

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema

Juan Carlos Cayán Martínez

Ángel Geovanny Guamán Lozano

Eduardo Francisco García Cabezas

CIDE
EDITORIAL



ISBN: 978-9942-636-98-0



Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes



Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Autores:

Julio César Moyano Alulema

Juan Carlos Cayán Martínez

Ángel Geovanny Guamán Lozano

Eduardo Francisco García Cabezas

© Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquiera otro, sin la autorización previa por escrito al Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador (CIDE).

Copyright © 2024

Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador

Tel.: + (593) 04 2037524

<http://www.cidecuador.org>

ISBN: 978-9942-636-98-0

<https://doi.org/10.33996/cide.ecuador.PP2636980>

Filiación:



Julio César Moyano Alulema

Juan Carlos Cayán Martínez

Ángel Geovanny Guamán Lozano

Eduardo Francisco García Cabezas

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

Dirección editorial: Lic. Pedro Misacc Naranjo, Msc.

Coordinación técnica: Lic. María J. Delgado

Diseño gráfico: Lic. Danissa Colmenares

Diagramación: Lic. Alba Gil

Fecha de publicación: agosto, 2024



La presente obra fue evaluada por pares académicos experimentados en el área.

Catalogación en la Fuente

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes / Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas.- Ecuador: Editorial CIDE, 2024.

197 p.: incluye tablas, figuras; 17,6 x 25 cm.

ISBN: 978-9942-636-98-0

1. Procesos productivos 2. Ergonomía 3. MiPymes

Semblanza de los autores

Julio César Moyano Alulema

Orcid 0000-0001-6672-9409

j_moyano@epoch.edu.ec



Julio César Moyano Alulema un Ingeniero Industrial graduado en la ESPOCH, Licenciado en Ciencias de la Educación profesor de enseñanza media en la Especialización de Matemática y Física en la Universidad Central del Ecuador, Magister en Seguridad Industrial

Mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional y Magister en Gestión Industrial y Sistemas Productivos; desempeña sus actividades como Docente Investigador en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en su trayectoria profesional ha desarrollado proyectos en el campo de la aplicación de normas y mejoramiento de procesos productivos, igualmente publicando artículos científicos en revistas científicas especializadas, como la participación en congresos nacionales e internacionales. Pertenece al Grupo de Investigación & Vinculación AUTOPRO

Juan Carlos Cayán Martínez

Orcid 0000-0001-9573-3706

jcayan@epoch.edu.ec



Recibió los títulos de Ingeniero Industrial – UNACH (2006), Diploma Superior en Formulación y Evaluación de Proyectos de Investigación – UNIVERSIDAD DE CUENCA (2009) y Magister en Seguridad Industrial Mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional – UNACH (2016).

Docente-Investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Docente de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo, pertenece al Grupo de Investigación de Tecnologías de la Información, Comunicación y Procesos Industriales "AUTOPRO". Investigador Sénior. Autor y Coautor de Artículos Científicos. Ponencias Magistrales. Director y Asesor de Tesis y Proyectos de titulación de tercer y cuarto grado. Miembro de comités Científicos.

Ángel Geovanny Guamán Lozano

Orcid 0000-0002-5145-6994
a_guaman@esepoch.edu.ec



El Ingeniero Ángel Geovanny Guamán Lozano es un profesional con formación académica en Ingeniería Industrial y Maestría en Gestión Industrial y Sistemas Productivos. Ha desempeñado el rol de docente universitario de grado y postgrado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en la Escuela Politécnica Nacional. pertenece al Grupo de Investigación & Vinculación "AUTOPRO". En su trayectoria como investigador, ha desarrollado proyectos en áreas de mejora continua, estadística, ingeniería de métodos, simulación de procesos y cadena de suministro. Ha publicado diversos artículos en revistas especializadas y en congresos nacionales e internacionales.

Eduardo Francisco García Cabezas

Orcid 0000-0002-3547-472X
egarcia@epoch.edu.ec



Nació en Riobamba, Ecuador. Recibió los títulos de Ingeniero Electrónica en Sistemas de Control y Redes Industriales (2012) y Magister en Sistemas de Control y Automatización Industrial (2016) en la Escuela Superior de Chimborazo.

Docente – Investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Industrial, pertenece al grupo de investigación de Tecnologías de la Información, Comunicación y Procesos Industriales “AUTOPRO”. Investigador Sénior. Ha participado en calidad de ponente en diferentes conferencias nacionales e internacionales y cuenta con publicaciones indexadas. Director y asesor de tesis de pregrado y posgrado. Miembro en Comités Científicos.

Agradecimiento

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarnos el espacio y los recursos necesarios para desarrollar este libro "Procesos Productivos y Ergonomía en las MIPYMES". Este proyecto no habría sido posible sin el esfuerzo y la dedicación de un equipo comprometido que ha trabajado incansablemente en cada etapa del desarrollo del contenido. Su pasión por fomentar el conocimiento y la mejora en las condiciones laborales de las pequeñas empresas es verdaderamente inspiradora.

Agradecemos en particular a nuestros expertos en ergonomía y procesos productivos que ofrecieron su valioso tiempo y conocimientos. Sus aportes han sido fundamentales para construir una obra que no solo compila información relevante, sino que también se orienta a la implementación práctica de estrategias que beneficien tanto a los empleadores como a sus trabajadores. La colaboración interdisciplinaria demuestra que el intercambio de ideas puede generar soluciones efectivas para los retos actuales en el ámbito laboral.

Asimismo, queremos reconocer el apoyo incondicional de las pequeñas empresas que compartieron sus experiencias y desafíos con la academia. Sus distintas realidades han enriquecido considerablemente el contenido del libro, permitiéndonos reflejar una realidad que, aunque compleja, es llena de oportunidades. Gracias a su disposición para colaborar, hemos podido diseñar un material que encuentra resonancia en el día a día de estos emprendedores.

Finalmente, agradecemos a todos aquellos que, de una u otra manera, han contribuido a la difusión de esta obra. Cada uno de ustedes es parte integral de esta iniciativa y su apoyo será esencial para que el mensaje de mejora en los procesos productivos y la ergonomía en las pequeñas empresas llegue a un público más amplio. Juntos, seguiremos formando un camino hacia un futuro laboral más justo y eficiente. ¡Gracias!

Julio César Moyano Alulema
Juan Carlos Cayán Martínez
Ángel Geovanny Guamán Lozano
Eduardo Francisco García Cabezas

Índice

Semblanza de los autores	5
Agradecimiento	9
Introducción	19

Capítulo 1

1 Procesos productivos	22
1.1 Proceso productivo	22
1.2 Componentes del proceso productivo	22
1.2.1 Materia prima	23
1.2.2 Talento Humano	23
1.2.3 Maquinaria y equipos	23
1.2.4 Métodos y procedimientos	23
1.2.5 Energía	24
1.2.6 Información y control	24
1.3 Funcionamiento del sistema de producción	24
1.3.1 Diseño del proceso	25
1.4 Tipos de sistemas de producción	30
1.5 Importancia de los sistemas de producción	30
1.6 Tipos de sistemas de producción	31
1.6.1 Sistemas de producción continua	32
1.6.2 Sistema de producción personalizada	33
1.6.3 Producción en línea	34
1.6.4 Producción por lotes	35
1.6.5 Sistemas de producción modular	36
1.6.6 Sistema de producción por proyectos	39

Capítulo 2

2.1 Gráficas de los procesos productivos	43
2.2 Estudio de tiempos	46
2.3 Técnicas de medición de trabajo	47
2.3.1 Tamaño de la muestra	48
2.3.2 Valoración del ritmo de trabajo	49
2.3.3 Tiempo estándar (TS)	50
2.3.3.1 Cálculo de tiempos suplementarios	50
2.4 Estudio del trabajo	51
2.4.1 Beneficios del estudio de trabajo	51
2.4.2 Procedimiento para el estudio del trabajo	52
2.4.3 Condiciones de trabajo	53
2.4.4 Horas extraordinarias	53
2.4.5 Interrupciones y pausas	54
2.4.6 Descanso diario y semanal	54
2.5 Descripción del proceso productivo textil	55
2.5.1 Puestos de trabajo	55
2.5.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de chompa térmica	57
2.6 Descripción del proceso productivo alimenticio (elaboración de empanada de queso)	60
2.6.1 Puestos de trabajo	60
2.6.2 Diagrama de análisis de procesos para la elaboración de la empanada de queso	62
2.7 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de pan	67
2.7.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso	67
2.7.2 Diagrama de análisis de procesos para la elaboración de pan redondo	71
2.8 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de queso mozzarella	73
2.8.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso	73
2.8.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de queso mozzarella	76

2.9 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de queso fresco de 800 gr	80
2.9.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso	80
2.9.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de queso fresco de 800 gr	86
2.10 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de una puerta metálica	90
2.10.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso.....	90
2.10.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de puerta metálica	93
2.11 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de una puerta metálica	97
2.11.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso	97
2.11.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de tablas de madera	101
2.12 Descripción del proceso productivo de fabricación de bloques ...	103
2.12.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso	103
2.12.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de bloques	106

Capítulo 3

3. Ergonomía laboral	113
3.1 ¿Qué es ergonomía?	113
3.2 ¿Por qué cuando hablamos de ergonomía se menciona la palabra confort?	119
3.3 Objetivos de la ergonomía	120
3.4 Importancia de la ergonomía en la industria	122
3.5 Lesiones y enfermedades	123
3.6 Trastornos músculoesqueléticos	125
3.6.1 Trastornos en el cuello	127
3.6.2 Trastornos en los hombros	128
3.6.3 Trastornos en los codos	128
3.6.4 Trastornos en las muñecas	128
3.6.5 Trastornos en la espalda	129

Capítulo 4

4. Métodos para evaluación de riesgos ergonómicos	134
4.1 Evaluación global	135
4.1.1 Método LEST (Método del Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo)	135
4.1.2 Método LCE (Lista de Comprobación Ergonómica)	136
4.2 Carga postural	136
4.2.1 Método EPR (Evaluación Postural Rápida)	137
4.2.2 Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment “Valoración Rápida de los Miembros Superiores”)	137
4.2.3 Método REBA (Rapid Entire Body Assessment “Evaluación rápida de todo el cuerpo”)	137
4.2.4 Método OWAS (Ovako Working Analysis System “Sistema de análisis de trabajo de Ovako”)	138
4.3 Manipulación manual de cargas	138
4.3.1 Método SNOOK y CIRIELLO	139
4.3.2 Método NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional)	139
4.3.3 Método GINSHT	139
4.4 Repetitividad	140
4.4.1 Método JSI (Job Strain Index “Índice de Esfuerzo Laboral”)	140
4.4.2 Ocrá Checklist (Occupational Repetitive Action)	141
4.5 Ambiente térmico	141
4.5.1 Método de Fanger	142
4.5.1.1 Procedimiento para realizar evaluaciones	142
4.5.1.2 Exoesqueletos a la vanguardia con la ergonomía	144
4.6 Casos de evaluación ergonómica	147
4.6.1 Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)	149
4.6.2 Puesto de trabajo almacenaje de ladrillos en proceso en la Fábrica de ladrillos “Tirado” aplicando método REBA	161
4.6.3 Trabajo de pie, saneado del cuero en la Tenería “San José” de la ciudad de Ambato, aplicando método RULA	167
4.6.3.1 Método RULA	167

4.6.4 Corte de materia prima con la utilización de cizalla a palanca manual en el proceso de fabricación de defensas para ventanas en la empresa Industrias Chimborazo de la ciudad de Riobamba, aplicando método RULA	181
--	-----

Capítulo 5

5. Casos en estudio	188
5.1 Diseño ergonómico de un prototipo de espaldares de los asientos para buses de transporte inter provincial de la cooperativa de “Transportes Riobamba”	188
5.2 Diseño ergonómico de un prototipo para el accionamiento en el mango de una guadañadora	191
Referencias	193

Índice de tablas

Tabla 1	Escalas de valoración del ritmo de trabajo	49
Tabla 2	Diagrama de análisis de proceso para chompas térmicas	57
Tabla 3	Diagrama de análisis de proceso para la elaboración de la empanada de queso	62
Tabla 4	Diagrama de análisis de pan redondo	71
Tabla 5	Diagrama de análisis de proceso del queso mozzarella	76
Tabla 6	Diagrama de análisis de proceso del queso fresco 800 gr	86
Tabla 7	Diagrama de análisis de proceso para la fabricación de puerta metálica	93
Tabla 8	Diagrama de análisis de proceso para la elaboración de tablas de madera	101
Tabla 9	Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de bloques	106

Índice de figuras

Figura 1	Gráficos y diagramas de uso más corriente en estudio de métodos	44
Figura 2	Chompa térmica	56
Figura 3	Queso mozzarella	75
Figura 4	Salado del queso	84
Figura 5	Proceso de fabricación de puerta metálica	92
Figura 6	Almacenamiento de la tabla	98
Figura 7	Canteadora	98
Figura 8	Sierra	99
Figura 9	Cepilladora	99
Figura 10	Machihembradora	100
Figura 11	Almacenamiento de la materia prima	103
Figura 12	Prensa	104
Figura 13	Secado del bloque	105
Figura 14	Necesidades ergonómicas y tecnología en la edad de piedra	114
Figura 15	Discomfort industria de armamento	115
Figura 16	Mecanización de los procesos industriales	116
Figura 17	Innovaciones tecnológicas - aporte ergonómico en puestos de trabajo	118
Figura 18	Factores de incidencia para la ergonomía	120
Figura 19	Áreas de influencia de la ergonomía	121
Figura 20	Accidentes laborales	124
Figura 21	Collage riesgos ergonómicos en diferentes puestos de trabajo	126
Figura 22	Rehabilitación-dolor-lesiones	127
Figura 23	Afectación zonas del cuerpo por actividad laboral	130
Figura 24	Lesiones músculo esqueléticas	130

Figura 25	Estibadores de cemento	135
Figura 26	Posturas forzadas	136
Figura 27	Manejo de cargas	138
Figura 28	Movimientos repetitivos	140
Figura 29	Ambiente térmico	141
Figura 30	Collage implementaciones y mejoras en puestos de trabajo varios sectores	143
Figura 31	Exoesqueleto en manejo de cargas	144
Figura 32	Silla ergonómica para reducir posturas forzadas	146
Figura 33	Exoesqueleto manejo de cargas	147
Figura 34	Pasos para aplicar método REBA	151
Figura 35	Recolección de fresas de forma artesanal	153
Figura 36	Resultados obtenidos al aplicar método REBA	154
Figura 37	Diseño prototipo	160
Figura 38	Collage implementaciones ergonómicas aplicadas al campo	161
Figura 39	Posturas mantenidas durante actividad laboral	162
Figura 40	Resultados obtenidos al aplicar método REBA	163
Figura 41	Pasos para aplicar método RULA	169
Figura 42	Puesto de trabajo a evaluar	171
Figura 43	Resultados obtenidos al aplicar método RULA	172
Figura 44	Propuesta para implementación considerando datos antropométricos	179
Figura 45	Puesto a evaluar	181
Figura 46	Resultados obtenidos al aplicar método RULA	185
Figura 47	Dimensionamiento entre asientos	189
Figura 48	Problemática en análisis	189
Figura 49	Pasos para obtener el prototipo	190
Figura 50	Guadañadora	191
Figura 51	Análisis de la situación	192
Figura 52	Análisis partes mando guadañadora	192

Introducción

La ergonomía, entendida como el estudio de la adaptación del trabajo al ser humano, se ha convertido en un aspecto fundamental dentro de los procesos productivos, especialmente en el contexto de las pequeñas empresas en Ecuador. En un país donde la economía se sustenta en un alto porcentaje de micro y pequeñas empresas, la optimización de los procesos productivos no solo implica la mejora de la eficiencia y la calidad de los productos, sino también la promoción de un ambiente de trabajo saludable y seguro para los trabajadores.

La implementación de principios ergonómicos puede ayudar a minimizar lesiones y enfermedades laborales, lo que a su vez se traduce en una mayor productividad y satisfacción laboral. Además, al considerar las condiciones específicas del entorno ecuatoriano, caracterizado por su diversidad cultural y geográfica, es crucial que las pequeñas empresas adapten sus prácticas de producción teniendo en cuenta las necesidades y capacidades de su fuerza laboral. En este sentido, la sinergia entre procesos productivos eficaces y un diseño ergonómico adecuado se presenta no solo como una necesidad, sino como una oportunidad para el crecimiento sostenible y el desarrollo de las pequeñas empresas en el país.

Este libro está diseñado para ser una guía práctica de fácil entendimiento para el lector, para aquellos interesados en aprender sobre los procesos productivos y la ergonomía laboral, siendo útil en la aplicación dentro de sus propias organizaciones. Está estructurado en cinco capítulos, los dos primeros capítulos orientados a comprender los procesos productivos y la dinámica de su aplicación para tener organizado dichos procesos, optimizando tiempos, movimientos, reducción de desperdicios, maximizando y estandarizando los procesos. Los dos últimos capítulos se centran en la aplicación de las metodologías para evaluar los puestos de trabajo, buscando mejorar y reducir posturas forzadas, manipulación de cargas y la repetitividad.

Cada capítulo de este libro presenta conceptos claves, herramientas, metodologías y técnicas relevantes para la mejora de los procesos productivos en las MIPYMES, junto con ejemplos prácticos y ejercicios para ayudar a los lectores a aplicar estos conceptos en la vida real. Esperamos que los lectores encuentren este libro útil y práctico en su propio viaje hacia la excelencia organizacional.

Capítulo 1

Procesos Productivos

Capítulo **1**

1. PROCESOS PRODUCTIVOS

1.1. Proceso productivo

Los procesos productivos son un conjunto ordenado de actividades y operaciones necesarias para transformar insumos (materias primas, energía, mano de obra) en productos o servicios que aportan valor al cliente. Estos procesos son el corazón de las empresas manufactureras y de servicios, impulsando la creación de riqueza y el bienestar social (Cuatrecasas 2012, p.383).

1.2. Componentes del proceso productivo

Los procesos productivos están compuestos por diversos elementos que interactúan de manera coordinada para transformar las materias primas en productos terminados. Estos componentes son:

1.2.1. Materia prima

Materias primas: son los materiales básicos que se transforman durante el proceso productivo, su calidad y disponibilidad son cruciales para la eficiencia del proceso y la calidad del producto final .

1.2.2. Talento humano

En el talento humano incluyen a todo el personal involucrado en el proceso productivo, desde operarios hasta ingenieros y supervisores, la capacitación y competencia del personal son fundamentales para asegurar la correcta ejecución de los procesos.

1.2.3. Maquinaria y equipos

Son las herramientas y tecnologías utilizadas para la transformación de las materias primas; la selección, mantenimiento y operación eficiente de estos equipos son vitales para la productividad y calidad del proceso (Cuatrecasas 2012, p.220).

1.2.4. Métodos y procedimientos

Se refiere a las técnicas, prácticas y normas establecidas para llevar a cabo las actividades productivas de manera eficiente y segura, estos

métodos son el resultado de estudios detallados y de optimización continua.

1.2.5. Energía

En la parte correspondiente de este ítem involucra los diversos tipos de energía (eléctrica, térmica, mecánica, etc.) necesarios para operar la maquinaria y llevar a cabo los procesos de transformación.

1.2.6. Información y control

Los sistemas de información y control monitorean y gestionan el proceso productivo, asegurando que se sigan los parámetros establecidos y se mantenga la calidad del producto.

1.3. Funcionamiento del sistema de producción

Para el funcionamiento del sistema productivo es crucial considerar una serie de aspectos que garantizan la eficiencia, calidad y sostenibilidad del proceso, igualmente sean flexibles, eficientes y capaces de adaptarse a cambios en la demanda en el entorno competitivo. A continuación se detallan los aspectos más importantes a tener en cuenta:

1.3.1. Diseño del proceso

Para el diseño del proceso industrial debe ser integral y considerar todos los aspectos para garantizar que el proceso sea eficiente, flexible y capaz de cumplir con los objetivos estratégicos de la empresa.

- **Mapeo de procesos:** definición detallada de cada paso del proceso, identificando entradas, salidas y actividades intermedias.

Layout de planta: disposición física de maquinaria, equipos y estaciones de trabajo para optimizar el flujo de materiales y minimizar el tiempo de tránsito.

Tecnología y equipos: selección de tecnología y maquinaria adecuada para las necesidades del proceso, incluyendo automatización y robótica si es aplicable.

- **Talento humano**

Capacitación y entrenamiento: formación continua del personal para asegurar que conocen y pueden seguir los procedimientos correctos.

Seguridad y salud ocupacional: implementación de medidas para asegurar un ambiente de trabajo seguro y saludable.

Motivación y gestión del personal: estrategias para mantener al personal motivado y comprometido con los objetivos de la empresa.

- **Gestión de materias primas y recursos**

Selección de proveedores: evaluación y selección de proveedores confiables para asegurar la calidad y continuidad del suministro.

Gestión de inventarios: control de inventarios para mantener un equilibrio entre la disponibilidad de materias primas y el costo de almacenamiento (Aranda (2015) p.82).

Eficiencia energética: uso eficiente de la energía para minimizar costos y reducir el impacto ambiental.

- **Control de calidad**

Normas y estándares de calidad: implementación de normas y estándares como ISO, Six Sigma, entre otros.

Inspección y pruebas: realización de inspecciones y pruebas a lo largo del proceso para detectar y corregir desviaciones de calidad (Aranda (2015) p.10)..

Sistema de Gestión de Calidad (SGC): desarrollo de un SGC para asegurar la mejora continua y la conformidad con los requisitos de calidad.

- **Planificación y programación**

Planificación de la producción: determinación de los planes de producción basados en la demanda del mercado y la capacidad de producción.

Programación de la producción: programación detallada de las actividades diarias de producción para optimizar el uso de recursos y cumplir con los plazos de entrega.

Gestión de la capacidad: asegurar que la capacidad de producción puede satisfacer la demanda prevista, ajustando cuando sea necesario.

- **Monitoreo y control**

Sistemas de monitoreo: implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real para seguir el rendimiento del proceso y detectar problemas rápidamente.

Control de procesos: uso de técnicas de control estadístico de procesos (SPC) para mantener la estabilidad y calidad del proceso.

Indicadores de desempeño (KPIs): definición y seguimiento de KPIs para evaluar la eficiencia, eficacia y calidad del proceso productivo.

- **Gestión de la innovación y mejora continua**

Metodologías de mejora continua: implementación de metodologías como Lean Manufacturing, Kaizen y Six Sigma para la mejora continua de los procesos.

Innovación tecnológica: integración de nuevas tecnologías y métodos para mejorar la eficiencia y la calidad.

Gestión del cambio: manejo efectivo del cambio para implementar mejoras sin afectar negativamente la producción.

- **Sostenibilidad y responsabilidad ambiental**

Gestión de residuos: estrategias para la reducción, reutilización y reciclaje de residuos.

Impacto ambiental: minimización del impacto ambiental mediante la implementación de prácticas sostenibles.

Cumplimiento normativo: asegurarse de que todos los aspectos del proceso cumplan con las regulaciones ambientales y de sostenibilidad vigentes.

- **Gestión de la cadena de suministro**

Colaboración con proveedores y clientes: trabajar estrechamente con proveedores y clientes para mejorar la eficiencia y la calidad en toda la cadena de suministro.

Logística y distribución: optimización de las operaciones logísticas para asegurar una distribución eficiente y oportuna de los productos.

- **Uso de tecnología de la información**

Sistemas ERP: implementación de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) para integrar y gestionar todas las áreas de la empresa.

Automatización y digitalización: uso de tecnologías digitales y automatización para mejorar la precisión, eficiencia y control de los procesos productivos.

1.4. Tipos de sistemas de producción

Los sistemas de producción son el corazón de cualquier operación manufacturera o de servicios, ya que representan el conjunto de métodos, procedimientos y recursos utilizados para transformar insumos en productos terminados, estos sistemas están diseñados para optimizar la eficiencia, la calidad y la rentabilidad del proceso productivo, adaptándose a las demandas del mercado y a las condiciones del entorno.

Un sistema de producción efectivo integra múltiples componentes esenciales, tales como recursos humanos, maquinaria, tecnología, materiales y procedimientos, la interacción coordinada de estos elementos permite alcanzar los objetivos de producción, garantizando que los productos cumplan con las especificaciones de calidad y se entreguen a tiempo (Cuatrecasas 2012, p.70).

1.5. Importancia de los sistemas de producción

La gestión adecuada de los sistemas de producción es fundamental para el éxito de cualquier organización, ya que influye directamente en la capacidad de la empresa para competir en el mercado. Un sistema de producción bien diseñado y gestionado puede:

Mejorar la eficiencia: reduciendo tiempos de producción y optimizando el uso de recursos.

Aumentar la calidad: implementando controles de calidad en cada etapa del proceso productivo.

Reducir costos: identificando y eliminando desperdicios y optimizando el uso de materiales y energía.

Asegurar la flexibilidad: adaptándose rápidamente a cambios en la demanda del mercado o en los requisitos del producto.

Garantizar la sostenibilidad: minimizando el impacto ambiental y cumpliendo con las regulaciones vigentes.

1.6. Tipos de producción de bienes y servicios

La producción de bienes y servicios es una actividad central en la economía global y los métodos utilizados para llevar a cabo esta producción varían considerablemente dependiendo de diversos factores, como el tipo de producto, el volumen de producción y las necesidades específicas del mercado.

Estos métodos, conocidos como sistemas de producción, son esenciales para entender cómo las empresas organizan y gestionan sus procesos productivos, en este trabajo, exploraremos los principales

tipos de sistemas de producción: producción por lotes, producción en masa, producción continua y producción personalizada, destacando sus características, ventajas y desventajas.

1.6.1. Sistemas de producción continua

La producción continua es un sistema en el que la producción fluye sin interrupciones, a menudo las 24 horas del día. Este método es típico en industrias como la petroquímica, la siderurgia y la fabricación de papel, donde los procesos no pueden detenerse sin incurrir en costos significativos (Cuatrecasas 2012, p.p. 76-90).

Características

- Flujo ininterrumpido de producción.
- Altos volúmenes de producción.
- Procesos altamente automatizados y controlados.

Ventajas

- Máxima eficiencia y utilización de recursos.
- Consistencia extrema en la calidad del producto.
- Costos operativos bajos una vez que la producción está en marcha.

Desventajas

- Altos costos de inversión y mantenimiento.
- Falta de flexibilidad para cambios en la producción.
- Dependencia de una demanda constante y alta.

1.6.2. Sistema de producción personalizada

La producción personalizada, también conocida como producción bajo pedido o producción artesanal, es un sistema en el que los productos se fabrican según las especificaciones exactas de cada cliente; este método es común en industrias como la fabricación de maquinaria especializada, la confección de ropa a la medida y la producción de bienes de lujo (Cuatrecasas 2012, p.p. 76-90)..

Características

- Alta variabilidad y personalización en los productos.
- Procesos flexibles y adaptativos.
- Producción basada en pedidos específicos de los clientes.

Ventajas

- Alta satisfacción del cliente debido a la personalización.
- Capacidad para atender nichos de mercado específicos.
- Menor riesgo de obsolescencia de inventarios.

Desventajas

- Costos unitarios más altos debido a la falta de economías de escala.
- Mayor complejidad en la planificación y gestión de la producción.
- Dependencia de la demanda específica y, a menudo, impredecible.

1.6.3. Producción en masa línea

La producción en masa línea, también conocida como producción en línea masa, es un sistema en el que grandes cantidades de productos homogéneos se fabrican en un flujo continuo, este método se utiliza en industrias con alta demanda y productos estandarizados.

Características

- Uso de líneas de ensamblaje y maquinaria especializada.
- Procesos estandarizados y repetitivos.
- Alta eficiencia y capacidad de producción.

Ventajas

- Costos unitarios bajos debido a economías de escala.
- Alta consistencia y calidad del producto.
- Mayor rapidez en la producción y entrega.

Desventajas

- Baja flexibilidad para cambios en el producto.
- Alta inversión inicial en maquinaria y equipos.
- Dependencia de una demanda constante y predecible.

1.6.4. Producción por lotes

La producción por lotes es un sistema en el que los productos se fabrican en lotes específicos o grupos. Este método es común en industrias donde la demanda fluctúa o donde se producen diferentes versiones del mismo producto (Cuatrecasas 2012, p. 74).

Características

- Flexibilidad para producir distintos productos.
- Posibilidad de ajustes entre lotes para mejorar el producto o el proceso.
- Ideal para productos con demanda moderada o variable.

Ventajas

- Mayor flexibilidad en comparación con la producción en masa.
- Menor inversión en maquinaria especializada.
- Posibilidad de personalizar productos dentro de cada lote.

Desventajas

- Tiempos muertos y costos de configuración entre lotes.
- Mayor necesidad de planificación y gestión del inventario.
- Potencial para variabilidad en la calidad del producto.

1.6.5 Sistemas de producción modular

La producción modular es un enfoque de fabricación que divide el proceso de producción en módulos o unidades independientes que pueden ser ensamblados para crear productos finales. Este método es ampliamente utilizado en industrias como la automotriz, la electrónica y la construcción, donde la personalización y la flexibilidad son esenciales.

Características de la producción modular

- Intercambiabilidad de módulos: los módulos pueden ser intercambiables, lo que facilita la creación de diferentes variantes de productos utilizando los mismos componentes básicos.
- Personalización y flexibilidad: los módulos pueden combinarse de diversas maneras para satisfacer las necesidades específicas de los clientes, permitiendo una alta personalización del producto final.
- Estandarización de componentes: utilización de componentes estandarizados que pueden ser producidos en grandes

cantidades y utilizados en múltiples productos, reduciendo los costos de producción.

- Facilidad de ensamblaje y desensamblaje: los módulos están diseñados para ser ensamblados y desensamblados fácilmente, lo que simplifica las reparaciones, el mantenimiento y las actualizaciones.

Ventajas de la producción modular

- Flexibilidad en el diseño y producción: permite una mayor flexibilidad para diseñar y producir una amplia variedad de productos a partir de los mismos módulos básicos.
- Reducción de costos: la estandarización y producción en masa de módulos pueden reducir significativamente los costos de producción y de inventario.
- Facilidad de mantenimiento y reparación: los productos modulares son más fáciles de reparar y mantener, ya que los módulos defectuosos pueden ser reemplazados sin afectar el resto del producto.
- Mejora en la gestión del inventario: la producción modular facilita la gestión del inventario, ya que los módulos estandarizados pueden ser utilizados en diferentes productos.

- Reducción del tiempo de producción: el ensamblaje de módulos prefabricados puede reducir el tiempo total de producción y acelerar el tiempo de entrega al mercado.
- Adaptabilidad a cambios: permite una rápida adaptación a cambios en la demanda del mercado o en las especificaciones del producto sin necesidad de rediseñar todo el proceso de producción.

Desventajas de la producción modular

- Complejidad en la gestión del proceso: la gestión y coordinación de múltiples módulos y su ensamblaje pueden ser complejos y requerir una planificación cuidadosa.
- Altos costos de desarrollo inicial: el desarrollo inicial de módulos estandarizados y el diseño de interfaces puede ser costoso y requerir una inversión significativa.
- Limitaciones en el diseño personalizado: aunque permite una cierta personalización, puede haber limitaciones en el diseño y funcionalidad debido a la necesidad de utilizar módulos estandarizados.

- Dependencia de proveedores: la producción modular puede depender de una cadena de suministro robusta y fiable para la entrega oportuna de módulos.
- Riesgo de obsolescencia: los módulos estandarizados pueden volverse obsoletos rápidamente con la evolución tecnológica, lo que puede requerir frecuentes actualizaciones o rediseños.

1.6.6 Sistema de producción por proyectos

Características de la producción por proyectos

- Unicidad del producto: cada proyecto resulta en un producto único, adaptado a las necesidades específicas del cliente o del proyecto.
- Duración extendida: los proyectos suelen tener una duración prolongada y pueden implicar meses o incluso años de trabajo.
- Secuencia de actividades: el trabajo se organiza en una secuencia de actividades o tareas que deben completarse en un orden específico.
- Planificación y gestión detallada: requiere una planificación y gestión detallada de recursos, tiempo y costos para asegurar la finalización exitosa del proyecto (Bravo (2009). p.p. 234-280) .

- Interdisciplinariedad: los proyectos suelen involucrar a múltiples disciplinas y especialidades, lo que requiere una coordinación efectiva entre equipos diversos.
- Flexibilidad y adaptabilidad: la capacidad de adaptarse a cambios en el alcance del proyecto, especificaciones y requisitos es crucial.

Ventajas de la producción por proyectos

- Alta personalización: permite una gran personalización y adaptación del producto a las necesidades específicas del cliente.
- Gestión eficiente de recursos: los recursos pueden ser asignados y utilizados de manera eficiente para cada proyecto, optimizando su uso.
- Flexibilidad: ofrece flexibilidad para adaptarse a cambios en los requisitos del cliente y condiciones del mercado.
- Calidad del producto: la atención detallada a cada proyecto puede resultar en productos de alta calidad y precisión.
- Innovación: fomenta la innovación y el desarrollo de soluciones creativas para problemas específicos del proyecto.
- Control de costos y tiempos: la planificación detallada permite un control riguroso de los costos y tiempos, ayudando a evitar sobrecostos y retrasos.

Desventajas de la producción por proyectos

- Alta complejidad de gestión: la gestión de proyectos puede ser muy compleja debido a la necesidad de coordinar múltiples actividades, recursos y equipos.
- Riesgo de desviaciones: existe un alto riesgo de desviaciones en los costos y tiempos debido a cambios en el alcance del proyecto, imprevistos y otros factores.
- Dependencia de la experiencia: requiere una alta experiencia y habilidades de gestión de proyectos para asegurar el éxito.
- Costos elevados: los proyectos suelen ser costosos debido a la necesidad de recursos especializados y personal altamente calificado.
- Eficiencia variable: la eficiencia puede variar significativamente de un proyecto a otro, lo que puede afectar la predictibilidad y la planificación a largo plazo.
- Interrupciones y retrasos: los proyectos pueden enfrentar interrupciones y retrasos debido a problemas imprevistos, lo que puede impactar negativamente en la entrega y satisfacción del cliente.

Capítulo 2

Gráficas de los procesos productivos

Capítulo 2

2.1 Gráficas de los procesos productivos

Las gráficas de los procesos productivos muestran la secuencia ordenada de las actividades u operaciones, tiempos y materiales utilizados; este diagrama se elabora desde el ingreso de la materia prima hasta el empaquetado del producto. Para este tipo de diagramas se utiliza un círculo indicando que es una operación, de la misma forma un cuadrado que indica inspección que es el cumplimiento de determinados estándares (Navas Rosario y Martínez José (2013), p.15).

En estos gráficos se indicará el número de plano, descripción del proceso, quién elaboró, método actual o propuesto. Luego de elegir el trabajo que se va estudiar se realiza el registro de las etapas de los hechos relacionados al mismo, constituyendo la base del análisis detallando con precisión y registrando la información adquirida para que de igual manera, poder determinar el tiempo estandarizado. Para esto se utiliza una de las técnicas más corrientes que son los gráficos y los diagramas que se dividen en categorías (Figura 1) y son:

“Los que sirven para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos en orden en que ocurren” (Kanawaty, 1996, p. 540).

“Los que registran los sucesos en orden, pero indicando la escala de tiempo de modo que se observe mejor la acción mutua de sucesos relacionados entre sí” (Kanawaty, 1996, p. 540).

Gráficos y diagramas de uso más corriente en el estudio de métodos

Figura 1

Gráficos y diagramas de uso más corriente en estudio de métodos.

Gráficos	Los que indican sucesión
	Cursograma sinóptico del proceso
	Cursograma analítico del operario
	Cursograma analítico del material
	Cursograma analítico del equipo
	Diagrama bimanual
Gráficos	Con escala de tiempo
	Diagrama de actividades múltiples
	Simograma
Diagramas	Que indican movimiento
	Diagrama de recorrido
	Diagrama de hilos

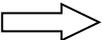
Nota. Adaptado de Kanawaty, 1996, p. 540)

Símbolos utilizados en los diagramas de operaciones

Para realizar un diagrama de procesos se emplea cinco símbolos principales y uno combinadas que conjuntamente se utiliza para representar todo tipo de actividades o sucesos de una empresa u oficina, lo que permite indicar exactamente lo que ocurre durante el proceso que se analiza, así tenemos los símbolos siguientes (Kanawaty, 1996, p. 540), (Miño et al (2019). Pp110-122).

Operación: 

En la operación se indica las fases del proceso, método o procedimiento, es decir cuando se modifica o cambia la materia prima durante la operación, también consiste en preparar cualquier actividad que favorezca la terminación de un producto.

Transporte: 

Indica el movimiento de los trabajadores, materiales de un lugar a otro. Por definición el transporte es el traslado de un producto de un lugar a otro, salvo el caso cuando el traslado forme parte de la operación.

Inspección: 

La inspección representada por un cuadrado indica lo referente a la calidad si se ejecutó correctamente o la verificación de la cantidad.

Demora u espera: 

Este símbolo indica la demora en el desarrollo de dos operaciones sucesivas, puede ser también el abandono momentáneo entre actividades.

Almacenamiento: 

Como símbolo se utiliza un triángulo invertido que indica un lugar donde se recibe o entrega mediante autorización o también donde se guarda para fines de referencia.

Actividades combinadas: 

Se utiliza este símbolo cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo, por el mismo operario en el mismo lugar de trabajo.

2.2 Estudio de tiempos

De acuerdo a (Sánchez, 2014, p. 455) “el estudio de tiempos acompaña al estudio de métodos y movimientos debido a que se necesita conocer

la duración del trabajo antes y después de la mejora planteada” Este estudio de medición del tiempo se trata de eliminar el tiempo improductivo separando del tiempo productivo, averiguando los orígenes de la existencia de esta variable para tomar las medidas adecuadas para su reducción, de la misma forma tiene otra función la de establecer el tiempo de ejecución estándar de trabajo para un eficaz funcionamiento de la empresa en su totalidad.

2.3 Técnicas de medición de trabajo

Las técnicas más utilizadas para efectuar una medición de trabajo de acuerdo a (Reyes, 2014, p. 119) son las siguientes:

- Muestreo de trabajo.
- Estudio de tiempos.
- Estimación estructurada.
- Normas de tiempos determinados.
- Datos tipo o estándar.

Para efectos de este proyecto se tomará en cuenta el estudio de tiempos con cronómetro por ser una técnica en la cual se toma el tiempo de ejecución de la actividad realizada por una persona calificada trabajando a marcha normal, a esto se le denomina tiempo normal y se mide un cierto número de repeticiones consecutivas del

trabajo, considerando aspectos como descansos obligatorios u empresariales. Etapas que se tiene que seguir para la toma de tiempos:

- Levantar las hojas de instrucciones de trabajo en el que consta los procesos que se tiene que medir.
- Describir minuciosamente el proceso con todas las operaciones que son parte.
- Medir los tiempos en cada una de las estaciones de trabajo.
- Describir el ritmo del trabajo que realiza la actividad.
- Calcular el tiempo promedio a través de los tiempos medidos de las actividades realizadas por el trabajador.
- Calcular el tiempo estándar propio del proceso.

2.3.1 Tamaño de la muestra

Para calcular el valor promedio de cada elemento o el número de observaciones que se deben realizar por cada uno de los elementos dado un nivel de confianza y un margen de exactitud se aplica un método estadístico con la fórmula descrita donde el nivel de confianza es de 95,45 % y un margen de error de $\pm 5 \%$.

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$N' = \left\{ \frac{40\sqrt{N \sum t^2 - (\sum Xt)^2}}{\sum t} \right\}^2 \quad (1)$$

Donde:

N' =el número necesario de observaciones

t =lectura de los tiempos del elemento medido

N =número de lecturas ya realizado

2.3.2 Valoración del ritmo de trabajo

De acuerdo a (Reyes, 2014, p. 119) “el factor o desempeño del trabajador se lo hace con un valor del 100 % para un trabajador normal y capacitado”, sin embargo, es frecuente disponer de trabajadores nuevos o poco capacitados lo que no generan productividad por lo que se puede también utilizar la escala de valoración de Westinghouse (Tabla 1), en la que toma en cuenta cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia la misma que se describe en la Tabla.

Tabla 1

Escalas de valoración del ritmo de trabajo.

Habilidad		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia	
+0.15	A1	+0.13	A1	+0.06	A Ideales	+0.04	A Perfecto
+0.13	A2 Habilísimo	+0.12	A2 Excesivo	+0.04	B Excelente	+0.03	B Excelente
+0.11	B1	+0.10	B1	+0.02	C Buena	+0.01	C Buena
+0.08	B2 Excelente	+0.08	B2 Excelente	0.00	D Promedio	0.00	D Promedio
+0.06	C1	+0.05	C1	-0.03	E Regulares	-0.02	E Regulares
+0.03	C2 Bueno	+0.02	C2 Bueno	-0.07	F Malas	-0.04	F Deficientes
0.00	D Promedio	0.00	D Promedio				
-0.05	E1	-0.04	E1				
-0.10	E2 Regular	-0.08	E2 Regular				
-0.15	F1	-0.12	F1				
-0.22	F2 Deficiente	-0.17	F2 Deficiente				

Nota. Adaptado de Reyes, 2014, p. 119

2.3.3 Tiempo estándar (TS)

El tiempo estándar se determina mediante la suma del tiempo normal con las holguras, tiempos como las de las necesidades personales (ir al baño, beber un café), demoras inevitables por falta de materia prima e imprevistos, fatiga mental o física del trabajador.

$T_s = \text{tiempo normal} * \text{factor de desempeño} * (1 + \text{suplementos})$.

2.3.3.1 Cálculo de tiempos suplementarios

El tiempo suplementario es un valor adicional que se debe incrementar al tiempo normal determinado en la toma de datos, por lo general este tiempo no se puede determinar con exactitud por la variabilidad del proceso, los trabajadores y otros elementos del mismo, sin embargo, existen tablas donde indican el porcentaje. Los tiempos suplementarios existen de dos tipos: los fijos y variables; en el campo de los fijos se encuentran los de necesidades personales que utiliza el trabajador (ir al baño, fatiga física determinada por el consumo de energía en la ejecución del trabajo) y de tipo variable “aquellas que se deben a factores ambientales, tensión física mental y las provocadas por la naturaleza de la actividad del trabajo” (Reyes, 2014, p. 129).

2.4 Estudio del trabajo

El estudio de trabajo (ET) según (Kanawaty, 1996) “es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando” (p. 540). Con el estudio del trabajo se efectúa un análisis crítico sistemático de las formas como se ejecuta las actividades con el propósito de mejorar los procesos de trabajo.

2.4.1 Beneficios del estudio de trabajo

El perfeccionamiento de los procesos en los centros de trabajo es una de las actividades que se viene realizando por parte de los líderes de cada una de las empresas actualmente, de ahí la gran utilidad del estudio de trabajo debido a que es metódica, que trabaja organizadamente tanto para detectar, investigar problemas como para dar solución a las mismas. A continuación, se resumen las principales ventajas del estudio del trabajo:

- La reorganización del trabajo tiene como fin incrementar la productividad.
- Tomar en cuenta todos los factores que ayudan a la eficacia de la operación mediante la recolección de datos relacionados con este.

- La planificación y el control eficiente de la producción tienen que depender del establecimiento de normas de rendimiento.
- Mejoramiento de la seguridad y salud ocupacional por el establecimiento de protocolos en actividades riesgosas.
- Costo relativamente bajo y fácil aplicación.

2.4.2 Procedimiento para el estudio del trabajo

De acuerdo a (Kanawaty, 1996, p. 540) se requiere ocho etapas detalladas a continuación:

- Seleccionar el trabajo que se va estudiar.
- Registrar los datos relacionados acerca de las actividades de la tarea o proceso.
- Examinar con estricto análisis técnico los datos registrados.
- Establecer un método económico.
- Evaluar los resultados y/o soluciones del nuevo método.
- Definir los nuevos métodos y los tiempos correspondientes.
- Implantar el nuevo método realizando la capacitación respectiva.
- Controlar con procedimientos de control establecidos el nuevo método.

2.4.3 Condiciones de trabajo

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) y una amplia literatura establecen una influencia entre las condiciones de trabajo y el rendimiento laboral en las empresas manufactureras o de servicios, destacándose como principal elemento la jornada de trabajo.

Jornada de trabajo

La jornada de trabajo es muy importante para los trabajadores debido a que si es muy larga produce daños o riesgo en la salud por su elevada carga física y mental teniendo como consecuencia una baja en la productividad.

2.4.4 Horas extraordinarias

El aspecto de reducción de la jornada laboral se relaciona directamente con reducir las horas extraordinarias y varía de un país a otro, pero en el caso de tenerlo, no puede exceder del porcentaje de las horas normales de trabajo determinado en la legislación correspondiente.

2.4.5 Interrupciones y pausas

Actualmente en forma general se reconoce que las pausas durante la jornada de trabajo son necesarias por el restablecimiento de la energía física y mental, reduciendo los niveles de fatiga acumuladas, preservando la salud del trabajador evitando accidentes e incidentes en el lugar de trabajo.

2.4.6 Descanso diario y semanal

Por razones de productividad, por salud laboral en cada uno de los países han reconocido en su legislación los descansos diarios y semanales mínimos.

Trabajo nocturno

Mediante la investigaciones se ha descubierto que el trabajo nocturno tiene efectos perjudiciales por los cambios en el ritmo circadiano, problemas gastrointestinales por los cambios de horarios en la alimentación, de la misma forma el trabajo reiterado nocturno no ayuda a una relación familiar adecuada ni a las actividades sociales, por esta razón la OIT en el convenio 171 recomienda a los países adoptar políticas adecuadas a los períodos de descanso, pagos de sus salarios, seguridad y salud ocupacional y otros servicios sociales que ayudan a proteger al trabajador.

2.5 Descripción del proceso productivo textil

2.5.1 Puestos de trabajo

El proceso de la chompa térmica, ilustrada en la Figura 2, muestra las siguientes etapas de fabricación:

- **Unión de los cortes:** se arman y unen los cortes una vez cortados para la fabricación del producto.
- **Ensamblaje de las piezas principales:** se ensamblan utilizando la máquina recta y se cosen las costuras principales que unen estas piezas para formar la estructura básica de la prenda.
- **Instalación de la cremallera:** se instala la cremallera frontal en el cuerpo delantero de la chompa. La máquina recta se utiliza para coser la cremallera en su lugar de manera precisa, asegurando que funcione correctamente y se deslice suavemente.
- **Ensamblaje de la capucha:** las piezas de la capucha se ensamblan entre sí y luego se unen al cuello del cuerpo de la chompa, se utilizan la máquina recta y la máquina overlock para coser y reforzar las costuras de la capucha.
- **Instalación de los bolsillos y franjas:** se instalan los bolsillos laterales y franjas en el cuerpo delantero de la chompa. La máquina recta se utiliza para coser los bolsillos en su lugar, mientras que la máquina overlock se utiliza para acabar los bordes y reforzar las costuras.

- **Acabado de los bordes con overlock:** se utilizan las máquinas overlock para coser y acabar los bordes de las costuras en toda la chompa, esto asegura que las costuras sean duraderas y que los bordes estén limpios y bien acabados.
- **Aplicación de ribetes con recubridora:** la recubridora se utiliza para aplicar ribetes en los bordes de las costuras, proporcionando un acabado elegante y duradero a la chompa. Esto también ayuda a reforzar las costuras y a prevenir el deshilachado de la tela.
- **Inspección de calidad:** se realiza una inspección de calidad para asegurar que la chompa cumpla con los estándares de la empresa.
- **Etiquetado y empaquetado:** la chompa térmica se etiqueta con la marca y la información del producto y se empaqueta para su envío a los puntos de venta.

Figura 2

Chompa térmica.



2.5.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de chompa térmica

Tabla 2

Diagrama de análisis de proceso para chompas térmicas.

CONFECCIONES TEXTILES						
Estación:	Línea para adultos	Elaborado por:				
Producto:	Chompas Térmicas	N. Unidades:	350			
Tipo Hombre	M. Actual X	Objeto: el diagrama inicia desde el área de almacenamiento de materiales hasta el área de almacenamiento de las chompas terminadas.				
Tipo Material X	M. Propuesta					
N ^o Actividad	Descripción	Símbolos	Tiempo [min]	Distancia [m]		
1	Almacenamiento de cortes (piezas de los distintos tipos de tela) y materiales.	● →			X	
2	Preparación de las máquinas de coser industriales (Activación y Carga de carretes de hilo)	■	12			
3	Transporte de piezas de tela hasta la máquina recubridora.	● →		0.18	3.75	
4	Unión de piezas en base al modelo para formar la parte frontal, la espalda y el bolsillo interno.	● →		700		X

CONFECCIONES TEXTILES						
5	2	Espera para descargar carretes vacíos	X		0.17	
6	2	Transporte de piezas de tela hasta la máquina recta.	X		0.08	0.85
7	3	Transporte de cierres para bolsillos desde el área de MP hasta la M. recta	X		0.22	4.75
8	2	Armado de bolsillos y pegado de sus cierres.	X		787.5	
9	1	Unión de la estructura base de la chompa e inspección del cosido. (parte delantera, espalda, mangas)		X	2275	
10	3	Espera para descargar carretes vacíos.	X		0.17	
11	4	Transporte hasta la máquina Overlock.	X		0.08	2.26
12	5	Transporte de cortes para forros internos, puños y cinturas desde el área de MP hasta la M. Overlock.	X		0.23	4.95
13	4	Colocación de hilos en la máquina Overlock	X		2.38	
14	3	Unión de puños y cinturas de tela tejida.	X		2555	
15	5	Alineamiento y posicionamiento de la prenda y el forro.		X	290.5	

CONFECCIONES TEXTILES						
16	4	Cocido del forro interno.	X		455	
17	1	Inspección de la prenda.		X	175	
18	6	Espera a descargar los carretes vacíos.		X	0.17	
19	6	Transporte a la máquina Recta.	X		0.08	2.26
20	7	Transporte de cierres y cortes para cuellos desde el área de MP hasta la M. Recta.	X		0.22	4.75
21	7	Selección, alineamiento y posicionamiento de cortes para el armado del cuello.	X		1.4	
22	5	Armado y unión de cuello de tela tejida.	X		2660	
23	8	Cambio de pieza de la máquina para coser cierres.		X	0.28	
24	6	Cosido de cierre frontal.	X		4673	
25	2	Inspección de la prenda.		X	476	
26	8	Transporte al área de doblado.	X		0.15	3.5
27	2	Inspección de las prendas y doblado.		X	56	
28	9	Transporte al área de almacenamiento.	X		0.18	3.76
29	2	Almacenamiento de chompas terminadas.		X		

Resumen				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo [min]	Distancia [m]
Operación		6	11830.00	
Transporte		9	1.42	30.83
Espera		8	307.07	
Inspección		2	651	
Almacenamiento		2	0	
Combinación		2	2331.0	
TOTAL		30	15120.49	30.83

2.6 Descripción del proceso productivo alimenticio (elaboración de empanada de queso)

2.6.1 Puestos de trabajo

- Área de bodega: es el espacio designado para almacenar ingredientes y suministros. Aquí se guardan las materias primas como harina, azúcar, levadura, mantequilla, entre otros, así como materiales de empaque y utensilios. Esta área debe estar organizada y limpia, con sistemas de almacenamiento adecuados para mantener los ingredientes en buen estado y cumplir con las normas de seguridad alimentaria. Es importante controlar la

temperatura y la humedad para evitar el deterioro de los ingredientes.

- **Área de amasado:** es el lugar donde se mezcla y se prepara la masa para la elaboración de diversos productos de panadería. Aquí se utilizan equipos como amasadora, batidora y mesas de trabajo. En esta área, el panadero mide y mezcla los ingredientes para asegurar la consistencia y calidad del producto final. La higiene es crucial en esta zona para evitar contaminaciones cruzadas.
- **Área de horno:** aquí se encuentra el horno industrial. Esta área debe estar bien ventilada y diseñada para manejar altas temperaturas de manera segura. Aquí el panadero debe monitorear constantemente el tiempo y temperatura de cocción para asegurarse de que los productos se horneen uniformemente y adquieran la textura y sabor deseados.
- **Área de exhibición del producto:** es la sección de la panadería destinada a mostrar y vender los productos terminados a los clientes. Este espacio debe ser atractivo y bien organizado, con vitrinas que mantengan los productos frescos y visibles. La presentación es clave para atraer a los clientes, por lo que se presta mucha atención a la disposición de los panes y otros productos. Además, esta área debe estar limpia y accesible, incluye mostradores, estanterías.

2.6.2 Diagrama de análisis de procesos para la elaboración de la empanada de queso

Tabla 3

Diagrama de análisis de proceso para la elaboración de la empanada de queso.

		ALIMENTICIO							
TIPO:	Alimenticio			Elaborado por:					
Producto:	ELABORACIÓN DE EMPANADA DE QUESO			N. Unidades:	300				
El diagrama inicia desde el área de almacenamiento de materiales hasta el área de venta al público				Método Actual	X				
Tipo Material	X								
		SÍMBOLOS OTIDA							
N ° Actividad	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO							Tiempo (s)	Distancia (m)
1	1 Almacenamiento de materias primas						X		
2	1 transporte agua al área de pesado 2		X					4	1.3
3	1 Medir volumen de agua en el área de pesado 2	X						16	
4	2 Se transporta el agua medido a la amasadora		X					4	0.5
5	3 Se transporta la azúcar al área de pesado 1		X					6	0.3
6	2 Se pesa azúcar en el área de pesado 1	X						1	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

ALIMENTICIO

TIPO: Alimenticio

Elaborado por:

Producto: ELABORACIÓN DE EMPANADA DE QUESO

N. Unidades: 300

El diagrama inicia desde el área de almacenamiento de materiales hasta el área de venta al público

Tipo Material X

Método Actual X

SÍMBOLOS OTIDA

N ° Actividad	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO							Tiempo (s)	Distancia (m)
7	4 Se transporta la azúcar al área de pesado 1	X						3	0.2
8	3 Se pesa azúcar en el área de pesado 1	X						9	
9	5 Se lleva la sal al área de pesado 1		X					1	0.1
10	4 Se pesa la sal en el área de pesado 1	X						12	
11	6 Se lleva la levadura al área de pesado 1		X					6	0.1
12	5 Se pesa la levadura en el área de pesado 1	X						6	
13	7 Se lleva manteca al área de pesado 1		X					11	0.2
14	6 Se pesa la manteca en el área de pesado 1	X						10	
15	8 Se lleva la mantequilla al área de pesado 1		X					8	0.2
16	7 Se pesa la mantequilla en el área de pesado 1	X						11	
17	9 Se lleva toda la materia prima sólida a la amasadora		X					2	0.5
18	8 Se llena la amasadora con la materia prima sólida	X						4	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

ALIMENTICIO

TIPO: Alimenticio

Elaborado por:

Producto: ELABORACIÓN DE EMPANADA DE QUESO

N. Unidades: 300

El diagrama inicia desde el área de almacenamiento de materiales hasta el área de venta al público

Tipo Material X

Método Actual X

SÍMBOLOS OTIDA

N ° Actividad	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO							Tiempo (s)	Distancia (m)
19	10		X					22	1.5
20	9	X						47	
21	11		X					2	1.2
22	10	X						5	
23	11	X						5	
24	12	X						12	
25	13	X						300	
26	1			X				17	
27	14	X						60	
28	12		X					30	2
29	1						X	174	
30	13		X					4	3
31	16	X						230	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

ALIMENTICIO

TIPO: Alimenticio

Elaborado por:

Producto: ELABORACIÓN DE EMPANADA DE QUESO

N. Unidades: 300

El diagrama inicia desde el área de almacenamiento de materiales hasta el área de venta al público

Tipo Material X

Método Actual X

SÍMBOLOS OTIDA

N ° Actividad		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	     	Tiempo (s)	Distancia (m)
32	14	Se lleva el queso de la mesa de trabajo 2 a la mesa de trabajo 1	X	7	2
33	2	Almacenamiento de carros con bandejas			X
34	15	Se lleva el carro con bandejas hacia la mesa de trabajo 1	X	13	3
35	16	Se llevan 2 bandejas a la mesa de trabajo 1	X	3	0.7
36	17	Se aplana una de las masas de 75 gramos	X	2	
37	18	Se pone queso a la masa y se la cierra	X	1	
38	19	Se repiten las actividades 36 y 37 hasta llenar una bandeja con 20 masas de empanada	X	41	
39	17	Se transporta bandeja llena a carro de bandejas	X	2	0.7
40	2	Se repiten las actividades 38 y 39 hasta llenar el carro de 20 bandejas			X 839.5
41	18	Se transporta el carro al horno	X	12	2
42	20	Se hornea	X	60	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

ALIMENTICIO

TIPO: Alimenticio

Elaborado por:

Producto: ELABORACIÓN DE EMPANADA DE QUESO

N. Unidades: 300

El diagrama inicia desde el área de almacenamiento de materiales hasta el área de venta al público

Tipo Material X

Método Actual X

SÍMBOLOS OTIDA

N ° Actividad		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	●	➔	⬇	■	▼	⊠	Tiempo (s)	Distancia (m)
43	19	Se transporta el carro al leudado		X					12	0.8
44	21	Se leuda	X						2700	
45	20	Se transporta el carro al horno		X					12	0.8
46	22	Se hornea	X						2100	
47	21	Se transporta el carro al leudado		X					12	0.8
48	23	Se leuda	X						2100	
49	22	Se transporta el carro al horno		X					12	0.8
50	24	Se hornea	X						1200	
51	23	Se transporta el carro al área de enfriado		X					32	7
52	3	Se enfría y se inspecciona						X	900	
53	3	Se almacena en el área de enfriado						X		

Actividad	Símbolo	Resumen		
		Cantidad	Tiempo [min]	Distancia [m]
Operación		23	8932	0
Transporte		23	220	29.7
Espera		1	17	0
Inspección		0	0	0
Almacenamiento		3	0	0
Combinada		3	1913.5	19.6
TOTAL		53	11082.50	49.3

2.7 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de pan

2.7.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso

El método de elaboración de panes trabaja con los siguientes procesos:

1. Pre calentamiento del horno: antes de iniciar el proceso como tal de Elaboración del producto, se empieza por calentar previamente el horno a una temperatura de 180°C, lo que beneficia al tema de tiempo de cocción de la masa, una vez esta se encuentre lista.

2. Recepción de insumos: el proceso empieza por la recepción y verificación de los ingredientes y materiales necesarios para la

producción de pan. Esto implica recibir los suministros de harina, levadura, agua, sal y otros ingredientes, así como inspeccionar su calidad y cantidad para garantizar que cumplan con los estándares requeridos. Una vez verificados, los materiales son almacenados adecuadamente y están listos para ser utilizados en el proceso de producción de pan.

3. Pesado de materia prima: para la elaboración del pan, una vez receptado los insumos se procede a pesar las cantidades necesarias para la mezcla posterior, las cantidades se detalla a continuación:

3.1. Para producción de 240 panes: en cada ciclo se necesita, 31 lb de Harina, 3lb de azúcar, 620 gr de sal, 1 lb de mantequilla, 6 lb de manteca, 10 huevos, $\frac{3}{4}$ gr de levadura y 7 L de agua.

4. Proceso de amasado: se colocan todos los ingredientes dentro de la amasadora industrial, el cual cumplirá un tiempo de trabajo alrededor de los 3 a 4 minutos.

5. Pesado de masa: aquí se determina la cantidad exacta necesaria para cada lote de producción, para la producción en este caso se requiere de 5 lb y media. Esto se logra utilizando equipos de pesaje precisos para mantener la consistencia y calidad del producto final.

6. División de masas: las porciones de masa obtenidas son colocadas en la cortadora o divisora, la cual se encargará de seccionar en cantidades exactas cada producto, para la elaboración del pan en Panadería “El Dorado” en cada división se sacan 36 masas de pan obteniendo un total de 240.

7. Moldeo de masas: en el moldeo se da forma a la masa preparada según las especificaciones del producto final. Esto implica manipular la masa para darle la forma deseada, como la de un pan redondo, baguette, o cualquier otra forma específica requerida. El moldeo se realiza de manera cuidadosa para asegurar una apariencia uniforme y atractiva en los productos finales.

8. Colocación de masas en bandejas: al terminar de moldear las masas, se colocan en cada bandeja un total de 20 porciones de masa, mismas que se colocará en el coche para llevarlas al siguiente proceso.

9. Proceso de leudado: las masas se llevan a la leudadora en donde el producto se somete a un proceso de expansión y aumento de volumen, el cual es una actividad crucial para la obtención de una masa esponjosa y con buen sabor, este proceso tiene un tiempo de 10 a 15 minutos.

10. Pintado y dorado de masas: una vez terminado el proceso de leudado, las masas se someten a un recubrimiento o pintado sobre la parte externa del producto, con el fin de darle ese color característico del pan, el proceso se lleva a cabo utilizando 3 huevos batidos y una brocha especial.

11. Horneado: las masas ya recubiertas por la mezcla para dorado, se ingresan al horno el cual estuvo previamente calentado, antes del ingreso se debe realizar un aumento de temperatura a 183°C de forma manual para un correcto tratamiento de la masa, el proceso de cocción del pan dura un total de 24 minutos.

12. Control de calidad: se lleva a cabo un riguroso control de calidad para asegurar que el producto cumpla con los estándares establecidos antes de su distribución.

13. Producción estimada: la producción diaria de panes en la empresa dependiendo en aspectos como los pedidos y demanda, también puntos como el diseño o tipo de pan se tiene la estimación de un total de 240 panes diarios.

2.7.2 Diagrama de análisis de procesos para la elaboración de pan redondo

Tabla 4

Diagrama de análisis de pan redondo.

Método Actual		Tipo	Material		
Método Mejorado		Fecha	6/25/2024	Operación	
SUJETO DEL DIAGRAMA: Inicia en la bodega de materia prima y termina en la bodega de producto terminado		# Unidades	240 PANES	Transporte	
		# Operarios	2 operarios	Inspeccionar	
		Hoja N:	1	Demora	
		SIMBOLOGÍA			Almacenamiento
				Tiempo minutos	Distancia metros
1	Seleccionar insumos	X		3.98	
2	Trasladar insumos a la balanza		X	0.96	3.54
3	Pesar insumos	X		7.11	
4	Trasladar insumos a la amasadora		X	1.08	1.24
5	Colocar insumos en amasadora y amasar	X		6.16	
6	Trasladar masa a balanza		X	0.91	1
7	Pesar la masa	X		2.92	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

8	Trasladar masa a la cortadora		X				0.93	0.6
9	Cortar masa	X					8.33	
10	Trasladar masa a mesa de trabajo		X				0.91	0.55
11	Dar forma al pan y colocar en bandejas	X					23.73	
12	Trasladar bandejas a los coches		X				3.11	1.2
13	Trasladar coches a leudadora		X				2.06	1.68
14	Ingreso a cámara de Leudado	X					1.38	
15	Leudado de panes	X					15.86	
16	Retirar coches de leudadora	X					0.91	
17	Trasladar coches a zona de pintado/dorado		X				0.93	1
18	Pintado/dorado de panes	X					4.34	
19	Traslado de coche a horno		X				0.93	1
20	Horneado	X					24.86	
21	Enfriar panes					X	3.86	
22	Inspección de calidad				X		4.48	
23	Colocar pan en las gavetas	X					6.04	
24	Almacenar en stock					X	6.98	
		13	9	1	1	1	132.80	9.81

Símbolo	Resumen		
	Actividad	Act.	Tiempo
	Operación	13	105.65
	Transporte	9	11.823
	Inspección	1	4.484
	Demora	1	3.86
	Almacenamiento	1	6.984
	TOTAL	25	132.80

2.8 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de queso mozzarella

2.8.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso

La producción de quesos mozzarella se divide en los siguientes puestos de trabajo:

- Producción

Donde se realiza el proceso de producción de los quesos mozzarellas el cual empieza desde que se receipta la leche para posteriormente hacerle las respectivas pruebas de calidad. Un porcentaje de la leche aceptada es puesta a descremarse para después mezclarlas en una sola marmita la cual será sometida a calor, una vez que la leche alcance la temperatura adecuada se añade los fermentos, sal y cuajo dejando

reposar para que se concentren los implementos añadidos, se procesos a cortar en las marmitas dejándolo reposar aún más tiempo. Después de esto es trasladado a otra marmita en donde se amasa manualmente haciendo uso de agua caliente para continuar con la masa en una mesa donde es cortada y estos cortes obtenidos son sometidos a agua caliente para seguir siendo estirados, a la medida que se estira la masa se van produciendo rollos de masa que son pesados para que todos sean del mismo volumen. Los rollos pasan a los respectivos moldes en donde son sometidos al prensado artesanal que emplea la planta y además se los somete a una variación de agua caliente y fría en el proceso de prensado.

- Salado

Lugar donde, luego de ser prensado estos pasan al área de salado, siendo una tina de agua con sal marina.

- Refrigerado

Lugar donde se enfría el producto.

- Empaquetado

Lugar donde se coloca la funda al vacío.

- Etiquetado

Una vez que pasa los controles respectivos se procede a colocar la etiqueta del producto.

- Almacenamiento

Lugar donde se coloca el producto terminado.

Figura 3

Queso mozzarella.



2.8.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de queso mozzarella

Tabla 5

Diagrama de análisis de proceso del queso mozzarella.

Diagrama de Análisis de Proceso							Hoja:	1 de 1					
Operario/ Material/ Equipo	1												
Producto:	40 unidades de queso mozzarella de 2.5 kg cada uno												
Actividad:													
Método:	Mejorado												
Área:	Producción												
Operarios:	5												
Elaborado por:													
Fecha:	6/28/2024												
		Operación		Transporte		Demora		Inspección		Almacenamiento			
N°	Descripción del Proceso							Tiempo en minutos	Distancia en metros				
1	Ingreso de la materia prima (leche)	x						5					
2	Verificar la cantidad y acides de la leche			x				1					
3	Trasladar a la descremadora		x					3	1				

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Angel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

4	Descremar los 1000 litros de leche	x			11	
5	Trasladar la leche a la marmita 1		x		2	4
6	Calentar la leche gradualmente	x			7	
7	Verificar que llegue a los 70°C			x	4	
8	Poner los fermentos y la sal en la leche	x			1	
9	Mezclar los fermentos la sal con la leche	x			2	
10	Esperar que se concentre los fermentos y sal junto con la leche				4	
11	tomar la temperatura de 72°C	x			0.42	
12	Poner el cuajo	x			1	
13	Mezclar el cuajo	x			2	
14	Concentrar la mezcla entre los fermentos, sal y el cuajo	x			0.25	
15	Verificar que se concentre el cuajo			x	11	
16	Cortar el cuajo dentro de la tina con la lira separar la leche coagulada se serape del suero	x			6	
17	(Drenar)	x			5	
19	Calentar el agua alrededor de 38°C	x			10	
20	Trasladar las tiras de cuajada a la marmita de agua a 38°		x		8	2
21	Colocar con cuidado las tiras de cuajada en la marmita	x			3	
22	Cerrar y ajustar la tapa de la marmita	x			0.12	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

23	tomar la temperatura de 80°C	x			6	
24	Dejar la cuajada dentro de la marmita a la temp. de 80°C			x	10	
25	Verificar que se vuelvan elásticas y puedan ser estiradas y amasadas		x		0.1	
26	Vaciar la masa a la tina o gaveta	x			0.62	0.5
27	Amasar manualmente (con guantes para calor) dentro de la tina o gaveta	x			3	
28	Trasladar la tina o gaveta a la mesa de trabajo		x		0.17	1
29	Colocar y estirar la masa a lo largo de la mesa	x			0.42	
30	Realizar unos cortes a la masa con el cuchillo de manera uniforme	x			6	
31	Enrollar la masa	x			7	
32	Poner a pesar cada rollo de masa pequeña	x			17	
33	pesar masa de cada rollo (2,5 Kg)	x			23	
34	Colocar los rollos de masa en los moldes y sus tapas	x			13	
35	Trasladar al área de prensado		x		3	4
36	Ejercer la presión externa sobre los moldes con masa	x			3	
37	Dejar en la prensa			x	60	
38	Trasladar a la mesa la masa de queso mozzarella ya prensada		x		3	4
39	Retirar los moldes de la masa	x			2	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

40	Verificar si la masa se encuentra uniformemente prensado		x		1	
41	Trasladar la masa a la recipiente de agua fría con sal		x		7	3
42	Reposar dentro del agua fría con sal			x	60	
43	Sacar los quesos mozzarella de la salmuera	x			4	
44	Trasladar a la mesa los quesos mozzarella		x		3	3
45	Esperar que se destile el exceso de agua salada			x	1	
46	Trasladar al área de refrigeración Permanecer en el área de refrigeración para que el queso se haga más firme y poderlo		x		7	4
47	empaquetar	x			60	
48	Trasladar al área de empaquetado y etiquetado		x		7	4
49	Realizar el empaquetado y etiquetado del queso (Producto terminado)	x			60	
50	Trasladar el queso mozzarella empaquetado al área de almacenamiento		x		7	4
51	Almacenar el queso mozzarella en el área de enfriamiento y listo para su entrega					4

Actividades	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia (m)
Operación		27	
Transporte		11	38.5
Inspección		5	
Demoras		4	
Almacenaje		1	
Total		461.1	38.5

2.9 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de queso fresco de 800 gr

2.9.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso

- **Recolección de la leche**

La recolección de leche empieza a las 8 am y termina a las 10 am, la misma que proviene de varios proveedores del sector.

En el momento que la leche es receptada se debe observar la calidad de la materia prima, es decir que no sea muy ácida, para esto se realiza la prueba de acidez mediante la mezcla de la fenoptaleina e hidróxido de sodio. El grado de acidez no debe sobrepasar los 18 grados, pudiendo ser de 14 a 15 grados de acidez los más adecuados para el proceso.

- **Filtración de la leche**

Se realiza la filtración de la leche, mediante un tamiz (se vierte la materia prima en tinas de doble filo de acero inoxidable) para evitar las impurezas de la misma, ya que la leche se compone del 87% de agua, 12% de sólidos y el 1% de gases minerales.

- **Llegada a la tina**

La leche se introduce con cuidado en la tina para evitar una mezcla de aire y la formación de espuma. Si no se hace de esta manera, la espuma puede causar una formación de ojos irregulares en el queso y con ello es más difícil conocer cuál es el momento correcto para hacer el corte del coágulo.

- **Pasteurización**

Una vez filtrada la leche, previamente en las tinas de doble filo, en tina de acero inoxidable para pasteurización.

- **Enfriamiento**

Luego de la pasteurización se procede con el enfriamiento de la leche, la cual debe estar a una temperatura de 38-40°C que es la temperatura a la cual actúa el cuajo. La leche se enfría durante (20 minutos) aproximadamente.

- **Cuajado**

Una vez que la leche se encuentra a una temperatura ideal, se procede a agregar el cuajo líquido (se pone 5 ml por cada 100 litros).

- **Coagulación**

A la coagulación o solidificación de la leche, se le llama cuajada y tiene una apariencia de gelatina blanca y se la forma una vez agregada la cantidad exacta de cuajo y a una temperatura apropiada 38-40°C.

- **Corte**

El corte se realiza con una lira, realizando movimientos y así lograr un corte homogéneo entre 2 cm. El tipo de corte se lo hace de acuerdo al tipo de queso, puede ser para queso fresco, grueso, blando, duro, de mesa, mozzarella.

- **Primera agitación**

Para la elaboración del queso fresco se deja reposar la masa por unos minutos antes de empezar la agitación. Este reposo permite a los granos tener una estructura más firme.

- **Desuerado**

El desuerado posibilita una agitación más fuerte con lo cual es más fácil evitar la formación de aglomerados durante el calentamiento. Generalmente se desuera entre el 30-35% del total de litros.

- **Moldeado**

La cuajada desuerada al 70% es vertida a las mesas para proceder a la moldeada, de acuerdo con el peso del queso se utilizan los moldes. Se realiza 2 viradas de los quesos para seguir eliminando el suero al menos un 20% más.

- **Prensado**

Una vez eliminado al menos el 90% del suero se procede a colocar cada unidad en mallas plásticas para darle la calidad de la forma como producto terminado.

- **Salado**

La salmuera es la mezcla de agua con sal, en donde se colocan los quesos una vez prensados, depende del tipo y porte de queso para dejarlos en la salmuera. Por ejemplo, los quesos de 125 gr. Se deja 20 min y los de 500 gr se dejan una hora.

Figura 4

Salado del queso.



- **Refrigeramiento**

El refrigeramiento se lo realiza en un cuarto frío a una temperatura de 4°C, el tiempo depende del tipo de queso.

Sellado

Se realizan dos tipos de sellado: normal y al vacío en máquinas diferentes, en fundas que contienen la marca, registro sanitario, código de barras y el logo.

- **Refrigerado y almacenado**

Luego de que se empaca el queso es necesario tenerlo bajo una temperatura adecuada 4°C con el propósito de que el queso, se debe mantener una combinación específica de temperatura y de humedad relativa en distintos cuartos de almacenaje para las diferentes etapas de la maduración.

2.9.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de queso fresco de 800 gr

Tabla 6

Diagrama de análisis de proceso del queso fresco 800 gr.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS

El diagrama inicia en la recepción de leche y termina en el almacenamiento de queso FRESCO
 Unidades producidas 120 quesos de 800 gr

FECHA: 19/07/2024

DIAGRAMAS: ELABORACION DE QUESO FRESCO

HOJA: 2

TIPO: MATERIAL

N.-	DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLOGIA DEL DIAGRAMA						Distacia (m)	Tiempo (min)
									
1	Almacenamiento de leche cruda					x			
2	Transporte de leche cruda		x				4		
3	Descarga de la leche en la marmita 2	x						5	
4	Filtración de leche cruda	x						4	
5	Calentamiento de leche a 40 °C				x			12	
7	Transporte de leche hacia la máquina descremadora		x				3.8		

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS

El diagrama inicia en la recepción de leche y termina en el almacenamiento de queso FRESCO

Unidades producidas 120 quesos de 800 gr

FECHA: 19/07/2024

DIAGRAMAS: ELABORACION DE QUESO FRESCO

HOJA: 2

TIPO: MATERIAL

N.-	DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLOGIA DEL DIAGRAMA						Distacia (m)	Tiempo (min)
									
8	Proceso de descremación	x						15	
9	Transporte hacia la marmita 2 de la leche descremada		x				3.8		
10	Batido de leche	x						2	
11	Pasteurización a los 80°C	x						13	
12	Descarga de leche pasteurizada	x						3	
13	Transporte a tanques de enfriamiento		x				5		
14	Espera de enfriamiento de leche				x			8	
15	Transporte hacia la marmita 2		x				5.5		
16	Agregación de calcio ½ litro	x						0.3	
17	Reposo de cuajo				x			10	
18	Corte del cuajo con la lira	x						1	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS

El diagrama inicia en la recepción de leche y termina en el almacenamiento de queso FRESCO

Unidades producidas 120 quesos de 800 gr

FECHA: 19/07/2024

DIAGRAMAS: ELABORACION DE QUESO FRESCO

HOJA: 2

TIPO: MATERIAL

N.-	DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLOGIA DEL DIAGRAMA						Distacia (m)	Tiempo (min)
									
19	Extracción de suero	x						2	
20	Transporte del cuajo hacia la mesa 1 y 2 del molde		x				1		
21	Moldeado	x						3	
22	Reposo en los moldes				x			2	
23	Mallado para dar forma rectangular al queso	x						9	
24	Transporte de la mesa 1 y 2 hacia el prensado		x				0.5		
25	Prensado	x						4	
26	Reposo en el prensado				x			10	
27	Desmolde, retiro del mallado y corte el exceso de queso						4	6	
28	Transporte hacia el área de salado		x				5.2		
29	Baño de agua sal	x						5	
31	Reposo del queso en el agua sal				x			10	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS

El diagrama inicia en la recepción de leche y termina en el almacenamiento de queso FRESCO

Unidades producidas 120 quesos de 800 gr

FECHA: 19/07/2024

DIAGRAMAS: ELABORACION DE QUESO FRESCO

HOJA: 2

TIPO: MATERIAL

N.-	DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLOGIA DEL DIAGRAMA						Distacia (m)	Tiempo (min)
									
32	Inspección de queso			x				2	
33	Retirada de los quesos del agua sal	x						4.1	
34	Transporte de quesos al área de empaquetado		x						
35	Empaquetado	x						2	
36	Transporte al área de sellado al vacío		x				11		
37	Sellado al vacío de empaque	x						10	
38	Transporte al área de almacenamiento		x				0.5		
39	Almacenamiento de quesos fresco					x			

Resumen elaboración queso fresco			
Actividades	Símbolo	Tiempo(min)	Distancia (m)
Operación		16	
Transporte		11	40.3
Inspección		1	
Demora		6	
Almacén		2	
Operación combinada		1	
Tiempo Total	(min)	144.4	40.3

2.10 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de una puerta metálica

2.10.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso de la puerta metálica

La descripción del proceso de producción de la puerta metálica se muestra en la Figura 5 y se detalla a continuación:

1. Diseño y planificación: el proceso comienza con una fase de diseño, donde se elaboran los planos y especificaciones de la puerta metálica, considerando tanto aspectos estéticos como funcionales.

2. Selección de materiales: se eligen los materiales adecuados, como acero, aluminio u otras aleaciones metálicas, según los requisitos del cliente y las normas de calidad.

3. Corte y conformado: los paneles metálicos se cortan y se dan forma según el diseño específico de la puerta. Esto puede incluir la creación de patrones decorativos o detalles funcionales.

4. Soldadura y ensamblaje: las piezas se unen mediante procesos de soldadura para formar la estructura de la puerta. La precisión en esta etapa es esencial para garantizar la resistencia y estabilidad del producto.

5. Tratamiento anticorrosivo: se aplica un tratamiento anticorrosivo para proteger la puerta contra el desgaste y aumentar su durabilidad, especial importancia para productos destinados a espacios exteriores.

6. Acabado estético: se realiza un acabado estético, que puede incluir la aplicación de pintura o recubrimientos adicionales para mejorar la apariencia y proporcionar protección adicional.

7. Instalación de componentes adicionales: se incorporan sistemas de cerraduras, bisagras de alta calidad y, si es necesario, dispositivos automáticos de apertura y cierre.

8. Control de calidad: se lleva a cabo un riguroso control de calidad para asegurar que cada puerta cumpla con los estándares establecidos antes de su envío.

Figura 5

Proceso de fabricación de puerta metálica.



Nota. Fotos de los autores.

2.10.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de puerta metálica

Tabla 7

Diagrama de análisis de proceso para la fabricación de puerta metálica.

METODO ACTUAL		Tipo		Material		SÍMBOLOS	
		Fecha	6/25/2024		Operación		
Método Propuesto		# Unidades	1 puerta		Transporte		
<div style="border: 1px solid black; background-color: #e6f2ff; padding: 5px; border-radius: 10px;"> SUJETO DEL DIAGRAMA: Inicia en la bodega de materia prima y termina en la bodega de producto terminado </div>		# Operarios	3 operarios		Inspeccionar		
		Hoja N:	1		Demora		
		SIMBOLOGÍA			Almacenamiento		
N	DETALLE				Tiempo(s)	Distancia(m)	
1	Transportar tubo de bodega (1 1/2" x 3/4") al área de corte		X	 	170	2	
2	Cortar el tubo a medida de 193cm para altura del marco de la puerta	X			30		
3	Cortar el tubo a medida de 75cm para el ancho del marco de la puerta	X			15		
4	Inspeccionar de medidas			X	70		
5	Soldar cuadro de puerta	X			900		

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Mayano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

METODO ACTUAL		Tipo		Material		SÍMBOLOS	
 		Fecha		6/25/2024		 Operación  Transporte  Inspeccionar  Demora  Almacenamiento	
Método Propuesto		# Unidades		1 puerta			
<div style="border: 1px solid blue; border-radius: 15px; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;"> SUJETO DEL DIAGRAMA: Inicia en la bodega de materia prima y termina en la bodega de producto terminado </div>		# Operarios		3 operarios			
		Hoja N:		1			
				SIMBOLOGÍA			
		    					
N	DETALLE	X				Tiempo(s)	Distancia(m)
6	Cortar varilla de ángulo (1"x76cm)	X				45	
7	Doblar de forma semicircular la varilla para la estructura interna de la puerta	X				40	
8	Inspeccionar las medidas			X		70	
9	Soldar varilla a la estructura	X				93	
10	Cortar a medida de 100cm el tubo de (1"x1/2")	X				20	
11	Inspeccionar las medidas			X		40	
12	Soldar a la estructura para unión del diseño de la estructura interna de la puerta	X				40	
13	Cortar varilla cuadrada de (1/2") a medida de 30cm para la estructura interna de la puerta	X				15	
14	Inspeccionar las medidas			X		48	
15	Soldar a la estructura	X				46	
16	Cortar a medida de 20cm la pletina de (1/2"x2mm)	X				10	
17	Doblar la pletina en forma semicircular para las decoraciones internas de la puerta	X				70	
18	Inspeccionar las medidas			X		48	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

METODO ACTUAL		Tipo		Material		SÍMBOLOS	
Método Propuesto		Fecha	6/25/2024				Operación
<div style="border: 1px solid blue; border-radius: 15px; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;"> SUJETO DEL DIAGRAMA: Inicia en la bodega de materia prima y termina en la bodega de producto terminado </div>		# Unidades	1 puerta				Transporte
		# Operarios	3 operarios				Inspeccionar
		Hoja N:	1				Demora
		SIMBOLOGÍA					Almacenamiento
N	DETALLE					Tiempo(s)	Distancia(m)
19	Soldar a la estructura	X				46	
20	Cortar a medida de 20cm la pletina de (1/2"x2mm) para la estructura interna de la puerta	X				10	
21	Transportar al area de taladrado		X			40	2.5
22	Abrir agujeros con broca de 1/4" para futuras modificaciones de diseño	X				55	
23	Inspeccionar las medidas			X		80	
24	Soldar a la estructura	X				46	
25	Cortar plancha metálica a medidas de (70cmx22cmx1mm)	X				935	
26	Inspeccionar de medidas			X		70	
27	Soldar a la estructura	X				186	
28	Correcciones y acabados	X				930	
29	Inspeccionar de estructura			X		380	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Mayano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

METODO ACTUAL		Tipo		Material		SÍMBOLOS		
		Fecha	6/25/2024		Operación			
Método Propuesto		# Unidades	1 puerta		Transporte			
<div style="border: 1px solid blue; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;"> SUJETO DEL DIAGRAMA: Inicia en la bodega de materia prima y termina en la bodega de producto terminado </div>		# Operarios	3 operarios		Inspeccionar			
		Hoja N:	1		Demora			
		SIMBOLOGÍA						
							Tiempo(s)	Distancia(m)
N	DETALLE							
30	Transportar pinturas y materiales desde bodega	X					465	11
31	Limpiar y desengrasar la puerta metálica	X					1860	
32	Transportar al área de pintura		X				186	4
33	Preparar la pintura	X					370	
34	Pintar la estructura	X					1023	
35	Secado	X					3740	
36	Inspección final						938	
37	Almacenamiento					X	930	
TOTAL		0	0	0	0	0	14060	19.5

Símbolos	Resumen		
	Actividad	Número	Tiempo (s)
	Operación	23	10755
	Transporte	4	861
	Inspeccionar	9	1744
	Demora	0	
	Almacenamiento	1	930
	TOTAL	37	14290

2.11 Descripción del proceso productivo mecánico elaboración de tablas de madera

2.11.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso

El proceso de producción de tablones de madera comienza con la recepción de la materia prima (doble pieza de madera cuadrada) (Figura 6), en el almacén de materia prima. Luego, la madera se transporta a la cateadora, donde se clasifica según su calidad y tamaño, después, se transporta a la sierra, donde se corta a las dimensiones requeridas (2.4 metros de longitud, 4 cm de espesor y 19 cm de ancho). Posteriormente, las piezas se trasladan a la cepilladora, donde se cepillan para obtener superficies lisas y uniformes. Finalmente, los tablones terminados se transportan al almacén de productos terminados donde se almacenan para su distribución.

Producto tablones de madera (Guallpa et al (2019).p.p. 126-143).

Figura 6

Almacenamiento de la tabla.



Nota. Fotos de los autores.

Estaciones de trabajo

Canteadora: la canteadora es una máquina esencial en el proceso, operación de dejar la cara de la pieza uniforme para el dimensionamiento adecuado Figura 7.

Figura 7

Canteadora.



Nota. Fotos de los autores.

Sierra: La sierra Figura 8, es una máquina fundamental en el aserradero, diseñada para cortar la madera en dimensiones específicas según las necesidades del proyecto.

Figura 8

Sierra.



Nota. Fotos de los autores.

Cepilladora: la cepilladora Figura 9, es una máquina utilizada para alisar y dimensionar las superficies de la madera, elimina las irregularidades y proporciona un acabado liso y uniforme, crucial para productos finales de alta calidad.

Figura 9

Cepilladora.



Nota. Fotos de los autores.

Machihembradora: es una máquina especializada utilizada para crear juntas machihembradas en piezas de madera; de forma precisa y segura, comúnmente utilizadas en la fabricación de duelas y otros productos de ensamblaje.

Figura 10

Machihembradora.



Nota. Fotos de los autores.

2.11.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de tablas de madera

Tabla 8

Diagrama de análisis de proceso para la elaboración de tablas de madera.

		DIAGRAMA DE PROCESO						
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar.	<input checked="" type="checkbox"/>	Mater.		Maqui.		
Proceso:								
Fecha:								
El estudio inicia:								
Método: Actual: _____ Propuesto: x								
Producto: 1 Tablón								
Nombre del operario:								
Elaborado por:								
		ACTIVIDAD						
		Operación						
		Transporte						
		Inspección						
		Espera						
		Almacenaje						
		SÍMBOLOS PROCESOS						
N.-	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO						Tiempo (S)	Distancia (m)
		•	•	•	•	•		
1	Almacen de materia prima	•				•		0
2	Transporte a máquina (Sepilladora)		•				6	3
3	Ajustar el parametro del desvaste del tablón	•					4	
4	Cepillado de tablonces primera cara	•					15	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Mayano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

5	Transporte hacia el inicio para cepillar cara 2		•					3	
6	Ajustar el tamaño del desvaste del tablon	•						3	
7	Cepillado de tablonnes segunda cara	•						15	1
8	Transporte al apilamiento		•					5	
9	Almacén de producto terminado						•		
	Tiempo Minutos:	0.9	4	3	0	0	2	51	4

Actividad	Símbolo	Resumen		
		Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)
Operación		4		37.0
Transporte		2	4	14.0
Demora		1		
Inspección		1		
Almacenaje		2		
Total		10	4	51.0

2.12 Descripción del proceso productivo de fabricación de bloques

2.12.1 Puestos de trabajo y descripción del proceso

Producción: en una mezcladora se agrega 4 carretilladas de chasqui, 2 carretilladas de polvo, media funda de cemento de 50 kg y una cantidad de agua que los trabajadores ya la tienen determinada (Figura 11).

Figura 11

Almacenamiento de la materia prima.



Nota. Fotos de los autores.

Después de mezclado, se abre la compuerta de la mezcladora fluyendo la mezcla en la tolva, y esta dirige el material hacia la prensadora, donde el trabajador que está en la zona inferior abre la compuerta de la tolva para que caiga la mezcla.

Se deja caer en la prensadora el material necesario, se ayuda un poco de las manos para acomodar la mezcla y se procede a prensar (Figura 12).

Figura 12

Prensa.



Nota. Fotos de los autores.

Una vez prensado el bloque (Figura 13), con un carrito de transporte de paletas de bloques, va la estación de secado.

Figura 13

Secado del bloque.



Nota. Fotos de los autores.

2.12.2 Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de bloques

Tabla 9

Diagrama de análisis de procesos para la fabricación de bloques

		Diagrama de Análisis de Proceso						1 de 1		
Operario/ Material/ Equipo		1	Hoja:							
Producto:		287 Bloques cada lote								
Actividad:		Actual	Propuesta	x	Actividades					
Método:										
Área:		Producción								
Operarios:		5								
Elaborado por:										
Fecha:		6/28/2024								
		Símbolos			Tiempo (min)		Distancia(m)		Observaciones	
Descripción								Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
1	Se acerca el chasqui y el polvo con la minicargadora hacia las mezcladoras		x					5	3	Una vez a la semana se recibe material en volquetas, dejan el

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

Operario/ Material/ Equipo		Diagrama de Análisis de Proceso		1		Hoja:		1 de 1	
Producto:		287 Bloques cada lote							
Actividad:		Actual	Propuesta	x	Actividades				símbolos
Método:					Operación				
Área:	Producción				Transporte				
Operarios:	5				Demora				
Elaborado por:					Inspección				
Fecha:	6/28/2024				Almacenamiento				
					Actividad Combinada				
	Descripción	Símbolos			Tiempo (min)	Distancia(m)	Observaciones		
					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones		
2	Se acercan fundas de cemento con el montacarga hacia las mezcladoras		x		4	3	material cerca a la mezcladora, el material se va acabando y por ende se aleja, con la minicargadora se acerca el material.		
3	Se llenan los recipientes de agua	x			3.5	0.5	Diariamente se acercan las fundas de cemento con el montacarga.		

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

Diagrama de Análisis de Proceso

Operario/ Material/ Equipo

1

Hoja:

1 de 1

Producto:

287 Bloques cada lote

Actividad:

Actual

Propuesta

x Actividades

símbolos

Método:

Operación

Área:

Producción

Transporte

Operarios:

5

Demora

Elaborado por:

Inspección

Fecha:

6/28/2024

Almacenamiento

Actividad Combinada

Símbolos

Tiempo (min)

Distancia(m)

Observaciones

Descripción



Tiempo
(min)

Distancia
(m)

Observaciones

4	Se añade 4 carretilladas de chasqui en la mezcladora	x			6.5	1	
5	Se añade 2 carretilladas de polvo en la mezcladora	x			4.5	1	
6	Se añade 50 Kg de cemento en la mezcladora	x			2	1	
7	Se añaden 2 baldes de agua en la mezcladora	x			1.5	0.5	
8	Se mezcla	x			11	-	
9	Se abre la compuerta de la mezcladora	x			0.7	0.5	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

		Diagrama de Análisis de Proceso						
Operario/ Material/ Equipo		1	Hoja:		1 de 1			
Producto:		287 Bloques cada lote						
Actividad:		Actual		Propuesta	x	Actividades	símbolos	
Método:						Operación		
Área:		Producción				Transporte		
Operarios:		5				Demora		
Elaborado por:						Inspección		
Fecha:		6/28/2024				Almacenamiento		
						Actividad Combinada		
Descripción		Símbolos			Tiempo (min)	Distancia(m)	Observaciones	
					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones	
10	Se abre la compuerta de la tolva	x			0.5	-		
11	Se prensa la mezcla (Obtiene bloque)	x			41	-	Se producen aproximadamente 287 bloques por máquina, en un ciclo de toldada de cemento de la mezcladora.	

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

Diagrama de Análisis de Proceso						
Operario/ Material/ Equipo	1	Hoja:		1 de 1		
Producto:	287 Bloques cada lote					
Actividad:	Actual	Propuesta	x	Actividades	símbolos	
Método:				Operación	●	
Área:	Producción				Transporte	→
Operarios:	5				Demora	■
Elaborado por:				Inspección	□	
Fecha:	6/28/2024				Almacenamiento	▼
				Actividad Combinada	□ ●	
	Símbolos			Tiempo (min)	Distancia(m)	Observaciones
Descripción	●	→	□	Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
12	Se trasladan estos bloques hacia el área de secado (cargar, trasladar, descargar, retornar)	x		41	5	Se trasladan los bloques con dos carritos de transporte de palets de bloques
13	Control de calidad		x	7.5	-	medidas,dureza
Total				128.7	15.5	

Resumen			
Operación	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
	13	71.2	4.5
	3	50	11
	0	0	0
	1	7.5	0
	1	0	3
Total	18	128.7	18.5

Capítulo 3

Ergonomía laboral

Capítulo 3

3 Ergonomía laboral



3.1 ¿Qué es ergonomía?

La ergonomía se puede conceptualizar como la encargada del estudio de la relación entre operario, puesto de trabajo y su diseño, con la única finalidad de generar satisfacción “CONFORT” en la relación hombre – máquina (TDI (2021)).

La ergonomía siempre ha estado presente en las necesidades del hombre (Figura 14) por adecuar su entorno, puede decirse desde su creación en la tierra, un claro ejemplo la adecuación de herramientas y armas para la supervivencia (Jaureguiberry, M. E. (s.f.), pp 1-8).

Figura 14

Necesidades ergonómicas y tecnología en la edad de piedra.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/KchZuR>

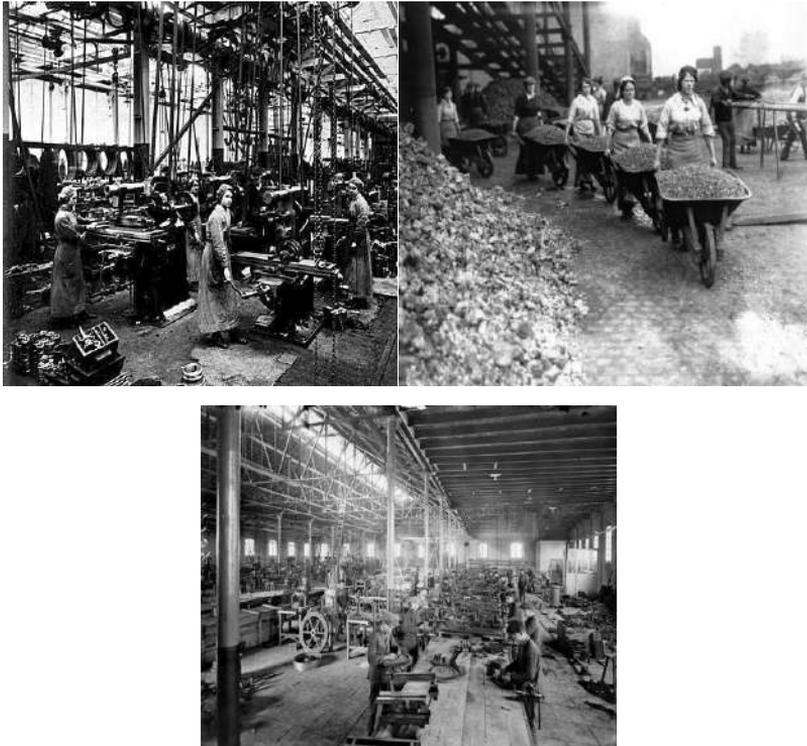
Entre el siglo XVII y XIX se implanta y revoluciona la ingeniería industrial, lo que conlleva muchos cambios para el mundo laboral y problemas a su vez, especialmente para la industria ya en el tema de organización, gestión, producción, etc.

Se observa los primeros síntomas de discomfort (Figura 15), a consecuencia del trabajo extendido en la primera guerra mundial, como simple evidencia que, en las fábricas de armamento y municiones, hombres, mujeres y niños trabajaban hasta 14 horas laborables en condiciones precarias, lo que produjo fatiga y cansancio

en los trabajadores causando accidentes y enfermedades profesionales.

Figura 15

Disconfort industria de armamento.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/3n4u73>

En la Segunda Guerra Mundial surge la ergonomía como disciplina, creada el 12 de julio de 1949 con el nombre de “Sociedad de Investigación Ergonómica”. El 16 de febrero de 1950 adopta el término

“Ergonomía”. A partir de los años 50, empieza a desarrollarse con base en la mecanización y automatización de la producción para contribuir a mejorar las condiciones laborales del trabajador (Figura 16).

Figura 16

Mecanización de los procesos industriales.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/B1D5Dv>

La primera Ley de accidentes de trabajo se aprobó en 1900, considerándose la Primera Norma de Seguridad Social en España. Ley que mejoró notablemente las condiciones de trabajo, dando paso a la contratación de seguros y compensaciones de gastos médicos cuando

los trabajadores sufran accidentes laborales (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2014).

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) 31/1995, del 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado, tiene como finalidad promover la seguridad y salud de los trabajadores a través de la implementación de medidas y ejecución de todas las actividades necesarias para prevenir los riesgos y accidentes derivados del trabajo (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado., 2014, p. 9)

De acuerdo con la Encuesta de Condiciones de Trabajo y Salud 2021 – 2022, versión I y el estudio comparativo realizado por el IESS entre los años 2015 y 2017; se conoce que 87,00% de morbilidad laboral es ocasionado por desórdenes músculo esqueléticos. Los riesgos relacionados a las enfermedades laborales más prevalentes son los riesgos ergonómicos en un 79,8%. (Organización Panamericana de la Salud, 2022, p. 65)

La industria hoy en día se preocupa por la seguridad y bienestar de sus trabajadores para incrementar su productividad y mejorar los procesos de producción. Por tal motivo se reafirma la importancia de la Ergonomía como ciencia que se encarga del estudio del trabajo, gracias a las contribuciones de la antropología, fisiología del trabajo,

biomecánica y sociología cognitiva del trabajo (Figura 17), que se ocupan de estudiar al hombre en las diferentes situaciones laborales.

Figura 17

Innovaciones tecnológicas - aporte ergonómico en puestos de trabajo.



Nota. Adaptado de Google-imágenes

La ergonomía se define entonces como:

El campo de conocimientos multidisciplinarios que estudia las características, necesidades, capacidades, habilidades de los seres humanos analizando aquellos aspectos que afectan el diseño de productos o de procesos de producción. En todas las aplicaciones su objetivo común es: tratar de adecuar los

productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas de manera que mejore la eficiencia, la seguridad y el bienestar de los consumidores, usuarios o trabajador y así, como estas dos definiciones, se pueden encontrar muchas de diferentes autores en donde algunas podrán tener mayor énfasis en algunos aspectos, algunas más extensas y algunas más concretas pero todas finalmente llegan a la conclusión de que tenemos que hacer todo; productos, espacios, etc. pensando en el mayor confort y eficacia en las actividades que realiza el hombre, en sus diferentes posiciones y situaciones, según sus requerimientos y necesidades.” (Instituto de Biomecánica de Valencia, 1998)

3.2 ¿Por qué cuando hablamos de ergonomía se menciona la palabra confort?

La Organización Mundial de la Salud (OPS, 2022), define el confort como: "un estado de Bienestar Físico, Mental y Social". Existen algunos factores al momento de analizar el confort como: la iluminación, temperatura, humedad, niveles de ruido, ventilación, condiciones de cromatismo industrial y factores personales que se relacionan directamente con el trabajador (Figura 18).

Figura 18

Factores de incidencia para la ergonomía.



Nota. Adaptado de Google-imágenes

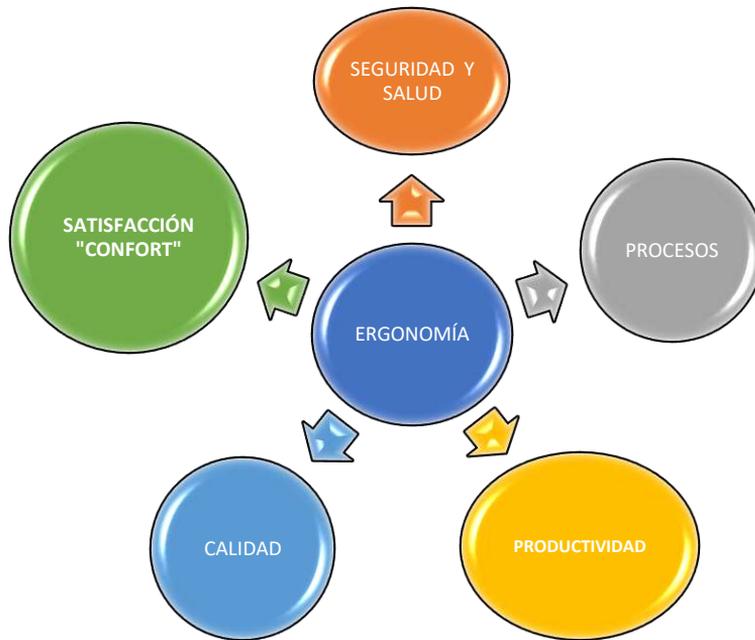
Sencillamente confort es satisfacción laboral, para aportar el mejor rendimiento y generar soluciones concretas para los lugares de trabajo, mejorar los ambientes y los diseños de los puestos de trabajo.

3.3 Objetivos de la ergonomía

La ergonomía influye directamente en muchos aspectos como la seguridad y salud, los procesos, la productividad, la calidad, la satisfacción en el trabajo “CONFORT”, generando ambientes laborales más seguros, menos desgastantes (Figura 19), minimizando la incidencia de los errores y alcanzando el bienestar laboral y productivo en el trabajo.

Figura 19

Áreas de influencia de la ergonomía.



Otros puntos de vista tienen que ver con mejorar la seguridad y el ambiente para el trabajador:

- Lograr la armonía entre el trabajador, el ambiente y las condiciones de trabajo.
- La carga física y nerviosa del hombre sea la menor posible.
- Buscar la comodidad y el confort y la eficiencia productiva.
- Reducir o modificar técnicamente el trabajo repetitivo.

- Aumentar la calidad del producto.

3.4 Importancia de la ergonomía en la industria

La ergonomía es sumamente importante en la industria debido a su directa relación con la mano de obra que impacta directamente en su salud y bienestar. Según la OPS (2022) "la ergonomía en el lugar de trabajo es fundamental para prevenir lesiones musculoesqueléticas y mejorar la productividad". Al implementar medidas de gestión ergonómica, se reducen los riesgos de aparición, incremento de lesiones relacionadas con la postura, manipulación manual de cargas y el movimiento repetitivo, lo que a su vez disminuye el ausentismo, absentismo laboral y los costos asociados a la salud de los trabajadores.

La ergonomía en la industria contribuye a aumentar la eficiencia y la calidad de los productos. Un estudio realizado por el Departamento de Seguros de Texas (TDI) (2021) revela que "un ambiente de trabajo ergonómico puede incrementar la productividad hasta en un 25%". Al adaptar los puestos de trabajo a las necesidades físicas y cognitivas de los trabajadores, se optimiza su desempeño y se reducen los errores, lo cual se traduce en una mayor satisfacción de los clientes y una mejora en la reputación de las organizaciones.

Hay que destacar como aspecto relevante de la ergonomía en la industria su impacto en la seguridad industrial. Según la OPS (2022), "la

ergonomía es clave para prevenir accidentes laborales y reducir la carga de trabajo en los empleados". Al diseñar herramientas, máquinas y espacios de trabajo ergonómicos, se minimizan los riesgos de lesiones y se promueve un ambiente saludable seguro, lo cual es fundamental para el bienestar y la motivación de los trabajadores.

En resumen, la ergonomía en la industria es esencial para garantizar la salud y la seguridad de los trabajadores, mejorar la eficiencia y la calidad de los productos y promover un ambiente laboral positivo. Como señala la Sociedad Internacional de Ergonomía "invertir en ergonomía en el lugar de trabajo es una inversión rentable que genera beneficios a corto y largo plazo para las empresas y sus empleados"

3.5 Lesiones y enfermedades

El ausentismo por accidentes laborales y enfermedades profesionales representan altos costos para el sector productivo.

Figura 20

Accidentes laborales.



Nota. Adaptado de Google-imágenes

Según la OIT (2013)

Cerca de tres millones de trabajadores mueren cada año debido a accidentes y enfermedades relacionados con el trabajo un aumento de más del 5 por ciento en comparación con 2015, según nuevas estimaciones de la OIT. La cifra subraya los desafíos persistentes para salvaguardar la salud y la seguridad de los trabajadores en todo el mundo.

Por otra parte, la OMS manifiesta que, de 30 a 50% de trabajadores a nivel mundial, están expuestos a factores de riesgos físicos, químicos y biológicos, además de **factores ergonómicos** que pueden afectar su salud y la capacidad de trabajo (Figura 20).

De igual forma, la Bureau of Labor Statistics de EEUU, indica que en este país se presentaron:

- 367.424 daños por sobreesfuerzo en levantamiento de cargas.
- 93.325 daños por sobreesfuerzos jalar y/o empujar objetos.
- 68.992 daños por sobreesfuerzos en agarrar, transportar, o hacer girar objetos.

3.6 Trastornos músculoesqueléticos

Los Trastornos Músculo Esqueléticos (TME) son la primera causa por enfermedad laboral y son uno de las perturbaciones más frecuentes en los diferentes sectores laborales.

Los TME son lesiones presentes en músculos, tendones, nervios, o articulaciones que afectan, a las manos, cuellos, brazos, espalda o las rodillas y pies, los síntomas son fáciles de identificar el más común es el dolor localizado.

Los trastornos músculo esqueléticos son afecciones que se presentan frecuentemente en los trabajadores por:

- Exposición a posturas forzadas durante el trabajo.
- Manipulación manual de cargas.
- Repetitividad de los movimientos.

Figura 21

Collage riesgos ergonómicos en diferentes puestos de trabajo.

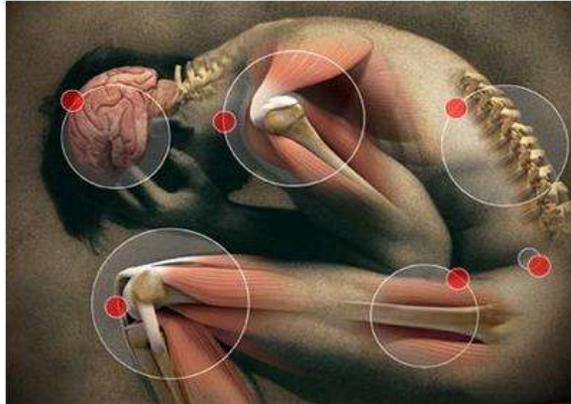


Nota. Adaptado de Google-imágenes

En las estadísticas españolas, los datos que aparecen en la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo realizadas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de España, hoy Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, 2011), analizando la demanda de consultas médicas (Figura 8) del total de trabajadores que han acudido al médico por problemas de salud relacionados con el trabajo, los principales motivos de dicha consulta se refieren al dolor de espalda (20,1%), alteraciones de la vista (10,7%), estrés (10,5%) y dolores de cuello (9,7%). El total de consultas por problemas osteomusculares posiblemente asociados a la carga física (excluyendo causas traumáticas) supone el 40% del total de los motivos de consulta médica (Figura 22).

Figura 22

Rehabilitación-dolor-lesiones.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/cKeHqp>

Entre los TME más comunes podemos encontrar:

3.6.1 Trastornos en el cuello

Síntomas: hormigueo o quemazón en la nuca, malestar y dolor en el transcurso o finalización de la jornada laboral.

Causas principales

- Postura forzada de la cabeza con giro o inclinación.
- Mantener la cabeza en una sola posición.
- Movimientos repetitivos.

3.6.2 Trastornos en los hombros

Síntomas: malestar, dolor, cronicidad, rigidez de los hombros esporádicamente.

Causas principales

- Posturas forzadas en los brazos.
- Movimientos repetitivos con los brazos.
- Mantener la cabeza en una sola posición.
- Aplicar fuerza o impacto con los brazos y las manos.

3.6.3 Trastornos en los codos

Síntomas: dolor frecuente de los codos, con o sin movimiento.

Causas principales

- Movimientos repetitivos más aplicación de fuerzas combinadas entre los brazos y las manos.

3.6.4 Trastornos en las muñecas

Síntomas: malestar, hormigueo, dolor continuo y a veces prolongado, que puede extenderse por los antebrazos, acompañado de entumecimiento en los dedos.

Causas principales

- Trabajos de acción manual y repetitiva.
- Posturas forzadas de la muñeca que implica un mal agarre de objetos.

3.6.5 Trastornos en la espalda

Síntomas: dolor localizado frecuentemente en la zona baja de la espalda.

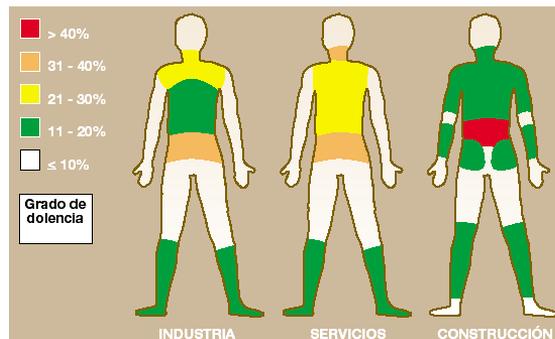
Causas principales

- Manipulación manual de cargas pesadas.
- Posturas forzadas del tronco e inclinaciones.
- Trabajos físicos intensos.
- Movimientos repetitivos.
- Vibraciones transmitidas a través de las extremidades inferiores.

A continuación, en la Figura 23 se muestra en qué medida quedan afectadas las diferentes zonas del cuerpo humano, según la actividad laboral.

Figura 23

Afectación zonas del cuerpo por actividad laboral.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/SUkPYB>

Las lesiones y enfermedades derivadas de la exposición a condiciones de discomfort en los puestos de trabajo que no cumplen con buenos diseños ergonómicos pueden lesionar gravemente manos, muñecas, articulaciones, espalda, cuello, hombros entre otras partes del cuerpo (Figura 24).

Figura 24

Lesiones músculo esqueléticas.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/pf6nvy>

Las lesiones y enfermedades pueden desarrollarse con el tiempo y no se evidencian inmediatamente, pero sí denotan señales y síntomas que indican problemas sobre la salud de los trabajadores afectados, entre las más comunes tenemos:

- Bursitis
- Celulitis o callos
- Cuello u hombro tensos
- Dedo engatillado
- Epicondilitis
- Ganglios
- Osteoartritis
- Síndrome del túnel carpiano o del carpo bilateral
- Tendinitis
- Síndrome del mago rotador
- Tenosinovitis

Para los ergónomos resulta difícil dar soluciones a las diferentes problemáticas encontradas en los puestos de trabajo, debido a que se encuentran con trabajadores resistentes a los cambios porque están acostumbrados a realizar sus actividades de una forma incorrecta o mal acostumbraron a sus cuerpos a ciertas posturas que son perjudiciales para su salud; por otra parte, algunos piensan que al cambiar ciertas condiciones esto puede afectar a su rendimiento laboral. Por estas y

muchas razones más es necesario considerar los puntos de vista que tengan los afectados en las posibles mejoras o correcciones que se pueden realizar a los puestos de trabajo y sus ambientes, con el único objetivo de precautelar la salud laboral e incrementar la productividad.

En este contexto es importante dar a conocer y plasmar en este documento los lineamientos que pueden servir para realizar evaluaciones ergonómicas iniciales con métodos y herramientas que permiten identificar los diferentes niveles de riesgo a los que están expuestos los trabajadores. Es importante reconocer los niveles de actuación que se podrían plantear desde el campo ingenieril para minimizar esta problemática y maximizar el confort en los trabajadores, parte fundamental en la industria.

En toda actividad de transformación o prestación de servicios están presentes los riesgos, unos más peligrosos que otros y en muchas veces estos están ocultos y sus consecuencias evolucionan en el tiempo. La ergonomía trata de disminuir estos riesgos en base a estudios meticulosos de los puestos de trabajo integrados en los sistemas Hombre-Máquina-Entorno.

Capítulo 4

Métodos para evaluación de riesgos
ergonómicos

Capítulo 4

4 Métodos para evaluación de riesgos ergonómicos

Los métodos para evaluar riesgos ergonómicos fueron creados bajo conocimientos que se han ido obteniendo mediante el tiempo, al principio con falencias que se han ido ajustando entorno a la necesidad que requiere el personal. Según el país, pueden usarse distintos métodos de evaluación de riesgos ergonómicos, pero hay algunos que están ampliamente extendidos, entre ellos podemos citar el método REBA y el método RULA, que están basados en Normas Técnicas Internacionales que permiten valorar carga postural (Laurig (1983)).

En la industria se requiere de varios métodos para la evaluación del personal aplicando para distintos tipos de riesgo con: carga postural, movimientos repetitivos, evaluación extremidades superiores e inferiores, manejo de cargas, análisis biomecánicos, ambiente térmico, carga mental, manipulación manual de cargas, etc. Entre los métodos más difundidos tenemos:

4.1 Evaluación Global

Figura 25

Estibadores de cemento.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/EB8GhL>

4.1.1 Método LEST (Método del Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo)

Evalúa las condiciones de trabajo de forma objetiva y global posible, estableciendo un diagnóstico final que indique si cada una de las situaciones consideradas en el puesto es satisfactoria, molesta o nociva.

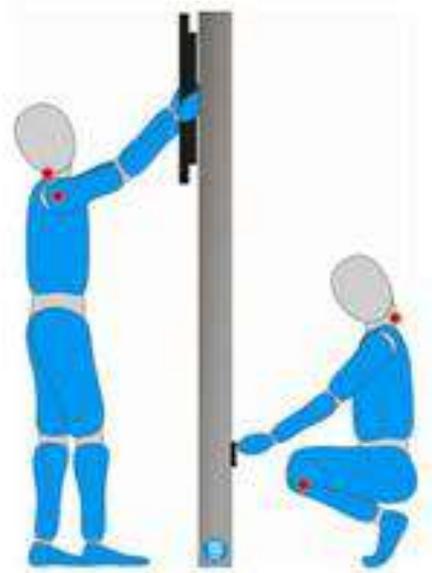
4.1.2 Método LCE (Lista de comprobación ergonómica)

Es una lista de comprobación inicial de riesgos ergonómicos, que tiene como objetivo principal contribuir a una aplicación sistemática de los principios ergonómicos, desarrollada con el propósito de ofrecer soluciones prácticas y de bajo costo a los problemas ergonómicos, particularmente para la pequeña y mediana empresa.

4.2 Carga postural

Figura 26

Posturas forzadas.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/BswHbH>

4.2.1 Método EPR (Evaluación Postural Rápida)

Método que permite conocer en el puesto de trabajo la adaptación de posturas un tanto exageradas por cortos o largos periodos de tiempo que pueden generar trastornos en el sistema músculo-esquelético, este método mide la carga estática a lo largo de la jornada.

4.2.2 Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment “Valoración Rápida de los Miembros Superiores”)

El exceso de carga para un trabajador es un problema en el que puede haber apariciones de enfermedades músculo-esqueléticas a nivel de extremidades superiores, por el hecho de que se adoptan posturas forzadas durante el trabajo; el resultado de aquello es dolores musculares, fatiga y con el tiempo puede ocasionar problemas a la salud.

4.2.3 Método REBA (Rapid Entire Body Assessment “Evaluación rápida de todo el cuerpo”)

Método que evalúa en conjunto las posiciones forzadas de las extremidades superiores (mano, muñeca, antebrazo, codo y brazo) junto con ello se evalúa el tronco, el cuello y las piernas. REBA es aplicativo para evaluar movimientos inesperados que puede tener el trabajador en ciertas etapas de trabajo, tanto estáticas como dinámicas

(Cayán et al (2015). p.p 22-32), (Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). pp. 201-205).

4.2.4 Método OWAS (Ovako Working Analysis System “Sistema de análisis de trabajo de Ovako”)

Es un método que se encarga de evaluar todo un sistema en el cual se adopten posturas forzadas, a diferencia de los otros métodos que sólo se encargan de y evaluar de manera individual posturas forzadas.

Se basa en una clasificación simple y sistemática de las posturas de trabajo, combinado con observaciones sobre las tareas. Su objetivo consiste en una evaluación del riesgo de carga postural en términos de frecuencia por gravedad.

4.3 Manipulación manual de cargas

Figura 27

Manejo de cargas.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/jQ5p6S>

4.3.1 Método Snook y Ciriello

Las Tablas de Snook y Ciriello permiten proporcionar directrices para la evaluación y el diseño de tareas con manipulación manual de cargas considerando las limitaciones y capacidades de los trabajadores, contribuyendo a la reducción de las lesiones lumbares (Snook 1987). Las tablas definen el Peso Máximo Aceptable, que corresponde al mayor peso que una persona puede levantar a una frecuencia dada y durante determinado tiempo, sin llegar a estresarse o a cansarse excesivamente.

4.3.2 Método NIOSH (Instituto Nacional para la seguridad y Salud Ocupacional)

Se basa en una ecuación para valorar el levantamiento de cargas que realizan los trabajadores al momento de manipular cargas pesadas, determinando el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto y evitando así el lumbalgias o problemas en la espalda.

4.3.3 Método GINSHT

Es un método creado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT) para evaluar el levantamiento de

carga, de esta manera poder cumplir con la ley establecida para manipulación de cargas pesadas, para no sufrir accidentes y pueda haber fracturas las cuales incapacita al trabajador.

4.4 Repetitividad

Figura 28

Movimientos repetitivos.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/pFsjmC>

4.4.1 Método JSI (Job Strain Index “Índice de esfuerzo laboral”)

Es un método que se ocupa de la evaluación de desórdenes traumáticos musculoesqueléticos en las extremidades superiores las cuales implican constantes movimientos repetitivos de las manos, muñecas, antebrazos y codos de las dos extremidades, resultado del riesgo asociado a la tarea.

4.4.2 Ocra Checklist (Occupational Repetitive Action)

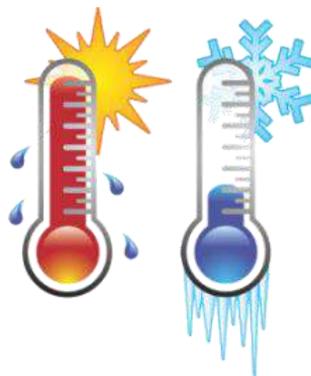
Permite valorar de manera rápida y prioritaria el trabajo que realiza las extremidades superiores de forma indistinta y la manipulación de carga que tiene cada una de ellas. Es una herramienta para la evaluación de movimientos repetitivos, posturas inadecuadas de manera que pueden ser estáticas o dinámicas, esto puede empeorarse cuando no hay períodos cortos de descanso o recuperación.

Se debe detallar un listado de los posibles factores que estén involucrados en el puesto de trabajo aquí interviene el factor de recuperación, fuerza, frecuencia, posturas y movimientos, riesgos adicionales y su duración.

4.5 Ambiente térmico

Figura 29

Ambiente térmico.



Nota. Adaptado de://goo.gl/qQ1Wzj

4.5.1 Método de Fanger

El confort térmico lo podemos definir como la sensación de bienestar que se experimenta cuando la permanencia en un ambiente determinado no exige esfuerzos desmesurados. El encontrarnos térmicamente confortables depende de tres aspectos: de las condiciones ambientales, de la actividad física y del tipo de vestido que utilizemos. El ambiente es capaz de influir en nuestra sensación de confort a través de cuatro variables: la temperatura, la humedad, objetos que nos rodean y la velocidad del aire (Montañana (2011),pp 100-118).

4.5.1.1 Procedimiento para realizar evaluaciones

Para realizar las evaluaciones ergonómicas en los puestos de trabajo es necesario identificar cuatro fases:

1. Agrupar los puestos de trabajo.
2. Identificar los peligros y riesgos en los puestos de trabajo.
3. Evaluación de los riesgos.
4. Propuesta de mejoras y planificación de intervención.

Algunas situaciones donde se han mejorado condiciones de los puestos de trabajo.

Figura 30

Collage Implementaciones y mejoras en puestos de trabajo varios sectores.



Nota. Foto autores del libro. Imagen adaptado de Google-imágenes



Nota. Foto autores del libro. Imagen adaptado de Google-imágenes

4.5.1.2 Exoesqueletos a la vanguardia con la ergonomía

Figura 31

Exoesqueleto en manejo de cargas.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/qFAoX2>

La salud de los empleados tiene la máxima prioridad para Audi, en su planta de Neckarsulm, la compañía está probando una nueva tecnología que facilita muchas actividades de montaje: el dispositivo denominado "**CHAIRLESS**", construido en fibra de carbono, permite a los empleados trabajar como si estuvieran sentados sin utilizar una silla, lo que mejora su postura y reduce la tensión en sus piernas.

Según responsable de Producción en Audi, Hubert Waltl:

Audi ha jugado un papel de liderazgo en el campo de la ergonomía durante mucho tiempo. El dispositivo "chairless es uno de los muchos proyectos que hemos implementado en nuestros procesos de producción en los últimos años. Nos ayuda a mejorar el bienestar de nuestros empleados y a cuidar su salud a largo plazo. Al mismo tiempo, un entorno de trabajo ergonómicamente optimizado promueve mayor productividad y mejor calidad."

Figura 32

Silla ergonómica para reducir posturas forzadas.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/t2GV2p>

En Daewoo han estado probando exoesqueletos robóticos que proporcionan al usuario una fuerza sobrehumana, el traje permitirá que los trabajadores puedan utilizar maquinarias pesadas como si se tratara de simples herramientas de mano, lo que aumentaría considerablemente su productividad. El exoesqueleto puede levantar objetos con una masa de hasta 30 kilogramos.

Figura 33

Exoesqueleto manejo de cargas.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/osYAY5>

4.6 Casos de evaluación ergonómica

Para realizar evaluaciones ergonómicas se requiere:

- Reconocer el puesto de trabajo.
- Presentarse con el trabajador previo la evaluación.
- Infórmele sobre el motivo de su presencia.

- Solicitarle que realice la tarea de la forma habitual sin estar sometido a condicionamientos.
- Recabar información del trabajador sobre su situación en el puesto de trabajo, recuerde que es el motivo de la evaluación.
- Determinar las actividades que realiza el trabajador.
- Realizar varias tomas fotográficas y/o videos con distintos ángulos, distancias, según el método a aplicar, según los ciclos del procedimiento.
- Identificar los factores de riesgo ergonómico en las tareas realizadas.
- Seleccionar el método de evaluación ergonómica adecuado.
- Una vez evaluado y si el resultado del nivel de riesgo no es tolerable, proponga correcciones y/o mejoras al puesto de trabajo.
- Tomar en cuenta que la información levantada y propuesta debe estar acorde a la realidad de la situación, manejándose con ética y profesionalismo.
- Dar seguimiento a los cambios propuestos y observar si los mismos fueron los adecuados.

Recuerde que los cambios a las rutinas, posturas, manejo de equipos y herramientas no siempre serán considerados como 100% ergonómicos, la gente es resistente a los cambios, sólo al transcurrir el tiempo se podrá evaluar si los cambios fueron buenos o malos.

Los casos que a continuación se presentan han sido realizados en el **Software Libre** que está avalado por la comunidad científica involucrada con la ergonomía, de la **Universidad Politécnica de Valencia**. <http://www.ergonautas.upv.es/>

Evaluación de carga postural aplicando Método REBA para trabajadores dedicados a la recolección de frutas en los huertos de Santa Rosa Tungurahua.

4.6.1 Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

La aplicación del método puede resumirse en estos pasos:

1. Se divide el cuerpo en dos grupos: A (tronco, cuello y piernas) y B (miembros superiores).
2. Tabla A para la obtención de la puntuación del grupo A, a partir de las puntuaciones individuales del tronco, cuello y piernas.
3. Valoración del grupo B, a partir de las puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca.
4. Modificación de la puntuación asignada al grupo A en función de la carga o fuerzas aplicadas (Puntuación A).

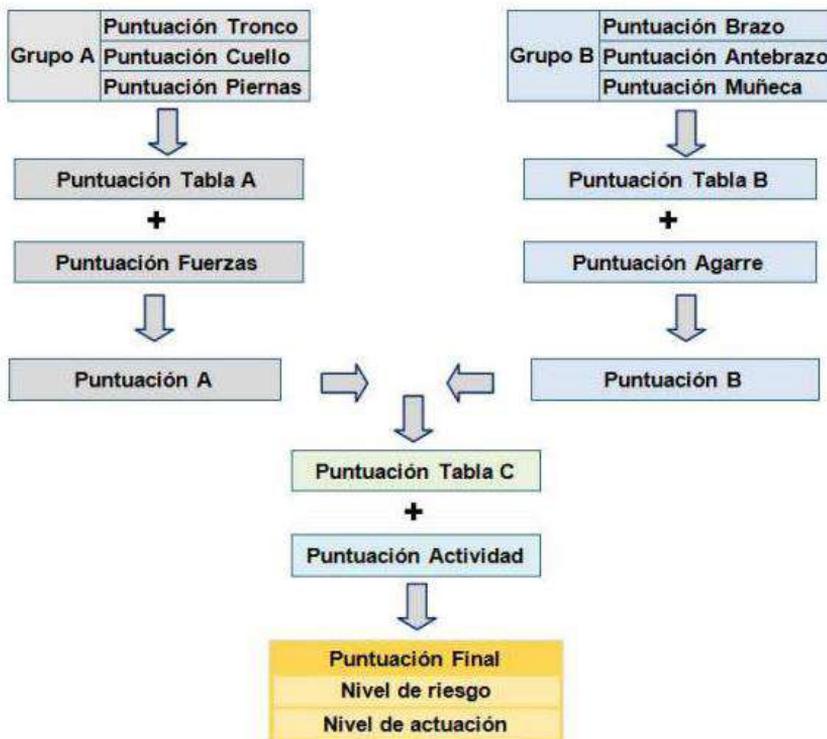
5. Corrección de la puntuación asignada a la zona corporal de los miembros superiores según el tipo de agarre de la carga manejada (Puntuación B).
6. A partir de las puntuaciones “A” y “B”, y mediante la consulta de la Tabla C, se obtiene la “Puntuación C”.
7. Modificación de la “Puntuación C” según el tipo de actividad muscular desarrollada para la obtención de la puntuación final del método.
8. Consulta del nivel de acción, riesgo y urgencia de la actuación correspondiente al valor final calculado (ver tablas de aplicación del REBA).
9. El grupo A tiene 60 combinaciones posturales. La puntuación estará comprendida entre 1 y 9; a este valor se le debe añadir la puntuación resultante de la carga/ fuerza, cuyo rango está entre 0 y 3. El grupo B tiene 36 combinaciones posturales y la puntuación final está entre 0 y 9; a este resultado se le debe añadir el obtenido de la tabla de agarre de 0 a 3 puntos.
10. Los resultados A y B se combinan en la Tabla C para dar 144 posibles combinaciones, y finalmente se añade el resultado de la actividad para dar el resultado final REBA que indicará el nivel de riesgo y el nivel de acción.
11. La puntuación que hace referencia a la actividad (+1) se añade cuando:

- Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas.
- Repeticiones cortas de una tarea.
- Acciones que causen grandes y rápidos cambios posturales.
- Cuando la postura sea inestable.

Pasos necesarios para aplicar el método REBA:

Figura 34

Pasos para aplicar método REBA.



Nota. Adaptado de ergonautas.com

El método clasifica la puntuación final en 5 rangos de valores. A su vez, cada rango se corresponde con un Nivel de Acción. Cada Nivel de Acción determina un Nivel de Riesgo, y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención (Tovar (2007)).

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

Para el caso de la producción de fresas en “Huertos Frutales”, se puede evidenciar una de las actividades que conlleva mayor riesgo ergonómico es la cosecha o recolección de fresas.

Es determinante que las posturas adoptadas por las personas más el manejo de cargas de forma inadecuada al realizar esta actividad son disergonómicas, lo que genera al final de la jornada de trabajo que las personas presenten molestias a nivel de la espalda. Esta actividad lo realizan de forma prolongada durante la jornada de 8 horas.

Figura 35

Recolección de fresas de forma artesanal.



Figura 36

Resultados obtenidos al aplicar método REBA.

REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Datos del estudio
Evaluación
Resultados/Informe
Gestión de Archivos

Introduzca los datos del estudio REBA (Rapid Entire Body Assessment)
Estos datos serán empleados en los informes que genere.

Datos del puesto

Identificador del puesto	Agricultura
Descripción	Cosecha de fresas
Empresa	Propiedad de huertos Frutales
Departamento/Área	Producción
Sección	Cosecha

Datos del trabajador

Nombre del trabajador	Susana Jinde
Sexo	<input type="radio"/> Hombre <input checked="" type="radio"/> Mujer
Edad	33
Antigüedad en el puesto	3 años
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	6 horas
Duración de la jornada laboral	8 horas

Observaciones

REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Datos del estudio
Evaluación
Resultados/Informe
Gestión de Archivo

Recuerde: el uso profesional de los resultados no está permitido.
Si desea utilizar el software profesionalmente debe registrarse como Usuario Profesional.

Introduzca los datos solicitados sobre el puesto evaluado
Después acceda a los resultados en la solapa "Resultados Informes".

Pulse "Volver" para ir al formulario principal de la pestaña "Evaluación" una vez completada la información del Grupo A.

Volver

Grupo A: Tronco, cuello y piernas

Posición del tronco.

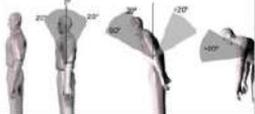
Indique la posición del tronco del trabajador

El tronco está erguido.

El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.

El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.

El tronco está flexionado más de 60 grados.



Indique además si:

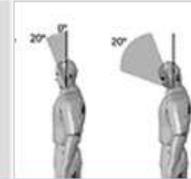
Existe torsión o inclinación lateral del tronco.



Posición del cuello.

Indique la posición del cuello del trabajador.

- El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
- El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados.



Indique además si...

- Existe torsión o inclinación lateral del cuello.



Posición de las piernas

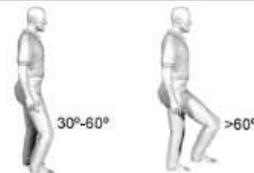
Indique la posición de las piernas del trabajador.

- Soporte bilateral, andando o sentado.
- Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.



Indique además si...

- Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
- Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).



REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Datos del estudio | Evaluación | Resultados/Informe | Gestión de Archivos

Recuerde: el uso profesional de los resultados no está permitido. Si desea utilizar el software profesionalmente debe registrarse como Usuario Profesional.

Introduzca los datos solicitados sobre el puesto evaluado. Después acceda a los resultados en la solapa "Resultados /Informes"

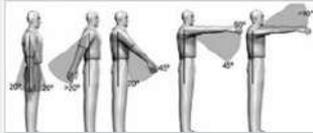
Pulse "Volver" para ir al formulario principal de la pestaña "Evaluación" una vez completada la información del Grupo B.

Grupo B: Extremidades superiores | **LADO DERECHO DEL CUERPO**

Posición del brazo

Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.

- El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
- El brazo está flexionado más de 90 grados.



Indique además si...

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



Posición del antebrazo

Indique la posición del antebrazo del trabajador.

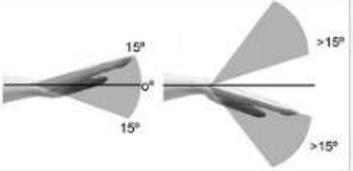
- El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
- El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



Posición de la muñeca

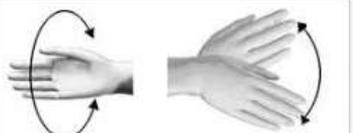
Indique la posición de la muñeca del trabajador.

- La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
- La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



Indique además si...

- Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.



REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Datos del estudio Evaluación Resultados/Informe Gestión de Archivos

Recuerde: el uso profesional de los resultados no está permitido.
Si desea utilizar el software profesionalmente debe registrarse como Usuario Profesional.

Introduzca los datos solicitados sobre el puesto evaluado
Después acceda a los resultados en la solapa "Resultados /Informes".

Pulse "Volver" para ir al formulario principal de la pestaña "Evaluación" una vez completada la información del Grupo B.

Volver

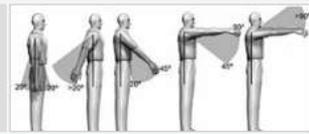
Grupo B: Extremidades superiores

LADO IZQUIERDO DEL CUERPO

Posición del brazo

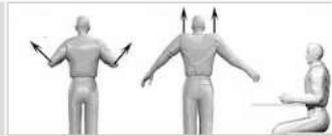
Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.

- El brazo está entre 20 grados de flexión o 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
- El brazo está flexionado más de 90 grados.



Indique además si...

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



Posición del antebrazo

Indique la posición del antebrazo del trabajador.

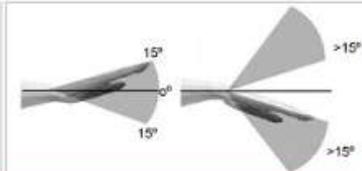
- El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
- El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



Posición de la muñeca

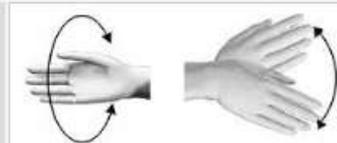
Indique la posición de la muñeca del trabajador.

- La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
- La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



Indique además si...

- Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.



REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Datos del estudio Evaluación Resultados/Informe Gestión de Archivos

Recuerde: el uso profesional de los resultados no está permitido. Si desea utilizar el software profesionalmente debe registrarse como Usuario Profesional.

Introduzca los datos solicitados sobre el puesto evaluado
Después acceda a los resultados en la solapa "Resultados/Informe".

Pulse "Volver" para ir al formulario principal de la pestaña "Evaluación" una vez completada la información.

Fuerzas ejercidas, tipo de agarre y tipo de actividad muscular.

Fuerzas ejercidas.

Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador. La fuerza se aplica bruscamente.

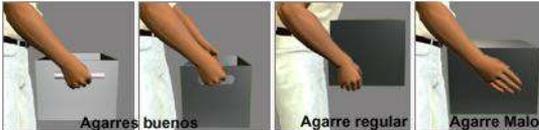
La carga o fuerza es menor de 5 kg.
 La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
 La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

Indique además si La fuerza se aplica bruscamente.

Tipo de agarre.

Indique el tipo de agarre de la carga manejada.

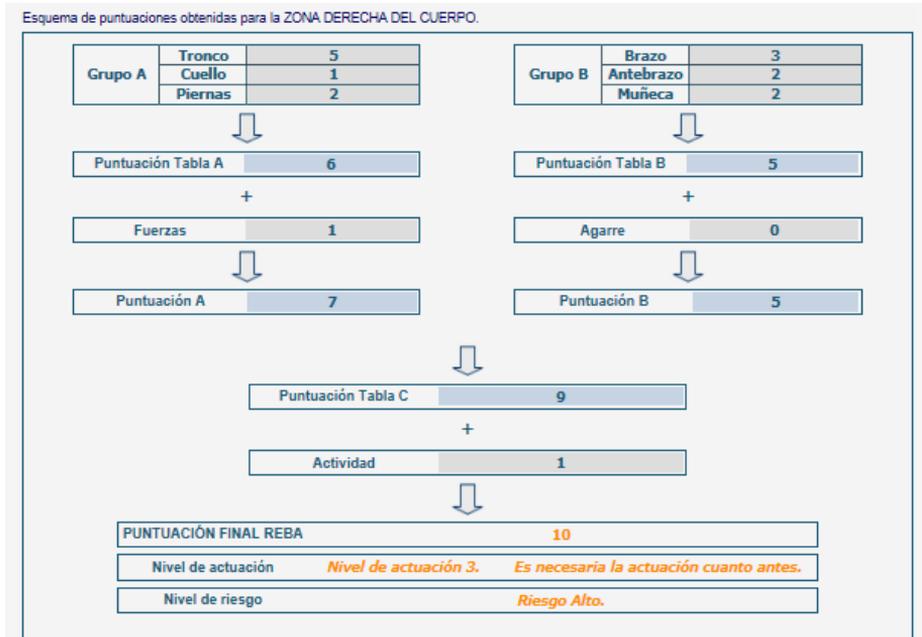
Agarre Bueno (el agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio).
 Agarre Regular (el agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo).
 Agarre Malo (el agarre es posible pero no aceptable).
 Agarre Inaceptable (el agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo).



Tipo de actividad muscular.

Indique el tipo de actividad muscular del trabajador.

Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
 Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
 Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.



Nota. Adaptado de ergonomautas.com

Resultado: el método REBA, indica que el nivel de actuación es 3, y un riesgo alto de 10; que indica que **es necesaria la actuación cuanto antes**, sobre las determinadas posturas.

Propuesta: para mejorar las condiciones laborales en la cosecha de fresas y corregir ciertas posturas que generan discomfort, se plantea la implementación de un medio mecánico para actividad laboral DECUBITO PRONO (posición del cuerpo acostado boca abajo), emulando diseños ergonómicos existentes.

Figura 37

Diseño prototipo.

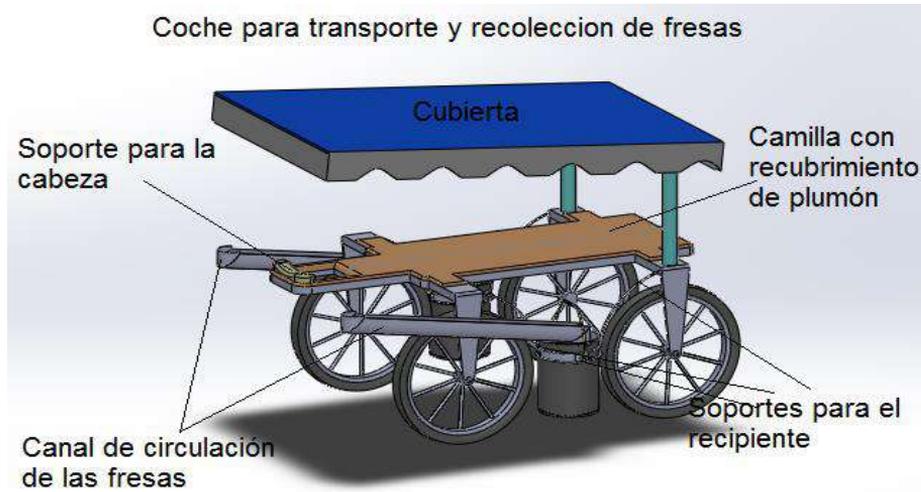


Figura 38

Collage implementaciones ergonómicas aplicadas al campo.



Nota. Adaptado de Google-imágenes

4.6.2 Puesto de trabajo almacenaje de ladrillos en proceso en la fábrica de ladrillos “Tirado” aplicando método REBA.

Caso de trabajador colocando los ladrillos que salen de la extrusora para fraguado, actividad que lo realiza en varios ciclos durante la jornada de 8 horas.

Figura 39

Posturas mantenidas durante actividad laboral.



Nota. Foto autores del libro.

Figura 40

Resultados obtenidos al aplicar método REBA.

Grupo A



REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Datos del estudio Evaluación Resultados/Informe Gestión de Archivos

Introduzca los datos del estudio REBA (Rapid Entire Body Assessment)
Estos datos serán empleados en los informes que genere.

Datos del puesto

Identificador del puesto	001
Descripción	Colocación de ladrillos
Empresa	Ladrillera TIRADO
Departamento/Área	Producción
Sesión	Extrusión



Datos del trabajador

Nombre del trabajador	Sr. Fabian Tirado
Sexo	<input checked="" type="radio"/> Hombre <input type="radio"/> Mujer
Edad	49
Antigüedad en el puesto	15 años
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	3 horas
Duración de la jornada laboral	9 horas

Observaciones

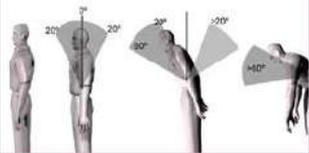
65

Grupo A: Tronco, cuello y piernas

Posición del tronco.

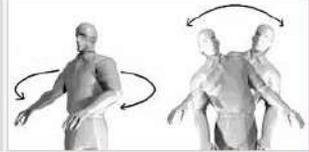
Indique la posición del tronco del trabajador.

- El tronco está erguido.
- El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
- El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El tronco está flexionado más de 60 grados.



Indique además si...

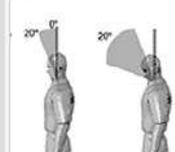
- Existe torsión o inclinación lateral del tronco.



Posición del cuello.

Indique la posición del cuello del trabajador.

- El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
- El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados.



Indique además si...

- Existe torsión o inclinación lateral del cuello.



Posición de las piernas

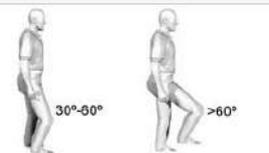
Indique la posición de las piernas del trabajador.

- Soporte bilateral, andando o sentado.
- Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.



Indique además si...

- Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
- Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).



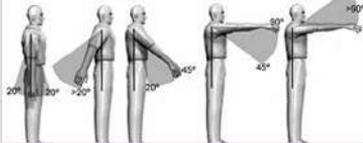
Grupo B

Grupo B: Extremidades superiores

Posición del brazo

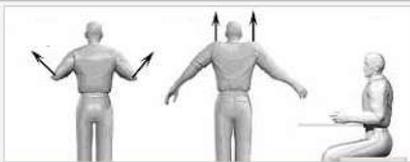
Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.

El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
 El brazo está flexionado más de 90 grados.



Indique además si...

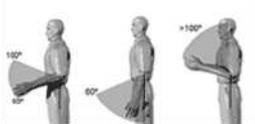
El brazo está abducido o rotado.
 El hombro está elevado.
 Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.



Posición del antebrazo

Indique la posición del antebrazo del trabajador.

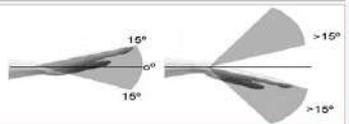
El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
 El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



Posición de la muñeca

Indique la posición de la muñeca del trabajador.

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



Indique además si...

Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.



Fuerza ejercida, tipo de agarre y tipo de actividad muscular

Fuerzas ejercidas, tipo de agarre y tipo de actividad muscular.

Fuerzas ejercidas.

Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador. La fuerza se aplica bruscamente.

La carga o fuerza es menor de 5 kg.
 La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
 La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

Indique además si...
 La fuerza se aplica bruscamente.

Tipo de agarre.

Indique el tipo de agarre de la carga manejada.

Agarre Bueno (el agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio).
 Agarre Regular (el agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo).
 Agarre Malo (el agarre es posible pero no aceptable).
 Agarre Inaceptable (el agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo).

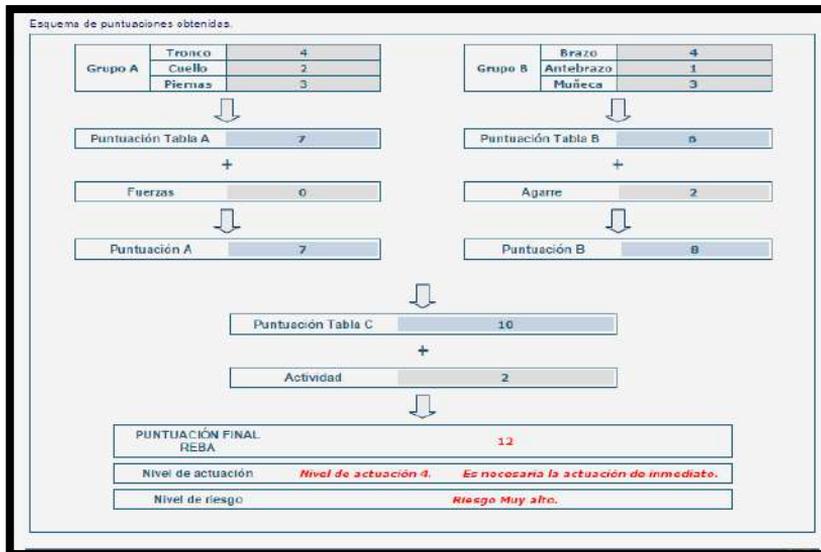




Tipo de actividad muscular.

Indique el tipo de actividad muscular del trabajador.

Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
 Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
 Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.



Nota. Adaptado de ergonomautas.com

Resultado: el método REBA, indica que el nivel de actuación es 4, y un riesgo alto de 12; que indica que **es necesaria la actuación de inmediato**, sobre las determinadas posturas.

Propuesta: implementar medio mecánico para transporte de ladrillos al fraguado.

4.6.3 Trabajo de pie, saneado del cuero en la Tenería “San José “ de la ciudad de Ambato, aplicando método RULA.

4.6.3.1 Método RULA

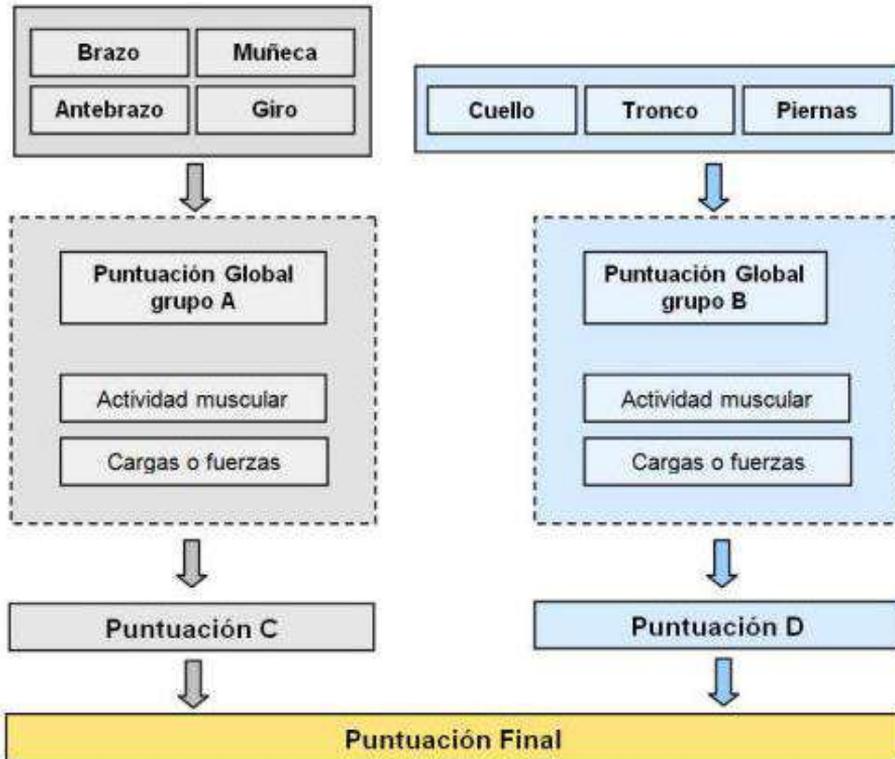
El procedimiento para aplicar el método RULA puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos: Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.
2. Seleccionar las posturas que se evaluarán: se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.

3. Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho: En caso de duda se analizarán los dos lados.
4. Tomar los datos angulares requeridos: pueden tomarse fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones. Para esta tarea puedes emplear RULER, la herramienta de ergonautas para medir ángulos sobre fotografías.
5. Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo: Empleando la tabla correspondiente a cada miembro.
6. Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el nivel de actuación.
7. Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse: revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.
8. Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario.
9. En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora.

Figura 41

Pasos para aplicar método RULA.



Nota. Adaptado de ergonomautas.com

Una vez conocida la puntuación final, se determinará el nivel de actuación propuesto por el método RULA.

Puntos	Posición
1	Cuando la puntuación final es 1 o 2. La postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 o 4. Pueden requerirse cambios en la tarea; es necesario profundizar en el estudio.
3	Cuando la puntuación final es 5 o 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	Cuando la puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

En el proceso para elaboración de cuero, se identifica que en el puesto de control de calidad se realiza el trabajo de pie durante la jornada de 8 horas, identificando una postura inadecuada, falta de diseño ergonómico del puesto de trabajo.

Esta operación al ser la última previo a la medición y empaquetado se requiere que no exista retrasos ya que los pedidos deben enviarse en lotes y al no tener el producto terminado a tiempo o con falta de calidad ocasiona que los clientes se molesten y busquen comprar a la competencia.

Figura 42

Puesto de trabajo a evaluar.



Ángulos: **38** ° - **322** °

Nota. Foto autores del libro.

Figura 43

Resultados obtenidos al aplicar método RULA.

The screenshot shows a web application interface titled "Datos de la Evaluación" (Evaluation Data). Below the title is a subtitle: "Introduce aquí información general sobre la Evaluación". There are four tabs: "Datos generales" (selected), "Imágenes", "Introducción", and "Conclusiones".

The main content area is titled "Información genérica del puesto y la Evaluación" and is divided into four sections:

- Datos del puesto** (Job Data):
 - Identificador del puesto: control de Calidad
 - Descripción: Posturas inadecuadas
 - Empresa: TENERIA "San José"
 - Departamento/Área: Producción
 - Sección: (empty)
- Datos del evaluador** (Evaluator Data):
 - Empresa evaluadora: Ergonautas
 - Nombre del evaluador: Paola Delgado, Juan Andrés Bernalcazar
 - Fecha de la evaluación: 26/07/2017 08:22
- Datos del trabajador que ocupa el puesto** (Worker Data):
 - Nombre del trabajador: Alejandro Moreta
 - Sexo: Hombre Mujer
 - Edad: 59
 - Antigüedad en el puesto: 25 años
 - Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas
 - Duración de su jornada laboral: 8 horas
- Observaciones** (Observations):
 - Observaciones: (empty text area)

Evaluación

Introduce los datos necesarios para realizar la evaluación

Tipo de evaluación

Un único lado del cuerpo Dos lados del cuerpo

Introducción de datos

Grupo A

Introduce la información correspondiente a los miembros superiores del cuerpo: brazos, antebrazos y muñecas.

Lado Derecho

Lado izquierdo

Grupo B

Introduce la información correspondiente correspondiente a las piernas, el tronco y el cuello.

Grupo B

Fuerzas

Introduce la información correspondiente al tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada.

Actividad y fuerzas

LADO DERECHO DEL CUERPO

Grupo A: Extremidades superiores

Posición del brazo

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
- El brazo está flexionado más de 90 grados.



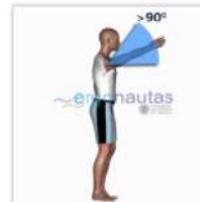
El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.



El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.



El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.



El brazo está flexionado más de 90 grados.

Indica o selecciona la imagen, si... (pueden darse varias de estas situaciones simultáneamente)

El brazo está rotado o el hombro elevado.

El brazo está abducido.

La carga no está soportada sólo por el brazo sino que existe un punto de apoyo.



Posición del antebrazo

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.

El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



Indica o selecciona la imagen, si...

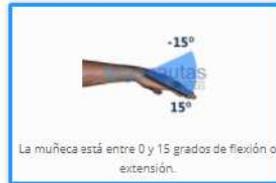
El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.



Posición de la muñeca

Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- La muñeca está en posición neutra.
- La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
- La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



Indica el ángulo de giro de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango medio.
- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.



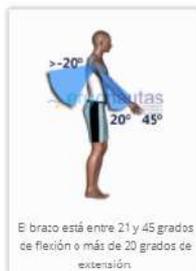
LADO IZQUIERDO DEL CUERPO

Grupo A: Extremidades superiores

Posición del brazo

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
- El brazo está flexionado más de 90 grados.



Posición del antebrazo

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
- El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



Indica o selecciona la imagen, si...

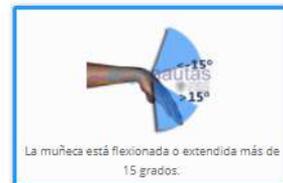
- El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.



Posición de la muñeca

Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- La muñeca está en posición neutra.
- La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
- La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



Indica o selecciona la imagen, si...

- La muñeca está en desviación radial o cúbital.



Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

Posición del cuello

Indica el ángulo de flexión del cuello del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión.
- El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión.
- El cuello está flexionado por encima de 20 grados.
- El cuello está en extensión.



Indica el ángulo de giro de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

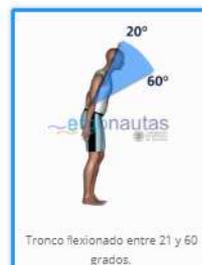
- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango medio.
- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.



Posición del tronco

Indica el ángulo de flexión del tronco del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$.
- El tronco está flexionado entre 0 y 20 grados.
- El tronco está flexionado entre 21 y 60 grados.
- El tronco está flexionado más de 60 grados.



Posición de las piernas

Indica la posición de las piernas del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.
 El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.
 Los pies no están bien apoyados o el peso no está simétricamente distribuido.



El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.



El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.



Si los pies no están bien apoyados o si el peso no está simétricamente distribuido.

Actividad muscular y fuerzas

Tipo de actividad muscular

Indica el tipo de actividad muscular del trabajador

Actividad estática, se mantiene durante más de un minuto seguido o es repetitiva.
 Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.

Fuerzas ejercidas

Indica las fuerzas ejercidas por el trabajador

La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente.
 La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kgs. y se realiza intermitentemente.
 La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kgs. ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos.
 La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs. y es aplicada intermitentemente.
 La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs. y requiere una postura estática o movimientos repetitivos.
 Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Resultado para el lado DERECHO

Puntuación RULA

7



Nivel de Actuación:

Nivel de actuación 4
Es necesario realizar inmediatamente cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo.

Nota. Adaptado de ergonautas.com

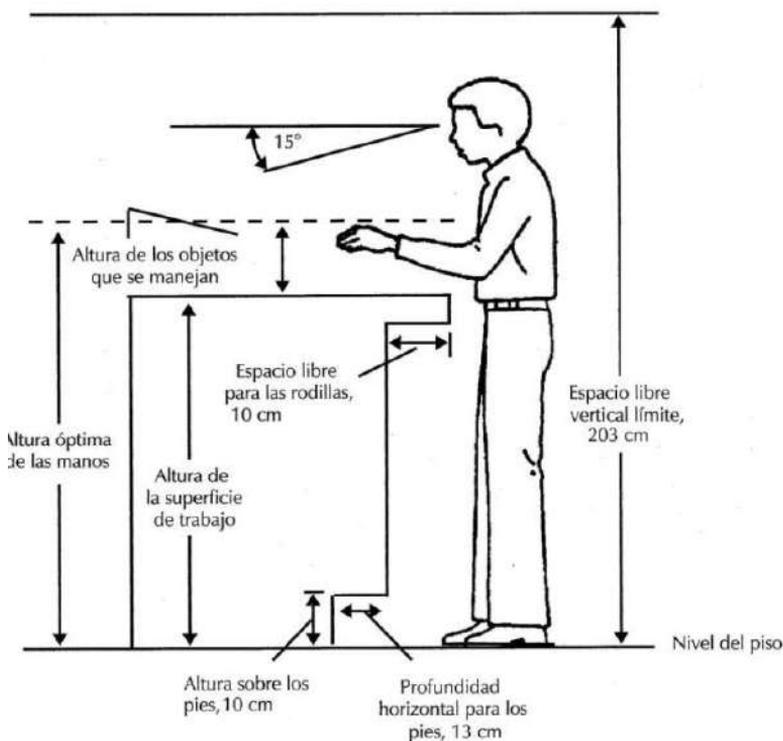
Resultado: el método RULA muestra que el nivel de actuación es 4, donde indica que **es necesario realizar inmediatamente cambios en el**

diseño de la tarea y/o puesto de trabajo, sobre las determinadas posturas.

Propuesta: se propone implementar un apoya nalgas ajustable para minimizar el riesgo ergonómico para trabajos de pie, implementar una mesa regulable en altura e inclinación para que el radio de acción sobre los brazos sea el mejor.

Figura 44

Propuesta para implementación considerando datos antropométricos.





Nota. Adaptado de Google-imágenes

4.6.4 Corte de materia prima con la utilización de cizalla a palanca manual en el proceso de fabricación de defensas para ventanas en la empresa Industrias Chimborazo de la ciudad de Riobamba, aplicando método RULA.

En el corte de materia prima para la fabricación de ventanas, el trabajador mantiene una postura forzada cuando realiza la medición de cada elemento y al accionar el corte lo hace de manera errónea ya que al utilizar la palanca de la cizalla aplica la fuerza en la mitad de la misma, haciendo que genere un sobreesfuerzo y tienda a suspenderse al realizar cada corte. El trabajador está expuesto aproximadamente 35 minutos en la jornada de 8 horas.

Figura 45

Puesto a evaluar.



Grupo A

(Brazo, antebrazo, muñeca)

Posición del brazo

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
- El brazo está flexionado más de 90 grados.



El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.



El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.



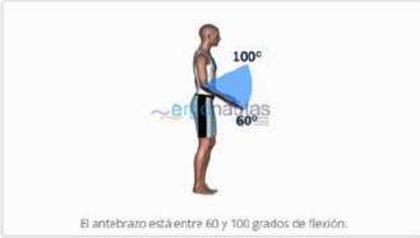
El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.



El brazo está flexionado más de 90 grados.

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
- El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.



El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Posición de la muñeca

Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- La muñeca está en posición neutra.
- La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
- La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



La muñeca está en posición neutra.



La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.



La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Indica el ángulo de giro de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango medio.
- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.



Grupo B

(Cuello, tronco, piernas)

Posición del cuello

Indica el ángulo de flexión del cuello del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión.
- El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión.
- El cuello está flexionado por encima de 20 grados.
- El cuello está en extensión.



Posición del tronco

Indica el ángulo de flexión del tronco del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$.
- El tronco está flexionado entre 0 y 20 grados.
- El tronco está flexionado entre 21 y 60 grados.
- El tronco está flexionado más de 60 grados.



Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$.



Tronco flexionado entre 0 y 20 grados.



Tronco flexionado entre 21 y 60 grados.



Tronco flexionado más de 60 grados.

Posición de las piernas

Indica la posición de las piernas del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.
- El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.
- Los pies no están bien apoyados o el peso no está simétricamente distribuido.



El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.



El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.



Si los pies no están bien apoyados o si el peso no está simétricamente distribuido.

Fuerzas

Figura 46

Resultados obtenidos al aplicar método RULA.

Actividad muscular y fuerzas

Tipo de actividad muscular

Indica el tipo de actividad muscular del trabajador

Actividad estática, se mantiene durante más de un minuto seguido o es repetitiva.

Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.

Fuerzas ejercidas

Indica las fuerzas ejercidas por el trabajador

La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente.

La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kgs. y se realiza intermitentemente.

La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kgs. ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos.

La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs. y es aplicada intermitentemente.

La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs. y requiere una postura estática o movimientos repetitivos.

Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Resultados

Estos son los resultados de la evaluación

Resultado

Puntuación RULA

5



Nivel de Actuación:

Nivel de actuación 3

Se requieren cambios rápidos en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo.

Nota. Adaptado de ergonautas.com

Resultado: el método RULA, indica que el nivel de actuación es 3, que indica que **se requieren cambios rápidos en el diseño de la tarea y/o puesto de trabajo**, sobre las determinadas posturas.

Propuesta: mantener puesto actual e implementar matriz para evitar mediciones y realizar los cortes de forma rápida y exacta. Capacitar al trabajador sobre el accionamiento adecuado de palanca de la cizalla para evitar sobreesfuerzos. Al momento se encuentra en estudio y diseño de prototipo de palanca ergonómica ajustable y regulable en cuanto a la altura y distancia.

Capítulo 5

Casos de estudio

Capítulo 5

5 Casos en estudio

5.1 Diseño ergonómico de un prototipo de espaldares de los asientos para buses de transporte inter provincial de la cooperativa de “Transportes Riobamba”

Atendiendo el rubro de seguridad y confort en el sistema de transporte, un elemento primordial es el diseño y los materiales con los cuales se realizan los asientos del pasajero.

La situación actual del confort con los que cuentan los asientos de la cooperativa de “Transporte Riobamba”; se identifica con la influencia de los problemas ergonómicos que afectan al pasajero al momento de realizar viajes con periodos de tiempo prolongados.

El malestar que se presenta en los pasajeros cuando viajan en distancias de entre 4 a 12 horas o más, hace que se genere molestias y dolencias a nivel del cuello, de ahí la importancia de valorar e implementar un apoya cabeza regulable en altura en el espaldar de cada asiento.

Figura 47

Dimensionamiento entre asientos.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/U6oEP4>

Figura 48

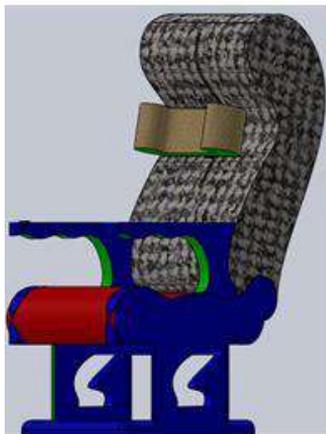
Problemática en análisis.



Propuesta de prototipo para diseño ergonómico de apoya cabeza regulable en altura.

Figura 49

Pasos para obtener el prototipo.



5.2 Diseño ergonómico de un prototipo para el accionamiento en el mango de una guadañadora

Las dolencias que acusan los trabajadores por la utilización de la guadaña en el uso prolongado, hacen que se genere discomfort, una de ellas identificada en el mango donde se realiza los accionamientos de aceleración de la máquina.

Figura 50

Guadañadora.



Nota. Adaptado de <https://goo.gl/nh1cN7>

Figura 51

Análisis de la situación.



Figura 52

Análisis partes mando guadañadora.



Referencias bibliográficas

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Recuperado <https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-24292-consolidado.pdf>.

Asociación Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). (2024). *Trastorno musculoesquelético de origen laboral ¿Qué es y cómo afecta a la salud de tus trabajadores?* Recuperado <http://www.ergoibv.com/blog/lesiones-musculo-esqueleticas-comunes-en-trabajo/>

Aranda Marcelino y Herrera Dania (2014). *Administración de la Calidad; nuevas perspectivas*. México: Editorial Patria

Cayán-Martínez, J.C., Guamán-Lozano, A.G., Jácome-Valdéz, M.A. (2015). Salud ocupacional de los trabajadores dedicados a la recolección de frutas en los huertos de Santa Rosa, *Tungurahua. Perfiles*, recuperado 14(2),22-30. <https://perfiles.epoch.edu.ec/public/arthtml/Perfiles14/Perfil es14Art4/p1cfdds92ohp8ustpaqb71on27.pdf>

Cruz, A., Garnica., A. (2010). *Ergonomía aplicada*. Ecoe Ediciones.

Cuatrecasas, A. L. (2012). *Organización de la producción y Dirección de Operaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión de la producción Modelos. Lean management*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Cuatrecasas, L. (2012). *La producción: procesos. Relación entre productos y procesos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Gualpa, M., Suatunce, J., Canchignia, H. (2013). *Tiempos y rendimiento en el proceso de aserrado de Eucalyptus globulus Labill, con sierra circular y de cinta en el cantón Riobamba*. https://www.researchgate.net/publication/334096073_Tiempos_y_rendimiento_en_el_proceso_de_aserrado_de_Eucalyptus_globulus_Labill_con_sierra_circular_y_de_cinta_en_el_canton_Riobamba

Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied ergonomics*, 31(2), 201-205. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687099000393>

Instituto de Biomecánica de Valencia. (1998). <http://www.ibv.org/productos-y-servicios/productos-publicaciones>

Instituto Nacional de Salud e Higiene en el Trabajo. (2011). *Informe de la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo*. NIPO. 7: 25-27. <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/vii-encuesta-nacional-de-condiciones-de-trabajo-2011>

Jaureguiberry, M. E. (s.f.). *Ergonomía*. Departamento de Ingeniería Industrial Trabajo <https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/Laura/material/ERGONOMIA.pdf>

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Oficina Internacional del Trabajo, (4ta ed. revisada). https://www.academia.edu/37437864/Introducci3n_al_estudio_del_trabajo_4ta_Edici3n_George_Kanawaty_FREELIBROS_ORG

Laurig, W. (1983). Ergonomía. En *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*.

Miño Cascante, G., Moyano Alulema, J., y Santillán Mariño, C. (2019). Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro. *Ingeniería Industrial*, 60(2),110-122. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360459575002>

Montañana, A. (2011). *Universidad Politécnica de Valencia*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13751/PROYECTO%20FINAL%20DE%20GRADO.%20Laura%20Solana%20Mart%C3%ADnez.pdf?sequence=1>

Navas Rosario y Martínez José (2013) Ejercicios de organización de la producción. Madrid. Ediciones UNED

Organización Panamericana de la Salud, Ministerio de Salud Pública de Ecuador. (2022). *Panorama Nacional de Salud de los Trabajadores - Encuesta de Condiciones de Trabajo y Salud 2021-2022*. <https://www.salud.gob.ec/wpcontent/uploads/2022/05/Panorama-Nacional-de-Salud-de-los-Trabajadores-Encuesta-de-Condiciones-de-Trabajo-y-Salud-2021-2022.pdf>.

Reyes Vásquez, J. P., Aldas Salaza R.D.S., Morales Perrazo, L.A. (2014). *Estudio del trabajo, aplicaciones en la industria ecuatoriana*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100003.

Sánchez, J. V. (2014). *Organización de la producción, distribución en planta y mejora de los métodos y tiempos*. Ediciones Pirámide, 360 p.

TDI. (2021). *La ergonomía para la industria en general. Programa de trabajo.*

<https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spwpgenergo.pdf>

Tovar, M. (2007). *Proyecto agrícola para la creación de una planta de Producción e industrialización de la fresa (fragaria vesca) en la agropecuaria forestal monterrey, ubicada en el cantón Pujili, provincia de Cotopaxi.* [Tesis, ESPE].
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4474>.

Los procesos productivos y la ergonomía en las MiPymes

Julio César Moyano Alulema, Juan Carlos Cayán Martínez, Ángel Geovanny Guamán Lozano y Eduardo Francisco García Cabezas

ISBN: 978-9942-636-98-0

