometro del celular de los observadores.

Tabla 32: Tiempo en segundos del proceso de bobinado.

ESTUDIO DE TIEMPOS														
Departamento		Producción										Estudio	1	
Proceso		Bobinado										Unidad de tiempo	Segundos	
Método		Actual	X	Propuesto								Fecha	28/7/2022	
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Bobinado	Medardo Moposita	12,33	13,52	12,02	12,09	12,29	13,11	14,30	12,40	14,23	12,40		
2	Retirar bobina		13,33	14,02	13,80	13,20	13,49	13,38	13,56	13,45	13,33	13,27		
3	Inspeccionar bobina		8,45	9,34	8,01	8,20	8,10	8,23	8,34	8,23	8,23	8,11		
4	Almacenar bobina		20,22	20,23	23,08	19,67	24,23	22,61	20,91	23,40	22,59	22,21		

En la Tabla 33 se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de bobinado.

Tabla 33: Tiempo en minutos del proceso de bobinado.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio	1			
Proceso		Bobinado										Unidad de tiempo	Minutos			
Método		Actual	X	Propuesto								Fecha	28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Bobinado	Medardo Moposita	0,206	0,225	0,200	0,202	0,205	0,219	0,238	0,207	0,237	0,207	0,014	0,214	0,229	0,200
2	Retirar bobina		0,222	0,234	0,230	0,220	0,225	0,223	0,226	0,224	0,222	0,221	0,004	0,225	0,229	0,220
3	Inspeccionar bobina		0,141	0,156	0,134	0,137	0,135	0,137	0,139	0,137	0,137	0,135	0,006	0,139	0,145	0,132
4	Almacenar bobina		0,337	0,337	0,385	0,328	0,404	0,377	0,349	0,390	0,377	0,370	0,026	0,365	0,391	0,339

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la Tabla 34 se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

Tabla 34: Cálculo del coeficiente de rango del proceso de bobinado.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Bobinado										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual			X		Propuesto					Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safa Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Bobinado	Medardo Moposita	0,206	0,225	0,200	0,202	0,205	0,219	0,206	0,207	0,200	0,207	0,008	0,208	0,025	0,122
2	Retirar bobina		0,222	0,220	0,222	0,220	0,225	0,223	0,226	0,224	0,222	0,221	0,002	0,223	0,006	0,027
3	Inspeccionar bobina		0,141	0,137	0,134	0,137	0,135	0,137	0,139	0,137	0,137	0,135	0,002	0,137	0,007	0,054
4	Almacenar bobina		0,377	0,390	0,385	0,349	0,390	0,377	0,349	0,390	0,377	0,370	0,016	0,375	0,042	0,111
DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango																

Por último, para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Figura 1.

Tabla 35: Suplementos para el proceso de bobinado

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Bobinado	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Retirar bobina	H	5	4	2	2	0	1	0	0	14%
Inspeccionar bobina	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Almacenar bobina	H	5	4	2	2	0	1	0	0	14%

En Tabla 36 se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de bobinado.

Tabla 36: Cálculo del tiempo de ciclo para el proceso de bobinado.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción												Estudio		1	
Proceso		Bobinado												Unidad de tiempo		Minutos	
Método		Actual				X		Propuesto						Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1												Observador		Nata Holger Safla Luis	
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Bobinado	Medardo Moposita	0.206	0.225	0.200	0.202	0.205	0.219	0.206	0.207	0.200	0.207	0.208	100%	0.21	0.11	0.23
2	Retirar bobina		0.222	0.220	0.222	0.220	0.225	0.223	0.226	0.224	0.222	0.221	0.22	75%	0.17	0.14	0.19
3	Inspeccionar bobina		0.141	0.137	0.134	0.137	0.135	0.137	0.139	0.137	0.137	0.135	0.14	100%	0.14	0.11	0.15
4	Almacenar bobina		0.377	0.390	0.385	0.349	0.390	0.377	0.349	0.390	0.377	0.370	0.38	100%	0.38	0.14	0.43
TC (min.)																	1.00
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																	

3.2.2.7. Proceso de torsión

En la Tabla 37 se establecen las muestras de tiempos obtenidas en segundos para el proceso de torsión.

Tabla 37: Tiempo en segundos del proceso de torsión.

ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento		Producción										Estudio		1	
Proceso		Torsión										Unidad de tiempo		Segundos	
Método		Actual				X		Propuesto				Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis	
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Transporte a área de torsión	Medardo Moposita	21.13	22.05	21.40	21.57	21.04	21.20	21.02	21.09	22.30	22.08			
2	Empatar la cinta de la bobina nueva con la bobina que se está terminando		103.12	104.12	106.04	103.57	102.34	103.56	104.12	103.29	103.22	107.00			
3	Operación de torsión		137.90	140.12	140.23	140.20	139.12	139.33	130.22	137.29	137.41	137.92			
4	Sacar bobina proceso cordel		30.82	31.21	30.45	32.45	32.44	33.40	32.12	35.20	32.76	32.78			
5	Inspeccionar bobina		13.22	12.02	12.15	13.09	13.02	12.12	12.50	12.42	13.25	13.45			
6	Almacenamiento de bobina proceso cordel		15.77	14.23	15.12	14.54	15.35	15.27	15.30	13.10	15.20	15.54			

En la Tabla 38 se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de torsión de cintas.

Tabla 38: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de torsión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Torsión										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual			X	Propuesto						Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safa Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Transporte a área de torsión	Medardo Moposita	0.352	0.368	0.357	0.360	0.351	0.353	0.350	0.352	0.372	0.368	0.008	0.358	0.366	0.350
2	Empatar la cinta de la bobina nueva con la bobina que se está terminando		1.719	1.735	1.767	1.726	1.706	1.726	1.735	1.722	1.720	1.783	0.024	1.734	1.758	1.710
3	Operación de torsión		2.298	2.335	2.337	2.337	2.319	2.322	2.170	2.288	2.290	2.299	0.049	2.300	2.349	2.250
4	Sacar bobina proceso cordel		0.514	0.520	0.508	0.541	0.541	0.557	0.535	0.587	0.546	0.546	0.023	0.539	0.562	0.517
5	Inspeccionar bobina		0.220	0.200	0.203	0.218	0.217	0.202	0.208	0.207	0.221	0.224	0.009	0.212	0.221	0.203
6	Almacenamiento de bobina proceso cordel		0.263	0.237	0.252	0.242	0.256	0.255	0.255	0.218	0.253	0.259	0.013	0.249	0.262	0.236

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la Tabla 39 se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

Tabla 39: Cálculo del coeficiente de rango para el proceso de torsión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Torsión										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual			X	Propuesto						Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safa Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Transporte a área de torsión	Medardo Moposita	0.352	0.360	0.357	0.360	0.351	0.353	0.350	0.352	0.352	0.368	0.006	0.355	0.02	0.050
2	Empatar la cinta de la bobina nueva con la bobina que se está terminando		1.719	1.735	1.720	1.726	1.706	1.726	1.735	1.722	1.720	1.783	0.021	1.729	0.08	0.045
3	Operación de torsión		2.298	2.335	2.337	2.337	2.319	2.322	2.335	2.288	2.290	2.299	0.020	2.316	0.05	0.021
4	Sacar bobina proceso cordel		0.546	0.520	0.508	0.541	0.541	0.557	0.535	0.520	0.546	0.546	0.015	0.536	0.05	0.092
5	Inspeccionar bobina		0.220	0.221	0.203	0.218	0.217	0.220	0.208	0.207	0.221	0.224	0.007	0.216	0.02	0.100
6	Almacenamiento de bobina proceso cordel		0.253	0.237	0.252	0.242	0.256	0.255	0.255	0.237	0.253	0.259	0.008	0.250	0.02	0.088

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Figura 1.

Tabla 40: Suplementos para el proceso de torsión.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales			Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
		Por fatiga	Por trabajar de pie	Por fatiga						
Transporte área de torsión	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Empatar la cinta de la bobina con la bobina que se esta terminando	H	5	4	2	2	0	0	0	0	13%
Operación torción	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Sacar bobina proceso cordel	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Inspeccionar bobina	H	5	4	2	2	0	1	0	0	14%
Almacenamiento de bobina proceso cordel	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%

En Tabla 41 se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de torsión.

Tabla 41: Cálculo del tiempo de ciclo para el proceso de torsión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Departamento		Producción												Estudio		1			
Proceso		Torsión												Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual				X				Propuesto				Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1												Observador		Nata Holger Safli Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	TE	VA	TN	S	TT	
1	Transporte a área de torsión	Medardo Moposita	0.352	0.360	0.357	0.360	0.351	0.353	0.350	0.352	0.352	0.368	0.006	0.355	75%	0.27	0.11	0.30	
2	Empatar la cinta de la bobina nueva con la bobina que se está terminando		1.719	1.735	1.720	1.726	1.706	1.726	1.735	1.722	1.720	1.783	0.021	1.729	100%	1.73	0.13	1.95	
3	Operación de torsión		2.298	2.335	2.337	2.337	2.319	2.322	2.335	2.288	2.290	2.299	0.020	2.316	50%	1.16	0.11	1.29	
4	Sacar bobina proceso cordel		0.546	0.520	0.508	0.541	0.541	0.557	0.535	0.520	0.546	0.546	0.015	0.536	75%	0.40	0.11	0.45	
5	Inspeccionar bobina		0.220	0.221	0.203	0.218	0.217	0.220	0.208	0.207	0.221	0.224	0.007	0.216	100%	0.22	0.14	0.25	
6	Almacenamiento de bobina proceso cordel		0.253	0.237	0.252	0.242	0.256	0.255	0.255	0.237	0.253	0.259	0.008	0.250	100%	0.25	0.11	0.28	
TC (min)																		4.51	
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																			

3.2.2.8. Proceso de ovillado

En la Tabla 42 se establecen las muestras de tiempos obtenidas en segundos para el proceso de ovillado de H1.

Tabla 42: Tiempo en segundos del proceso de ovillado de H1.

ESTUDIO DE TIEMPOS												
Departamento		Producción							Estudio		1	
Proceso		Ovillado							Unidad de tiempo		Segundos	
Método		Actual		X		Propuesto			Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1							Observador		Nata Holger Safia Luis	
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Transporte a área de ovillado	Medardo Moposita	15.52	15.34	14.4	15.55	15.3	15.44	15.22	15.23	14.56	14.66
2	Ajustar el porta piolas para obtener una masa uniforme		30.13	29.23	29.37	29.56	30.23	30.45	30.21	29.4	30.16	31.2
3	Operación de ovillado		28.12	27.7	25.4	27.16	27.32	27.5	26.43	26.3	27.45	26.1
Tiempo muerto por atender las máquinas retorcedoras			370.3	370.32	355.32	352.34	352.56	370.3	350.43	355.76	367.2	355.43
4	Control de peso y corte de exceso de piola		10.09	10.23	10.26	10.45	9.3	9.5	10.36	9.7	9.14	10.45
Tiempo muerto por regresar la piola cuando hay exceso			9.98	10.72	9.45	10.4	10.8	10.56	9.65	9.45	10.45	10.5
Tiempo muerto por atender la línea de extrusión			155.23	154.45	176.3	155.31	154.67	154.25	155.23	155.45	155.32	160.4
Tiempo muerto por atender la máquina bobinadora			279.45	280.43	281.32	279.34	300.5	279.54	278.45	281.34	290.5	279.43
Tiempo muerto de traslado de una ovilladora a otra			7.26	7.68	7.56	7.5	7.26	7.56	8.7	7.38	7.5	7.92
5	Colocar el ovillo en la mesa para envolverlo		15.9	16.23	15.23	15.5	15.3	15.36	15.56	15.36	15.21	16.32
6	Empaquetar		58.41	56.74	55.6	57.4	57.29	57.56	57.24	57.21	58.4	53.4
7	Transporte a bodega		53.85	54.17	54.28	54.67	53.14	54.2	54.65	55.9	56	57.4

En la Tabla 43 se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de ovillado de H1.

Tabla 43: Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de ovillado de H1.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Ovillado										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual			X	Propuesto						Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safa Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Transporte a área de ovillado	Medardo Moposita	0.259	0.256	0.240	0.259	0.255	0.257	0.254	0.254	0.243	0.244	0.007	0.252	0.259	0.245
2	Ajustar el porta piolas para obtener una masa uniforme		0.502	0.487	0.490	0.493	0.504	0.508	0.504	0.490	0.503	0.520	0.010	0.500	0.510	0.490
3	Operación de ovillado		0.469	0.462	0.423	0.453	0.455	0.458	0.441	0.438	0.458	0.435	0.014	0.449	0.463	0.435
Tiempo muerto por atender las máquinas retorcedoras			6.172	6.172	5.922	5.872	5.876	6.172	5.841	5.929	6.120	5.924	0.140	6.000	6.140	5.860
4	Control de peso y corte de exceso de piola		0.168	0.171	0.171	0.174	0.155	0.158	0.173	0.162	0.152	0.174	0.008	0.166	0.174	0.158
Tiempo muerto por regresar la piola cuando hay exceso			0.166	0.179	0.158	0.173	0.180	0.176	0.161	0.158	0.174	0.175	0.009	0.170	0.179	0.161
Tiempo muerto por atender la línea de extrusión			2.587	2.574	2.938	2.589	2.578	2.571	2.587	2.591	2.589	2.673	0.113	2.628	2.741	2.515
Tiempo muerto por atender la máquina bobinadora			4.658	4.674	4.689	4.656	5.008	4.659	4.641	4.689	4.842	4.657	0.117	4.717	4.835	4.600
Tiempo muerto de traslado de una ovilladora a otra			0.121	0.128	0.126	0.125	0.121	0.126	0.145	0.123	0.125	0.132	0.007	0.127	0.134	0.120
5	Colocar el ovillo en la mesa para envolverlo		0.265	0.271	0.254	0.258	0.255	0.256	0.259	0.256	0.254	0.272	0.007	0.260	0.267	0.253
6	Empaquetar	0.974	0.946	0.927	0.957	0.955	0.959	0.954	0.954	0.973	0.890	0.025	0.949	0.973	0.924	
7	Transporte a bodega	0.898	0.903	0.905	0.911	0.886	0.903	0.911	0.932	0.933	0.957	0.021	0.914	0.935	0.893	

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la Tabla 44 se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

Tabla 44: Cálculo del coeficiente de rango para el proceso de ovillado.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		1		
Proceso		Ovillado										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual			X	Propuesto						Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Transporte a área de ovillado	Medardo Moposita	0.259	0.256	0.254	0.259	0.255	0.257	0.254	0.254	0.259	0.255	0.002	0.256	0.01	0.021
2	Ajustar el porta piolas para obtener una masa uniforme		0.502	0.503	0.490	0.493	0.504	0.508	0.504	0.490	0.503	0.502	0.006	0.500	0.02	0.036
3	Operación de ovillado		0.435	0.462	0.458	0.453	0.455	0.458	0.441	0.438	0.458	0.435	0.011	0.449	0.03	0.059
Tiempo muerto por atender las máquinas retorcedoras			5.924	5.929	5.922	5.872	5.876	5.922	5.876	5.929	6.120	5.924	0.071	5.929	0.25	0.042
4	Control de peso y corte de exceso de piola		0.168	0.171	0.171	0.174	0.168	0.158	0.173	0.162	0.174	0.174	0.005	0.169	0.02	0.094
Tiempo muerto por regresar la piola cuando hay exceso			0.166	0.179	0.166	0.173	0.175	0.176	0.161	0.179	0.174	0.175	0.006	0.172	0.02	0.105
Tiempo muerto por atender la línea de extrusión			2.587	2.574	2.673	2.589	2.578	2.571	2.587	2.591	2.589	2.673	0.039	2.601	0.10	0.039
Tiempo muerto por atender la máquina bobinadora			4.658	4.674	4.689	4.656	4.658	4.659	4.641	4.689	4.656	4.657	0.015	4.664	0.05	0.010
Tiempo muerto de traslado de una ovilladora a otra			0.121	0.128	0.126	0.125	0.121	0.126	0.121	0.123	0.125	0.132	0.004	0.125	0.01	0.088
5	Colocar el ovillo en la mesa para envolverlo		0.265	0.254	0.254	0.258	0.255	0.256	0.259	0.256	0.254	0.265	0.004	0.258	0.01	0.045
6	Empaquetar		0.890	0.946	0.927	0.957	0.955	0.959	0.954	0.954	0.973	0.890	0.029	0.940	0.08	0.089
7	Transporte a bodega		0.898	0.903	0.905	0.911	0.898	0.903	0.911	0.932	0.933	0.911	0.013	0.910	0.04	0.039

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Figura 1.

Tabla 45: Suplementos para el proceso de ovillado de H1.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Transporte area de ovillado	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Ajustar el porta piolas para tener una masa uniforme	H	5	4	2	2	0	0	0	0	13%
Operación de Ovillado	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Control de peso y corte exceso de piola	H	5	4	2	0	0	1	0	0	12%
Colocar ovillo en la mesa para envolverlo	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Empaquetar	H	5	4	2	2	0	1	0	0	14%
Transporte a bodega	H	5	4	2	0	1	0	0	0	12%

En Tabla 46 se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de ovillado de H1.

Tabla 46: Cálculo del tiempo de ciclo para el proceso de ovillado.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción											Estudio		1		
Proceso		Ovillado											Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual			X	Propuesto							Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger Safla Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Transporte a área de ovillado	Medardo Moposita	0,259	0,256	0,254	0,259	0,255	0,257	0,254	0,254	0,259	0,255	0,256	100%	0,256	0,11	0,28
2	Ajustar el porta piolas para obtener una masa uniforme		0,502	0,503	0,490	0,493	0,504	0,508	0,504	0,490	0,503	0,502	0,500	100%	0,500	0,13	0,56
3	Operación de ovillado		0,435	0,462	0,458	0,453	0,455	0,458	0,441	0,438	0,458	0,435	0,449	100%	0,449	0,11	0,50
Tiempo muerto por atender las máquinas retorcedoras			5,924	5,929	5,922	5,872	5,876	5,922	5,876	5,929	6,120	5,924	5,929	100%	5,929	0,11	6,58
4	Control de peso y corte de exceso de piola		0,168	0,171	0,171	0,174	0,168	0,158	0,173	0,162	0,174	0,174	0,169	125%	0,212	0,12	0,24
Tiempo muerto por regresar la piola cuando hay exceso			0,166	0,179	0,166	0,173	0,175	0,176	0,161	0,179	0,174	0,175	0,172	100%	0,172	0,11	0,19
Tiempo muerto por atender la línea de extrusión			2,587	2,574	2,673	2,589	2,578	2,571	2,587	2,591	2,589	2,673	2,601	100%	2,601	0,11	2,89
Tiempo muerto por atender la máquina bobinadora			4,658	4,674	4,689	4,656	4,658	4,659	4,641	4,689	4,656	4,657	4,664	100%	4,664	0,11	5,18
Tiempo muerto de traslado de una ovilladora a otra			0,121	0,128	0,126	0,125	0,121	0,126	0,121	0,123	0,125	0,132	0,125	100%	0,125	0,11	0,14
5	Colocar el ovillo en la mesa para envolverlo		0,265	0,254	0,254	0,258	0,255	0,256	0,259	0,256	0,254	0,265	0,258	125%	0,322	0,11	0,36
6	Empaquetar	0,890	0,946	0,927	0,957	0,955	0,959	0,954	0,954	0,973	0,890	0,940	100%	0,940	0,14	1,07	
7	Transporte a bodega	0,898	0,903	0,905	0,911	0,898	0,903	0,911	0,932	0,933	0,911	0,910	100%	0,910	0,12	1,02	
TC (min)																19,01	
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																	

3.2.3. Tiempo estándar

Para obtener el tiempo estándar se debe tener en cuenta que nuestro tiempo disponible laboral es de 8 horas, transformándolo a minutos sería de 480 minutos los cuales son utilizados para elaborar 25 pacas planificadas por los involucrados.

$$TE = \frac{TDL}{UP}$$

$$TE = \frac{480 \text{ minutos}}{25 \text{ pacas}}$$

$$TE = 19,2 \frac{\text{minutos}}{\text{pacas}}$$

Del cálculo del Tiempo estándar se indica el ciclo en el que debe salir una paca de 20 ovillos, si es que se quiere cumplir con las 25 pacas planificadas en un lapso de 480 minutos.

3.2.4. Número de estaciones

Primero se debe calcular la suma del tiempo de todas las tareas requeridas por el proceso (TP) que en nuestro caso viene a ser 35,73. Por último, debemos dividir ese número por el valor del Tiempo estándar que nos dio un total del 19,2 minuto.

$$Nt = \frac{Tt}{TT}$$

$$Nt = \frac{35,73}{19,2}$$

$$Nt = 1,86 \approx 2 \text{ estaciones}$$

3.2.5. Eficiencia

Para determinar la eficiencia se debe de coger la sumatoria de todas las actividades del proceso que en nuestro caso sería 35,73 y dividirlo para el número de estaciones multiplicado por el Tiempo estándar.

$$E = \frac{Tt}{Nt * TT} \times 100 \%$$

$$E = \frac{35,73}{2 \times 19,2} \times 100 \%$$

$$E = 93 \%$$

3.2.6. Índice de productividad (IP)

El índice de productividad demuestra la cantidad de unidades que se puede hacer en una hora. Para la calcular el índice de productividad se relaciona las unidades de producción daría y el tiempo que se dispone, para la cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$IP = \frac{Pd}{TDL}$$

$$IP = \frac{25 \text{ pacas}}{480 \text{ minutos}}$$

$$IP = 0.052 \frac{\text{pacas}}{\text{minutos}}$$

$$IP = 0.052 \frac{\text{pacas}}{\text{minutos}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 3.12 \frac{\text{pacas}}{\text{hora}}$$

3.2.7. Número de operarios

Para la determinación del número de operarios que se necesita en la línea de producción para cumplir con las 25 pacas planificadas se relaciona el tiempo total estándar de la línea multiplicado por el IP sobre la eficiencia productiva correspondiente al 93 %.

$$NO = \frac{\sum TT \times IP}{E}$$

$$NO = \frac{35,73 \times 0.052}{0.93}$$

$$NO = 1.99 \approx 2$$

3.2.8. Simulación En FlexSim

Una vez realizado los cálculos respectivos se procedió a la simulación en FlexSim para corroborar la información mencionada anteriormente.

3.2.8.1. Pasos para la elaboración de la simulación

Primero: Se utilizó nuestro Layout de la Figura 25, consecuentemente para ingresar nuestro plano realizado en Visio, tenemos que ir a la pestaña Toolbox y posteriormente se da clic en el símbolo más (+) como se observa en la Figura 29.

Luego se presiona en la opción Visual y se elige el apartado Background como se muestra en la Figura 30, seguidamente aparece la ventana Where is the file? y se eligió el Layout realizado como se muestra en la Figura 31, para una mejor presentación se dio las dimensiones en el plano X como se ilustra en la Figura 32.

Segundo: Crear un nuevo proceso en el Software de simulación FlexSim, para esto se utilizó 1 Sourcer arrastrando y soltando desde la biblioteca (Library) sobre el área de trabajo tal como se ve en la Figura 33, seguidamente para editar el Source se da doble clic izquierdo, seleccionando Arrival sequence, box y en Quality 40 que representa los quintales de materia prima requeridos para la elaboración del producto. Como se aprecia en la Figura 34.

Se procede a insertar 4 Queues o colas que representan a la materia prima en fila o en espera a ser procesados a las entradas del desarrollo de extrusión, bobinado, torción y ovillado como se ilustra en la Figura 35.

En la Figura 36, se aprecia el recurso Processor, que simula un tiempo de demora o de tiempo de ciclo, en los procesos extrusión, bobinado, torción y ovilla, los cuales se insertaron como los anteriores objetos seleccionando y arrastrando al área de trabajo. Estos recursos representan las máquinas de la empresa. A los objetos de FlexSim se les puede modificar su apariencia fácilmente cambiando el dibujo 3D que tienen asignado.

Colocado los recurso necesarios en el área de trabajo, se da doble click, y en la parte superior derecha del programa en la sección de General Properties se coloca el nombre del proceso en este caso torsión, seguidamente en la parte inferior se escoge la apariencia que más se asemeja a la máquina retorcedora, por consiguiente se descargó de la página 3D Archive el modelo de un torno, y finalmente en el apartado Processor sección Process time se digital el tiempo de ciclo para la simulación en este caso en particular 4,51 min. Cómo se divisa en la Figura 37.

Tercero: Se requiere de un operario entonces se arrastra de la sección de Task Executer como se muestra en la Figura 38, este trabajador pasara por las estaciones ejecutando los procesos de principio a fin.

Cuarto: Unir los sourcers, queues, processors, y sinks en forma secuencial utilizando la letra A para unir entidades fijas desde la recepción de la materia prima hasta el terminado y con la letra S para entidades móviles que es el operario, como se muestra en la Figura 39.

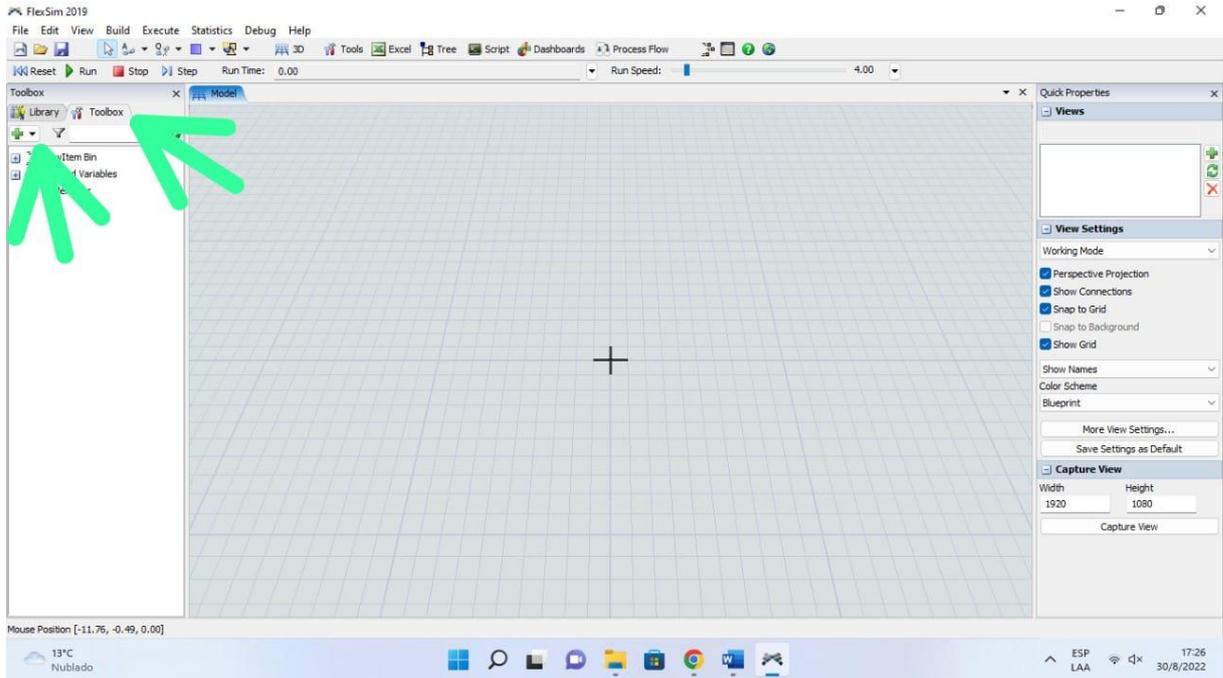


Figura 29: Ícono Toolbox

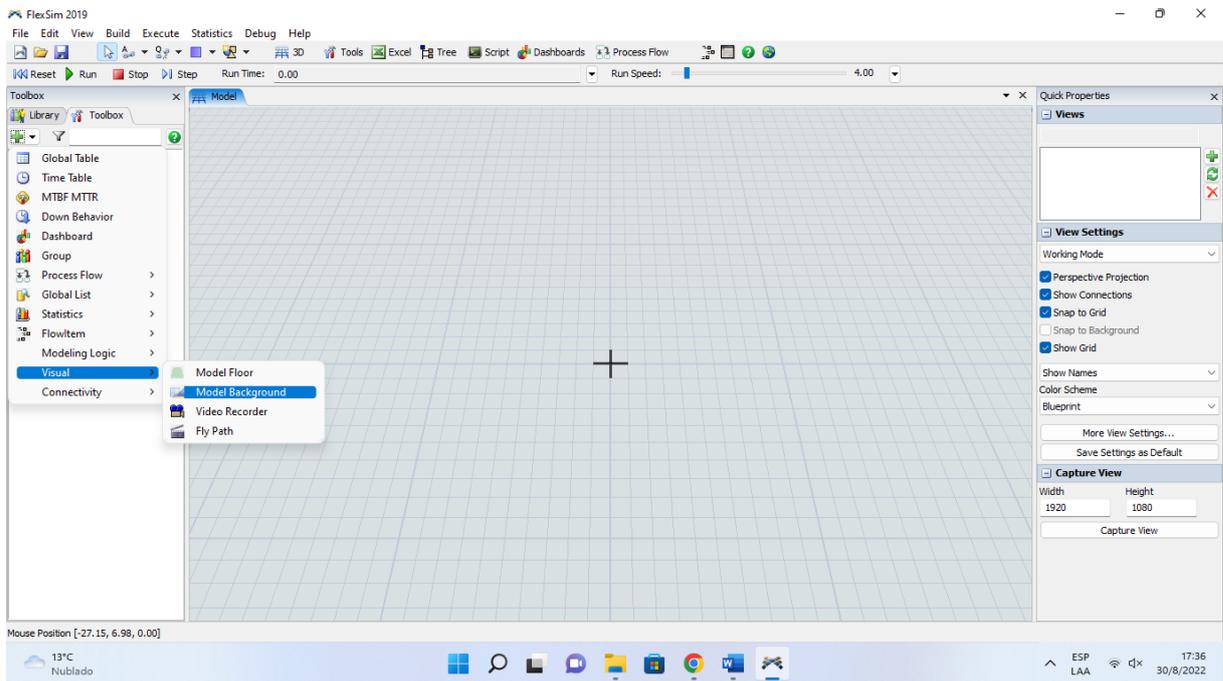


Figura 30: Apartado Model Background.

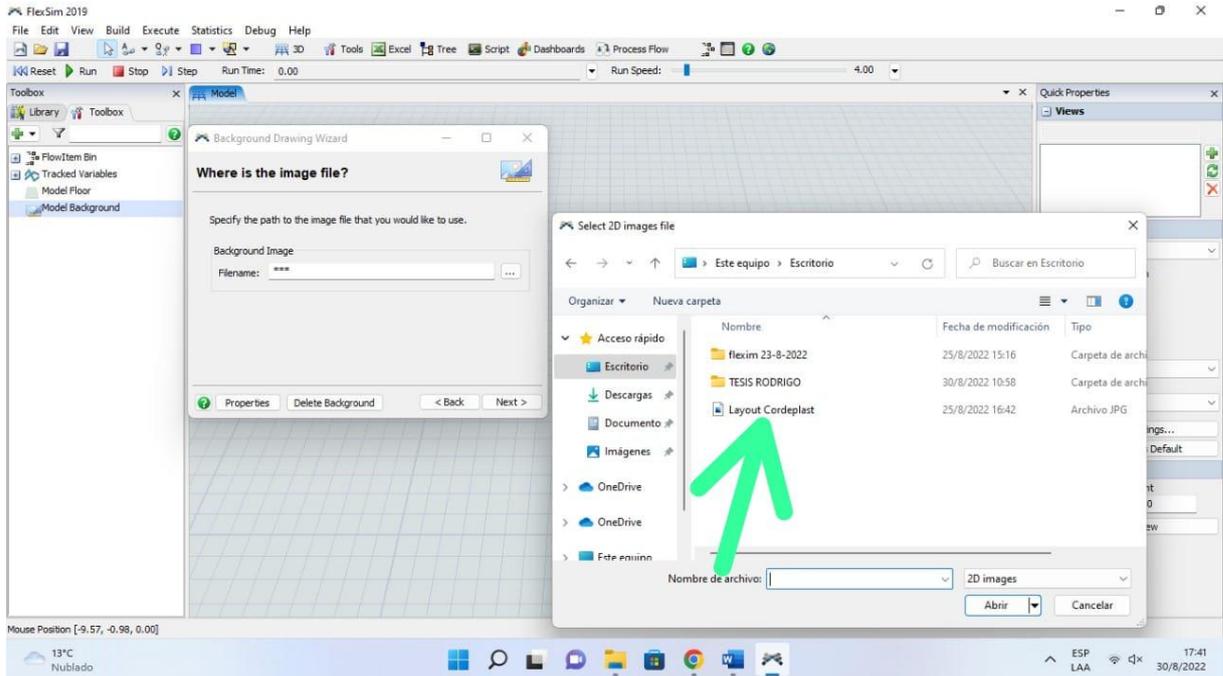


Figura 31: Selección del Layout.

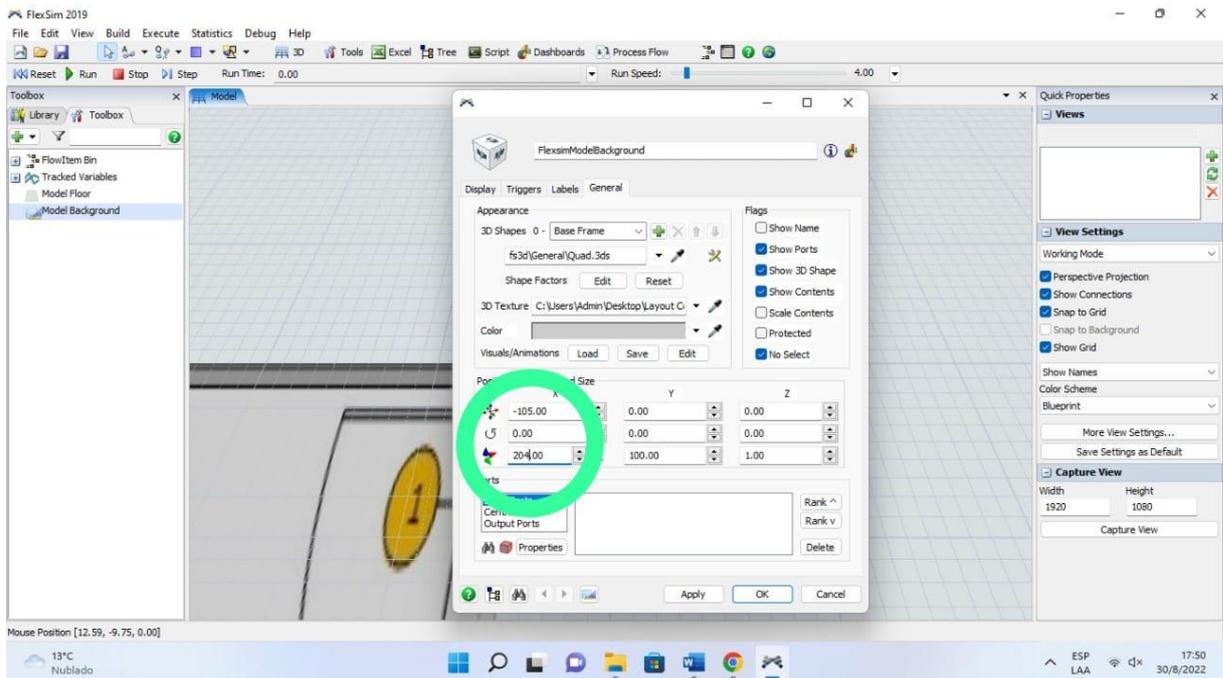


Figura 32: Dimensiones en el plano X de Layout.

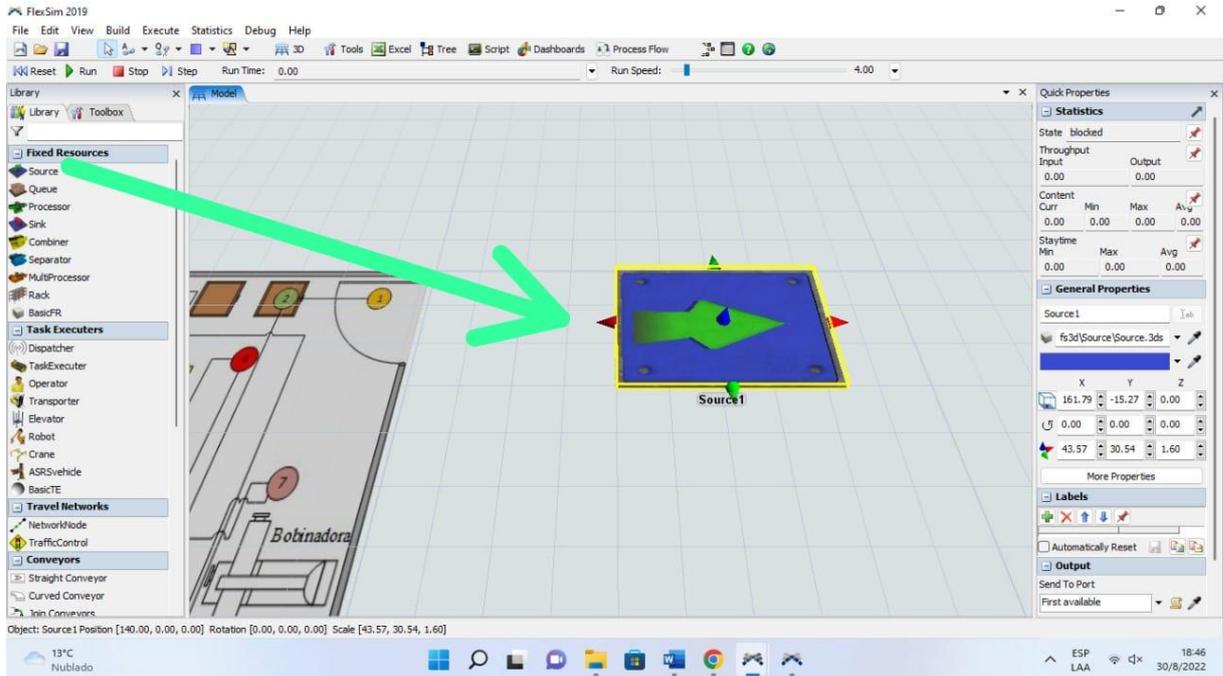


Figura 33: Ingreso de Source.

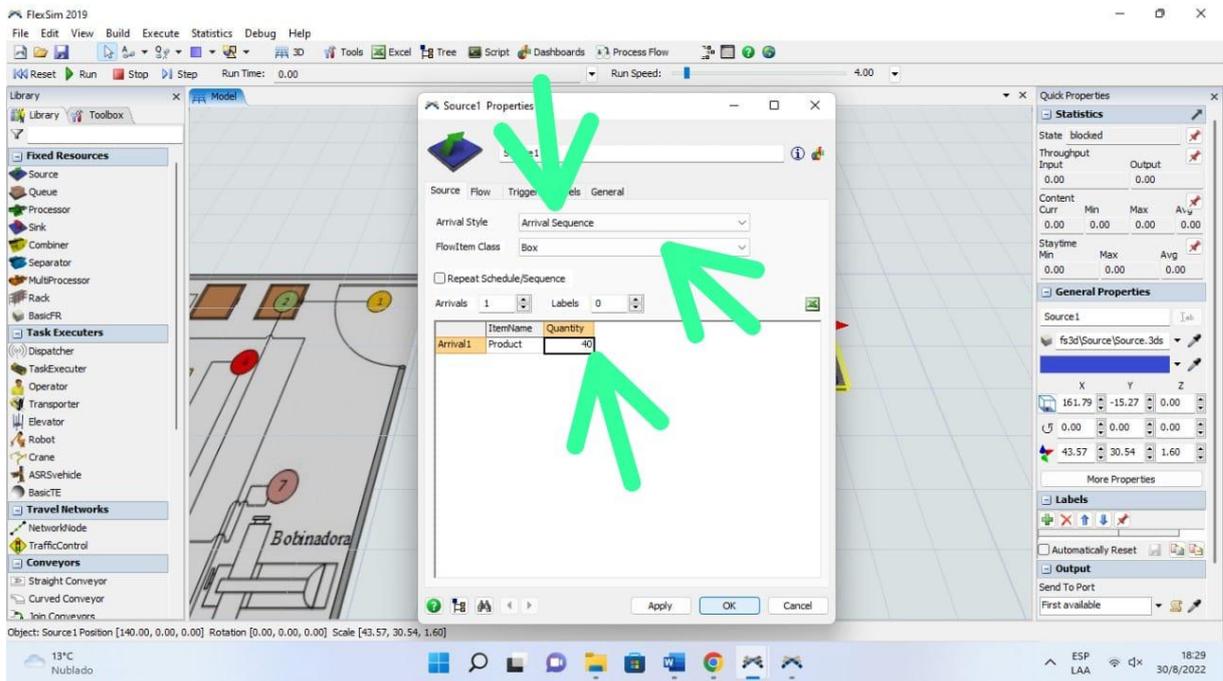


Figura 34: Configuración de Source.

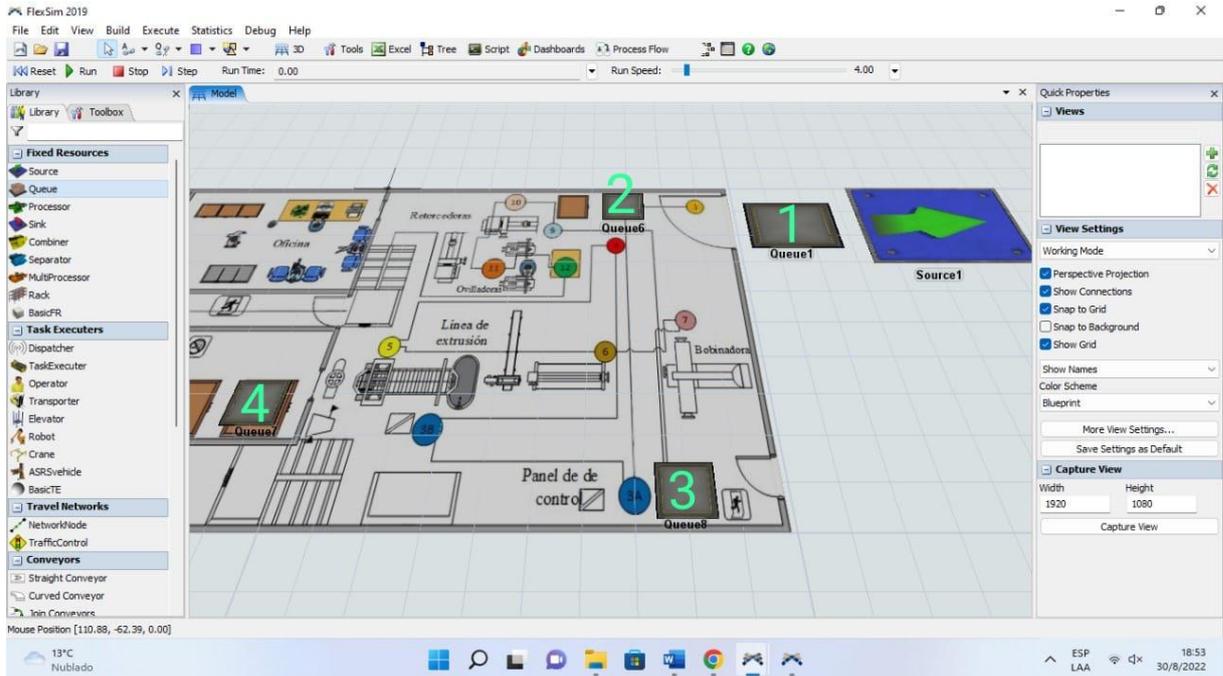


Figura 35: Introducci3n de 4 Queues.

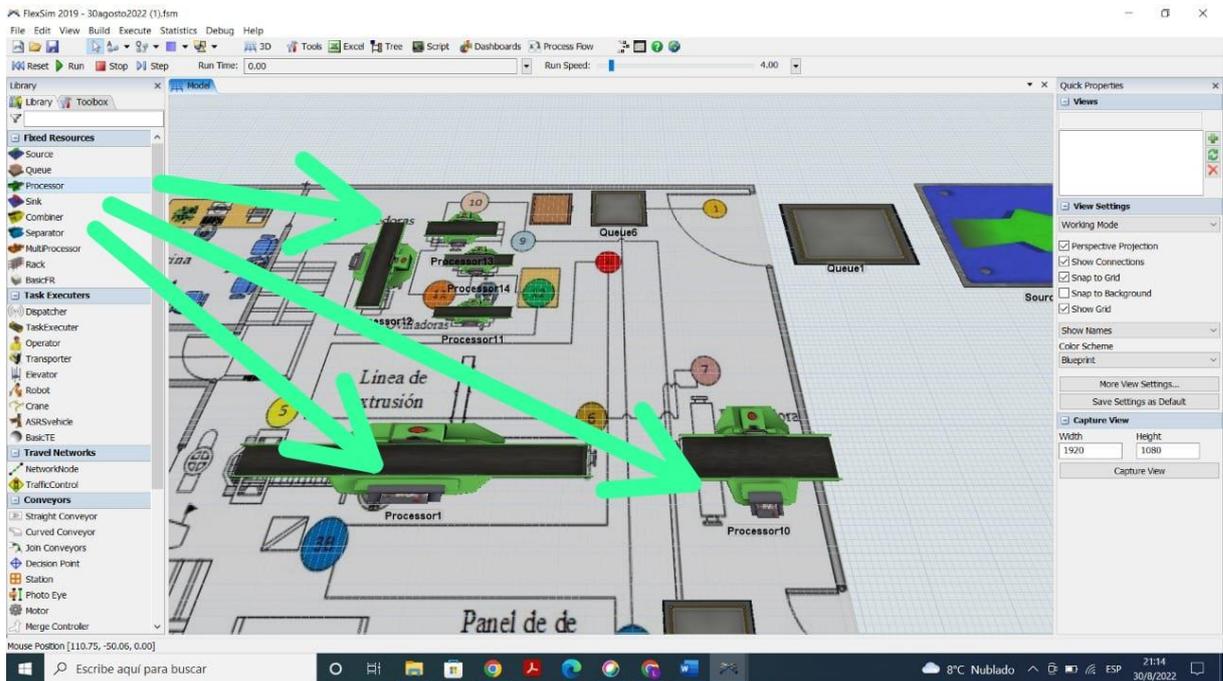


Figura 36: Ingreso de los Processor.

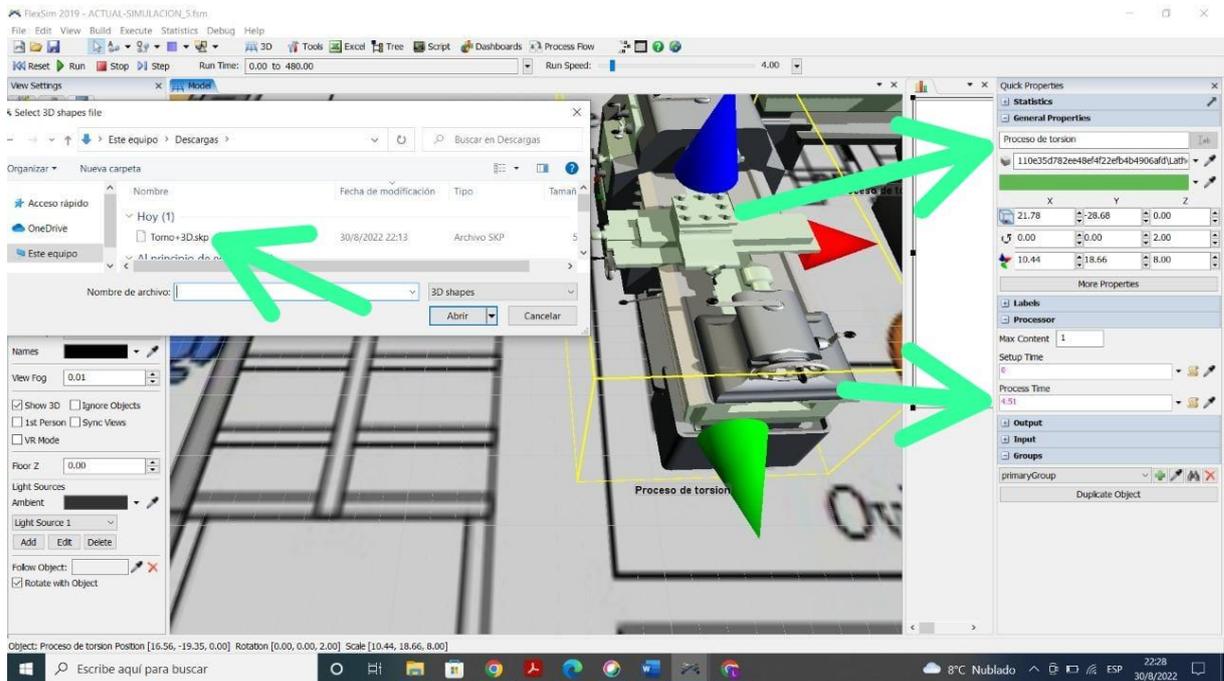


Figura 37: Configuración de nombre, apariencia y tiempo de proceso.

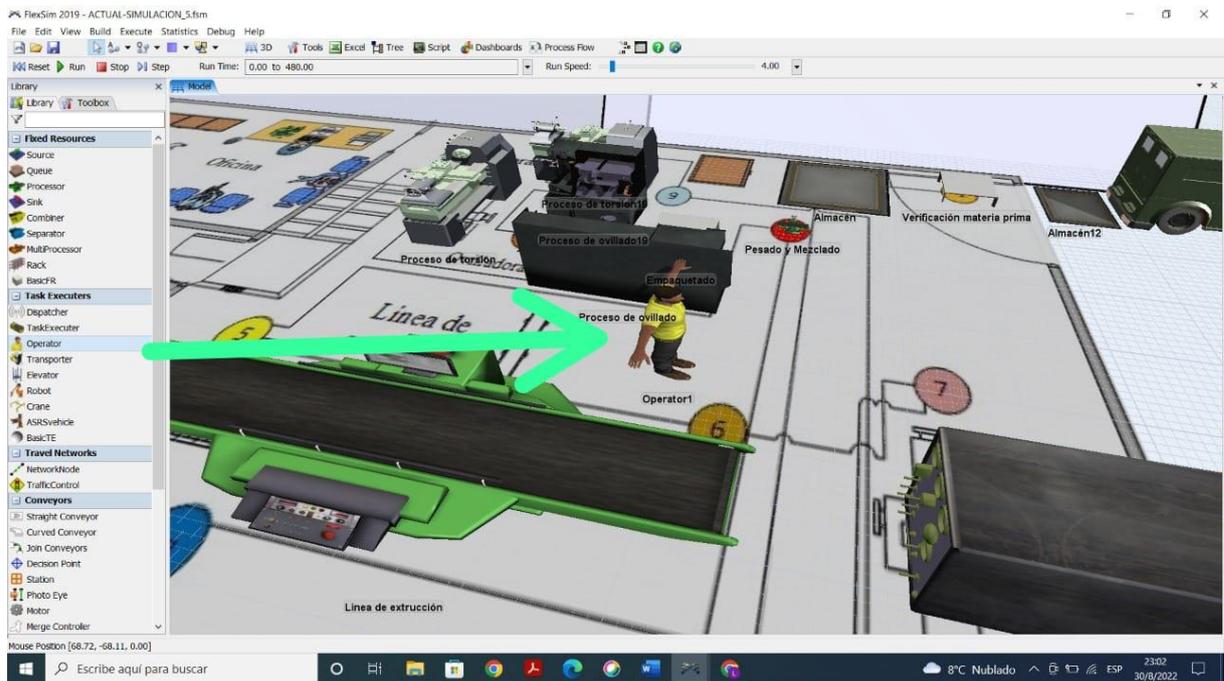


Figura 38: Introducción de un Operario.

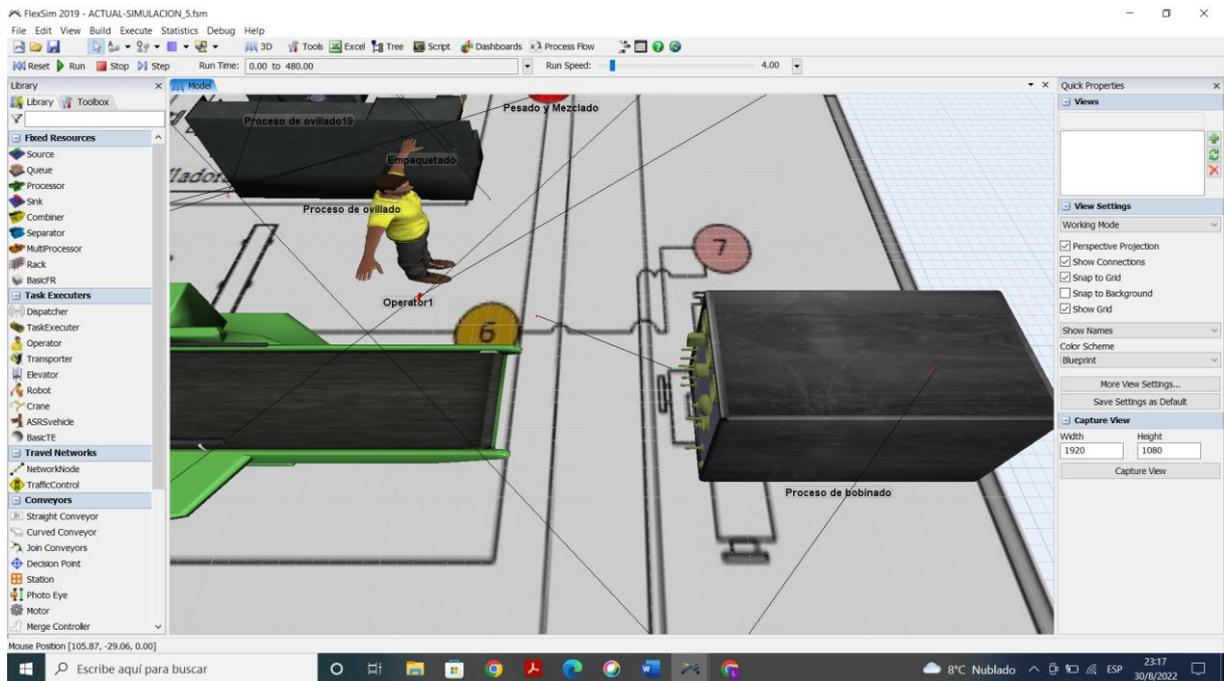


Figura 39: Unión lógica de los procesos de principio a fin.

3.2.8.2. Simulación de la distribución actual de la empresa



Figura 40: Simulación en FlexSim del proceso actual.

3.2.8.3. Indicadores de FlexSim (proceso actual)

Anteriormente se simula el modelo actual de la empresa Cordeplast S.A. ahora corresponde añadir indicadores de los tiempos de ciclo (extrusión, bobinado, torción y ovillado) En la Figura 41 se muestra los indicadores de los tiempos de ciclo.

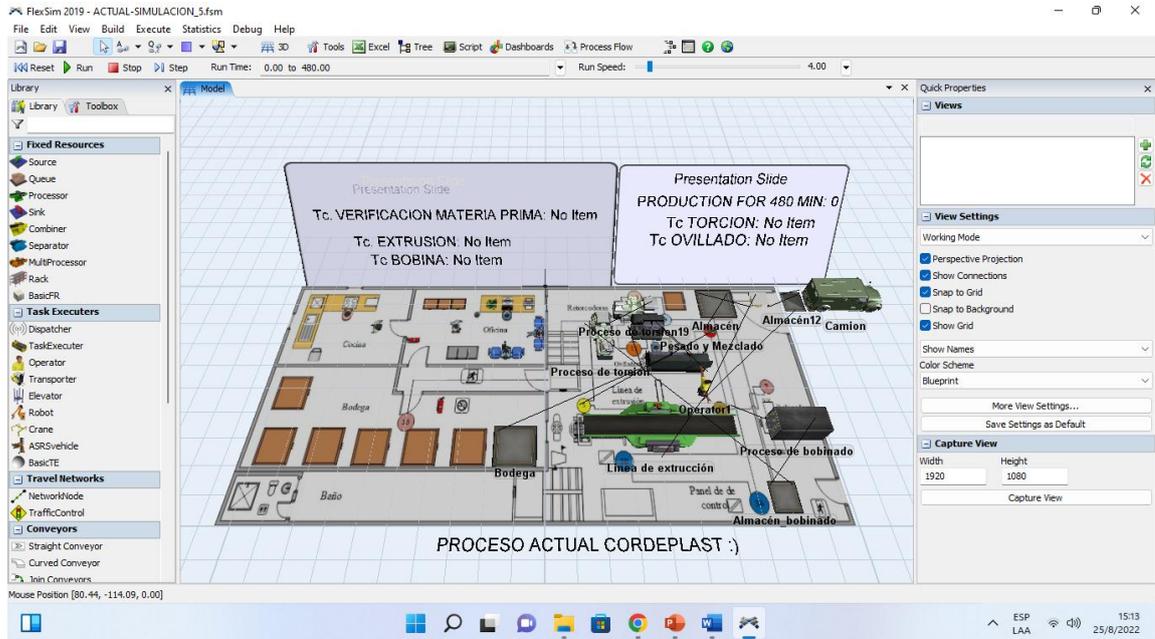


Figura 41: Software FlexSim proceso actual con indicadores de tiempo.

La importancia de estos indicadores visual radica en que se puede apreciar los tiempos de ciclo del proceso. En la Figura 42 se muestra los valores de los tiempos de ciclo.

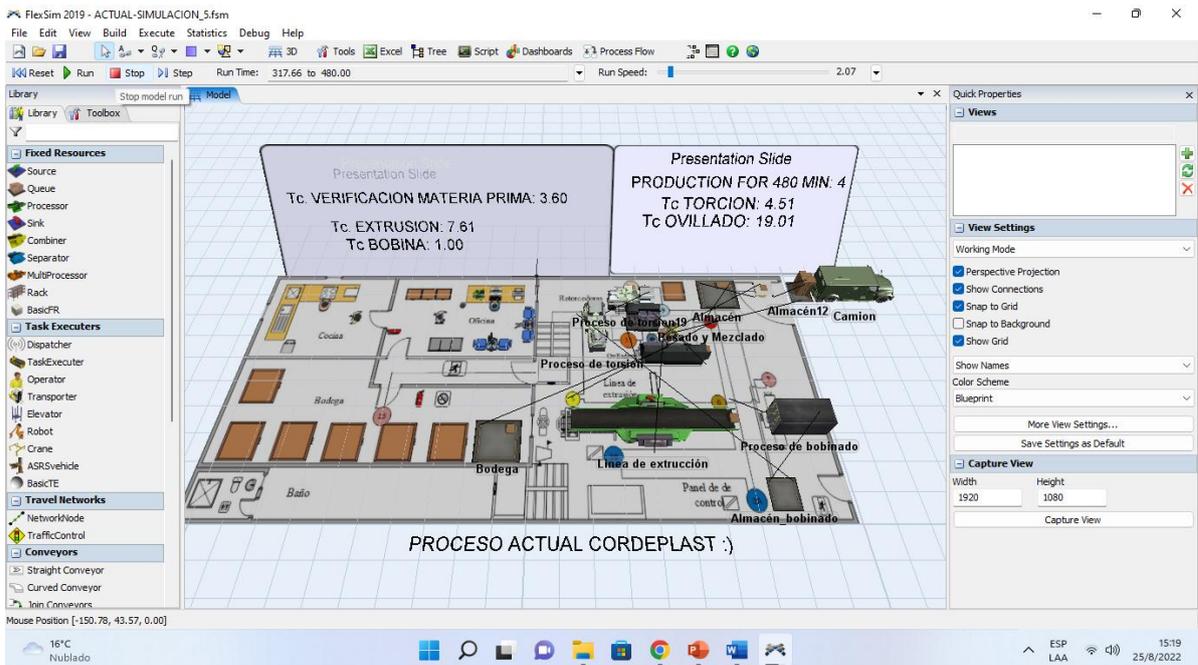


Figura 42: Software FlexSim valores Tc actual.

Para reanalizar estos indicadores se da click en visual objects seleccionado slide, después se arrastra a el área de simulación, o se presiona en la posición de trabajo este slide sirve para ingresar los indicadores de tiempos de ciclo. En la Figura 43 se muestra el visual objects y la opción slide.

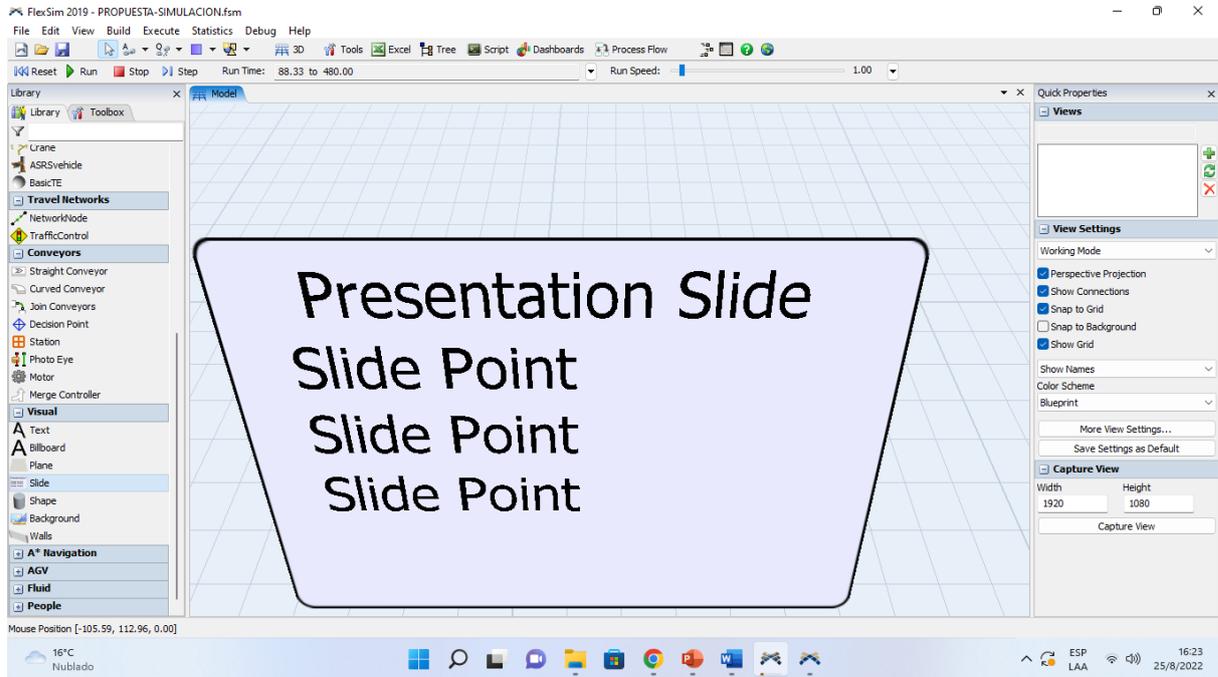


Figura 43: Software FlexSim opción slide proceso actual.

Para configurar el slide se presiona click derecho se puede cambiar el tipo de figura que interese agregar, disponible en FlexSim, también se puede cambiar el tamaño del slide acorde a la necesidad de manera manual dándole click y jalando los conos en el plano X, Y y Z o también ingresando los valores en el quick properties. En la Figura 44 se muestra el menú de configuración de los indicadores visuales.

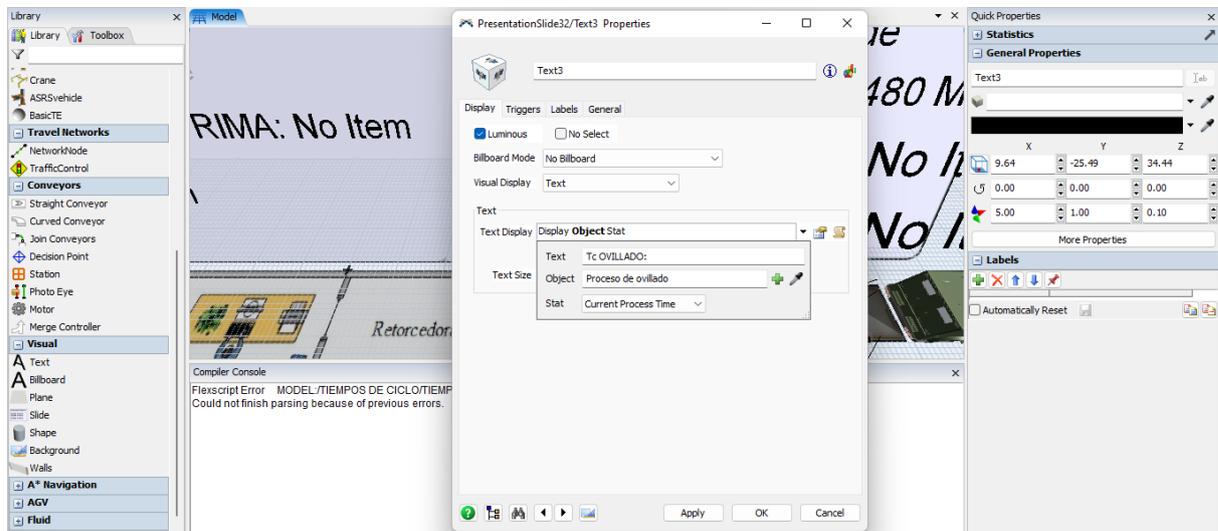


Figura 44: Software FlexSim configuración slide proceso actual.

Para anclar el Tc de los procesos se presiona en la opción de object statistic, después se selecciona el proceso en este caso el proceso ovillado y “ok” para que se guarde la información ingresada y así sucesivamente con los demás procesos. En la Figura 45 se muestra la configuración para el indicador del Tc. de ovillado.

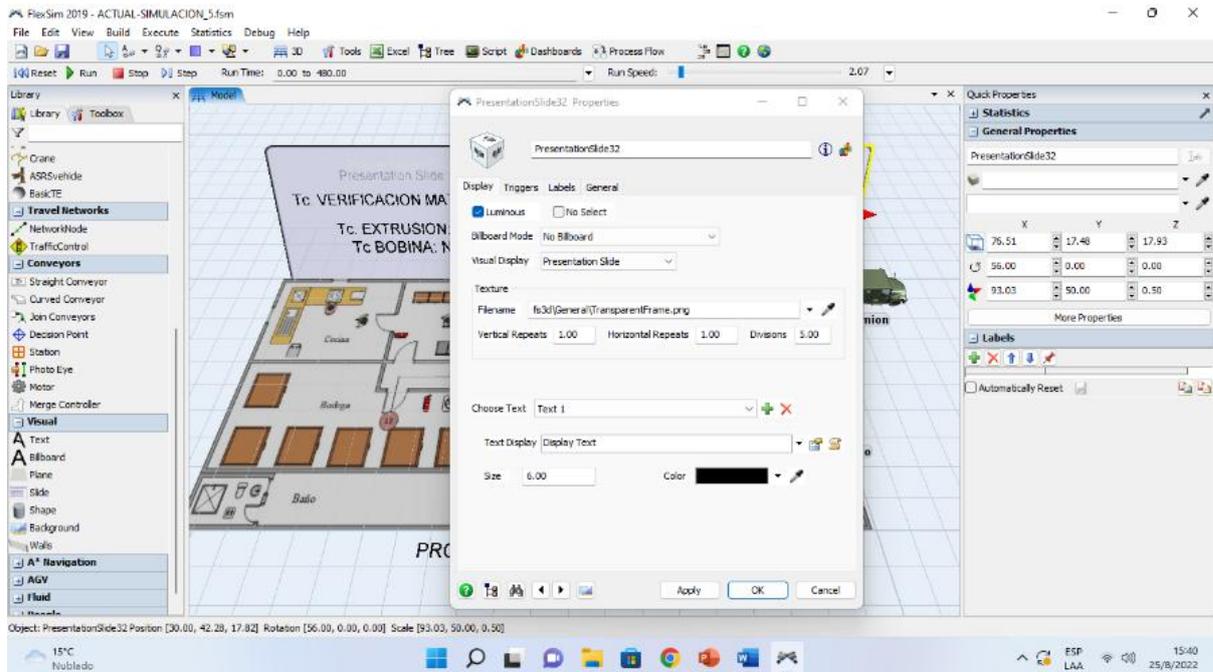


Figura 45: Software FlexSim configuración indicador Tc ovillado proceso actual.

3.2.9. Obtención de resultados en base al tercer objetivo

Para dar cumplimiento a las actividades del objetivo específico 3, se ha realizado un plan de mejora para la producción de piolas de uso agrícola.

3.2.9.1. Propuesta de rediseño de la planta

En el diseño planteado se puede mirar evidentemente la continuidad de los procesos de producción, eliminado los tiempos de transporte innecesarios que en la actualidad se requieren.

La propuesta no tiene la finalidad de construir nuevas áreas que generan grandes gastos para la empresa, simplemente se va a organizar de una forma adecuada los puestos de trabajo para que de esta manera el operario realice su trabajo de una manera más rápida aumentando la productividad.

La capacitación es un medio indispensable para que mejore la eficiencia, si bien debe verse como un costo para la empresa a la vez debe verse como una inversión que traerá beneficios en

el futuro, ya que con ello se tendrá un impacto en su productividad y a la vez tenga una fuerza laboral para afrontar desafíos que se presenten en el camino.

3.2.9.2. Departamentos a analizar

La empresa tiene 7 departamentos para la implementación de una distribución de planta adecuada las cuales se las menciona en la Tabla 47.

Tabla 47: Departamentos de la empresa Cordeplast.

#	Departamentos
1	Recepción de materia prima
2	Verificación de materia prima
3	Almacenamiento de materia prima
4	Línea de extrusión (secado, corte, estirado)
5	Proceso de Bobinado
6	Proceso de Torsión
7	Proceso de Ovillado

3.2.9.3. Datos de los departamentos

Tabla 48: Superficie de los departamentos.

#	Departamentos	Lado	Ancho	M ²
1	Recepción de materia prima	6	2	12
2	Verificación de materia prima	4	3	12
3	Almacenamiento de materia prima	4	3	12
4	Línea de extrusión (secado, corte, estirado)	7	3	21
5	Proceso de Bobinado	5	4	20
6	Proceso de Torsión	7	4	28
7	Proceso de Ovillado	6	4	24
Área requerida				129
Área de sobra				21
ÁREA TOTAL				150

3.2.10. Diagrama de relaciones

El diagrama de relaciones que se va a utilizar nos ayuda a identificar qué áreas deberían estar pegadas por su relación que tienen dentro de su proceso productivo o las actividades que desempeñen como empresa, se establece una escala de intervalos que ponderan las claves del

método SLP. Con el método toca analizar la relación que existe de una y otra a demás es importante conocer los códigos de relaciones los cuales se presentan en la Tabla 49.

Tabla 49: Claves del método SLP.

Tabla de importancia de cercanía		
Clave	Prioridad	Valor
A	Absolutamente necesario	6
E	Especialmente necesario	5
I	Importante	4
O	Ordinario	3
U	Sin importancia	2
X	No deseable	1

Luego de conocer el valor de las cercanías de la empresa se procedió a interrelacionar con los 7 departamentos de la empresa en forma triangular o diamante como común mente se lo conoce donde se separan las intersecciones entre apartamentos para que de esta forma dedicar tanto la clave o el valor como la razón de la cual proviene este valor.

Tabla 50: Relaciones de cada departamento.

#	Departamentos	1	2	3	4	5	6	7
1	Recepción de materia prima	A	A	X	X	X	X	X
2	Verificación de materia prima		A	X	X	X	X	X
3	Almacenamiento de materia prima			A	X	X	X	X
4	Línea de extrusión (secado, corte,				A	X	X	X
5	Proceso de Bobinado					A	X	X
6	Proceso de Torsión						A	X
7	Proceso de Ovillado							A

3.2.11. Análisis de la distribución ideal de la planta

Para la distribución ideal de la planta fue necesario de trabajar con un programa ejecutable llamado Corelap 01. En la Figura 46 se muestra la ventana de inicio del programa.



Figura 46: Software Corelap 01.

Para comenzar el trabajo se da clic en nuevo y nos lanza el siguiente menú como se muestra en la Figura 47 , nos piden cuantos departamentos consta la empresa, en nuestro caso es de 7 y de damos clic en continuar y nos lanzan específicamente ciertas condiciones donde se tiene que poner el nombre del departamento y el tamaño de cada una de ellas, después nos piden establecer la superficie disponible y trabajar en función de las relaciones, cada relación va a tener un valor numérico que en este caso esta predeterminado según el programa.

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Figura 47: Introducción de datos de la empresa Cordeplast.

Consecuentemente le damos clic en continuar y ahora se deben establecer las distintas relaciones de los departamentos previamente calculados en la Tabla 50.

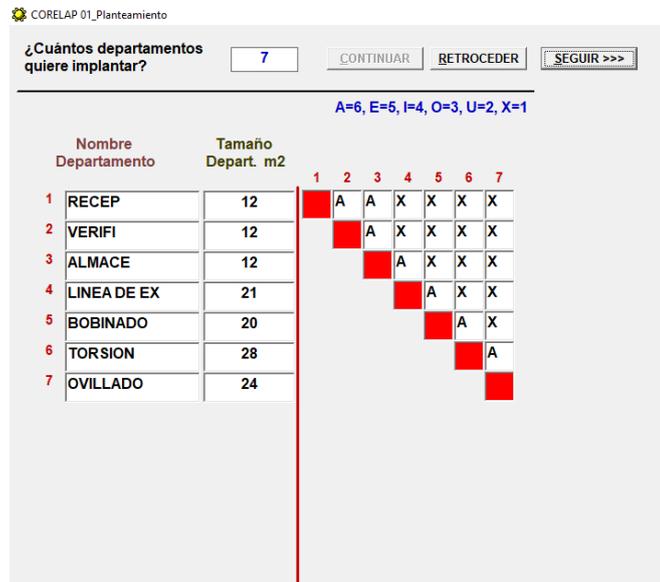


Figura 48: Introducción de relaciones.

Ahora que ya está lleno nos damos cuenta que según A=6 y E=5 son los departamentos que deberían estar más cercanos, los departamentos I=4 y O=3 son las segundas referencias más cercanas las cuales no serían tan importantes pero hay un nivel de cercanía intermedio, U=2 y X=1 son los que no tienen nada que ver por lo tanto deberían estar más lejos, normalmente lo que hace el programa es en base a la nomenclatura sumar los valores en función de las letras por lo menos para el caso de la fila del departamento 1 es 20 y lo mismo se aplica para los demás departamentos, ahora si le damos clic en seguir nos pide que guardemos el archivo, después nos lanza una ventana de todas las sumatoria en base a las puntuaciones según la prioridad de cercanía como se muestra en la

Figura 49. Además, que se establecen la superficie previamente graficada de los datos originales del ejercicio, lo que hizo el programa es buscar la solución grafica según la metodología de SLP. Y finalmente se establece el Layout adecuado en función a esto el departamento más hacia el centro viene siendo 2 y en función como se relacionó las relaciones antes mencionadas (AEIOUX) se van agrupando las demás ya a partir de aquí se establece la propia distribución de planta con todos los detalles, como se observa en la Figura 49.

CORELAP 01_Presentación Resultados

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	ALMACE	21	12
2.-	TORSION	16	28
3.-	LINEA DE EX	16	21
4.-	BOBINADO	16	20
5.-	VERIFI	16	12
6.-	RECEP	16	12
7.-	OVILLADO	11	24

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida: 129

Superficie Disponible: 150

Figura 49: Sumatoria de relaciones.

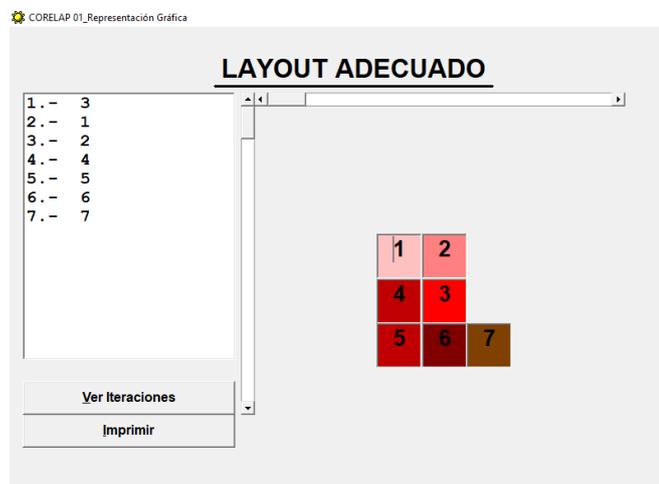


Figura 50: Representación gráfica Corelap 01.

3.2.12. Diagrama de recorrido propuesto.

Los pasos requeridos para producir una paca de ovillos se presentan en la Tabla 51. Mientras que el recorrido propuesto se aprecia en la Figura 51 efectuando una nueva distribución de planta.

Tabla 51: Descripción de recorrido propuesto.

DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO	
1	Recepcion de materia prima
2	Transporte y almacenamiento de materia prima
3	Encender línea de extrusión
4	Mezcla de materia prima y colorante
5	Puesta en línea de extrusión
6	Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiamiento
7	Llevar la cinta a bobinado
8	Transporte a area de torsion
9	Ovillado
10	Transporte a bodega

3.2.12.1. Distribucion de la planta propuesta.

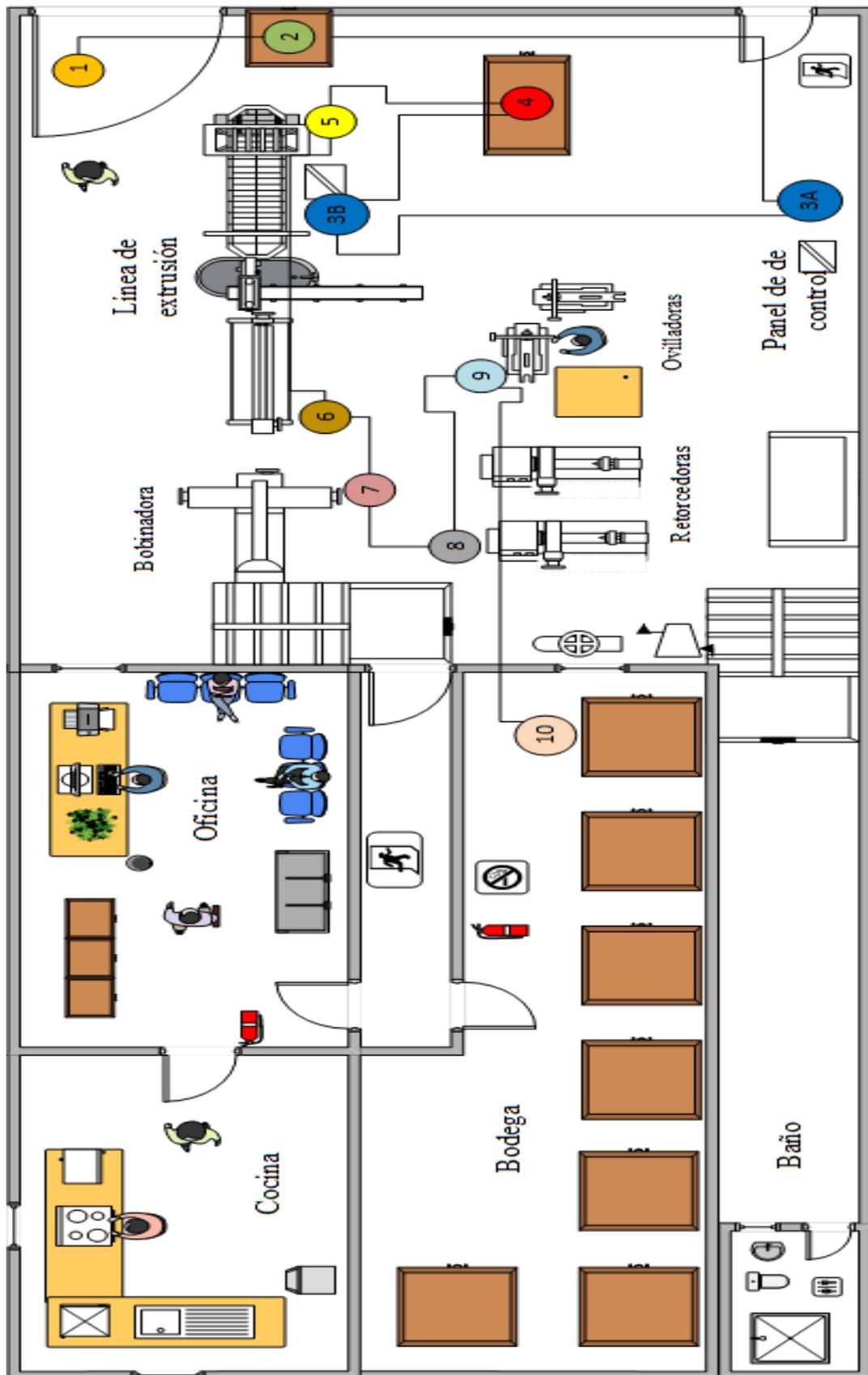


Figura 51: Layout propuesto de la planta.

3.2.13. Diagrama flujo – proceso

Tabla 52: Diagrama de flujo - proceso propuesto

DIAGRAMA DE PROCESOS								
UBICACIÓN:	Ambato			Evento	Presente	Propuesto	Ahorros	
ACTIVIDAD:	Producción de piolas y cordeles			Operación				
FECHA:	28 - 07 - 2022			Transporte				
OPERADOR:	Medardo Moposita			Retrasos				
	Encierre en un círculo el método y tipo apropiados			Inspección				
Método:	Presente		X Propuesto		Almacenamiento			
Tipo:	X Trabajador	Material	Máquina		Opera. E Inspecc.			
Comentarios:				Tiempo (min.)				
				Distancia (m)				
Descripción del evento	Símbolo					Distancia (m)	Tiempo (min.)	Observaciones
	●	➔	◐	◑	▲			
Recepción de materia prima								
Estacionar correctamente el camión	○	➔	◐	◑	▲		0,58	
Retirar candado de seguridad	○	➔	◐	◑	▲		0,007	
Abrir puertas del camión	○	➔	◐	◑	▲		0,18	
Control visual de la materia prima	○	➔	◐	◑	▲		0,09	
Verificación de la materia prima								
Contar y revisar el rótulo de las lonas	○	➔	◐	◑	▲		0,14	
Verificar el peso y la cantidad	○	➔	◐	◑	▲		0,24	
Firmar el recibido por el representante	○	➔	◐	◑	▲		0,34	
Almacenamiento								
Limpieza en el área de descarga	○	➔	◐	◑	▲		0,97	
Acomodar palets	○	➔	◐	◑	▲		0,32	
Descargar carga	○	➔	◐	◑	▲		0,34	
Proceso extrusión								
Transporte a panel de control	○	➔	◐	◑	▲		0,01	
Encender línea de extrusión	○	➔	◐	◑	▲		0,84	
Transporte a área de mezclado	○	➔	◐	◑	▲		0,21	
Pesar el material	○	➔	◐	◑	▲		0,97	
Mezclar materia prima y colorante	○	➔	◐	◑	▲		4,04	
Puesta en lá de extrusión	○	➔	◐	◑	▲		0,15	
Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento	○	➔	◐	◑	▲		1,38	
Proceso de bobinado								
Bobinado	○	➔	◐	◑	▲		0,23	
Retirar bobina	○	➔	◐	◑	▲		0,19	
Inspeccionar bobina	○	➔	◐	◑	▲		0,15	
Almacenar bobina	○	➔	◐	◑	▲		0,43	
Proceso de torsión								
Transporte a área de torsión	○	➔	◐	◑	▲		0,3	
Empatar la cinta de la bobina	○	➔	◐	◑	▲		1,95	
Operación de torsión	○	➔	◐	◑	▲		1,29	
Sacar bobina proceso cordel	○	➔	◐	◑	▲		0,45	
Inspeccionar bobina	○	➔	◐	◑	▲		0,25	
Almacenamiento de bobina cordel	○	➔	◐	◑	▲		0,28	
Proceso de ovillado								
Transporte a área de ovillado	○	➔	◐	◑	▲		0,28	
Ajustar porta piolas	○	➔	◐	◑	▲		0,56	
Operación ovillado	○	➔	◐	◑	▲		0,5	
Control de peso	○	➔	◐	◑	▲		0,24	
Emplastificar ovillos	○	➔	◐	◑	▲		0,36	
Empaquetar	○	➔	◐	◑	▲		1,07	
Transporte a bodega	○	➔	◐	◑	▲		1,02	
TOTAL							19,40	

3.2.14. Estudio de tiempos propuestos para el área de ovillado

Una vez realizado el análisis actual de la empresa, es factible hacer ciertas combinaciones en los procesos con el fin de optimizar el tiempo de ciclo. En gran parte los tiempos no han sido modificados, cabe recalcar que solo se va a poner en el cuerpo de la tesis del proceso de ovillado, los demás cálculos se los puede buscar en anexos.

3.2.14.1. Muestreo de tiempos en segundos de la propuesta proceso ovillado

En la Tabla 53 se muestra el proceso de ovillado eliminando 3 tareas innecesarias como son extrusión bobinado y torsión.

Tabla 53: Muestreo de tiempos en segundos de la propuesta para el proceso de ovillado.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento		Producción							Estudio		2		
Proceso		Ovillado							Unidad de tiempo		Segundos		
Método		Actual				Propuesto		X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1							Observador		Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Transporte a área de ovillado	Medardo Moposita	5,52	5,34	5,4	5,55	5,3	5,44	5,22	5,23	5,94	4,5	
2	Ajustar el porta piolas para obtener una masa uniforme		27,13	30,18	29,37	30,56	28,23	31,45	29,25	30,14	31,34	32,32	
3	Operación de ovillado		26,1	27,7	27,48	27,16	27,32	27,5	26,43	26,3	27,45	26,1	
Tiempo muerto por atender las máquinas retorcedoras			315,44	325,74	325,32	342,34	332,56	345,32	342,56	355,76	347,2	335,43	
4	Control de peso y corte de exceso de piola		10,29	9,23	9,26	9,45	9,08	10,05	10,16	9,47	9,44	11,45	
Tiempo muerto por regresar la piola cuando hay exceso			10,98	9,72	9,43	9,34	9,15	10,26	8,65	8,74	9,45	10,5	
Tiempo muerto de traslado de una ovilladora a otra			3,26	2,88	3,36	3,3	3,06	3,36	3,06	3,18	3,3	3,12	
5	Colocar el ovillo en la mesa para envolverlo		9,9	9,24	9,23	10,5	10,3	9,36	10,56	9,36	10,21	9,9	
6	Empaquetar		53,4	56,74	55,6	57,4	57,29	57,56	57,24	57,21	58,4	53,4	
7	Transporte a bodega		23,85	24,17	24,28	24,67	26,28	24,2	24,65	25,9	26	24,66	

3.2.14.2. Transformación de unidades de tiempo a minutos del muestreo del proceso de ovillado propuesto.

En la Tabla 54 se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de ovillado de H1 propuesto.

Tabla 54: Transformación del tiempo de segundos a minutos del proceso de ovillado propuesto.

ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento		Producción											Estudio		2			
Proceso		Ovillado											Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual								Propuesto			X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger Safra Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI		
1	Transporte a área de ovillado	Medardo Moposita	0,092	0,089	0,090	0,093	0,088	0,091	0,087	0,087	0,099	0,075	0,006	0,089	0,095	0,083		
2	Ajustar el porta piolas para obtener una masa uniforme		0,452	0,503	0,490	0,509	0,471	0,524	0,488	0,502	0,522	0,539	0,026	0,500	0,526	0,474		
3	Operación de ovillado		0,435	0,462	0,458	0,453	0,455	0,458	0,441	0,438	0,458	0,435	0,011	0,449	0,460	0,439		
Tiempo muerto por atender las máquinas retorcedoras			5,257	5,429	5,422	5,706	5,543	5,755	5,709	5,929	5,787	5,591	0,203	5,613	5,816	5,410		
4	Control de peso y corte de exceso de piola		0,172	0,154	0,154	0,158	0,151	0,168	0,169	0,158	0,157	0,191	0,012	0,163	0,175	0,151		
Tiempo muerto por regresar la piola cuando hay exceso			0,183	0,162	0,157	0,156	0,153	0,171	0,144	0,146	0,158	0,175	0,013	0,160	0,173	0,148		
Tiempo muerto de traslado de una ovilladora a otra			0,054	0,048	0,056	0,055	0,051	0,056	0,051	0,053	0,055	0,052	0,003	0,053	0,056	0,051		
5	Colocar el ovillo en la mesa para envolverlo		0,165	0,154	0,154	0,175	0,172	0,156	0,176	0,156	0,170	0,165	0,009	0,164	0,173	0,155		
6	Empaquetar		0,890	0,946	0,927	0,957	0,955	0,959	0,954	0,954	0,973	0,890	0,029	0,940	0,969	0,911		
7	Transporte a bodega		0,398	0,403	0,405	0,411	0,438	0,403	0,411	0,432	0,433	0,411	0,014	0,414	0,429	0,400		

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

3.2.14.3. Cálculo del coeficiente de rango propuesto

En la Tabla 55 se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

Tabla 55: Cálculo de coeficiente de rango del ovillado propuesto.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción											Estudio		2		
Proceso		Ovillado											Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger Safra Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR	
1	Transporte a área de ovillado	Medardo Moposita	0,092	0,089	0,090	0,093	0,088	0,091	0,087	0,087	0,095	0,089	0,003	0,090	0,008	0,089	
2	Ajustar el porta piolas para obtener una masa uniforme		0,522	0,503	0,490	0,509	0,503	0,524	0,488	0,502	0,522	0,524	0,014	0,509	0,037	0,072	
3	Operación de ovillado		0,458	0,455	0,458	0,453	0,455	0,458	0,441	0,458	0,458	0,453	0,005	0,455	0,018	0,039	
Tiempo muerto por atender las máquinas retorcedoras			5,755	5,429	5,422	5,706	5,543	5,755	5,709	5,591	5,787	5,591	0,134	5,629	0,365	0,065	
4	Control de peso y corte de exceso de piola		0,172	0,154	0,154	0,158	0,151	0,168	0,169	0,158	0,157	0,172	0,008	0,161	0,021	0,128	
Tiempo muerto por regresar la piola cuando hay exceso			0,183	0,162	0,157	0,156	0,153	0,171	0,156	0,153	0,158	0,183	0,012	0,163	0,031	0,187	
Tiempo muerto de traslado de una ovilladora a otra			0,054	0,055	0,056	0,055	0,051	0,056	0,051	0,053	0,055	0,052	0,002	0,054	0,005	0,093	
5	Colocar el ovillo en la mesa para envolverlo		0,165	0,165	0,154	0,156	0,172	0,156	0,165	0,156	0,170	0,165	0,006	0,162	0,018	0,110	
6	Empaquetar		0,957	0,946	0,927	0,957	0,955	0,959	0,954	0,954	0,927	0,946	0,012	0,948	0,033	0,034	
7	Transporte a bodega		0,429	0,403	0,405	0,411	0,400	0,403	0,411	0,403	0,411	0,411	0,008	0,409	0,029	0,071	

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango

3.2.14.4. Suplementos para el proceso de ovillado propuesto

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Figura 1.

Tabla 56: Suplementos para el proceso de ovillado propuesto.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Transporte area de ovillado	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Ajustar el porta piolas para tener una masa uniforme	H	5	4	2	2	0	0	0	0	13%
Operación de Ovillado	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Control de peso y corte exceso de piola	H	5	4	2	0	0	1	0	0	12%
Colocar ovillo en la mesa para envolverlo	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Empaquetar	H	5	4	2	2	0	1	0	0	14%
Transporte a bodega	H	5	4	2	0	1	0	0	0	12%

3.2.14.5. Cálculo del tiempo de ciclo propuesto.

En Tabla 57 se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de ovillado de H1.

Tabla 57: Cálculo del tiempo de ciclo del ovillado propuesto.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción											Estudio		2		
Proceso		Ovillado											Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Transporte a área de ovillado	Medardo Moposita	0,092	0,089	0,090	0,093	0,088	0,091	0,087	0,087	0,095	0,089	0,090	100%	0,090	0,11	0,280
2	Ajustar el porta piolas para obtener una masa uniforme		0,522	0,503	0,490	0,509	0,503	0,524	0,488	0,502	0,522	0,524	0,509	100%	0,509	0,13	0,560
3	Operación de ovillado		0,458	0,455	0,458	0,453	0,455	0,458	0,441	0,458	0,458	0,453	0,455	100%	0,455	0,11	0,500
Tiempo muerto por atender las máquinas retorcedoras			5,755	5,429	5,422	5,706	5,543	5,755	5,709	5,591	5,787	5,591	5,629	100%	5,629	0,11	6,580
4	Control de peso y corte de exceso de piola		0,172	0,154	0,154	0,158	0,151	0,168	0,169	0,158	0,157	0,172	0,161	125%	0,202	0,12	0,240
Tiempo muerto por regresar la piola cuando hay exceso			0,183	0,162	0,157	0,156	0,153	0,171	0,156	0,153	0,158	0,183	0,163	100%	0,163	0,11	0,190
Tiempo muerto de traslado de una ovilladora a otra			0,054	0,055	0,056	0,055	0,051	0,056	0,051	0,053	0,055	0,052	0,054	100%	0,054	0,11	0,140
5	Colocar el ovillo en la mesa para envolverlo		0,165	0,165	0,154	0,156	0,172	0,156	0,165	0,156	0,170	0,165	0,162	125%	0,203	0,11	0,360
6	Empaquetar		0,957	0,946	0,927	0,957	0,955	0,959	0,954	0,954	0,927	0,946	0,948	100%	0,948	0,14	1,070
7	Transporte a bodega		0,429	0,403	0,405	0,411	0,400	0,403	0,411	0,403	0,411	0,411	0,409	100%	0,409	0,12	1,020
TC (min)																	10,95
<small>DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental</small>																	

3.2.15. Tiempo Estándar proceso propuesto

Para obtener el tiempo estándar se debe tener en cuenta que nuestro tiempo disponible laboral es de 8 horas, transformándolo a minutos sería de 480 minutos los cuales son utilizados para elaborar 43 pacas planificadas por los involucrados.

$$TE = \frac{TDL}{UP}$$

$$TE = \frac{480 \text{ minutos}}{43 \text{ pacas}}$$

$$TE = 11,16 \frac{\text{minutos}}{\text{pacas}}$$

Del cálculo del tiempo estándar se indica el ciclo en el que debe salir una paca de 20 ovillos, si es que se quiere cumplir con las 43 pacas planificadas en un lapso de 480 minutos.

3.2.16. Número de estaciones proceso propuesto

Primero se debe calcular la suma del tiempo de todas las tareas requeridas por el proceso que en nuestro caso viene a ser 26,48. Por último, debemos dividir ese número por el valor del tiempo estándar que nos dio un total del 11,16 minuto.

$$Nt = \frac{Tt}{TT}$$

$$Nt = \frac{26,48}{11,16}$$

$$Nt = 2,37 \approx 2 \text{ estaciones}$$

3.2.17. Eficiencia del proceso propuesto

Para determinar la eficiencia se debe de coger la sumatoria de todas las actividades del proceso que en nuestro caso sería 26,48 y dividirlo para el número de estaciones multiplicado por el Tiempo estándar.

$$E = \frac{Tt}{Nt * TT}$$

$$E = \frac{26,48}{2 \times 11,16} \times 100 \%$$

$$E = 119 \%$$

3.2.18. Índice de productividad (IP) del proceso propuesto

El índice de productividad demuestra la cantidad de unidades que se puede hacer en una hora. Para calcular el índice de productividad se relaciona las unidades de producción daría y el tiempo que se dispone, para la cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$IP = \frac{Pd}{TDL}$$

$$IP = \frac{43 \text{ pacas}}{480 \text{ minutos}}$$

$$IP = 0,089 \frac{\text{pacas}}{\text{minutos}}$$

$$IP = 0,089 \frac{\text{pacas}}{\text{minutos}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 5,37 \frac{\text{pacas}}{\text{hora}}$$

3.2.19. Número de operarios del proceso propuesto

Para la determinación del número de operarios que se necesita en la línea de producción para cumplir con las 43 pacas planificadas se relaciona el tiempo total estándar de la línea multiplicado por el IP sobre la eficiencia productiva correspondiente al 119 %.

$$NO = \frac{\sum TT \times IP}{E}$$

$$NO = \frac{26,48 \times 0,089}{1,19}$$

$$NO = 1,98 \approx 2$$

3.2.20. Incremento de productividad

$$P = \frac{43-25}{25} \times 100\%$$

$$P = 0,72 \times 100 \%$$

$$P = 72 \%$$

3.2.21. Simulación en FlexSim del proceso propuesto

3.2.21.1. Indicadores de FlexSim proceso propuesto

Anteriormente se simula el modelo propuesto de la empresa Cordeplast S.A, ahora corresponde añadir indicadores de los tiempos de ciclo (extracción, bobinado, torción y ovillado) En la Figura 52 se muestra los indicadores de los tiempos de ciclo.

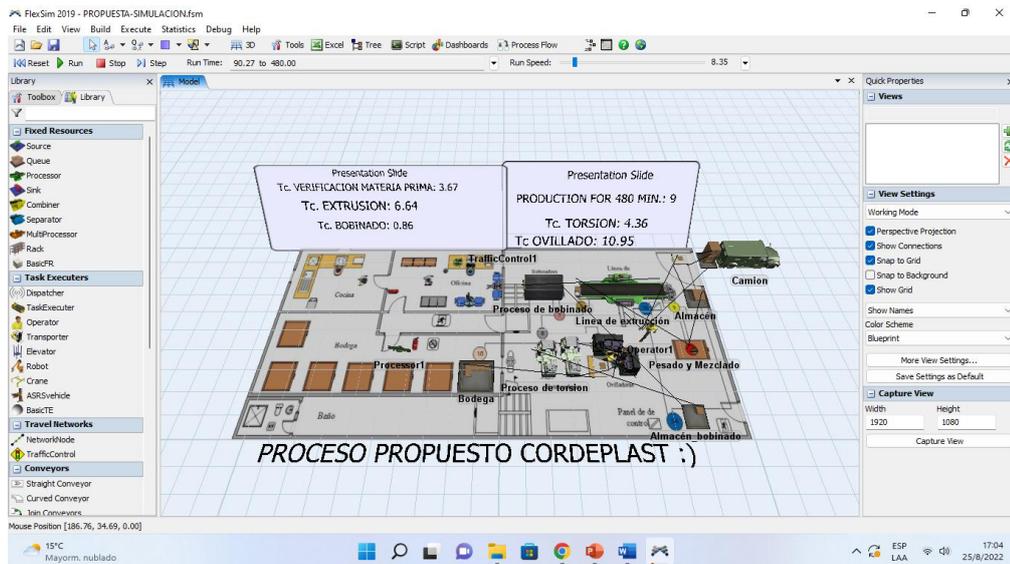


Figura 52: Software FlexSim proceso propuesto.

La importancia de estos indicadores visual radica en que se puede apreciar los tiempos de ciclo del proceso. En la Figura 53 se muestra los valores de los tiempos de ciclo.



Figura 53: Software FlexSim valores de los Tc propuesto.

Para reanalizar estos indicadores se da click en visual objects seleccionado slide, después se arrastra a el área de simulación o se presiona en la posición de trabajo, este slide sirve para ingresar los indicadores de tiempos de ciclo. En la Figura 54 se muestra el visual objects y la opción slide.

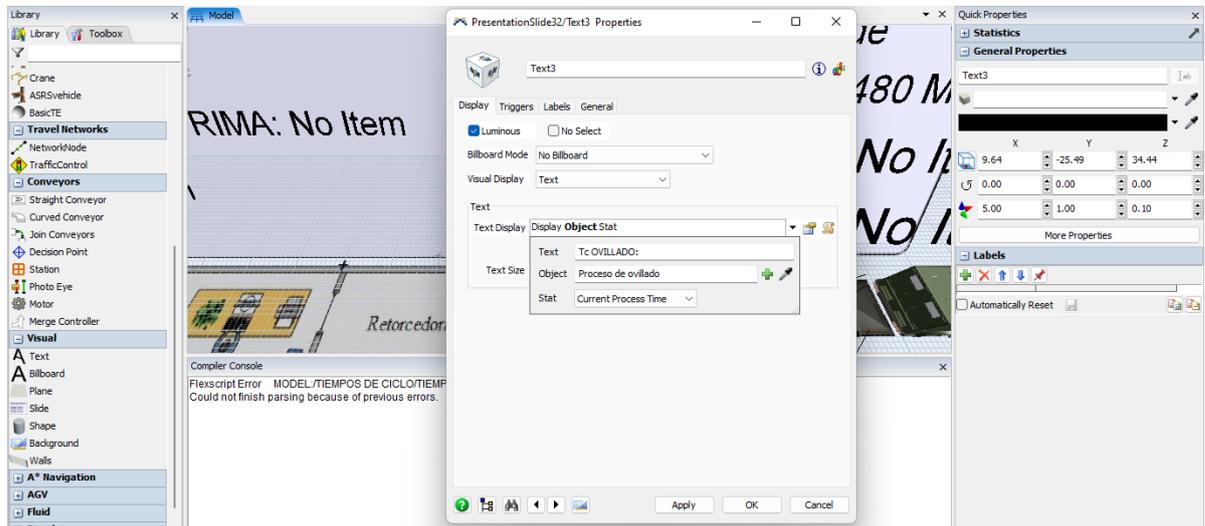


Figura 54: Software FlexSim opción slide.

Para configurar el slide se presiona clic derecho se puede cambiar el tipo de figura que interese agregar disponible en FlexSim, también se puede cambiar el tamaño del slide acorde a la necesidad de manera manual dándole clic y jalando los conos en el plano X, Y y X o también ingresando los valores en el quick properties. En la Figura 55 se muestra el menú de configuración de los indicadores visuales.

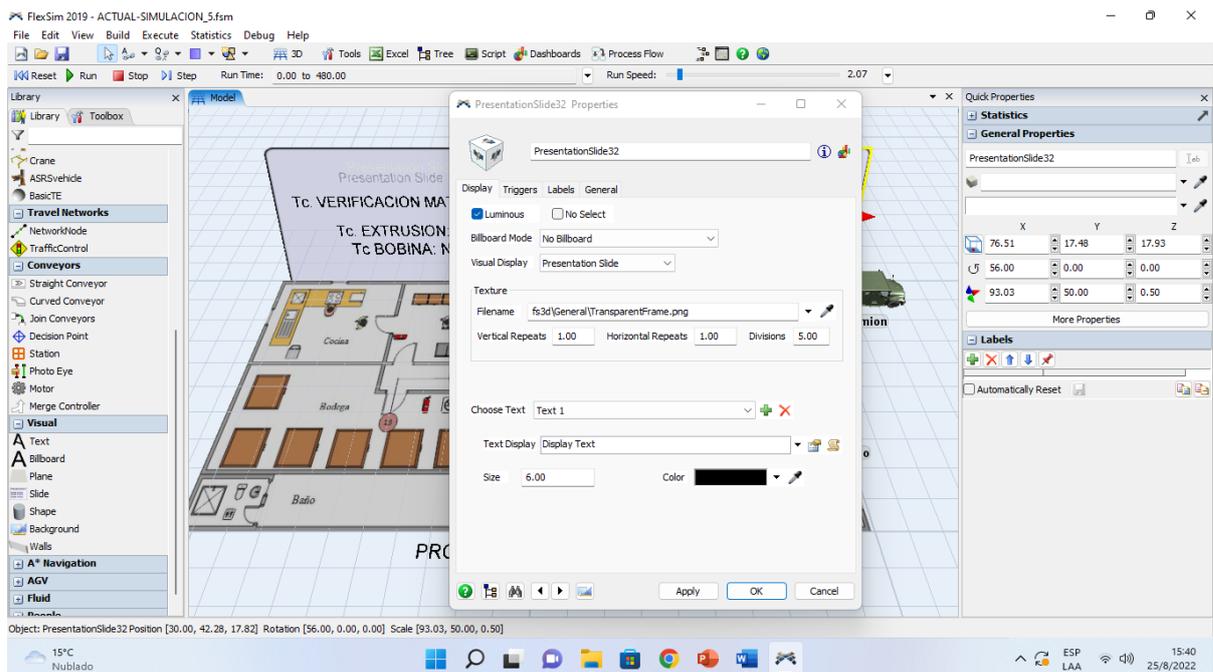


Figura 55: Software FlexSim configuración slide propuesto.

Para anclar el Tc. del proceso se presiona en la opción de object statistic, después se selecciona el proceso en este caso el proceso extrusión y “ok” para que se guarde la información ingresada y así sucesivamente con los demás procesos. En la Figura 56 se muestra la configuración para el indicador del Tc. de extrusión.

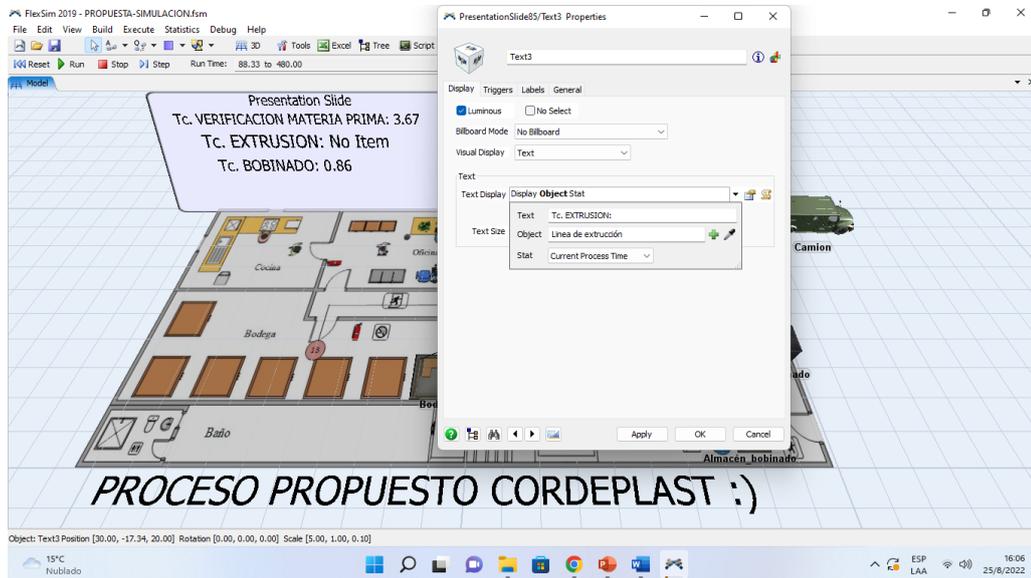


Figura 56: Software FlexSim configuración indicador Tc extrusión propuesto.

3.2.22. Tabla de valores actual vs. Propuesta.

Con el diseño de establecer el tiempo estándar total del proceso ovillado en primer lugar se considera el tiempo total estándar del área analizada, de la cual se obtiene 19,01 minutos, mientras que para el proceso propuesto es de 10,95 minutos, acorde al estudio del tiempo estándar del área asimilada se examina el tiempo de todas las actividades con el propósito de que los trabajadores se acoplen a la semejante obligación de trabajo en el tiempo de la jornada laboral, para lo cual se examina el tiempo de jornada laboral, que es de 8 horas equivalente a 480 minutos.

Tabla 58: Valores actuales vs propuestos.

Tabla de valores actual vs. Propuesta					
Nº	Proceso actual	tiempo de ciclos	Nº	Proceso propuesto	tiempo de ciclos en
1	Recepción de la materia prima	1,24	1	Recepción de la materia prima	0,94
2	Verificación materia prima	0,73	2	Verificación materia prima	1,1
3	Almacenamiento materia prima	1,63	3	Almacenamiento materia prima	1,63
4	Proceso extrusión	7,61	4	Proceso extrusión	6,64
5	proceso bobinado	1	5	proceso bobinado	0,86
6	Proceso de torsión	4,51	6	Proceso de torsión	4,36
7	proceso de ovillado	19,01	7	proceso de ovillado	10,95
Total tiempo de ciclo (minutos)		35,73	Total tiempo de ciclo (minutos)		26,48
Pacas producidas en 8 horas		25,25	Pacas producidas en 8 horas		43,84

3.2.23. Cálculo de costos del rediseño de planta

Una vez culminado con los cálculos del tiempo estándar, determinaremos el costo del rediseño en base a la persona que realiza este trabajo, para este caso en particular es el operario, por lo que se tomará en cuenta la producción de cada trabajador.

Tabla 59: Perdidas monetarias por los seis días de paralización.

Operario	Producción	Precio por paca	Total	Total por los 6 días de inactividad
Operario de la mañana	25 pacas	\$ 13,00	\$ 325,00	\$ 1.950,00
Operario de la tarde	25 pacas	\$ 13,00	\$ 325,00	\$ 1.950,00
Operario de la noche	25 pacas	\$ 13,00	\$ 325,00	\$ 1.950,00
TOTAL			\$ 975,00	\$ 5.850,00

El tiempo predestinado para el rediseño es de seis días según los criterios de los involucrados, es necesario realizar adecuaciones en la red eléctrica en todas las áreas (extrusión, bobinado, torsión y ovillado) con el fin de instalar nuevas conexiones que permitan su funcionamiento de una manera óptima, para ello se tomaron en cuenta los siguientes materiales:

Tabla 60: Presupuesto para cuadros y protección.

OBJETO	Ud	Precio/ud	Total
Armario 600x600x225	1	\$ 596.67	\$ 596.67
I.Aut 100A 15kA IV	1	\$ 538.34	\$ 538.34
I.Aut 80A 15kA IV	1	\$ 320.72	\$ 320.72
I.Mag 16A 15kA IV	1	\$ 183.88	\$ 183.88
I.Mag 10A 15kA IV	4	\$ 87.97	\$ 351.88
I.Dif IV 100A 300mA	1	\$ 396.00	\$ 396.00
TOTAL			\$ 2,387.49

Para la mejora de la distribución de planta se debe de adquirir varios cables para la implementación de la nueva red eléctrica los cuales en base a los criterios de los involucrados se necesitan varios de ellos, a continuación, se detallan en la Tabla 61.

Tabla 61: Presupuesto para cables.

CABLES	Long(m)	Precio/m	Total
240 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 29.33	\$ 439.95
120 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 15.05	\$ 225.75
95 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 11.87	\$ 178.05
70 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 9.13	\$ 136.95
50 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 6.72	\$ 100.80
35 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 4.81	\$ 72.15
25 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 3.33	\$ 49.95
16 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 2.15	\$ 32.25
10 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 1.43	\$ 21.45
6 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 0.91	\$ 13.65
4 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 0.66	\$ 9.90
2,5 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 0.51	\$ 7.65
1,5 XLPE 0,6/1kV	15	\$ 0.38	\$ 5.70
2,5 PVC 700V	15	\$ 0.28	\$ 4.20
1,5 PVC 700V	15	\$ 0.16	\$ 2.40
TOTAL			\$ 1,300.80

A continuación, se presenta la Tabla 62 con el presupuesto para las canalizaciones que se debería comprar la empresa para la redistribuían de la empresa según los criterios de los involucrados.

Tabla 62: Presupuesto para canalizaciones.

CANALIZACIONES	Long (m)	Precio/m	Total
TUBO PVC 75mm	30	\$ 4.42	\$ 132.60
TUBO PVC 63mm	20	\$ 3.85	\$ 77.00
TUBO PVC 50mm	30	\$ 2.85	\$ 85.50
TUBO PVC 40mm	20	\$ 2.08	\$ 41.60
TUBO PVC 25mm	30	\$ 1.00	\$ 30.00
TUBO PVC 20mm	20	\$ 0.68	\$ 13.60
TUBO PVC 16mm	30	\$ 0.48	\$ 14.40
TOTAL			\$ 394.70

En la Tabla 63 se detallan la toma corrientes que debería adquirir la empresa para la nueva distribución de la misma.

Tabla 63: Presupuesto de las tomas corriente para la nueva distribución.

OBJETO	Ud	Precio/Ud	Total
Tomas corriente trif.	\$ 9.00	\$ 6.94	\$ 62.46
Tomas corriente mon.	\$ 20.00	\$ 4.09	\$ 81.80
TOTAL			\$ 144.26

En la Tabla 64 se presenta el presupuesto para las luminarias que se deberían instalar en la empresa para que mejore su luminosidad.

Tabla 64: Presupuesto de las luminarias de la empresa.

LUMINARIA	Und.	Precio/Ud	Total
Philips Lighting 4ME550 P-WB 1xHPI- P400W-BU SGR +9ME100 R GC D550_767	3	\$ 45.00	\$ 135.00
Philips Lighting BRP708 1xGRN35/740 SRN	3	\$ 12.75	\$ 38.25
Philips Lighting DN125B D234 1xLED20S/840	3	\$ 19.22	\$ 57.66
Philips Lighting DN450B 1xDLM2000/840	3	\$ 23.50	\$ 70.50
Philips Lighting RC125B W60L60 1xLED34S/840	3	\$ 12.99	\$ 38.97
Philips Lighting RC165V W60L60 1xLED34S/840 PSU	3	\$ 19.99	\$ 59.97
Philips Lighting WL120V LED16S/840	3	\$ 19.90	\$ 59.70
TOTAL			\$ 460.05

Dándonos un total de \$ 4687,29 dólares que se debe de gastar en la instalación eléctrica, lo cual se puede verificar en la proforma que se encuentra en los anexos.

Para que la redistribución se vea mucho mejor se recomienda pintar los puestos de trabajo en el piso y además de la fachada de la empresa para que tenga una mejor presentación. Para esta actividad se realizó el siguiente presupuesto lo cual se detalla en la Tabla 65.

Tabla 65: Presupuesto de pintura.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	% Desc.	Sub total
ESMBALTE DURACOLOR GALON	5	UNIDAD	\$ 13.84	0.00	\$ 69.20
RODILLO INGCO ANTIGENO 9"x 18	5	UNIDAD	\$ 4.42	0.00	\$ 22.10
BROCHA	5	UNIDAD	\$ 2.01	0.00	\$ 10.05
TANQUE 1100 LT	1	UNIDAD	\$ 155.27	0.00	\$ 155.27
CODO PP R/R 1/2"*45	10	UNIDAD	\$ 0.76	0.00	\$ 7.60
TEE RED. DES. 110 MM A 50 MM	10	UNIDAD	\$ 4.42	0.00	\$ 44.20
UNION PP R/R 1/2"	10	UNIDAD	\$ 0.54	0.00	\$ 5.40
TAPON H PP R/R 1/2"	10	UNIDAD	\$ 0.40	0.00	\$ 4.00
UNIVERSAL PP R/R 1/2"	10	UNIDAD	\$ 1.03	0.00	\$ 10.30
TAPON M PP R/R 1/2"	10	UNIDAD	\$ 0.40	0.00	\$ 4.00
NEPLO PLAST. 1/2" x 6 CMTS.	10	UNIDAD	\$ 0.27	0.00	\$ 2.70
NEPLO PLAST. 1/2" x 10 CMTS.	10	UNIDAD	\$ 0.40	0.00	\$ 4.00
TOTAL					\$ 379.40

Dádonos un total de \$ 379,4 dólares lo cual se puede verificar en la cotización realizada y que se encuentra en anexos.

A continuación, se presenta la Tabla 66 del presupuesto para las tuberías para los cables de la maquinaria y se los cotizo de acuerdo a los criterios de los involucrados.

Tabla 66: Presupuesto de las tuberías para cables.

Descripción	Cantidad	Precio uni.
TUBO 20MM TERMOFUSIÓN POLIMEX	1	\$ 8.50
CODO 20MM VESBO TERMOFUSIÓN	1	\$ 0.35
TEE 20MM VESBO	1	\$ 0.40
CODO 20*45 MM VESBO TERMOFUSIÓN	1	\$ 0.45
UNION 20MM VESBO TERMOFUSIÓN HE	1	\$ 2.50
UNION 20MM VESBO TERMOFUSIÓN MA	1	\$ 3.00
UNION 20MM VESVO TERMOFUSIÓN	1	\$ 0.33
PUENTE 20MM TERMOFUSIÓN ALEMAN	1	\$ 2.10
UNIVERSAL 20MM VESBO TERMOFUSIÓN	1	\$ 3.42
CORTADORA TUBO PVC PUMPKIN	1	\$ 8.00
FUSIONADORA COMANDO 20-32MM	1	\$ 20.00
TOTAL		\$ 49.05

Dádonos un total de \$ 49,05 dólares lo cual se puede verificar en la cotización realizada y que se encuentra en los anexos.

El presupuesto para lo que vendría a ser la mano de obra (Tabla 67), los acabados (Tabla 68) y el montaje (Tabla 69) se presentan a continuación según el criterio de los involucrados.

Tabla 67: Presupuesto mano de obra electricista.

Recurso	Cantidad	Valor por los 6 días
Electricista	1	\$ 900.00
Ayudante	1	\$ 500.00
TOTAL		\$ 1,400.00

En la Tabla 68 se presenta el valor del presupuesto para lo que es el acabado de pintura.

Tabla 68: Presupuesto de los acabados.

Acabados				
Recursos	Cantidad	Valor	Días	Valor total
Maestro pintor	1	\$ 50.00	6	\$ 300.00
Ayudante	1	\$ 40.00	6	\$ 240.00
Aquiler andamio	2	\$ 12.00	6	\$ 144.00
Cuadrilla de aseo	1	\$ 40.00		\$ 40.00
Varios	1	\$ 90.00		\$ 90.00
TOTAL				\$ 814.00

En la Tabla 69 se presenta el valor del presupuesto para el montaje de la empresa.

Tabla 69: Presupuesto para el montaje de la empresa.

Montaje				
Recursos	Cantidad	Valor	Días	Valor total
Montacargas	1	\$ 30.00	6	\$ 180.00
Repisas	1	\$ 25.00		\$ 25.00
Señalética	5	\$ 60.00		\$ 300.00
Botiquín primeros auxilio	1	\$ 40.00		\$ 40.00
Material de Aseo	1	\$ 50.00		\$ 50.00
EPP	6	\$ 120.00		\$ 720.00
TOTAL				\$ 1,315.00

Luego de conversar con gerencia y contaduría se les hizo la propuesta de que adquieran una nueva Línea de extrusión ya que la que tienen es de segunda mano y con el transcurso de los años ha comenzado a tener fallas en su proceso.

Tabla 70: Presupuesto para la Línea de extrusión

Descripción	Cantidad	Precio
Línea de extrusión	1	\$ 90,000.00
(la línea incluye los rodillo, corte y estiramiento)	1	\$ 90,000.00

En la Tabla 71 se presenta el resumen de los valores para la implementación.

Tabla 71: Presupuesto Total para la implementación

Detalle	Valor
Presupuesto para red eléctrica	\$ 4,687.29
Presupuesto de canalizaciones para cables	\$ 49.05
Presupuesto de acabados	\$ 1,193.40
Presupuesto mano de obra electricista	\$ 1,400.00
Presupuesto de montaje	\$ 1,315.00
Presupuesto para línea de extrusión	\$ 180,000.00
TOTAL	\$ 188,644.74

En total, la propuesta de distribución tiene un valor de \$ 188.644,74. Después de dar el valor del proyecto al gerente y a su socio, se recomienda que si quieren implementar deberían hacer un préstamo bancario como se especifica a continuación:

Tabla 72: Estado de resultados proporcionado por la empresa.

DATOS	
Inversión total	\$ 188,644.74
Costos de redistribución	\$ 8,644.74
Rodillo, corte y estiramiento	\$ 90,000.00
Extrusora	\$ 90,000.00
Inversión diferida	\$ 25,000.00
Capital de trabajo	\$ 25,000.00
Vida Útil Maq.	5
Depreciación línea recta	
Valor de rescate	\$ -
Financiamiento	70%
Plazo del préstamo	5
Tasa de interés	14%
Amortización nivelada	
Ventas netas	\$ 90,000.00
Costo fijo	\$ 15,000.00
Costos variables	\$ 20,000.00
Gastos administrativos	\$ 3,000.00
Gastos de ventas	\$ 2,000.00
Crecimiento de ventas	11%
Crec. Gastos de ventas	14%
Crec. Gastos de producción	11%
Crec. Gastos administrativos	14%
Vida del proyecto	5
Tasa impositiva	30%
TMAR del inversionista	25%

Primeramente, comenzamos con el cálculo de la depreciación, nos colocamos en la intersección del año 0 y la fila VALOR DE LIBROS, va a ser el total de maquinaria que en este caso es de

\$ 90.000,00 después calculamos la depreciación anual en el año 1 que es por el método de línea recta utilizando la función =SLN devuelve la depreciación por método directo de un activo en un periodo dado, una vez calculado esto va a ser para cada uno de los años. Ahora para calcular el saldo en libros toca coger el valor de libros en el año 0 menos la depreciación anual en el año 1 y así sucesivamente para todo.

Tabla 73: Depreciación por el método de línea recta.

DEPRECIACIÓN MÉTODO LINEA RECTA						
AÑOS	0	1	2	3	4	5
DEPRECIACIÓN ANUAL		\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00
VALOR EN LIBROS	\$ 90,000.00	\$ 72,000.00	\$ 54,000.00	\$ 36,000.00	\$ 18,000.00	\$ -

Ahora para realizar el calendario de pago por el método de amortización nivelada debemos ubicarnos la celda del saldo insoluto del año 0 y colocamos nuestro valor del préstamo que en este caso el financiamiento es del 70% por la inversión total que es \$ 188.644,74. Lo que nos da un saldo insoluto de \$ 132,051.32 luego se calcula el abono a la deuda del año 1 con el saldo insoluto del año 0 entre el plazo del préstamo que es de 5 años y nos da un resultado de \$ 26,410.26 y esto va a ser para todos los años, ahora el interés para el año 1 en este caso tenemos del 14% por el saldo insoluto del año 0 dándonos como resultado un valor de \$ 18,487.18 luego la cuota que lo encontramos con el abono a la deuda del año 1 más los intereses y el saldo insoluto va a ser el valor del año 0 menos el abono de la deuda dándonos un total de \$ 44,897.45.

Tabla 74: Método de amortización nivelada.

MÉTODO DE AMORTIZACIÓN NIVELADA						
AÑOS	0	1	2	3	4	5
ABONO DE LA DEUDA		\$ 26,410.26	\$ 26,410.26	\$ 26,410.26	\$ 26,410.26	\$ 26,410.26
INTERESES		\$ 18,487.18	\$ 14,789.75	\$ 11,092.31	\$ 7,394.87	\$ 3,697.44
CUOTA		\$ 44,897.45	\$ 41,200.01	\$ 37,502.57	\$ 33,805.14	\$ 30,107.70
SALDO INSOLUTO	\$ 132,051.32	\$ 105,641.05	\$ 79,230.79	\$ 52,820.53	\$ 26,410.26	\$ -

Ahora para calcular nuestra TMAR mixta tenemos que la tasa de la inversión financiera va a ser un 14% y del inversionista va a ser del 25%, ahora para calcular la TMAR mixta se debe de multiplicar el porcentaje de aportación y la tasa de interés.

Tabla 75: Cálculo de la TMAR.

	% DE APORTE	TASA	TMAR MIXTA
INSTITUCIÓN FINANCIERA	70%	14%	9.8%
INVERSIONISTA	30%	25%	7.5%
TOTAL	100%		17.3%

Ahora procedemos a completar nuestro flujo de caja, primeramente en nuestro año 0 tenemos nuestro préstamo que fue el 70% de financiamiento que vendría a ser de \$ 132,051.32 y en la

inversión total tenemos que es \$ 188.644,74 y ahora nuestro flujo de efectivo vendría a ser igual a la utilidad después del IR más la depreciación, más la amortización, más el valor del rescate, más el capital de trabajo, más el préstamo, menos el abono a la deuda y menos la inversión y eso vendría a ser nuestro flujo neto en el año 0, ahora nuestro ingresos va a ser las ventas que son \$90.000,00 el primer año, el segundo año va a ser los \$99.900,00 por la tasa de crecimiento que es del 11%. Para nuestros costos fijos son \$ 15.000,00 para todos los años, ahora nuestros costos variables tenemos que es de \$ 20.000,00 para el primer año luego para el año 2 dice que crece un 11%, ahora nuestros gastos de ventas dicen que son \$ 2.000,00 para el año 1 y para el año 2 dice que crecen en un 14% luego para los gastos administrativos tenemos \$ 3.000,00 y para el año se multiplica los \$ 3.000,00 por la tasa del 14%. Para la depreciación de maquinaria y equipo en este caso es de \$ 18.000,00 para todos los años, después para los intereses de nuestro prestamos colocamos los datos previamente calculados, para la amortización diferida dividimos nuestra inversión diferida que es \$ 25.000,00 entre la vida del proyecto que es 5 años. Para calcular la utilidad antes del IR va a ser igual a nuestros ingresos menos todas las salidas que tenemos en el pedido. Después para calcular el IR multiplicamos la utilidad antes del IR por un 30%, consecuente mente para encontrar la utilidad después del IR solo se debe de restar la utilidad antes del IR y el IR del 30%, luego para nuestra depreciación anual solo ponemos los datos ya calculados con anterioridad. Para la amortización diferida debemos dividir nuestra inversión diferida para la vida útil del proyecto que vendría a ser 5 años, para nuestro valor de rescate sabemos que es igual a 0 más la recuperación del monto de maquinaria y equipo en este caso son los \$ 90.000,00 cabe recalcar solo se ubica en el año 5, nuestro capital de trabajo que es de 25.000,00 también se debe de ubicar al final del periodo. Para el abono a la deuda colocamos nuestros datos calculados con anterioridad y con ello tendríamos nuestro flujo de efectivo.

Ahora para evaluar nuestro periodo de recuperación primero tenemos que calcular nuestro flujo neto acumulado que va a ser la suma del año 1 más el flujo neto del año 2 y así sucesivamente hasta recuperar nuestra inversión total, en este caso llegamos a recuperar en el año 5. Para calcular el valor presente neto (VAN) se lo calcula de la siguiente forma primero se utiliza el TMAR mixta y los valores que vendría a ser los valores de flujo de efectivo del año 1 al año 5 y a esto se le va a sumar el flujo neto de efectivo del año 0 y con eso tendríamos nuestro valor presente neto. Ahora para la tasa interna de retorno, utilizamos la función TIR en este caso nuestros valores van a ser desde el año 0 al año 5 y tendríamos una TIR del 35%.

Ahora para calcular el beneficio costo esta se calcula mediante un flujo de datos, los beneficios lo tenemos que sumar del flujo de caja que tenemos los ingresos, valor de rescate, capital de trabajo y el préstamo y así para los próximos años. Para lo que viene a ser los costos son la suma de los costos que son los costos fijos, costos variables, gastos de ventas, gastos administrativos, intereses, impuestos, el abono de la deuda y la inversión. Después teniendo nuestro flujo de datos vamos a calcular el VAN BENEFICIOS a este dato se lo calcula con el TMAR mixta y los flujos netos de todos los beneficios más el flujo del año 0 y repetimos lo mismo para el VAN COSTOS. Entonces para hacer la relación beneficio costo va a ser igual el VAN BENEFICIOS entre el VAN DE LOS COSTOS y tenemos que la relación beneficio costo es de 1,10.

Tabla 76: Flujo de efectivo proyectado.

Conceptos	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 90,000.00	\$ 99,900.00	\$ 110,889.00	\$ 123,086.79	\$ 136,626.34
Costos de producción						
Costos fijos		\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
Costos variables		\$ 20,000.00	\$ 22,200.00	\$ 24,642.00	\$ 27,352.62	\$ 30,361.41
Gastos de ventas		\$ 2,000.00	\$ 2,280.00	\$ 2,599.20	\$ 2,963.09	\$ 3,377.92
Gastos administrativos		\$ 3,000.00	\$ 3,420.00	\$ 3,898.80	\$ 4,444.63	\$ 5,066.88
Deprec. Maq. Y Equipos		\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00
Intereses		\$ 18,487.18	\$ 14,789.75	\$ 11,092.31	\$ 7,394.87	\$ 3,697.44
Amortización		\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Utilidad antes del IR		\$ 8,512.82	\$ 19,210.25	\$ 30,656.69	\$ 42,931.58	\$ 56,122.69
IR (30%)		\$ 2,553.84	\$ 5,763.08	\$ 9,197.01	\$ 12,879.47	\$ 16,836.81
Utilidad despues del IR		\$ 5,958.97	\$ 13,447.18	\$ 21,459.68	\$ 30,052.10	\$ 39,285.88
Depreciación		\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00
Amortización de Inv. Dif.		\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Valor de rescate						\$ 90,000.00
Capital de trabajo						\$ 25,000.00
Préstamo	\$ 132,051.32					
Abono a la deuda		\$ 26,410.26	\$ 26,410.26	\$ 26,410.26	\$ 26,410.26	\$ 26,410.26
Inversión	\$ 188,644.74					
FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ -56,593.42	\$ 2,548.71	\$ 10,036.91	\$ 18,049.42	\$ 26,641.84	\$ 150,875.62
FLUJO NETO ACUMULADO		\$ 2,548.71	\$ 12,585.62	\$ 30,635.04	\$ 57,276.88	\$ 208,152.50

En la Tabla 77 se presenta el cálculo del VAN y TIR.

Tabla 77: Cálculo del VAN y TIR.

PERIODO DE RECUPERACIÓN	5
VALOR PRESENTE NETO	\$46,070.38
TASA INTERNA DE RETORNO	35%
RELACION BENEFICIO COSTO	1.10

Tabla 78: Cálculo del VAN BENEFICIOS y COSTOS

	0	1	2	3	4	5
BENEFICIOS	\$ 132,051.32	\$ 90,000.00	\$ 99,900.00	\$ 110,889.00	\$ 123,086.79	\$ 251,626.34
COSTOS	\$ 188,644.74	\$ 87,451.29	\$ 89,863.09	\$ 92,839.58	\$ 96,444.95	\$ 100,750.72
VAN BENEFICIOS	\$528,414.41					
VAN COSTOS	\$482,344.03					

$TIR > 0$. El proyecto es aceptable, ya que su rentabilidad es mayor que la rentabilidad mínima requerida o coste de oportunidad.

Si el análisis de la relación C/B es mayor a 1 significa que es rentable, mientras que si es igual o menor a 1 indica que no es rentable.

3.3. EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

3.3.1. Técnico

Se ha logrado un impacto técnico positivo y mutuamente beneficioso. Por parte de los autores, se ha consolidado y potenciado el conocimiento ya que para desarrollar este proyecto se ha necesitado investigar fuentes de información diferentes: texto, internet, asesoramiento, seleccionar y aplicar el método más adecuado para optimizar el proceso de producción de piolas y cordeles, también puede tener experiencia práctica que sin duda ayudará mucho en el ambiente de trabajo.

3.3.2. Social

En definitiva, este impacto fue positivo para el área de producción en su conjunto y para la empresa, ya que se mejoró y estandarizó uno de sus procesos y se incrementó la eficiencia de productividad. Y este es un claro ejemplo que salir de tu zona de confort y arriesgarte al cambio siempre deja lecciones positivas para la sociedad en su conjunto.

3.3.3. Económico

El impacto económico que se genera en la empresa tiene que ver con el aumento de la eficiencia de la producción conjuntamente con la readecuación de las maquinas ovilladoras y la mesa en la que se emplastica y con ellos se logra incrementar las unidades producidas por día y con ellos se adquiere mayores ganancias en sus ventas.

Tabla 79: Ganancias del proceso actual vs el propuesto del producto H1.

Proceso	Producción de piolas	Precio de venta	Precio total	Por 3 turnos
Actual	25	\$ 13,00	\$ 325,00	\$ 975,00
Propuesto	43	\$ 13,00	\$ 559,00	\$ 1.677,00
Diferencia	18	\$ 13,00	\$ 234,00	\$ 702,00

En la Tabla 79 se evidencia claramente un incremento en las ventas, en un principio con el proceso actual el operario realiza 25 pacas obteniendo así la cantidad de \$ 325 y con el proceso propuesto se incrementó a 43 pacas y nos dio como resultado \$ 559 y se puede evidenciar una ganancia de \$ 234 por turno y esto se debe a que se generó un mejor desempeño al momento de realizar el trabajo.

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

4.1. CONCLUSIONES

Realizado los cálculos en las diferentes áreas de la empresa Cordeplast se concluye que requiere los servicios de otro operario ya que existe tiempos muertos en el área de ovillado, con esta propuesta realizada se evidencio que la productividad incrementa en un 72% del producto 1H.

Con el uso de herramientas de calidad como el diagrama de Flujo, diagrama causa- efecto se pudo clasificar los inconvenientes que tiene la empresa, así como los motivos de la demora en la entrega, permitiendo que se trabaje sobre los verdaderos problemas, sin gastar recursos materiales y humanos en aquellos que no reflejan valor económico.

Una vez que se realizó el estudio de tiempo estándar se refleja que 1 solo obrero realiza el proceso de producción de 1 paca en 19,01 min., con método propuesto de 2 obreros el tiempo reducirá a 10.95 min., comparando el primer dato con el segundo se obtiene una reducción de 8,06 min., beneficiando a la empresa con un aumento de productividad de 18 pacas por turno, y la eficiencia a la empresa.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda adquirir un medidor de metros con encoder y adaptarlo a la maquina ovilladora lo que puede garantizar la medición precisa de la máquina y facilitar el proceso de medición de piola que debe ir en cada ovillo, así se puede ahorrar el tiempo de pesaje del ovillo y optimizar aún más el proceso.

Se recomienda al encargado de producción que haga un seguimiento de la metodología propuesta por los tesisistas con el fin de conocer si se está cumpliendo con la eficiencia planteada por los estudiantes y así poder abarcar todos los pedidos de los clientes.

Se recomienda hacer un análisis económico con la propuesta de los tesisistas después de un año de haberlo implementado con el fin de conocer si se puede o no contratar más personal para el trabajo de ovillado.

Se recomienda colocar el desperdicio que sale de la línea de extrusión en bodega para luego mandarlo a reprocesar en la ciudad de Guayaquil y así obtener un espacio donde poner las pacas terminadas y así evitar un traslado demasiado extenso.

4.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

No aplica.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. A. Ipinza, «ACADEMIA,» PERU 2004. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/34814268/Administracion_y_direccion_de_la_produccion_Enfoque_estrategico. [Último acceso: JULIO 2022].
- [2] N. L. S. Florez, «Academia,» Octubre 2007. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/34444391/MEDICION_DEL_TRABAJO_TOTAL_332570_2013_II. [Último acceso: 23 Julio 2022].
- [3] M. -. C. T. David, «Estudio del proceso de fabricación del yogurt para la optimizacion de tiempos en la empresa "LEITOS",» Febrero 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4508/1/PI-000754.pdf>.
- [4] B. S. López, «Ingenieria Industrial Online,» 26 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/cronometraje-del-trabajo/>.
- [5] C. L. J. Fabricio, «Repositorio UTC,» Agosto 2021. [En línea]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8337/1/PI-001861.pdf>.
- [6] «Repositorio UTC,» Marzo 2022. [En línea]. Available: file:///PRESENTACION_PROYECCTO_TITULACION_ARMIJOS_SANDOVAL.pdf.
- [7] E. A. Reyes, «Khan Academy,» Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://es.khanacademy.org/math/probability/data-distributions-a1/summarizing-spread-distributions/a/calculating-standard-deviation-step-by-step>.
- [8] B. Lopez, «Ingenieria Industrial Online,» 26 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>.
- [9] INA, «Instituto Nacional de Aprendizaje,» Enero 2005. [En línea]. Available: https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/10795/mod_resource/content/1/GPIM%20R2/calculo.html.
- [10] F. Cristofani, «Atlas Consultora,» 17 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.atlasconsultora.com/calcular-capacidad-productiva/>.
- [11] N. A. C. Perdomo, «Ciencia y Sociedad,» Septiembre 2010. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87020009002.pdf>.
- [12] R. C. D. -. D. G. Gómez, «Administración de operaciones,» Febrero 2020. [En línea]. Available: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf.

- [13] J. R. Coronado, «Biblioteca.itson,» Diciembre 2008. [En línea]. Available: http://biblioteca.itson.mx/dac/sl/tesis/257_javier_rodriguez.pdf.
- [14] IBM, «Ibermática EMBRACING THE FUTURE,» 13 DICIEMBRE 2018. [En línea]. Available: <https://ibermaticaindustria.com/blog/6-problemas-que-pueden-surgir-en-tu-planta-productiva-a-la-hora-de-fabricar/>.
- [15] E. R. Cárdenas, «Itson.mx,» Marzo 2012. [En línea]. Available: <https://www.itson.mx/publicaciones/Documents/ingytec/productividadydesarrollo.pdf>.
- [16] L. E. O. Ospino, «Bonga.unisimon,» Octubre 2015. [En línea]. Available: https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/1836/Cap_1_Distribucion%20de%20tiempos.pdf?sequence=5&isAllowed=y.
- [17] M. G. V, «Metodología de distribución de plantas,» Diciembre 2011. [En línea]. Available: <file:///AplicacionDeMetodologiasDeDistribucionDePlantasPar4321593.pdf>.
- [18] L. A. J. Paola, «López Arboleda, Jessica Paola,» Ambato, 2019.
- [19] E. R. J. Santellán, «Organización del trabajo a través de métodos de tiempos y movimientos en el área de confección de vestidos del taller textil Nantu Tamia para aumentar la producción,» Ibarra, 2017.
- [20] T. O. F. Geovanny, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción de la empresa CEPESA,» Ambato, 2020.
- [21] M. R. C. José, «Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos productivos de la empresa CALZADO LIWI,» Ambato, 2018.
- [22] P. G. G. Rocío, «Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa "Prefabricados del Austro",» Cuenca, 2011.
- [23] A. G. N. Wilfrido, «Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa industria metálica Cotopaxi,» Latacunga, 2014.
- [24] E. V. L. Manuel, «Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de encartonado de blíster e influencia en el ciclo de producción en una empresa farmacéutica,» Latacunga, 2017.
- [25] J. A. PINEDA, «ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISO DE GRANITO EN LA FÁBRICA CASA BLANCA S.A,» Guatemala, 2005.
- [26] A. M. M. Choque, «ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD,» Bolivia, 2021.

- [27] K. M. C. AGUILAR, «Estudio de tiempos y movimientos en la Industria de Alimentos e Insumos I.A.F., Cantón Riobamba, período 2018.,» Riobamba, 2018.
- [28] M. E. C. RAMÍREZ, «ANÁLISIS DE MÉTODOS DE TRABAJO Y ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE CORTE: CASO PASAMANERÍA S.A.,» Cuenca, 2015.
- [29] M. C. A. Sebastián, «“Optimización en el proceso de pintura de las aeronaves en la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (DIAF) de la ciudad de Latacunga.”,» Latacunga, 2021.
- [30] S. R. J. Israel y L. Q. G. Vanessa, «Estandarización de los procesos productivos para mejorar la eficiencia en la empresa “CAPOLIVERY”,» Latacunga, 2021.
- [31] G. N. S. Verónica, Psicología General para la enfermería, vol. Primer, Ambato, 2017.
- [32] R. Kirschbaum, «Clarín,» [En línea]. Available: https://www.clarin.com/cultura/que-es-el-metodo-inductivo-significado-pasos-y-ejemplos_0_6AL5shQEw.html.
- [33] G. C. Vilchez, «Método de estudio a Distancia e Investigación,» 2019.
- [34] L. Castellanos, «Metodología de la Investigación,» 02 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/>.
- [35] L. R. Pérez, «Dialnet,» Noviembre 2005. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7291331>.
- [36] G. B. Paz, Metodología de la investigación, 2017.
- [37] E. G. Cano, «Diagrama de flujo».
- [38] D. B. Parra, «Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energía limpias,» 2020.
- [39] O. S. L. Fernando, «Estudio de tiempos,» [En línea]. Available: https://www.academia.edu/30866590/Estudio_de_Tiempos.

ANEXOS

Anexo I: Informe del URKUND



Document Information

Analyzed document	Tesis_Nata.pdf (D143330341)
Submitted	8/28/2022 8:11:00 PM
Submitted by	william villa
Submitter email	manuel.villa@utc.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	manuel.villa.utc@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	Análisis de un estudio de tiempos_CholoL_ChicaizaK_GuamangateL_ManobandaA_MartinezJ_MedinaJ_MedinaE.pdf Document Análisis de un estudio de tiempos_CholoL_ChicaizaK_GuamangateL_ManobandaA_MartinezJ_MedinaJ_MedinaE.pdf (D113075960)		5
SA	Tesis Insecticidas.doc Document Tesis Insecticidas.doc (D14811649)		1
SA	eSTUDIO DEL TRABAJO.doc Document eSTUDIO DEL TRABAJO.doc (D15684997)		1
SA	TESIS - LENIN OMAR VILLACIS CARRILLO.pdf Document TESIS - LENIN OMAR VILLACIS CARRILLO.pdf (D123515576)		2
SA	TESIS REVISADO LISETH MORENO.. (1).pdf Document TESIS REVISADO LISETH MORENO.. (1).pdf (D104027436)		2
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / desarrollo de tesis.docx Document desarrollo de tesis.docx (D54410528) Submitted by: tania.berrezueta5166@utc.edu.ec Receiver: tania.berrezueta5166.utc@analysis.urkund.com		1
SA	Proyecto de estudio de tiempos y movimientos_Andaluz.I_Calderón.B_Martínez.A .pdf Document Proyecto de estudio de tiempos y movimientos_Andaluz.I_Calderón.B_Martínez.A .pdf (D113083757)		1
SA	Tesis Lizano Guzmán Génesis Nicole.pdf Document Tesis Lizano Guzmán Génesis Nicole.pdf (D142198292)		1
SA	TESIS MIGUEL GUACHI.pdf Document TESIS MIGUEL GUACHI.pdf (D123517787)		8
SA	TESIS - CRISTIAN OROZCO.pdf Document TESIS - CRISTIAN OROZCO.pdf (D142305910)		1
W	URL: https://math.stackexchange.com/questions/1422895/formula-for-sequence-0-0-0-0-1-0-0-0-1-ldots Fetched: 8/11/2021 5:11:35 PM		1

Entire Document

Anexo IV: Cálculos propuestos del área de recepción de materia prima.

En la siguiente tabla se establecen las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de recepción de materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS														
Departamento		Producción										Estudio	2	
Proceso		Recepción materia prima										Unidad de tiempo	Segundos	
Método		Actual		Propuesto				X	Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Estacionar el camión correctamente	Medardo Moposita	31,12	32,05	30,43	30,24	31,14	32,25	32,15	31,24	31,16	35.98		
2	Retirar candado de seguridad		5,12	5,34	5,76	5,23	5,55	5,26	5,76	5,76	5,85	5,23		
3	Abrir puertas del camión		9,67	9,56	10,45	10,78	9,56	9,45	10,67	10,56	9,45	9,87		
4	Control visual de la materia prima		6,34	7,23	6,68	6,78	7,87	7,89	6,67	6,23	6,78	6,23		

Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de verificación de la materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio	2			
Proceso		Recepción materia prima										Unidad de tiempo	Minutos			
Método		Actual		Propuesto				X	Fecha		28/7/2022					
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Estacionar el camión correctamente	Medardo Moposita	0,519	0,534	0,507	0,504	0,519	0,538	0,536	0,521	0,519	35.98	0,012	0,522	0,534	0,510
2	Retirar candado de seguridad		0,085	0,089	0,096	0,087	0,093	0,088	0,096	0,096	0,098	0,087	0,005	0,091	0,096	0,087
3	Abrir puertas del camión		0,161	0,159	0,174	0,180	0,159	0,158	0,178	0,176	0,158	0,165	0,009	0,167	0,176	0,158
4	Control visual de la materia prima		0,106	0,121	0,111	0,113	0,131	0,132	0,111	0,104	0,113	0,104	0,010	0,115	0,125	0,104

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

Cálculos propuestos del coeficiente de rango para el área de recepción de materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción											Estudio		2		
Proceso		Recepción materia prima											Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger Safla Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL	NOMBRE DEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR	
1	Estacionar el camión correctamente	Medardo Moposita	0,519	0,534	0,533	0,531	0,519	0,530	0,532	0,521	0,519	35.10	0,007	0,526	0,015	0,029	
2	Retirar candado de seguridad		0,059	0,089	0,096	0,087	0,093	0,088	0,096	0,096	0,092	0,087	0,011	0,088	0,037	0,423	
3	Abrir puertas del camión		0,161	0,159	0,174	0,162	0,159	0,158	0,152	0,176	0,158	0,165	0,007	0,162	0,024	0,148	
4	Control visual de la materia prima		0,106	0,121	0,111	0,113	0,124	0,122	0,111	0,104	0,113	0,104	0,007	0,113	0,020	0,179	
DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango																	

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Tabla 5.

Suplementos para el proceso de verificación de materia prima

Suplementos por descanso											
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)	
Contar y revisar el rotulo de todas las lonas	H	5	4	2	0	0	0	0	0		11%
Verificar el peso y la cantidad del producto	H	5	4	2	0	0	0	0	1		12%
Firmar el recibido por el representante	H	5	4	2	0	0	0	0	0		11%

Cálculos propuestos del tiempo de ciclo para el área de recepción de materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		2			
Proceso		Recepción materia prima										Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual				Propuesto				X		Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis			
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Estacionar el camión correctamente	Medardo Moposita	0,519	0,534	0,533	0,531	0,519	0,530	0,532	0,521	0,519	35,10	0,526	100%	0,53	0,11	0,58
2	Retirar candado de seguridad		0,059	0,089	0,096	0,087	0,093	0,088	0,096	0,096	0,092	0,087	0,088	75%	0,07	0,11	0,07
3	Abrir puertas del camión		0,161	0,159	0,174	0,162	0,159	0,158	0,152	0,176	0,158	0,165	0,162	100%	0,16	0,13	0,18
4	Control visual de la materia prima		0,106	0,121	0,111	0,113	0,124	0,122	0,111	0,104	0,113	0,104	0,113	75%	0,08	0,11	0,09
TC. (min)																	0,94

Anexo V: Cálculos propuestos para el área de verificación de la materia prima.

En la siguiente tabla se establecen las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de verificación materia prima

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		2			
Proceso		Verificación de la materia prima										Unidad de tiempo		Segundos			
Método		Actual				Propuesto				X		Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis			
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Contar y revisar el rótulo de todas las lonas	Medardo Moposita	27,6	27,8	27,3	27,5	28,02	28,24	27,2	27,01	27,31	27,22					
2	Verificar el peso y la cantidad del producto		17,42	17,87	17,67	17,23	18,67	17,23	18,56	17,56	17,23	17,89					
3	Firmar el recibido por el representante		24,67	24,87	25,78	24,89	25,12	24,76	25,34	24,54	24,12	25,12					

Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de verificación de la materia prima

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio	2			
Proceso		Verificación de la materia prima										Unidad de tiempo	Minutos			
Método		Actual					Propuesto					X	Fecha	28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador	Nata Holger Safa Luis			
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Contar y revisar el rótulo de todas las lonas	Medardo Moposita	0,460	0,463	0,455	0,458	0,467	0,471	0,453	0,450	0,455	0,454	0,007	0,459	0,465	0,452
2	Verificar el peso y la cantidad del producto		0,290	0,298	0,295	0,287	0,311	0,287	0,309	0,293	0,287	0,298	0,009	0,296	0,304	0,287
3	Firmar el recibido por el representante		0,411	0,415	0,430	0,415	0,419	0,413	0,422	0,409	0,402	0,419	0,008	0,415	0,423	0,408
DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior																

En la siguiente tabla se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio	2			
Proceso		Verificación de la materia prima										Unidad de tiempo	Minutos			
Método		Actual					Propuesto					X	Fecha	28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador	Nata Holger Safa Luis			
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Contar y revisar el rótulo de todas las lonas	Medardo Moposita	0,460	0,463	0,455	0,458	0,463	0,465	0,453	0,450	0,455	0,454	0,005	0,458	0,015	0,032
2	Verificar el peso y la cantidad del producto		0,290	0,298	0,295	0,287	0,302	0,287	0,301	0,293	0,287	0,298	0,006	0,294	0,015	0,050
3	Firmar el recibido por el representante		0,411	0,415	0,422	0,415	0,419	0,413	0,422	0,409	0,421	0,419	0,005	0,416	0,013	0,032
DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango																

Suplementos para el proceso de verificación de materia prima

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Verificar el peso y la cantidad del producto	H	5	4	2	0	0	0	0	1	12%
Firmar el recibido por el representante	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%

En la siguiente tabla se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de verificación materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		1			
Proceso		Verificación de la materia prima										Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual				X	Propuesto					Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safa Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Revisar el rótulo de todas las lonas	Medardo Moposita	0,127	0,130	0,122	0,125	0,131	0,130	0,120	0,129	0,122	0,120	0,126	100%	0,126	0,110	0,14
2	Verificar el peso y la cantidad del producto		0,293	0,296	0,287	0,285	0,295	0,287	0,294	0,289	0,288	0,293	0,291	75%	0,218	0,120	0,24
3	Firmar el recibido por el representante		0,409	0,406	0,417	0,406	0,416	0,403	0,415	0,413	0,406	0,413	0,410	75%	0,308	0,110	0,34
TC. (min)																	0,73
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																	

Anexo VI: Cálculos propuestos para el almacenamiento de materia prima.

En la siguiente tabla se establecen las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de almacenamiento.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento		Producción									Estudio		1
Proceso		Almacenamiento									Unidad de tiempo		Segundos
Método		Actual		X	Propuesto						Fecha		28/7/2022
Producto		Piola H1									Observador		Nata Holger Safla Luis
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Limpieza del área de descarga	Medardo Moposita	52,330	52,500	49,520	51,110	52,160	53,010	49,900	52,200	54,020	52,800	
2	Acomodar palets		20,780	20,760	22,560	23,670	20,000	21,760	22,450	25,870	24,560	23,870	
3	Descargar carga		24,030	25,040	23,850	25,260	27,040	21,830	22,110	23,070	24,050	23,090	

Transformación de tiempos de segundos a minutos del proceso de almacenamiento

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción									Estudio		1			
Proceso		Almacenamiento									Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual		X	Propuesto						Fecha		28/7/2022			
Producto		Piola H1									Observador		Nata Holger Safla Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Limpieza del área de descarga	Medardo Moposita	0,872	0,875	0,825	0,852	0,869	0,884	0,832	0,870	0,900	0,880	0,023	0,866	0,889	0,843
2	Acomodar palets		0,346	0,346	0,376	0,395	0,333	0,363	0,374	0,431	0,409	0,398	0,031	0,377	0,408	0,346
3	Descargar carga		0,401	0,417	0,398	0,421	0,451	0,364	0,369	0,385	0,401	0,385	0,026	0,399	0,425	0,373

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la siguiente tabla se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción											Estudio		1	
Proceso		Almacenamiento											Unidad de tiempo		Minutos	
Método		Actual				X	Propuesto						Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger Safra Luis	
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Limpieza del área de descarga	Medardo Moposita	0,872	0,875	0,888	0,852	0,869	0,884	0,870	0,870	0,887	0,880	0,011	0,875	0,036	0,041
2	Acomodar palets		0,346	0,346	0,376	0,395	0,406	0,363	0,374	0,405	0,407	0,398	0,024	0,382	0,061	0,160
3	Descargar carga		0,401	0,417	0,398	0,421	0,424	0,464	0,412	0,385	0,401	0,385	0,023	0,411	0,079	0,193
DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango																

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Tabla 5.

Suplementos para el proceso de almacenamiento

Suplementos por descanso											
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales		Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Limpieza de área de descarga	H	5	4	2	0	0	0	0	0	0	11%
Acomodar palets	H	5	4	2	0	0	0	0	0	0	11%
Descargar carga	H	5	4	2	0	0	0	0	0	1	12%

En la siguiente tabla se calcula el tiempo de ciclo propuesto para el área de almacenamiento de materia prima.

ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento		Producción											Estudio		2			
Proceso		Almacenamiento											Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger Luis Safla			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT	
1	Limpieza del área de descarga	Medardo Moposita	0,874	0,878	0,893	0,861	0,878	0,887	0,891	0,874	0,892	0,878	0,881	100%	0,881	0,11	0,98	
2	Acomodar palets		0,405	0,402	0,372	0,387	0,301	0,365	0,369	0,402	0,404	0,396	0,380	75%	0,285	0,12	0,32	
3	Descargar carga		0,413	0,421	0,396	0,432	0,432	0,352	0,380	0,385	0,413	0,398	0,402	75%	0,302	0,11	0,33	
TC. (min)																	1,63	
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																		

Anexo VII: Cálculos propuestos para el proceso de extrusión.

En la siguiente tabla se establecen las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de extrusión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento		Producción											Estudio		2			
Proceso		Proceso de extrusión											Unidad de tiempo		Segundos			
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Transporte al panel de control	Medardo Moposita	0,58	0,62	0,65	0,52	0,79	0,63	0,57	0,51	0,61	0,64						
2	Encender la línea de extrusión		45,42	44,23	45,09	44,10	45,25	45,13	45,30	44,89	45,15	47,87						
3	Transporte área preparación de materia prima		10,25	11,03	10,67	10,01	11,12	12,58	11,23	10,69	11,76	10,58						
4	Mezcla de materia prima		251,22	259,30	254,81	255,42	255,84	254,23	254,24	256,21	252,92	299,80						
5	Puesta en línea de extrusión		9,30	8,97	9,91	9,87	9,00	9,70	9,82	9,89	9,34	9,09						
6	Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento		143,87	143,30	148,00	144,00	145,40	157,00	145,00	144,40	144,50	148,00						

En la siguiente tabla se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de extrusión

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		2			
Proceso		Proceso de extrusión										Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safia Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI	
1	Transporte al panel de control	Medardo Moposita	0,010	0,010	0,011	0,009	0,013	0,011	0,010	0,009	0,010	0,011	0,001	0,010	0,012	0,009	
2	Encender la línea de extrusión		0,757	0,737	0,752	0,735	0,754	0,752	0,755	0,748	0,753	0,798	0,017	0,754	0,771	0,737	
3	Transporte área preparación de materia prima		0,171	0,184	0,178	0,167	0,185	0,210	0,187	0,178	0,196	0,176	0,013	0,183	0,196	0,171	
4	Mezcla de materia prima		4,187	4,322	4,247	4,257	4,264	4,237	4,237	4,270	4,215	4,997	0,239	4,323	4,563	4,084	
5	Puesta en línea de extrusión		0,155	0,150	0,165	0,165	0,150	0,162	0,164	0,165	0,156	0,152	0,006	0,158	0,165	0,152	
6	Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento		2,398	2,388	2,467	2,400	2,423	2,617	2,417	2,407	2,408	2,467	0,068	2,439	2,507	2,371	

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la siguiente tabla se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		2			
Proceso		Proceso de extrusión										Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safia Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR	
1	Transporte al panel de control	Medardo Moposita	0,010	0,010	0,011	0,009	0,120	0,011	0,010	0,009	0,010	0,011	0,035	0,021	0,112	5,339	
2	Encender la línea de extrusión		0,757	0,737	0,752	0,770	0,754	0,752	0,755	0,748	0,753	0,770	0,010	0,755	0,033	0,044	
3	Transporte área preparación de materia prima		0,171	0,184	0,178	0,172	0,185	0,195	0,187	0,178	0,196	0,176	0,009	0,182	0,025	0,138	
4	Mezcla de materia prima		4,187	4,322	4,247	4,257	4,264	4,237	4,237	4,270	4,215	4,541	0,099	4,278	0,354	0,083	
5	Puesta en línea de extrusión		0,155	0,164	0,165	0,165	0,153	0,162	0,164	0,165	0,156	0,152	0,005	0,160	0,014	0,085	
6	Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento		2,398	2,388	2,467	2,400	2,423	2,503	2,417	2,407	2,408	2,467	0,038	2,428	0,115	0,047	

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Tabla 5.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Encender la línea de extrusión	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Transporte área preparación de materia prima	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Mezcla de materia prima	H	5	4	2	2	13	0	0	0	26%
Puesta en línea de extrusión	H	5	4	2	0	13	0	0	0	24%
Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento	H	5	4	2	2	0	1	0	0	14%

En la siguiente tabla se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de extrusión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción										Estudio		2			
Proceso		Proceso de extrusión										Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola HI										Observador		Nata Holger Luis		Safla	
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Transporte al panel de control	Medardo Moposita	0,010	0,010	0,011	0,009	0,120	0,011	0,010	0,009	0,010	0,011	0,02	1,00	0,02	0,11	0,02
2	Encender la línea de extrusión		0,757	0,737	0,752	0,770	0,754	0,752	0,755	0,748	0,753	0,770	0,75	1,00	0,75	0,11	0,84
3	Transporte área preparación de materia prima		0,171	0,184	0,178	0,172	0,185	0,195	0,187	0,178	0,196	0,176	0,18	1,00	0,18	0,11	0,20
5	Mezcla de materia prima		4,187	4,322	4,247	4,257	4,264	4,237	4,237	4,270	4,215	4,541	4,28	0,75	3,21	0,26	4,04
6	Puesta en línea de extrusión		0,155	0,164	0,165	0,165	0,153	0,162	0,164	0,165	0,156	0,152	0,16	0,75	0,12	0,24	0,15
7	Pasar la lámina por las secciones de enfriamiento, rodillo, corte y estiramiento		2,398	2,388	2,467	2,400	2,423	2,503	2,417	2,407	2,408	2,467	2,43	0,50	1,21	0,14	1,38
TC. (min)																	6,64
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																	

Anexo VIII: Cálculos propuestos para el área de bobinado.

En la siguiente tabla se establecen las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de bobinado.

ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento		Producción									Estudio		2		
Proceso		Bobinado									Unidad de tiempo		Segundos		
Método		Actual			Propuesto						X		Fecha		28/7/2022
Producto		Piola H1									Observador		Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Bobinado	Medardo Moposita	11,33	13,52	10,02	13,09	11,29	11,1	12,3	13,4	11,23	10,4			
2	Retirar bobina		12,33	12,02	12,8	11,2	12,49	12,4	11,56	11,45	12,33	12,17			
3	Inspeccionar y Almacenar		23,12	24,13	23,58	29,47	24,13	25,7	25,51	25,44	25,29	23,51			

En la siguiente tabla se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de bobinado.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción									Estudio		2			
Proceso		Bobinado									Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual			Propuesto						X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1									Observador		Nata Holger Safla Luis			
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Bobinado	Medardo Moposita	0,189	0,225	0,167	0,218	0,188	0,185	0,205	0,223	0,187	0,173	0,021	0,196	0,217	0,175
2	Retirar bobina		0,206	0,200	0,213	0,187	0,208	0,206	0,193	0,191	0,206	0,203	0,009	0,201	0,210	0,193
3	Inspeccionar y Almacenar		0,385	0,402	0,393	0,491	0,402	0,428	0,425	0,424	0,422	0,392	0,031	0,416	0,447	0,386

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la siguiente tabla se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		2		
Proceso		Bobinado										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual				Propuesto				X		Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Bobinado	Medardo Moposita	0,189	0,187	0,223	0,189	0,188	0,185	0,205	0,223	0,187	0,175	0,016	0,195	0,048	0,248
2	Retirar bobina		0,206	0,200	0,209	0,193	0,208	0,206	0,193	0,206	0,206	0,203	0,006	0,203	0,016	0,080
3	Inspeccionar y Almacenar		0,447	0,402	0,393	0,422	0,402	0,428	0,425	0,424	0,422	0,392	0,018	0,416	0,055	0,133
DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango																

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Tabla 5.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Bobinado	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Retirar bobina	H	5	4	2	2	0	1	0	0	14%
Inspeccionar y almacenar	H	5	4	2	0	0	0	0	0	14%

En la siguiente tabla se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de bobinado.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción											Estudio		2		
Proceso		Bobinado											Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		44770	
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger Safla Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT
1	Bobinado	Medardo Moposita	0,189	0,187	0,223	0,189	0,188	0,185	0,205	0,223	0,187	0,175	0,195	100%	0,195	0,11	0,217
2	Retirar bobina		0,206	0,200	0,209	0,193	0,208	0,206	0,193	0,206	0,206	0,203	0,203	75%	0,152	0,14	0,174
3	Inspeccionar y Almacenar		0,447	0,402	0,393	0,422	0,402	0,428	0,425	0,424	0,422	0,392	0,416	100%	0,416	0,14	0,474
TC (min)																	0,864
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																	

Anexo IX: Cálculos propuestos para el área de torsión.

En la siguiente tabla se establecen las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de torsión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Departamento		Producción											Estudio		2		
Proceso		Torsión											Unidad de tiempo		Segundos		
Método		Actual					Propuesto					X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1											Observador		Nata Holger Safla Luis		
N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Transporte a área de torsión	Medardo Moposita	19,13	20,05	18,4	21,57	23,45	22,2	22,02	22,09	23,3	23,08					
2	Empatar la cinta de la bobina nueva con la bobina que se está terminando		108,22	106,4	105,1	106,27	104,14	110,16	106,12	109,22	107,32	109,55					
3	Operación de torsión		137,9	140,1	140,2	140,2	139,12	139,33	130,22	137,29	137,41	137,92					
4	Sacar bobina proceso cordel		30,82	31,21	30,45	32,45	32,44	33,4	32,12	35,2	32,76	32,78					
5	Inspeccionar y almacenamiento de bobina proceso cordel		17,17	15,13	17,12	16,34	17,55	16,17	16,31	16,15	16,27	16,57					

En la siguiente tabla se muestran los datos transformados de segundos a minutos del proceso de torsión.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		2		
Proceso		Torsión										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual				Propuesto				X		Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Transporte a área de torsión	Medardo Moposita	0,319	0,334	0,307	0,360	0,391	0,370	0,367	0,368	0,388	0,385	0,029	0,359	0,388	0,329
2	Empatar la cinta de la bobina nueva con la bobina que se está terminando		1,804	1,774	1,752	1,771	1,736	1,836	1,769	1,820	1,789	1,826	0,033	1,788	1,821	1,754
3	Operación de torsión		2,298	2,335	2,337	2,337	2,319	2,322	2,170	2,288	2,290	2,299	0,049	2,300	2,349	2,250
4	Sacar bobina proceso cordel		0,514	0,520	0,508	0,541	0,541	0,557	0,535	0,587	0,546	0,546	0,023	0,539	0,562	0,517
5	Inspeccionar y almacenamiento de bobina proceso cordel		0,286	0,252	0,285	0,272	0,293	0,270	0,272	0,269	0,271	0,276	0,011	0,275	0,286	0,263

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; LCS: Límite de control superior; LCI: Límite de control inferior

En la siguiente tabla se realiza un ajuste en la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados en la obtención del coeficiente de rango.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Departamento		Producción										Estudio		2		
Proceso		Torsión										Unidad de tiempo		Minutos		
Método		Actual				Propuesto				X		Fecha		28/7/2022		
Producto		Piola H1										Observador		Nata Holger Safla Luis		
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	R	CR
1	Transporte a área de torsión	Medardo Moposita	0,388	0,334	0,368	0,360	0,355	0,370	0,367	0,368	0,388	0,385	0,017	0,368	0,054	0,147
2	Empatar la cinta de la bobina nueva con la bobina que se está terminando		1,804	1,774	1,754	1,771	1,789	1,821	1,769	1,820	1,789	1,804	0,023	1,789	0,067	0,037
3	Operación de torsión		2,298	2,335	2,337	2,337	2,319	2,322	2,250	2,288	2,290	2,299	0,028	2,308	0,087	0,038
4	Sacar bobina proceso cordel		0,562	0,520	0,508	0,541	0,541	0,557	0,535	0,522	0,546	0,546	0,017	0,538	0,055	0,101
5	Inspeccionar y almacenamiento de bobina proceso cordel		0,286	0,285	0,285	0,272	0,269	0,270	0,272	0,269	0,271	0,276	0,007	0,276	0,017	0,062

DS: Desviación estándar M.; \bar{x} : Media; R: Rango; CR: Coeficiente de rango

Para encontrar el tiempo concedido total primeramente se debe encontrar las valoraciones que le da el observador al operario utilizando la Tabla 4 y para encontrar los suplementos se debe utilizar la Tabla 5.

Suplementos por descanso										
ACTIVIDAD/ITEMS	Sexo trabajador	Por necesidades personales	Por fatiga	Por trabajar de pie	Por postura anormal	Uso de fuerza	Concentración	Ruido	Monotonía	SUPLEMENTO TOTAL (%)
Transporte área de torsión	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Empatar la cinta de la bobina con la bobina que se esta terminando	H	5	4	2	2	0	0	0	0	13%
Operación torsión	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Sacar bobina proceso cordel	H	5	4	2	0	0	0	0	0	11%
Inspeccionar y almacenar bobina del proceso cordel	H	5	4	2	2	0	1	0	0	11%

En la siguiente tabla se aplican los suplementos por descanso y la valoración del ritmo para obtener el tiempo de ciclo del proceso de bobinado.

ESTUDIO DE TIEMPOS														 <small>Cintas y Cordeles</small> CORDEPLAST <small>Haslo y distribuidor por Colombia</small>					
Departamento		Producción												Estudio		2			
Proceso		Torsión												Unidad de tiempo		Minutos			
Método		Actual				Propuesto								X		Fecha		28/7/2022	
Producto		Piola H1												Observador				Nata Holger Safla Luis	
Nº ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TE	VA	TN	S	TT		
1	Transporte a área de torsión	Medardo Moposita	0,388	0,334	0,368	0,360	0,355	0,370	0,367	0,368	0,388	0,385	0,368	75%	0,276	0,11	0,307		
2	Empatar la cinta de la bobina nueva con la bobina que se está terminando		1,804	1,774	1,754	1,771	1,789	1,821	1,769	1,820	1,789	1,804	1,789	100%	1,789	0,13	2,022		
3	Operación de torsión		2,298	2,335	2,337	2,337	2,319	2,322	2,250	2,288	2,290	2,299	2,308	50%	1,154	0,11	1,281		
4	Sacar bobina proceso cordel		0,562	0,520	0,508	0,541	0,541	0,557	0,535	0,522	0,546	0,546	0,538	75%	0,403	0,11	0,448		
5	Inspeccionar y almacenamiento de bobina proceso cordel		0,286	0,285	0,285	0,272	0,269	0,270	0,272	0,269	0,271	0,276	0,276	100%	0,276	0,11	0,306		
TC (min)																	4,36		
DS: Desviación estándar M.; TE: Media; VA: Valoración del ritmo del trabajo; TN: Tiempo Normal; S: Suplementos; TT: Tiempo concedido elemental																			