

Estudio de tiempos y evaluación ergonómica en puestos de trabajo de la planta de producción en
CALZADO JORDANA

Jhon Jairo García Reales

ID: 198009

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Floridablanca

2017

Estudio de tiempos y evaluación ergonómica en puestos de trabajo de la planta de producción en
CALZADO JORDANA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Jhon Jairo García Reales

ID: 198009

Director del Proyecto

Maria Teresa Castañeda Galvis

Ingeniera Industrial

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Floridablanca

2017

DEDICATORIA

A mi Dios por guiarme por el buen camino dándome fuerzas y no desfallecer ante los problemas que se presentaban.

A mis padres que de una u otra manera estuvieron siempre mostrándome el camino hacia la superación.

A mis tutores por sus consejos y recomendaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado unos padres que siempre han creído en mi dándome su apoyo incondicionalmente.

También agradezco a todos los profesionales que conforman la carrera de Ingeniería Industrial por sus aportes al enriquecimiento teórico y práctico para la culminación de mi carrera.

A mis tutores por su paciencia y dedicación.

A mis compañeros y amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron para poder culminar mi proyecto.

Contenido

	pág.
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCION.....	12
1. Generalidades de la Empresa.....	14
1.1 Estructura organizacional.....	15
2. Planteamiento del problema.....	17
3. Antecedentes.....	19
4. Justificación.....	20
5. Objetivos.....	21
5.1 Objetivo general.....	21
5.2 Objetivos específicos.....	21
6. Marco teórico.....	22
6.1 Recolección de información.....	22
6.1.1 Diagrama de operaciones.....	22
6.2 Estudio de tiempos.....	23
6.2.1 Generalidades del estudio de tiempos.....	24
6.2.2 Inicio del estudio.....	26
6.2.3 Ejecución del estudio.....	28
6.3 Ergonomía.....	32
6.4 Factores de riesgos ergonómicos.....	32
6.4.1 Físico.....	33
6.4.2 Químico.....	33
6.4.3 Biológico.....	33
6.4.4 Carga física y psicosocial.....	33
6.4.5 Inseguridad.....	34
6.4.6 Medio Ambiente Físico y Social.....	34
6.4.7 Saneamiento Ambiental.....	34
6.5 Elementos de medición.....	35
6.6 Métodos de evaluación ergonómica.....	36

6.6.1 RULA.....	36
6.6.2 REBA.....	37
6.6.3 OWAS.....	38
6.6.4 EPR.....	38
7. Diseño metodológico	40
7.1 Cálculo de la muestra.....	41
8. Estudio de Métodos y Tiempos.....	43
8.1 Justificación Diagrama de Pareto.....	43
8.2 Pareto ventas de referencias.....	43
8.3 Diagrama de Flujo Producción Tacón Plataforma.....	45
8.4 Diagrama de Flujo Producción Sandalia Plana.....	46
8.5 Diagrama de Flujo Producción Tacón Playa	47
8.6 Diagrama de Flujo Producción Bolichero.....	48
8.7 Diagrama de Recorrido.....	49
8.8 Propuestas de Mejoramiento Estudio de Métodos.....	51
8.9 Proceso de producción	52
8.9.1 Operaciones.....	52
8.10 Tacón plataforma.....	53
8.10.1 Premuestra.....	54
8.10.2 Muestra	55
8.10.3 Tiempo estándar.....	55
8.11 Sandalia plana.....	59
8.11.1 Premuestra.....	59
8.11.2 Muestra	60
8.11.3 Tiempo estándar.....	60
8.12 Tacón Playa.....	63
8.12.1 Premuestra.....	63
8.12.2 Muestra	64
8.12.3 Tiempo estándar.....	65
9. Riesgo de Exposición Postural.....	67
10. Factores Ambientales en la Planta de Producción	83

10.1 Entorno Físico	83
10.1.1 Iluminación	84
10.1.2 Sonido	86
10.1.3 Temperatura	88
11. Conclusiones y Recomendaciones	92
Referencias	95

Listado de tablas

	pág.
Tabla 1 Generalidades de la empresa.....	14
Tabla 2 Símbolos para la elaboración de diagramas de proceso.....	23
Tabla 3 Sistema de la Westinghouse Electric Corporation para el desempeño	30
Tabla 4 Suplementos constantes y variables	31
Tabla 5 Factores de riesgo ergonómico	34
Tabla 6. Parámetros para el cálculo de la muestra	42
Tabla 7. Pareto de ventas de referencias para octubre 2017	43
Tabla 8. Premuestra de tiempos para Tacón Plataforma.....	54
Tabla 9. Cálculo de la muestra para Tacón Plataforma	55
Tabla 10. Cuadro de Convenciones para valores y suplementos	56
Tabla 11. Tiempo estándar para Tacón Plataforma	57
Tabla 12. Premuestra de tiempos para Sandalia Plana.....	59
Tabla 13. Cálculo de la muestra para Sandalia Plana	60
Tabla 14. Tiempo estándar para Sandalia Plana	61
Tabla 15. Premuestra de tiempos para Tacón Playa	63
Tabla 16. Cálculo de la muestra para Tacón Playa	64
Tabla 17. Tiempo estándar para Tacón Playa	65
Tabla 18. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.	68
Tabla 19. Hoja de Campo - Método RULA.....	69
Tabla 20. Resultados Método RULA Operarios Fábrica CALZADO JORDANA	82
Tabla 21. Niveles Recomendados de Iluminación ICONTEC GT-08.....	83
Tabla 22. Intensidad de luz en Planta de Producción.....	84
Tabla 23. Intensidad del sonido en Planta de Producción.....	86
Tabla 24. Valores límites permisibles para ruido Continuo según ACGIH 1996.....	87
Tabla 25. Parámetros necesarios para el empleo del WBGT.....	88
Tabla 26. Posición y movimiento del cuerpo índice WBGT	89
Tabla 27. Tipo de trabajo índice WBGT.....	89
Tabla 28. Valores límite de referencia WBGT	90
Tabla 29. Intensidad del sonido en Planta de Producción.....	91
Tabla 30. Tiempos por referencia y producción mensual calculada.....	92

Listado de figuras

	pág.
Figura 1. Luxómetro.....	35
Figura 2. Termo higrómetro.....	35
Figura 3. Sonómetro.....	36
Figura 4. Diagrama Tacón Plataforma.....	45
Figura 5. Diagrama Sandalia Plana.....	46
Figura 6. Diagrama Tacón Playa.....	47
Figura 7. Diagrama Bolichero.....	48
Figura 8. Diagrama de Recorrido Plataforma.....	49
Figura 9. Diagrama de Recorrido Sandalia Plana.....	49
Figura 10. Diagrama de Recorrido Tacón Playa.....	50
Figura 11. Diagrama de Recorrido Bolichero.....	50
Figura 12. Esquema de puntuaciones.....	68
Figura 13. Intensidad de luz en Planta de Producción.....	85
Figura 14. Intensidad de sonido en Planta de Producción.....	87

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Estudio de tiempos y evaluación ergonómica en puestos de trabajo de la planta de producción en CALZADO JORDANA

AUTOR(ES): Jhon Jairo Garcia Reales

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR(A): Maria Teresa Castañeda Galvis

RESUMEN

Hoy en día todas las empresarias deben adoptar las estrategias necesarias todo con el fin de ofrecer un servicio calificado que cumpla con las expectativas de los clientes. En el mundo en el que se ejecuta la actividad comercial, las empresas deben contar con un producto de calidad, realizar una entrega oportuna del mismo y desde luego disponer de todas las garantías para que los trabajadores puedan ejecutar sus labores de manera adecuada, sin que se menoscaben sus derechos laborales ni su integridad física. En el sector del calzado, existen fenómenos que son particulares, entre ellos la manera como se estructuran las fábricas, siendo un ejemplo de ello la empresa Jordana, ubicada en la ciudad de Bucaramanga, la cual está integrada por 12 empleados distribuidos en 1 administrador, 1 cortadora, 2 guarnecedoras, 2 armadoras, 1 suelero, 1 solador, 1 emplantilladora y 3 vendedores; cada uno de ellos cumple una función específica, pero el propósito de este trabajo de investigación se centró en estudiar los tiempos estipulados para la entrega de los pedidos, por ello a través de diferentes herramientas se dispuso el análisis de los tiempos de que utilizan en su oficio cada una de las personas ubicadas en la fabricación del calzado, y la manera en que lo ejecutan para revisar si lo ejecutan adoptando la posición adecuada. Los resultados arrojaron que la cantidad de producción mensual que en este momento tiene la fábrica es menor a la producción calculada mensualmente que lograría obtener en los tiempos definidos por referencia, observando un tiempo de pérdida estimado de 4 horas mes en el proceso de producción, y se deben hacer correcciones respecto a elementos del trabajo como son espacios, silla y mesa de trabajo, también la ubicación de las herramientas, con el fin de evitar problemas de salud.

PALABRAS CLAVE:

Empresa, tiempos, fabricación, producción, postura, salud.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Study of times and ergonomic evaluation in jobs of the production plant in CALZADO JORDANA

AUTHOR(S): Jhon Jairo Garcia Reales

FACULTY: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Maria Teresa Castañeda Galvis

ABSTRACT

Nowadays all women entrepreneurs must adopt the necessary strategies in order to offer a qualified service that meets the expectations of the clients. In the world in which commercial activity is executed, companies must have a quality product, make a timely delivery of it and of course have all the guarantees so that workers are able to do work properly, without that their labor rights and physical integrity are undermined. In the footwear sector, there are phenomena that are particular, including how factories are structured, being an example of this Jordana company, located in the city of Bucaramanga, which is composed of 12 employees distributed in 1 administrator, 1 cutter, 2 trimmers, 2 assemblers, 1 headers, 1 tiler, 1 planer and 3 sellers; Each one of them fulfills a specific function, but the purpose of this research work was to study the stipulated times for the delivery of the orders, for that reason, through different tools, the analysis of the times that they use in their each one of the people located in the manufacture of the footwear, and the way in which they execute it to review if they execute it adopting the suitable position. The results showed that the amount of monthly production that the factory has at the moment is less than the monthly calculated production that could be obtained in the times defined by reference, observing an estimated time of loss of 4 hours month in the production process, and Corrections should be made regarding work elements such as spaces, chairs and work tables, as well as the location of the tools, in order to avoid health problems.

KEYWORDS:

Company, times, manufacturing, production, posture, health.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

Las empresas para ser competitivas deben adoptar estrategias que sean necesarias con el fin de desempeñarse de la mejor manera en el mercado, por ello siempre deben considerar en sus posibilidades realizar estudios que promuevan la eficiencia en el desarrollo de su razón social, pudiendo así optimizar todos los recursos y revisar los aspectos que se deben corregir en caso que existan deficiencias. En el caso de las empresas de zapatos, en nuestro país las fábricas generalmente son conformadas por un equipo pequeño los cuales ejecutan funciones específicas, en el que en un periodo de tiempo debe realizar su trabajo específico, por ello la importancia de evaluar de qué manera se están llevando a cabo las funciones en las empresas de calzado, ya que ello posibilita entender si la ejecución del trabajo es el adecuado frente al tiempo y la manera de ejecutar la labor determinada.

Para entender de mejor manera la forma en que se está llevando a cabo la producción en una empresa de calzado, se realizó el presente trabajo de investigación en la fábrica y comercializadora de CALZADO JORDANA, esto con el fin de conocer con precisión los tiempos en los que cada trabajador ejecuta su trabajo y la manera en que desarrolla su labor, en especial si se están adoptando las posturas adecuadas para realizar su labor de manera eficaz. Lo anterior permite verificar de qué manera los trabajadores ejecutan su labor y si los tiempos que utilizan sirven para responder a las expectativas de la empresa frente al cumplimiento de las entregas de sus pedidos; así mismo es importante destacar que los trabajadores trabajan en jornadas extensas, adoptando la misma posición, lo cual repercute en posibles daños en su salud, en especial en la columna vertebral. El presente trabajo de investigación consolida información desde el punto de

vista teórico y práctico, que posibilita llegar a resultados precisos, posibilitando a CALZADO JORDANA revisarlos y adoptar medidas que beneficien su producción y comercialización.

1. Generalidades de la Empresa

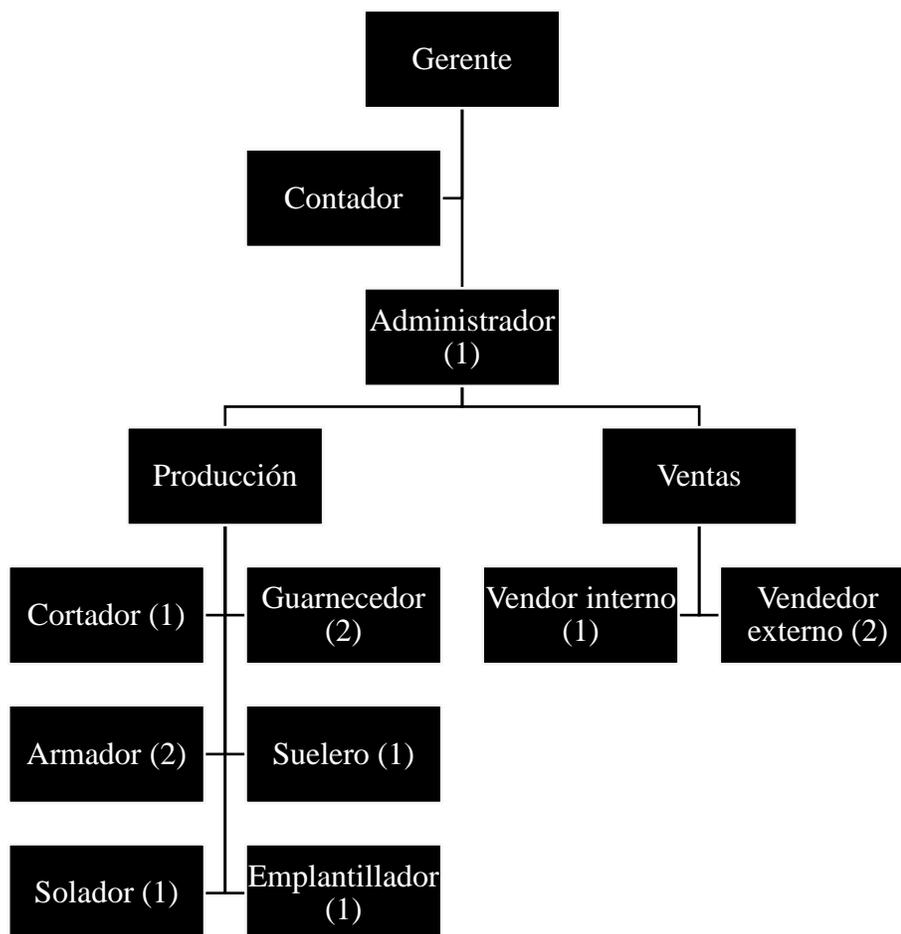
Tabla 1

Generalidades de la empresa

Elemento	Descripción
Razón Social	CALZADO JORDANA
NIT	
Logo	
Actividad económica	
Contacto	316 568 0495
Dirección	Calle 63 #17E-04, Bucaramanga
Correo	
Enlace URL	https://www.facebook.com/CalzadoJordana
Sector económico	Secundario, se dedica a la transformación de recursos.
Productos y servicios	CALZADO JORDANA se dedica al diseño, fabricación y comercialización de calzado para dama. (Tacón playa, plataforma y plana).
Misión	CALZADO JORDANA es una empresa bumanguesa que diseña y fabrica calzado suave para dama de alta calidad, presentando diseños exclusivos, materiales de óptima selección, transformándolos mediante procesos eficientes. Ofreciendo comodidad al caminar.
Visión	Para el año 2020 CALZADO JORDANA será una empresa líder en Colombia, en la producción y comercialización de calzado de alta calidad y diseños exclusivos con proyección internacional.
Objetivos estratégicos	
Representante legal	Diego Ignacio Vargas Bravo
Número de colaboradores	CALZADO JORDANA cuenta actualmente con 12 empleados que se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 1 administrador 1 cortadora 2 guarnecedoras 2 armadoras 1 suelero 1 solador 1 emplantilladora 3 vendedores

Fuente: (Vargas, 2017)

1.1 Estructura organizacional



Fuente: (Vargas, 2017)

Gerente: organiza la empresa asignando los cargos, salarios y funciones que considere que la empresa necesita para poder cumplir con los objetivos y metas asignadas, dentro del presupuesto de gastos que le haya sido aprobado por el mismo. Es el representante legal de la empresa.

Contador: supervisa, controla y evalúa el personal a su cargo; verifica las comprobantes de ingreso y órdenes de pago; y mantiene la contabilidad al día, de acuerdo con las normas generales que le sean impartidas por el supervisor inmediato.

Administrador: presenta informes, estados financieros, análisis y recomendaciones en forma periódica según lo establezca la junta directiva y revisa diariamente el comportamiento de

todas las áreas que intervienen en el normal funcionamiento de la empresa. Se encarga de todo lo concerniente a contrataciones comerciales, laborales, etc.

Cortador: elabora el inventario mensual, corta las piezas según los requerimientos establecidos para la producción.

Guarnecedor: es el encargado de armar y pegar cada una de las piezas de cada par de zapatos.

Armador: es el encargado de realizar todas las costuras y darle el terminado en el proceso de armado del zapato.

Suelero: es el encargado de forrar, las plantas, y tacones y pegarlas a la suela para pasar cada par de sandalias a soladura.

Solador: es el encargado de pegar las suelas y los cortes para darle forma a cada una de las sandalias.

Emplantilladora: es el encargado dar el terminado (limpiarlo, pegarle la marquilla) y empacar cada par de sandalias.

Vendedor interno y externo: son los encargados de establecer una comunicación directa y personal con los clientes actuales y potenciales, dentro y fuera del departamento, dando a conocer el producto y ofreciéndolo a los consumidores.

2. Planteamiento del problema

En la actualidad, el administrador de CALZADO JORDANA no cuenta con un estudio de tiempos que le sirva como insumo para la planificación de las operaciones del proceso de fabricación de calzado. Esta información se hace aún más relevante cuando es necesario pronosticar los tiempos de ejecución de las actividades de cada uno de los operarios para darle al cliente un tiempo estimado de entrega de los productos o determinar si se puede producir un pedido en el tiempo que el cliente solicita.

También es necesario tener en cuenta la competencia, ya que como se menciona Germán Manga (2016) en su artículo “El cuento de los zapatos chinos en Colombia” para la revista Semana, las importaciones masivas y fraudulentas de zapatos de hasta 50 centavos de dólar el par, arrasan con la industria colombiana de calzado. Entonces, debido a nuevos productos internacionales que usan nuevas técnicas y materiales, se le exige al mercado nacional innovar y mantenerse con un portafolio de productos que compitan no solo con diseño sino también con precios bajos.

Dado el compromiso de la organización por la mejora continua es necesario estudiar los procesos productivos para identificar fallas o actividades susceptibles a cambios que impacten positivamente el desarrollo de la empresa.

Debido al aumento en el número de pedidos se quiere que el producto se mueva sin retrasos o cuellos de botella a través del proceso buscando llevar a cabo las órdenes de producción en el menor tiempo posible.

En lo referente al sector, el calzado y sus partes entre enero y mayo de 2016, registraron exportaciones por 12.7 millones de dólares, con una caída de -23.4%, frente a las exportaciones registradas en el mismo periodo de 2015. Para el 66.7% de los encuestados por ACICAM la

situación de su empresa es regular, el 16.7% es buena y para el restante 16.7% es mala. Los principales departamentos importadores de calzado terminado en volumen son Bogotá y Cundinamarca (43%), Atlántico (26%), Valle del Cauca (16%) y Antioquia (5%), dándole la oportunidad a Santander de competir sin sustitutos del exterior (ACICAM, 2017).

Por lo tanto, en pro de la planificación de la producción aparece el interrogante ¿Cuál es el tiempo estándar para el proceso de fabricación de zapatos en CALZADO JORDANA? ¿Qué se puede mejorar en aspectos ergonómicos y factores ambientales al interior de la empresa?

3. Antecedentes

Alzate & Sánchez (2013) desarrollaron un estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” referencia 912 titulado “Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación”, implementando el método Tiempos Predeterminados (MTM – 2) para determinar el estándar de producción actual, y a partir de ella definir un nuevo método de producción más práctico, económico y eficaz.

Así mismo Jijón (2013) realizó un proyecto titulado “Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel”, en el cual se analizan cada uno de los procesos, para someterlos a mejoras debido a los problemas encontrados en los procesos de producción de la empresa mediante un enfoque cuantitativo.

En cuando a las mejoras al interior de los procesos, (Hoyos, 2015) llevó a cabo un estudio “Mejoramientos en la productividad del área de producción y propuesta de creación de estrategias de ventas para las líneas de calzado Rogger’s” en el cual se recolectaron datos a partir de observaciones, entrevistas, análisis de Pareto, algunas herramientas de la administración productiva total, diagrama de Ishikawa y la lluvia de ideas para mejorar el proceso de producción y analizar los motivos de las devoluciones del producto. El estudio concluye que, si no se hace un mejoramiento continuo en el área de producción y de ventas, probablemente la organización no será competitiva dentro de una economía de mercado.

4. Justificación

Al aplicar los resultados de tiempo estándar obtenido en las operaciones del proceso de producción, es posible tener una ventaja competitiva al darle al cliente plazos estimados de entrega que se ajusten a la realidad, evitando entregas retrasadas y manteniendo al cliente satisfecho.

Desde el punto de vista social, un estudio de tiempos puede usarse mientras la empresa crece para determinar en qué momento la empresa debe contratar nuevo personal, lo cual se traduce en empleos para la población. Una empresa que no cuenta con un estudio de tiempos, podría asumir que su nómina es suficiente para responder a un mercado en crecimiento cuando realmente puede ser necesario contratar a nuevo personal para evitar la sobrecarga laboral y mejorar el clima laboral.

Así mismo, el tiempo estándar puede funcionar como herramienta de control de manera que el administrador pueda monitorear el desempeño de los colaboradores en cada una de las operaciones al comparar el tiempo estándar con el tiempo observado en cualquier momento.

Desde el punto de vista monetario, la empresa pretende utilizar el estudio de tiempos para planificar la producción de calzado. De tal manera, que podrán conocer el tiempo de producción y organizar las actividades buscando evitar las horas extras lo cual representa una reducción en el costo de la mano de obra.

La ergonomía es un factor fundamental dentro de la salud ocupacional y la prevención de riesgos laborales, por lo tanto, la ergonomía se convierte en una variable fundamental en el mejoramiento de las condiciones de trabajo. Es así como el estudio de la ergonomía busca prevenir riesgos laborales, disminuir molestias físicas a los trabajadores, elevar la productividad del trabajador, entre otros.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Determinar el tiempo estándar del proceso de fabricación de zapatos en Calzado Jornada y valorar el riesgo ergonómico postural de los trabajadores.

5.2 Objetivos específicos

- Realizar un estudio de métodos para el proceso de fabricación de zapatos en CALZADO JORDANA.
- Realizar un estudio de tiempos para el proceso de fabricación de zapatos en CALZADO JORDANA.
- Valorar el riesgo de los trabajadores a la exposición postural inadecuada en el puesto de trabajo.
- Valoración de factores ambientales en la planta de producción (temperatura, ruido e iluminación).

6. Marco teórico

6.1 Recolección de información

El éxito del procedimiento íntegro depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear el método perfeccionado. Por consiguiente, es esencial que las anotaciones sean claras y concisas.

El registro constituye esencialmente una base para efectuar el análisis y el examen subsiguientes; no es un fin en sí mismo. Puede hacerse en dos etapas: primero, un croquis o un gráfico rudimentarios, para determinar si los datos reunidos son útiles; después un diagrama o un gráfico más elaborados y precisos que podrán servir para un informe o una presentación.

Para evitar esa dificultad se idearon otras técnicas o instrumentos de anotación, de modo que se pudieran consignar informaciones detalladas con precisión y al mismo tiempo en forma estandarizada, a fin de que todos los interesados las comprendan de inmediato, aunque trabajen en fábricas o países muy distintos.

6.1.1 Diagrama de operaciones

En el diseño del proceso, existen herramientas gráficas que permiten una visualización general del proceso de producción.

De acuerdo con la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) (2010), la simbología empleada para el diseño de diagramas de flujo de procesos de producción, facilita identificar operaciones de transformación que agregan valor, transporte de materiales en transformación o de productos terminados, inspecciones para verificar algún parámetro de control o de calidad, demoras en el proceso y almacenamiento del producto terminado.

Los símbolos que se utilizan en la elaboración de un diagrama de proceso son:

Tabla 2
Símbolos para la elaboración de diagramas de proceso

Símbolo	Descripción
	Operación: se utiliza para denotar actividades de transformación de las características físicas y químicas de un producto, y para actividades de montaje o desmontaje
	Inspección: se emplea para verificar parámetros de calidad o verificar cantidades.
	Demora: cuando es necesario esperar un tiempo antes de ejecutar las actividades o acciones previstas.
	Transporte: cuando se desplaza una parte o componente a lo largo del proceso.
	Almacenamiento: cuando se guarda o almacena en forma temporal o permanente los productos antes de su proceso de mercadeo o comercialización.

Fuente: (ASME, 2010)

De acuerdo con García Criollo (1998), el diagrama de operaciones del proceso muestra los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones. El orden en que deben realizarse las acciones indicadas en el diagrama está representando por la disposición de los símbolos ya expuestos en líneas verticales del recorrido. El material o herramienta se indica con líneas horizontales y es el material que alimenta las líneas verticales del recorrido.

6.2 Estudio de tiempos

Con el fin de mostrar de manera global el estudio de tiempos, a continuación, se presenta la teoría escrita por Niebel & Andris (2014) en la décimo tercera edición de su libro Ingeniería Industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo que se verá ampliada y complementada a través de otros autores.

6.2.1 Generalidades del estudio de tiempos

El principio fundamental en la industria es que el empleado merece un pago justo diario, por el que la compañía merece un día de trabajo justo. Un día de trabajo justo puede definirse como la cantidad de trabajo que puede producir un empleado calificado cuando trabaja con un ritmo estándar y usando de manera efectiva su tiempo, donde el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso (Niebel & Andris, 2014).

6.2.1.1 Equipo para el estudio de tiempos

De acuerdo con el libro “Ingeniería Industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo” de Niebel & Andris (2014). El equipo mínimo requerido para realizar un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, una forma para el estudio y un tablero de estudio de tiempos.

- **Cronómetro**

En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros, el tradicional y el electrónicos, sin embargo, son preferibles los cronómetros electrónicos dada su resolución y bajo costo.

- **Tablero de estudio de tiempos**

Al momento de registrar los datos del estudio de tiempos y sostener el cronómetro, es recomendable utilizar un tablero que debe ser ligero, fuerte y dar el apoyo suficiente para la forma de estudio de tiempos.

- **Formas para el estudio de tiempos**

Todos los detalles del estudio de tiempos se registran en esta forma Se considera pertinente tener en cuenta información como descripción, operación, nombre, máquina, herramientas, departamento y condiciones generales de la operación.

6.2.1.2 Elementos del estudio de tiempos

Para asegurar el éxito, Niebel & Andris (2014) recomiendan que los analistas deben ser capaces de inspirar confianza, ejercitar su juicio y desarrollar un acercamiento personal con todos aquellos con quienes tenga contacto. Deben entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio: seleccionar al operario, analizar el trabajo y desglosar en sus elementos, registrar los valores elementales de los tiempos transcurridos, calificar el desempeño del operario, asignar los suplementos u holguras adecuadas y llevar a cabo el estudio.

– Selección del operario

El primer paso para comenzar un estudio de tiempos consiste en seleccionar el operario con la ayuda del supervisor de línea o supervisor del departamento. En general un operario que tiene un desempeño promedio o ligeramente por arriba del promedio proporcionará un estudio más satisfactorio que uno menos calificado con habilidades superiores. Por supuesto, el operario debe estar capacitado en el método, le debe gustar el trabajo y debe demostrar interés en hacerlo bien. Además, debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos.

– Registro de información significativa

El analista debe registrar las máquinas, herramientas manuales, soportes, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, departamento, fecha del estudio, nombre del observador.

Si las condiciones de trabajo durante el estudio son diferentes a las condiciones normales para esa tarea, afectarán el desempeño del operario, como consecuencia se agregaría una holgura al tiempo.

– Posición del observador

El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies atrás del operario, de manera que no lo distraiga o interfiera con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor comodidad y seguir los movimientos del operario; durante el curso del estudio, el observador debe evitar cualquier conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo y modificar las rutinas.

– **División de la operación en elemento**

Para facilitar la medición, la operación debe dividirse en grupos de movimientos conocidos como elementos. Con el fin de dividir la operación en sus elementos individuales, el analista debe observar el operario durante varios ciclos y de ser posible, debe hacerlo antes de empezar el estudio. Los elementos deben partirse en divisiones tan finas como sea posible, pero que no sean tan pequeñas como para sacrificar la exactitud de las lecturas. Para identificar la terminación de un elemento, se deberían considerar señales sonoras como indicadores.

6.2.2 Inicio del estudio

De acuerdo con Niebel & Andris (2014), al inicio del estudio se registra la hora del día al mismo tiempo que se inicia el cronómetro. Se pueden utilizar dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio. El método de tiempos continuos, como su nombre lo implica, permite que el cronómetro trabaje durante todo el estudio; en este método, el analista lee el reloj en el punto de división de cada elemento y se deja que el tiempo siga corriendo. En la técnica de regreso a cero, después de leer el cronómetro en el punto de división de cada elemento, el tiempo del reloj regresa a cero y parte de cero.

– **Método de regresos a cero**

El método de regresos a cero tiene tanto ventajas como desventajas en comparación con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas del estudio de tiempos usan ambos métodos, con la

creencia de que los estudios en los que predominan los elementos largos se adaptan mejor a las lecturas con regresos a ceros, mientras que los estudios de ciclo corto se ajustan mejor al método continuo. Entre las desventajas del método de regresos a ceros está, que incita a la remoción de elementos individuales de la operación. Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente dando lugar a lecturas erróneas. Una de las objeciones al método de regresos a cero es la cantidad de tiempo mientras se regresa el cronómetro a cero de manera manual (Niebel & Andris, 2014)

– **Método continuo**

El método continuo para el registro de valores elementales es superior al de regresos a ceros por varias razones. Lo más significativo es que el estudio resultante presenta un registro completo de todo el periodo de observación; como resultado, complace al operario y al sindicato. El operario puede ver que no se dejaron tiempos fuera del estudio, y que se registraron todos los retrasos y elementos extraños (Niebel & Andris, 2014).

– **Manejo de dificultades**

Cuando se pierde alguna lectura, el analista debe indicar de inmediato con una “F”, en ningún caso el analista debe aproximar o tratar de registrar el valor faltante. Esta práctica puede destruir la validez del estándar establecido para el elemento específico. Ocasionalmente, el operario omite un elemento, esto maneja dibujando una raya horizontal en el lugar donde se registra el valor del tiempo (Niebel & Andris, 2014).

– **Ciclos en el estudio**

La determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar para llegar a un estándar equitativo es un asunto que causa discusión considerable entre los analistas. Se han establecido

guías aproximadas para el número de ciclos de acuerdo con el tiempo de ciclo, pero están sujetas a los parámetros de cada empresa (Niebel & Andris, 2014).

Es posible establecer un número más exacto mediante métodos estadísticos. Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, se puede suponer que las observaciones se distribuyen normalmente respecto a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida.

6.2.3 Ejecución del estudio

Niebel & Andris (2014) mencionan que durante un estudio de tiempos, los analistas observan cuidadosamente el desempeño del operario. El desempeño que ejecuta pocas veces a la definición exacta de estándar. Así, deben hacerse algunos ajustes al tiempo medio observado para obtener el tiempo que requiere un operario calificado para hacer la tarea cuando trabaja a un ritmo estándar.

Los analistas del estudio deben considerar aumentar el tiempo si se ha seleccionado a un operario que supera los estándares y disminuirlo de lo contrario, solo de esta manera se puede establecer un estándar real para los operarios calificados (García Criollo, 1998).

– **Calificación del desempeño del operario**

El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado para cada elemento ejecutado durante estudio al tiempo normal que requeriría un operario calificado para realizar el mismo trabajo:

$$\mathbf{T_{tiempo\ normal} = T_{tiempo\ medio\ Observado} \times (1 + calificación)}$$

Uno de los sistemas de calificación que se han usado por más tiempo fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation (Lowry, Maynard, & Stegemerten, 1940). Este sistema

considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como la destreza para seguir un método dado y se relaciona con la experiencia que se demuestra mediante la coordinación adecuada entre la mente y las manos. Este factor aumenta a medida que transcurre el tiempo, debido a una mayor familiaridad con la operación y disminuye con los titubeos y movimientos en falso. De acuerdo con García Criollo (1998), existen 7 grados de habilidad: Habilísimo, Excelente, Bueno, Medio, Regular, Malo y Torpe, en la Tabla 3 se presentan los distintos grados con sus valores porcentuales equivalentes.

El esfuerzo se define como la demostración de la voluntad de trabajar de manera eficaz. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad que, en gran medida puede ser controlada por el operario. De acuerdo con García Criollo (1998), existen 7 grados de esfuerzo: Excesivo, Excelente, Bueno, Medio Regular, Malo e Insuficiente, en la Tabla 3 se presentan se presentan los distintos grados con sus valores porcentuales equivalentes.

Las condiciones que se consideran en este procedimiento de calificación del desempeño son las que afectan al operario y no a la operación incluyendo la temperatura, la ventilación y la luz. De acuerdo con García Criollo (1998), existen 3 grados de condición: Buena, Media y mala, en la Tabla 3 se presentan se presentan los distintos grados con sus valores porcentuales equivalentes.

García Criollo (1998) define la consistencia como la repetitividad de los valores de tiempo que realiza el operario. Existen 3 grados de consistencia: Buena, Media y Mala de acuerdo con la constancia de los valores del tiempo, en la Tabla 3 se presentan se presentan los distintos grados con sus valores porcentuales equivalentes.

Tabla 3

Sistema de la Westinghouse Electric Corporation para el desempeño

Habilidad			Esfuerzo		
A	Habilísimo	+ 0,15	A	Excesivo	+ 0,15
B	Excelente	+ 0,10	B	Excelente	+ 0,10
C	Bueno	+ 0,05	C	Bueno	+ 0,05
D	Medio	0,00	D	Medio	0,00
E	Regular	- 0,05	E	Regular	- 0,05
F	Malo	- 0,10	F	Malo	- 0,10
G	Torpe	- 0,15	G	Insuficiente	- 0,15
Condiciones			Consistencia		
A	Buena	+ 0,05	A	Buena	+ 0,05
B	Media	0,00	B	Media	0,00
C	Mala	- 0,05	C	Mala	- 0,05

Fuente: (García Criollo, 1998)

– Adición de suplementos y holguras

Como el estudio de tiempos se realiza durante un periodo relativamente corto y como los elementos extraños se debe retirar al determinar el tiempo normal, debe añadirse una holgura al tiempo normal a fin de llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr de manera razonable. El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar la operación se llama tiempo estándar. Por lo general, el suplemento u holgura se da como una fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador (Niebel & Andris, 2014).

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} \times (1 + \text{suplementos})$$

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (1996), el suplemento por descanso consta de:

- Un mínimo básico constante, que siempre se concede
- Una cantidad variable, añadida a veces, según las circunstancias en que se trabaje.

Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- Trabajo de pie

- Postura anormal
- Uso de la fuerza
- Intensidad de la luz
- Calidad del aire
- Tensión visual
- Tensión auditiva
- Tensión mental
- Monotonía mental
- Monotonía física

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los suplementos constantes y variables que se tienen en cuenta para el estudio de tiempos en el proceso de cosecha de la palma de aceite.

Tabla 4

Suplementos constantes y variables

Suplementos constantes			
		Hombres	Mujeres
Por necesidad personales		5%	7%
Por fatiga		4%	4%
Suplementos variables			
Género		Hombres	Mujeres
A	Por trabajar de pie	2%	4%
	Por postura anormal		
B	Ligeramente incomoda	0%	1%
	Incomoda	2%	3%
	Muy incomoda	7%	7%
Uso de la fuerza o energía muscular			
C	2,5	0%	1%
	5	1%	2%
	7,5	2%	3%
	10	3%	4%
	12,5	4%	6%
	15	5%	8%
	17,5	7%	10%

Suplementos constantes			
	20	9%	13%
	22,5	11%	16%
	25	13%	20%
	30	17%	
	33,5	22%	
Mala iluminación			
D	Ligeramente por debajo	0%	0%
	Bastante por debajo	2%	2%
	Absolutamente insuficiente	5%	5%
Monotonía (Monotonía mental)			
I	Algo monótono	0%	0%
	Bastante monótono	1%	1%
	Muy monótono	4%	4%
Tedio (Monotonía física)			
J	Algo aburrido	0%	0%
	Aburrido	2%	1%
	Muy aburrido	5%	2%

Fuente: (OIT, 1996)

6.3 Ergonomía

De acuerdo con la International Ergonomics Association (IEA) (2017), la ergonomía (o factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar con el fin de optimizar el bienestar humano y el sistema general actuación. Los profesionales de la ergonomía y los ergonómicos contribuyen al diseño y evaluación de tareas, trabajos, productos, entornos y sistemas para hacerlos compatibles con las necesidades, capacidades y limitaciones de las personas.

6.4 Factores de riesgos ergonómicos

Los factores de riesgo en ergonomía son elementos del lugar de trabajo que pueden causar deterioro y lesiones a su cuerpo (Agudelo, 2013). Desde la perspectiva ocupacional, los factores de riesgo son todas aquellas condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, la tarea o la

organización del trabajo que potencialmente pueden afectar la salud de los trabajadores o generar un efecto negativo en la empresa (MinTrabajo, 2011).

6.4.1 Físico

Son los factores ambientales de naturaleza física considerando esta como la energía que se desplaza en el medio, que cuando entren en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre la salud dependiendo de su intensidad, exposición y concentración de los mismos (MinTrabajo, 2011).

6.4.2 Químico

Está constituido por elementos y sustancias que, al entrar al organismo, mediante inhalación, absorción cutánea o ingestión pueden provocar intoxicación, quemaduras, irritaciones o lesiones sistémicas, dependiendo del grado de concentración y el tiempo de exposición (MinTrabajo, 2011).

6.4.3 Biológico

está constituido por un conjunto de microorganismos, toxinas, secreciones biológicas, tejidos y órganos corporales humanos y animales, presentes en determinados ambientes laborales, que al entrar en contacto con el organismo pueden desencadenar enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas, intoxicaciones o efectos negativos en la salud de los trabajadores (MinTrabajo, 2011).

6.4.4 Carga física y psicosocial

Proviene de condiciones de trabajo tales como el proceso, la organización, el contenido y el medio ambiente de trabajo, las cuales en interacción con características del individuo y con aspectos extralaborales, determinan condiciones de salud y producen efectos a nivel del bienestar del trabajador y de la productividad de la empresa (MinTrabajo, 2011).

6.4.5 Inseguridad

Son todos aquellos factores que involucran condiciones peligrosas originadas en un mecanismo, equipo, objeto o instalaciones locativas, que al entrar en contacto con la persona pueden provocar un daño físico de acuerdo con intensidad, tiempo de contacto (MinTrabajo, 2011).

6.4.6 Medio Ambiente Físico y Social

Son todas las condiciones externas que pueden desencadenar alteraciones en los trabajadores y que normalmente no pueden ser controladas directamente por el empleador (MinTrabajo, 2011).

6.4.7 Saneamiento Ambiental

son todos los objetos, energía o sustancia sólida, líquida o gaseosa que resulta de la utilización, descomposición, transformación, tratamiento o destrucción de una materia y/o energía que carece de utilidad o valor y cuyo destino natural deberá ser su eliminación (MinTrabajo, 2011).

Tabla 5

Factores de riesgo ergonómico

Tipo de riesgo	Características del trabajo	Elementos del trabajo	Posibles daños para la salud
Carga postural	Movilidad restringida; Posturas inadecuadas	Espacio del entorno	Incomodidad; Molestias y lesiones musculares; Trastornos circulatorios
		Silla de trabajo	
		Mesa de trabajo	
		Ubicación de las herramientas	
Condiciones ambientales	Iluminación	Reflejos y deslumbramientos	Alteraciones visuales; Fatiga visual
		Mala iluminación	
		Fuertes contrastes	
	Climatización	Regulación temperatura	Incomodidad y malestar; Trastornos respiratorios; Molestias oculares
		Excesiva velocidad del aire	
		Falta de limpieza	
	Ruido	Existencia de fuentes de ruido	Dificultades para concentrarse
Acondicionamiento acústico			

Fuente: (CROEM, 2015).

6.5 Elementos de medición

- Luxómetro (iluminación)

–

Figura 1. Luxómetro



Fuente: (Castañeda, 2017).

- Termo higrómetro (temperatura)

–

Figura 2. Termo higrómetro



Fuente: (Castañeda, 2017).

- Sonómetro (ruido)

Figura 3. Sonómetro



Fuente: (Castañeda, 2017).

6.6 Métodos de evaluación ergonómica

6.6.1 RULA

El método RULA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. 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 neutral (Ergonautas, 2017).

Para ello, el primer paso consiste en la observación de las tareas que desempeña el trabajador. Las mediciones por realizar sobre las posturas adoptadas por el trabajador son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias). Estas mediciones pueden emplearse fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas. El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado. El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados (Ergonautas, 2017).

6.6.2 REBA

Si se adoptan posturas inadecuadas de forma continuada o repetida en el trabajo se genera fatiga y, a la larga, pueden ocasionarse problemas de salud. Uno de los factores de riesgo más comúnmente asociados a la aparición de trastornos de tipo musculoesqueléticos es precisamente la excesiva carga postural. Así pues, la evaluación de la carga postural o carga estática, y su reducción en caso de ser necesario, es una de las medidas fundamentales a adoptar en la mejora de puestos de trabajo (Erganonautas, 2017).

Existen diversos métodos que permiten la evaluación del riesgo asociado a la carga postural, diferenciándose por el ámbito de aplicación, la evaluación de posturas individuales o por conjuntos de posturas, los condicionantes para su aplicación o por las partes del cuerpo evaluadas o consideradas para su evaluación. REBA es uno de los métodos observacionales para la evaluación de posturas más extendido en la práctica (Erganonautas, 2017).

De forma general REBA es un método basado en el conocido método RULA, diferenciándose fundamentalmente en la inclusión en la evaluación de las extremidades inferiores (de hecho, REBA es el acrónimo de Rapid Entire Body Assessment) (Erganonautas, 2017).

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Para desarrollar el método sus autores, apoyados por un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, valoraron alrededor de 600 posturas de trabajo. Para la definición de los segmentos corporales, se analizaron tareas simples con variaciones en la carga y los movimientos (Erganonautas, 2017).

REBA es un método de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación

de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo musculoesquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas (Ergononautas, 2017).

6.6.3 OWAS

El método OWAS es un método observacional, es decir, parte de la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea a intervalos regulares. Las posturas observadas son clasificadas en 252 posibles combinaciones según la posición de la espalda, los brazos, y las piernas del trabajador, además de la magnitud de la carga que manipula mientras adopta la postura (Ergononautas, 2017).

Cada postura observada es clasificada asignándole un código de postura. A partir del código de cada postura se obtiene una valoración del riesgo o incomodidad que supone su adopción asignándole una Categoría de riesgo (Owas distingue cuatro Niveles o Categorías de riesgo para cada postura). Posteriormente se evalúa el riesgo o incomodidad para cada parte del cuerpo (espalda, brazos y piernas) de forma global y para ello se asigna una Categoría de riesgo a cada parte del cuerpo en función de la frecuencia relativa de las diversas posiciones que adoptan en las diferentes posturas observadas. Finalmente, el análisis de las Categorías de riesgo calculadas para cada postura observada, así como para las distintas partes del cuerpo de forma global, permitirá identificar las posturas y posiciones más críticas, así como las acciones correctivas necesarias para mejorar el puesto (Ergononautas, 2017).

6.6.4 EPR

EPR no es en sí un método que permita conocer los factores de riesgo asociados a la carga postural, si no, más bien, una herramienta que permite realizar una primera y somera valoración de las posturas adoptadas por el trabajador a lo largo de la jornada. Si un estudio EPR proporciona

un nivel de carga estática elevado el evaluador debería realizar un estudio más profundo del puesto mediante métodos de evaluación postural más específicos como RULA, OWAS o REBA. El método mide la carga estática considerando el tipo de posturas que adopta el trabajador y el tiempo que las mantiene, proporcionando un valor numérico proporcional al nivel de carga (Ergonautas, 2017).

7. Diseño metodológico

Con el fin de determinar el tiempo estándar para el proceso de fabricación de zapatos en CALZADO JORDANA, es necesario llevar a cabo una investigación de alcance descriptivo ya que pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre el tiempo del proceso de la producción de calzado (Hernández, 2014).

El diseño es “no experimental” pues se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, no se hará variar en forma intencional las variables independientes. Lo que se hará durante la investigación es observar el proceso de producción tal y como se dan en su contexto natural, para analizarlo (Hernández, 2014).

Para clasificar la investigación dentro del diseño “no experimental”, se define un diseño transeccional, también conocido como transversal ya que se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único (Hernández, 2014).

La fuente de información será primaria ya que se observará el proceso directamente para tomar el tiempo observado. En primer lugar, se identificará el flujo de actividades en la producción de calzado para mujer a través de la herramienta, diagrama de flujo de operaciones con el fin de realizar un diagnóstico inicial de la situación actual del sistema productivo y caracterizar el proceso de producción.

Una vez se tengan identificadas las operaciones que conforman el proceso se procede a realizar la prueba RULA en cada instancia de proceso. Para medir los ángulos en los registros fotográficos de los operarios realizan el proceso se utilizará el software tempo de contemplas.

Luego, con base en los resultados de la RULA se identifican y modifican factores susceptibles de mejora en el proceso productivo con el fin de realizar mejoras antes iniciar el estudio de tiempos.

7.1 Cálculo de la muestra

Para iniciar el estudio de tiempos se tomará una premuestra de tamaño 5 para cada una de las operaciones; con base en la media y la desviación estándar de la premuestra se procede a determinar el tamaño de la muestra se utilizará la fórmula presentada en el marco teórico.

$$n = \frac{Z^2 * S^2}{d^2} * \left(1 + \frac{2}{N}\right)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la premuestra

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal. Llamado también nivel de confianza.

S² = varianza de la población en estudio (que es el cuadrado de la desviación estándar y puede obtenerse de estudios similares o pruebas piloto)

d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

promedio de la variable en estudio.

$$d = \bar{x} * e$$

\bar{x} = media

e = error

Por lo tanto, la fórmula se convierte en

$$n = \frac{Z^2 * S^2}{\bar{x}^2 * e^2} * \left(1 + \frac{2}{N}\right)$$

Para los cálculos de la muestra se definieron los siguientes parámetros

Tabla 6. *Parámetros para el cálculo de la muestra*

Parámetro	Valor
Nivel de confianza	95%
Z calculado	1,96
p (probabilidad de éxito)	50%
q (probabilidad de fracaso)	50%
E (error)	10%

Fuente: Autor

8. Estudio de Métodos y Tiempos

8.1 Justificación Diagrama de Pareto

Es importante destacar que el principio de Pareto contempla que todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte del resultado esperado, es decir, que los factores o causas de un problema en el caso de Pareto, 20% explican la generación del 80% que está afectando o causando el efecto, de tal manera que este método se enfoca en las causas del problema. En otras palabras, el Diagrama de Pareto equivale en dividir las causas que explican un problema en la organización y el efecto que estos factores generan. Por tales razones nuestra investigación se aplica el Diagrama de Pareto (Fenómenos - Causas - Efecto) en el estudio de métodos y tiempos a evaluar en Calzado Jornada con el fin de determinar el tiempo estándar de producción.

8.2 Pareto ventas de referencias

Tabla 7. Pareto de ventas de referencias para octubre 2017

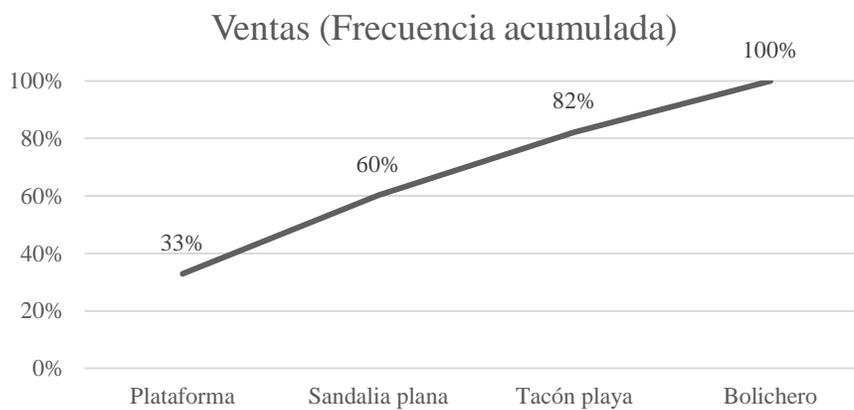
Referencia	Ventas (pares)	Ventas (Frecuencia relativa)	Ventas (Frecuencia acumulada)
Plataforma	120	33%	33%
Sandalia plana	100	27%	60%
Tacón playa	80	22%	82%
Bolichero	65	18%	100%

Fuente: (Vargas, 2017).

En esta tabla se observa que las líneas o referencias de calzado Plataforma, Sandalia Plana y Tacón Playa son los más representativos en CALZADO JORDANA ocupando el 82% de la producción de la fábrica, por lo tanto, solo se realizará el estudio de tiempos mediante el proceso de

Premuestra, Muestra y Tiempo Estándar de estas referencias, sin embargo, se adiciona a esta investigación el Diagrama de Flujo de la producción del Bolichero.

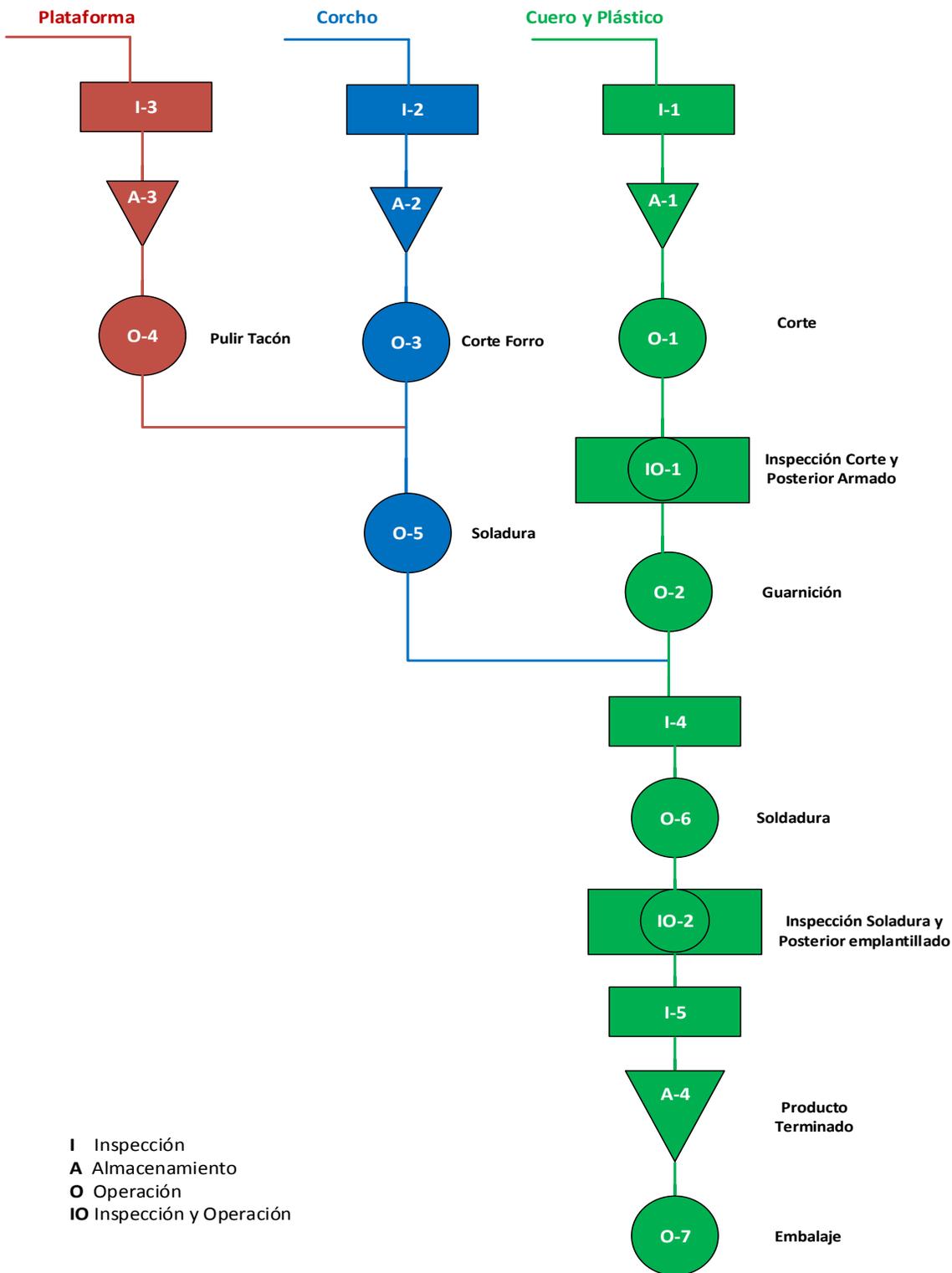
Gráfica 1. Pareto de ventas para octubre 2017



Fuente: Autor

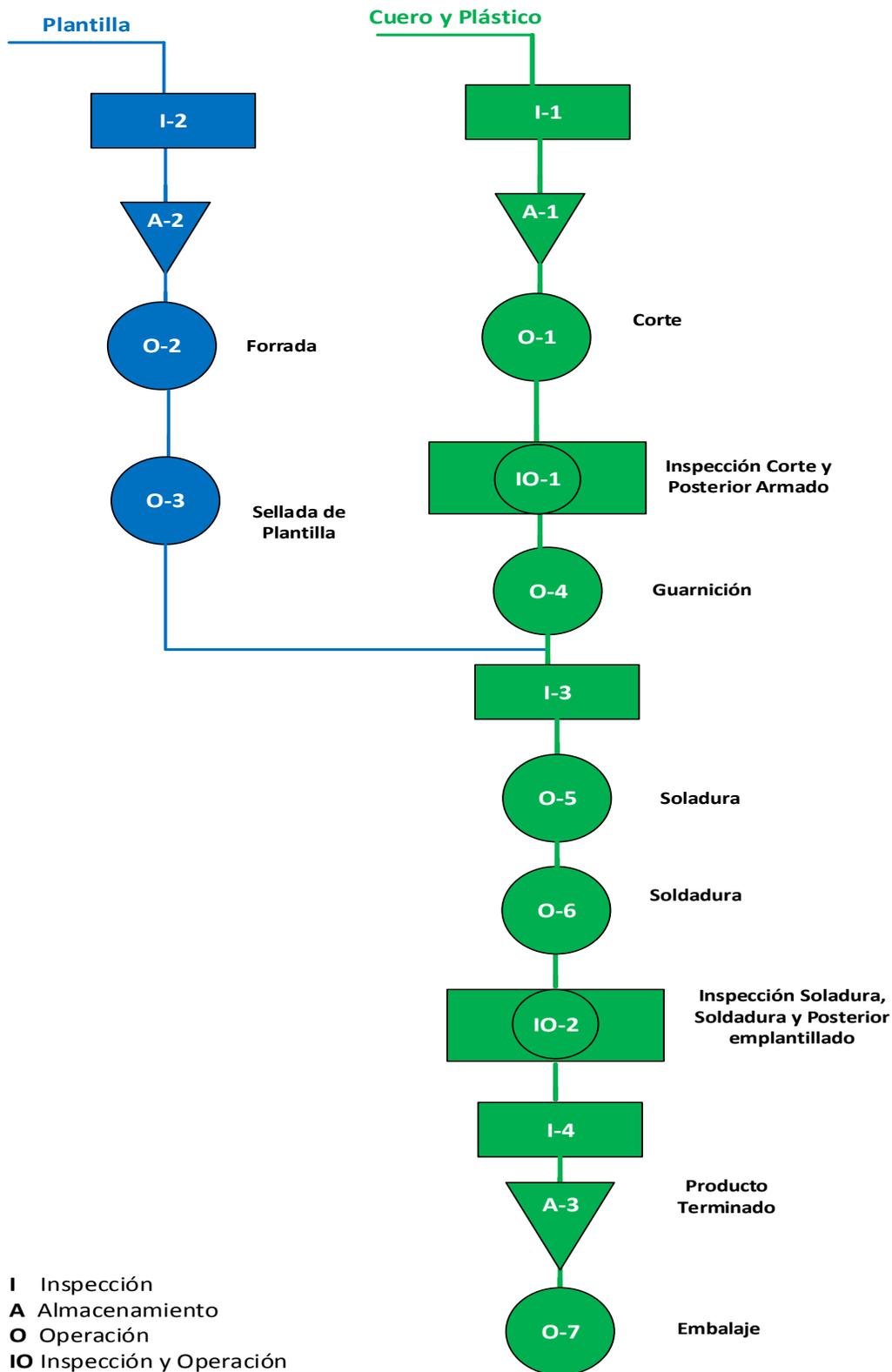
8.3 Diagrama de Flujo Producción Tacón Plataforma

Figura 4. Diagrama Tacón Plataforma



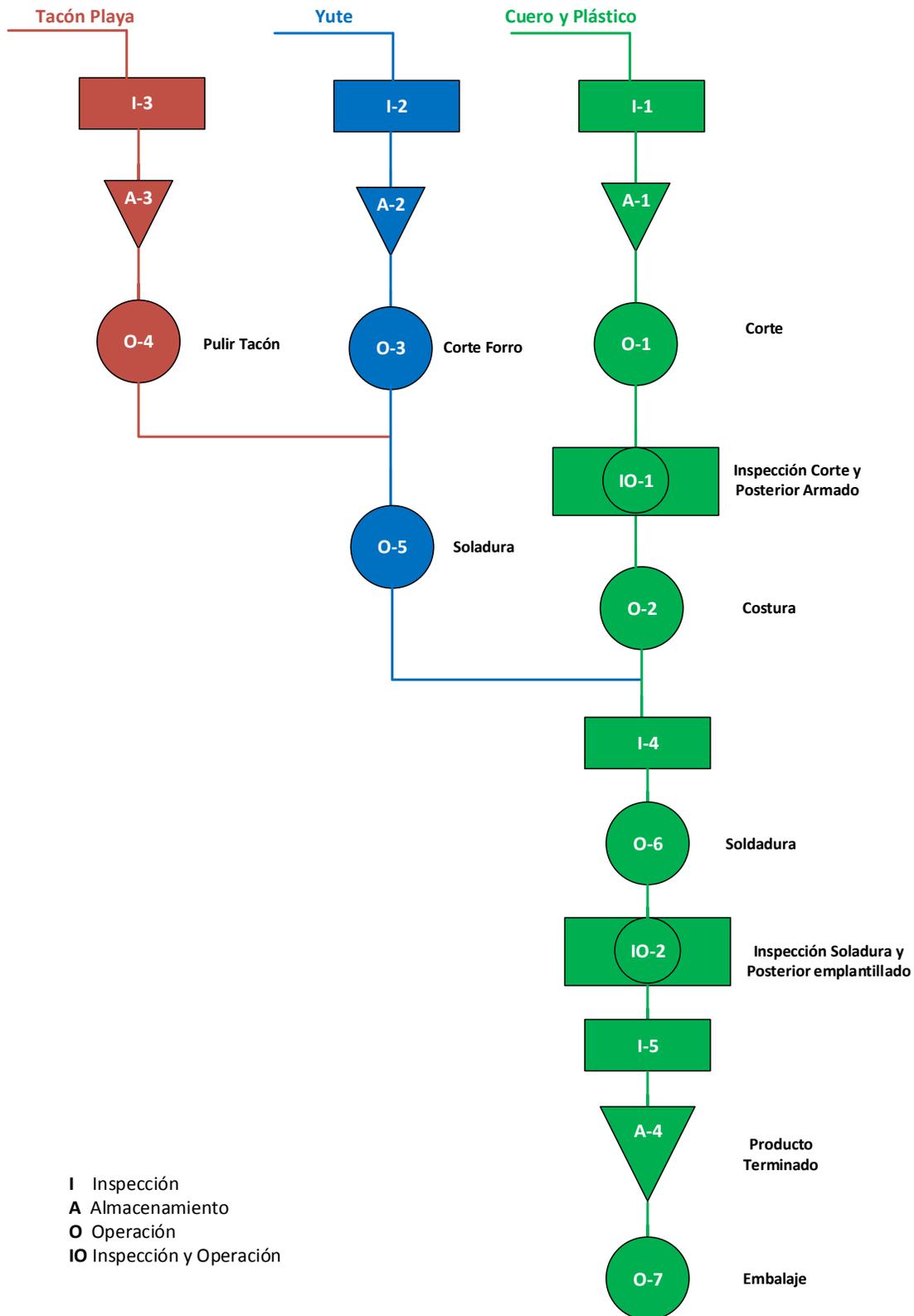
8.4 Diagrama de Flujo Producción Sandalia Plana

Figura 5. Diagrama Sandalia Plana



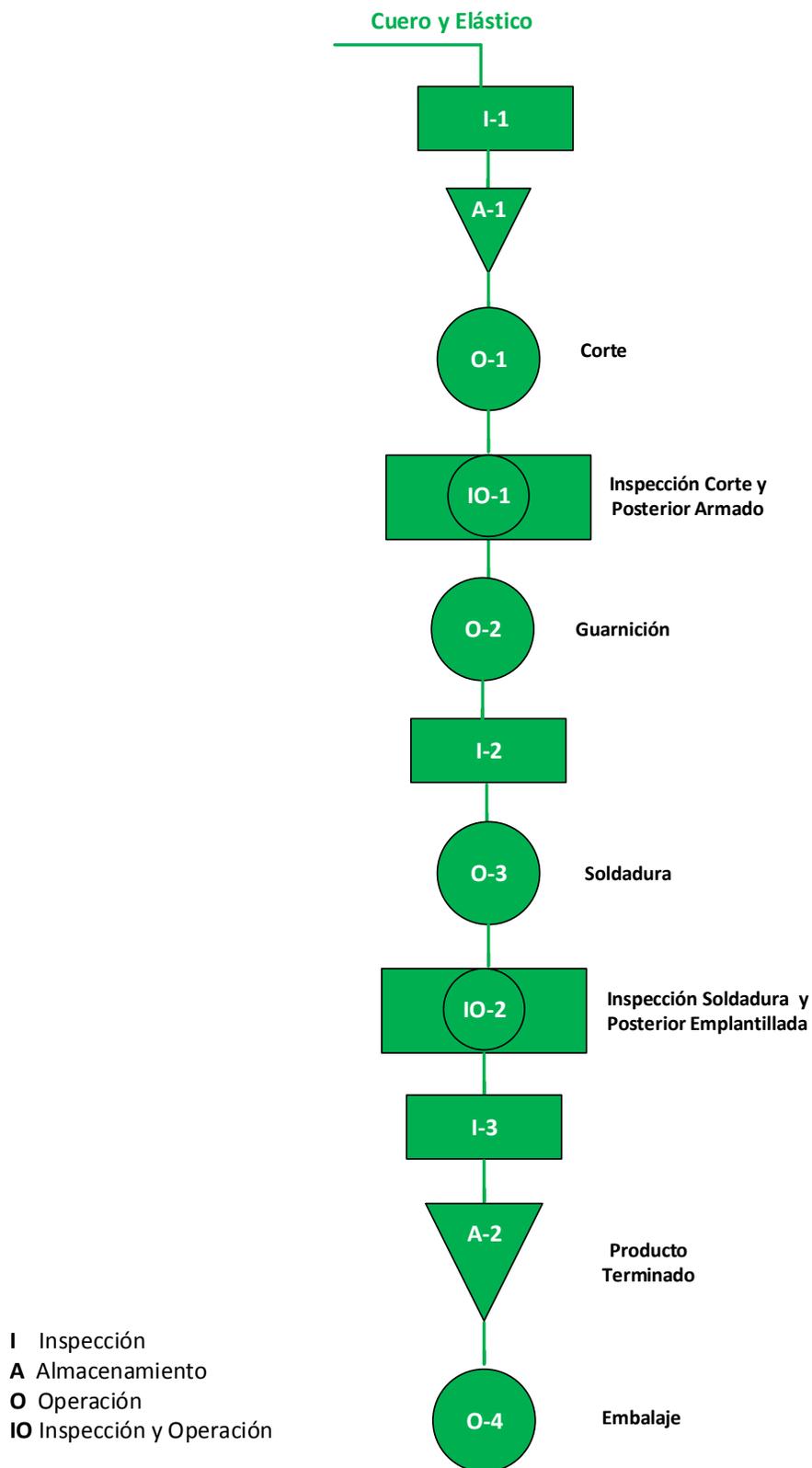
8.5 Diagrama de Flujo Producción Tacón Playa

Figura 6. Diagrama Tacón Playa



8.6 Diagrama de Flujo Producción Bolichero

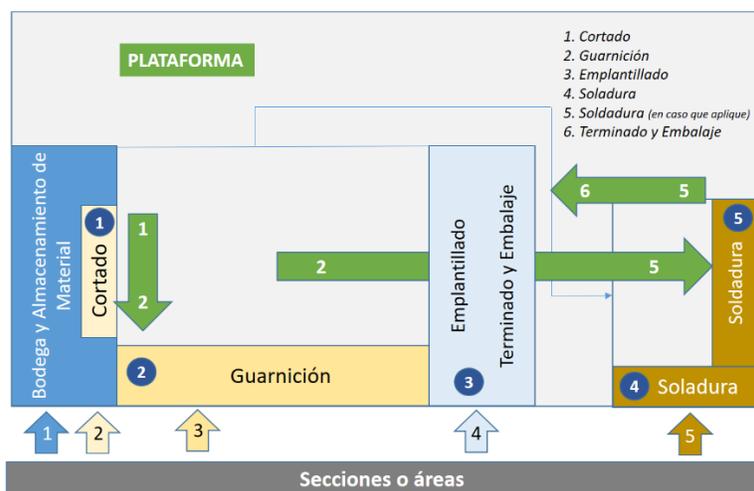
Figura 7. Diagrama Bolichero



8.7 Diagrama de Recorrido

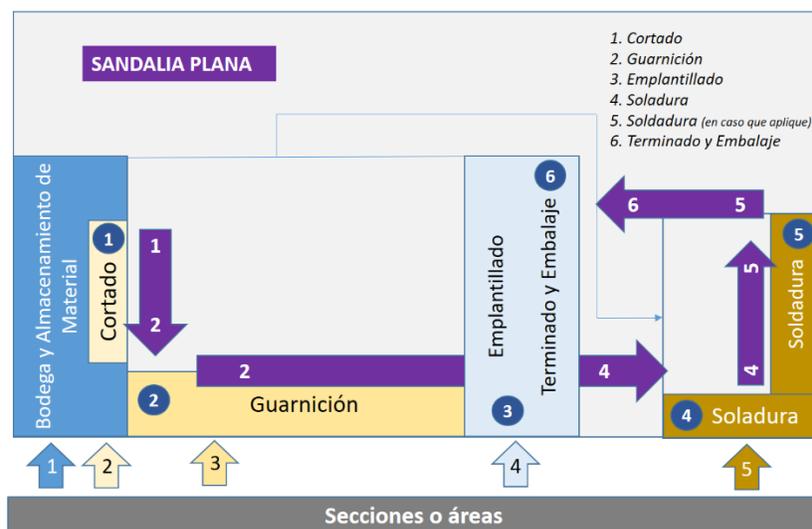
A continuación, se adicionan los diagramas de recorrido para cada tipo de zapato que muestra la distribución de la fábrica según las secciones o áreas donde se encuentra la sección de Bodega y Almacenamiento del Material, área de cortado, sección de Guarnición, espacio de Emplantillado, Terminado y Embalaje, y finalmente en la parte de atrás de la fábrica se encuentra la sección de Soldadura, Soldadura y el Suelero.

Figura 8. Diagrama de Recorrido Plataforma



Fuente: Autor

Figura 9. Diagrama de Recorrido Sandalia Plana



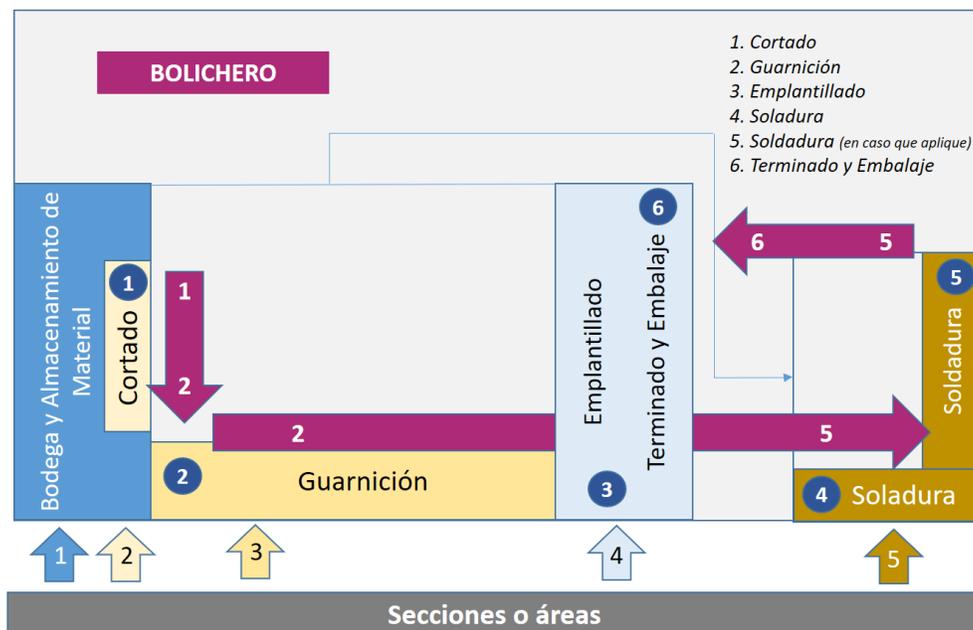
Fuente: Autor

Figura 10. Diagrama de Recorrido Tacón Playa



Fuente: Autor

Figura 11. Diagrama de Recorrido Bolichero



Fuente: Autor

8.8 Propuestas de Mejoramiento Estudio de Métodos

Esta investigación permite recomendar sean evaluadas las propuestas de mejoramiento para que el administrador las aplique dentro de los procesos de producción, e igualmente se contemplarán las condiciones de trabajo que examina la ergonomía como aspecto fundamental de Salud Ocupacional y prevención de riesgos laborales. En los procesos de producción definidos son pertinentes las siguientes consideraciones:

1. Reorganizar la distribución de la planta de producción, ya que como se observa en los diagramas de recorrido, no se encuentran acordes al proceso que eviten traslado de mercancía en la labor realizada por cada operador.

2. Los tiempos por línea de producción permiten conocer la necesidad de contratar personal adicional según los pedidos que reciba la fábrica. De igual manera es necesario contemplar que el personal a contratar cuente con un perfil según la actividad a ejecutar y el proceso que más conlleve tiempo con el fin de reducirlo para lograr aumentar la producción.

3. Al tener los tiempos de producción diaria, semanal, mensual, por cada línea, se puede identificar si se están cumpliendo con dichos tiempos que arrojó la muestra al comparar los datos con la Producción mensual real, para lo cual se necesita tener un registro de producción diaria por producto, semanal y a su vez mensual. Por lo tanto, se recomienda que estos sean registrados en un cuadro de Excel, el cual se anexa a esta investigación.

4. En caso que el Administrador no tenga facilidad de crear estos cálculos en un archivo básico de Excel, se recomienda pueda apoyarse en una persona con conocimientos en el manejo de este tipo de programas, siendo importante tener estos datos disponibles en la toma de decisiones

en la operación. De igual manera se anexa el archivo en Excel con el que puede analizar dicha información.

5. Se observa en el diagrama de recorrido la falta de Bodegas, ya que actualmente existen cuatro. Es importante que por cada sección según el operador se organicen bodegas para mayor organización y control de inventario, ya que cada uno debe tener la materia prima a utilizar. En el caso del cortador se recomienda tener una bodega para sintéticos, cuero o tipo de material. Así mismo, el operador que realiza la actividad de Guarnición en la bodega manejaría los hilos por colores y según el tipo de capellada a utilizar; en cuanto el Solador tendría en la bodega las plantillas, tacones, suelas para realizar su actividad y finalmente la persona a cargo del producto terminado y Embalaje quien debe llevar un control diario del inventario del producto terminado según el tipo de zapatos.

8.9 Proceso de producción

8.9.1 Operaciones

1. Almacenamiento de materiales: La elaboración de calzado sintético cuero o de tela, se inicia con la recepción de los insumos en la fábrica. Se tienen clasificados y ordenados los tipos de material, piel sintética, cuero o tela, lacas, suelas, adhesivos.

2. Transporte al área de proceso: Los materiales seleccionados se transportan al área de producción.

3. Corte de piezas: Se realiza mediante la moldura de acuerdo con la medida que se requiera para dar forma al cuero, sintético o tela, según el modelo diseñado para este bache de producción.

4. Guarnición: Se reúnen las piezas de un lote para su posterior elaboración. Cada zapato lleva de 5 a 7 piezas según el modelo.

5. Soladura: Se selecciona la horma de acuerdo a la numeración para conformar, fijar la planta, esto se hace manualmente y se utiliza una máquina especial para presionar y que quede bien realizado y conformado el zapato. Se montan puntas y talones. Después se realiza el proceso de asentar que consiste en hacer que el corte asiente perfectamente en la horma.

6. Soldadura: Consiste en el ensuelado por proceso de pegado tradicional: Las suelas se compran hechas, primero se marca la suela, después se realiza el cardado, en la parte de la suela que se ha de pegar al corte en una máquina especial se hacen unas hendiduras para que el pegamento se impregne mejor y posteriormente se realiza pegado de suela. Para el pegado de la suela se incrementa la temperatura en una máquina especial que pega a presión a la suela durante 30 segundos, por último, se desmonta la horma.

7. Acabados: Se pegan las plantillas, se pintan los cantos de suelas y forros, se desmancha el zapato de residuos del proceso productivo. Empaque: Se imprime el número de modelo y se guarda el producto en cajas de cartón. Almacenamiento del producto terminado: Una vez empacado se procede a clasificar el calzado en anaqueles, por estilo y número.

8.10 Tacón plataforma

A continuación, se presenta el estudio de tiempos para la referencia Tacón Plataforma, esto incluye tomar una muestra de 5 tiempos para cada una de las operaciones del proceso. Con base en estos tiempos se determina la media y la desviación para calcular el tamaño de la muestra. Finalmente, se toman los tiempos adicionales y se procede a calcular el tiempo estándar usando adiciones por valoración y suplementos.

8.10.1 Premuestra

Para el cálculo de la premuestra se tomaron 5 tiempos en cada operación y se convirtieron a segundos para determinar la media y la desviación estándar.

Tabla 8. Premuestra de tiempos para Tacón Plataforma

Actividad		Observación				
		T.O. ¹	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)
Cortado	M1	0:00:41	0	0	41	41
	M2	0:00:38	0	0	38	38
	M3	0:00:43	0	0	43	43
	M4	0:00:41	0	0	41	41
	M5	0:00:37	0	0	37	37
Guarnición	M1	1:00:00	1	0	0	3.600
	M2	1:01:40	1	1	40	3.700
	M3	1:03:25	1	3	25	3.805
	M4	1:01:20	1	1	20	3.680
	M5	0:54:06	0	54	6	3.246
Soladura	M1	0:01:13	0	1	13	73
	M2	0:01:10	0	1	10	70
	M3	0:01:11	0	1	11	71
	M4	0:01:10	0	1	10	70
	M5	0:01:20	0	1	20	80
Soldadura	M1	0:04:57	0	4	57	297
	M2	0:04:41	0	4	41	281
	M3	0:04:58	0	4	58	298
	M4	0:05:24	0	5	24	324
	M5	0:04:52	0	4	52	292
Emplantillar	M1	0:03:33	0	3	33	213
	M2	0:03:18	0	3	18	198
	M3	0:03:16	0	3	16	196
	M4	0:03:49	0	3	49	229
	M5	0:03:19	0	3	19	199

Fuente: Autor

¹ T.O.: tiempo observado

8.10.2 Muestra

Con los datos obtenidos en la premuestra, y usando la ecuación presentada en el diseño metodológico $n = \frac{Z^2 * S^2}{d^2} * \left(1 + \frac{z}{N}\right)$, se procede a calcular la muestra necesaria. En caso de la muestra fuera superior a 5 se tomaron tiempos adicionales; en el caso contrario se utilizaron las 5 muestras tomadas inicialmente.

Tabla 9. Cálculo de la muestra para Tacón Plataforma

Muestra			
Actividad	T.O. (seg)	Desviación Estándar (seg)	Muestra
Cortado	40	2	9
Guarnición	3.606	214	8
Soldadura	73	4	8
Soldadura	298	16	7
Emplantillar	207	14	10

Fuente: Autor

8.10.3 Tiempo estándar

Para determinar el tiempo estándar se tuvo en cuenta el tiempo observado convertido a segundos, valoraciones y suplementos.

Dentro de las valoraciones, se tuvo en cuenta que la habilidad de los colaboradores en los procedimientos es buena ya que cuentan con experiencia y el esfuerzo entendido como la disposición también es bueno. Las condiciones de trabajo son normales ya que las instalaciones se encuentran en una casa de familia y la consistencia de los tiempos es buena o normal.

En cuanto a los suplementos, solo se presenta personal femenino en el proceso de cortado y emplantillado. En el proceso de cortado la colaboradora trabaja de pie y en el proceso de soldadura el colaborador adopta una postura ligeramente anormal. Así mismo, se presenta monotonía a lo largo del proceso ya que éste es repetitivo.

Se considera importante contemplar la siguiente tabla de convenciones para dar lectura a cada cuadro de tiempo estándar según la referencia.

Tabla 10. Cuadro de Convenciones para valores y suplementos

Valoración	Hab.	Habilidad
	Esf.	Esfuerzo
	Cdc.	Condiciones
	Cnt.	Consistencia
Suplementos	T.N. (seg)	Tiempo Normal (segundos)
	Nec. Per.	Necesidad personales
	Fat.	Fatiga
	Tra. Pie.	Trabajar de pie
	Pos. A.	Postura anormal
	Uso. F.	Uso de la fuerza o energía muscular
	M. Ilum.	Mala iluminación
	Mono.	Monotonía (Monotonía mental)
	Tedio	Tedio (Monotonía física)
	T.E. (seg)	Tiempo Estandar (segundos)

Tabla 11. Tiempo estándar para Tacón Plataforma

Actividad	Observación						Valoración					Suplementos								
	T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)	Hab.	Esf.	Cdc.	Cnt.	T.N. (seg)	Nec. Per.	Fat.	Tra. Pie.	Pos. A.	Uso. F.	M. Illum.	Mono.	Tedio	T.E. (seg)	
Cortado	M1	0:00:41	0	0	41	41	5%	5%	0%	0%	46	7%	4%	4%	1%	1%	0%	1%	0%	51
	M2	0:00:38	0	0	38	38														
	M3	0:00:43	0	0	43	43														
	M4	0:00:41	0	0	41	41														
	M5	0:00:37	0	0	37	37														
	M6	0:00:44	0	0	44	44														
	M7	0:00:46	0	0	46	46														
	M8	0:00:41	0	0	41	41														
	M9	0:00:42	0	0	42	42														
Guarnición	M1	1:00:00	1	0	0	3.600	5%	5%	0%	0%	4.018	5%	4%	0%	0%	0%	1%	0%	4.500	
	M2	1:01:40	1	1	40	3.700														
	M3	1:03:25	1	3	25	3.805														
	M4	1:01:20	1	1	20	3.680														
	M5	0:54:06	0	54	6	3.246														
	M6	1:04:42	1	4	42	3.882														
	M7	1:02:13	1	2	13	3.733														
	M8	0:59:34	0	59	34	3.574														
Soldadura	M1	0:01:13	0	1	13	73	5%	5%	0%	0%	81	5%	4%	0%	0%	0%	1%	0%	90	
	M2	0:01:10	0	1	10	70														
	M3	0:01:11	0	1	11	71														
	M4	0:01:10	0	1	10	70														
	M5	0:01:20	0	1	20	80														
	M6	0:01:15	0	1	15	75														
	M7	0:01:12	0	1	12	72														
	M8	0:01:21	0	1	21	81														
Soldadura	M1	0:04:57	0	4	57	297	5%	5%	0%	5%	350	5%	4%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	392
	M2	0:04:41	0	4	41	281														
	M3	0:04:58	0	4	58	298														
	M4	0:05:24	0	5	24	324														
	M5	0:04:52	0	4	52	292														
	M6	0:05:27	0	5	27	327														

Actividad	Observación					Valoración					Suplementos									
	T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)	Hab.	Esf.	Cdc.	Cnt.	T.N. (seg)	Nec. Per.	Fat.	Tra. Pie.	Pos. A.	Uso. F.	M. Illum.	Mono.	Tedio	T.E. (seg)	
M7	0:05:13	0	5	13	313															
Emplantillar	M1	0:03:33	0	3	33	213	5%	5%	0%	0%	233	7%	4%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	261
	M2	0:03:18	0	3	18	198														
	M3	0:03:16	0	3	16	196														
	M4	0:03:49	0	3	49	229														
	M5	0:03:19	0	3	19	199														
	M6	0:03:52	0	3	52	232														
	M7	0:03:45	0	3	45	225														
	M8	0:03:36	0	3	36	216														
	M9	0:03:11	0	3	11	191														
	M10	0:03:41	0	3	41	221														

Fuente: Autor

8.11 Sandalia plana

En este apartado se presenta el estudio de tiempos para la referencia Sandalia Plana, esto incluye tomar una muestra de 5 tiempos para cada una de las operaciones del proceso. Con base en estos tiempos se determina la media y la desviación para calcular el tamaño de la muestra. Finalmente, se toman los tiempos adicionales y se procede a calcular el tiempo estándar usando adiciones por valoración y suplementos.

8.11.1 Premuestra

Para el cálculo de la muestra se tomaron 5 tiempos en cada operación y se convirtieron a segundos para determinar la media y la desviación estándar.

Tabla 12. Premuestra de tiempos para Sandalia Plana

Actividad		Observación				
		T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)
Cortado	M1	0:00:39	0	0	39	39
	M2	0:00:37	0	0	37	37
	M3	0:00:42	0	0	42	42
	M4	0:00:40	0	0	40	40
	M5	0:00:38	0	0	38	38
Guarnición	M1	0:56:03	0	56	3	3.363
	M2	0:55:38	0	55	38	3.338
	M3	0:57:48	0	57	48	3.468
	M4	0:59:13	0	59	13	3.553
	M5	1:01:12	1	1	12	3.672
Soldadura	M1	0:01:09	0	1	9	69
	M2	0:01:15	0	1	15	75
	M3	0:01:08	0	1	8	68
	M4	0:01:05	0	1	5	65
	M5	0:01:05	0	1	5	65
Soldadura	M1	0:03:57	0	3	57	237
	M2	0:04:05	0	4	5	245
	M3	0:04:36	0	4	36	276
	M4	0:04:14	0	4	14	254
	M5	0:03:59	0	3	59	239
Emplantillar	M1	0:03:20	0	3	20	200
	M2	0:03:08	0	3	8	188

Actividad	Observación				
	T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)
M3	0:03:09	0	3	9	189
M4	0:03:35	0	3	35	215
M5	0:03:10	0	3	10	190

Fuente: Autor

8.11.2 Muestra

Con los datos obtenidos en la premuestra, y usando la ecuación presentada en el diseño metodológico $n = \frac{z^2 * s^2}{d^2} * \left(1 + \frac{2}{N}\right)$, se procede a calcular la muestra necesaria. En caso de la muestra fuera superior a 5 se tomaron tiempos adicionales; en el caso contrario se utilizaron las 5 muestras tomadas inicialmente.

Tabla 13. Cálculo de la muestra para Sandalia Plana

Muestra			
Actividad	T.O. (seg)	Desviación Estándar (seg)	Muestra
Cortado	39	2	6
Guarnición	3.479	138	4
Soladura	68	4	8
Soldadura	250	16	9
Emplantillar	196	11	8

Fuente: Autor

8.11.3 Tiempo estándar

Para determinar el tiempo estándar se tuvo en cuenta el tiempo observado convertido a segundos, valoraciones y suplementos.

Dentro de las valoraciones, se tuvo en cuenta que la habilidad de los colaboradores en los procedimientos es buena ya que cuentan con experiencia y el esfuerzo entendido como la disposición también es bueno. Las condiciones de trabajo son normales ya que las instalaciones se encuentran en una casa de familia y la consistencia de los tiempos es buena o normal.

En cuanto a los suplementos, solo se presenta personal femenino en el proceso de cortado y emplantillado. En el proceso de cortado la colaboradora trabaja pie y en el proceso de soldadura, el colaborador adopta una postura ligeramente anormal. Así mismo, se presenta monotonía a lo largo del proceso ya que éste es repetitivo.

Tabla 14. Tiempo estándar para Sandalia Plana

Actividad	Observación					Valoración					Suplementos									
	T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)	Hab.	Esf.	Cdc.	Cnt.	T.N. (seg)	Nec. Per.	Fat.	Tra. Pie.	Pos. A.	Uso. F.	M. Ilum.	Mono.	Tedio	T.E. (seg)	
Cortado	M1	0:00:39	0	0	39	39	5%	5%	0%	0%	43	7%	4%	4%	1%	1%	0%	1%	0%	48
	M2	0:00:37	0	0	37	37														
	M3	0:00:42	0	0	42	42														
	M4	0:00:40	0	0	40	40														
	M5	0:00:38	0	0	38	38														
	M6	0:00:40	0	0	40	40														
Guarnición	M1	0:56:03	0	56	3	3.363	5%	5%	0%	5%	4.001	5%	4%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	4.481
	M2	0:55:38	0	55	38	3.338														
	M3	0:57:48	0	57	48	3.468														
	M4	0:59:13	0	59	13	3.553														
	M5	1:01:12	1	1	12	3.672														
Soldadura	M1	0:01:09	0	1	9	69	5%	5%	0%	0%	77	5%	4%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	84
	M2	0:01:15	0	1	15	75														
	M3	0:01:08	0	1	8	68														
	M4	0:01:05	0	1	5	65														
	M5	0:01:05	0	1	5	65														
	M6	0:01:14	0	1	14	74														
	M7	0:01:07	0	1	7	67														
	M8	0:01:15	0	1	15	75														
Soldadura	M1	0:03:57	0	3	57	237	5%	5%	0%	0%	278	5%	4%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	312

Actividad	Observación					Valoración					Suplementos									
	T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)	Hab.	Esf.	Cdc.	Cnt.	T.N. (seg)	Nec. Per.	Fat.	Tra. Pie.	Pos. A.	Uso. F.	M. Illum.	Mono.	Tedio	T.E. (seg)	
	M2	0:04:05	0	4	5	245														
	M3	0:04:36	0	4	36	276														
	M4	0:04:14	0	4	14	254														
	M5	0:03:59	0	3	59	239														
	M6	0:04:06	0	4	6	246														
	M7	0:04:36	0	4	36	276														
	M8	0:04:12	0	4	12	252														
	M9	0:04:11	0	4	11	251														
	Emplantillar	M1	0:03:20	0	3	20	200	5%	5%	0%	0%	216	7%	4%	0%	1%	1%	0%	1%	0%
M2		0:03:08	0	3	8	188														
M3		0:03:09	0	3	9	189														
M4		0:03:35	0	3	35	215														
M5		0:03:10	0	3	10	190														
M6		0:03:20	0	3	20	200														
M7		0:03:15	0	3	15	195														
M8		0:03:14	0	3	14	194														

Fuente: Autor

8.12 Tacón Playa

Finalmente, se presenta el estudio de tiempos para la referencia Tacón Playa, esto incluye tomar una muestra de 5 tiempos para cada una de las operaciones del proceso. Con base en estos tiempos se determina la media y la desviación para calcular el tamaño de la muestra. Luego, se toman los tiempos adicionales y se procede a calcular el tiempo estándar usando adiciones por valoración y suplementos.

8.12.1 Premuestra

Para el cálculo de la muestra se tomaron 5 tiempos en cada operación y se convirtieron a segundos para determinar la media y la desviación estándar.

Tabla 15. Premuestra de tiempos para Tacón Playa

Actividad		Observación				
		T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)
Cortado	M1	0:00:50	0	0	50	50
	M2	0:00:55	0	0	55	55
	M3	0:00:59	0	0	59	59
	M4	0:00:53	0	0	53	53
	M5	0:00:51	0	0	51	51
Guarnición	M1	0:56:40	0	56	40	3.400
	M2	0:55:49	0	55	49	3.349
	M3	0:55:48	0	55	48	3.348
	M4	0:56:16	0	56	16	3.376
	M5	1:01:03	1	1	3	3.663
Soldadura	M1	0:01:15	0	1	15	75
	M2	0:01:05	0	1	5	65
	M3	0:01:04	0	1	4	64
	M4	0:01:09	0	1	9	69
	M5	0:01:07	0	1	7	67
Soldadura	M1	0:03:50	0	3	50	230
	M2	0:04:02	0	4	2	242
	M3	0:03:55	0	3	55	235
	M4	0:04:03	0	4	3	243
	M5	0:04:09	0	4	9	249
Emplantillar	M1	0:03:25	0	3	25	205
	M2	0:03:20	0	3	20	200
	M3	0:03:18	0	3	18	198
	M4	0:03:25	0	3	25	205

Actividad	Observación				
	T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)
M5	0:03:05	0	3	5	185

Fuente: Autor

8.12.2 Muestra

Con los datos obtenidos en la premuestra, y usando la ecuación presentada en el diseño metodológico $n = \frac{z^2 * s^2}{d^2} * \left(1 + \frac{2}{N}\right)$, se procede a calcular la muestra necesaria. En caso de la muestra fuera superior a 5 se tomaron tiempos adicionales; en el caso contrario se utilizaron las 5 muestras tomadas inicialmente.

Tabla 16. Cálculo de la muestra para Tacón Playa

Muestra			
Actividad	T.O. (seg)	Desviación Estándar (seg)	Muestra
Cortado	54	4	10
Guarnición	3.427	134	4
Soldadura	68	4	9
Soldadura	240	7	3
Emplantillar	199	8	4

Fuente: Autor

8.12.3 Tiempo estándar

Para determinar el tiempo estándar se tuvo en cuenta el tiempo observado convertido a segundos, valoraciones y suplementos.

Dentro de las valoraciones, se tuvo en cuenta que la habilidad de los colaboradores en los procedimientos es buena ya que cuentan con experiencia y el esfuerzo entendido como la disposición también es bueno. Las condiciones de trabajo son normales ya que las instalaciones se encuentran en una casa de familia y la consistencia de los tiempos es buena o normal.

En cuanto a los suplementos, solo se presenta personal femenino en el proceso de cortado y emplantillado. En el proceso de cortado la colaboradora trabaja pie y en el proceso de soldadura el colaborador adopta una postura ligeramente anormal. Así mismo, se presenta monotonía a lo largo del proceso ya que éste es repetitivo.

Tabla 17. Tiempo estándar para Tacón Playa

Actividad	Observación					Valoración					Suplementos									
	T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)	Hab.	Esf.	Cdc.	Cnt.	T.N. (seg)	Nec. Per.	Fat.	Tra. Pie.	Pos. A.	Uso. F.	M. Illum.	Mono.	Tedio	T.E. (seg)	
Cortado	M1	0:00:50	0	0	50	5%	5%	0%	0%	59	7%	4%	4%	1%	1%	0%	1%	0%	68	
	M2	0:00:55	0	0	55															
	M3	0:00:59	0	0	59															
	M4	0:00:53	0	0	53															
	M5	0:00:51	0	0	51															
	M6	0:00:52	0	0	52															
	M7	0:01:02	0	1	2															62
	M8	0:00:49	0	0	49															49
	M9	0:00:50	0	0	50															50
	M10	0:00:55	0	0	55															55
Guarnición	M1	0:56:40	0	56	40	5%	5%	0%	5%	3.941	5%	4%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	4.414	
	M2	0:55:49	0	55	49															3.349

Actividad	Observación					Valoración					Suplementos									
	T.O	Hora	Min	Seg	T.O. (seg)	Hab.	Esf.	Cdc.	Cnt.	T.N. (seg)	Nec. Per.	Fat.	Tra. Pie.	Pos. A.	Uso. F.	M. Illum.	Mono.	Tedio	T.E. (seg)	
	M3	0:55:48	0	55	48	3.348														
	M4	0:56:16	0	56	16	3.376														
	M5	1:01:03	1	1	3	3.663														
Soldadura	M1	0:01:15	0	1	15	75	5%	5%	0%	0%	76	5%	4%	0%	0%	0%	1%	0%	83	
	M2	0:01:05	0	1	5	65														
	M3	0:01:04	0	1	4	64														
	M4	0:01:09	0	1	9	69														
	M5	0:01:07	0	1	7	67														
	M6	0:01:11	0	1	11	71														
	M7	0:01:12	0	1	12	72														
	M8	0:01:14	0	1	14	74														
	M9	0:01:01	0	1	1	61														
Soldadura	M1	0:03:50	0	3	50	230	5%	5%	0%	5%	276	5%	4%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	309
	M2	0:04:02	0	4	2	242														
	M3	0:03:55	0	3	55	235														
	M4	0:04:03	0	4	3	243														
	M5	0:04:09	0	4	9	249														
Emplantillar	M1	0:03:25	0	3	25	205	5%	5%	0%	5%	228	7%	4%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	256
	M2	0:03:20	0	3	20	200														
	M3	0:03:18	0	3	18	198														
	M4	0:03:25	0	3	25	205														
	M5	0:03:05	0	3	5	185														

Fuente: Autor

9. Riesgo de Exposición Postural

Para evaluar la carga postural en esta investigación se contempla la aplicación del Método RULA, la cual tiene como objetivo valorar el grado de exposición que tiene el trabajador por tener una postura inadecuada e incorrecta para realizar sus labores diarias en la fábrica de calzado, siendo este un factor de riesgo relacionado con trastornos músculo-esqueléticos por la carga postural.

Según Diego-Mas, Jose Antonio en el material publicado en el 2015 en la página Web de Ergonautas titulado “Evaluación postural mediante el método RULA”: Este método fue desarrollado en 1993 por McAtamney y Corlett, de la Universidad de Nottingham (Institute for Occupational Ergonomics), con el objetivo de evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural y que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo. Para la evaluación del riesgo se consideran el método la postura adoptada, la duración y frecuencia de ésta y las fuerzas ejercidas cuando se mantiene. Para una determinada postura RULA obtendrá una puntuación a partir de la cual se establece un determinado Nivel de Actuación. El Nivel de Actuación indicará si la postura es aceptable o en qué medida son necesarios cambios o rediseños en el puesto. En definitiva, RULA permite al evaluador detectar posibles problemas ergonómicos derivados de una excesiva carga postural.

El método RULA clasifica las puntuaciones por grupos como se muestra en el siguiente esquema, en el Grupo A se encuentra las partes del Brazo, Antebrazo, Muñeca y Giro de Muñeca y en el Grupo B se evalúa la postura de cada trabajador en cuanto Cuello, Tronco y Piernas, de tal manera que se pueda lograr una puntuación final teniendo en cuenta la fuerzas o cargas y la utilización muscular.

Figura 12. Esquema de puntuaciones

Fuente: RULA. Diego-Mas, J.A.

Considerando lo anterior se cuentan con los resultados arrojados en la planta de producción haciendo uso del método RULA usando una Hoja de Campo y un software que se encuentra disponible de manera online, donde se obtienen resultados para cada actividad realizada por cada operador de la fábrica es decir Soldador, Guarnición, Emplantillado, Soldador y en Corte, con los datos que muestra la tabla corresponde a los niveles de actuación según la puntuación final la cual es obtenida teniendo en cuenta el esquema de puntuaciones que muestra la siguiente tabla.

Tabla 18. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

Fuente: RULA. Diego-Mas, J.A.

Tabla 19. Hoja de Campo - Método RULA.

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Paso 1: Localizar la posición del brazo

Si el hombro está elevado +1
Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1
Si el brazo está apoyado o sostenido: -1

Puntuación brazo

Paso 2: Localizar la posición del antebrazo

Paso 2a: Corregir...
Si el brazo cruza la línea media del cuerpo: +1
Si el brazo sale de la línea del cuerpo: +1

Puntuación antebrazo

Paso 3: Localizar la posición de la muñeca

Paso 3a: Corregir...
Si la muñeca está doblada por la línea media: +1

Puntuación muñeca

Paso 4: Giro de muñeca
Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1
Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: +2

Puntuación giro de muñeca

Paso 5: Localizar puntuación postural en Tabla A
Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A

Puntuación postural A

Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular
Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1

Puntuación muscular

Paso 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga
Si carga ó esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0
Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1
Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2
Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3

Puntuación fuerza/carga

Paso 8: Localizar fila en Tabla C
Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7

Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo

Puntuación

Tabla A

Brazo	Ante brazo	Muñeca			
		0°-15°	16°-30°	31°-45°	46°-60°
1	1	1	2	3	3
2	2	2	2	3	3
3	3	3	3	3	4
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

Tabla B

Cuello	Tronco					
	0°-15°	16°-30°	31°-45°	46°-60°	61°-75°	76°-90°
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	7
4	4	5	6	7	7	8
5	5	6	7	8	8	8
6	6	7	8	8	9	9

Tabla C

	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	4	3	3	4	5	6	6
5	5	4	4	4	5	6	7
6	6	4	4	5	6	6	7
7	7	5	5	6	6	7	7
8+	8+	5	5	6	7	7	7

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

Paso 9: Localizar la posición del cuello

Si hay rotación: +1; si hay inclinación lateral: +1

Puntuación cuello

Paso 10: Localizar la posición del tronco

+1 parado o sentado, tronco erecto

Paso 10a: Corregir...
Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1

Puntuación tronco

Paso 11:

Si piernas y pies apoyados y equilibrados: +1
Si no: +2

Puntuación piernas

Paso 12: Localizar puntuación postural en Tabla B
Utilizar valores de pasos 9, 10 y 11 para localizar puntuación postural en Tabla B

Puntuación postural B

Paso 13: Añadir puntuación utilización muscular
Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1

Puntuación uso muscular

Paso 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga
Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0
Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1
Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2
Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3

Puntuación fuerza/carga

Paso 15: Localizar columna en Tabla C
Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14

Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo

Empresa: Fecha:

Puesto / Sección:

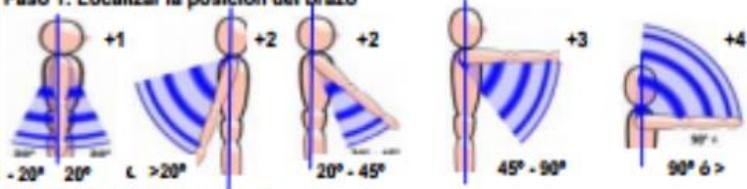
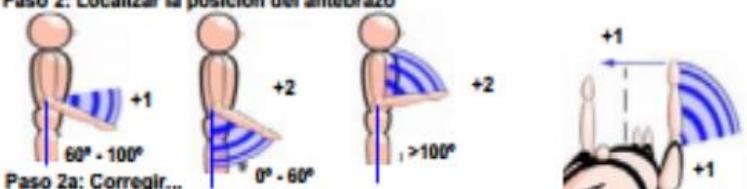
Referencias:

Observador: Firma:

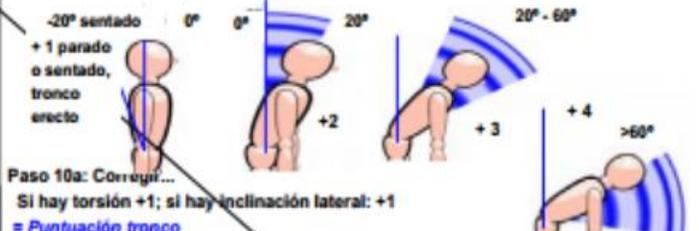
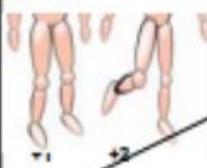
Puntuación FINAL: 1 ó 2: Aceptable; 3 ó 4: Ampliar el estudio; 5 ó 6: Ampliar el estudio y modificar pronto; 7: estudiar y modificar inmediatamente

Fuente: Castañeda, M. T. Métodos De Evaluación De Riesgos Ergonómicos.

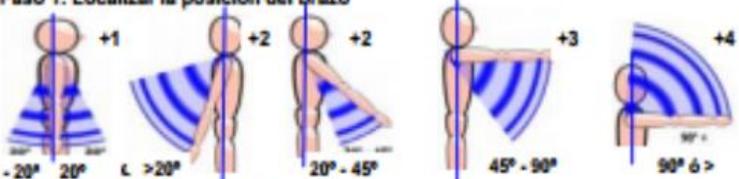
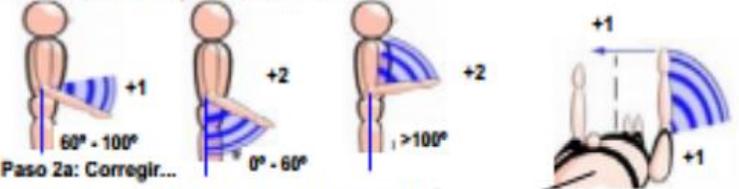
Cálculo de Solador Grupo A

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
<p>Paso 1: Localizar la posición del brazo</p>  <p>Si el hombro está elevado +1 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1 Si el brazo está apoyado o sostenido: -1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación brazo =</i></p>	5
<p>Paso 2: Localizar la posición del antebrazo</p>  <p>Paso 2a: Corregir... Si el brazo cruza la línea media del cuerpo: +1 Si el brazo sale de la línea del cuerpo: +1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación antebrazo =</i></p>	3
<p>Paso 3: Localizar la posición de la muñeca</p>  <p>Paso 3a: Corregir... Si la muñeca está doblada por la línea media: +1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación muñeca =</i></p>	1
<p>Paso 4: Giro de muñeca</p> <p>Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: +2</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación giro de muñeca =</i></p>	1
<p>Paso 5: Localizar puntuación postural en Tabla A Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación postural A =</i></p>	5
+	
<p>Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación muscular =</i></p>	1
<p>Paso 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga Si carga ó esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0 Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación fuerza/carga =</i></p>	0
=	
<p>Paso 8: Localizar fila en Tabla C Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo =</i></p>	6

Cálculo de Solador Grupo B

<p>B. Análisis de cuello, tronco y pierna</p> <p>Paso 9: Localizar la posición del cuello</p>  <p>Paso 9a: Corregir... Si hay rotación: +1; si hay inclinación lateral: +1 = Puntuación cuello</p>	1
<p>Paso 10: Localizar la posición del tronco</p>  <p>Paso 10a: Corregir... Si hay torsión: +1; si hay inclinación lateral: +1 = Puntuación tronco</p>	1
<p>Paso 11:</p>  <p>Si piernas y pies apoyados y equilibrados: +1 Si no: +2 = Puntuación piernas</p>	1
<p>Paso 12: Localizar puntuación postural en Tabla B Utilizar valores de pasos 9, 10 y 11 para localizar puntuación postural en Tabla B = Puntuación postural B</p>	2
+	
<p>Paso 13: Añadir puntuación utilización muscular Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1 = Puntuación uso muscular</p>	1
+	
<p>Paso 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga</p> <p>Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente: Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3 = Puntuación fuerza/carga</p>	1
=	
<p>Paso 15: Localizar columna en Tabla C Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14 = Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo</p>	3

Cálculo de Guarnición Grupo A

<p>A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca</p> <p>Paso 1: Localizar la posición del brazo</p>  <p>-20° 20° L >20° 20° - 45° 45° - 90° 90° ó ></p> <p>Si el hombro está elevado +1 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1 Si el brazo está apoyado o sostenido: -1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación brazo =</i></p>	3
<p>Paso 2: Localizar la posición del antebrazo</p>  <p>60° - 100° 0° - 60° >100° +1</p> <p>Paso 2a: Corregir...</p> <p>Si el brazo cruza la línea media del cuerpo: +1 Si el brazo sale de la línea del cuerpo: +1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación antebrazo =</i></p>	2
<p>Paso 3: Localizar la posición de la muñeca</p>  <p>neutra 0° - +15° 0° - 15° >15° +1 >15° +1</p> <p>Paso 3a: Corregir...</p> <p>Si la muñeca está doblada por la línea media: +1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación muñeca =</i></p>	2
<p>Paso 4: Giro de muñeca</p> <p>Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: +2</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación giro de muñeca =</i></p>	1
<p>Paso 5: Localizar puntuación postural en Tabla A</p> <p>Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación postural A =</i></p>	4
+	
<p>Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular</p> <p>Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación muscular =</i></p>	1
<p>Paso 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga</p> <p>Si carga ó esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0 Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación fuerza/carga =</i></p>	0
=	
<p>Paso 8: Localizar fila en Tabla C</p> <p>Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo =</i></p>	5

Cálculo de Guarnición Grupo B

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

Paso 9: Localizar la posición del cuello

Paso 9a: Corregir...
Si hay rotación: +1; si hay inclinación lateral: +1
= **Puntuación cuello**

Paso 10: Localizar la posición del tronco

Paso 10a: Corregir...
Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1
= **Puntuación tronco**

Paso 11:

Si piernas y pies apoyados y equilibrados: +1
Si no: +2

Paso 12: Localizar puntuación postural en Tabla B
Utilizar valores de pasos 9, 10 y 11 para localizar puntuación postural en Tabla B
= **Puntuación postural B**

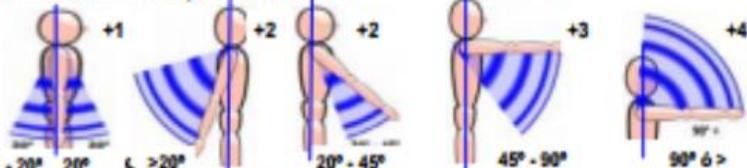
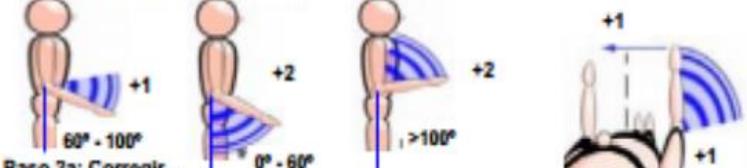
Paso 13: Añadir puntuación utilización muscular
Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1
= **Puntuación uso muscular**

Paso 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga

Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente:
Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1
Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2
Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3
= **Puntuación fuerza/carga**

Paso 15: Localizar columna en Tabla C
Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14
= **Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo**

Cálculo de Emplantillado Grupo A

<p>A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca</p> <p>Paso 1: Localizar la posición del brazo</p>  <p>-20° 20° < 20° 20° - 45° 45° - 90° 90° ó ></p> <p>Si el hombro está elevado +1 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1 Si el brazo está apoyado o sostenido: -1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación brazo =</i></p>	3
<p>Paso 2: Localizar la posición del antebrazo</p>  <p>60° - 100° 0° - 60° >100°</p> <p>Paso 2a: Corregir...</p> <p>Si el brazo cruza la línea media del cuerpo: +1 Si el brazo sale de la línea del cuerpo: +1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación antebrazo =</i></p>	2
<p>Paso 3: Localizar la posición de la muñeca</p>  <p>neutra 0° - +15° >15°</p> <p>Paso 3a: Corregir...</p> <p>Si la muñeca está doblada por la línea media: +1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación muñeca =</i></p>	2
<p>Paso 4: Giro de muñeca</p> <p>Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: +2</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación giro de muñeca =</i></p>	1
<p>Paso 5: Localizar puntuación postural en Tabla A</p> <p>Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación postural A =</i></p>	4
+	
<p>Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular</p> <p>Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación muscular =</i></p>	1
<p>Paso 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga</p> <p>Si carga ó esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0 Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación fuerza/carga =</i></p>	0
=	
<p>Paso 8: Localizar fila en Tabla C</p> <p>Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7</p> <p style="text-align: right;"><i>Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo =</i></p>	5

Cálculo de Emplantillado Grupo B

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

Paso 9: Localizar la posición del cuello

0°-10° +1 10°-20° ! >20° en extensión, cualquier ángulo

Paso 9: girar...
Si hay rotación: +1; si hay inclinación lateral: +1
= **Puntuación cuello**

Paso 10: Localizar la posición del tronco

-20° sentado +1 parado o sentado, tronco erecto 0° 0° 20° 20° - 60° +2 +3 +4 >60°

Paso 10a: Corregir...
Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1
= **Puntuación tronco**

Paso 11:

+1 +2

Si piernas y pies apoyados y equilibrados: +1
Si no: +2

Paso 12: Localizar puntuación postural en Tabla B

Utilizar valores de pasos 9, 10 y 11 para localizar puntuación postural en Tabla B
= **Puntuación postural B**

Paso 13: Añadir puntuación utilización muscular

Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1
= **Puntuación uso muscular**

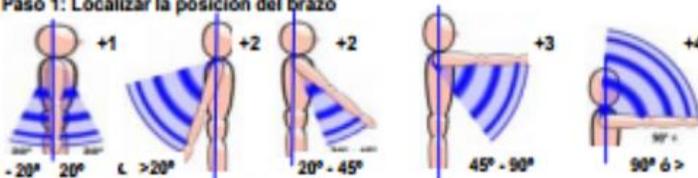
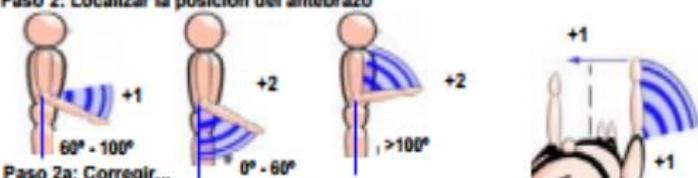
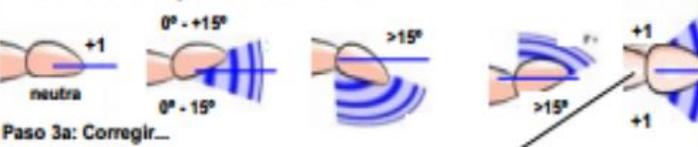
Paso 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga

Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente:
Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1
Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2
Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3
= **Puntuación fuerza/carga**

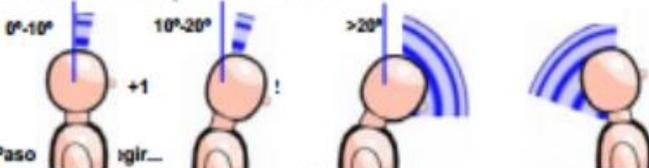
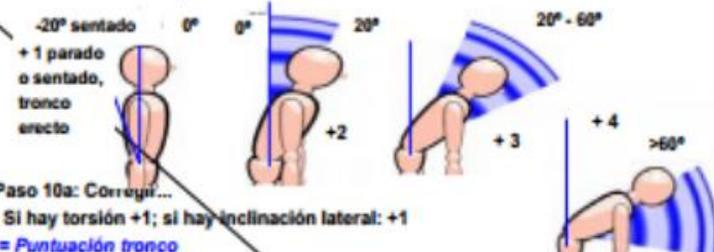
Paso 15: Localizar columna en Tabla C

Ingresa a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14
= **Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo**

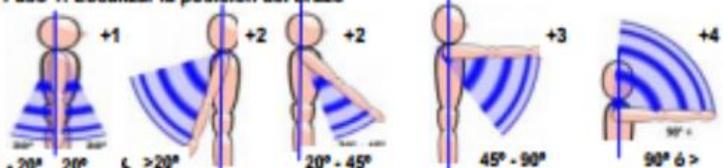
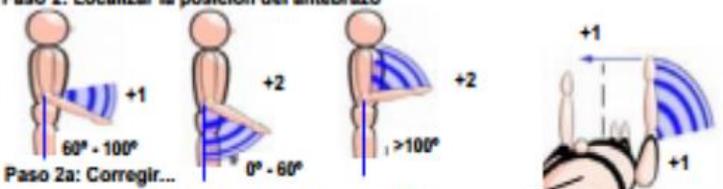
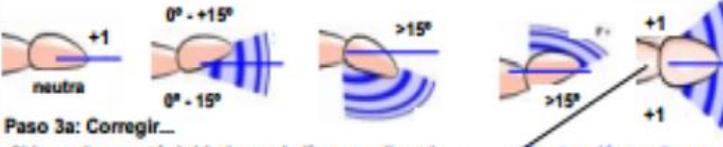
Cálculo de Soldador Grupo A

<p>A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca</p> <p>Paso 1: Localizar la posición del brazo</p>  <p>- 20° 20° < 20° +1 20° - 45° +2 45° - 90° +3 90° ó > +4</p> <p>Si el hombro está elevado +1 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1 Si el brazo está apoyado o sostenido: -1</p> <p><i>Puntuación brazo =</i></p>	3
<p>Paso 2: Localizar la posición del antebrazo</p>  <p>60° - 100° +1 0° - 60° +2 > 100° +2</p> <p>Paso 2a: Corregir...</p> <p>Si el brazo cruza la línea media del cuerpo: +1 Si el brazo sale de la línea del cuerpo: +1</p> <p><i>Puntuación antebrazo =</i></p>	3
<p>Paso 3: Localizar la posición de la muñeca</p>  <p>0° - +15° +1 0° - 15° +1 > 15° +1 > 15° +1</p> <p>Paso 3a: Corregir...</p> <p>Si la muñeca está doblada por la línea media: +1</p> <p><i>Puntuación muñeca =</i></p>	2
<p>Paso 4: Giro de muñeca</p> <p>Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: +2</p> <p><i>Puntuación giro de muñeca =</i></p>	1
<p>Paso 5: Localizar puntuación postural en Tabla A</p> <p>Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A</p> <p><i>Puntuación postural A =</i></p>	4
+	
<p>Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular</p> <p>Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1</p> <p><i>Puntuación muscular =</i></p>	1
<p>Paso 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga</p> <p>Si carga ó esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0 Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3</p> <p><i>Puntuación fuerza/carga =</i></p>	0
=	
<p>Paso 8: Localizar fila en Tabla C</p> <p>Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7</p> <p><i>Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo =</i></p>	5

Cálculo de Soldador Grupo B

<p>B. Análisis de cuello, tronco y pierna</p> <p>Paso 9: Localizar la posición del cuello</p>  <p>Paso 9: girar... Si hay rotación: +1; si hay inclinación lateral: +1 = Puntuación cuello</p>	3
<p>Paso 10: Localizar la posición del tronco</p>  <p>Paso 10a: Corregir... Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1 = Puntuación tronco</p>	4
<p>Paso 11:</p>  <p>Si piernas y pies apoyados y equilibrados: +1 Si no: +2</p>	1
<p>Paso 12: Localizar puntuación postural en Tabla B</p> <p>Utilizar valores de pasos 9, 10 y 11 para localizar puntuación postural en Tabla B = Puntuación postural B</p>	5
<p>Paso 13: Añadir puntuación utilización muscular</p> <p>Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1 = Puntuación uso muscular</p>	1
<p>Paso 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga</p> <p>Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente: Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3 = Puntuación fuerza/carga</p>	0
<p>Paso 15: Localizar columna en Tabla C</p> <p>Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14 = Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo</p>	6

Cálculo de Corte Grupo A

<p>A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca</p> <p>Paso 1: Localizar la posición del brazo</p>  <p>-20° 20° $\angle > 20^\circ$ 20° - 45° 45° - 90° 90° ó ></p> <p>Si el hombro está elevado +1 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1 Si el brazo está apoyado o sostenido: -1</p> <p><i>Puntuación brazo =</i></p>	4
<p>Paso 2: Localizar la posición del antebrazo</p>  <p>60° - 100° 0° - 60° >100° +1</p> <p>Paso 2a: Corregir...</p> <p>Si el brazo cruza la línea media del cuerpo: +1 Si el brazo sale de la línea del cuerpo: +1</p> <p><i>Puntuación antebrazo =</i></p>	3
<p>Paso 3: Localizar la posición de la muñeca</p>  <p>0° - 15° 0° - 15° >15° >15° +1 +1 +1 +1</p> <p>Paso 3a: Corregir...</p> <p>Si la muñeca está doblada por la línea media: +1</p> <p><i>Puntuación muñeca =</i></p>	2
<p>Paso 4: Giro de muñeca</p> <p>Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: +2</p> <p><i>Puntuación giro de muñeca =</i></p>	2
<p>Paso 5: Localizar puntuación postural en Tabla A</p> <p>Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A</p> <p><i>Puntuación postural A =</i></p>	5
+	
<p>Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular</p> <p>Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1</p> <p><i>Puntuación muscular =</i></p>	1
<p>Paso 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga</p> <p>Si carga ó esfuerzo < 2 Kg. intermitente: +0 Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2 Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3</p> <p><i>Puntuación fuerza/carga =</i></p>	0
=	
<p>Paso 8: Localizar fila en Tabla C</p> <p>Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7</p> <p><i>Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo =</i></p>	6

Cálculo de Corte Grupo B

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

Paso 9: Localizar la posición del cuello

0°-10° +1 10°-20° >20°

Paso 9: girar...
Si hay rotación: +1; si hay inclinación lateral: +1
= **Puntuación cuello**

en extensión, cualquier ángulo

2

Paso 10: Localizar la posición del tronco

-20° sentado 0° 0°-20° 20° 20°-60° >60°

+1 parado o sentado, tronco erecto

Paso 10a: Corregir...
Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1
= **Puntuación tronco**

2

Paso 11:

+1 +2

Si pies y pies apoyados y equilibrados: +1
Si no: +2

1

Paso 12: Localizar puntuación postural en Tabla B

Utilizar valores de pasos 9, 10 y 11 para localizar puntuación postural en Tabla B

= **Puntuación postural B**

2

Paso 13: Añadir puntuación utilización muscular

Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): +1

= **Puntuación uso muscular**

1

Paso 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga

Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente:
Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1
Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2
Si es una carga >10 Kg. ó vibrante ó súbita: +3

= **Puntuación fuerza/carga**

0

Paso 15: Localizar columna en Tabla C

Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14

= **Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo**

3

Puntuación Final Solador

Puntuación TABLA C - SOLADOR							
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Puntuación Final Guarnición

Puntuación TABLA C - GUARNICIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Puntuación Final Emplantillado

Puntuación TABLA C - EEMPLANTILLADO							
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Puntuación Final Soldador

Puntuación TABLA C - SOLDADOR							
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Puntuación Final Corte

Puntuación TABLA C - CORTE							
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Se contemplaron los pasos definidos en la hoja de campo del Método RULA, allí se obtiene el resumen de los resultados detallados de cada uno de los cálculos para cada actividad. Se observa en la primera tabla los pasos realizados para lograr la puntuación final del Grupo A que contiene brazo, antebrazo y muñeca, donde la puntuación para Soldador y Corte es de 6 y en los demás operarios este resultado es de 5. Respecto al análisis de Cuello, Tronco y pierna clasificados en el Grupo B, se tiene una puntuación de 3 en los operarios de Soldador, Emplantillado y Corte, en cuanto la Guarnición el resultado es 2 y finalmente el Soldador arrojo 6. Sin embargo en el momento de ser evaluado por el software RULA contemplando la fotografía de cada operario que

contiene la postura tomada para realizar su operación, este arrojó los resultados que se encuentran al final de la tabla tanto en Puntuación como en Nivel de Actuación, es decir en el caso del Soldador es 6 el resultado, con nivel de actuación 3, esto indica que debe ser replanteada la tarea siendo necesarios realizar estos cambios, para el caso de la Guarnición y Emplantillado el sistema arrojó una puntuación RULA de 4 y 3 respectivamente con un nivel de actuación 2 para los dos operarios, lo cual evidencia que se pueden requerir cambios en la tarea y/o puesto de trabajo, siendo conveniente profundizar en este aspecto evaluado. Finalmente, las puntuaciones de Soldador y Corte arrojaron 7 dado que corresponde a un nivel de actuación 4, es decir que son Urgentes los cambios que requieren esta labor realizada, para mitigar el riesgo que representa.

Tabla 20. Resultados Método RULA Operarios Fábrica CALZADO JORDANA

Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	Soldador	Guarnición	Emplantillado	Soldador	Corte
Paso 1: Localizar la posición del brazo	5	3	3	3	4
Paso 2: Localizar la posición del antebrazo	3	2	2	3	3
Paso 3: Localizar la posición de la muñeca	1	2	2	2	2
Paso 4: Giro de Muñeca	1	1	1	1	2
Paso 5: Puntuación postural	5	4	4	4	5
Paso 6: Puntuación utilización muscular	1	1	1	1	1
Paso 7: Puntuación de la Fuerza / Carga	0	0	0	0	0
Paso 8: PUNTUACIÓN FINAL MUÑECA, ANTEBRAZO Y BRAZO	6	5	5	5	6

Análisis de cuello, tronco y pierna	Soldador	Guarnición	Emplantillado	Soldador	Corte
Paso 9: Localizar la posición del cuello	1	1	2	3	2
Paso 10: Localizar la posición del tronco	1	1	1	4	2
Paso 11: Posición postura de piernas	1	1	1	1	1
Paso 12: Puntuación Postural	2	1	2	5	2
Paso 13: Puntuación utilización muscular	1	1	1	1	1
Paso 14: Puntuación de la Fuerza / Carga	0	0	0	0	0
Paso 15: PUNTUACIÓN FINAL CUELLO, TRONCO Y PIERNA	3	2	3	6	3
Puntuación Hoja de Campo Método RULA	5	2	3	6	3
Puntuación Software RULA	6	4	3	7	7
Nivel de Actuación	3	2	2	4	4

Fuente: Autor y resultados obtenidos mediante software RULA.

10. Factores Ambientales en la Planta de Producción

10.1 Entorno Físico

El análisis de entorno físico contempla los aspectos de Ambiente Térmico, Ambiente Sonoro y Ambiente Luminoso, estas se promedian para obtener el valor total de la dimensión por puesto de trabajo de cada uno de los operarios, allí se verificará si los datos obtenidos cumplen con los valores de referencia proporcionados por las respectivas normas. La comparación se realizará a través de un diagrama de control, en el cual se tendrán en cuenta para los límites superior e inferior los valores dados por la norma ICONTEC GT-08 en el caso de iluminación, ACGIH para sonido y por último ISO 7243 para ambientes térmicos; los demás, son el conjunto de datos tomados en campo en la mañana, al medio día y en la tarde en los diferentes puestos de trabajo en el que cada operario desarrolla sus actividades diariamente, como se muestra a continuación.

Tabla 21. Niveles Recomendados de Iluminación ICONTEC GT-08

TIPO DE AREA, TAREA O ACTIVIDAD	INTERVALOS DE ILUMINANCIA (Lux)		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Circulación exteriores y áreas de trabajo general	20	30	50
Áreas uso no continuo a propósitos de trabajo	100	150	200
Tareas con requisitos visuales simples	200	300	500
Tareas con requisitos visuales medianos	300	500	750
Tareas con requisitos visuales exigentes	500	750	1.000
Tareas con requisitos visuales difíciles	700	1.000	1.500
Tareas con requisitos visuales especiales	1.000	1.500	2.000
Realización de tareas visuales muy exactas	Más de 2.000		

Fuente: Niveles Recomendados de Iluminación ICONTEC GT-08

10.1.1 Iluminación

Tabla 22. Intensidad de luz en Planta de Producción

Iluminación (lux) - Toma 1						
Ubicación	Mañana	Mediodía	Tarde	Promedio	Int. Bajo	Int. Alto
Guarnición	412	425	402	413	500	1000
Cortado	807	818	680	768	500	1000
Soladura	980	1609	1020	1203	500	1000
Soldadura	1015	1630	945	1197	500	1000
Emplantillador	279	330	240	283	500	
Promedio	699	962	657	773	750	

Iluminación (lux) - Toma 2						
Ubicación	Mañana	Mediodía	Tarde	Promedio	Int. Bajo	Int. Alto
Guarnición	420	426	410	419	500	1000
Cortado	815	822	798	812	500	1000
Soladura	965	1604	1008	1192	500	1000
Soldadura	1011	1598	1010	1206	500	1000
Emplantillador	283	300	260	281	500	1000
Promedio	699	950	697	782	750	
Promedio Total	699	956	677	777	750	

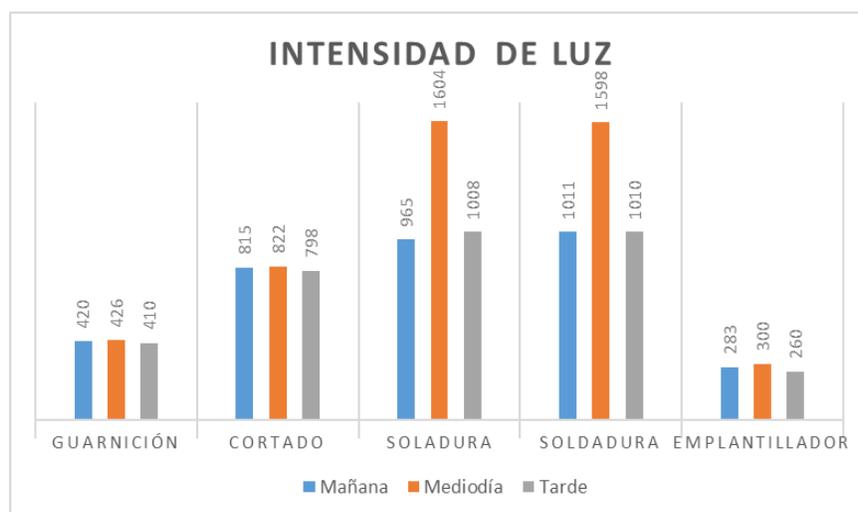
Iluminación (lux) - Promedio						
Ubicación	Mañana	Mediodía	Tarde	Promedio	Int. Bajo	Int. Alto
Guarnición	416	426	406	416	500	1000
Cortado	811	820	739	790	500	1000
Soladura	973	1607	1014	1198	500	1000
Soldadura	1013	1614	978	1202	500	1000
Emplantillador	281	315	250	282	500	1000
Promedio	699	956	677	777	750	

Fuente: Autores

Basados en los resultados de la Iluminación tomados en los diferentes puestos de trabajo de la Planta de Producción de CALZADO JORDANA, en el que se realizaron dos tomas en tres tiempos es decir mañana, mediodía y tarde, junto con los Niveles mínimo y máximo según lo recomienda el Intervalo de Iluminación de la Norma ICONTEC GT-08, considerando que las tareas tienen requisitos visuales exigentes se puede llegar a concluir:

1. Las áreas de Guarnición y Emplantillado se encuentran por debajo de los intervalos para actividades donde los requisitos visuales son altos o exigentes, por lo tanto, se recomienda sea revisado este aspecto, teniendo en cuenta el riesgo que implica tener a los operarios en condiciones poco óptimas para desarrollar la tarea diaria en su operación.
2. Respecto a los espacios donde se encuentran los operarios de Soladura y Soldadura se encuentran que superan los intervalos de iluminación con un promedio de 1.198 en Soladura y 1.202 en Soldadura.
3. Únicamente en el caso del área de Cortado se observa que se encuentra en términos medios los cuales son aceptables dentro de los intervalos de iluminación de la Norma Técnica establecida donde promedia 790.

Figura 13. Intensidad de luz en Planta de Producción



Fuente: Autores

La gráfica muestra los diferentes resultados de iluminación los cuales se salen de los intervalos requeridos donde están definidos entre 500 y 1000 lux.

10.1.2 Sonido

Tabla 23. Intensidad del sonido en Planta de Producción

Sonido (DBA) - Toma 1

Ubicación	Mañana	Mediodía	Tarde	Promedio	NPS (DBA)
Guarnición	58,9	57,8	56,9	58	85
Cortado	56,8	56,7	57,2	57	85
Soldadura	65,5	64,8	65,2	65	85
Soldadura	66,1	65,6	66,3	66	85
Emplantillador	55	54	55	55	85
Promedio	60	60	60	60	85

Sonido (DBA) - Toma 2

Ubicación	Mañana	Mediodía	Tarde	Promedio	NPS (DBA)
Guarnición	57,9	57,2	56,8	57	85
Cortado	56,5	56,1	56,9	57	85
Soldadura	65,1	65,7	65,2	65	85
Soldadura	66,6	66,2	66,5	66	85
Emplantillador	54,4	54,1	54,8	54	85
Promedio	60	60	60	60	85
Promedio Total	60	60	60	60	85

Sonido (DBA) - Promedio

Ubicación	Mañana	Mediodía	Tarde	Promedio	NPS (DBA)
Guarnición	58	58	57	58	85
Cortado	57	56	57	57	85
Soldadura	65	65	65	65	85
Soldadura	66	66	66	66	85
Emplantillador	55	54	55	54	85
Promedio	60	60	60	60	85

Fuente: Autores

Según los valores definidos por la ACGIH dados en TLV como límites recomendados conforme se observa en la siguiente tabla, es evidente que para los operarios de la fábrica que laboran 8 horas diarias tienen un nivel de ruido de 85 DBA, lo que permite concluir que se

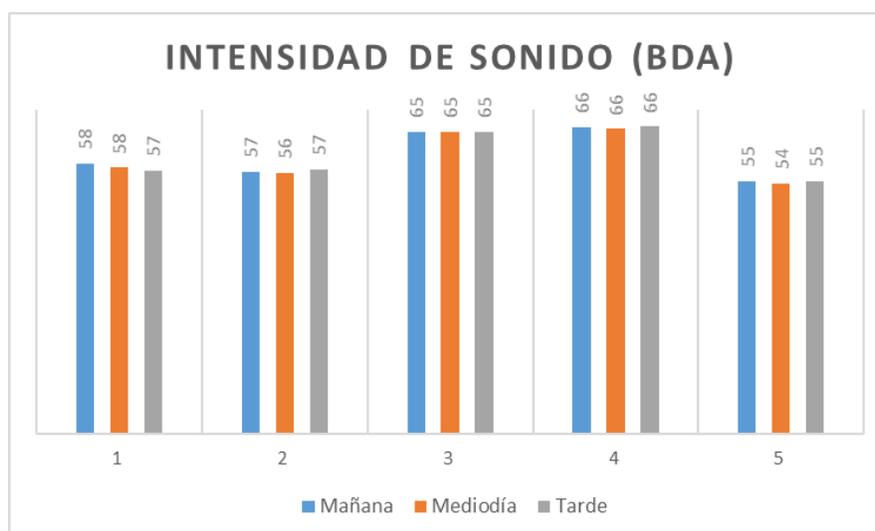
encuentra por debajo del valor establecido, ya que el resultado en promedio se encuentra entre 54 dba y 66 dba, como se observan en las tablas anexas.

Tabla 24. Valores límites permisibles para ruido Continuo según ACGIH 1996

EXPOSICIÓN DIARIA (hrs.)	NPS PERMITIDO EN dB(A)
24	80
16	82
8	85
4	88
2	91
1	94
½	97
¼	100

Fuente: Laboratorio de Condiciones de Trabajo – Facultad de Ingeniería Industrial

Figura 14. Intensidad de sonido en Planta de Producción



Fuente: Autores

10.1.3 Temperatura

Para valorar el ambiente térmico de los operarios para que desarrollen sus actividades en los diferentes puestos de trabajo se aplica el índice de WBGT, el cual permite discriminar fácilmente, si una situación de estrés térmico es o no admisible, y establecer unos periodos de trabajo- descanso en función de la carga física que hay que desarrollar. Partiendo de lo anterior se establece para metros para el adecuado desarrollo del mismo:

Tabla 25. Parámetros necesarios para el empleo del WBGT

PARÁMETROS PARA LA APLICACIÓN DEL WBGT	
Metabolismo basal	Tablas en función del trabajador
Metabolismo de trabajo	Descomposición de tareas
Temperatura seca del aire TS	Se emplea el termómetro de bulbo seco
Temperatura húmeda Th	Termómetro de bulbo húmedo, sin ventilación
Temperatura del globo Tg	Se encarga de medir la temperatura medida por radiación

Fuente : (Calleja Duaso, S,F)

Para el índice WBGT se tuvo en cuenta la siguiente ecuación:

Interiores o exteriores sin radiación: $WBGT = 0,7 \times Th + 0,3 \times Tg$

Según (del Carmen & Espitia, 2016) para evaluar el riesgo y teniendo en cuenta la norma ISO 7243, la cual propone ciclos de trabajo/ reposo de: 45/15, 30/30, 15/45 minutos. Hay que decir que tal como se expresa en la norma 7243 el trabajo es imposible si el WBGT ambiental es mayor de 32°C. Los casos de los operarios de la fábrica tienen un de descanso en la mañana y en la tarde de 15 minutos, tomando pausas entre 9:00 am a 9:15 am y 3:00 pm a 3:15 pm, teniendo en cuenta que el horario es de 7 am a 12 pm y de 1 pm a 6 pm, es decir, laboran 10 horas diariamente.

Para la estimación del consumo metabólico se calculó a partir del análisis de las siguientes tablas, considerando que las actividades de Guarnición, Soladura y Soldadura los operarios se encuentran sentados y los operarios de Cortado y Emplantillado realizan de pie el trabajo.

Tabla 26. Posición y movimiento del cuerpo índice WBGT

POSICIÓN Y MOVIMIENTO DEL CUERPO	
Sentado	0,3
De pie	0,6
Andando	2,0 – 3,0
Subida de una pendiente andando	Añadir 0,8 por m de subida

Fuente : (Calleja Duaso, S,F)

Tabla 27. Tipo de trabajo índice WBGT

TIPO DE TRABAJO			
		Medida Kcal/min	Rango Kcal/min
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2-1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con brazo	Ligero	1,0	0,7-2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0-3,5
	pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5-15,0
	Moderado	5,0	
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

Fuente: (Calleja Duaso, S,F)

Teniendo en cuenta que estamos analizando cada puesto de trabajo de los operarios según la postura que tiene cada operario para realizar su actividad ya sea sentado ($0,3Kcal/min$) para el caso de Guarnición, Soladura y Soldadura y de pie ($0,3Kcal/min$) trabajan los operarios de

Cortado y emplantillado, de igual manera se considera que todos realizan su trabajo con los dos brazos ya que cada operario realiza un trabajo ligero se toma como parámetro de Medida 1,5 Kcal/min, según el índice WBGT definido según se muestra en la tabla anterior se realiza el cálculo respectivo, dando como valor promedio de 117 Kcal/h.

$$\text{Sentado} : 0,3\text{Kcal}/\text{min} + 1,5\text{Kcal}/\text{min} = 1,8\text{Kcal}/\text{min} \times 60\text{min}/1\text{hora} = 108 \text{ Kcal}/\text{h}$$

$$\text{De Pie} : 0,6\text{Kcal}/\text{min} + 1,5\text{Kcal}/\text{min} = 2,1\text{Kcal}/\text{min} \times 60\text{min}/1\text{hora} = 126 \text{ Kcal}/\text{h}$$

$$\text{Promedio} = 117 \text{ Kcal}/\text{h}$$

Partiendo de los cálculos anteriores y contemplando los valores límite de referencia WBGT de la siguiente tabla, esto indica que el consumo metabólico se ubica entre 100 a 200 Kcal/hora, por lo tanto, el límite de Temperatura para una persona aclimatada es de 30°C y persona no aclimatada es de 29°C.

Tabla 28. Valores límite de referencia WBGT

Valores Límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243)				
Consumo Metabólico Kcal/hora	WBG Límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	v=0	v≠0	v=0	v≠0
≤ 100	33	33	32	32
100 ÷ 200	30	30	29	29
200 ÷ 310	28	28	26	26
310 ÷ 400	25	26	22	23
≥ 400	23	25	18	20

Fuente: CNEL - Informe Stress Térmico, p. 23

Teniendo en cuenta todo lo anterior y los datos arrojados en la temperatura tomada en cada puesto de trabajo, se encuentra en la primera toma en 28°C y en la segunda muestra en 29°C, es decir que el promedio para los casos de operarios de Guarnición, Cortado y Emplantillado arroja

28°C un punto menos según el WBGT de una Persona No Aclimatada y en el caso de las actividades de Soldadura y Soldadura arroja el rango definido. Considerando que la carga metabólica promedio calculada es de 117 Kcal/hora, en cuanto el personal que labora sentada arrojo un valor de 108 Kcal/hora y quienes trabajan de pie arrojo un resultado de 126 Kcal/hora.

Tabla 29. Intensidad de la Temperatura en Planta de Producción

Temperatura (DBA) - Toma 1

Ubicación	Mañana	Mediodía	Tarde	Promedio	Persona Aclimatada	Persona No Aclimatada
Guarnición	26	27	32	28	30	29
Cortado	26	27	32	28	30	29
Soldadura	26	28	31	28	30	29
Soldadura	26	28	31	28	30	29
Emplantillador	26	27	32	28	30	29
Promedio	26	27	32	28	30	29

Temperatura (DBA) - Toma 2

Ubicación	Mañana	Mediodía	Tarde	Promedio	Persona Aclimatada	Persona No Aclimatada
Guarnición	25	29	32	29	30	29
Cortado	25	29	32	29	30	29
Soldadura	25	30	32	29	30	29
Soldadura	25	30	32	29	30	29
Emplantillador	25	29	32	29	30	29
Promedio	25	29	32	29	30	29
Promedio Total	26	28	32	29	30	29

Temperatura (DBA) - Promedio

Ubicación	Mañana	Mediodía	Tarde	Promedio	Persona Aclimatada	Persona No Aclimatada
Guarnición	26	28	32	28	30	29
Cortado	26	28	32	28	30	29
Soldadura	25	29	31	29	30	29
Soldadura	25	29	31	29	30	29
Emplantillador	26	28	32	28	30	29
Promedio	26	28	32	29	30	29

Fuente: Autor

11. Conclusiones y Recomendaciones

En el trabajo desarrollado en esta investigación se identificó el tiempo estándar del proceso de fabricación de zapatos en Calzado Jornada, logrando obtener con dicho tiempo la cantidad de producción por referencia en Plataforma, Sandalia plana y Tacón Playa que se puede generar diariamente y en un periodo mensual. Esto permite dar a conocer al administrador el dato exacto del tiempo que conlleva fabricar las referencias analizadas y la cantidad que puede llegar a producir en un periodo mensual, siendo un dato muy importante para que se puede comprometer la fábrica frente a la entrega de sus productos, de tal manera que pueda buscar más clientes y a su vez poder cumplir con los pedidos.

Para comprender la investigación realizada, se realizó una tabla que sintetiza todo el procedimiento, en el que se observa que es menor la cantidad de producción mensual que actualmente registra la fábrica a la producción calculada mensualmente que podría lograr a llegar a obtener en los tiempos definidos por referencia, teniendo en cuenta un TPE o tiempo de pérdida estimado de 4 horas mes en el proceso de producción.

Tabla 30. Tiempos por referencia y producción mensual calculada

Tiempos Muestra (Seg)			
Actividad -Productos	Plataforma	Sandalia plana	Tacón playa
Cortado	40	39	54
Guarnición	3,606	3,479	3,427
Soldadura	73	68	68
Soldadura	298	250	240
Emplantillado	207	196	199
Tiempo Total	622	556	564
Segundos (8 Horas)	28.800		
Producción Diaria	46	52	51
Seg. (240 Horas Mensuales) - TPE*	849.600		
Producción Mensual	1.367	1.527	1.505
Pareto de VENTAS Octubre 2017	120	100	80

* TPE - Tiempo Perdido Estimado 4 horas Mes = 3.600 segundos

Fuente: Autor

En la valoración del riesgo de los trabajadores a la exposición postural inadecuada en el puesto de trabajo se logrará concluir por medio de los resultados obtenidos que se deben mejorar varios aspectos, entre ellos los elementos del trabajo como son espacios, silla y mesa de trabajo, también la ubicación de las herramientas, con el fin de evitar problemas de salud entre ellas las molestias y/o lesiones musculares o trastornos circulatorios. De ello se indican las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. En cuanto los operadores de Guarnición y Emplantillado que arrojaron una puntuación del método RULA con el aplicativo de 4 y 3, con un nivel de actuación 2 para los dos casos se requieren cambios en el diseño de la tarea y/o puesto de trabajo.
2. Respecto a las actividades realizadas por el soldador y el operario de corte, se identifica que existe una puntuación RULA bastante alta arrojando un valor de 7, con un nivel de actuación 4, donde se recomienda que es urgente realizar los cambios en las tareas realizadas por estos operarios, debido a que no están teniendo la postura correcta, en cuanto a la muñeca, antebrazo, y brazo, igualmente podría estar afectando el cuello, tronco y piernas.
3. El Soldador arrojó un resultado de 6 con el Método RULA donde el Nivel de actuación es 3 el cual indica que igual que en los otros casos se deben realizar cambios rápidos en la tarea desempeñada en su puesto de trabajo.

Se recomienda que después de haber aplicado las diferentes sugerencias sea evaluado nuevamente con el sistema o aplicativo RULA que permitan mejorar el nivel de actuación logrando obtener un nivel de riesgo aceptable con todos los operarios de la fábrica. Se podrían apoyar en el

sistema de ARL que tienen los empleados para mejorar todos los aspectos aquí evaluados con el fin de mitigar los riesgos laborales que se puedan venir generando en la fábrica.

Finalmente se contempló en esta investigación la valoración de los factores ambientales en la planta de producción como son temperatura, ruido e iluminación, que puedan afectar el trabajo realizado por cada operario, dado que se puedan presentar daños en la salud como son alteraciones visuales, fatiga visual debido a una iluminación inadecuada, de igual manera se pueden presentar molestias oculares, malestares, trastornos respiratorios y dificultades para concentrarse en caso de que sea muy fuerte el ruido en su espacio de trabajo, para lo que se recomienda:

1. Mejorar las condiciones de iluminación en las áreas de Guarnición y Emplantillado, teniendo en cuenta que si los operarios no cuentan con buena iluminación podrían estar dejando de hacer sus labores de manera productiva, además de causar eventos como ser cortados, quemados, siendo esto un riesgo laboral.
2. En cuanto al sonido y temperatura este estudio permitió identificar que son aceptables los resultados obtenidos a los permitidos.

Se considera importante que la fábrica lleve el registro de producción diaria del cuadro de Excel anexo a esta investigación para que cuente con dicha información, lo que le permite determinar la cantidad de personal que puede necesitar cuando los clientes requieran mayor cantidad de pedidos. De igual manera se identifica que la fábrica le falta un poco más de organización que permita buscar mayor mercado con el fin de aumentar sus ventas y ser competitivo en el sector del calzado, a esto se suma que debe evaluar la ubicación de cada puesto de trabajo sea el adecuado conforme al proceso de producción que realiza, es decir que una tarea pase de un operario a otro con facilidad sin necesidad de tener espacios largos donde deba trasladarse.

Referencias

- ACICAM. (2017). *¿Cómo va el sector?: Calzado, Enero a Mayo de 2016*. Bogotá: ACICAM.
- Agudelo, Y. (29 de Octubre de 2013). *Ergonomía y Posturas de Trabajo: ¿Qué son los Factores de riesgo en ergonomía?* Obtenido de Ergonomía y Trabajo: <http://ergonomia-posturas.com/riesgos-ergonomicos/>
- Alzate, N., & Sánchez, J. (2013). *Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- ASME. (2010). *Simbología ASME*.
- Calleja-Duaso, L. (2013). Estudio de Contaminantes en Oficina dentro de Edificio Antiguo. Obtenido de https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1099/2012_11_05_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1
- Castañeda, M. T. (2017). *Laboratorio ergonomía: Facultad Ingeniería Industrial*. Seccional Bucaramanga: Univerisdad Pontificia Bolivariana.
- Castañeda, M. T. (s.f.). *Métodos De Evaluación De Riesgos Ergonómicos*.
- Castro, E., Díaz, V., Herreño, E., & Martínez, L. (2004). Análisis y selección de protocolos para el desarrollo de prácticas en el Laboratorio de Factores Humanos en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. *¿Qué es diseño Hoy?* (págs. 1-19). Universidda ICESI.
- CROEM. (2015). *Prevención de riesgos ergonómicos: Riesgos ergonómicos del trabajo*. Recuperado de Confederación regional de organizaciones empresariales de Murcia: <http://www.croem.es/prevergo/formativo/5.pdf>

- Cújar-Vertel, A. D. C., & Julio-Espitia, G. P. (2016). Evaluación de las condiciones térmicas ambientales del área de producción en una panadería en Cereté (Córdoba). *Entramado*, 12(1), 332-343.
- Diego-Mas, J. A.(2015). Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Ergonautas. (2017). Método REBA: Evaluación de posturas forzadas. Obtenido de Ergonautas: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Ergonautas. (2017). Método EPR: Evaluación Postural Rápida. Obtenido de Ergonautas: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/epr/epr-ayuda.php>
- Ergonautas. (2017). Método RULA. Obtenido de Ergonautas: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Ergonautas. (2017). Ovako Working Analysis System: El método OWAS. Obtenido de Ergonautas: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>
- García Criollo, R. (1998). Estudio del Trabajo Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo. México: McGraw Hill.
- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
- Hoyos, R. (2015). Mejoramientos en la productividad del área de producción y propuesta de creación de estrategias de ventas para las líneas de calzado Rogger's. Santiago de Chile: Universida Autónoma de Occidente.
- IEA. (2017). Definition and Domains of Ergonomics. Obtenido de International Ergonomics Association: <http://www.iea.cc/whats/>

- Jijón, K. (2013). Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Lowry, S., Maynard, H., & Stegemerten, G. (1940). Time and motion Study and Formulas for Wage Incentives. New York: McGraw Hill.
- Manga, G. (28 de Julio de 2016). El cuento de los zapatos chinos en Colombia. Obtenido de Semana: opinión: <http://www.semana.com/opinion/articulo/german-manga-el-cuento-de-los-zapatos-chinos-en-colombia/483654>
- MinTrabajo. (2011). Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional. Obtenido de Fondo de Riesgos Laborales De la República de Colombia: <http://fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/Publicaciones/Guias/GUIA-TECNICA-EXPOSICION-FACTORES-RIESGO-OCUPACIONAL.pdf>
- Niebel, B., & Andris, F. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw Hill.
- OIT. (1996). Introducción al estudio del trabajo. Ginebra: OIT.
- Vargas, D. (Mayo de 2017). Generalidades de Calzado. (J. García, Entrevistador)