



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN

TEMA

“ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO EN LOS OPERARIOS DEL ÁREA DE MONTAJE DE LA FÁBRICA DE CALZADO BOOM’S”

Proyecto de trabajo de graduación modalidad TEMI Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistema de Administración de la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente.

AUTOR: Edison Javier Tiglla Velasque.

TUTOR: Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Abril - 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el Tema: “ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO EN LOS OPERARIOS DEL ÁREA DE MONTAJE DE LA FÁBRICA DE CALZADO BOOM’S”, elaborado por el Sr. Tiglla Velasque Edison Javier, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril del 2015

EL TUTOR

Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero, Mg

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación titulado “ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO EN LOS OPERARIOS DEL ÁREA DE MONTAJE DE LA FÁBRICA DE CALZADO BOOM’S”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Abril del 2015

Tiglla Velasque Edison Javier

C.I.: 050350782-4

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes, Ing. Jéssica Paola López Arboleda, Mg. e Ing. Ing. Luis Alberto Morales Perrazo, Mg., revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO EN LOS OPERARIOS DEL ÁREA DE MONTAJE DE LA FÁBRICA DE CALZADO BOOM’S”, presentado por el señor Edison Javier Tiglla Velasque, de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. José Vicente Morales Lozada, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Jéssica Paola López Arboleda, Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Luis Alberto Morales Perrazo, Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios por mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría, todo es posible.

A mis padres, Rafael y Alicia que me dieron la vida, la educación, el apoyo y el estímulo para continuar cuando parecía que me iba a rendir.

A mis hermanas que me han apoyado todo el tiempo, convirtiéndose en uno de los pilares fundamentales de todos mis logros.

A mis amigos que han estado presentes en las buenas y malas etapas de mi vida.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Edison Javier Figlla Velásquez.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mi familia por ser los ejemplos fundamentales de mi formación personal e intelectual, por brindarme su amor y paciencia en todos estos años de esfuerzo mutuo.

Al gerente y trabajadores de la empresa de Calzado "Boom's" por proporcionar el espacio, el tiempo y la información necesaria para el desarrollo de este proyecto.

A los Ingenieros Carlos Sánchez y Luis Morales quienes con sus conocimientos y apoyo supieron guiar el desarrollo de la presente tesis desde el inicio hasta su culminación.

Edison Javier Figlla Velásquez.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE TABLAS	x
ÍNDICE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xviii

CAPITULO 1

EL PROBLEMA

1.1	Tema.....	1
1.2	Planteamiento del problema.....	1
1.3	Delimitación.....	3
1.4	Justificación.....	3
1.5	Objetivos.....	4

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes investigativos.....	5
2.2	Fundamentación teórica.....	7
	2.2.1 Seguridad Industrial.....	7
	2.2.2 Salud Ocupacional.....	7
	2.2.3 Ergonomía.....	7
	2.2.4 Fisiología aplicada a la actividad laboral.....	8
	2.2.5 El organismo humano y su energía.....	8

2.2.6	Gasto energético en el hombre.....	9
2.2.7	Capacidad física de trabajo (CFT).	16
2.2.8	Pruebas de esfuerzo.....	16
2.2.9	Consumo máximo de oxígeno (VO ₂ máx.)	17
2.2.10	Medición del consumo máximo de oxígeno.....	18
2.2.11	Prueba Escalonada.....	18
2.3	Propuesta de solución.....	23

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1	Modalidad de la investigación.....	24
3.1.1	Investigación de campo.....	24
3.1.2	Investigación bibliográfica-documental.....	24
3.2	Población y muestra.	25
3.3	Recolección de información.....	25
3.4	Procesamiento y análisis de datos.	25
3.5	Desarrollo del proyecto	26

CAPITULO 4

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1	Análisis de las actividades desarrolladas por los operarios en los puestos de trabajo del área de montaje.....	27
4.1.1	Identificación de los procesos en el área de montaje.	27
4.1.2	Descripción y detalle de los procesos en el área de montaje.	30
4.1.3	Estudio del trabajo realizado por los operarios del área de montaje.	40
4.1.4	Distribución del trabajo e identificación de la capacidad de producción actual.	52
4.2	Determinación del consumo metabólico para las diferentes actividades de los trabajadores en el área de montaje.	53
4.2.1	Selección del método para la determinación del gasto energético....	53
4.2.2	Cálculo del consumo metabólico de las distintas operaciones en el área de montaje.....	54
4.2.3	Cálculo del consumo metabólico de la jornada de trabajo para cada operador en el área de montaje.....	60

4.3	Evaluación de la capacidad física de trabajo en los operarios del área de montaje.	63
4.3.1	Metodología para la toma de datos de la prueba escalonada.....	64
4.3.2	Interpretación y análisis de la prueba escalonada.....	68
4.4	Programa de acondicionamiento físico para mejorar la capacidad física en los operarios.	73
4.4.1	Características del entrenamiento físico a implementar.	74
4.4.2	Metodología para esquema de acondicionamiento.....	75
4.5	Análisis de los resultados.....	76
4.5.1	Análisis de la capacidad de producción en el área de montaje.....	77
4.5.2	Análisis de la capacidad física de trabajo y el consumo metabólico de las actividades del área de montaje durante la jornada de trabajo.	78
4.5.3	Propuesta de distribución de actividades en el área de montaje.	78

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	91
5.2	Recomendaciones.	92
BIBLIOGRAFÍA		93
ANEXOS		96
Anexo 1: Formato ficha levantamiento de procesos.		97
Anexo 2: Formato de cursograma analítico del operario.		98
Anexo 3: Diagramas de recorrido en el área de montaje.		99
Anexo 4: Formato diagrama de actividades múltiples.....		101
Anexo 5: Medición del trabajo en el área de montaje.....		102
Anexo 6: Procedimiento para la realización de la prueba escalonada.		123
Anexo 7: Protocolo de la prueba escalonada.		129
Anexo 8: Formato para la toma de datos de la prueba escalonada.		133
Anexo 9: Formatos llenos de la prueba escalonada.		134
Anexo 10: Fotografías de los trabajadores al realizar la prueba escalonada.....		138
Anexo 11: Análisis de la capacidad física en empresas de calzado.....		139
Anexo 12: Formato para el seguimiento del acondicionamiento físico.....		149
Anexo 13: Certificado de haber integrado los datos a la investigación.		150

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Equivalencias de las unidades de energía.	10
Tabla 2: Métodos para determinar el gasto energético	11
Tabla 3: Clasificación del metabolismo por tipo de actividades	12
Tabla 4: Clasificación del metabolismo por tipo de actividades	12
Tabla 5: Valores del consumo metabólico según la postura (sin el met. basal)	13
Tabla 6: Metabolismo para distintos tipos de actividades.	14
Tabla 7: Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo.	15
Tabla 8: Control de cargas para la prueba escalonada	20
Tabla 9: Factor de corrección según la edad	21
Tabla 10: Prueba escalonada para estimar capacidad física. Primera carga (17v/min).	21
Tabla 11: Prueba escalonada para estimar capacidad física. Segunda carga (26v/min).	22
Tabla 12: Prueba escalonada para estimar capacidad física. Tercera carga (34v/min).	22
Tabla 13: Descripción de las partes de un zapato.	29
Tabla 14: Ficha de levantamiento de procesos del empastado de la capellada.	31
Tabla 15: Ficha de levantamiento de procesos del conformado del talón.	32
Tabla 16: Ficha de levantamiento de procesos del preparado de horma.	33
Tabla 17: Ficha de levantamiento de procesos del armado de puntas.	34
Tabla 18: Ficha de levantamiento de procesos del armado de talones y costados.	35
Tabla 19: Ficha de levantamiento de procesos del cardado y rayado.	36
Tabla 20: Ficha de levantamiento de procesos del preparado de suelas.	37
Tabla 21: Ficha de levantamiento de procesos del plantado de suelas.	38
Tabla 22: Ficha de levantamiento de procesos del descalzado de horma.	39
Tabla 23: Símbolos empleados en los cursogramas.	40
Tabla 24: Cursograma analítico del operario del preparado de hormas.	41
Tabla 25: Cursograma analítico del operario del preparado de suelas.	42
Tabla 26: Cursograma analítico del operario del ensamble del zapato.	43
Tabla 27: Descripción de máquinas utilizadas en el área de montaje.	45
Tabla 28: Diagrama de actividades múltiples del conformado de talones.	46
Tabla 29: Diagrama de actividades múltiples del armado de puntas.	47

Tabla 30: Diagrama de actividades múltiples del plantado de suelas.....	48
Tabla 31: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de empastado.....	49
Tabla 32: Resumen del cálculo de tiempo estándar de conformado de talones.....	49
Tabla 33: Resumen del cálculo de tiempo estándar de preparado de hormas.....	50
Tabla 34: Resumen del cálculo de tiempo estándar de armado de puntas.....	50
Tabla 35: Resumen del cálculo de tiempo estándar de armado de talones y costados. .	50
Tabla 36: Resumen del cálculo de tiempo estándar de descalzado de horma.....	50
Tabla 37: Resumen del cálculo de tiempo estándar de cardado y rayado.	51
Tabla 38: Resumen del cálculo de tiempo estándar de preparado de plantas.	51
Tabla 39: Resumen del cálculo de tiempo estándar de plantado de suelas.	51
Tabla 40: Resumen de tiempos estándar área de montaje.	52
Tabla 41: Distribución de actividades en el área de montaje por jornada de trabajo....	52
Tabla 42: Cálculo del consumo metabólico de la operación de empastado.	56
Tabla 43: Cálculo del consumo metabólico de la operación de conformado de talon...	57
Tabla 44: Cálculo del consumo metabólico de la operación de preparado de hormas. .	57
Tabla 45: Cálculo del consumo metabólico de la operación de armado de puntas.	57
Tabla 46: Cálculo del consumo metabólico de armado de talones y costados.	58
Tabla 47: Cálculo del consumo metabólico de la operación de cardado y rayado.....	58
Tabla 48: Cálculo del consumo metabólico de la operación de preparado de planta. ...	58
Tabla 49: Cálculo del consumo metabólico de la operación de plantado de suela.	59
Tabla 50: Cálculo del consumo metabólico de la operación de descalzado de horma. .	59
Tabla 51: Resumen del cálculo del consumo metabólico del área de montaje.....	59
Tabla 52: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T001.	61
Tabla 53: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T002.	62
Tabla 54: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T003.	62
Tabla 55: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T004.	62
Tabla 56: Gasto energético de la jornada para cada trabajador.	62
Tabla 57: Datos personales operario del área de montaje.	64
Tabla 58: Datos obtenidos de la prueba escalonada.	67
Tabla 59: Metodología para obtener el consumo máximo de oxígeno.	68
Tabla 60: Clasificación energética para hombres y mujeres en (Kcal/hora)	71

Tabla 61: Clasificación de la CFT y nivel de actividad de los trabajadores.....	71
Tabla 62: Razón de incremento de la carga de entrenamiento	74
Tabla 63: Asignación de la carga inicial de entrenamiento.	75
Tabla 64: Datos de los trabajadores para el programa de acondicionamiento físico.	76
Tabla 65: Parámetros considerados para la distribución de actividades.	81
Tabla 66: Balanceo de las estaciones de trabajo aplicando parámetros establecidos.....	82
Tabla 67: Balanceo de las estaciones de trabajo aplicando parámetros establecidos.....	83
Tabla 68: Zonas de desempeño fisiológicos.	84
Tabla 69: Tiempos de exposición máximos para cada proceso del área de montaje.	86
Tabla 70: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T001, mét. propuesto.	87
Tabla 71: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T002, mét. propuesto.	88
Tabla 72: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T003, mét. propuesto	88
Tabla 73: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T004, mét. propuesto	88
Tabla 74: Comparación de la distribución de actividades en el área de montaje por jornada entre el método actual y el método mejorado.	90

ÍNDICE FIGURAS

Fig. 1: Consumo de oxígeno vs tiempo al realizar un trabajo.....	10
Fig. 2: Especificaciones del banco para la prueba escalonada.	19
Fig. 3: Secuencia del ejercicio de la prueba escalonada.	20
Fig. 4: Modelo zapato RFASHION-3.	28
Fig. 5: Partes del zapato RFASHION-3.....	28
Fig. 6: Cursograma sinóptico del montaje del zapato RFASHION-3.....	30
Fig. 7: Consumo metabólico de las operaciones del área de montaje.	60
Fig. 8: Gasto energético de la jornada para cada trabajador, método actual.....	63
Fig. 9: Toma de la frecuencia cardíaca y tensión arterial.	65
Fig. 10: Trabajador al realizar la prueba escalonada.....	66
Fig. 11: Medición de la FC despues de realizar el ejercicio.	66
Fig. 12: Clasificación de la capacidad física de trabajo.....	69
Fig. 13: Análisis porcentual de la CFT.	72
Fig. 14: Análisis porcentual energético.	72
Fig. 15: Dimensiones del banco de entrenamiento.....	74
Fig. 16: Secuencia del ejercicio de la prueba escalonada.....	74
Fig. 17: Pasos y tiempos para el ensamble de una orden de 12 pares de zapatos.	79
Fig. 18: Análisis del consumo metabólico vs el tiempo durante la jornada.....	87
Fig. 19: Gasto energético de la jornada para cada trabajador.	89
Fig. 20: Comparación del consumo metabólico método actual – método mejorado.....	89

RESUMEN

La investigación se enfoca en el análisis de la capacidad física de trabajo (CFT) de los operarios de la empresa de calzado BOOM'S para establecer valores óptimos del límite del gasto energético en una jornada de trabajo de ocho horas, para evitar discomfort y fatiga por la inadecuada distribución de las actividades.

Se analiza las operaciones del área de montaje y se establece el tiempo estándar de cada operación; con esto, y mediante tablas de estimación de metabolismo a partir de los componentes de la actividad se calcula el consumo metabólico de las operaciones. Además se evalúa la CFT de cada operario y se calcula el límite energético de los trabajadores para una jornada y se establece un programa de acondicionamiento físico. Asimismo se redistribuye las actividades realizadas por los empleados evitando que se sobrepase los valores del límite energético.

Los resultados obtenidos evidencian que las operaciones que requieren un consumo elevado de energía son: el armado de talones con 6.40 Kcal/min, descalzado de horma con 6.12 Kcal/min y plantado de suela con 5.38 Kcal/min. La CFT para el 75% de la población se califica como alta y para el 25% como normal, además se establece un valor de límite energético de 5 Kcal/min para todos los trabajadores y con la propuesta de la nueva distribución de las actividades en el área de montaje, el gasto energético de la jornada para cada operario es igual o menor a 4.07 Kcal/min con lo que se garantiza que no existe un sobreesfuerzo en las actividades laborales.

ABSTRACT

The research focuses on the analysis of the physical work capacity (CFT) of the workers of the BOOM 'S shoes company to establish optimal values of the limit of energy expenditure for a working day of eight hours, to avoid discomfort and fatigue due to inadequate distribution of activities.

Operations of the mounting area are analyzed and the standard time of each operation is established; with this, and by metabolism estimation tables from the components of the metabolic activity of operations consumption is calculated. Also, it evaluates CFT and calculate power limit for a working day and the fitness program is established for each worker. The activities of the employees are redistributed to avoid exceeding limit values power limit.

The results show that operations requiring high power consumption are reinforced heel with 6.40 Kcal/min, barefoot in last with 6.12 Kcal/min and planted sole with 5.38 Kcal/min. The CFT for 75 % of the population is classified as high and 25% as normal, well worth the energy limit of 5 kcal/min for all workers and the proposed new distribution of activities set out in the mounting area, energy expenditure of the day for each worker is equal to or less than 4.07 Kcal/min then It ensures that there is no exertion at work activities.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

Seguridad industrial. Área de la ingeniería que estudia, diseña, selecciona y promueve el uso de elementos de protección y las medidas de control específicas para el personal.

Salud ocupacional. Conjunto de actividades multidisciplinarias encaminadas a proteger a los trabajadores de los riesgos de su ocupación y ubicarlos en un ambiente de trabajo de acuerdo con sus condiciones fisiológicas y psicológicas.

Ergonomía. Es el estudio científico de los factores humanos en relación con el ambiente de trabajo y el diseño de los equipos.

Fisiología laboral. Es el estudio de la respuesta del organismo humano a la actividad física y a las diferentes cargas de trabajo.

Energía. Se define como la capacidad para realizar un trabajo.

Metabolismo. El metabolismo es el conjunto de procesos físicos y químicos y de reacciones a las que está sujeta una célula.

Consumo máximo de oxígeno. Es la mayor cantidad de oxígeno que un individuo consume durante un trabajo máximo.

Capacidad física de trabajo (CFT). Es la mayor cantidad de trabajo que una persona puede realizar por las acciones generadoras de energía en el cuerpo.

Prueba escalonada. Es un método indirecto para conocer la capacidad física a través del consumo máximo de oxígeno.

Consumo metabólico. Es el gasto energético que se produce al realizar las actividades laborales.

Gasto energético de la jornada. Es la energía promedio consumida durante la jornada laboral.

Gasto calórico máximo. Representa el 100% de las posibilidades calóricas del sujeto.

Limite energético. Es la cantidad de energía por minuto que puede consumir una persona sin comprometer su salud.

Frecuencia cardíaca. Es un valor que indica el número de veces que el corazón late en un minuto y es uno de los parámetros considerados como signos vitales.

Tensión arterial. Es la presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias. Esta presión es imprescindible para que circule la sangre por los vasos sanguíneos y aporte el oxígeno y los nutrientes a todos los órganos del cuerpo para que puedan funcionar.

Cursograma sinóptico. Es la representación gráfica de los puntos en que se introducen materiales en el proceso, además indica el orden de las inspecciones y de todas las operaciones. No incluye demoras, transportes y almacenamiento.

Cursograma analítico. Es la representación gráfica del orden de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen lugar durante un proceso o procedimiento, y comprende la información considerada adecuada para el análisis, como por ejemplo: tiempo requerido y distancia recorrida.

INTRODUCCIÓN

En la selección del personal que se desempeñará en un grupo de actividades se considera el conocimiento, desempeño, inteligencia y personalidad; pero existen otros factores importantes a considerar como la capacidad física de trabajo, más aún cuando las actividades que realicen los trabajadores demanden un consumo metabólico elevado. Por esta razón es necesario abordar el tema de análisis de la capacidad física de trabajo de los operarios del área de montaje de la empresa de calzado “BOOM’S”. Se escoge el área de montaje pues se observa en esta, tareas que pueden tener un gasto energético elevado.

Muchos investigadores han desarrollado este tema, el cual incorpora diversos conceptos fisiológicos que lo hacen importante y complejo a la vez. La mayoría considera al consumo máximo de oxígeno como el indicador más útil para valorar la capacidad física de trabajo. En una investigación de dos alternativas para el estudio y promoción de la capacidad física de los trabajadores se propone a la prueba escalonada como un procedimiento para estimar la capacidad física de los trabajadores [1] [2].

Al estudiar a 40 cadetes y 40 Oficiales con un promedio de edad de 19 y 29 años respectivamente, se encontró una condición física excelente en cadetes y buena en los oficiales, cuya diferencia puede estar dada a que cumplen esquemas de ejercicio y entrenamiento diferentes, siendo de mayor intensidad horaria en el grupo de cadetes [3].

Al conocer la capacidad física de un trabajador se lo puede comparar con el gasto energético de las actividades laborales para saber si la persona puede realizar dicho trabajo. Para establecer el gasto calórico de las actividades se registra grabaciones en video de las tareas que se estudian y se sigue los procedimientos establecidos en la norma UNE-EN ISO 8996 [4] [5].

En la investigación se concluye que las tareas de descalzado de hormas y plantado de suela exigen un demanda energética elevada por lo que es necesario una nueva distribución de las actividades para que los trabajadores no sufran de fatiga.

CAPITULO 1

EL PROBLEMA

1.1 Tema.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO EN LOS OPERARIOS DEL
ÁREA DE MONTAJE DE LA FÁBRICA DE CALZADO “BOOM’S”.

1.2 Planteamiento del problema.

Las exigencias funcionales exageradas producen tensiones excesivas sobre distintos aparatos y sistemas de la economía humana, que pueden ocasionar efectos negativos sobre la salud del trabajador, ser causa de fatiga e incrementar el riesgo de accidentes, provocando desde el punto de vista económico una disminución de la productividad laboral. Tal situación puede presentarse cuando el trabajador es ubicado en una tarea cuyas demandas físicas y energéticas se encuentran por encima de sus posibilidades [6].

Durante las últimas décadas las estadísticas de días laborales perdidos a causa de las lesiones asociadas a una excesiva carga física han cursado un progresivo engrandecimiento. Esto como es lógico, supone considerables pérdidas económicas a las empresas, sin mencionar el hecho que a muchos trabajadores les cuesta la propia salud. Inversamente a los avances tecnológicos, los trabajadores siguen sometidos a una desmedida carga física en su trabajo, motivo por el cual se llega a la interrogación de si existen puestos de trabajo en los cuales se demanda una carga física superior a las posibilidades de los operarios [7].

En toda actividad en la que se requiera un esfuerzo físico importante se consume gran cantidad de energía y aumenta el ritmo cardíaco y respiratorio. La consecuencia directa de una carga física excesiva será la fatiga muscular y un aumento de la insatisfacción personal o discomfort [8].

En todos los países del mundo, especialmente en aquellos en vías de desarrollo, se hace necesario conocer la realidad fisiológica de cada trabajador que se incorpore a la producción e investigar cualquier indicio de sobrecarga fisiológica que puedan presentar en el curso de una actividad laboral. Por tal motivo se necesita establecer procedimientos en los que se tome en cuenta las características antropométricas, la cultura física de la población y los hábitos nutricionales existentes [6].

Ecuador es un país en vías de desarrollo en el que la industria del calzado se ha fortalecido y genera en el país unos 100.000 empleos directos e indirectos, así lo indican los representantes del sector. La producción nacional de calzado pasó entre 2008 y 2012 de 12 millones de pares a 30 millones, además otros datos reflejan que la provincia de Tungurahua es la que genera mayor producción de calzado en el país, con más del 51% [9].

Sin embargo en Ecuador contrariamente a la importancia que ha tenido los últimos años la industria de calzado no existen estudios realizados de la capacidad física de trabajo de los empleados en estas áreas de manufactura. La empresa de calzado “BOOM’S” situada en la provincia de Tungurahua, ciudad de Ambato se ha desarrollado en este panorama, en el que cada vez su producción va creciendo paulatinamente; no obstante la distribución de trabajo no se ha hecho de una manera técnica, además de que para el reclutamiento de nuevo personal no se ha considerado las capacidades físicas de cada empleado en sus áreas de trabajo para desempeñar las tareas que se les han asignado dentro de la organización. Muchos de los trabajadores de la empresa de calzado “BOOM’S” pueden realizar actividades que requieren más energía de la que disponen lo que genera como consecuencia el discomfort y la fatiga, trayendo como resultado directo bajos rendimientos y una disminución de la productividad de la empresa.

1.3 Delimitación.

Área académica: Industrial y manufactura.

Línea de investigación: Industrial.

Sublínea de investigación: Sistema de Administración de la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente.

Delimitación espacial: Se realizó en el área de montaje de las instalaciones de la Empresa de Calzado “BOOM’S”.

Delimitación temporal: El desarrollo del proyecto se ejecutó después de la aprobación del perfil desde abril del 2014 a enero del 2015.

1.4 Justificación.

El trabajo se **justifica** debido a que servirá como aporte al proyecto que se está llevando a cabo por el Departamento de Investigación y Desarrollo (DIDE) con el tema: “Evaluación antropométrica y métodos para el diseño de puesto de trabajo en la fabricación de calzado de la pequeña y mediana industria de Tungurahua-Ecuador”.

La capacidad física para el trabajo que está directamente relacionado con el gasto energético requerido para realizarlo es un factor muy **importante** a considerar para la distribución adecuada del trabajo; para un determinado gasto energético en un lugar de trabajo deberá existir en el trabajador una capacidad física aeróbica para realizarlo.

Otro uso en el que es de **importancia** la aplicación de este tipo de estudio es que permite seleccionar personal adecuado y en relación a las características necesarias de capacidad física para realizar las actividades de trabajo en el que se va a desempeñar y también adecuar al personal ya existente a través de un entrenamiento sistemático que le permita adquirir la capacidad física ideal para sus labores diarias.

El conocer el comportamiento energético de los puestos de trabajo del área de montaje será de **utilidad** puesto que permite estimar con mayor claridad los tiempos de descanso

durante la jornada de trabajo; así mismo ayudará a entender y a enfrentar los problemas de salud que se desarrollan en los trabajadores.

La determinación de este estudio se espera repercuta tanto en **beneficio** de los procedimientos productivos como en la salud de los trabajadores al establecer medidas administrativas y médicas para corregir los factores no adecuados si es que así se concluye en el estudio.

1.5 Objetivos

Objetivo general:

Analizar la capacidad física de trabajo en los operarios del área de montaje de la fábrica de calzado “BOOM’S”.

Objetivos específicos:

- Analizar actividades desarrolladas por los operarios en los puestos de trabajo del área de montaje de la fábrica de calzado “BOOM’S”.
- Determinar el consumo metabólico para las diferentes actividades de los trabajadores en el área de montaje.
- Determinar la capacidad física de trabajo en los operarios del área de montaje para establecer los valores óptimos.
- Establecer un programa de acondicionamiento físico para mejorar la capacidad física en los operarios del área de montaje.
- Integrar los resultados de la investigación al proyecto DIDE titulado “Evaluación antropométrica y métodos para el diseño de puesto de trabajo en la fabricación de calzado de la pequeña y mediana industria de Tungurahua-Ecuador”.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Analizar la capacidad física de los empleados debe ser una necesidad de la empresa y un derecho para los trabajadores. Una organización debe asegurar la salud física y mental de su personal para evitar demandas por enfermedades laborales y para los trabajadores siempre será necesario conservar su salud para poder desempeñar sus actividades diarias sin ninguna molestia.

Es preciso realizar un trabajo investigativo que demuestre la conveniencia de que se incluya el examen de preempleo como un requisito indispensable para la celebración de un contrato de trabajo, de este modo se dará la certeza tanto al empleador como al trabajador, de que éste tiene la aptitud física y psicológica adecuada para las características del tipo de actividad laboral que va a ejecutar para que no se comprometa la salud del empleado [10].

Para realizar un estudio de la capacidad física de trabajo se usa pruebas directas o indirectas en las que se someten a los trabajadores a distintos niveles de esfuerzo físico, para después determinar cuáles son sus niveles de capacidad física.

Existen varios factores que favorecen o perjudican a la capacidad física entre los principales están la edad, el nivel de ejercicio físico que se realice y la alimentación.

Al analizar a 46 cadetes con un promedio de edad de 19 años, se encontró un consumo de oxígeno promedio de 4,5 litros/minuto y una capacidad de trabajo físico máximo promedio de $22,49 \pm 4.53$ kcal/min, además se concluye que las mujeres que realizan deporte adicional al entrenamiento básico presentaban una mejor capacidad de trabajo físico máxima con respecto a las que no lo realizaban [11].

Después de analizar la capacidad física de trabajo a continuación se puede establecer el gasto energético que tiene el trabajador al realizar una actividad física usando relaciones de consumo máximo de oxígeno y la cantidad de calorías que gasta en ese período de tiempo.

Al determinar el gasto calórico se puede valorar si está por arriba de los límites permitidos y con ello comparar y determinar si ese requerimiento energético es cubierto por el ingreso calórico dado por los alimentos diarios, además sirve para evaluar a los posibles riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores si la alimentación no sufraga los requerimientos energéticos exigidos por esta carga física de trabajo [8].

Conjuntamente se debe realizar un análisis del gasto energético de las actividades laborales y compararlo con los valores de capacidad física del trabajador, para con ello establecer si el trabajador está sometido a un sobreesfuerzo en su jornada laboral.

La estimación de la carga de trabajo es un problema central cuando se debe determinar el tiempo de trabajo y la distribución de tareas en el diseño de este sistema de trabajo. Para ello, se requiere contar con herramientas que permitan realizar una evaluación rápida y objetiva con el fin de establecer períodos de trabajo y de reposo de los trabajadores en entornos industriales [12].

Evaluándose a 14 trabajadores de toda el área de producción de la empresa LICORAM se obtuvo que 2 trabajadores cumplen tareas que pueden considerarse como pesadas cada uno consume 2244.197 kcal y 2215.808 kcal respectivamente, para ellos se recomendó realizar pausas pasivas y dar seguimiento a través del médico de la empresa [13].

2.2 Fundamentación teórica.

2.2.1 Seguridad Industrial.

Área de la ingeniería que estudia, diseña, selecciona y promueve el uso de elementos de protección y las medidas de control específicas para el personal que trabaja, de acuerdo con su ocupación y ambiente de trabajo. Utiliza un conjunto de normas técnicas destinadas a proteger la vida, salud e integridad física de las personas y a conservar los equipos e instalaciones en las mejores condiciones de productividad [14].

2.2.2 Salud Ocupacional.

“Es el conjunto de actividades multidisciplinarias encaminadas a la promoción, educación, prevención, control, recuperación y rehabilitación de los trabajadores, para protegerlos de los riesgos de su ocupación y ubicarlos en un ambiente de trabajo de acuerdo con sus condiciones fisiológicas y psicológicas” [15] .

Es decir adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su actividad, procurando mejorar y mantener la calidad de vida y salud de los trabajadores y servir como instrumento para mejorar la calidad, productividad y eficiencia de las empresas.

Entre las disciplinas que intervienen en la salud ocupacional están las siguientes: medicina preventiva, medicina de trabajo, ergonomía [16].

2.2.3 Ergonomía.

Es el estudio científico de los factores humanos en relación con el ambiente de trabajo y el diseño de los equipos (máquinas, espacios de trabajo, etc.) para optimizar su eficiencia, seguridad y confort [17].

Para lograr diseños ergonómicos, la ergonomía se vale de otras ciencias tales como: biomecánica, antropometría, fisiología aplicada a la actividad laboral, fisiología ambiental, psicología industrial y organizacional y la toxicología industrial [15].

2.2.4 Fisiología aplicada a la actividad laboral.

Es el estudio de la respuesta del organismo humano a la actividad física y a las diferentes cargas de trabajo [14].

Se ocupa de realizar estudios e investigaciones para establecer indicadores y métodos prácticos que aporten los conocimientos necesarios para dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Seleccionar y ubicar al trabajador de acuerdo a sus capacidades. Establecer las zonas de seguridad, precaución y peligrosidad fisiológicas.
- Diagnosticar y eliminar la sobrecarga de trabajo.
- Preparar al trabajador para actividades excepcionales [6].

2.2.5 El organismo humano y su energía.

La energía es la capacidad para realizar un trabajo. En el caso de la actividad humana existen dos formas de presentación de energía en el organismo que son:

- **Energía Anaeróbica.** Se puede obtener de los alimentos sin necesidad de utilizar oxígeno. El ciclo metabólico donde la misma se produce se denomina glucolisis anaerobia.
- **Energía Aeróbica.** Es aquella que se produce por la metabolización de los alimentos en presencia de oxígeno. Este proceso se denomina glucolisis aerobia.

Para realizar un trabajo la persona necesita de energía y el hombre obtiene casi toda su energía de las grasas y de los carbohidratos, si dispone de ellos, y cuando éstos se agotan hace uso de las proteínas. Como resultado de esta combustión se obtiene la molécula primaria de la energía, el trifosfato de adenosina (ATP), que se almacena en pequeñas cantidades en los músculos como reserva para iniciar una actividad que requiera un incremento de energía. El organismo posee también reservas de fosfato de creatina (CP), que es un concentrado de energía 10 veces superior al ATP y entre los dos pueden hacer

frente durante unos 30 segundos a las necesidades iniciales de una actividad hasta que se inicie la glucolisis. En la glucolisis la glucosa se quema, con o sin presencia de oxígeno [18].

De manera general se divide a la glucolisis en dos grupos según utilice o no el oxígeno (aerobias y anaerobias). Las cuales se resumen de la manera siguiente:

- **Glucolisis aerobia** (con presencia de oxígeno).



- **Glucolisis anaerobia** (sin presencia de oxígeno).



La glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) es una molécula rica en energía, así las reacciones aerobias llegan a compuestos escasamente energéticos (CO_2 y agua) lo que libera gran cantidad de energía, transformada en 37 ATP; mientras la Glucolisis anaerobia acaba en un compuesto, el ácido láctico, lo que produce solamente 3 ATP. Es decir en presencia de oxígeno hay una combustión completa, mientras que en su ausencia dicha combustión es incompleta.

2.2.6 Gasto energético en el hombre.

El gasto energético en función del consumo de oxígeno (VO_2) versus tiempo se expresa en la fig. 1. En el gráfico se observa que mientras el esfuerzo comienza el sistema no asegura en un principio el aporte de oxígeno, lo que nos produce una deuda de oxígeno. Esta primera fase se caracteriza por un metabolismo anaerobio. Hay una segunda fase en la cual las necesidades y el aporte de oxígeno están garantizados. La tercera fase, después del esfuerzo, es una fase de recuperación, de pago de la deuda de oxígeno. Así, en esta fase, el metabolismo es superior al esfuerzo en ese momento [19].

Es decir hay tres fases:

- **Fase de instalación:** en la cual se establece la deuda de oxígeno.

- **Fase de estado:** en la cual las necesidades y aportes de oxígeno están equilibrados.
- **Fase de recuperación:** en la cual se oxida el ácido láctico producido por la ausencia de oxígeno de la primera fase.

Normalmente en el trabajo se está en condiciones de actividad aerobia, por tanto el consumo de oxígeno (VO_2) es utilizado para conocer el metabolismo en el trabajo.

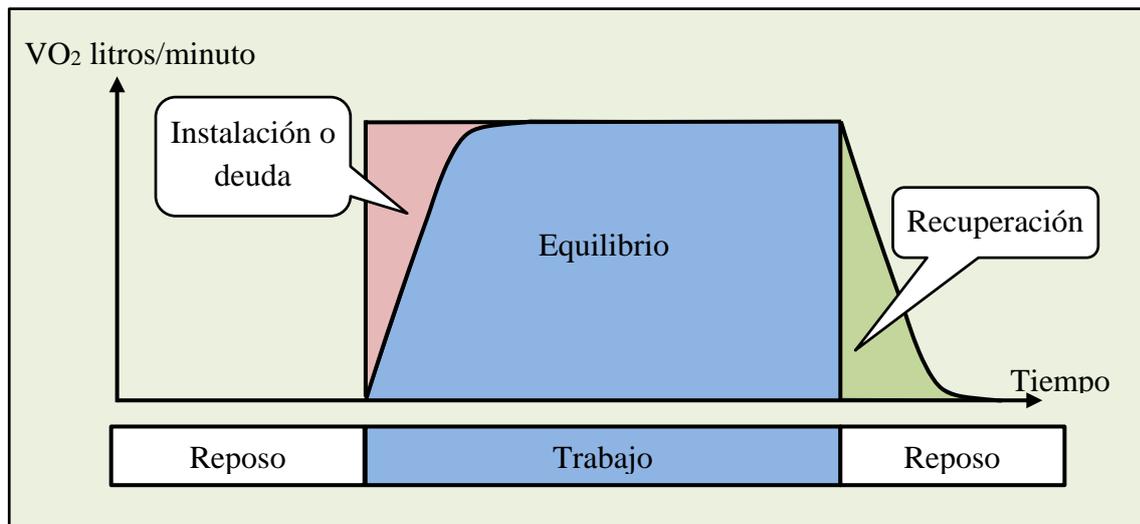


Fig. 1: Consumo de oxígeno vs tiempo al realizar un trabajo [19]

El metabolismo, que transforma la energía química de los alimentos en energía mecánica y en calor, mide el gasto energético muscular. Este gasto energético se expresa normalmente en unidades de energía y potencia: kilocalorías (kcal), joules (J), y vatios (w). En la tabla 1 se describen las equivalencias existentes entre estas medidas [20].

Tabla 1: Equivalencias de las unidades de energía.

Unidad de medida	Equivalencia
1 kcal	4,184 kJ
1 kcal/h	1,161 w
1 w	0,861 kcal/h
1 kcal/h	0,644 w/m ²
1 w/m ²	1,553 kcal/hora*
* Para una superficie corporal estándar de 1,8 m ² .	

Determinación del gasto energético.

Existen varios métodos para determinar el gasto energético, que se basan en la consulta de tablas o en la medida de algún parámetro fisiológico. En la tabla 2 se indican los que recoge la ISO 8996, clasificados en niveles según su precisión y dificultad. Los métodos de estimación del consumo metabólico a través de tablas ofrecen menor precisión que los basados en las mediciones de variables fisiológicas. Su utilización supone que las acciones generadoras del gasto energético y la población que sirve para la elaboración de las tablas coinciden con las existentes en la situación analizada [21].

Tabla 2: Métodos para determinar el gasto energético [20].

Nivel	Método	Precisión	Estudio del puesto
I	A. Clasificación en función del tipo de actividad	Informaciones imprecisas con riesgo de errores.	No necesario
	B. Clasificación en función de las profesiones.		Información sobre el equipo técnico.
II	A. Estimación del metabolismo a partir de los componentes de la actividad.	Riesgo elevado de errores Precisión del $\pm 15\%$	Estudio necesario de los tiempos.
	B. Utilización de tablas de estimación por actividad tipo.		
	C. Utilización de la frecuencia cardíaca.		No necesario
III	Medición del consumo de oxígeno.	Precisión del $\pm 5\%$	Estudio necesario de los tiempos.

En la tabla 2 se establece los métodos a utilizar para calcular el gasto energético asociado al desarrollo de una actividad laboral, estos son: la utilización de tablas de consumo metabólico y la medición de varios parámetros fisiológicos.

➤ **Tablas de consumo metabólico**

Son tablas muy extendidas, confeccionadas por especialistas y que se caracterizan por su sencillez y rapidez de aplicación. En función del grado de precisión (de menor a mayor) se pueden emplear las siguientes tablas metabólicas:

a. Consumo metabólico en función del tipo de actividad.

Se caracteriza por su escasa precisión y por no requerir ningún tipo de estudio acerca del puesto de trabajo a analizar. Su utilización no es muy recomendable (tabla 3).

Tabla 3: Clasificación del metabolismo por tipo de actividades [20].

Clases de metabolismo	Consumo metabólico (W/m²)	Ejemplos
Reposo.	65	Descanso.
Ligero.	100	Sentado con comodidad: trabajo manual ligero (escritura, dibujo, costura, contabilidad); trabajo con manos y brazos (ensamblaje o clasificación de materiales ligeros).
Moderado.	165	Trabajo mantenido de manos y brazos (claveteado, llenado); trabajo con brazos y piernas (maniobras sobre camiones, tractores o máquinas); empuje o tracción de carreteras ligeras o de carretillas.
Elevado.	230	Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; trabajos de cava; trabajo con martillo; serrado; cincelado de madera dura; segar a mano; excavar; marcha a una velocidad de 5,5 a 7 km/hora.
Muy elevado.	290	Actividad muy intensa a marcha rápida cercana al máximo; trabajar con el hacha; acción de palear o de cavar intensamente; subir escaleras, una rampa o una escalera.

b. Consumo metabólico en función de las profesiones.

Su principal defecto es no tener en cuenta los indudables avances tecnológicos que hacen variar las actividades físicas asociadas a las distintas profesiones (tabla 4).

Tabla 4: Clasificación del metabolismo por tipo de actividades [20].

Profesión	Consumo metabólico (W/m²)	Profesión	Consumo metabólico (W/m²)
Albañil	110 a 160	Soldador	75 a 125
Carpintero	110 a 175	Jardinero	115 a 190
Pintor	100 a 130	Conductor de coche	70 a 90
Panadero	110 a 140	Conductor de tractor	85 a 110
Picador de carbón	140 a 240	Secretaria	70 a 85

c. Consumo metabólico en función de los componentes de la actividad.

Son las tablas de gasto energético más completas. Determinan el consumo metabólico a partir del estudio de las diferentes actividades que componen el trabajo o el correspondiente ciclo de trabajo. Su valor es fruto de la suma ponderada en el tiempo de los siguientes parámetros: el consumo metabólico basal, el consumo metabólico para la postura del cuerpo, el consumo metabólico por el tipo de actividad y el consumo metabólico por el movimiento del cuerpo relacionado con la velocidad de trabajo.

A continuación se analiza cada uno de ellos por separado.

Metabolismo basal: Es el consumo energético necesario simplemente para mantener el cuerpo en estado de inactividad pero manteniendo las distintas funciones vegetativas (persona en reposo, acostada y sin hacer la digestión). El metabolismo basal va en función del peso, la altura, la edad y el sexo del individuo que realiza la actividad. No obstante se puede considerar como valores aproximados 44 W/m^2 para los hombres y 41 W/m^2 para las mujeres [20].

Metabolismo de la postura corporal: Se trata del gasto energético relativo a la postura que el trabajador adopta al realizar su actividad (tabla 5).

Tabla 5: Valores del consumo metabólico según la postura (excluyen el metabolismo basal) [20].

Postura del cuerpo	Consumo metabólico (W/m²)
Sentado	10
De rodillas	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30

Metabolismo del tipo de actividad: Es el consumo energético producido a causa del tipo de trabajo o actividad que se realiza (manual, con un brazo, con el tronco, etc.) y de la intensidad (ligero, medio, intenso, muy intenso) con el que esta actividad se desenvuelve (tabla 6).

Tabla 6: Metabolismo para distintos tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal [20].

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)	
	Valor medio	Intervalo
Trabajo con las manos.		
Ligero	15	< 20
Medio	30	20 - 35
Intenso	40	> 35
Trabajo con un brazo.		
Ligero	35	< 45
Medio	55	45 - 65
Intenso	75	> 65
Trabajo con dos brazos.		
Ligero	65	< 75
Medio	85	75 - 95
Intenso	105	> 95
Trabajo con el tronco.		
Ligero	125	< 155
Medio	190	155 - 230
Intenso	280	230 - 330
Muy intenso	390	> 330

Metabolismo del desplazamiento realizado en función de su velocidad: Se refiere al consumo de energía que supone el hecho de desplazarse, horizontal o verticalmente a una determinada velocidad.

El uso de la tabla 7, donde figuran estos datos, implica multiplicar el valor del consumo metabólico, por la velocidad de desplazamiento para obtener el gasto energético correspondiente al desplazamiento estudiado.

La velocidad debe estar valorada en metros/segundo para realizar esta operación.

Tabla 7: Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo.
Valores excluyendo el metabolismo basal [20].

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m²)/(m/s)
Velocidad de trabajo relacionada con la distancia	
Caminando de 2 km/h a 5 km/h	110
Caminando cuesta arriba de 2 km/h a 5 km/h	
Inclinación 5°	210
Inclinación 10°	360
Caminando cuesta abajo a 5 km/h	
Inclinación 5°	60
Inclinación 10°	50
Caminando con una carga en la espalda a 4 km/h	
carga de 10 kg	125
carga de 30 kg	185
carga de 50 kg	285
Velocidad de trabajo relacionada con la altura	
Subiendo	1725
Bajando	480
Subiendo una escalera inclinada	
Sin carga	1660
carga de 10 kg	1870
carga de 50 kg	3320
Subiendo una escalera vertical	
Sin carga	2030
carga de 10 kg	2335
carga de 50 kg	4750

➤ **Medición de parámetros fisiológicos.**

Los dos métodos de valoración de la carga física mediante la medición de parámetros fisiológicos son el basado en el consumo de oxígeno y el basado en la variación de la frecuencia cardíaca ya que indirectamente son funciones lineales del gasto energético.

- a. La medición directa del metabolismo se basa en el consumo de oxígeno ya que existe una relación casi lineal entre dicho consumo y el nivel de metabolismo. El consumo de 1 litro de oxígeno corresponde a 4,85 kcal. A pesar de su precisión, este método suele utilizarse poco, ya que constituye una prueba de laboratorio.

- b. La medición indirecta es mediante la frecuencia cardíaca. Este método se basa en el aumento de la irrigación sanguínea que exige un trabajo físico. Se sabe que cuando un sujeto realiza un ejercicio progresivo existe una relación lineal entre la FC y el consumo de oxígeno (al menos hasta las 170 pulsaciones por minuto). Este método es muy aceptado ya que no interfiere con las actividades del trabajador [21].

2.2.7 Capacidad física de trabajo (CFT).

Es la mayor cantidad de trabajo que una persona puede realizar por las acciones coordinadas e integradas de varias funciones entre las que se encuentra, procesos generadores de energía (aerobia y anaerobia), actividad neuromuscular (fuerza muscular, destreza y técnica) y factores psicológicos (motivación, táctica, actitud) [22].

2.2.8 Pruebas de esfuerzo

Para la evaluación de la capacidad física de trabajo se determina el consumo máximo de oxígeno mediante la utilización de pruebas de esfuerzo que consisten en la aplicación a un sujeto de cargas físicas conocidas, con el objetivo de evaluar sus respuestas fisiológicas e intensidades de trabajo submáximo, máximo y supramáximo. El trabajo máximo equivale al esfuerzo realizado en el momento en que el consumo de oxígeno se estabiliza y no aumenta más aunque se incremente la carga de trabajo. Todos los esfuerzos inferiores a éste, son trabajos submáximo. Se entiende por trabajo supramáximo a cualquier esfuerzo superior al máximo, en el cual se recurre en medida cada vez mayor al metabolismo anaeróbico [6].

Requisitos de una prueba de esfuerzo

Las pruebas de esfuerzo deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. En su ejecución tienen que involucrarse gran cantidad de músculos.
2. La carga de trabajo asignada debe ser medible y reproducible.
3. Las condiciones de la prueba deben de ser tales que sus resultados puedan ser comparables y repetibles.
4. Las pruebas deben ser bien toleradas por sujetos saludables.

5. La eficiencia mecánica requerida para la ejecución de las mismas ha de ser lo más uniforme posible.

Condiciones estándar para la ejecución de la prueba.

➤ **Por parte del paciente.**

- a. Ausencia de procesos infecciosos.
- b. No haber ingerido alimentos de 2 a 3 horas antes.
- c. No haber realizado esfuerzos importantes desde el día anterior a la prueba.
- d. No haber tomado estimulantes (café, té o cola).
- e. No modificar de forma significativa la alimentación los días precedentes.

➤ **Por parte del personal del laboratorio y de la instalación.**

- a. Ambiente tranquilo del laboratorio, con presencia del personal especializado solamente.
- b. Explicar al paciente el desarrollo de la prueba y vestir ropa adecuada.
- c. Disponer de una habitación bien ventilada, con una temperatura ambiental entre 20 y 22 grados y una humedad relativa de 40 a 60%.
- d. Antes de iniciar la prueba la persona debe descansar 10 minutos sentada.
- e. Deberá indicarse la hora de la prueba, teniendo en cuenta que cuando se comparen pruebas, deberá realizarse a la misma hora del día.

➤ **Criterio de interrupción de la prueba.**

- a. Dolor precordial agudo.
- b. Disnea severa, vértigo o desmayo.
- c. Ataxia, temblores, síncope.
- d. Aprensión marcada.
- e. Signos de mala perfusión (detención súbita de la sudoración o cianosis) [23].

2.2.9 Consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.)

Se define como la mayor cantidad de oxígeno que un individuo consume durante un trabajo máximo, respirando aire a nivel del mar. El consumo máximo de oxígeno se puede

expresar en valores absolutos (litros/minuto), en relación con el peso corporal (ml/kg/min) y en relación con la talla (ml/cm/min) [6].

Factores que influyen sobre el consumo máximo de oxígeno.

El consumo máximo de oxígeno en el hombre está determinado sobre todo por sus características genéticas, pero existen diversos factores de carácter externo que pueden influir de una forma u otra en su desarrollo. La edad, el sexo, las diferencias étnicas, el clima, la nutrición, la actividad física, los estados patológicos y la altitud son en mayor o menor medida los factores influyentes.

2.2.10 Medición del consumo máximo de oxígeno.

Hay dos criterios para demostrar que frente a cualquier ejercicio se ha alcanzado el consumo máximo de oxígeno: que no exista posterior incremento de consumo de oxígeno aunque aumente la carga de trabajo y que la concentración de ácido láctico en sangre este por encima de 80 o 90 miligramos por 100 mililitros de sangre. La medición del consumo máximo de oxígeno puede realizarse en dos formas:

- **Método directo.** En este método el sujeto es sometido a cargas de trabajo crecientes hasta alcanzar un nivel a partir del cual, el posterior incremento de la carga no aumenta al consumo de oxígeno.
- **Método indirecto.** Están basados en la aplicación de pruebas de esfuerzo submáximas y en la estrecha correlación existente entre la frecuencia cardíaca, la carga de trabajo y otras variables fisiológicas con el consumo de oxígeno [6].

2.2.11 Prueba Escalonada.

Es un método indirecto para conocer la capacidad física y estructurar un esquema de entrenamiento para mejorar la condición física del trabajador. Se basa en la aplicación de tres cargas físicas escalonadas en un banco a un ritmo de subida y bajada específico y con el control de la frecuencia cardíaca (FC) como indicador de esfuerzo. El límite de carga está referido a un compromiso cardiaco superior al 65 % de la frecuencia cardíaca máxima estimada (FC máx.). Este umbral está determinado por el hecho de que a este nivel de FC

los compromisos funcionales en el organismo son más estables por eso se establece este límite denominado frecuencia cardíaca de referencia (FC ref.) para determinar la continuación o no de la prueba escalonada [24].

Metodología para su aplicación.

- a) Pesarse al sujeto en ropa ligera y descalzo (kg).
- b) Tomar FC y tensión arterial en reposo.
- c) Calcular la FC de referencia (FC ref.) mediante la fórmula 1 y 2.

$$FC \text{ ref} = 65\% \text{ de la } FC_{\text{máx}} \quad (1)$$

$$FC_{\text{máx}} = 220 - \text{edad} \quad (2)$$

- d) Utilizar un banco de 25 cm de altura, ancho 50 cm y profundidad 40 cm como instrumento para la realización de las cargas como se muestra en la fig. 2. La medida más importante es la altura, pues esta define la carga de esfuerzo en el ejercicio, mientras el ancho y profundidad son referenciales para dar estabilidad a la persona que realiza la prueba.

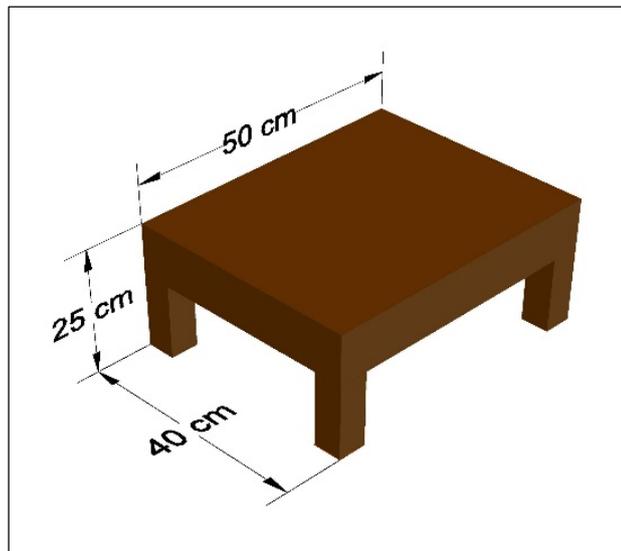


Fig. 2: Especificaciones del banco para la prueba escalonada [24].

- e) La secuencia de subida y bajada es a razón de 4 pasos y el sujeto debe apoyar los dos pies en el peldaño al subir y en el suelo al bajar como se muestra en la fig. 3.

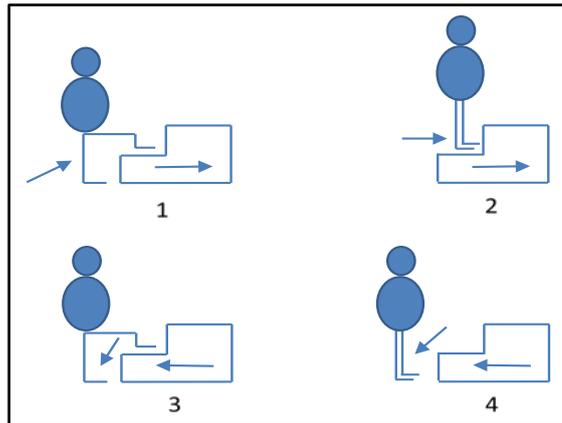


Fig. 3: Secuencia del ejercicio de la prueba escalonada [23].

- f) Las cargas se asignan con independencia del sexo y la edad. La primera carga consiste en subir y bajar el primer peldaño 17 veces/min, la segunda 26 y la tercera 34 con una duración de 3 minutos cada una y un minuto de receso entre ellas. El paso de una carga a otra está en dependencia de la respuesta cardiovascular y está referido a que la FC alcanzada después de cada carga (FC1, FC2 y FC3) sea menor o igual a la FC ref. El control de las cargas se puede realizar mediante un metrónomo o contando las veces que sube y baja cada 15 o 30 segundos como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: Control de cargas para la prueba escalonada [6].

Cargas	Control de cargas subir y bajar			
	Conteo (Veces/15 seg)	Conteo (Veces/30 seg)	Metrónomo (Tonos/seg)	Tiempo (Minutos)
Primero (17 v/min)	4.2	8.5	68	3
Descanso	-	-	-	1
Segundo (26 v/min)	6.5	13	104	3
Descanso	-	-	-	1
Tercera (34 v/min)	8.5	17	136	3

Existe una carga antes de la primera denominada "carga anciana" que está referida a personas de avanzada edad cuya intensidad es de 12 veces/min y otra carga de igual intensidad que la tercera (34 veces/minuto) pero con una duración de 5 minutos que se aplica a sujetos que no alcancen la FC de referencia en las cargas anteriores.

- g) Al concluir cada carga se toma la FC por auscultación del área precordial o palpación de los pulsos radial o carotideo en los primeros 15 segundos de la recuperación. Se

cuentan los latidos en este período de tiempo y se multiplican por 4 para expresarlos en lat/min.

- h) En la carga donde se alcance una FC que sea igual o exceda a la FC ref. se detiene la prueba y con este dato y el peso corporal previamente medido se busca en la tabla correspondiente el valor del VO₂ máx. (ver tablas 10, 11 y 12). Este valor debe ser rectificado por el factor de corrección de acuerdo a la edad si el sujeto tiene más de 30 años (ver tabla 9). La FC registrada al final de cada carga se expresa como FC1, FC2 y FC3 y se ubican de acuerdo al sexo en las tablas 10, 11 y 12 respectivamente.

Tabla 9: Factor de corrección según la edad [6].

FACTOR DE CORRECCIÓN											
EDAD	17-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80
VO₂ MAX	1.00	0.99	0.94	0.89	0.85	0.80	0.76	0.71	0.67	0.62	0.58

Tabla 10: Prueba escalonada para estimar capacidad física. Primera carga (17 veces / minuto) [6].

FC1 (Lat/min)																
Hombre	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	
Mujer	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	
Peso (Kg)	CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (l/min) (VO₂ máx.)														VO₂ Submáx	
40 - 44	370	310	270	240	210	195	180	165	155	140	132	125	118	112	106	68
45 - 49	400	340	290	260	230	215	198	180	168	157	146	138	132	125	118	72
50 - 54	419	360	310	285	250	230	210	195	180	169	157	149	141	134	128	77
55 - 59	446	390	330	301	268	245	225	209	193	180	168	158	152	144	136	82
60 - 64	473	397	349	320	286	260	240	220	205	190	178	169	160	153	145	87
65 - 69	500	419	370	335	300	278	253	233	217	203	189	178	170	161	154	92
70 - 74	522	438	390	350	316	290	270	248	228	214	199	188	179	171	162	96
75 - 79	549	460	401	369	330	305	282	260	240	226	210	199	189	180	172	101
80 - 84	577	483	421	385	341	320	296	275	252	235	219	208	198	188	178	106
85 - 89	600	506	441	392	360	332	310	288	267	249	232	219	209	198	188	111
90 - 94		529	460	409	375	343	323	300	279	259	241	228	218	207	197	116
95 - 99		547	476	423	390	359	333	311	289	270	251	238	227	216	205	120
100 - 104		570	496	441	386	370	342	322	300	280	260	248	235	223	213	125
105 - 109		593	517	459	401	389	359	333	312	292	275	259	247	234	222	130
110 - 114			536	476	417	400	369	341	321	301	281	268	253	241	228	135

Tabla 11: Prueba escalonada para estimar capacidad física. Segunda carga (26 veces / minuto) [6].

		FC2 (Lat/min)														
Hombre	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	
Mujer	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	
Peso (Kg)	CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (l/min) (VO2 máx.)														VO2 Submáx	
40 - 44	326	303	280	259	240	225	213	203	193	184	175	167	160	154	148	108
45 - 49	341	321	299	277	258	240	227	217	207	195	186	178	172	164	158	115
50 - 54	361	337	316	293	274	255	240	229	218	208	198	189	182	175	168	122
55 - 59	389	359	335	313	294	275	258	245	233	222	212	203	196	188	180	130
60 - 64	416	375	348	328	308	288	270	258	245	233	221	213	205	197	188	137
65 - 69	437	398	366	339	322	302	286	272	258	246	233	225	213	208	199	144
70 - 74	458	424	380	354	333	315	298	285	270	257	244	233	225	213	208	151
75 - 79	483	446	415	370	348	328	311	299	284	270	257	246	237	227	218	159
80 - 84	504	466	433	389	361	339	324	310	297	281	268	256	247	237	227	166
85 - 89	525	485	452	416	376	351	334	322	308	292	279	267	257	247	237	173
90 - 94	547	505	470	433	403	377	358	342	325	307	297	280	270	257	247	180
95 - 99	571	527	491	452	421	393	374	357	339	320	310	292	282	268	258	188
100 - 104	592	547	509	469	437	408	388	370	352	332	321	303	292	278	267	195
105 - 109		558	520	479	446	416	396	378	359	339	328	309	298	284	273	199
110 - 114		586	546	503	468	437	416	397	377	356	344	325	313	298	286	209

Tabla 12: Prueba escalonada para estimar capacidad física. Tercera carga (34 veces / minuto) [6].

		FC3 (Lat/min)														
Hombre	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	
Mujer	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184	
Peso (Kg)	CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (l/min) (VO2 máx.)														VO2 Submáx	
40 - 44	365	340	322	301	285	272	258	246	233	224	216	208	199	191	184	144
45 - 49	388	359	337	319	301	289	274	260	248	237	228	219	210	202	197	153
50 - 54	411	378	351	333	318	303	289	275	261	250	240	230	222	210	203	162
55 - 59	436	400	370	350	331	320	306	290	277	265	254	243	234	225	218	172
60 - 64	459	417	405	378	358	342	324	305	293	281	271	261	250	240	231	181
65 - 69	482	448	425	397	376	359	340	324	307	295	285	274	262	252	243	109
70 - 74	504	470	445	416	394	376	356	340	322	305	298	287	275	264	254	199
75 - 79	530	493	464	437	414	395	374	357	338	325	313	302	289	277	267	209
80 - 84	552	515	487	456	431	412	390	372	353	339	327	315	301	289	278	218
85 - 89	575	536	507	474	449	429	407	388	367	353	340	328	314	301	290	227
90 - 94	598	557	528	493	467	446	423	403	382	367	354	341	326	313	301	236
95 - 99		581	550	514	487	465	441	420	398	383	369	355	340	326	314	246
100 - 104		600	570	533	505	482	457	436	413	396	382	368	352	338	326	255
105 - 109			590	552	522	499	473	451	427	411	396	381	365	350	337	264
110 - 114				571	540	516	489	466	442	425	410	394	377	362	349	273

2.3 Propuesta de solución.

Con este estudio se propone eliminar alteraciones como discomfort, fatiga muscular e incluso muerte súbita por colapsos cardíacos. Igualmente se sabrá la capacidad física y el gasto energético necesario para realizar una tarea con lo que se selecciona a los trabajadores de acuerdo a las características de las actividades que van a realizar y se plantea un acondicionamiento físico para mejorar la respuesta fisiológica del trabajador al realizar una actividad laboral.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

La presente investigación tiene la particularidad de ser aplicada (I), ya que permitirá utilizar los conocimientos adquiridos para hacer un análisis de la capacidad física de los trabajadores en beneficio de la salud y seguridad del recurso humano de la empresa de calzado BOOM'S.

3.1 Modalidad de la investigación.

3.1.1 Investigación de campo.

En el presente proyecto se aplica la investigación de campo, ya que se lleva a cabo en las instalaciones de la empresa de calzado BOOM'S y permite reunir información importante sobre el consumo metabólico para las distintas actividades desarrolladas en el área de montaje y para realizar la prueba escalonada en los trabajadores de esta empresa.

3.1.2 Investigación bibliográfica-documental

El trabajo es bibliográfico-documental porque el objetivo es detectar, ampliar y profundizar mediante teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre el tema propuesto siguiendo un proceso sistemático y secuencial de recolección, selección, clasificación, evaluación y análisis de contenido del material físico o virtual que servirá de fuente teórica para la fundamentación de los conceptos utilizados en el estudio sobre el cálculo de la capacidad física de los trabajadores y del gasto energético en las actividades laborales.

3.2 Población y muestra.

En la investigación se ha considerado una muestra de 4 trabajadores pertenecientes al área de montaje de la empresa de calzado “BOOM’S” a los cuales se les aplica la prueba escalonada para obtener los valores de consumo máximo de oxígeno, y después realizar un procedimiento para el acondicionamiento físico de los trabajadores.

Debido a que la población no excede los 100 elementos, se trabaja con todo el universo sin que sea necesario sacar una muestra representativa para el estudio.

3.3 Recolección de información.

Para la recolección de información se realiza un protocolo que permita tomar los datos de forma correcta según las especificaciones que se planteen en la prueba escalonada y los valores obtenidos a través de este ejercicio se anota en la tabla de toma de datos preparada por el autor, la misma que cumple con las especificaciones necesarias para su análisis y tabulación.

Además se toma datos de los procesos de producción del área de montaje, se utiliza fichas de levantamiento de procesos y formularios de estudio de tiempos los mismos que sirven para el análisis de las actividades que ejecutan los trabajadores, esto se realiza mediante una entrevista al jefe de producción y la observación del ciclo productivo.

En la observación del ciclo productivo se almacena videos de los movimientos que hace el trabajador en su cuerpo para realizar cada actividad los mismos que sirven para calcular el consumo metabólico de cada proceso.

3.4 Procesamiento y análisis de datos.

Los datos receptados se tabulan estadísticamente para obtener los valores de:

- La capacidad física de los trabajadores estableciendo si es alta, media o baja.

- La clasificación energética de cada trabajador para saber si es apto para realizar una actividad ligera, moderada, pesada o muy pesada.
- La clasificación energética de cada proceso del área de montaje para saber si es ligera, moderada, pesada o muy pesada.

Estos datos se analizan para conocer si los trabajadores son aptos para realizar las actividades que se les asigna en la empresa o se debe establecer un régimen de trabajo que incluya pausas recuperadoras para prevenir la fatiga laboral.

3.5 Desarrollo del proyecto

- Identificación de los procesos en el área de montaje.
- Descripción y detalle de los procesos en el área de montaje.
- Estudio del trabajo realizado por los operarios del área de montaje.
- Distribución del trabajo e identificación de la capacidad de producción actual.
- Selección del método para la determinación del gasto energético.
- Cálculo del consumo metabólico de las operaciones en el área de montaje.
- Cálculo del consumo metabólico de la jornada de trabajo para cada operador en el área de montaje.
- Metodología para la toma de datos de la prueba escalonada.
- Interpretación y análisis de la prueba escalonada.
- Características del entrenamiento físico a implementar.
- Metodología para esquema de acondicionamiento.
- Análisis de la capacidad de producción en el área de montaje
- Análisis de la capacidad física de trabajo y el consumo metabólico de las actividades del área de montaje durante la jornada de trabajo.
- Propuesta de distribución de actividades en el área de montaje.

CAPITULO 4

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En el presente capítulo se analiza la capacidad física de trabajo de los operarios del área de montaje de la fábrica de calzado BOOM'S, se lo compara con el consumo metabólico para las actividades realizadas durante la jornada de trabajo y se establece de ser necesario pausas de descanso o una reorganización de las actividades laborales de los trabajadores.

La fábrica de calzado BOOM'S es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de calzado deportivo y urbano para hombres, mujeres y niños a nivel local, brindando calidad, innovación y moda en el producto. Su establecimiento está ubicado en la provincia de Tungurahua, ciudad de Ambato en la ciudadela México calle Aguacollas 01-390. En la actualidad la empresa tiene 15 trabajadores de los cuales 5 son del área administrativa y 10 son del área de producción de los que 4 están en el área de montaje.

4.1 Análisis de las actividades desarrolladas por los operarios en los puestos de trabajo del área de montaje.

4.1.1 Identificación de los procesos en el área de montaje.

Para conocer cómo se ejecuta la producción de zapatos en la empresa de calzado BOOM'S se toma como referencia el modelo RFASHION-3 que se muestra en la fig. 4 ya que para la fabricación de este modelo de zapato se necesita la totalidad de los procesos del área de montaje, que es el área de interés para el estudio de la capacidad física de trabajo.



Fig. 4: Modelo zapato RFASHION-3.

Los elementos que componen el zapato RFASHION-3 constan en la fig. 5, en ella se muestra también la horma a pesar de no ser una parte del zapato pero al estar directamente relacionado en el ensamblaje del producto se cree conveniente ponerla entre las partes para una mejor comprensión de la manera que se arma el zapato.

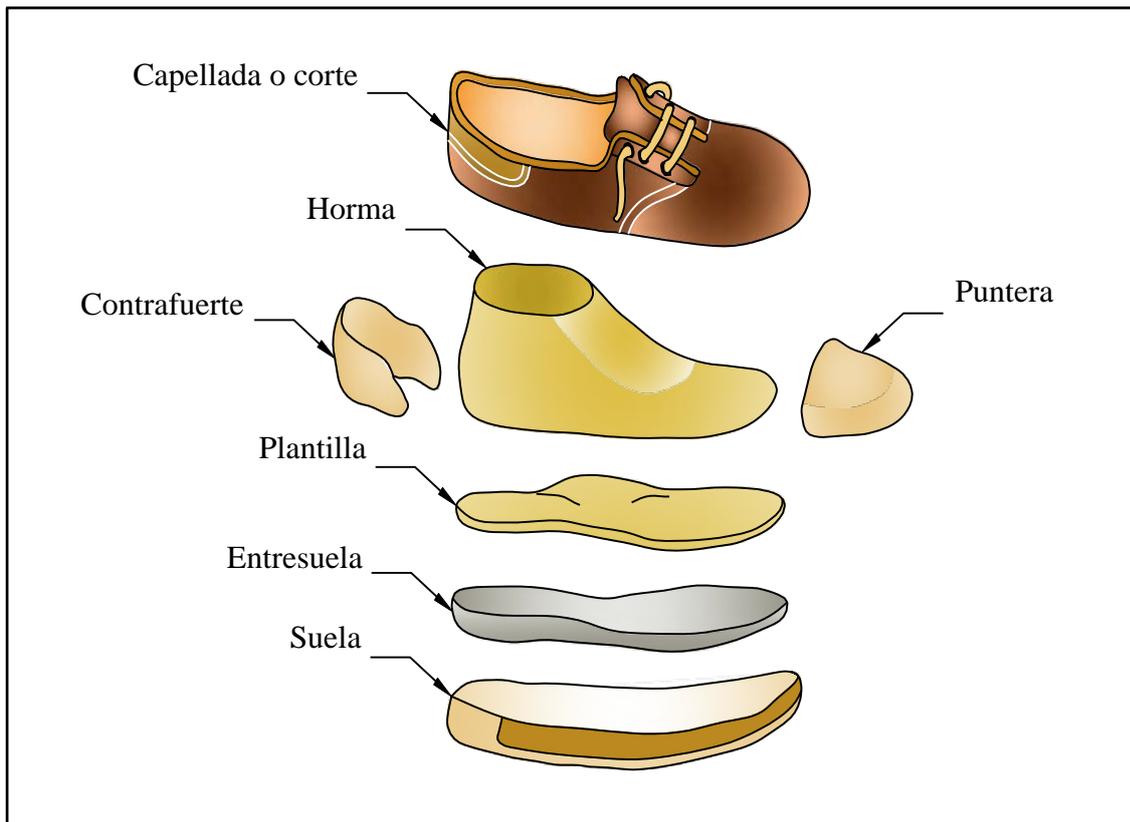


Fig. 5: Partes del zapato RFASHION-3

La función de cada parte del zapato mostrada en la fig. 5 esta descrita en la tabla 13, el orden en que están enumeradas las piezas es de acuerdo a la secuencia en la que se ensambla el producto.

Tabla 13: Descripción de las partes de un zapato.

Número	Nombre	Descripción
1	Capellada o corte	Es la parte que cubre al pie y define el estilo estético del zapato.
2	Contrafuerte	Rodea al talón y permite conservar al pie centrado y estable.
3	Puntera	Moldea la parte delantera del zapato y conserva su forma.
4	Entresuela	Su función es absorber el nivel de impacto al caminar.
5	Suela	Es la parte inferior del calzado y asegura tracción y durabilidad.
6	Plantilla	Es en donde descansa el pie. Proporciona comodidad, amortiguación y soporte del arco del pie.

Para conocer los procesos que intervienen en el ensamble de un producto se utiliza el cursograma sinóptico, que sirve para ver de manera resumida la totalidad del proceso o actividad antes de emprender su estudio detallado, en este se anotan las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar su resultado, sin tener en cuenta quien las ejecuta ni donde se lleva a cabo. Los símbolos que se utiliza en estos diagramas son dos: una circunferencia para las operaciones y un cuadrado para las inspecciones.

A la información que proporcionan los símbolos en el cursograma sinóptico, se añade paralelamente una breve nota que describe a la operación o inspección. Además se puede establecer el tiempo que se emplea para cada actividad.

La fig. 6 del cursograma sinóptico del ensamblaje del zapato indica como transcurren las principales operaciones e inspecciones.

Se observa en la columna de la derecha el ensamble principal que es el zapato; mientras que las dos columnas siguientes a la izquierda son subensambles necesarios para la producción; el primero es la entresuela unida a la horma que es necesario para las operaciones 4 en adelante, seguidamente está el subensamble de suela necesaria para la operación 8.

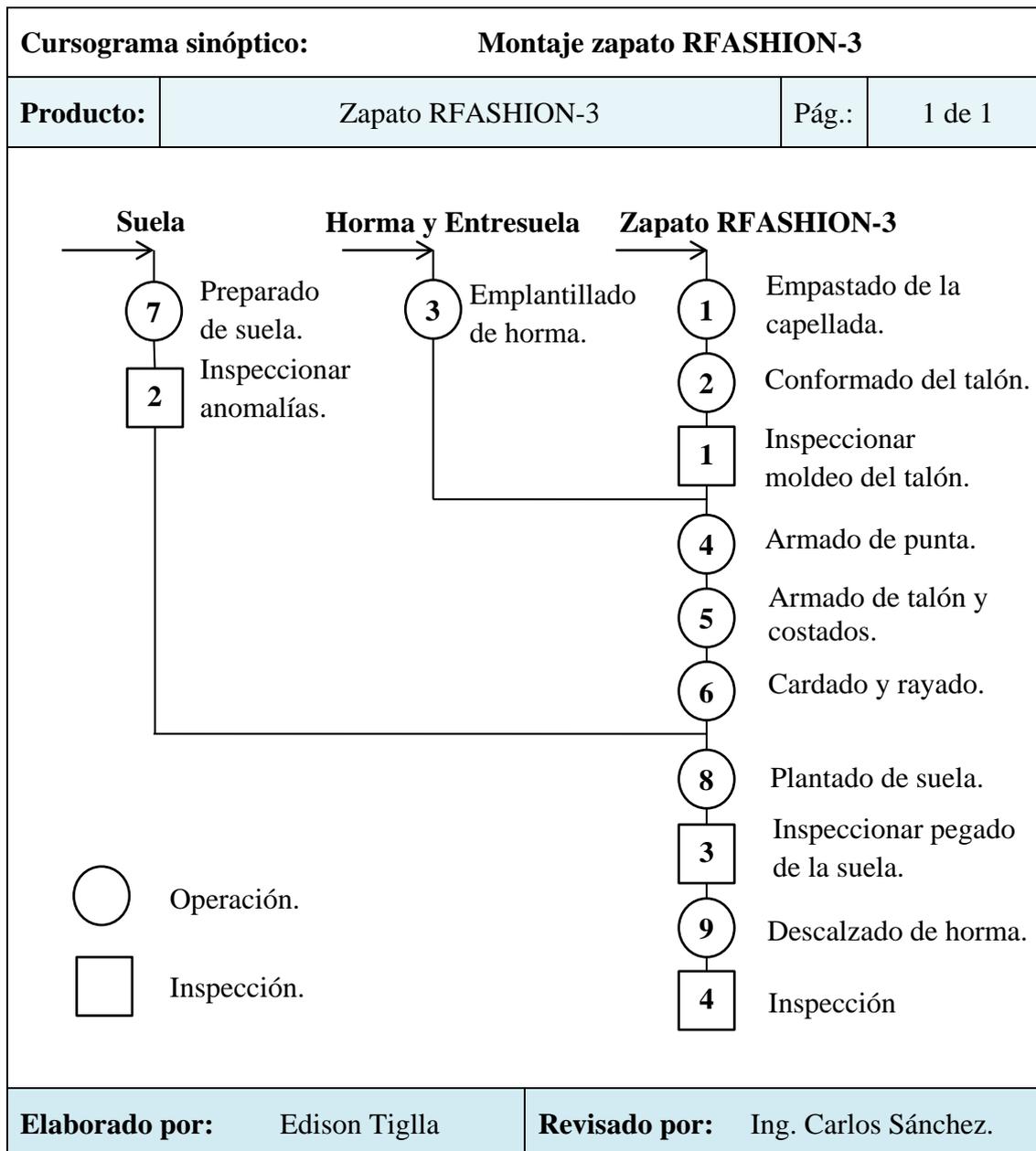


Fig. 6: Cursograma sinóptico del montaje del zapato RFASHION-3

4.1.2 Descripción y detalle de los procesos en el área de montaje.

Después de identificar las operaciones e inspecciones necesarias para el montaje de un zapato, como siguiente paso se realiza la descripción y detalle de estas. Para ello se utiliza fichas de levantamiento de procesos (Anexo 1), esto se lo hace en las tablas 14 a 22 en las que se explica todos los procesos del área de montaje según como se ensambla el zapato.

Tabla 14: Ficha de levantamiento de procesos del empastado de la capellada.

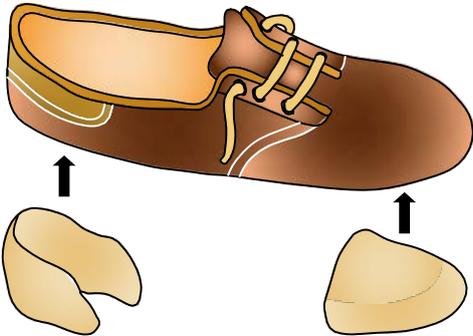
Nombre del proceso:		EMPASTADO DE LA CAPELLADA	
Macro-proceso:		Montaje.	
1			
	Proceso Principal:		Empastado.
2	Responsable del área:	Personal de producción.	
3	Información adquirida de:	Diálogo jefe de producción, visita técnica, videos.	
4	<p align="center">Descripción del proceso:</p> <p>En este proceso se recorta con una tijera los forros que sobresalen y se verifica el correcto ensamblaje de las partes de la capellada, después se pegan las punteras con pega amarilla y el contrafuerte con pegamento termoadherible. Posteriormente con un soplete que tiene pega blanca se adhiere los forros, este proceso mantiene flexible los costados del zapato para una mejor comodidad de los clientes. También se colocan pasadores de prueba necesarios para el proceso de armado de puntas.</p>		
5	<p align="center">Objetivo del Proceso:</p> <p align="center">Empastar el corte, colocar punteras y contrafuerte.</p>		
6	Comienzo del proceso:		Fin del proceso:
	La capellada llega al área de montaje proveniente del área de aparado.		La capellada se almacena para pasar al proceso de conformado de talones.
7	<p align="center">Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Recortar forros sobrantes. b. Pegar puntera. c. Colocar contrafuerte. d. Pegar forros. e. Dar pega todo el contorno de la capellada. f. Colocar pasadores de prueba. 		
8	Identificar entradas		Identificar Salidas
	Capellada, punteras y contrafuerte.		Capellada con la puntera y contrafuerte pegado.

Tabla 15: Ficha de levantamiento de procesos del conformado del talón.

Nombre del proceso:		CONFORMADO DE TALONES	
1	Macro-proceso:	Montaje.	
			
	Proceso Principal:	Conformado.	
2	Responsable del área:	Personal de producción.	
3	Información adquirida de:	Diálogo jefe de producción, visita técnica, videos.	
4	<p align="center">Descripción del proceso:</p> <p>Este proceso se realiza para dar la forma adecuada al talón del zapato y se adecúe al contorno del pie de las personas, esto se consigue en la máquina conformadora de talones el tiempo que debe permanecer en esta máquina el zapato es de 12 segundos. Los parámetros importantes en este proceso a verificar son la temperatura y el tiempo de conformado, que son los que permiten un correcto acabado del trabajo en los talones.</p>		
5	<p align="center">Objetivo del Proceso:</p> <p align="center">Dar la forma adecuada al talón del zapato.</p>		
6	<p align="center">Comienzo del proceso:</p> <p>Cuando el pegamento colocado en el proceso de empastado este seco y se haya verificado la temperatura y el tiempo en la máquina conformadora.</p>	<p align="center">Fin del proceso:</p> <p>Inspeccionar que el talón del zapato este moldeado a la forma del pie.</p>	
7	<p align="center">Actividades:</p> <p>a. Verificar las condiciones de la máquina.</p>		
8	Identificar entradas	Identificar Salidas	
	Capellada con la puntera y contrafuerte pegado.	Capellada con el contrafuerte conformado.	

Tabla 16: Ficha de levantamiento de procesos del preparado de horma.

Nombre del proceso:		PREPARADO DE HORMA	
Macro-proceso:		Montaje.	
1			
Proceso Principal:		Preparado de horma.	
2	Responsable del área:	Personal de producción.	
3	Información adquirida de:	Diálogo jefe de producción, visita técnica, videos.	
4	<p align="center">Descripción del proceso:</p> <p>Se toma la horma con la entresuela de la misma talla y se unen en la máquina grapadora. Se colocan tres grapas en la horma para la sujeción de la entresuela. Es normal que la entresuela sobresalga del contorno de la horma, para esto se recorta con un estilete estos sobrantes y se coloca pega en la entresuela con una brocha de ½ pulgada de espesor.</p>		
5	<p align="center">Objetivo del Proceso:</p> <p align="center">Preparar las hormas para el proceso de armado de puntas.</p>		
6	<p align="center">Comienzo del proceso:</p> <p>Selección de la horma y entresuela dependiendo del modelo de zapato.</p>	<p align="center">Fin del proceso:</p> <p>Hormas listas para el proceso de armado de puntas.</p>	
7	<p align="center">Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> Grapar la entresuela con la horma plástica. Recortar filis sobrantes de la entresuela. Colocar pega en la parte posterior de la entresuela. 		
8	Identificar entradas		Identificar Salidas
	Horma y entresuela.		Ensamble de horma y entresuela preparada para el proceso de armado de puntas.

Tabla 17: Ficha de levantamiento de procesos del armado de puntas.

Nombre del proceso:		ARMADO DE PUNTAS
Macro-proceso:		Montaje.
1		
Proceso Principal:		Armado de puntas.
2	Responsable del área:	Personal de producción.
3	Información adquirida de:	Diálogo jefe de producción, visita técnica, videos.
4	<p align="center">Descripción del proceso:</p> <p>Se une la capellada con la horma y se lleva este ensamble a la máquina armadora de puntas. Se coloca el ensamble en la máquina y se presiona un pedal que da inicio al armado de la punta del zapato, en ese momento se debe amarrar fuertemente los pasadores de prueba que se colocaron en el proceso de empastado. Cuando el proceso finaliza la máquina suelta el ensamble.</p>	
5	<p align="center">Objetivo del Proceso:</p> <p align="center">Armar las puntas del zapato.</p>	
6	<p>Comienzo del proceso:</p> <p>Seleccionar la horma y la capellada que viene del proceso de conformado de la misma talla.</p>	<p>Fin del proceso:</p> <p>Punta del zapato fijada a la horma.</p>
7	<p align="center">Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Colocar el corte en la horma. b. Sujetar pasadores de prueba. c. Martillar y grapar la punta del zapato. 	
8	Identificar entradas	Identificar Salidas
	Horma, entresuela y capellada que viene del proceso de conformado de talones.	Ensamble con la punta armada.

Tabla 18: Ficha de levantamiento de procesos del armado de talones y costados.

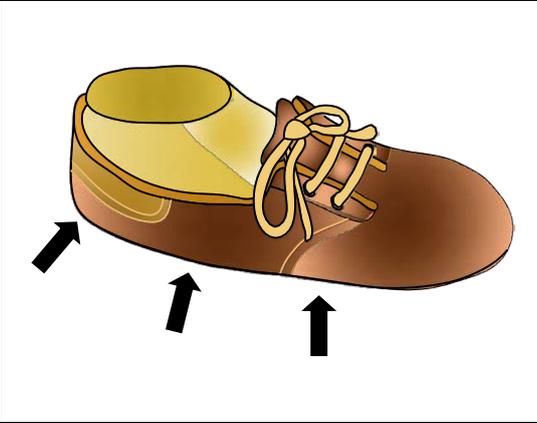
Nombre del proceso:		ARMADO DE TALONES Y COSTADOS	
Macro-proceso:		Montaje.	
1			
	Proceso Principal:		Armado de talones y costados.
2	Responsable del área:	Personal de producción.	
3	Información adquirida de:	Diálogo jefe de producción, visita técnica, videos.	
4	<p align="center">Descripción del proceso:</p> <p>Se toma el ensamble proveniente del proceso de armado de puntas y con la ayuda de una pinza de zapatero y un martillo se procede a armar el talón y después los costados. Este proceso es generalmente realizado por la máquina armadora de talones pero la empresa no cuenta con esta. Al finalizar se sacan las grapas de la horma y se verifica que no exista cuero levantado o mal armado.</p>		
5	<p align="center">Objetivo del Proceso:</p> <p align="center">Armar el talón y los costados del zapato.</p>		
6	Comienzo del proceso:		Fin del proceso:
	Tomar ensamble, martillo y pinza.		Talón y costados armados.
7	<p align="center">Actividades:</p> <p>a. Armar talones y costados. b. Sacar grapas y revisar que no exista cuero levantado.</p>		
8	Identificar entradas		Identificar Salidas
	Ensamble con la punta armada.		Ensamble armado la punta, los costados y el talón.

Tabla 19: Ficha de levantamiento de procesos del cardado y rayado.

Nombre del proceso:		CARDADO Y RAYADO	
	Macro-proceso:	Montaje.	
1			
	Proceso Principal:	Cardado	
2	Responsable del área:	Personal de producción.	
3	Información adquirida de:	Diálogo jefe de producción, visita técnica, videos.	
4	<p align="center">Descripción del proceso:</p> <p>Se verifica que no exista ninguna grapa en el ensamble y se lo lleva a la cardadora para quitar el cuero sobrante de la parte inferior del zapato, a este proceso se lo llama coger piso. Después se toma la planta del zapato (Monar beige-café) y con un rayador se traza el contorno sobre el cuero para después cardar el área subrayada.</p>		
5	<p align="center">Objetivo del Proceso:</p> <p align="center">Cardar la parte inferior del zapato y poner pega en esa zona.</p>		
6	<p align="center">Comienzo del proceso:</p> <p>Verificar que no existan grapas en el ensamble.</p>	<p align="center">Fin del proceso:</p> <p>Examinar que toda la zona inferior este cardada y uniforme.</p>	
7	<p align="center">Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Coger piso. b. Rayar cuero. c. Cardar por la zona rayada d. Poner pega 		
8	Identificar entradas		Identificar Salidas
	Ensamble del proceso de armado de talones y costados.		Ensamble del proceso de cardado.

Tabla 20: Ficha de levantamiento de procesos del preparado de suelas.

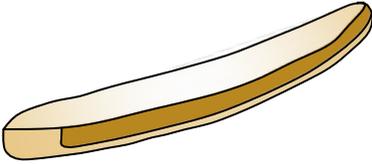
Nombre del proceso:		PREPARADO DE SUELAS	
	Macro-proceso:	Montaje.	
1			
	Proceso Principal:	Preparado de plantas	
2	Responsable del área:	Personal de producción.	
3	Información adquirida de:	Diálogo jefe de producción, visita técnica, videos.	
4	<p align="center">Descripción del proceso:</p> <p>Primero se coloca limpiador en las suelas con una brocha para quitar todas las impurezas y se debe esperar 50 minutos para que el limpiador haga efecto. Después se coloca alógeno y se deja reposar 25 minutos para finalmente colocar el primer y esperar 15 minutos para que la suela esté lista para ser unida al zapato.</p>		
5	<p align="center">Objetivo del Proceso:</p> <p align="center">Preparar la suela para que se pueda adherir al zapato.</p>		
6	<p>Comienzo del proceso:</p> <p>Comprobar la existencia de plantas, limpiador, alógeno y primer.</p>	<p>Fin del proceso:</p> <p>Suela lista para el siguiente proceso.</p>	
7	<p align="center">Actividades:</p> <p>a. Poner limpiador. b. Poner alógeno. c. Poner primer o base.</p>		
8	Identificar entradas	Identificar Salidas	
	Suela.	Suela preparada para el proceso de plantado.	

Tabla 21: Ficha de levantamiento de procesos del plantado de suelas.

Nombre del proceso:		PLANTADO DE SUELAS	
Macro-proceso:		Montaje.	
1			
	Proceso Principal:		PLANTADO DE SUELAS
2	Responsable del área:		Personal de producción.
3	Información adquirida de: Diálogo jefe de producción, visita técnica, videos.		
4	<p align="center">Descripción del proceso:</p> <p>Para este proceso se necesitan dos máquinas que son la reactivadora y la prensa. El tiempo que deben estar la planta y el zapato dentro de la reactivadora se debe calibrar dependiendo del modelo, para el RFASHION-3 este tiempo es de 10 segundos. Después de reactivar la pega que se encuentra en la suela y en la parte inferior del zapato se procede a unir estas partes para inmediatamente meter el zapato a la prensa, esta máquina después de un tiempo abre el contenedor para que el operario saque el zapato terminado.</p>		
5	<p align="center">Objetivo del Proceso:</p> <p align="center">Unir la suela con el zapato de forma definitiva.</p>		
6	Comienzo del proceso: Comprobar que estén listas las suelas		Fin del proceso: Zapato correctamente armado.
7	<p align="center">Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Reactivar la suela y el zapato. b. Unir manualmente la suela y el zapato. c. Prensar zapato. 		
8	Identificar entradas		Identificar Salidas
	Suela y zapato		Zapato terminado.

Tabla 22: Ficha de levantamiento de procesos del descalzado de horma.

Nombre del proceso:		DESCALZADO DE HORMA	
Macro-proceso:		Montaje.	
1			
	Proceso Principal:	Descalzado de horma	
2	Responsable del área:	Personal de producción.	
3	Información adquirida de:	Diálogo jefe de producción, visita técnica, videos.	
4	Descripción del proceso:		
	Se verifica cualquier anomalía en el zapato y se procede a sacar la horma en el banco de descalzado y se escribe en la entresuela del zapato la talla a la que pertenece para enviar después al área de terminado.		
5	Objetivo del Proceso:		
	Descalzar horma para finalizar el macroproceso de montaje y enviar el zapato al área de terminado.		
6	Comienzo del proceso:		Fin del proceso:
	Tomar el zapato para verificar fallas.		Zapato descalzado.
7	Actividades:		
	<ul style="list-style-type: none"> a. Verificar posibles fallos. b. Descalzar horma c. Escribir talla en la entresuela. 		
8	Identificar entradas		Identificar Salidas
	Zapato con horma		Zapato descalzado.

4.1.3 Estudio del trabajo realizado por los operarios del área de montaje.

El estudio de trabajo es el análisis ordenado de los métodos para realizar actividades permitiendo reducir trabajos innecesarios o excesivos con el objetivo de fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad con el fin de mejorar el uso eficaz de los recursos. Para conseguir esto el estudio de trabajo se vale de dos técnicas: el estudio de métodos y la medición del trabajo; el primero registra los modos de hacer las actividades mientras la segunda determina el tiempo que invierte un trabajador calificado en realizar esa actividad.

Estudio de métodos.

Después de identificar y describir las operaciones en el área de montaje; para una mejor comprensión es necesario mostrar el recorrido del proceso de ensamblado y señalar todas las actividades que se realiza, para esto se utiliza los cursogramas analíticos.

Cursograma analítico. Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento en el que se señala todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda, se puede realizar cursogramas para el operario, material y equipo. Los símbolos que usan los cursogramas se exponen en la tabla 23.

Tabla 23: Símbolos empleados en los cursogramas [25].

Símbolo	Nombre	Descripción.
	Operación	Muestra las principales fases del proceso. Por lo común el producto se modifica durante esta.
	Inspección	Indica la revisión de cantidad o calidad.
	Transporte	Enseña el movimiento de los trabajadores, materiales o equipo de un lugar a otro.
	Deposito provisional o espera	Muestra demora en el desarrollo de los hechos o un inventario temporal que ocurre en el proceso productivo.
	Almacenamiento permanente	Indica depósito de un material en un almacén donde se los recibe o entrega mediante alguna forma de autorización.

En las tablas 24, 25 y 26 se observa los cursogramas analíticos del operario de la línea de ensamble del zapato y de los subensambles de la horma y la suela respectivamente como se muestra en el cursograma sinóptico del montaje del zapato RFASHION-3 de la fig. 6. Se ha seleccionado el cursograma analítico del operario para explicar los procesos del montaje de un zapato debido a que será de utilidad también para el cálculo del gasto metabólico en los trabajadores, el formato que se usa para los cursogramas se muestra en el anexo 2. El proceso se describe para lotes de doce pares de zapatos.

Tabla 24: Cursograma analítico del operario del preparado de hormas

Cursograma analítico del operario.									
Objeto: Horma				Resumen					
Método: Actual				Actividad			Cantidad		
Actividad: Grapa entresuela, corta filis y pone pega.				Operación ○			3		
				Transporte ⇨			1		
				Espera D			1		
Lugar: Área de montaje.				Inspección □			0		
Operario: 1		Ficha núm.: 1		Almacenamiento ▽			2		
Responsable: Tiglla E.		Fecha: 15/05/2014		Distancia (metros)			14.00		
Aprobado: Ing. Sánchez		Fecha: 20/05/2014		Tiempo (min/hombre)			20.72		
Descripción	Cantidad (Pares)	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Símbolo					Observación
				○	⇨	D	□	▽	
En almacén de hormas y entresuelas.	12	-	-						
Transporta a grapadora.	12	12.50	0.80						
Grapa la entresuela con la horma.	12	-	6.24						En máquina grapadora.
Recorta filis sobrantes de la entresuela.	12	1.50	9.12						Con estilete.
Coloca pega en la entresuela.	12	-	4.56						
Espera a que se cumpla el lote.	12	-	-						
Almacena hasta que se necesite para armar las puntas.	12	-	-						
TOTAL:	12	14.00	20.72	3	1	1	0	2	

Tabla 25: Cursograma analítico del operario del preparado de suelas

Cursograma analítico del operario.									
Objeto:	Suela (Monar)			Resumen					
Método:	Actual			Actividad				Cantidad	
Actividad:	Pone limpiador, alógeno y primer			Operación	○				3
				Transporte	⇒				1
				Espera	▷				3
Lugar:	Área de montaje.			Inspección	□				0
Operarios:	1	Ficha núm.:	2	Almacenamiento	▽				2
Responsable:	Tiglla E.	Fecha:	15/05/2014	Distancia (metros)				7.80	
Aprobado:	Ing. Sánchez.	Fecha:	20/05/2014	Tiempo (min/hombre)				101.54	
Descripción	Cantidad (Pares)	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Símbolo					Observación
				○	⇒	▷	□	▽	
En bodega de suelas.	12	-	-						
Lleva a cámara de alógeno.	12	5.10	0.50						
Pone limpiador en la suela.	12	-	4.08						
Espera a que el limpiador haga efecto.	12	-	50.00						
Pone alógeno en la suela.	12	-	3.84						
Espera a que el alógeno haga efecto.	12	-	25.00						
Pone primer o base en la suela.	12	-	3.12						
Espera a que el primer haga efecto.	12	-	15.00						
Inspecciona el correcto preparado de la suela.	12	-	-						
Almacena hasta que se necesite para el proceso de plantado de suelas.	12	2.10	-						
TOTAL:	12	7.80	101.54	3	1	3	0	2	

En el preparado de suelas existen tres esperas que restringe el tiempo de este proceso, estos tiempos son indispensables para que los químicos hagan efecto en las suelas, pero se puede organizar la producción de tal manera que se prepare más de un lote a la vez.

Tabla 26: Cursograma analítico del operario del ensamble del zapato.

Cursograma analítico del operario.									
Objeto:	Zapato RFASHION-3			Resumen					
Método:	Actual			Actividad	Cantidad				
Actividad:	Empasta, conforma, arma punta-talones-costados, carda, planta la suela y descalza horma.			Operación ○	17				
				Transporte ⇨	7				
				Espera □	6				
Lugar:	Área de montaje.			Inspección □	2				
Operarios:	5	Ficha núm.:	3	Almacenamiento ▽	2				
Responsable:	Tiglla E.	Fecha:	15/05/2014	Distancia (metros)	36.60				
Aprobado:	Ing. Sánchez.	Fecha:	20/05/2014	Tiempo (min/hombre)	192.68				
Descripción	Cantidad (Pares)	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Símbolo					Observación
				○	⇨	□	□	▽	
En almacén de capellada.	12	-	-						
Lleva a la mesa de empastado.	12	3.50	0.40						
Corta forro sobrante de la capellada.	12	-	9.12						
Pega puntera y contrafuerte.	12	-	9.12						
Une forro y da pega a la capellada.	12	-	4.80						
Coloca pasadores de prueba.	12	-	11.04						
Espera a cumplir lote.	12	-	-						
Transporta a conformadora.	12	2.50	0.10						
Coloca capellada en la conformadora.	12	1.00	14.64						Al momento de sacar la capellada verifica el conformado del talón.
Espera a cumplir lote y a las hormas.	12	-	3.36						Las hormas llegan del proceso de preparado de hormas.
Lleva a máquina armadora de puntas.	12	3.00	0.40						
Coloca capellada en la horma, enciende la máquina.	12	-	8.40						Sujeta pasadores de prueba.
Transporta a banco con tirapié.	12	4.50	0.50						
Martilla y grapa la punta del zapato.	12	-	9.84						

Tabla 26: Cursograma analítico del operario del ensamble del zapato (continuación).									
Espera a cumplir lote.	12	-	-						
Arma talón y costados, saca grapas.	12	-	30.48						
Espera a cumplir lote.	12	-	-						
Transporta a máquina cardadora.	12	4.70	0.12						
Coge piso.	12	-	7.20						
Raya cuero.	12	1	10.80						
Carda por la zona rayada.	12	1	19.44						
Pone pega en la zona cardada.	12	1	11.76						
Espera a cumplir lote y a que llegue las suelas.	12	-	-						Las suelas llegan del proceso de preparado de suelas.
Transporta a máquina reactivadora.	12	7.90	0.24						
Coloca suela y zapato en la reactivadora.	12		2.40						
Une la suela y zapato y coloca en la prensadora.	12	1.50	23.76						
Retira zapato de la prensa	12	-	5.28						
Verifica posibles fallos del zapato.	12	-	-						
Espera a cumplir lote.	12	-	-						
Transporta a banco con tirapié.	12	5.00	0.12						
Descalza horma.	12	-	5.28						
Inspecciona el correcto terminado del zapato.	12	-	-						
Escribe talla en la parte interna de la entresuela.	12	-	4.08						
Almacena zapato	12	-	-						
TOTAL:	12	36.60	192.68	17	7	6	2	2	

Para complementar los cursogramas analíticos del operario también se muestra los diagramas de recorrido en el anexo 3

Existen actividades en las que se usan máquinas y a pesar de que en los cursogramas analíticos ya se ha explicado como suceden las actividades de producción en estas operaciones no queda del todo claro, es por ello que se emplea los diagramas de actividades múltiples para registrar las respectivas tareas tanto del operario como de la máquina en una escala de tiempo común para poder mostrar cómo trabajan simultáneamente.

Se hace los diagramas de actividades múltiples del formato del anexo 4 para los procesos de conformado de talones, armado de puntas y el plantado de suelas en las tablas 28, 29 y 30 respectivamente; pero para el proceso de cardado y rayado a pesar de realizarse en una máquina no se ve la necesidad de hacer una mayor explicación ya que la cardadora no condiciona ningún tiempo, al contrario es el operario de la máquina quien impone el ritmo de trabajo. Las máquinas que se utilizan en el área de montaje se observan en la tabla 27.

Tabla 27: Descripción de máquinas utilizadas en el área de montaje.

Nombre.	Gráfico.	Nombre.	Gráfico.
Conformadora de talones.		Horno.	
Cardadora.		Reactivador.	
Armadora de puntas.		Prensa.	

Según se observa en el diagrama de actividades múltiples del conformado de talones en la tabla 28 el tiempo de ciclo del hombre y de la máquina es de 0.73 minutos, siendo el tiempo de trabajo del hombre de 0.60 minutos que equivale al 82% del tiempo de ciclo y de la máquina es 0.44 minutos o el 60% del tiempo de ciclo.

Tabla 28: Diagrama de actividades múltiples del conformado de talones.

Diagrama de actividades múltiples:		Conformado de talones.			
Producto: Zapato RFASHION-3		Resumen			
Método: Actual		Tiempo en: Minutos			
Proceso: Conformado de talones.			Tiempo de ciclo	Tiempo trabajo	Tiempo inactivo
		Hombre	0.73	0.60	0.13
Máquina: Conformadora de talones.		Máquina	0.73	0.44	0.29
Operarios: 1	Fecha: 20/05/2014		Porcentaje de utilización		
Elaborado por:	Investigador.	Hombre	82 %		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez.	Máquina	60 %		

Tiempo (min)	Operario	Máquina		Tiempo (min)
		Soporte 1	Soporte 2	
0.1	Toma capellada del soporte de talones 1 y lo coloca en el soporte de talones 2, pone en marcha la máquina.	Inactivo	Inactivo	0.1
0.2				
0.3	Toma otra capellada y lo coloca en el soporte de talones 1. Pone en marcha la máquina.	Inactivo	Trabajando segunda pasada en la conformadora	0.3
0.4				
0.5	Saca capellada del soporte de talones 2 y la coloca en mesa.	Trabajando primera pasada en la conformadora	Inactivo	0.5
0.6				
0.7	Inactivo			0.7

En el diagrama de actividades múltiples del armado de puntas (tabla 29), se puede observar que el operario sujeta los pasadores de prueba mientras que la máquina está armando la punta del zapato, además el porcentaje de utilización del hombre es de 91 % aunque la máquina pasa activa solo el 20 % del tiempo de ciclo.

Tabla 29: Diagrama de actividades múltiples del armado de puntas.

Diagrama de actividades múltiples:		Armado de puntas			
Producto: Zapato RFASHION-3		Resumen			
Método: Actual		Tiempo en: Minutos			
Proceso: Armado de puntas			Tiempo de ciclo	Tiempo trabajo	Tiempo inactivo
		Hombre	0.75	0.68	0.07
Máquina: Armadora de puntas		Máquina	0.75	0.15	0.6
Operarios: 1	Fecha: 20/05/2014		Porcentaje de utilización		
Elaborado por: Investigador.		Hombre	91 %		
Aprobado por: Ing. Carlos Sánchez.		Máquina	20 %		

Tiempo (min)	Operario	Máquina	Tiempo (min)
0.1	Coloca corte en la horma y lleva a la armadora de puntas, pone en marcha la máquina.	Inactivo.	0.1
0.2			0.2
0.3	Sujeta los pasadores de prueba.	Máquina armando la punta	0.3
	Inactivo.		
0.4	Toma el ensamble de la armadora, martilla y grapa las puntas.	Inactivo.	0.4
0.5			0.5
0.6			0.6
0.7			0.7

Como se observa en la tabla 30 para el plantado de suelas el operario utiliza dos máquinas la reactivadora y la prensa. De manera similar que en el conformado de talones, aquí también se supone que la suela y el zapato ya estaban colocados con anterioridad en la reactivadora para la primera actividad descrita en la tabla que es sacar de la reactivadora la suela y el zapato.

Tabla 30: Diagrama de actividades múltiples del plantado de suelas.

Diagrama de actividades múltiples:		Plantado de suelas.			
Producto: Zapato RFASHION-3		Resumen			
Método: Actual		Tiempo en: Minutos			
Proceso: Plantado de suelas.			Tiempo de ciclo	Tiempo trabajo	Tiempo inactivo
		Hombre	1.60	1.23	0.37
Máquina: Reactivadora, prensa.		Reactiv.	1.60	0.50	1.1
		Prensa	1.60	0.18	1.42
Operarios: 1	Fecha: 20/05/2014		Porcentaje de utilización		
Elaborado por:	Investigador.	Hombre	77 %		
Aprobado por:	Ing. Carlos Sánchez.	Reactiv.	31 %		
		Prensa	11 %		

Tiempo (min)	Operario	Máquina		Tiempo (min)
		Reactivadora	Prensa	
0.25	Sacar de la reactivadora la suela y el zapato, unirlos manualmente y colocarlos en la prensa. Colocar otro zapato y otra suela en la reactivadora, prende la máquina.	Inactivo.	Inactivo.	0.25
0.50				
0.75				0.75
1.00	Inactivo.		Prensando zapato.	1.00
1.25	Retira el zapato de la prensa.	Reactivando zapato y suela.	Inactivo.	1.25
1.50	Inactivo.			1.50

Medición del trabajo.

Una vez definidas las operaciones que realizan los operarios para terminar el análisis de las actividades en el área de montaje se procede a determinar el tiempo que invierten los trabajadores en cada tarea, para ello se realiza un estudio de tiempos que se detalla en el anexo 5. El resumen de ese estudio se muestra en las tablas de la 31 a la 39. En estas se presenta el tiempo básico (T.B.), el suplemento por descanso (S) y el tiempo estándar (T.S.) para cada actividad y para todo el proceso.

Los valores de los tiempos en los cursogramas analíticos y en los diagramas de ensambles han sido rectificadas después de realizar este estudio, para tener valores exactos en esas tablas.

Tabla 31: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de empastado.

Código operación	Descripción	Minutos		
		T.B.	S	T.S.
EM-A	Coger capellada y recortar forros sobrantes.	0.34	0.04	0.38
EM-B	Coger corte y pegar puntera.	0.11	0.01	0.12
EM-C	Colocar contrafuerte con pegamento de soplete en el talón del corte.	0.23	0.03	0.26
EM-D	Sopletear con pega blanca el corte para pegar forros.	0.09	0.01	0.10
EM-E	Dar pega todo el contorno del corte.	0.09	0.01	0.10
EM-F	Colocar pasadores de prueba.	0.41	0.05	0.46
EM-S1	Llenar pega en recipiente.	0.02	0.00	0.02
EM-S2	Traer pasadores.	0.02	0.00	0.02
TOTAL :		1.31	0.15	1.46

Tabla 32: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de conformado de talones.

Código operación	Descripción	Minutos		
		T.B.	S	T.S.
CON-A	Toma capellada del soporte de talones 1 y lo coloca en el soporte de talones 2.	0.23	0.03	0.26
CON-B	Toma otra capellada y lo coloca en el soporte de talones 1.	0.23	0.03	0.26
CON-C	Saca capellada del soporte de talones 2 y la coloca en mesa.	0.08	0.01	0.09
CON-D	Esperar que acabe de conformar.	0.13	0.01	0.14
TOTAL :		0.67	0.08	0.75

Tabla 33: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de preparado de hormas.

Código operación	Descripción	Minutos		
		T.B.	S	T.S.
PH-A	Coger la horma y grapar con la plantilla.	0.23	0.03	0.26
PH-B	Recortar filos sobrantes de la plantilla.	0.34	0.04	0.38
PH-C	Colocar pega amarilla.	0.17	0.02	0.19
PH-S1	Seleccionar horma.	0.09	0.01	0.1
PH-S2	Seleccionar plantilla.	0.11	0.01	0.12
PH-S3	Preparar pegamento.	0.03	0	0.03
TOTAL :		0.97	0.11	1.08

Tabla 34: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de armado de puntas.

Código operación	Descripción	Minutos		
		T.B.	S	T.S.
AP-A	Colocar corte en la horma.	0.18	0.02	0.2
AP-B	Sujetar los pasadores de prueba.	0.07	0.01	0.08
AP-C	Esperar que máquina acabe de armar	0.07	0	0.07
AP-D	Tomar el ensamble de la armadora, martillar y grapar las puntas.	0.36	0.05	0.41
AP-S1	Preparar máquina armadora.	0.06	0.01	0.07
TOTAL :		0.74	0.09	0.83

Tabla 35: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de armado de talones y costados.

Código operación	Descripción	Minutos		
		T.B.	S	T.S.
AT-A	Armar los talones y costados con pinzas de zapatero y martillo.	1.02	0.11	1.13
AT-B	Tomar pinzas y sacar grapas del zapato y revisar que no exista cuero levantado.	0.12	0.02	0.14
AT-C	Enviar a la zona de cardado.	0.11	0.01	0.12
TOTAL :		1.25	0.14	1.39

Tabla 36: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de descalzado de horma.

Código operación	Descripción	Minutos		
		T.B.	S	T.S.
DH-A	Descalzar horma.	0.20	0.02	0.22
DH-B	Escribir talla en la entresuela.	0.15	0.02	0.17
TOTAL :		0.35	0.04	0.39

Tabla 37: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de cardado y rayado.

Código operación	Descripción	Minutos		
		T.B.	S	T.S.
CR-A	Coger piso en cardadora (cardar el cuero sobrante en la planta del zapato).	0.27	0.03	0.30
CR-B	Sujetar suela en horma y rayar bordes del zapato de acuerdo al contorno de la planta.	0.4	0.05	0.45
CR-C	Cardar por la zona rayada	0.72	0.09	0.81
CR-D	Colocar pega por la zona de cardado.	0.44	0.05	0.49
TOTAL :		1.83	0.22	2.05

Tabla 38: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de preparado de plantas.

Código operación	Descripción	Minutos		
		T.B.	S	T.S.
PP-A	Poner limpiador en suelas con una brocha.	0.15	0.02	0.17
PP-B	Poner alógeno en las plantas.	0.14	0.02	0.16
PP-C	Poner Primer o base.	0.12	0.01	0.13
PP-S1	Preparar limpiador.	0.11	0.01	0.12
PP-S2	Preparar alógeno.	0.06	0.01	0.07
PP-S3	Preparar primer.	0.07	0.01	0.08
TOTAL :		0.65	0.08	0.73

Tabla 39: Resumen del cálculo de tiempo estándar del proceso de plantado de suelas.

Código operación	Descripción	Minutos		
		T.B.	S	T.S.
PS-A	Sacar del horno planta y zapato, unirlos manualmente y colocarlos en prensadora.	0.89	0.10	0.99
PS-B	Colocar el zapato y la planta en la reactivadora.	0.09	0.01	0.10
PS-C	Esperar que la máquina termine de prensar.	0.08	0.00	0.08
PS-D	Retirar el zapato de la prensadora.	0.12	0.02	0.14
PS-E	Esperar que la máquina termine de reactivar.	0.29	0.01	0.30
PS-S1	Calentar el horno reactivador.	0.08	0.00	0.08
TOTAL :		1.55	0.14	1.69

En la tabla 40 se resumen los tiempos de los procesos del área de montaje y se establece que un zapato tarda 10.36 minutos en ser ensamblado.

Tabla 40: Resumen de tiempos estándar área de montaje.

Código operación	Proceso	Tiempo en minutos para un zapato
EM	Empastado de la capellada	1.46
CON	Conformado del talón	0.75
PH	Emplantillado de horma	1.08
AP	Armado de punta	0.83
AT	Armado de talón y costados	1.39
CR	Cardado y rayado	2.05
PP	Preparado de suela	0.73
PS	Plantado de suela	1.69
DH	Descalzado de horma	0.38
Total:		10.36

4.1.4 Distribución del trabajo e identificación de la capacidad de producción actual.

La empresa de calzado BOOM'S fabrica 48 pares de zapatos por jornada en el área de montaje. Esta área cuenta con 4 operarios de los cuales dos trabajan a tiempo completo (BM-T001 y BM-T004) y los restantes laboran medio tiempo (BM-T002 y BM-T003), los datos de los empleados se exponen en el anexo 7. La distribución de las actividades actuales se muestra en la tabla 41, además se multiplica los tiempos individuales establecidos en la tabla 40 por la producción diaria de 48 pares de zapatos que se tiene en la empresa para obtener los tiempos que dedican a cada proceso los trabajadores durante la jornada.

Tabla 41: Distribución de actividades en el área de montaje por jornada de trabajo.

Código operación	TS para un obrero. (min.)	TS para 48 pares de zapatos. (min.)	Operario que realiza el proceso.
EM	1.46	140.16	BM-T001
CON	0.75	72.00	BM-T001
PH	1.08	103.68	BM-T002
AP	0.83	79.68	BM-T003
AT	1.39	133.44	BM-T003
CR	2.05	196.80	BM-T004
PP	0.73	70.08	BM-T002
PS	1.69	162.24	BM-T004
DH	0.38	36.48	BM-T001
TOTAL	10.36	994.56	

Una vez finalizado el estudio del trabajo efectuado por los operarios en el área de montaje, analizando las actividades que realizan, los tiempos que invierten en cada una de esas tareas y su distribución se puede pasar al estudio del consumo metabólico en la jornada laboral del personal de la empresa en el área de montaje.

4.2 Determinación del consumo metabólico para las diferentes actividades de los trabajadores en el área de montaje.

Al distribuir las labores en el área de montaje, se asigna a los trabajadores un conjunto de tareas esperando obtener de ellos la mayor capacidad de producción posible; pero si no se pensó en las necesidades energéticas que son necesarias para realizar esas actividades, entonces se habrá diseñado un sistema a ciegas, pues si el consumo energético está por encima de las posibilidades del hombre, éste será incapaz de cumplir la tarea, o la cumplirá durante un tiempo hasta que alcance su valor límite o modifique su actividad, consciente o inconscientemente, disminuyendo su ritmo o modificando sus métodos de trabajo, quizás en detrimento de la productividad o de la calidad, lo cual sucede con frecuencia.

4.2.1 Selección del método para la determinación del gasto energético.

El método más preciso para la determinación del gasto energético es la medición del consumo de oxígeno que tiene un margen de error de $\pm 5\%$, pero no se escogió debido a que se necesita equipos sofisticados como el saco de Douglas, lo que supone molestias en el trabajador y una intervención en el ciclo productivo normal en la empresa repercutiendo de forma directa en la productividad.

De los métodos expuestos en la tabla 2 se ha seleccionado la utilización de tablas de estimación del metabolismo a partir de los componentes de la actividad, ya que este método aumenta su fiabilidad en el caso de trabajos de ciclo corto y repetido como son las actividades del área de montaje que se analiza y a pesar de tener un margen de error de alrededor del $\pm 15\%$ es un método que no interfiere con las actividades normales del trabajador lo que no repercute en la producción diaria de la empresa.

4.2.2 Cálculo del consumo metabólico de las distintas operaciones en el área de montaje.

Consumo metabólico en función de los componentes de la actividad.

El metabolismo de una persona se puede estimar sumando los diferentes componentes de la actividad como se muestra en la ecuación 3.

$$\text{Consumo metabólico} = \text{basal} + \text{postura} + \text{actividad} + \text{desplazamiento} \quad (3)$$

En la tabla 31 se observa las actividades que realiza el trabajador en el proceso de empastado, se toma la actividad EM-A (Coger capellada y recortar forros sobrantes).

Para calcular el consumo metabólico total se debe establecer el valor de cada uno de sus componentes:

Metabolismo basal: 44 W/m²

El metabolismo basal corresponde a una persona del sexo masculino, 170 cm, 70 Kg, 1,8 m² de superficie corporal, 35 años, que se le toma como promedio.

Metabolismo de la postura corporal: 25 W/m² (De pie).

Esta actividad se realiza de pie, entonces se busca el valor en la tabla 5 que corresponda a esta postura.

Metabolismo del tipo de actividad: 85 W/m² (Dos brazos medio).

Este trabajo necesita el movimiento de los brazos para tomar una capellada colocarla en la mesa de trabajo y después recortar los filos sobrantes. Entonces este trabajo se realiza con los dos brazos y su intensidad es media. Se obtiene el valor correspondiente de la tabla 6.

Metabolismo del desplazamiento realizado en función de su velocidad: 0 W/m²

Esta actividad se realiza en un solo puesto de trabajo por lo que no es necesario considerar la componente de desplazamiento, pero de existir se toma de la tabla 7, y el valor obtenido

se lo multiplica por la velocidad de desplazamiento. Se asume un valor constante para la velocidad de 0.97 m/s que es una velocidad normal de desplazamiento de una persona.

Entonces el consumo metabólico según la ecuación 3 sería igual a:

Consumo metabólico = basal + postura + actividad + desplazamiento

$$\text{Consumo metabólico} = (44 + 25 + 85 + 0) \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

$$\text{Consumo metabólico} = 154 \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Para cada gesto se tiene un consumo metabólico determinado. Un trabajo se caracteriza por diferentes gestos o actividades. Para calcular el metabolismo medio de todo el trabajo es necesario conocer el tiempo de cada una de las actividades; entonces el valor metabólico medio se obtiene ponderando por el tiempo de cada una de las actividades como se muestra en las fórmulas 4 y 5:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n (m_i * t_i)}{T} \quad (4)$$

$$T = \sum_{i=1}^n (t_i) \quad (5)$$

Donde:

M = Consumo metabólico medio durante el periodo de tiempo T.

m_i = Consumo metabólico durante el periodo de tiempo t_i .

t_i = Tiempo de duración de la actividad i .

T = Tiempo total.

El consumo metabólico medio de la operación de empastado, es igual al consumo metabólico de cada gesto o actividad mostrados en la tabla 31. Este cálculo esta resumido en la tabla 42 en la columna Suma (m_i). A cada consumo metabólico m_i se le debe multiplicar el tiempo de duración tomados igualmente de la tabla 31. Finalmente se aplica la ecuación 4:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n (m_i * t_i)}{T}$$

$$M = \frac{185.06 [W/m^2] * [min]}{1.46 [min]}$$

$$M = \mathbf{126.75 [W/m^2]}$$

Además T es igual a la sumatoria de los tiempos de cada actividad, entonces aplicando la ecuación 5 se tiene:

$$T = \sum_{i=1}^n (t_i)$$

$$T = (0.38 + 0.12 + 0.26 + 0.10 + 0.10 + 0.46 + 0.02 + 0.02)[min]$$

$$T = \mathbf{1.46 [min]}$$

Tabla 42: Cálculo del consumo metabólico de la operación de empastado.

Código Operación	Tiempo (t _i) (min)	Componentes del consumo metabólico [W/m ²]							Suma (m _i)	(m _i * t _i)	
		Basal	Postura		Actividad		Desplazamiento				
EM-A	0.38	44	De pie	25	2 Brazos medio	85	-	0	154.0	58.52	
EM-B	0.12	44	De pie	25	2 Brazos medio	85	-	0	154.0	18.48	
EM-C	0.26	44	De pie	25	2 Brazos medio	85	-	0	154.0	40.04	
EM-D	0.10	44	De pie	25	2 Brazos medio	85	-	0	154.0	15.40	
EM-E	0.10	44	De pie	25	2 Manos ligero	15	-	0	84.0	8.40	
EM-F	0.46	44	De pie	25	2 Manos ligero	15	-	0	84.0	38.64	
EM-S1	0.02	44	De pie	25	2 Manos ligero	15	-	0	84.0	1.68	
EM-S2	0.02	44	De pie	25	-	-	0.97 m/s	106.70	175.7	3.90	
Total (T):	1.46								Suma (m_i * t_i):	185.06	
									Consumo metabólico medio (M) en [W/m²]:	126.75	

Para determinar el consumo metabólico medio de las demás operaciones en el área de montaje se sigue el mismo procedimiento explicado. Los datos se toman de las tablas 32 a 39 y los resultados se muestran en las tablas 43 a la 50 respectivamente. Los valores de consumo metabólico de todas las tablas están dados en watts/metro² ya que todas las tablas en las que están basados estos cálculos están en esta unidad de medida.

Para posteriores análisis se transforma el consumo metabólico medio de W/m² a Kcal/hora utilizando las equivalencias de la tabla 1.

Tabla 43: Cálculo del consumo metabólico de la operación de conformado de talones.

Código Operación	Tiempo (t _i) (min)	Componentes del consumo metabólico [W/m ²]							Suma (m _i)	(m _i * t _i)	
		Basal	Postura		Actividad		Desplazamiento				
CON-A	0.26	44	De pie inclinado	30	Tronco ligero	125	-	0	199	51.74	
CON-B	0.26	44	De pie inclinado	30	Tronco ligero	125	-	0	199	51.74	
CON-C	0.09	44	De pie inclinado	30	Tronco ligero	125	-	0	199	17.91	
CON-D	0.14	44	De pie	25	-	0	-	0	69	9.66	
Total (T):	0.75								Suma (m_i * t_i):	131.05	
										Consumo metabólico medio (M) en [W/m²]:	174.73

Tabla 44: Cálculo del consumo metabólico de la operación de preparado de hormas.

Código Operación	Tiempo (t _i) (min)	Componentes del consumo metabólico [W/m ²]							Suma (m _i)	(m _i * t _i)	
		Basal	Postura		Actividad		Desplazamiento				
PH-A	0.26	44	De pie	25	2 brazos intenso	105	-	0	174	45.24	
PH-B	0.38	44	De pie	25	2 brazos intenso	105	-	0	174	66.12	
PH-C	0.19	44	De pie	25	2 brazos ligero	65	-	0	134	25.46	
PH-S1	0.10	44	De pie	25	2 brazos ligero	65	-	0	134	13.40	
PH-S2	0.12	44	De pie	25	2 brazos ligero	65	-	0	134	16.08	
PH-S3	0.03	44	De pie	25	2 manos ligero	15	-	0	84	2.52	
Total (T):	1.08								Suma (m_i * t_i):	168.82	
										Consumo metabólico medio (M) en [W/m²]:	156.31

Tabla 45: Cálculo del consumo metabólico de la operación de armado de puntas.

Código Operación	Tiempo (t _i) (min)	Componentes del consumo metabólico [W/m ²]							Suma (m _i)	(m _i * t _i)	
		Basal	Postura		Actividad		Desplazamiento				
AP-A	0.20	44	De pie	25	2 brazos ligero	65	0.97	73	106.7	21.34	
AP-B	0.08	44	De pie inclinado	30	2 brazos ligero	65	-	0	139.0	11.12	
AP-C	0.07	44	De pie	25	-	-	-	0	69.0	4.83	
AP-D	0.41	44	De pie inclinado	30	Tronco medio	125	-	0	199.0	81.59	
AP-S1	0.07	44	De pie	25	2 brazos ligero	65	-	0	134.0	9.38	
Total (T):	0.83								Suma (m_i * t_i):	128.26	
										Consumo metabólico medio (M) en [W/m²]:	154.53

Tabla 46: Cálculo del consumo metabólico de la operación de armado de talones y costados.

Código Operación	Tiempo (t _i) (min)	Componentes del consumo metabólico [W/m ²]							Suma (m _i)	(m _i * t _i)	
		Basal	Postura		Actividad		Desplazamiento				
AT-A	1.13	44	De pie inclinado	30	tronco moderado	190	-	0	264.0	298.32	
AT-B	0.14	44	De pie	25	dos brazos intenso	105	-	0	174.0	24.36	
AT-C	0.12	44	De pie	25	-	-	0.97	106.7	175.7	21.08	
Total (T):	1.39								Suma (m_i * t_i):	343.76	
									Consumo metabólico medio (M) en [W/m²]:	247.31	

Tabla 47: Cálculo del consumo metabólico de la operación de cardado y rayado.

Código Operación	Tiempo (t _i) (min)	Componentes del consumo metabólico [W/m ²]							Suma (m _i)	(m _i * t _i)	
		Basal	Postura		Actividad		Desplazamiento				
CR-A	0.30	44	De pie	25	dos brazos medio	85	-	0	154	46.20	
CR-B	0.45	44	Sentado	10	dos brazos ligero	65	-	0	119	53.55	
CR-C	0.81	44	De pie	25	dos brazos medio	85	-	0	154	124.74	
CR-D	0.49	44	De pie	25	dos brazos ligero	65	-	0	134	65.66	
Total (T):	2.05								Suma (m_i * t_i):	290.15	
									Consumo metabólico medio (M) en [W/m²]:	141.54	

Tabla 48: Cálculo del consumo metabólico de la operación de preparado de planta.

Código Operación	Tiempo (t _i) (min)	Componentes del consumo metabólico [W/m ²]							Suma (m _i)	(m _i * t _i)	
		Basal	Postura		Actividad		Desplazamiento				
PP-A	0.17	44	De pie inclinado	30	dos brazos ligero	65	-	0	139	23.63	
PP-B	0.16	44	De pie inclinado	30	dos brazos ligero	65	-	0	139	22.24	
PP-C	0.13	44	De pie inclinado	30	dos brazos ligero	65	-	0	139	18.07	
PP-S1	0.12	44	De pie	25	dos brazos ligero	65	-	0	134	16.08	
PP-S2	0.07	44	De pie	25	dos brazos ligero	65	-	0	134	9.38	
PP-S3	0.08	44	De pie	25	dos brazos ligero	65	-	0	134	10.72	
Total (T):	0.73								Suma (m_i * t_i):	100.12	
									Consumo metabólico medio (M) en [W/m²]:	137.15	

Tabla 49: Cálculo del consumo metabólico de la operación de plantado de suela.

Código Operación	Tiempo (t _i) (min)	Componentes del consumo metabólico [W/m ²]							Suma (m _i)	(m _i * t _i)		
		Basal	Postura		Actividad		Desplazamiento					
PS-A	0.99	44	De pie	25	tronco medio	190	-	0	259.0	256.41		
PS-B	0.10	44	De pie	25	dos brazos medio	85	0.97	106.7	260.7	26.07		
PS-C	0.08	44	De pie	25	-	-	-	0	69.0	5.52		
PS-D	0.14	44	De pie inclinado	30	dos brazos medio	85	0.97	106.7	265.7	37.20		
PS-E	0.30	44	De pie	25	-	-	-	0	69.0	20.70		
PS-S1	0.08	44	De pie	25	-	-	-	0	69.0	5.52		
Total (T):	1.69	Suma (m_i * t_i):							351.42	Consumo metabólico medio (M) en [W/m²]:		207.94

Tabla 50: Cálculo del consumo metabólico de la operación de descalzado de horma.

Código Operación	Tiempo (t _i) (min)	Componentes del consumo metabólico [W/m ²]							Suma (m _i)	(m _i * t _i)		
		Basal	Postura		Actividad		Desplazamiento					
DH-A	0.22	44	De pie inclinado	30	tronco intenso	280	-	0	354	77.88		
DH-B	0.17	44	De pie	25	manos ligero	15	-	0	84	14.28		
Total (T):	0.39	Suma (m_i * t_i):							92.16	Consumo metabólico medio (M) en [W/m²]:		236.31

En la tabla 51 se resume los cálculos del consumo metabólico de cada actividad en el área de montaje. Además se da la equivalencia en Kcal/min, basándose que 1 w/m² equivale a 1.553 Kcal/hora para una superficie corporal estándar de 1,8 m² según la tabla 1.

Tabla 51: Resumen del cálculo del consumo metabólico de la operación del área de montaje.

Código operación	M (W/m ²)	M (Kcal/min)
EM	126.75	3.28
CON	174.73	4.52
PH	156.31	4.05
AP	154.53	4.00
AT	247.31	6.40
CR	141.54	3.66
PP	137.15	3.55
PS	207.94	5.38
DH	236.31	6.12

En la fig. 9 se expone los consumos metabólicos de los procesos del área de montaje. Se observa que los procesos AT, DH demandan un gran consumo de energía y los operarios que realizan estas actividades pueden llegar a sufrir de fatiga o cansancio si su capacidad física no es la adecuada para realizar estas operaciones. Además los procesos PS, CON, PH y AP tienen un consumo de energía considerable por lo que algunos trabajadores podrían no estar preparados para abastecer esta demanda energética. Finalmente los procesos CR, PP y EM requieren poca energía para ser llevadas a cabo y no repercutirían en la salud de los trabajadores.

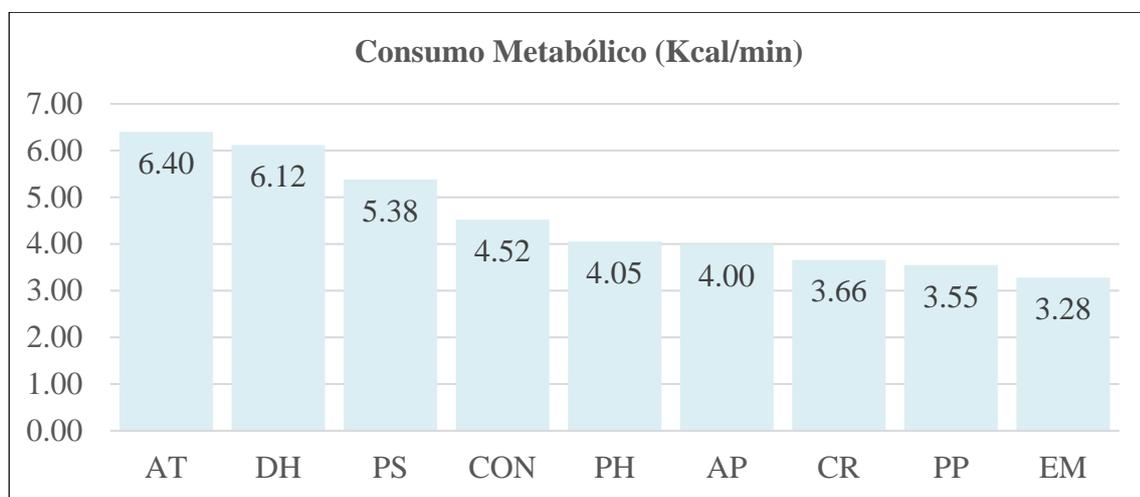


Fig. 7: Consumo metabólico de las operaciones del área de montaje.

4.2.3 Cálculo del consumo metabólico de la jornada de trabajo para cada operador en el área de montaje.

El código de trabajo del Ecuador establece en el art. 47 que la jornada máxima de trabajo será de ocho horas diarias, de manera que no exceda de cuarenta horas semanales y en el art. 57 menciona la división de la jornada laboral en dos partes con un reposo de hasta dos horas después de las cuatro primeras horas de labores [26].

Es así que se establece que la jornada laboral está dividida en dos momentos el productivo y el de descanso, sin embargo en el momento productivo existe intervalos en los que se realiza actividades que no agregan valor a nuestro producto como son demoras, transportes de materiales, etc.

Entonces se divide la jornada de trabajo en tres momentos que son:

- **Momento 1:** Se refiere al tiempo necesario para producir el estándar requerido.
- **Momento 2:** Es el tiempo en el que el trabajador sin abandonar su puesto de trabajo no está produciendo y que se le atribuyen a la demora de los recursos necesarios para la producción, a la detención del flujo por motivos ajenos al trabajador y problemas de salud o fatiga.
- **Momento 3:** Consiste en el tiempo reglamentado para alimentación y descanso.

Cada momento de la jornada está caracterizado por un consumo metabólico distinto que es necesario establecer para poder calcular el consumo metabólico promedio de un día de trabajo. La medición del consumo metabólico en el momento 1, se toma de las tablas 42 a 50 y se asigna de acuerdo a cada actividad que realicen los operarios.

El momento dos puede establecerse fijando las medidas para sentado de 1.2 Kcal/min, parado 2 Kcal/min y caminando de 2.5 Kcal. Tomando en consideración que el operario no podrá estar sentado, se saca el promedio de las mediciones de parado y caminando lo que nos da un valor de 2.25 Kcal/min., a este se lo toma como valor constante para el momento dos. El momento 3 es más estable y puede estimarse el consumo metabólico que demanda con un valor constante de 1.7 Kcal [6].

En las tablas 52 a la 55 se especifica el gasto energético total para cada momento de la jornada de los trabajadores del área de montaje.

Tabla 52: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T001.

Momento	Actividad	Duración (minutos)	Gasto Energético (Kcal/min)	Gasto energético Total. (Kcal)
Momento 1	EM	140.16	3.28	459.72
	CON	72.00	4.52	325.44
	DH	36.48	6.12	223.26
Momento 2	Parad-Caminan.	171.36	2.25	385.56
Momento 3	Descanso	60.00	1.70	102.00
Total		480.00		1495.98

Tabla 53: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T002.

Momento	Actividad	Duración (minutos)	Gasto Energético (Kcal/min)	Gasto energético Total. (Kcal)
Momento 1	PH	103.68	4.05	419.90
	PP	70.08	3.55	248.78
Momento 2	Parad-Caminan.	66.24	2.25	149.04
Momento 3	Descanso	-	-	-
Total		240.00		817.72

Tabla 54: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T003.

Momento	Actividad	Duración (minutos)	Gasto Energético (Kcal/min)	Gasto energético Total. (Kcal)
Momento 1	AP	79.68	4.00	318.72
	AT	133.44	6.40	854.016
Momento 2	Parad-Caminan.	26.88	2.25	60.48
Momento 3	Descanso	-	-	-
Total		240.00		1233.22

Tabla 55: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T004.

Momento	Actividad	Duración (minutos)	Gasto Energético (Kcal/min)	Gasto energético Total. (Kcal)
Momento 1	CR	196.8	3.66	720.29
	PS	162.24	5.38	872.85
Momento 2	Parad-Caminan.	60.96	2.25	137.16
Momento 3	Descanso	60.00	1.70	102.00
Total		480.00		1832.30

En la tabla 56 se muestra el gasto energético de la jornada (GEJ), para ello se divide el gasto energético total para la duración de la jornada

Tabla 56: Gasto energético de la jornada para cada trabajador.

Trabajador	Duración. (minutos)	Gasto energético Total. (Kcal)	Gasto energético de la jornada. (Kcal/min)
BM-T001	480	1495.98	3.12
BM-T002	240	817.72	3.41
BM-T003	240	1233.22	5.14
BM-T004	480	1832.30	3.82

En la fig. 10 se aprecia el gasto energético de la jornada para cada trabajador, en este se observa que el trabajador BM-T003 tiene un GEJ de 5.14 Kcal/min que esta desproporcionado en relación con los demás trabajadores, después lo sigue el BM-T004 con 3.82 Kcal/min, el BM-T002 con 3.41 Kcal/min y finalmente BM-T001 con 3.12 Kcal/min.

La distribución del trabajo debe ser lo más balanceada posible para que los valores de GEJ de los operarios sean cercanos entre sí. Sin embargo, en la empresa de calzado BOOM'S se realiza la asignación de tareas únicamente tomando en cuenta los tiempos requeridos para realizar las actividades dejando de lado el gasto energético que genera realizar las mismas.

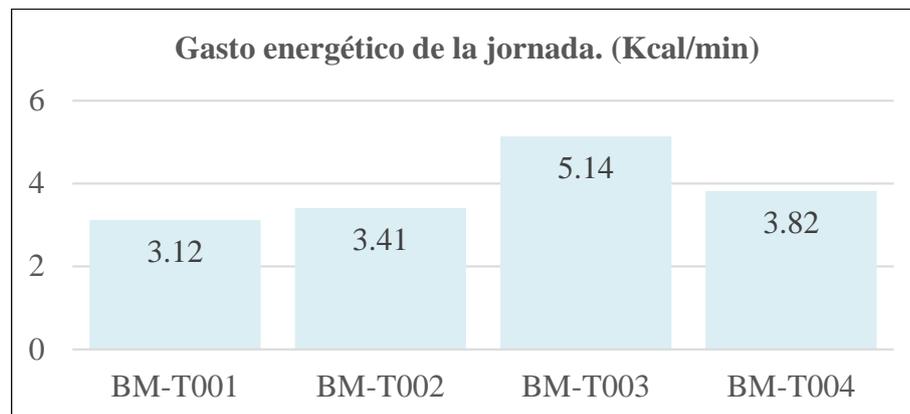


Fig. 8: Gasto energético de la jornada para cada trabajador, método actual.

Cada operario dependiendo de la edad, el sexo, la nutrición, la actividad física y los estados patológicos, tienen una capacidad física de trabajo distinta que los lleva a generar mayor o menor cantidad de energía. De esto depende la carga de trabajo que se le puede asignar a cada uno sin perjudicar su salud. A continuación se analiza la capacidad física de cada trabajador y la máxima energía que puede generar.

4.3 Evaluación de la capacidad física de trabajo en los operarios del área de montaje.

La mayor cantidad de trabajo que un operario puede realizar se determina mediante el consumo máximo de oxígeno, pero para medirlo se necesita de pruebas de laboratorio.

Es por esta razón que se usa pruebas indirectas tomando en cuenta que la carga de trabajo tiene relación directa con el consumo de oxígeno y la frecuencia cardíaca.

La prueba escalonada es un método que se basa en la aplicación de tres cargas físicas escalonadas en un banco a un ritmo constante de subida y bajada específico y con el control de la frecuencia cardíaca (FC) como indicador de esfuerzo.

4.3.1 Metodología para la toma de datos de la prueba escalonada.

La prueba se realiza de forma individual a cada trabajador en un ambiente en el que las condiciones climáticas no afecte a las mediciones, siendo hecha siempre en un lugar cerrado donde no exista la influencia del viento, ya que de hallarse este factor los valores de la prueba se verían modificados, además que sería difícil volver a repetir la prueba de esfuerzo en las mismas condiciones, con lo que no se estaría cumpliendo con los requisitos de la prueba escalonada de ser comparable y repetible. El procedimiento y el protocolo para la toma de datos se detallan en el anexo 6 y 7 respectivamente.

La información se registra en una hoja de cálculo en la que se llena los datos personales del trabajador, las medidas previas a la prueba escalonada, las condiciones climatológicas y las medidas de la prueba como se muestra en el anexo 8 en que se detalla las características de los datos. El proceso que se emplea para la toma de datos de un trabajador se muestra a continuación:

1. Tomar los datos personales del trabajador.

Los datos necesarios se muestran en la tabla 57 que es un extracto de la ficha del anexo 8.

Tabla 57: Datos personales operario del área de montaje.

Nombre:	Carlos Miguel Pazmiño Bombón.	
Edad:	22	Firma
Sexo (m/f):	M	
Sub-área:	Montaje.	
Cargo/maq o actividad	Empastado y montaje.	Ci: 180*****-4
		Cod.t: BM-T001

2. Pesar al sujeto en ropa ligera y descalzo (kg).

El trabajador debe estar erguido con la mirada hacia el frente para una correcta medición. En este caso el trabajador pesó 62.7 kg.

3. Tomar frecuencia cardíaca (FC) y tensión arterial en reposo.

Para tomar estos datos fisiológicos del trabajador es necesario que el mismo haya cesado sus actividades laborales alrededor de 10 minutos antes de la medición; pues el trabajador en sus actividades laborales ya estará realizando una acción física y para estas medidas se necesita que la persona esté en reposo, como se muestra en la fig. 9.



Fig. 9: Toma de la frecuencia cardíaca y tensión arterial.

4. Calcular la FC de referencia (FC ref.).

Para esto se usa la fórmula 1 y 2.

$$\text{FC máx.} = 220 - \text{edad}$$

$$\text{FC máx.} = 220 - 22$$

$$\text{FC máx.} = 198 \text{ [Latidos/minuto]}$$

$$\text{FC ref.} = 65 \% \text{ de la FC máx}$$

$$\text{FC ref.} = 0.65 * 198$$

$$\text{FC ref.} \approx 129 \text{ [Latidos/minuto]}$$

El trabajador podrá realizar la prueba hasta que su frecuencia cardíaca sea igual o mayor a 129 [Latidos/minuto].

5. **Asignar la primera carga de trabajo de 17 veces/min durante tres minutos.**
Se debe verificar que el trabajador realice el ejercicio al ritmo adecuado.



Fig. 10: Trabajador al realizar la prueba escalonada.

Al terminar la primera carga se mide la frecuencia cardíaca (FC1), fig. 11.



Fig. 11: Medición de la FC después de realizar el ejercicio.

El trabajador registro una FC1 de 73 [latidos/minuto].

Como la FC1 < FC. ref. entonces se continúa la prueba. Se recomienda acomodar el equipo de medición de la frecuencia cardíaca en cada intervalo de ejercicio.

6. Asignar la segunda carga de trabajo de 26 veces/min durante tres minutos.

Al terminar la segunda carga se mide la frecuencia cardíaca (FC2).

El trabajador registro una FC1 de 87 [latidos/minuto].

Como la FC2 < FC. ref. entonces se continúa la prueba.

7. Asignar la tercera carga de trabajo de 34 veces/min durante tres minutos.

Al terminar la tercera carga se mide la frecuencia cardíaca (FC3).

El trabajador registro una FC3 de 106 [latidos/minuto].

Como la FC3 < FC. ref. entonces se continúa la prueba.

8. Asignar la cuarta carga de trabajo de 34 veces/min durante cinco minutos.

Al terminar la cuarta carga se mide la frecuencia cardíaca (FC4).

El trabajador registro una FC4 de 132 [latidos/minuto].

Esta es la última carga de trabajo sin importar si el trabajador sobrepasa o no la frecuencia cardíaca de referencia.

Los datos obtenidos de la prueba escalonada de todos los trabajadores se exponen en la tabla 58 y las fichas completas de cada trabajador se muestran en el anexo 9, y en el anexo 10 se muestra fotografías de los trabajadores realizando la prueba.

El primer trabajador logra llegar a la última etapa de la prueba, mientras que dos llegan a la tercera etapa y solamente una persona no logra pasar la segunda etapa de la prueba, lo que evidencia una menor capacidad física al respecto de los demás trabajadores.

Tabla 58: Datos obtenidos de la prueba escalonada.

Código trabajador	Edad	Sexo (M/F)	Peso	FC	Tensión Arterial	FC máx.	FC ref.	FC 1	FC 2	FC 3	FC 4
BM-T001	22	M	62.7	65	113 - 70	198	129	73	87	106	132
BM-T002	18	M	65.0	67	128 - 57	202	131	91	111	136	-
BM-T003	37	M	72.7	54	120 - 59	183	119	71	98	140	-
BM-T004	25	M	85.9	70	126 - 81	195	127	104	128	-	-

4.3.2 Interpretación y análisis de la prueba escalonada.

El trabajador con el código BM-T001 registro una FC4 = 132 latidos/minuto y como es la última carga de trabajo se detiene la prueba y con este valor se busca en la tabla correspondiente el valor del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.).

Dependiendo hasta que carga de trabajo llegue la persona (primera, segunda, tercera o cuarta) se debe buscar en la tabla correspondiente el valor de VO₂ máx. Si la persona llega solo hasta la primera carga el valor de VO₂ máx. se busca en la tabla 10, si llega hasta la segunda carga en la tabla 11 y de llegar a la tercera o cuarta carga el valor de VO₂ máx. se toma de la tabla 12.

El sujeto en estudio llegó hasta la cuarta carga por lo que se toma el valor de VO₂ máx. de la tabla 12. Con el valor del peso de 62.7 kg y la FC4 de 132 latidos/minuto se busca el valor de consumo máximo de oxígeno como se muestra en la tabla 59.

Tabla 59: Metodología para obtener el consumo máximo de oxígeno.

		FC3 (Lat/min)																													
Hombre	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	Mujer	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184
Peso (Kg)	CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (l/min) (VO ₂ máx.)																VO ₂ Submáx (L/min)														
0 - 44	365	340	322	301	285	272	258	246	233	224	216	208	199	191	184	144															
45 - 49	388	359	337	319	301	289	274	260	248	237	228	219	210	202	197	153															
50 - 54	411	378	351	333	318	303	289	275	261	250	240	230	222	210	203	162															
55 - 59	436	400	370	350	331	320	306	290	277	265	254	243	234	225	218	172															
60 - 64	459	417	405	378	358	342	324	305	293	281	271	261	250	240	231	181															

El VO₂ máx. para este trabajador es de 378 pero para expresarlo en litros/minuto se divide ese valor para 100, siendo entonces:

$$VO_2 máx. = \frac{378}{100} = 3.78 \frac{\text{litros}}{\text{minuto}}$$

El valor de VO_2 máx. se rectifica multiplicando por el factor de corrección según la edad, este valor se toma de la tabla 9. Como la edad del trabajador es de 22 años entonces su factor de corrección es 1, entonces:

$$VO_2\text{máx. (corregido)} = 3.78 * 1 = \mathbf{3.78} \frac{\text{litros}}{\text{minuto}}$$

Con la obtención de este valor se procede a calcular otros indicadores que conforman la semblanza fisiológica del trabajador.

Estimación de la capacidad física de trabajo (CFT).

La ecuación 6 nos permite calcular la CFT en función del consumo de oxígeno máximo y el peso de la persona, sus unidades están dadas en mililitros de oxígeno sobre kilogramos por minuto.

$$CFT = \frac{VO_2\text{máx. (corregido)} * 1000}{\text{Peso}} \left[\frac{\text{ml}}{\text{Kg} * \text{min}} \right] \quad (6)$$

$$CFT = \frac{3.78 * 1000}{62.7} \left[\frac{\text{ml}}{\text{Kg} * \text{min}} \right]$$

$$CFT = \mathbf{60.29} \left[\frac{\text{ml}}{\text{Kg} * \text{min}} \right]$$

La CFT se califica en baja, normal o alta. Para ello los valores deben referirse a la clasificación mostrada en la fig. 12. Para el trabajador BM-T001 se define la CFT como alta, lo que permite a este trabajador realizar actividades dinámicas que consuman una considerable cantidad de energía.

<i>Clasificación de la CFT</i> $\left[\frac{\text{ml}}{\text{Kg} * \text{min}} \right]$		
< 35	35 – 45	> 45
<i>Baja</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>

Fig. 12: Clasificación de la capacidad física de trabajo [1].

El VO₂ máx. está relacionado linealmente con el consumo de energía y cuando en el organismo se combustiona un litro de oxígeno frente a los principales nutrientes (carbohidratos, grasa y proteínas) se libera aproximadamente 5 Kcal. A esto se acepta como una constante biológica [6].

Con esto se puede transformar el consumo de oxígeno durante el ejercicio a un gasto energético por minutos al multiplicarlo por la constante biológica.

Gasto Calórico Máximo (GCM)

Es la transformación del VO₂ máx.(corregido) a Kcal usando la constante biológica.

$$GCM = 3.78 \frac{\text{litros } (O_2)}{\text{min}} * \frac{5Kcal}{1 \text{ litro } (O_2)} = 18.9 \frac{Kcal}{min}$$

Límite energético para 8 horas de trabajo continuo (Li.Energ.)

Se propone como límite calórico para 8 horas de trabajo un compromiso no mayor del 30% del GCM del trabajador.

$$\text{Límite energético} = 18.9 \frac{kcal}{min} * 0.30 = 5.67 \frac{kcal}{min}$$

El trabajador puede realizar las actividades laborales durante toda la jornada laboral siempre y cuando estas no sobrepasen un consumo de 5.67 Kcal/min. y si excediera este valor se debe establecer una jornada laboral con pausas o descansos.

Clasificación energética.

Se puede hacer una clasificación energética dependiendo del consumo de energía de las personas como se muestra en la tabla 60. Los valores de la tabla 60 están expresados en Kcal/hora mientras que el límite energético esta expresado en Kcal/min, por lo que las unidades del límite energético se transforman a unidades de Kcal/hora. Entonces para el trabajador analizando sería:

$$5.67 \frac{kcal}{min} * 60 \frac{min}{hora} = 340.20 \frac{kcal}{hora}$$

Tabla 60: Clasificación energética para hombres y mujeres en Kcal/hora [20].

	Mujer	Hombre
LIGERA	<110	< 150
MODERADA	110 – 180	150 – 250
PESADA	181 – 240	251 – 350
MUY PESADA	> 240	> 350

El valor de 340.20 Kcal/hora expresa que el trabajador está calificado para realizar una actividad pesada. Los resultados obtenidos de todos los trabajadores del área de montaje se muestran en la tabla 61.

Tabla 61: Clasificación de la CFT y nivel de actividad de los trabajadores.

Código trabajador	(VO₂ máx.) litros/minuto	Factor de corrección según la edad	VO₂ máx. corregido litros/minuto	Capacidad física de trabajo (CFT)	Clasificación de la CFT	Gasto calórico máximo (GCM)	Limite energético	Nivel de actividad
BM-T001	3.78	1	3.78	60.29	Alta	18.90	5.7	Pesada
BM-T002	3.76	1	3.76	57.85	Alta	18.80	5.6	Pesada
BM-T003	3.76	0.94	3.53	48.60	Alta	17.67	5.3	Pesada
BM-T004	3.76	1	3.76	43.77	Normal	18.80	5.6	Pesada

En la fig. 13 se muestra el porcentaje de trabajadores que se encuentran en cada nivel de la clasificación de la capacidad física de trabajo. Los resultados revelan que el 75% de los trabajadores tienen una capacidad física alta lo que les permite realizar tareas en las que las demás personas presentarían síntomas de cansancio y fatiga.

El 25% tiene una capacidad física normal lo que podría impedirles realizar algunas tareas en el área de montaje en las que se necesite personas con una capacidad física alta como son los procesos de armado de talones, descalzado de hormas y plantado de suelas.

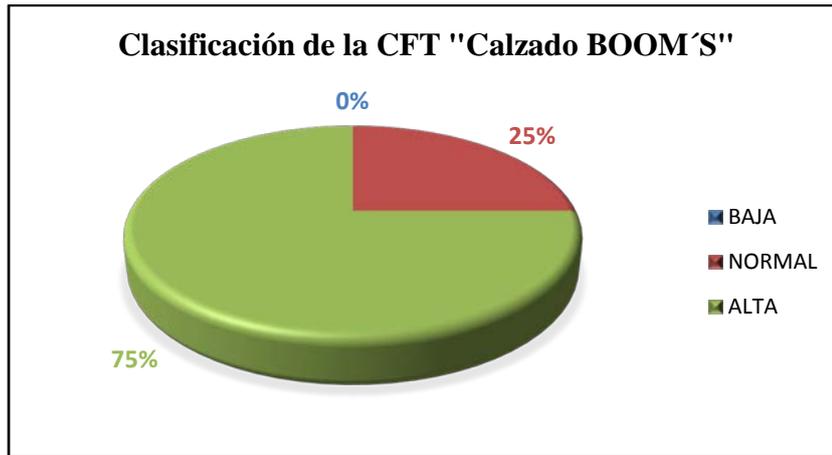


Fig. 13: Análisis porcentual de la capacidad física de trabajo.

En la fig. 14 se observa la clasificación energética por porcentajes de los trabajadores, esto es útil para complementar a la clasificación de la CFT. Con las clasificaciones de CFT y energética, se puede designar a las personas en las actividades para las que están aptos.



Fig. 14: Análisis porcentual energético.

El 100% de los trabajadores está capacitado para desempeñar labores pesadas según la clasificación energética; sin embargo, se debe tener en cuenta la clasificación de la CFT, ya que el 25% de la población no tiene una capacidad física adecuada para realizar un trabajo alto o excesivo.

Entonces un trabajador que pueda generar la energía necesaria para desempeñar un trabajo pesado se vería limitado por su capacidad física ya que al tener una CFT normal

o baja esta persona presentara síntomas de cansancio antes que una que tenga una CFT alta. Por esta razón se debe tener cuidado en la asignación de las tareas y no basarse en una sola clasificación de la población

En un estudio del análisis de la capacidad física de trabajo en el área de montaje de empresas de calzado en la provincia de Tungurahua (Anexo 11) se obtiene como resultado en hombres que el 7% tiene una CFT baja, 13% normal y 80% alta; mientras que el 2% de hombres tiene una clasificación energética ligera, el 15% moderada, el 59% pesada y el 25% muy pesada.

La CFT en BOOM'S es alta en el 75% y las personas que pueden realizar trabajos pesados es del 100%, mientras que otras empresas el 80% de la población tiene una CFT alta y solo el 59% está apto para realizar tareas pesadas. Con esto se concluye que el personal de BOOM'S tiene una buena CFT y clasificación energética en comparación con otros trabajadores.

4.4 Programa de acondicionamiento físico para mejorar la capacidad física en los operarios.

Diseñar programas de entrenamiento bajo una perspectiva no competitiva sino de mantenimiento y fomento de la salud requiere el conocimiento, por parte de quien lo lleva a cabo, de una serie de principios básicos sobre el entrenamiento en general y de las características fundamentales del grupo de población a quien va dirigido.

Además para que los programas de acondicionamiento físico sean efectivos se debe fomentar hábitos de vida saludables que ayude en definitiva a la mejora de la salud [27].

Es necesario adaptar el programa de entrenamiento a las características personales de cada individuo, para de esta forma, determinar la configuración final del plan de trabajo de las diferentes cualidades físicas.

4.4.1 Características del entrenamiento físico a implementar.

Consiste en un esquema de entrenamiento para ser ejecutado en un banco de dos escalones de 25 cm cada uno, las dimensiones se muestran en la fig. 15.

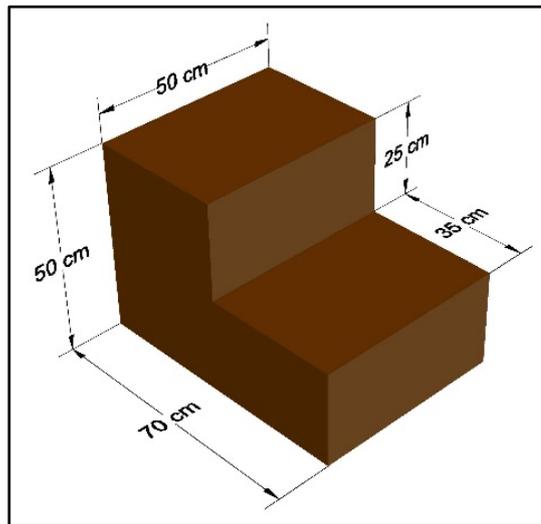


Fig. 15: Dimensiones del banco de entrenamiento [6].

Las cargas consisten en subir y bajar el banco desde 8 hasta 24 veces en un minuto como se muestra en la tabla 62.

Tabla 62: Razón de incremento de la carga de entrenamiento [6].

CONTEO									
(VECES/MIN)	8	10	12	14	16	18	20	22	24

La secuencia del ejercicio es en 6 pasos en los cuales se debe colocar un sólo pie en el primer peldaño al subir y al bajar como se muestra en la fig. 16.

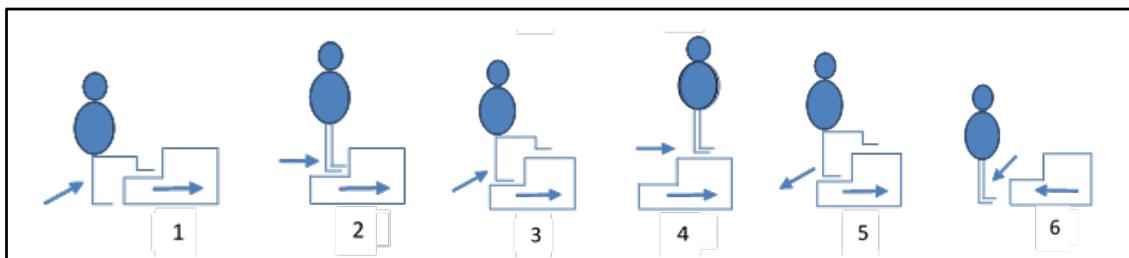


Fig. 16: Secuencia del ejercicio de la prueba escalonada [6].

4.4.2 Metodología para la aplicación del esquema de acondicionamiento.

- a. Calcular la frecuencia cardíaca de entrenamiento (FCE) con la ecuación 7.

$$FCE = 80\% (220 - edad) \quad (7)$$

- b. Establecer la carga inicial de acuerdo a la tabla 63 dependiendo de la edad del sujeto.

Tabla 63: Asignación de la carga inicial de entrenamiento [6].

Edad (años)	Carga inicial (veces/minuto)		Tiempo	Seguimiento
	(H)	(M)		
17 - 30	16	12	10	Pasar a carga superior si FC es: • Menor al 80 % FC máx.
31 - 40	16	12	5 7 10	
41 - 50	16	12	5 6 7 8 9 10	
51 - 60	14	10	5 7 10	Pasar a tiempo superior si FC es: • Menor al 80 % FC máx. Pasar a carga superior si FC es: • Menor al 80 % FC máx.
61 - 70	12	8	5 6 7 8 9 10	Pasar a tiempo superior si FC es: • Menor al 80 % FC máx. Pasar a carga superior si FC es: • Menor al 80 % FC máx.

- c. Con ayuda de un metrónomo dar el ritmo del ejercicio al sujeto para que efectuó el entrenamiento físico. Para obtener el número de tonos que debe marcar el metrónomo se debe multiplicar la carga por seis que es el número de pasos de un ciclo del ejercicio como se explica en la Fig. 16, por ejemplo, si la carga inicial de subir y bajar el banco es 16 veces/min, se multiplica este valor por 6 (número de pasos de subida y bajada) y el valor calculado 96 pasos es el número de tonos a marcar en el metrónomo.

- d. Medir la frecuencia cardíaca por auscultación o toma de pulsos en los primeros 15 segundos de la recuperación después del ejercicio.

En la aplicación del esquema de entrenamiento las cargas topes para mujeres y hombres son de 22 y 24 respectivamente. Después de esto se mantendrá la carga y se incrementará el tiempo a razón de dos minutos diarios siempre y cuando la persona no sobrepase la FCE. Las cargas y tiempos iniciales para todos los trabajadores se muestran en la tabla 64 en E1. Cuando el trabajador al realizar el ejercicio no sobrepase la FCE se avanza a E2 y así sucesivamente. Como se puede observar al alcanzar la carga tope de 24 se incrementa solo el tiempo a razón de dos minutos.

Los valores de FCE deben ser registrados para posteriores análisis de la evolución del trabajador con el entrenamiento físico para lo que se usara el formato mostrado en el anexo 12.

Tabla 64: Datos de los trabajadores para el programa de acondicionamiento físico.

Código trab.	Edad	Sexo M/F	FCE	E 1		E 2		E 3		E 4		E 5		E 6		E 7		E 8	
				C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
BM-T001	22	M	158	16	10	18	10	20	10	22	10	24	10	24	12	24	14	24	16
BM-T002	18	M	162	16	10	18	10	20	10	22	10	24	10	24	12	24	14	24	16
BM-T003	37	M	146	16	5	16	7	16	10	18	10	20	10	22	10	24	10	24	12
BM-T004	25	M	156	16	10	18	10	20	10	22	10	24	10	24	12	24	14	24	16
FCE=Frecuencia cardíaca de referencia (lat/min)				C=Carga (veces/min)				T= Tiempo (min)				E=Ejercicio							

4.5 Análisis de los resultados.

En esta investigación se presenta datos de los tiempos de producción del área de montaje de cada proceso, el consumo metabólico que demanda realizar estos y la capacidad física de los trabajadores que desempeñan estas actividades. En este punto se establece los problemas que se evidencia en la distribución del trabajo en la empresa y se plantea una solución a la misma.

4.5.1 Análisis de la capacidad de producción en el área de montaje.

Siempre en estudios del trabajo se desea adquirir la mayor productividad posible de los operarios y se les asigna tareas de tal forma que el tiempo que la persona está desocupada sea el menor posible.

En el método actual trabajan 4 operarios, dos a tiempo completo (480 minutos) y dos a medio tiempo (240 minutos). Esto da un total de tiempo para la producción de:

$$\textit{Tiempo de prod} = 2 \textit{ trabajadores} * \frac{480 \textit{ minutos}}{\textit{trabajador}} + 2 \textit{ trabajadores} * \frac{240 \textit{ minutos}}{\textit{trabajador}}$$

$$\textit{Tiempo de prod} = \mathbf{1440 \textit{ minutos}}$$

En la empresa de calzado BOOM´S la producción diaria es de 4 órdenes de trabajo (cada orden es de 12 pares de zapatos) y en la tabla 40 se establece que el tiempo estándar total para producir un zapato es de 10.36 minutos, entonces el tiempo real que los trabajadores destinan a sus actividades laborales es de:

$$\textit{Tiempo trabajado} = 10.36 \frac{\textit{min}}{\textit{zapato}} * 96 \textit{ zapatos}$$

$$\textit{Tiempo trabajado} = \mathbf{994.56 \textit{ min}}$$

El tiempo improductivo es la diferencia entre el tiempo de producción y el tiempo trabajado, así:

$$\textit{Tiempo improductivo} = (1440 - 994.56) \textit{ min}$$

$$\textit{Tiempo improductivo} = \mathbf{445.44 \textit{ min}}$$

De esta manera se evidencia una mala distribución del trabajo, existe un tiempo improductivo de 445.44 minutos que equivale al 30.93 % del tiempo de la jornada.

4.5.2 Análisis de la capacidad física de trabajo y el consumo metabólico de las actividades del área de montaje durante la jornada de trabajo.

Los operarios de la empresa de calzado BOOM'S presentan una buena condición física y todos están aptos para realizar actividades que requiera un consumo metabólico menor o igual a 5 Kcal/min durante una jornada laboral de ocho horas según los resultados obtenidos en la tabla 60, pero en la tabla 51 se evidencia que operaciones como el armado de talones y costados con 6.40 Kcal/min, el descalzado de horma con 6.12 Kcal/min y el plantado de suelas con 5.38 Kcal/min demandan un consumo metabólico mayor. Cuando los operarios realizan estas actividades se presentan síntomas de fatiga y es imprescindible que se realice pausas de descanso o se intercale con actividades que demande un consumo metabólico menor.

Además se observa según los datos obtenidos en la tabla 56 que durante toda la jornada laboral el trabajador BM-T003 tiene un desgaste mayor al de los demás trabajadores ya que consume 5.14 Kcal/min a diferencia de los demás trabajadores que tienen un consumo metabólico de alrededor de 3.45 Kcal/min durante la jornada.

4.5.3 Propuesta de distribución de actividades en el área de montaje.

Para realizar la distribución se usa el balanceo de línea de ensamble. El problema del balanceo de la línea de ensamble consiste en asignar todas las tareas a una serie de estaciones de trabajo de modo que cada una de ellas no tenga más de lo que pueda hacer en el tiempo del ciclo de la estación de trabajo y que el tiempo no asignado (es decir, inactivo) de todas las tareas sea el mínimo [28].

Los pasos para equilibrar una línea de ensamble son:

- a. Especificar la secuencia de las tareas. Los tiempos mostrados en el diagrama de la fig. 17 está en minutos.

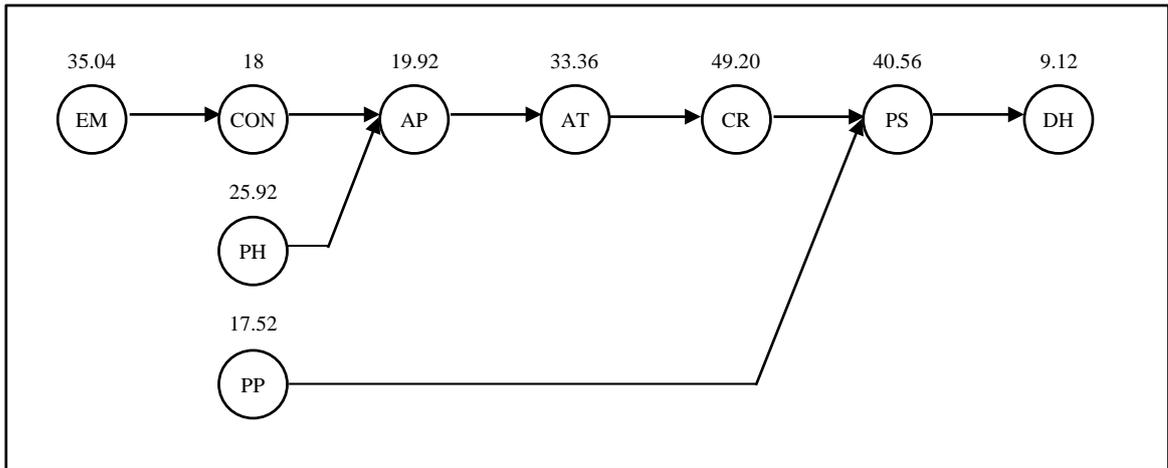


Fig. 17: Pasos y tiempos para el ensamble de una orden de 12 pares de zapatos RFASHION-3.

- b. Determinar el tiempo de ciclo (C) de cada estación de trabajo con la fórmula 8.

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción requerida por día}} \quad (8)$$

- c. Determine el número mínimo de estaciones de trabajo (N_t) con la fórmula 9.

$$N_t = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas } (T)}{\text{Tiempo de ciclo } (C)} \quad (9)$$

Para la empresa de calzado BOOM'S la producción requerida real es de 4 órdenes de producción diarias. Pero con este valor existe un tiempo improductivo del 30.93 %. Por este motivo se recalcula la producción requerida.

En cada estación de trabajo se designa a un operario, de esta manera el número de estaciones es igual a tres ya que dos operarios laboran tiempo completo y los otros dos medio tiempo. Entonces según la fórmula 9 se tiene:

$$N_t = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas } (T)}{\text{Tiempo de ciclo } (C)}$$

$$3 = \frac{248.64 \text{ min}}{\text{Tiempo de ciclo } (C)}$$

$$\text{Tiempo de ciclo (C)} = \frac{248.64 \text{ min}}{3}$$

$$\text{Tiempo de ciclo (C)} = \mathbf{82.88 \text{ min}}$$

Con el valor del tiempo de ciclo (C) y el tiempo de producción por día de 480 minutos se calcula la producción requerida por día empleando la fórmula 8, así:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción requerida por día}}$$

$$82.33 \text{ min} = \frac{480 \text{ min}}{\text{Producción requerida por día}}$$

$$\text{Producción requerida por día} = \mathbf{5.83 \text{ ordenes}}$$

La producción requerida por día es de 5 órdenes, pero debe establecerse la asignación de tareas para que no exista un desbalance en el consumo metabólico que provoque una disminución del ritmo de trabajo en los operarios. Entonces con el valor de 5 órdenes se vuelve a calcular C, N_t con las fórmulas 8 y 9.

$$C' = \frac{480 \text{ min}}{5 \text{ ordenes}}$$

$$C' = \mathbf{96 \frac{\text{min}}{\text{ordenes}}}$$

$$N'_t = \frac{248.64 \text{ min}}{96 \text{ min}}$$

$$N_t = 2.59$$

$$N'_t \cong \mathbf{3 \text{ estaciones}}$$

d. Asignar las tareas a cada estación de trabajo o en su defecto a cada trabajador.

Para esto cada estación de trabajo no debe sobrepasar el tiempo de ciclo C' y tampoco debe desmedirse el consumo metabólico de referencia de 327.68 Kcal, que es el consumo metabólico total para realizar una orden de trabajo dividido para los tres operarios de tiempo completo (Dos a tiempo completo y dos a medio tiempo).

Las reglas que se sigue para la distribución de tareas son:

- Escoger según el orden más alto de tareas subsiguientes.
- Dar prioridad a las tareas que duren más tiempo.
- Alternar entre una tarea que demande un consumo metabólico alto con una que tenga un consumo metabólico bajo.

La tabla 65 muestra los parámetros en que se fundamenta la distribución de actividades en el área de montaje los valores de tiempo estándar (TS) y de consumo metabólico (M) se toma de las tablas 40 y 51.

Tabla 65: Parámetros considerados para la distribución de actividades.

Código operación	TS minutos	M Kcal/min	Numero de subsiguientes	Tiempo por orden. (TS*12) (minutos)	Consumo metabólico por orden. (M*12) (Kcal/orden)
EM	1.46	3.28	6	35.04	78.72
PH	1.08	4.05	5	25.92	97.20
CON	0.75	4.52	5	18.00	108.48
AP	0.83	4.00	4	19.92	96.00
AT	1.39	6.40	3	33.36	153.6
CR	2.05	3.66	2	49.20	87.84
PP	0.73	3.55	2	17.52	85.2
PS	1.69	5.38	1	40.56	129.12
DH	0.38	6.12	0	9.12	146.88
TOTAL	10.36	40.96		248.64	983.04

Entonces según las reglas expuestas se obtiene la distribución mostrada en la tabla 65, en esta se muestra cuatro estaciones y si en cada estación debe ir un operario se incrementa un trabajador. Además el tiempo no asignado de la estación 4 es de 86.88 minutos cuando el tiempo de ciclo es de 96 minutos con lo que el tiempo improductivo se incrementa y no sería una solución óptima.

También se observa que el consumo metabólico de la estación 2 sobrepasa los límites, pero al existir un tiempo no asignado para desempeñar tareas de 25.20 minutos se compensa el excesivo consumo metabólico de esta estación.

Un indicador para medir la eficiencia de la distribución se la obtiene con la fórmula 10.

$$Eficiencia = \frac{T}{N_t * C} \quad (10)$$

Donde:

T = Suma de tiempos de las tareas.

N_t = Número real de estaciones de trabajo.

C = Tiempo de ciclo.

Entonces:

$$Eficiencia = \frac{248.64 \text{ minutos}}{4 \text{ estaciones} * 96 \frac{\text{minutos}}{\text{estación}}} * 100\%$$

$$Eficiencia = 64.75 \%$$

Tabla 66: Balanceo de las estaciones de trabajo aplicando parámetros establecidos.

	Tarea	Tiempo tarea	Tiempo restante no asignado	Consumo metabólico	Consumo met. restante
Estación 1	EM	35.04	60.96	78.72	248.96
	CON	18.00	42.96	108.48	140.48
	PH	25.92	17.04	97.20	43.28
Estación 2	AP	19.92	76.08	96.00	231.68
	AT	33.36	42.72	153.6	78.08
	PP	17.52	25.20	85.2	-7.12
Estación 3	CR	49.20	46.8	87.84	239.84
	PS	40.56	6.24	129.12	110.72
Estación 4	DH	9.12	86.88	146.88	180.8

Para mejorar la eficiencia se modifica la distribución de la tabla 66. Se toma en cuenta la realidad de la empresa, se asigna las tareas para los operarios a tiempo completos y para los que trabajan solo medio tiempo como se muestra en la tabla 67. La tarea descalzada de horma (DH) se le da al trabajador BM-T003 para equilibrar el consumo metabólico del operario y eliminar la estación 4 mostrada en la tabla 66, además la operación DH al ser el último proceso del área de montaje no limita la capacidad productiva sino que genera un inventario al final del proceso que no interfiere con la producción de zapatos, de esta manera el operario BM-T003 estará realizando las operaciones EM y DH alternadamente. Se observa que se divide a la estación 1 en dos partes para los operarios BM-T003 y BM-T002 que son los que trabajan medio tiempo cada uno (240 minutos).

Para BM-T003 y BM-T002 el tiempo de ciclo de 96 minutos y el consumo metabólico de referencia de 327.68 Kcal se divide para los dos trabajadores y con estos valores se calcula el tiempo no asignado y el consumo metabólico restante de la estación 1. Para la estación 2 y 3 los valores de tiempo de ciclo y consumo metabólico de referencia son de 96 minutos y 327.68 Kcal respectivamente. El consumo metabólico restante para BM-T003 y BM-T002 son valores negativos, pues la suma del consumo metabólico de las tareas asignadas excede el valor de referencia de 163.84 Kcal; pero estos trabajadores al tener una jornada de 240 minutos están en la capacidad de consumir una mayor cantidad de energía ya que su tiempo de recuperación para el siguiente día es mayor que los trabajadores que tienen una jornada de 480 minutos.

Tabla 67: Balanceo de las estaciones de trabajo aplicando parámetros establecidos. Método propuesto.

	Tarea	Tiempo tarea	Tiempo restante no asignado	Consumo metabólico	Consumo met. restante
Estación 1 BM-T003	EM	35.04	12.96	78.72	85.12
	DH	9.12	3.84	146.88	-61.76
Estación 1 BM-T002	CON	18.00	30.00	108.48	55.36
	PH	25.92	4.08	97.20	-41.84
Estación 2 BM-T001	AP	19.92	76.08	96.00	231.68
	AT	33.36	42.72	153.60	78.08
	PP	17.52	25.20	85.20	-7.12
Estación 3 BM-T004	CR	49.20	46.80	87.84	239.84
	PS	40.56	6.24	129.12	110.72

Se calcula la eficiencia nuevamente:

$$Eficiencia = \frac{248.64 \text{ minutos}}{3 \text{ estaciones} * 96 \frac{\text{minutos}}{\text{estación}}} * 100\%$$

$$Eficiencia = 86.33 \%$$

Para las operaciones que tienen un gasto energético mayor a 5 Kcal se debe verificar que no sea necesario establecer pausas para completar las tareas. Para esto se examina la tabla 68 la cual establece tres zonas de desempeño fisiológico:

- Zona de seguridad: El trabajador puede realizar su actividad laboral dentro de su límite energético. Se compromete hasta el 30% del GCM.
- Zona de alerta o precaución. Para realizar su actividad el operario debe ajustar su régimen de trabajo. Se compromete entre el 31 y 50% del GCM.
- Zona de peligrosidad. No se puede realizar el trabajo. Se compromete más del 50% del GCM.

Tabla 68: Zonas de desempeño fisiológicos [6].

Gasto energético Kcal/min	Zonas de desempeño fisiológico y ajuste del tiempo de trabajo.																
	Gasto calórico máximo (Kcal/min)																
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2.4	60																
2.7	39	60															
3.0	28	44	60														
3.3	22	35	48	60													
3.6	18	29	39	50	60												
3.9	15	24	33	42	51	60		T									
4.2	13	21	29	37	45	53	60		I								
4.5		19	26	32	40	46	53	60		E							
4.8			23	29	35	41	48	54	60		M						
5.1			20	26	32	38	43	49	55	60		P					
5.4				24	29	34	39	45	50	55	60		O				
5.7					27	32	36	41	46	51	55	60					
6.0					25	29	34	38	42	47	51	56	60				
6.3						27	32	36	39	44	48	52	56	60			
6.6						25	29	33	37	41	44	49	52	56	60		
6.9							28	31	35	38	42	44	49	53	56	60	
7.2							26	29	33	36	39	42	47	50	53	56	60
7.5								28	31	34	37	40	44	47	50	53	57
7.8									29	32	35	38	42	45	48	51	54
8.1									28	31	34	36	39	43	45	48	51
8.4										29	32	35	38	41	43	46	49
8.7											31	33	36	39	41	44	47
9.0											29	32	34	37	39	42	45
9.3												31	33	36	38	40	43
9.6													32	34	36	39	41
9.9													30	33	35	37	39
10.2														32	34	36	38
10.5														30	33	35	37
10.8															31	33	35
11.1															30	31	34
11.4																30	33
11.7																28	32
12.0																	30

Para utilizar la tabla 68 se necesita el valor de gasto calórico máximo (GCM) y el gasto calórico de cada actividad. El límite energético para los cuatro trabajadores del área de montaje se establece en 5 Kcal, con lo que el GCM es igual a:

$$\text{Límite energético} = GCM * 0.30$$

$$5 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = GCM * 0.30$$

$$GCM = \frac{5 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}}{0.30}$$

$$GCM = 16.67 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}$$

$$GCM \approx 17 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}$$

Para el proceso de armado de talones se tiene un consumo metabólico de 6.40 Kcal/min, con este valor y el de GCM de 17 Kcal/min se busca el cruce en la tabla 68. El número que se encuentre en la intersección es el tiempo máximo que puede trabajar el operario de forma continua en una hora; si el valor del gasto energético de la primera columna de la izquierda no es igual al valor del consumo metabólico de la operación analizada se utiliza la ecuación de interpolación 11 para determinar el valor del tiempo máximo de exposición.

$$te = \frac{(GE - GE_{inf})(te_{sup} - te_{inf})}{GE_{sup} - GE_{inf}} + te_{inf} \quad (11)$$

Donde:

te = Tiempo de exposición.

te_{sup} = Tiempo de exposición superior.

te_{inf} = Tiempo de exposición inferior

GE = Gasto energético de la operación.

GE_{sup} = Gasto energético superior.

GE_{inf} = Gasto energético inferior.

Entonces para el proceso de armado de talones se tiene:

$$te = \frac{(6.4 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{min}} \right] - 6.3 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{min}} \right])(41[\text{min}] - 44[\text{min}])}{6.6 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{min}} \right] - 6.3 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{min}} \right]} + 44[\text{min}]$$

$$te = 43[\text{min}]$$

El operario debe realizar la operación AT máximo por 43 minutos seguidos y después debe realizar una tarea que no comprometa más del 30% de su GCM. Para las operaciones DH y PS se procede de manera similar. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 69 y para los demás procesos el operario puede realizarlos de forma continua durante toda la jornada.

Tabla 69: Tiempos de exposición máximos para cada proceso del área de montaje.

Código operación	M (Kcal/min)	Tiempo de exposición por hora (min)
EM	3.28	60
CON	4.52	60
PH	4.05	60
AP	4.00	60
AT	6.40	43
CR	3.66	60
PP	3.55	60
PS	5.38	55
DH	6.12	46

Para una mejor comprensión de cómo se propone la distribución de los procesos en el área de montaje en la figura 18 se muestra un diagrama del consumo metabólico vs el tiempo para ilustrar como se distribuye el consumo metabólico de cada trabajador durante la jornada laboral, además se observa que se intercala entre una operación que requiere un consumo metabólico alto con una de menor valor para que el operario tenga el tiempo necesario para reponer su energía y no se presente síntomas de fatiga. El tiempo que los operarios tienen un consumo metabólico de 2.25 Kcal, son aquellos que no están asignados para realizar una tarea específica y se los puede asignar como descansos durante la jornada.

El operario BM-T001 realiza la operación PP, AP y AT, pero en el análisis de las actividades se establece que la operación PP se realiza tres veces por cada lote ya que se debe poner limpiador, alógeno y primer en las suelas y el tiempo de espera entre cada una es de al menos 50, 25 y 15 minutos. De esta manera la secuencia de trabajo para BM-T001 es PP, AP, AT, PP, AP, PP, AT; en este punto se tiene listo 3 órdenes del proceso PP que ya pasaron las etapas de limpiador, alógeno y primer. Después sigue PP, AP, AT y un descanso antes de la pausa de medio día para alimentación.

Posteriormente del descanso la secuencia de las operaciones son AP, AT, PP, AP, PP, AT con lo que se realiza 5 órdenes en las operaciones AP y AT mientras que se realizan 6 órdenes de PP. La secuencia de las operaciones para BM-T002 son CON y PH, para BM-T003 son EM y DH, finalmente para BM-T004 son CR y PS. Para estos no es necesario mayor explicación ya que la secuencia es en forma cíclica.

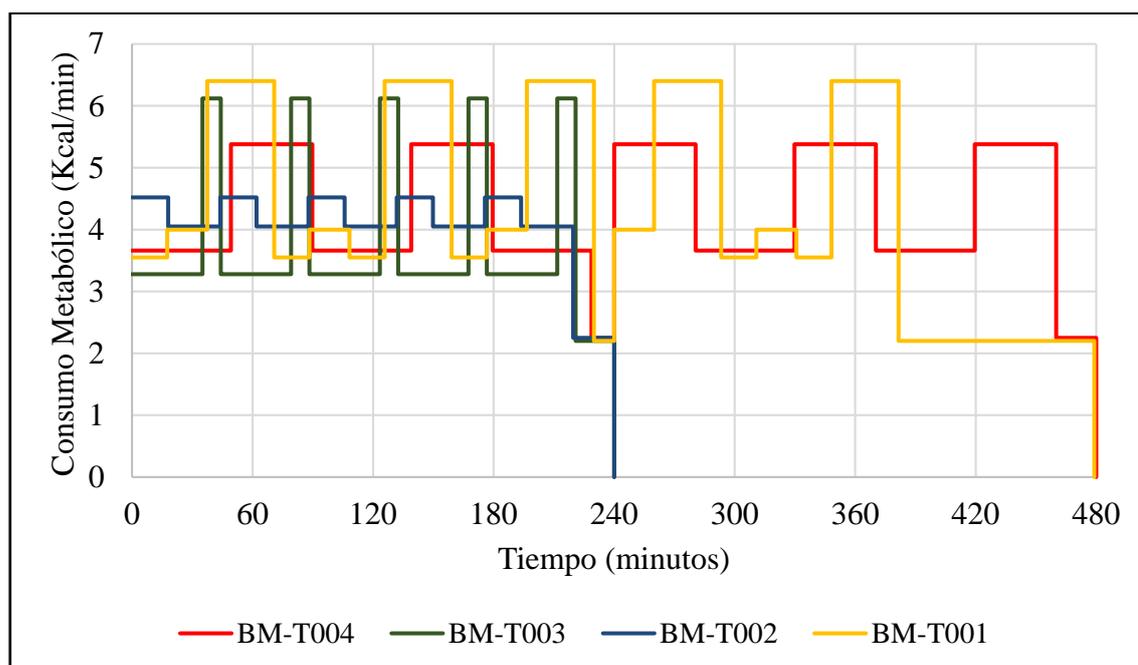


Fig. 18: Análisis del consumo metabólico vs el tiempo durante la jornada.

En las tablas 70 a la 73 se muestra la distribución de cada momento y el gasto energético del método propuesto. Se observa que el tiempo de la jornada de los trabajadores a tiempo completo se incrementa en 60 minutos para poder realizar todas las actividades.

Tabla 70: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T001 (método propuesto).

Momento	Actividad	Duración (minutos)	Gasto Energético (Kcal/min)	Gasto energético Total. (Kcal)
Momento 1	AP	99.60	4	398.40
	AT	166.80	6.4	1067.52
	PP	87.60	3.55	310.98
Momento 2	Parad-Caminan.	126.00	2.25	283.50
Momento 3	Descanso	60.00	1.70	102.00
Total		540.00		2162.40

Tabla 71: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T002 (método propuesto).

Momento	Actividad	Duración (minutos)	Gasto Energético (Kcal/min)	Gasto energético Total. (Kcal)
Momento 1	CON	90.00	4.52	406.80
	PH	129.60	4.05	524.88
Momento 2	Parad-Caminan.	20.40	2.25	45.90
Momento 3	Descanso	-	-	-
Total		240.00		977.58

Tabla 72: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T003 (método propuesto).

Momento	Actividad	Duración (minutos)	Gasto Energético (Kcal/min)	Gasto energético Total. (Kcal)
Momento 1	EM	175.20	3.28	574.66
	DH	45.60	6.12	279.07
Momento 2	Parad-Caminan.	19.20	2.25	43.20
Momento 3	Descanso	-	-	-
Total		240.00		896.93

Tabla 73: Cálculo del consumo metabólico del operario BM-T004 (método propuesto).

Momento	Actividad	Duración (minutos)	Gasto Energético (Kcal/min)	Gasto energético Total. (Kcal)
Momento 1	CR	246.00	3.66	900.36
	PS	202.80	5.38	1091.06
Momento 2	Parad-Caminan.	31.20	2.25	70.20
Momento 3	Descanso	60.00	1.70	102.00
Total		540.00		2163.62

En la fig. 19 se constata el gasto energético de la jornada (GEJ) para cada trabajador y se verifica que los valores están próximos entre ellos, además para ningún trabajador se sobrepasa el valor límite de 5 KCal/min que es el límite energético para 8 horas de trabajo continuo para los cuatro trabajadores.

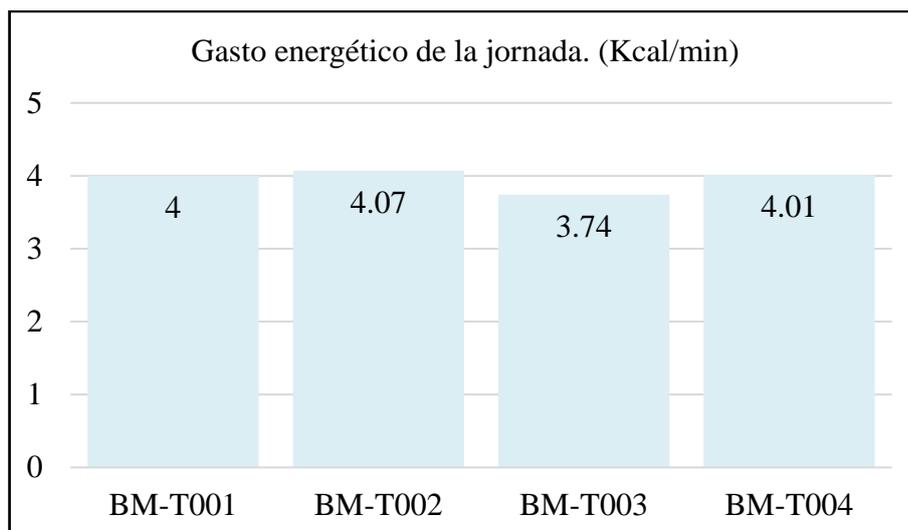


Fig. 19: Gasto energético de la jornada para cada trabajador.

La diferencia del consumo metabólico entre el método actual y el propuesto para los cuatro trabajadores se visualiza en la fig. 20.

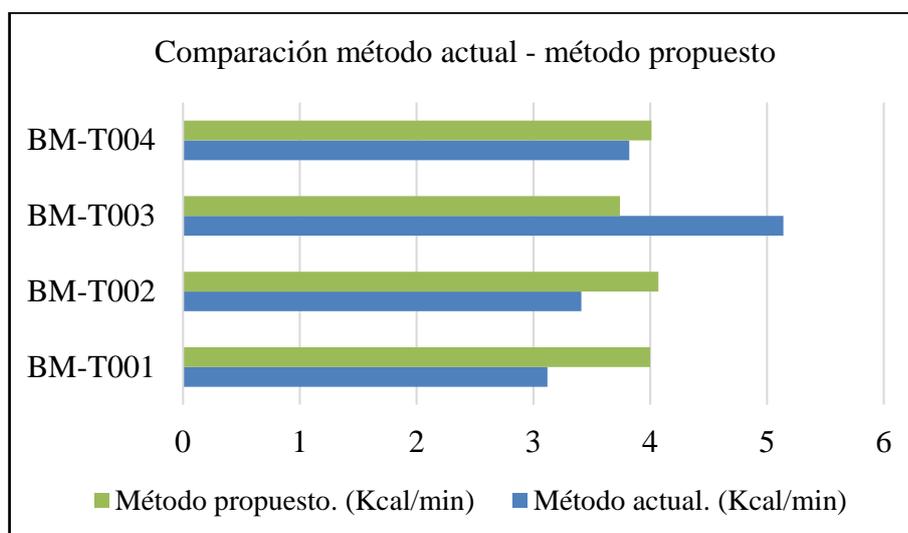


Fig. 20: Comparación del consumo metabólico método actual – método mejorado

Para los trabajadores BM-T001, BM-T002 y BM-T004, se incrementa el consumo metabólico ya que se aumenta la producción en un 25%, sin embargo los niveles de consumo metabólico de la jornada no sobrepasan el valor del límite de gasto energético establecido para todos los trabajadores en 5 Kcal/min. Para disminuir el consumo metabólico del trabajador BM-T003 se modifica las actividades que realizan los operarios como se especifica en la tabla 74.

Tabla 74: Comparación de la distribución de actividades en el área de montaje por jornada entre el método actual y el método mejorado.

Operario	Asignación de funciones	
	Método actual	Método propuesto
BM-T001	EM, CON, DH	AP, AT, PP
BM-T002	PH, PP	CON, PH
BM-T003	AP, AT	EM, DH
BM-T004	CR, PS	CR, PS

Para la nueva asignación de funciones se toma en cuenta que todos los trabajadores al estar en el área de montaje están capacitados para realizar otras operaciones. Además BM-T001 y BM-T003 intercambian funciones durante la jornada laboral cuando existe retrasos en la producción, pues el primero trabaja tiempo completo y el segundo medio tiempo. Por esta razón BM-T001 está apto para realizar las tareas AP y AT. Sin embargo para que BM-T002 realice la operación CON se debe capacitar al trabajador para que se familiarice con el método de trabajo propuesto.

El desempeño fisiológico de los trabajadores siempre permanecerá en la zona segura si se sigue la metodología expuesta en la fig. 18 para la producción diaria, con lo que se garantiza el bienestar de los operarios según lo menciona la constitución del Ecuador en la sección tercera, artículo 326 numeral 5 en la que dice que toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar [29].

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- Las operaciones de armado de talones con 6.40 Kcal/min y descalzado de horma con 6.12 Kcal/min consumen más de 350 Kcal/hora, por lo que se las considera como actividades muy pesadas; mientras que los procesos de plantado de suela con 5.38 Kcal/min y conformado de talón con 4.52 Kcal/min consumen entre 350 y 250 Kcal/hora, por lo que se las considera como actividades pesadas; el emplantillado de horma con 4.05 Kcal/min, armado de punta con 4.00 Kcal/min, el cardado y rayado con 3.66 Kcal/min, preparado de suelas con 3.55 Kcal/min y empastado de la capellada con 3.28 Kcal/min al consumir alrededor de 150 a 250 Kcal/hora, tienen un nivel de actividad moderado.
- La capacidad física de trabajo de los operarios está en el rango de normal/alta y el nivel de actividades que pueden desarrollar esta en la categoría de trabajo pesado; además los operarios están aptos para realizar tareas que requieran un consumo de energía menor o igual a 5 Kcal/min durante una jornada de 8 horas, con lo que son capaces de desempeñar las actividades del área de montaje.
- Un trabajador que tenga un límite energético de 5 Kcal/min no puede realizar las operaciones de armado de talones por más de 55 minutos seguidos, la operación de descalzado de horma por más 46 minutos y el plantado de suelas por más de 43 minutos seguidos, las otras operaciones se pueden realizar de forma continua durante toda la jornada laboral.

- El gasto energético de la jornada de los trabajadores con el método propuesto es de 4.00 Kcal/min para BM-T001, 4.07 Kcal/min para BM-T002, 3.74 Kcal/min para BM-T003 y 4.01 Kcal/min para BM-T004; se comprueba que ninguno sobrepasa el límite energético de la jornada de 5 Kcal/min establecido para todos los trabajadores como ocurre en el método actual con el trabajador BM-T004 que tiene un gasto energético de la jornada de 5.14 Kcal/min.
- Con la nueva distribución de las actividades al cambiar las operaciones que realizan BM-T001, BM-T002 y BM-T003 como se muestra en la tabla 74 se aumenta la producción de 4 a 5 órdenes por día sin comprometer el desempeño fisiológico de los trabajadores, que equivale a un aumento de la producción del 25%.

5.2 Recomendaciones.

- La prueba escalonada se debe usar como un examen de preempleo para conocer la aptitud física del trabajador y contribuir al proceso de selección y ubicación de los trabajadores.
- La operación de armado de talones y costados se la puede modificar usando una máquina para realizar esta labor pero se debe analizar el incremento de la capacidad de producción y la factibilidad de la inversión.
- El programa de acondicionamiento físico debe estar acompañado de una dieta saludable para mejorar las características fisiológicas del trabajador y mantener una vida sana.
- Se recomienda seguir el método de trabajo propuesto ya que ayuda a reducir tiempos improductivos para aumentar la capacidad de producción de la empresa y equilibrar el consumo metabólico de todos los trabajadores.
- Se debe complementar esta investigación con un análisis de estrés térmico en el puesto de trabajo utilizando el método WBGT para establecer periodos de trabajo y descanso adecuados.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Manero Alfert, A. Armisen Penichet y J. Manero Torres, «Métodos prácticos para estimar la capacidad física de trabajo,» *Boletín Oficina Sanitaria Panamericana*, vol. 100, pp. 170-182, 1986.
- [2] R. Manero Alfert, «Dos alternativas para el estudio y promoción de la capacidad física de los trabajadores,» [En línea]. Available: <http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/consulta/registro.cmd?id=42913>. [Último acceso: 15 Diciembre 2014].
- [3] K. Montero Vega y J. Cuervo Sandoval, «Medición de condición física y consumo de oxígeno en prueba Test de Cooper en cadetes y oficiales de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova,» Universidad del Rosario. Tesis de grado para especialización en salud ocupacional, Bogota-Colombia, 2013.
- [4] Á. Martínez García, R. Pérez Sedano y A. Bafalliu Vidal, «Determinación de tasas metabólicas en trabajos al aire libre,» Instituto de seguridad y salud laboral, Murcia, 2007.
- [5] J. Castillo y A. Orozco, «Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas,» *Salud de los trabajadores*, vol. 18, nº 1, pp. 17-33, 2010.
- [6] R. Manero Alfert, *La fisiología aplicada a la actividad laboral.*, Saarbrücken: Editorial Académica Española, 2012.
- [7] Astrand, «Acta Physiological,» de *Aerobic work capacity in men and woman with special referente toa ge.*, New York, McGraw Hill, 1980, pp. 1331-1337.
- [8] E. Puente Rodríguez, «Relacion de la capacidad fisica de los trabajadores del puesto de ayudantes de ventas, con el gasto energetico requerido en este puesto en una empresa embotelladora de bebidas en Monterrey N.L.,» Monterrey N.L., 2001.
- [9] «Industria del calzado se duplicó en cinco años,» *La Hora*, Junio 2013.
- [10] H. I. Ordoñez Iñiguez, «La comprobación de la aptitud física y psicológica del trabajador para el desempeño de la actividad laboral, como requisito previo a la celebración del contrato de trabajo.,» Universidad Nacional de Loja. Tesis de licenciatura., Loja-Ecuador, 2010.

- [11] E. I. Gomez Riveros, L. P. Gonzalez Henao y M. M. Ramirez Nieto, «Consumo de oxígeno en prueba escalonada de las cadetes de la escuela militar de cadetes general Jose Maria Córdova, corte transversal,» Universidad del Rosario. Tesis de grado para especialización en salud ocupacional, Bogota-Colombia, 2011.
- [12] J. Castillo y A. Orozco, «Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas,» *Salud de los trabajadores*, vol. 18, nº 1, pp. 17-33, 2010.
- [13] D. J. Quilca Torres, «Identificación, evaluación, prevención y control de los riesgos ergonómicos asociados a la carga física de trabajo del personal que labora en el área de producción de la empresa LICORAM,» Universidad Técnica del Norte. Tesis de grado, Ibarra-Ecuador, 2013.
- [14] F. Henao Robledo, *Salud ocupaciona: Conceptos Basicos*, Segunda ed., A. Acosta Quinteros y M. Rocío Barrero, Edits., Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010, pp. 33-37.
- [15] M. Parra, *Conceptos básicos en salud laboral*, Primera ed., Santiago de Chile: Oficina Internacional del Trabajo (OIT), 2003.
- [16] M. Guillén Fonseca, «Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional,» *Revista cubana de enfermería*, vol. 22, p. 4, Septiembre 2006.
- [17] P. Mondelo, E. Gregori Torada y P. Barrau Bombardo, *Ergonomia I. Fundamentos.*, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya ed., Barcelona: Edicions UPC, 2001.
- [18] V. Melo Ruiz, «El ATP como elemento de cambio energético,» de *Bioquímica de los procesos metabólicos*, Segunda ed., México D.F., REVERTÉ EDICIONES S.A. DE C.V, 2007, pp. 16-24.
- [19] I. Galíndez Alberdi, «Evaluación de la carga física de trabajo: Ergok prevención,» [En línea]. Available: www.ergokprevencion.org. [Último acceso: 15 Mayo 2014].
- [20] S. Nogareda Cuixart y P. Luna Mendaza, «Determinación del metabolismo energético,» Ministerio de trabajo y asuntos sociales España, Madrid, 2005.
- [21] F. J. Llana Álvarez, *Ergonomía y psicología aplicada. Manual para la formación del especialista.*, Treceava ed., Valladolid: Editorial Lex Nova, S.A., 2009.
- [22] P. O. Astrand y K. Rodahl, «Physical work capacity,» de *Textbook of work physiology*, McGraw-Hill, 1985, pp. 343-364.

- [23] J. L. Vallejo Gonzalez, «Ergonomía ocupacional S.C.,» Marzo 2008. [En línea]. [Último acceso: 12 Mayo 2014].
- [24] R. Manero Alfert y A. Armisen, «Métodos prácticos para estimar la capacidad física de trabajo.,» *Boletín Oficina Sanitaria Panamericana*, nº 100, pp. 170-182, 1986.
- [25] G. Kanawaty, *Introducción al estudio del trabajo.*, Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996.
- [26] H. C. Nacional, «Código de trabajo,» Ministerio de Relaciones Laborales de Ecuador, Quito, 2012.
- [27] R. Serró Grima y C. Bagur Calafat, «Orientaciones básicas para programas de ejercicio físico de ámbito no competitivo,» de *Prescripción de ejercicio físico para la salud*, Primera ed., Barcelona, Editorial Paidotribo, 2004, pp. 57-86.
- [28] R. B. Chase, R. F. Jacobs y N. J. Aquilano, «Líneas de ensamble,» de *Administración de operaciones*, México D.F., McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. , 2009, pp. 227-234.
- [29] «Constitución política de la república del Ecuador,» Asamblea Nacional Constituyente, 2008.

ANEXOS

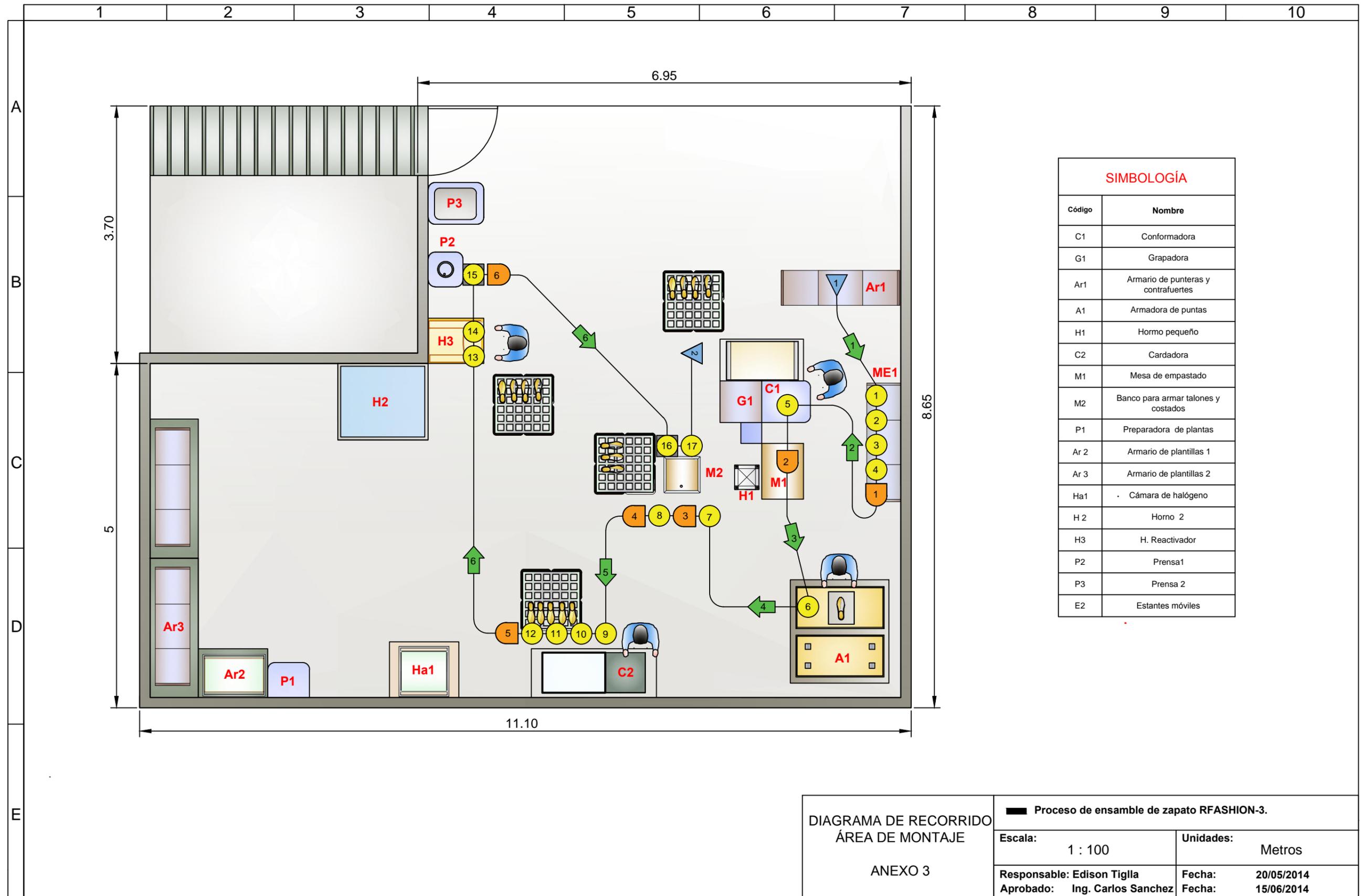
Anexo 1: Formato ficha levantamiento de procesos.

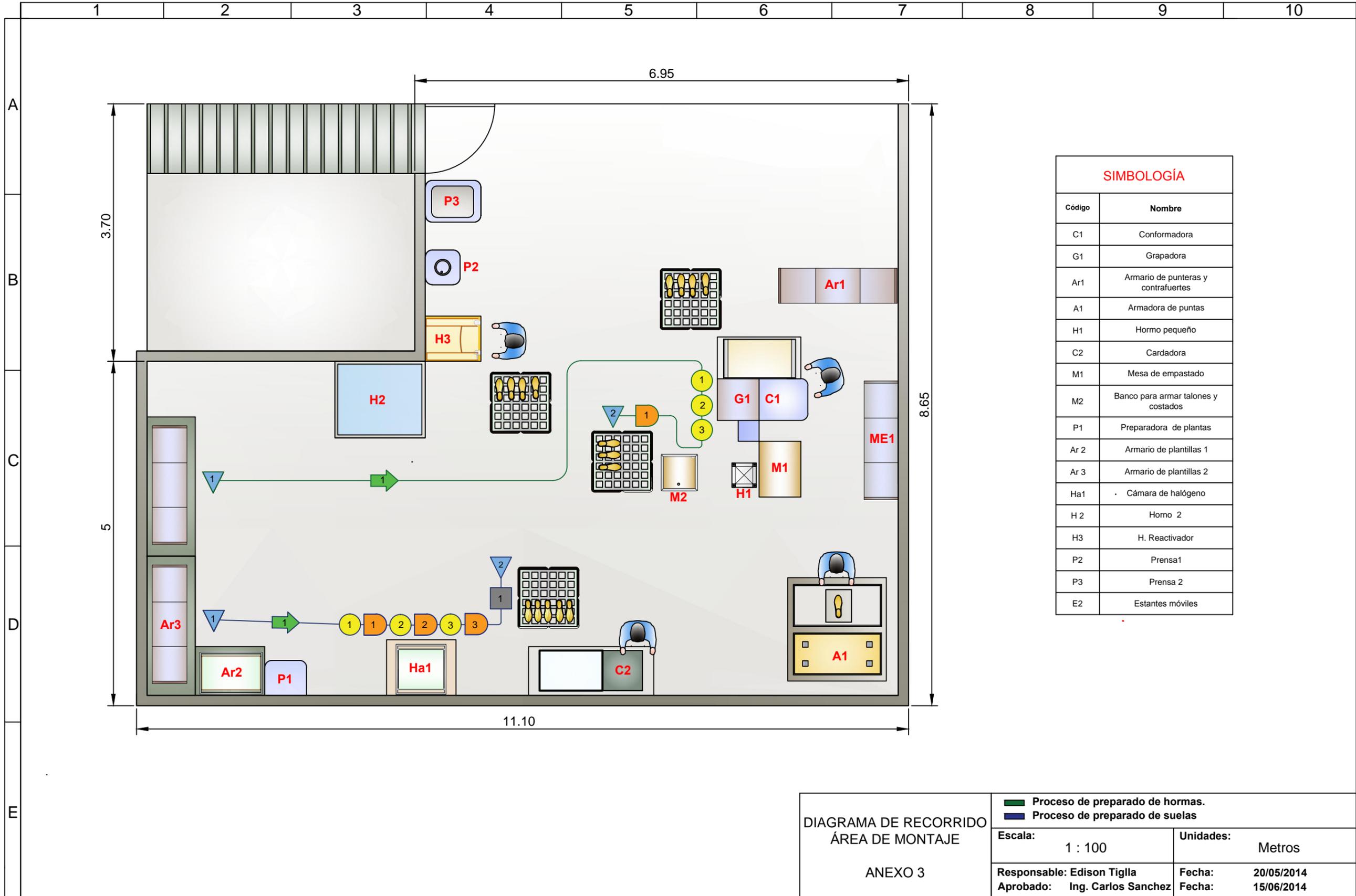
Macro-proceso:			
1	Gráfico		
Proceso Principal:			
2	Responsable del área:		
3	Entrevistado:		
4	Descripción del proceso:		
5	Objetivo del Proceso:		
6	<table border="0"> <tr> <td>Comienzo del proceso:</td> <td>Fin del proceso:</td> </tr> </table>	Comienzo del proceso:	Fin del proceso:
Comienzo del proceso:	Fin del proceso:		
7	Subprocesos:		
8	<table border="0"> <tr> <td>Identificar entradas</td> <td>Identificar Salidas</td> </tr> </table>	Identificar entradas	Identificar Salidas
Identificar entradas	Identificar Salidas		

Anexo 2: Formato de cursograma analítico del operario.

Cursograma analítico del operario.										
Objeto:				Resumen						
Método:				Actividad					Cantida d	
Actividad:				Operación ○						
				Transporte ⇨						
				Espera □						
Lugar:				Inspección □						
Operarios:			Ficha núm.:		Almacenamiento ▽					
Responsable:			Fecha:		Distancia (metros)					
Aprobado:			Fecha:		Tiempo (min/hombre)					
Descripción	Cantidad (Pasos)	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	□	□	▽		
TOTAL:										

Anexo 3: Diagramas de recorrido en el área de montaje.





SIMBOLOGÍA	
Código	Nombre
C1	Conformadora
G1	Grapadora
Ar1	Armario de punteras y contrafuertes
A1	Armadora de puntas
H1	Horno pequeño
C2	Cardadora
M1	Mesa de empastado
M2	Banco para armar talones y costados
P1	Preparadora de plantas
Ar 2	Armario de plantillas 1
Ar 3	Armario de plantillas 2
Ha1	Cámara de halógeno
H 2	Horno 2
H3	H. Reactivador
P2	Prensa1
P3	Prensa 2
E2	Estantes móviles

Anexo 5: Medición del trabajo en el área de montaje.

Medición del trabajo en el área de montaje de la empresa de calzado BOOM´S.

Según el libro Introducción al Estudio de Trabajo (OIT), la medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que interviene un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

Por esta razón es indispensable realizar un estudio de métodos antes de realizar la medición del trabajo. Para realizar el cálculo de los tiempos se sigue la metodología expuesta en el libro de la OIT que menciona los siguientes pasos:

- Seleccionar.
- Registrar.
- Examinar.
- Medir.
- Compilar.
- Definir.

A continuación se detalla cada paso para realizar la medición del trabajo en el área de montaje de la empresa de calzado BOOM´S

1. Seleccionar el trabajo que va a ser objeto de estudio.

El área estudiada es la de montaje de la empresa de calzado “BOOM´S”.

2. Registrar todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.

Los elementos de las operaciones de empastado de la capellada, conformado del talón, emplantillado de horma, armado de punta, armado de talón y costados, cardado y rayado, preparado de suela, plantado de suela y descalzado de horma se detallan desde la tabla I hasta la tabla IX.

Tabla I: Ficha explicativa de procesos del empastado de la capellada.

FICHA EXPLICATIVA	
Producto:	Calzado Casual RFASHION3.
Material:	Cuero, forro, textil.
Operación:	Empastado
Máquina:	A mano
EM-A	Coger corte y recortar forros sobrantes del corte . Corte: Colocar el corte en la mesa.
EM-B	Coger corte y Pegar puntera . Corte: Soltar corte.
EM-C	Colocar contrafuerte con pegamento de soplete en el talón del corte. Corte: Soltar soplete.
EM-D	Sopletear con pega blanca el corte para pegar forros. Corte: Soltar el soplete.
EM-E	Dar pega todo el contorno del corte. Corte: Soltar el corte.
EM-F	Colocar pasadores de prueba y enviar al área de conformado Corte: Soltar el corte.

Tabla II: Ficha explicativa de procesos del conformado del talón.

FICHA EXPLICATIVA	
Producto:	Calzado Casual RFASHION3.
Material:	Cuero, forro, textil.
Operación:	Conformado
Máquina:	Conformadora de talones
CON-A	Toma capellada del soporte de talones 1 y lo coloca en el soporte de talones Corte: Operario suelta capellada.
CON-B	Toma otra capellada y lo coloca en el soporte de talones 1. Corte: Operario suelta capellada.
CON-C	Saca capellada del soporte de talones 2 y la coloca en mesa. Corte: Operario suelta capellada.
CON-D	Esperar que acabe de conformar. Corte: Maquina para de conformar
Nota: La actividad CON-A es de una capellada que ya estaba en el soporte de talones 1 que se realizó en el ciclo anterior en el elemento CON-B.	

Tabla III: Ficha explicativa de procesos de preparado de hormas.

FICHA EXPLICATIVA	
Producto:	Calzado Casual RFASHION3
Material:	Hormas, plantillas, grapas
Operación:	Preparado de hormas
Máquina:	Grapadora
PH-A	Coger la horma plástica y grapar con la plantilla Corte: Dejar de grapar.
PH-B	Recortar filos sobrantes de la plantilla. Corte: Colocar en el estante.
PH-C	Colocar pega (isarcol) y enviar a la armadora de puntas Corte: Dejar en el estante.

Tabla IV: Ficha explicativa de procesos de armado de puntas.

FICHA EXPLICATIVA	
Producto:	Calzado Casual RFASHION3
Material:	Cuero, forro, textil.
Operación:	Armado de puntas
Máquina:	Armadora de puntas
AP-A	Colocar corte en la horma, llevarlo a la armadora Corte: Máquina empieza a armar.
AP-B	Sujetar los pasadores de prueba. Corte: Soltar pasador
AP-C	Esperar que máquina acabe de armar Corte: Máquina suelta zapato
AP-D	Martillar y grapar las puntas para enviar al armado de talones Corte: Mano suelta zapato.

Tabla V: Ficha explicativa del proceso de armado de talones y costados.

FICHA EXPLICATIVA	
Producto:	Calzado Casual RFASHION3
Material:	Hormas, plantillas, grapas.
Operación:	Armar talones y costados.
Máquina:	A mano
AT-A	Armar los talones y costados con pinzas de zapatero y martillo. Corte: Soltar martillo
AT-B	Sacar grapas del zapato y revisar que no exista cuero levantado. Corte: Dejar zapato en estante
AT-C	Enviar a la zona de cardado Corte: Colocar el material en proceso en estantes

Tabla VI: Ficha explicativa del proceso de cardado y rayado.

FICHA EXPLICATIVA	
Producto:	Calzado Casual RFASHION3
Material:	Cuero, forro, textil.
Operación:	Cardado y rayado
Máquina:	Cardadora
CR-A	Coger piso en cardadora (cardar el cuero sobrante en la planta del zapato). Corte: Poner el ensamble en el estante.
CR-B	Sujetar planta en la horma y rayar bordes del zapato. Corte: Poner el ensamble en el estante.
CR-C	Cardar por la zona rayada Corte: Poner el ensamble en el estante.
CR-D	Colocar pega por la zona de cardado y enviar al plantado de suelas Corte: Colocar en el estante.

Tabla VII: Ficha explicativa del proceso de preparado de plantas.

FICHA EXPLICATIVA	
Producto:	Calzado Casual RFASHION3.
Material:	Plantas
Operación:	Preparado de plantas
Máquina:	A mano
PP-A	Poner limpiador en suelas con una brocha. Corte: Dejar planta en estante (Esperar por 50 min).
PP-B	Poner alógeno en las plantas. Corte: Colocar en el estante (Esperar 15 minutos).
PP-C	Poner Primer o base y enviar a plantado de suela Corte: Colocar en el estante. (Esperar 25 minutos).

Tabla VIII: Ficha explicativa del proceso de plantado de suela.

FICHA EXPLICATIVA	
Producto:	Calzado Casual RFASHION3
Material:	Horma, corte, plantilla, planta
Operación:	Plantado de suela
Máquina:	Prensa, Reactivadora
PS-A	Sacar del horno planta y zapato y unirlos manualmente para colocarlos en Corte: Máquina empieza prensado.
PS-B	Colocar otro zapato y planta en la reactivadora. Corte: Máquina empieza a reactivar la planta y ensamble.
PS-C	Esperar que la máquina termine de prensar. Corte: Máquina termina de prensar.
PS-D	Retirar el zapato de la prensa y enviar terminado. Corte: Colocar en el estante.
PS-E	Esperar que la máquina termine de reactivar. Corte: Máquina termina de reactivar el pegamento del zapato.
Nota: La actividad PS-A es de un zapato anterior que ya se encuentra reactivado	

Tabla IX: Ficha explicativa del proceso de descalzado de horma.

FICHA EXPLICATIVA	
Producto:	Calzado Casual RFASHION3
Material:	Hormas.
Operación:	Descalzar horma.
Máquina:	A mano
DH-A	Descalzar horma. Corte: Dejar zapato en estante.
DH-B	Escribir talla en la entresuela. Corte: Dejar zapato en estante

3. Examinar los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.

El proceso de empastado se realiza en un sitio inadecuado en una mesa de madera que se utiliza para almacenar las capelladas que ya pasaron el proceso de conformado de talones lo que ocasiona una aglomeración de materiales en la mesa, sin embargo existe un sitio especial para realizar el proceso de empastado que ha sido diseñado especialmente para esta actividad, el área de trabajo se muestra en la fig. A. El problema surge por la falta de colaboración de los empleados y la desinformación de la manera correcta de realizar el proceso de empastado. Se ha rectificado este proceso capacitando al personal e informando el sitio en donde debe realizar este proceso.

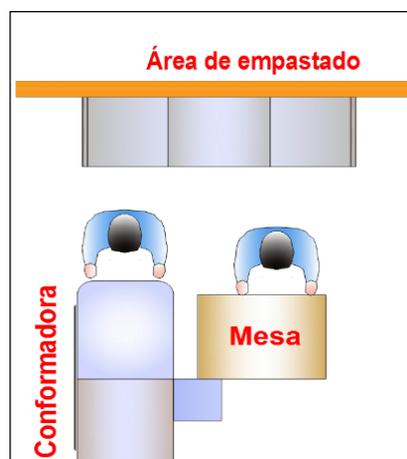


Fig. A: Área de trabajo de empastado y conformado.

4. Medir la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.

Para medir la cantidad de trabajo de cada elemento es necesario establecer el número de ciclos que se van a cronometrar para ello los métodos más utilizados son el método tradicional y el método estadístico. Cualquier método que se escoja se debe establecer un número de observaciones preliminares sin embargo el método tradicional recomienda tomar una muestra de 10 lecturas sí los ciclos son menores o iguales a 2 minutos y 5 lecturas sí los ciclos son mayores a 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.

En el área de montaje de la empresa BOOM´S se ha notado que los tiempos no sobrepasan los dos minutos, entonces se establece 10 lecturas a tomar preliminarmente. Una vez determinado el número preliminar de mediciones valiéndose del método estadístico se utiliza la formula mostrada a continuación determinándose si es necesario realizar más mediciones o si ya son suficientes.

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

Siendo:

n = tamaño de la muestra que se desea determinar.

n' = número de observaciones del estudio preliminar

\sum = suma de valores

x = valor de las observaciones en segundos.

Cabe aclarar que después de realizar una segunda medición de tiempos se calcula nuevamente n y puede darse el caso de que se tenga que tomar nuevamente otra medición.

Para las operaciones del área de montaje se obtuvieron los siguientes resultados usando la formula anteriormente mencionada.

PROCESO	# de ciclos a medir	PROCESO	# de ciclos a medir
Empastado de la capellada	12	Cardado y rayado	10
Conformado del talón	10	Preparado de suela	10
Emplantillado de horma	11	Plantado de suela	10
Armado de punta	12	Descalzado de horma	12
Armado de talón y costados	10		

5. Compilar el tiempo tipo de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.

Tabla X: Cálculo del suplemento del proceso de empastado de la capellada.

SUPLEMENTOS EMPASTADO																	
TIPO DE TENSIÓN		OPERACIONES										SUCESOS					
		EM-A		EM-B		EM-C		EM-D		EM-E		EM-F		EM-S1		EM-S2	
		Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos
TENSIÓN FÍSICA	Fuerza Media (Kg)	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Postura	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4
	Vibraciones	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ciclo Breve	B	0	M	5	B	0	M	6	M	6	B	0	B	0	B	0
	Ropa Molesta	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
TENSIÓN MENTAL	Concentración/Ansiedad	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4	B	2	B	1
	Monotonía	M	5	M	5	M	5	M	5	M	5	M	5	M	5	M	5
	Tensión Visual	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ruido	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2
CONDICION DE TRABAJO	Temperatura/Humedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ventilación	B	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B	1
	Emanaciones de Gases	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Polvo	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Suciedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Presencia de agua	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
Total de Puntos			16		21		16		22		22		16		14		13
Suplemento por descanso, incluye pausas para tomar una bebida (%)			12		13		12		13		13		12		11		11
Suplemento por fatiga (Restar 5% asignado a necesidades personales)			7		8		7		8		8		7		6		6
		B = Bajo		M = Mediano				A = Alto									

Tabla XI: Cálculo del suplemento del proceso de conformado de talones.

SUPLEMENTOS CONFORMADO									
TIPO DE TENSIÓN		OPERACIONES							
		CON-A		CON-B		CON-C		CON-D	
		Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos
TENSIÓN FÍSICA	Fuerza Media (Kg)	B	0	B	0	B	0	B	0
	Postura	B	4	B	4	B	4	B	0
	Vibraciones	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ciclo Breve	B	0	B	0	M	6	B	0
	Ropa Molesta	B	0	B	0	B	0	B	0
TENSIÓN MENTAL	Consentraci3n/Ansiedad	B	0	B	0	B	0	B	0
	Monotonía	M	5	M	5	M	5	B	0
	Tensi3n Visual	B	2	B	2	B	0	B	0
	Ruido	B	2	B	2	B	2	B	0
CONDICION DE TRABAJO	Temperatura/Humedad	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ventilaci3n	B	1	B	1	B	1	B	0
	Emanaciones de Gases	B	0	B	0	B	0	B	0
	Polvo	B	0	B	0	B	0	B	0
	Suciedad	B	0	B	0	B	0	B	0
	Presencia de agua	B	0	B	0	B	0	B	0
Total de Puntos			14		14		18		0
Suplemento por descanso, incluye pausas para tomar una bebida (%)			11		11		12		5
Suplemento por fatiga (Restar 5% asignado a necesidades personales)			6		6		7		0
B = Bajo M = Mediano A = Alto									

Tabla XII: Cálculo del suplemento del proceso de preparado de hormas.

SUPLEMENTOS PREPARADO DE HORMAS													
TIPO DE TENSIÓN		OPERACIONES						SUCESOS					
		PH-A		PH-B		PH-C		PH-S1		PH-S2		PH-S3	
		Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos
TENSIÓN FÍSICA	Fuerza Media (Kg)	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Postura	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4
	Vibraciones	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ciclo Breve	B	0	B	0	B	1	B	0	B	0	B	0
	Ropa Molesta	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
TENSIÓN MENTAL	Consentraci3n/Ansiedad	B	2	B	2	B	2	B	4	B	4	B	4
	Monotonía	M	5	M	5	M	5	M	5	M	5	M	5
	Tensi3n Visual	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2
	Ruido	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2
CONDICION DE TRABAJO	Temperatura/Humedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ventilaci3n	B	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B	1
	Emanaciones de Gases	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Polvo	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Suciedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Presencia de agua	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
Total de Puntos			16		16		17		18		18		18
Suplemento por descanso, incluyendo pausas para tomar una bebida (porcentaje)			12		12		12		12		12		12
Suplemento por fatiga (Restar 5% asignado a necesidades personales)			7		7		7		7		7		7
B = Bajo M = Mediano A = Alto													

Tabla XIII: Cálculo del suplemento del proceso de armado de puntas.

SUPLEMENTOS ARMADORA DE PUNTAS											
TIPO DE TENSION		OPERACIONES						SUCEOS			
		AP-A		AP-B		AP-C		AP-D		AP-S1	
		Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos
TENSION FÍSICA	Fuerza Media (Kg)	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Postura	B	4	B	4	B	0	B	4	B	4
	Vibraciones	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ciclo Breve	B	0	A	8	B	0	M	6	B	0
	Ropa Molesta	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
TENSION MENTAL	Concentración/Ansiedad	B	2	B	2	B	0	B	2	B	2
	Monotonía	M	5	M	5	B	0	M	5	M	5
	Tensión Visual	B	2	B	0	B	0	B	4	B	0
	Ruido	B	2	B	2	B	0	B	2	B	2
CONDICION DE TRABAJO	Temperatura/Humedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ventilación	B	1	B	1	B	0	B	1	B	1
	Emanaciones de Gases	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Polvo	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Suciedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Presencia de agua	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
Total de Puntos			16		22		0		24		14
Suplemento por descanso, incluyendo pausas para tomar una bebida (porcentaje)		11		13		5		13		13	
Suplemento por fatiga (Restar 5% asignado a necesidades personales)		6		8		0		8		8	
B = Bajo M = Mediano A = Alto											

Tabla XIV: Cálculo del suplemento del proceso de armado de talones y descalzado de horma.

SUPLEMENTOS ARMADO DE TALONES Y DESCALZADO DE HORMA			D O P H O R M A											
TIPO DE TENSION			OPERACIONES						OPERACIONES					
			AT-A		AT-B		AT-C		DH-A		DH-B			
			Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos		
TENSION FÍSICA	Fuerza Media (Kg)		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Postura		B	4	B	4	B	4	A	12	B	4	B	4
	Vibraciones		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ciclo Breve		B	0	M	6	M	6	B	0	M	6	M	6
	Ropa Molesta		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
TENSION MENTAL	Concentración/Ansiedad		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Monotonía		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Tensión Visual		B	4	M	10	M	10	B	0	B	0	B	0
	Ruido		B	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2
CONDICION DE TRABAJO	Temperatura/Humedad		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ventilación		B	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B	1
	Emanaciones de Gases		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Polvo		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Suciedad		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Presencia de agua		B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
Total de Puntos				11		23		23		15		13		13
Suplemento por descanso, incluyendo pausas para tomar una bebida (porcentaje)				11		13		13		12		11		11
Suplemento por fatiga (Restar 5% asignado a necesidades personales)				6		8		8		7		6		6
B = Bajo		M = Mediano	A = Alto				A = Alto							

Tabla XV: Cálculo del suplemento del proceso de cardado y rayado.

SUPLEMENTOS CARDADO Y RAYADO									
TIPO DE TENSIÓN		OPERACIONES							
		CR-A		CR-B		CR-C		CR-D	
		Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos
TENSIÓN FÍSICA	Fuerza Media (Kg)	B	0	B	0	B	0	B	0
	Postura	B	4	B	4	B	4	B	4
	Vibraciones	B	2	B	0	B	2	B	0
	Ciclo Breve	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ropa Molesta	B	0	B	0	B	0	B	0
TENSIÓN MENTAL	Consentraci3n/Ansiedad	B	0	B	0	B	0	B	0
	Monotonía	M	6	M	6	M	6	M	6
	Tensi3n Visual	B	2	B	2	B	2	B	2
	Ruido	B	2	B	2	B	2	B	2
CONDICION DE TRABAJO	Temperatura/Humedad	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ventilaci3n	B	1	B	1	B	1	B	1
	Emanaciones de Gases	B	0	B	0	B	0	B	0
	Polvo	B	1	B	0	B	1	B	0
	Suciedad	B	0	B	0	B	0	B	0
	Presencia de agua	B	0	B	0	B	0	B	0
Total de Puntos			18		15		18		15
Suplemento por descanso, incluyendo pausas para tomar una bebida (porcentaje)			12		12		12		12
Suplemento por fatiga (Restar 5% asignado a necesidades personales)			7		7		7		7
		B = Bajo		M = Mediano		A = Alto			

Tabla XVI: Cálculo del suplemento del proceso de preparado de suelo.

SUPLEMENTOS PREPARADO DE PLANTAS													
TIPO DE TENSION		OPERACIONES						SUCESOS					
		PP-A		PP-B		PP-C		PP-S1		PP-S2		PP-S3	
		Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos
TENSION FÍSICA	Fuerza Media (Kg)	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Postura	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4	B	4
	Vibraciones	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ciclo Breve	B	0	B	1	B	2	B	2	B	2	B	2
	Ropa Molesta	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
TENSION MENTAL	Concentración/Ansiedad	B	3	B	3	B	3	B	3	B	3	B	3
	Monotonía	M	5	M	5	M	5	M	5	M	5	M	5
	Tensión Visual	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2
	Ruido	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2
CONDICION DE TRABAJO	Temperatura/Humedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ventilación	B	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B	1
	Emanaciones de Gases	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Polvo	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Suciedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Presencia de agua	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
Total de Puntos			17		18		19		19		19		19
Suplemento por descanso, incluyendo pausas para tomar una bebida (porcentaje)			12		12		12		12		12		12
Suplemento por fatiga (Restar 5% asignado a necesidades personales)			7		7		7		7		7		7
B = Bajo M = Mediano A = Alto													

Tabla XVII: Cálculo del suplemento del proceso de plantado de suela.

SUPLEMENTOS PLANTADO DE SUELA													
TIPO DE TENSION		OPERACIONES										SUCESOS	
		PS-A		PS-B		PS-C		PS-D		PS-E		PS-S1	
		Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos
TENSION FISICA	Fuerza Media (Kg)	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Postura	B	4	B	4	B	0	A	12	B	0	B	0
	Vibraciones	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ciclo Breve	B	0	A	9	B	0	M	4	B	0	B	0
	Ropa Molesta	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
TENSION MENTAL	Concentración/Ansiedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Monotonía	M	5	M	5	B	0	M	5	B	0	B	0
	Tensión Visual	B	2	B	0	B	0	B	4	B	0	B	0
	Ruido	B	2	B	2	B	0	B	2	B	0	B	0
CONDICION DE TRABAJO	Temperatura/Humedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Ventilación	B	1	B	1	B	0	B	1	B	0	B	0
	Emanaciones de Gases	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Polvo	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Suciedad	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	Presencia de agua	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
Total de Puntos			14		21		0		28		0		0
Suplemento por descanso, incluyendo pausas para tomar una bebida (porcentaje)		11		13		5		15		5		5	
Suplemento por fatiga (Restar 5% asignado a necesidades personales)		6		8		0		10		0		0	
B = Bajo M = Mediano A = Alto													

Los suplementos por descanso se determinaron utilizando tablas de tensiones y la tabla de conversión de los puntos totales que se muestra a continuación. Primero se debe determinar para cada elemento de trabajo el grado de tensión y asignar el puntaje correspondiente y después se extrae de la tabla de conversión de los puntos el suplemento por descanso.

Tabla XVIII: Tablas para la asignación de puntos por tipo de tensión.

Puntos asignados a las diversas tensiones.			
Tipo de tensión	Grado		
	Bajo	Mediano	Alto
A. Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo			
1. Fuerza ejercida en promedio	0-85	0-113	0-149
2. Postura	0-5	6-11	12-16
3. Vibraciones	0-4	5-10	11-15
4. Ciclo breve	0-3	4-6	7-10
5. Ropa molesta	0-4	5-12	13-20
B. Tensión mental			
1. Concentración o ansiedad	0-4	5-10	11-16
2. Monotonía	0-2	3-7	8-10
3. Tensión visual	0-5	6-11	12-20
4. Ruido	0-2	3-7	8-10
C. Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo			
1. Temperatura			
Humedad baja	0-5	6-11	12-16
Humedad mediana	0-5	6-14	15-26
Humedad alta	0-6	7-17	18-36
2. Ventilación	0-3	4-9	10-15
3. Emanaciones de gases	0-3	4-8	9-12
4. Polvo	0-3	4-8	9-12
5. Suciedad	0-2	3-6	7-10
6. Presencia de agua	0-2	3-6	7-10

Conversión de los puntos.										
Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87

Después de calcular los suplementos se procede a establecer el tiempo estándar.

Tabla XIX: Cálculo tiempo estándar operación de empastado de la capellada.

Estudio de Tiempos																		
Departamento: Montaje												Estudio número: 1						
Operación: Empastado												Hoja Núm.: 1 de 9						
Instalación/máquina: A mano												Comienzo: 10:00:00 a. m.						
Herramientas: Soplete												Término: 10:18:00 a. m.						
Producto/Pieza: Capellada												Tiempo Transc.: 18 min.						
Material: Cuero, pegamento												Observado por: Tiglla E.						
Plano núm.:												Fecha: 06/06/2014						
Oper.	Observaciones (minutos)												S	TR	C	TN	S	TS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	min	%	min	min	min
EM-A	0.32	0.38	0.33	0.34	0.35	0.32	0.33	0.33	0.34	0.35	0.33	0.34	4.06	0.34	100	0.34	0.04	0.38
EM-B	0.09	0.10	0.12	0.10	0.10	0.11	0.12	0.10	0.10	0.10	0.11	0.14	1.29	0.11	100	0.11	0.01	0.12
EM-C	0.25	0.21	0.22	0.24	0.25	0.21	0.21	0.23	0.25	0.24	0.23	0.21	2.75	0.23	100	0.23	0.03	0.26
EM-D	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.08	0.09	1.04	0.09	100	0.09	0.01	0.10
EM-E	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.08	1.04	0.09	100	0.09	0.01	0.10
EM-F	0.43	0.38	0.36	0.38	0.40	0.43	0.45	0.38	0.41	0.40	0.37	0.47	4.86	0.41	100	0.41	0.05	0.46
Suceso				Inicia	Termina	Duración	Frec.					S	TR	C	TN	S	TS	
												min	min	%	min	min	min	
Llenar pega en recip. (EM-S1)				10:26:58	10:27:31	0:00:33	1/24					0.55	0.02	100	0.02	0.00	0.02	
Traer pasadores (EM-S2)				10:27:45	10:28:07	0:00:22	1/24					0.37	0.02	100	0.02	0.00	0.02	
Tiempo total de la operación:																	1.46	
S= Suma T.R.= Tiempo real C= Calificación T.N.= Tiempo normal S= Suplemento por descanso T.S.= Tiempo Estandar																		

Tabla XX: Cálculo tiempo estándar operación de conformado de talones.

Estudio de Tiempos																		
Departamento: Montaje												Estudio número: 1						
Operación: Conformado de talones.												Hoja Núm.: 2 de 9						
Instalación/máquina: Conformadora de talones												Comienzo: 11:00:00 a. m.						
Herramientas:												Término: 11:10:00 a. m.						
Producto/Pieza: Capellada												Tiempo Transc.: 10 min						
Material: Cuero, pegamento												Observado por: Tiglla E.						
Plano núm.:												Fecha: 06/06/2014						
Oper.	Observaciones (minutos)												S	TR	C	TN	S	TS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	min	%	min	min	min
CON-A	0.24	0.23	0.23	0.20	0.24	0.22	0.23	0.21	0.23	0.25			2.28	0.23	100	0.23	0.03	0.26
CON-B	0.24	0.23	0.23	0.20	0.24	0.22	0.23	0.21	0.23	0.25			2.28	0.23	100	0.23	0.03	0.26
CON-C	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09			0.83	0.08	100	0.08	0.01	0.09
CON-D	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12			1.27	0.13	100	0.13	0.01	0.14
Suceso				Inicia	Termina	Duración	Frec.					S	TR	C	TN	S	TS	
												min	min	%	min	min	min	
-----				---	---	---	---					---	---	---	---	---	---	
Tiempo total de la operación:																	0.75	
S= Suma T.R.= Tiempo real C= Calificación T.N.= Tiempo normal S= Suplemento por descanso T.S.= Tiempo Estandar																		

Tabla XXI: Cálculo tiempo estándar operación de preparado de hormas.

Estudio de Tiempos																		
Departamento: Montaje												Estudio número: 1						
Operación: Preparado de hormas.												Hoja Núm.: 3 de 9						
Instalación/máquina: Grapadora												Comienzo: 11:32:00 a. m.						
Herramientas: Hormas, plantillas, grapas												Término: 11:46:00 a. m.						
Producto/Pieza: Horma												Tiempo Transc.: 14 min						
Material: Pegamento												Observado por: Tiglla E.						
Plano núm.:												Fecha: 06/06/2014						
Oper.	Observaciones (minutos)												S	TR	C	TN	S	TS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	min	%	min	min	min
PH-A	0.21	0.26	0.21	0.22	0.21	0.23	0.25	0.22	0.22	0.26	0.25		2.54	0.23	100	0.23	0.03	0.26
PH-B	0.35	0.33	0.33	0.33	0.37	0.32	0.33	0.33	0.35	0.35	0.37		3.76	0.34	100	0.34	0.04	0.38
PH-C	0.18	0.17	0.18	0.15	0.18	0.16	0.17	0.18	0.16	0.17	0.18		1.88	0.17	100	0.17	0.02	0.19
Suceso				Inicia	Termina	Duración	Frec.	S	TR	C	TN	S	TS					
Seleccionar horma (PH-S1)				11:32:45	11:34:56	0:02:11	1/24	2.18	0.09	100	0.09	0.01	0.10					
Seleccionar plantilla(PH-S2)				11:35:29	11:38:05	0:02:36	1/24	2.60	0.11	100	0.11	0.01	0.12					
Preparar pegamen. (PH-S3)				11:38:27	11:39:16	0:00:49	1/24	0.82	0.03	100	0.03	0.00	0.03					
Tiempo total de la operación:													1.08					
S= Suma T.R.= Tiempo real C= Calificación T.N.= Tiempo normal S= Suplemento por descanso T.S.= Tiempo Estandar																		

Tabla XXII: Cálculo tiempo estándar operación de armado de puntas.

Estudio de Tiempos																		
Departamento: Montaje												Estudio número: 1						
Operación: Armado de puntas												Hoja Núm.: 4 de 9						
Instalación/máquina: Armadora de puntas												Comienzo: 02:35:00 p. m.						
Herramientas: Martillo												Término: 02:45:00 p. m.						
Producto/Pieza: Capellada, horma												Tiempo Transc.: 10 min.						
Material: Grapas												Observado por: Tiglla E.						
Plano núm.:												Fecha: 06/06/2014						
Oper.	Observaciones (minutos)												S	TR	C	TN	S	TS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	min	%	min	min	min
AP-A	0.18	0.20	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.19	0.18	0.16	0.18	0.20	2.15	0.18	100	0.18	0.02	0.20
AP-B	0.06	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.79	0.07	100	0.07	0.01	0.08
AP-C	0.07	0.07	0.07	0.08	0.06	0.07	0.06	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.82	0.07	100	0.07	0.00	0.07
AP-D	0.36	0.33	0.35	0.36	0.30	0.36	0.37	0.39	0.38	0.37	0.35	0.37	4.29	0.36	100	0.36	0.05	0.41
Suceso				Inicia	Termina	Duración	Frec.	S	TR	C	TN	S	TS					
Preparar máq. armadora (AP-S1)				2:36:58	2:38:27	0:01:29	1/24	1.48	0.06	100	0.06	0.01	0.07					
Tiempo total de la operación:													0.83					
S= Suma T.R.= Tiempo real C= Calificación T.N.= Tiempo normal S= Suplemento por descanso T.S.= Tiempo Estandar																		

Tabla XXIII: Cálculo tiempo estándar operación de armado de talones y costados.

Estudio de Tiempos																		
Departamento: Montaje										Estudio número: 1								
Operación: Armado de talones y costados										Hoja Núm.: 5 de 9								
Instalación/máquina: A mano										Comienzo: 03:00:00 p. m.								
Herramientas: Grapas.										Término: 03:13:00 p. m.								
Producto/Pieza: Hormas, plantillas.										Tiempo Transc.: 13 min.								
Material:										Observado por: Tiglla E.								
Plano núm.:										Fecha: 06/06/2014								
Oper.	Observaciones (minutos)												S	TR	C	TN	S	TS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	min	%	min	min	min
AT-A	1.10	1.00	0.97	1.00	1.00	0.99	0.95	1.09	1.06	1.06			10.22	1.02	100	1.02	0.11	1.13
AT-B	0.12	0.13	0.13	0.10	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.10			1.16	0.12	100	0.12	0.02	0.14
AT-C	0.10	0.12	0.12	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.10	0.09			1.06	0.11	100	0.11	0.01	0.12
Suceso				Inicia	Termina	Duración	Frec.		S	TR	C	TN	S	TS				
-----				---	---	---	---		min	min	%	min	min	min				
Tiempo total de la operación:																	1.39	
S= Suma T.R.= Tiempo real C= Calificación T.N.= Tiempo normal S= Suplemento por descanso T.S.= Tiempo Estandar																		

Tabla XXVI: Cálculo tiempo estándar operación de cardado y rayado.

Estudio de Tiempos																		
Departamento: Montaje										Estudio número: 1								
Operación: Cardado y rayado										Hoja Núm.: 6 de 9								
Instalación/máquina: Cardadora										Comienzo: 03:30:00 p. m.								
Herramientas: Rayador										Término: 03:49:00 p. m.								
Producto/Pieza: Capellada, horma.										Tiempo Transc.: 19 min.								
Material: Cuero.										Observado por: Tiglla E.								
Plano núm.:										Fecha: 06/06/2014								
Oper.	Observaciones (minutos)												S	TR	C	TN	S	TS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	min	%	min	min	min
CR-A	0.25	0.28	0.26	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.28	0.24			2.69	0.27	100	0.27	0.03	0.30
CR-B	0.35	0.34	0.45	0.43	0.42	0.39	0.38	0.40	0.42	0.43			4.01	0.40	100	0.40	0.05	0.45
CR-C	0.75	0.71	0.69	0.77	0.67	0.73	0.75	0.71	0.72	0.73			7.23	0.72	100	0.72	0.09	0.81
CR-D	0.48	0.46	0.43	0.44	0.41	0.42	0.44	0.42	0.45	0.47			4.42	0.44	100	0.44	0.05	0.49
Suceso				Inicia	Termina	Duración	Frec.		S	TR	C	TN	S	TS				
-----				---	---	---	---		min	min	%	min	min	min				
Tiempo total de la operación:																	2.05	
S= Suma T.R.= Tiempo real C= Calificación T.N.= Tiempo normal S= Suplemento por descanso T.S.= Tiempo Estandar																		

Tabla XXV: Cálculo tiempo estándar operación de preparado de plantas.

Estudio de Tiempos																		
Departamento: Montaje											Estudio número: 1							
Operación: Preparado de plantas											Hoja Núm.: 7 de 9							
Instalación/máquina: A mano											Comienzo: 04:05:00 p. m.							
Herramientas: Brocha											Término: 05:45:00 p. m.							
Producto/Pieza: Suela											Tiempo Transc.: 100 min.							
Material:											Observado por: Tiglla E.							
Plano núm.:											Fecha: 06/06/2014							
Oper.	Observaciones (minutos)												S	TR	C	TN	S	TS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	min	%	min	min	min
PP-A	0.19	0.21	0.19	0.16	0.16	0.18	0.21	0.19	0.16	0.18			1.83	0.15	100	0.15	0.02	0.17
PP-B	0.16	0.16	0.15	0.18	0.16	0.16	0.15	0.19	0.18	0.15			1.64	0.14	100	0.14	0.02	0.16
PP-C	0.15	0.13	0.15	0.15	0.14	0.16	0.14	0.14	0.15	0.14			1.45	0.12	100	0.12	0.01	0.13
Suceso				Inicia	Termina	Duración	Frec.	S	TR	C	TN	S	TS					
Preparar limpiador (PP-S1)				4:06:12	4:08:56	0:02:44	1/24	2.73	0.11	100	0.11	0.01	0.12					
Preparar alogeno (PP-S2)				5:00:55	5:02:26	0:01:31	1/24	1.52	0.06	100	0.06	0.01	0.07					
Preparar primer (PP-S3)				5:31:25	5:33:12	0:01:47	1/24	1.78	0.07	100	0.07	0.01	0.08					
Tiempo total de la operación:													0.73					
S= Suma T.R.= Tiempo real C= Calificación T.N.= Tiempo normal S= Suplemento por descanso T.S.= Tiempo Estandar																		

Tabla XVI: Cálculo tiempo estándar operación de plantado de suelas.

Estudio de Tiempos																		
Departamento: Montaje											Estudio número: 1							
Operación: Plantado de suelas											Hoja Núm.: 8 de 9							
Instalación/máquina: Reactivadora, prensa											Comienzo: 10:00:00 a. m.							
Herramientas:											Término: 10:23:00 a. m.							
Producto/Pieza: Zapato											Tiempo Transc.: 23 min.							
Material:											Observado por: Tiglla E.							
Plano núm.:											Fecha: 07/06/2014							
Oper.	Observaciones (minutos)												S	TR	C	TN	S	TS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	min	%	min	min	min
PS-A	0.86	0.88	0.87	0.88	0.87	0.93	0.88	0.89	0.92	0.93			8.91	0.89	100	0.89	0.10	0.99
PS-B	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.10	0.07	0.09	0.10	0.08			0.86	0.09	100	0.09	0.01	0.10
PS-C	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.07	0.10	0.08	0.07	0.09			0.84	0.08	100	0.08	0.00	0.08
PS-D	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13			1.24	0.12	100	0.12	0.02	0.14
PS-E	0.30	0.29	0.28	0.30	0.29	0.30	0.27	0.30	0.31	0.28			2.92	0.29	100	0.29	0.01	0.30
Suceso				Inicia	Termina	Duración	Frec.	S	TR	C	TN	S	TS					
Calentar el horno reactivador (F)				10:02:25	10:10:15	0:07:50	1/96	7.83	0.08	100	0.08	0.00	0.08					
Tiempo total de la operación:													1.69					
S= Suma T.R.= Tiempo real C= Calificación T.N.= Tiempo normal S= Suplemento por descanso T.S.= Tiempo Estandar																		

Tabla XXVII: Cálculo tiempo estándar operación de descalzado de horma.

Estudio de Tiempos																		
Departamento: Montaje												Estudio número: 1						
Operación: Descalzado de horma.												Hoja Número 9 de 9						
Instalación/máquina A mano.												Comienzo: 11:00:00 a. m.						
Herramientas:												Término: 11:13:00 a. m.						
Producto/Pieza Hormas, zapato												Tiempo Transc.: 13 min.						
Material:												Observado por: Tiglla E.						
Plano núm.:												Fecha: 07/06/2014						
Oper.	Observaciones (minutos)												S	TR	C	TN	S	TS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	min	%	min	min	min
DH-A	0.22	0.19	0.21	0.18	0.19	0.17	0.19	0.21	0.17	0.19	0.21	0.22	2.35	0.20	100	0.20	0.02	0.22
DH-B	0.17	0.16	0.13	0.16	0.14	0.15	0.13	0.16	0.14	0.17	0.13	0.14	1.78	0.15	100	0.15	0.02	0.16
Suceso				Inicia	Termina	Duración	Frec.	S	TR	C	TN	S	TS					
-----				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---					
Tiempo total de la operación:																	0.38	
S= Suma T.R.= Tiempo real C= Calificación T.N.= Tiempo normal S= Suplemento por descanso T.S.= Tiempo Estandar																		

- 6. Definir con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ése será el tiempo tipo para las actividades y métodos especificados.**

En la siguiente tabla se resume la totalidad de los tiempos que se calcularon para cada proceso del área productiva de montaje de la empresa de calzado BOOM'S.

Tabla XXVIII: Resumen de tiempos estándar área de montaje.

PROCESO	TIEMPO EN MINUTOS PARA UN ZAPATO
Empastado de la capellada	1.46
Conformado del talón	0.75
Emplantillado de horma	1.08
Armado de punta	0.83
Armado de talón y costados	1.39
Cardado y rayado	2.05
Preparado de suela	0.73
Plantado de suela	1.69
Descalzado de horma	0.38
Total:	10.36

Anexo 6: Procedimiento para la realización de la prueba escalonada.

La prueba escalonada es un método indirecto para obtener el consumo máximo de oxígeno de una persona. Los parámetros que deben ser registrados en el test para un posterior análisis se indican en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros prueba escalonada.

Medidas climatológicas	
Variable	Descripción
Vv	Velocidad del viento.
T	Temperatura.
H	Altura.
Medidas previas	
Variable	Descripción
Pp	Peso.
FC	Frecuencia cardíaca.
TC	Tensión Arterial.
Medidas calculadas	
Variable	Descripción
FCmáx	Frecuencia Cardíaca Máxima.
FC ref	Frecuencia Cardíaca de referencia.
Medidas durante el test	
Variable	Descripción
FC1	Frecuencia Cardíaca 1
FC2	Frecuencia Cardíaca 2
FC3	Frecuencia Cardíaca 3
FC4	Frecuencia Cardíaca 4

Para el registro de la información de la Tabla 1 se crea el formato de la Fig. 1. Este formato se elabora de tal manera que el investigador tenga una herramienta que le facilite el trabajo de la tabulación de la información, se establece 5 zonas en el formato:

- a) Datos de la empresa.
- b) Datos del trabajador.
- c) Medidas.
- d) Observaciones.
- e) Responsable.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS ELECTRONICA E INDUSTRIAL					
PRUEBA ESCALONADA (Test de Manero)					
DATOS DE LA EMPRESA			DATOS DEL TRABAJADOR		
EMPRESA :			NOMBRE:		
GERENTE:			EDAD:		FIRMA
ÁREA DE ESTUDIO:	a		SEXO (M/F):	b	
DIRECCIÓN:			SUBÁREA:		
TELÉFONO:		HORA:	CARGO/MAQ	Cl:	
FECHA:	DIA:	MES:	AÑO:	COD.T:	
Medidas previas			Medidas climatológicas		
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Kg)	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(m/s)
<u>Pp</u>	Peso		<u>Vv</u>	Velocidad de viento	
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Lat/min)	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(°C)
<u>FC</u>	Frecuencia cardíaca		<u>I</u>	Temperatura	
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(mmHg)	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(msnm)
<u>IC</u>	Tensión Arterial		<u>h</u>	Altura	
Medidas calculadas					
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Lat/min)			
<u>FCmáx</u>	Frecuencia Cardíaca Máxima (220-edad)				
<u>(FC ref)</u>	FCmáx)				
Medidas durante el test			OBSERVACIONES:		
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Lat/min)	d		
<u>FC1</u>	Frecuencia cardíaca 1				
<u>FC2</u>	Frecuencia cardíaca 2				
<u>FC3</u>	Frecuencia cardíaca 3				
<u>FC4</u>	Frecuencia cardíaca 4				
RESPONSABLE: Edison Javier Tiglla Velasque.			e		
CI: 050350782-4			Firma Responsable:		

Fig.1: Ficha para registro de información prueba escalonada.

A continuación se detalla la información que debe ir en cada casillero de cada sección y el formato que debe tener:

a) **Datos de la empresa.**

- **Empresa:** Nombre de la institución a la que pertenece el trabajador.
- **Gerente:** Nombre del gerente de la empresa o representante legal.
- **Área de estudio:** Área que se toma en cuenta para el análisis de la capacidad física de trabajo. Para este estudio es el área de montaje de calzado.

- **Dirección:** Se llenará este campo con la ubicación geográfica de la empresa.
- **Teléfono:** Campo en el que se colocará el número de contacto de la empresa. Puede ser un número convencional o celular.
- **Fecha:** Corresponde a la fecha en la que se evaluó la capacidad física del trabajador, consta de apartados para el día, el mes y el año en el que se ha realizado la adquisición de datos.
- **Hora:** Hora exacta en la que el trabajador empieza la prueba.

b) Datos del trabajador.

- **Nombre:** Nombre del trabajador que se somete a la prueba. Detallar los dos apellidos y dos nombres
- **Edad:** Años cumplidos que tenga el trabajador en el momento de la prueba.
- **Sexo:** Masculino o femenino según corresponda.
- **Sub-área:** Lugar en el que desempeña sus actividades el trabajador.
- **Cargo/Máq./Actividad:** Se detalla el cargo o la actividad que desempeña el trabajador y se menciona si manipula alguna máquina.
- **Firma:** Firma del trabajador para el consentimiento y la autenticidad de los datos de la prueba realizada.
- **CI.:** Campo de diez dígitos de la cédula de ciudadanía del trabajador objeto de estudio.
- **CÓD.T:** Código que se asigna al trabajador para la codificación de la información. Este debe ser de dos letras representativas de la empresa seguida de un guion Y la letra T, especificando el número de trabajador en un rango de 001 a 999, por ejemplo GA-T003 para el tercer trabajador de la empresa GAMOS que se somete a la prueba.
- **Foto:** Foto tamaño carnet para la identificación del trabajador participante.

c) Medidas.

Medidas climatológicas.

- **Vv:** Velocidad del viento del lugar donde se realiza la prueba.
- **T:** Temperatura ambiente al momento de realizar la prueba en grados centígrados.
- **H:** Altura sobre el nivel del mar del lugar en donde se realiza la prueba.

Medidas previas

- **Pp:** Peso en kilogramos del trabajador.
- **FC:** Frecuencia cardíaca de reposo del trabajador en latidos/minutos.
- **TC:** Tensión Arterial medida en milímetros de mercurio (mmHg).

Medidas calculadas

- **FCmáx:** Frecuencia cardíaca máxima ($220 - \text{edad}$).
- **FC ref.:** Frecuencia cardíaca de referencia que es igual al 65% de la FCmáx.

Medidas durante el test

- **FC1:** Frecuencia cardíaca 1 del trabajador obtenida en la prueba.
- **FC2:** Frecuencia cardíaca 2 del trabajador obtenida en la prueba.
- **FC3:** Frecuencia cardíaca 3 del trabajador obtenida en la prueba.
- **FC4:** Frecuencia cardíaca 4 del trabajador obtenida en la prueba.

d) Observaciones

Se detalla cualquier eventualidad que ocurra durante la realización de la prueba o algún impedimento físico que tenga el trabajador, entre otros.

- e) **Responsable:** Nombre, cédula y firma de la persona encargada en realizar la prueba escalonada.

Procedimiento para la toma de datos de la prueba escalonada.

El procedimiento para la manera correcta de la realización y toma de información de la prueba escalonada se detalla a continuación, además se hace mención a las consideraciones básicas, el equipo, herramientas y personal necesario para esta prueba.

PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA ESCALONADA

	Elaborado por:	Tiglla Edison.	Código:	DIDE-UTA-FISEI-PTMA-001
	Revisado por:	Ing. Luis Morales	Revisión:	02
	Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha de emisión:	Enero - 2015
1. objetivo				
Determinar la metodología para la realización de la prueba escalonada a los empleados del área de montaje en la población de estudio de las empresas de calzado.				
2. Alcance				
El procedimiento evalúa el consumo máximo de oxígeno de 68 empleados en el área de montaje de 7 empresas de calzado, los cuales manipulan máquinas y bancos de trabajo en los que no se ha analizado si los operarios pueden satisfacer las demandas energéticas de sus actividades laborales.				
3. Responsabilidad y autoridad				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigador: Con la ayuda de las fichas y de un computador, es el encargado de la toma de datos de cada empleado estudiado, para luego interpretar los resultados y calcular la capacidad física de trabajo. ▪ Jefe de producción: Esta encargado del orden con el que cada empleado ira pasando para realizar la prueba escalonada, sin que su ausencia afecte el proceso productivo. 				
4. Periodicidad				
<p>La prueba se realiza una sola vez a toda la población de estudio, pero se puede ejecutar evaluaciones futuras cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La dirección o los trabajadores lo crean oportuno por alguna razón justificada como pueden ser Síntomas de fatiga o decremento de la salud de los trabajadores. ▪ Cambio total o de la mayoría de los trabajadores del área. ▪ Después de haber sometido al personal a un régimen de entrenamiento físico no menor a un mes. 				
5. Políticas				
<ol style="list-style-type: none"> a. Contar con un lugar en el que a temperatura del ambiente se mantenga estable y que la velocidad del viento sea nula. b. La fecha y lugar en el que se realice la prueba escalonada se debe coordinar con el jefe de producción para no entorpecer el ciclo normal de producción de la empresa. c. Los trabajadores que se someten a la prueba escalonada deberán ser informados y socializados por lo menos un día antes. Se les notificara de ser posible por escrito, detallando lugar, nombre del empleado, fecha de participación y como debe estar vestido para la prueba. d. De existir algún inconveniente físico o de salud en el trabajador, se debe suspender la prueba inmediatamente y registrar el evento en la ficha en la sección de observaciones. 				
6. Estrategia de medición				
<ol style="list-style-type: none"> a. Requisitos de una prueba de esfuerzo <ul style="list-style-type: none"> ▪ La carga de trabajo asignada debe ser medible y reproducible. ▪ Las condiciones de la prueba deben de ser tales que sus resultados puedan ser comparables y repetibles. ▪ Las pruebas deben ser bien toleradas por sujetos saludables. ▪ La eficiencia mecánica requerida para la ejecución de las mismas ha de ser lo más uniforme posible. 				

b. Condiciones estándar para la ejecución de la prueba.

Por parte del trabajador.

- Ausencia de procesos infecciosos.
- No haber ingerido alimentos de 2 a 3 horas antes.
- No haber realizado esfuerzos importantes desde el día anterior a la prueba.
- No haber tomado estimulantes (café, té o cola).
- No modificar de forma significativa la alimentación los días precedentes.
- Vestir ropa adecuada (camiseta, pantaloneta y zapatos deportivos).

Por parte del investigador.

- Explicar al paciente el desarrollo de la prueba.
- Disponer de una habitación bien ventilada, con una temperatura ambiental entre 20 y 22 grados y una humedad relativa de 40 a 60%.
- Antes de iniciar la prueba la persona debe descansar 10 minutos sentada.

c. Criterio de interrupción de la prueba.

- Dolor precordial agudo.
- Disnea severa, vértigo o desmayo.
- Aprensión marcada.
- Signos de mala perfusión (detención súbita de la sudoración o cianosis)

d. Recomendaciones Generales

- Los instrumentos de medida serán calibrados y se verificara el correcto funcionamiento de los mismos antes de iniciar la prueba.
- Es conveniente poder contar con la colaboración de un ayudante para que anote las medidas obtenidas en el transcurso de la prueba.

7. Equipo y Materiales.

Las características fundamentales de los equipos y materiales son: la sencillez de utilización y sus mediciones deben ser precisas y exactas. A continuación se detalla los materiales y equipo necesarios para la realización de la prueba escalonada.

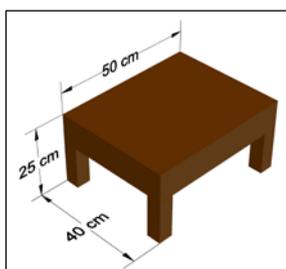
Báscula Beurer.



Monitor de presión arterial automático.



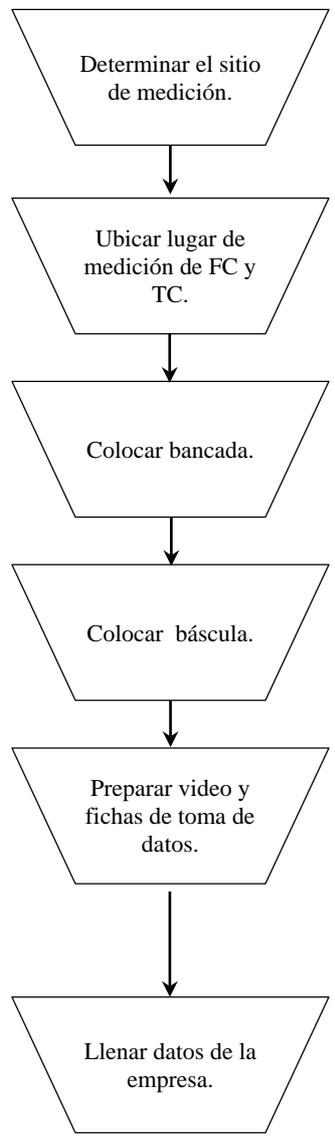
Bancada



Video diseñado para la prueba escalonada.



Anexo 7: Protocolo de la prueba escalonada.

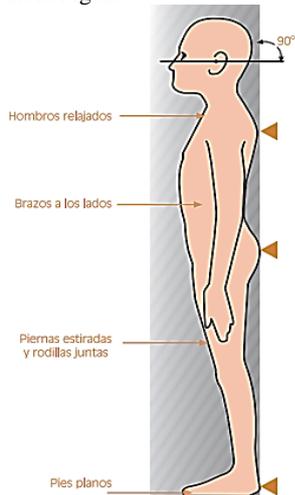
	MÉTODO PARA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA ESCALONADA	Código: DIDE-UTA-FISEI-PTMA-001	
		Fecha de Elaboración: 2014	
		Fecha última Aprobación:	
		Revisión: 01	
Elaborado por: Tiglla Edison	Revisado por: Ing. Carlos Sánchez.	Aprobado por: Ing. Luis Morales	
OBJETIVO: Dar a conocer una metodología para realizar la prueba escalonada a trabajadores del área de montaje en empresas de calzado.			
CONDICIONES DE MEDICIÓN	PASOS	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	PARÁMETROS DE CONTROL
<p>PERSONAL A SER MEDIDO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de procesos infecciosos. - No haber ingerido alimentos de 2 a 3 horas antes. - No haber realizado esfuerzos importantes desde el día anterior a la prueba. - No haber tomado estimulantes (café, té o cola). - Vestir ropa adecuada (camiseta, pantaloneta y zapatos deportivos). - Antes de iniciar la prueba la persona debe descansar 10 minutos sentada. <p>INVESTIGADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Brindar un trato adecuado. - Coordinar envío de personas con el jefe de producción. - Explicar al trabajador el desarrollo de la prueba. - Deberá indicarse la hora de la prueba, teniendo en cuenta que cuando se comparen pruebas, deberá realizarse a la misma hora del día. <p>EQUIPO DE MEDICIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debe ser sencillo confiable y sus mediciones deben ser precisas y exactas. 		<p>Solicitar una habitación que cumpla las especificaciones para realizar la prueba</p>	<p>El sitio debe ser amplio con una temperatura no superior a 22 grados y una humedad relativa de 40 a 60%.</p>
	<p>Ubicar una silla para que se siente el trabajador.</p>	<p>El lugar debe ser cómodo y el trabajador debe tener en donde descansar el brazo.</p>	
	<p>Colocar bancada en una superficie plana, firme y bien nivelada.</p>	<p>Verificar que la bancada este firme y no exista movimiento al subir y bajar de esta.</p>	
	<p>Ubicar la báscula en una superficie plana, firme y bien nivelada.</p>	<p>Verifique que la báscula esté calibrada y que la unidad de medida se encuentre en Kg.</p>	
	<p>Tener listo el video y los formatos de recolección de datos uno para cada persona a ser medida.</p>	<p>Verificar que el video se escuche fuerte y claro.</p>	
	<p>Escribir los datos de la empresa en la ficha.</p>	<p>Verificar que todos los datos sean correctos.</p>	

SITIO DE MEDICIÓN

- Cumplir condiciones para realizar las mediciones.
- Debe ser amplio para que el trabajador pueda realizar el ejercicio libremente.
- Disponer de una habitación bien ventilada, con una temperatura ambiental entre 20 y 22 grados y una humedad relativa de 40 a 60%.

POSICIÓN PARA PESAR.

El trabajador debe permanecer estático en la posición mostrada en la Figura.

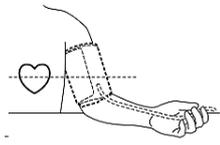
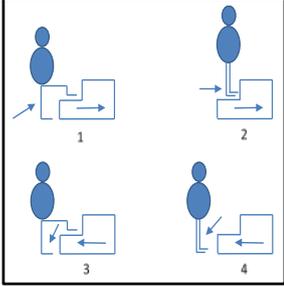


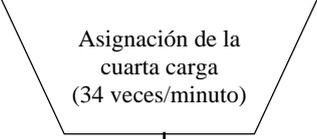
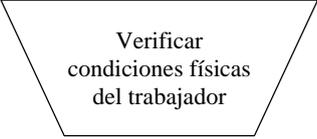
POSICIÓN MEDICION FC Y TC.

La persona debe estar sentada y el brazo se descansa en un apoyo.



Llenar medidas climatológicas.	Tomar medidas de temperatura, velocidad del viento y altura.	La medida debe ser constante y no variar de forma irregular.
Llamar al trabajador objeto de estudio.	Coordinar el envío de personas para no entorpecer el proceso productivo de la empresa.	Verificar el nombre del trabajador.
Explicar al trabajador el objetivo de la prueba.	Informar al evaluado acerca de la prueba que se le realizara.	La persona debe cumplir con las condiciones de medición
Solicitar al trabajador que se prepare para la prueba.	Pedir a la persona que se vista adecuadamente.	La persona debe vestir ropa cómoda adecuada para realizar ejercicio.
Llenar datos del evaluado.	Solicitar los datos personales al trabajador y asignar un código.	Pedir al evaluado que verifique sus datos y asegurarse que el código sea único para cada trabajador.
Tomar foto de registro.	Tomar una foto tipo tamaño carnet.	La foto debe tener el nombre del código del trabajador
Medir masa corporal (Pp)	El trabajador sube a la báscula, permanece estático y sin hacer presión. Analista observa y registra el peso.	Verifique que el peso esté en kilogramos.
Alistar al trabajador para medir FC y TC.	El trabajador se sienta en la silla y apoya el brazo.	Verificar que el brazo descansa en una posición natural.
Medir FC y TC.	Colocar el monitor de presión arterial automático en el brazo del trabajador.	Verifique que se realizó la medición, caso contrario esperar 5 minutos antes de volver a realizarla.

<p>El equipo de medición se coloca en el brazo derecho según se muestra en la figura.</p>		<p>Usar las formulas $FC_{m\acute{a}x}=220 - \text{edad}$ $FC_{ref}=0.65*FC_{m\acute{a}x}$ y anotar los resultados en la ficha.</p>	<p>Verificar que los resultados sean correctos.</p>
<p>PASOS PARA REALIZAR EL EJERCICIO.</p> <p>La secuencia de subida y bajada es de 4 pasos, el sujetó debe apoyar los dos pies en el peldaño al subir y en el suelo al bajar.</p>	<p>Calcular $FC_{m\acute{a}x}$. y FC_{ref}.</p>	<p>Preguntar al trabajador si sufre alguna enfermedad que le impida realizar la prueba.</p>	<p>Los valores de presión sistólica y diastólica no deben ser superior a 135 y 85 mmHg</p>
<p>PASOS PARA REALIZAR EL EJERCICIO.</p> <p>La secuencia de subida y bajada es de 4 pasos, el sujetó debe apoyar los dos pies en el peldaño al subir y en el suelo al bajar.</p>	<p>Verificar la salud del trabajador.</p>	<p>El analista explica los pasos del ejercicio.</p>	<p>El trabajador realiza de manera adecuada el ejercicio.</p>
	<p>Explicar al trabajador el ejercicio.</p>	<p>Analista reproduce el video y el trabajador realiza el ejercicio durante tres minutos</p>	<p>El trabajador debe subir y bajar la bancada al ritmo del video.</p>
<p>MEDICIÓN DE FC1 - FC4.</p> <p>Se debe aplicar presión muy ligeramente al sentir el pulso carotideo bajo el ángulo del mentón. La medición se hace en los primeros 15 segundos de la recuperación, se cuentan los latidos en este período de tiempo y se multiplican por 4 para expresarlos en lat/min.</p>	<p>Asignación de la primera carga (17 veces/minuto)</p>	<p>El trabajador descansa un minuto y el analista mide la FC1 durante los primeros 15 segundos de ese descanso y anota el valor en la ficha.</p>	<p>Si la FC1 es menor a FC ref. se continúa la prueba, caso contrario se suspende el ejercicio.</p>
	<p>Medir la FC1</p>	<p>El trabajador realiza el ejercicio durante tres minutos.</p>	<p>El trabajador debe subir y bajar la bancada al ritmo del video.</p>
	<p>Asignación de la segunda carga (26 veces/minuto)</p>	<p>El trabajador descansa un minuto y el analista mide la FC2 durante los primeros 15 segundos de ese descanso y anota el valor en la ficha.</p>	<p>Si la FC2 es menor a FC ref. se continúa la prueba, caso contrario se suspende el ejercicio.</p>
	<p>Medir la FC2</p>	<p>El trabajador realiza el ejercicio durante tres minutos.</p>	<p>El trabajador debe subir y bajar la bancada al ritmo del video.</p>
	<p>Asignación de la tercera carga (34 veces/minuto)</p>		

		<p>El trabajador descansa un minuto y el analista mide la FC3 durante los primeros 15 segundos de ese descanso y anota el valor en la ficha.</p>	<p>Si la FC3 es menor a FC ref. se continúa la prueba, caso contrario se suspende el ejercicio.</p>
		<p>El trabajador realiza el ejercicio durante cinco minutos.</p>	<p>El trabajador debe subir y bajar la bancada al ritmo del video.</p>
		<p>El trabajador descansa y el analista mide la FC4 durante los primeros 15 segundos de ese descanso y anota el valor en la ficha.</p>	<p>La prueba finaliza sin importar si FC4 pasa o no la FC ref.</p>
		<p>Dar agua para la hidratación del trabajador y preguntar si tiene alguna molestia a causa del ejercicio.</p>	<p>Verificar que el trabajador no tenga nausea o mareo.</p>

Anexo 8: Formato para la toma de datos de la prueba escalonada.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
 PRUEBA ESCALONADA (Test de Manero)



DATOS DE LA EMPRESA				DATOS DEL TRABAJADOR			
EMPRESA :				NOMBRE:			
GERENTE:				EDAD:	FIRMA		
ÁREA DE ESTUDIO:				SEXO (M/F):			
DIRECCIÓN:				SUBÁREA:			
TELÉFONO:				CARGO/MAQ o ACTIVIDAD			
FECHA:	DÍA:	MES:	AÑO:	CI:			
				COD.T:			
				<u>Medidas previas</u>			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Kg)		VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(m/s)	
\overline{Pp}	Peso			\overline{Vv}	Velocidad de viento		
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Lat/min)		VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(°C)	
\overline{FC}	Frecuencia cardiaca			\overline{I}	Temperatura		
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(mmHg)		VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(msnm)	
\overline{TC}	Tensión Arterial			\overline{h}	Altura		
<u>Medidas calculadas</u>							
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Lat/min)					
$\overline{FCmáx}$ ($\overline{FC ref}$)	Frecuencia Cardiaca Máxima (220-edad) FCmáx						
<u>Medidas durante el test</u>				OBSERVACIONES:			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Lat/min)					
$\overline{FC1}$	Frecuencia cardiaca 1						
$\overline{FC2}$	Frecuencia cardiaca 2						
$\overline{FC3}$	Frecuencia cardiaca 3						
$\overline{FC4}$	Frecuencia cardiaca 4						
RESPONSABLE: Edison Javier Tiglla Velasque.				Firma Responsable:			
Ci: 050350782-4							



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS ELECTRONICA E INDUSTRIAL
PRUEBA ESCALONADA (Test de Manero)



DATOS DE LA EMPRESA				DATOS DEL TRABAJADOR			
EMPRESA :		CALZADO BOOMS		NOMBRE:		CARLOS MIGUEL PAZMIÑO BOMBON	
GERENTE:				EDAD:		22	
ÁREA DE ESTUDIO:		MONTAJE		SEXO (M/F):		M	
DIRECCIÓN:				SUBÁREA:		Montaje	
TELÉFONO:				CARGO/MAQ o ACTIVIDAD		EMASTADO Y MONTAJE	
FECHA:		DÍA: 17 MES: 07 AÑO: 2014		CI:		180437957-4	
				COD.T:		BM-T001	
<i>Medidas previas</i>				<i>Medidas climatológicas</i>			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(kg)	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(m/s)		
Pd	Peso	62.7	Vv	Velocidad de viento	0		
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(lat/min)	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(°C)		
FC	Frecuencia cardiaca	65	I	Temperatura	20		
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(mmHg)	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(msnm)		
Tc	Tensión Arterial	113 - 70	h	Altura	2581		
<i>Medidas calculadas</i>							
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(lat/min)					
FCmáx	Frecuencia Cardiaca Máxima (220-edad)	198					
(FCref)	FCmáx)	129					
<i>Medidas durante el test</i>				OBSERVACIONES:			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(lat/min)					
FC1	Frecuencia cardiaca 1	73					
FC2	Frecuencia cardiaca 2	87					
FC3	Frecuencia cardiaca 3	106					
FC4	Frecuencia cardiaca 4	132					
RESPONSABLE: Edilson Javier Tiglla Velasque.				Firma Responsable:			
CI: 050350782-4							

Anexo 9: Formatos llenos de la prueba escalonada.



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS ELECTRONICA E INDUSTRIAL
PRUEBA ESCALONADA (Test de Manero)

DATOS DE LA EMPRESA				DATOS DEL TRABAJADOR					
EMPRESA :		CALZADO BOOMS		NOMBRE:					
GERENTE:				EDAD:				18	FIRMA
ÁREA DE ESTUDIO:		MONTAJE		SEXO (M/F):				M	
DIRECCIÓN:				SUBÁREA:				Montaje	
TELÉFONO:		HORA: 15:40		CARGO/MAQ:				Preformador a de talones	
FECHA:		DIA: 17	MES: 07	AÑO: 2014		COD.T: BM-T002			
Medidas previas									
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA (kg)		VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA (m/s)			
<u>Pp</u>	Peso	65		<u>Vv</u>	Velocidad de viento	0			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA (Lat/min)		VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA (°C)			
<u>FC</u>	Frecuencia cardíaca	67		<u>I</u>	Temperatura	20			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA (mmHg)		VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA (ms/m)			
<u>TC</u>	Tensión Arterial	128 - 57		<u>h</u>	Altura	2581			
Medidas calculadas									
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA (Lat/min)							
<u>FCmáx</u>	Frecuencia Cardíaca Máxima (220-edad)	202							
<u>(FC ref)</u>	FCmáx	131							
Medidas durante el test									
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA (Lat/min)							
<u>FC1</u>	Frecuencia cardíaca 1	91							
<u>FC2</u>	Frecuencia cardíaca 2	111							
<u>FC3</u>	Frecuencia cardíaca 3	136							
<u>FC4</u>	Frecuencia cardíaca 4	-							
OBSERVACIONES:									
RESPONSABLE: Edison Javier Tiglla Velasque.				Firma Responsable:					
CI: 050350782-4									



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS ELECTRONICA E INDUSTRIAL
PRUEBA ESCALONADA (Test de Manero)



DATOS DE LA EMPRESA		DATOS DEL TRABAJADOR	
EMPRESA : CAZADO BOOMS		NOMBRE: KLEVER RAMIRO LEMA NUÑEZ	
GERENTE:		EDAD: 37	FIRMA
AREA DE ESTUDIO: MONTALE		SEXO (M/F): M	
DIRECCIÓN:		SUBÁREA: Montaje	
TELÉFONO:		CARGO/MAQ o ACTIVIDAD	CI: 180270023-5
FECHA: DIA: 17 MES: 07 AÑO: 2014		COD.T: BM-T003	
<i>Medidas previas</i>			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(kg)	VARIABLE
P _B	Peso	72.72727273	V _v
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(lat/min)	DESCRIPCIÓN
FC	Frecuencia cardíaca	54	I
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(mmHg)	DESCRIPCIÓN
TC	Tensión Arterial	120 - 59	h
<i>Medidas calculadas</i>			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(lat/min)	
FCmáx	Frecuencia Cardíaca Máxima (220-edad)	183	
[FC ref]	FCmáx)	119	
<i>Medidas durante el test</i>			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(lat/min)	OBSERVACIONES:
FC1	Frecuencia cardíaca 1	71	
FC2	Frecuencia cardíaca 2	98	
FC3	Frecuencia cardíaca 3	140	
FC4	Frecuencia cardíaca 4	-	
RESPONSABLE: Edison Javier Tiglla Velasque.		Firma Responsable:	
CI: 050350782-4			



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS ELECTRONICA E INDUSTRIAL
PRUEBA ESCALONADA (Test de Manero)

DATOS DE LA EMPRESA				DATOS DEL TRABAJADOR			
EMPRESA :	CALZADO BOOMS			NOMBRE:	MARCELO ISRAEL PAZMIÑO BOMBON		
GERENTE:				EDAD:	25	FIRMA	
ÁREA DE ESTUDIO:	MONTAJE			SEXO (M/F):	M		
DIRECCIÓN:				SUBÁREA:	Montaje		
TELÉFONO:				CARGO/MAQ o ACTIVIDAD	ARMADO	Ci:	180423911-7
FECHA:	DIA: 17	MES: 07	AÑO: 2014			COD.T:	BM-T004
							
<u>Medidas previas</u>				<u>Medidas climatológicas</u>			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Kg)		VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(m/s)	
P _p	Peso	85.90909091		V _v	Velocidad de viento	0	
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Lat/min)		VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(°C)	
FC	Frecuencia cardíaca	70		I	Temperatura	20	
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(mmHg)		VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(msnm)	
TC	Tensión Arterial	126 - 81		h	Altura	2581	
<u>Medidas calculadas</u>				OBSERVACIONES:			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Lat/min)					
FC _{máx}	Frecuencia Cardíaca Máxima (220-edad)	195					
(FC.ref)	FC _{máx}	127					
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIDA(Lat/min)					
FC ₁	Frecuencia cardíaca 1	104					
FC ₂	Frecuencia cardíaca 2	128					
FC ₃	Frecuencia cardíaca 3	-					
FC ₄	Frecuencia cardíaca 4	-					
RESPONSABLE:	Edison Javier Tiglla Velasque.			Firma Responsable:			
Ci:	050350782-4						

Anexo 10: Fotografías de los trabajadores al realizar la prueba escalonada.



Anexo 11: Análisis de la capacidad física en empresas de calzado.

El análisis de la capacidad física se realizó en un total de 7 empresas de calzado en la provincia de Tungurahua, estas empresas son GAMOS, LIWI, GUSMAR, REXELL, JOSMAX, CALZAFER y BOOMS. Los resultados encontrados al realizar la prueba escalonada en estas empresas se muestra en las tablas 1 a 6.

Tabla 1: Datos obtenidos de la prueba escalonada empresa de calzado “GAMOS”.

Código trabajador	Edad	Sexo (M/F)	Peso	Frecuencia cardíaca	Tensión Arterial	Frecuencia Cardíaca Máxima	Frecuencia Cardíaca ref.	Frecuencia cardíaca 1	Frecuencia cardíaca 2	Frecuencia cardíaca 3	Frecuencia cardíaca 4
GA-T001	20	M	62.5	68	120 - 80	200	130	104	112	136	-
GA-T002	37	M	71	64	120 - 80	183	119	64	96	120	-
GA-T003	58	M	74	80	120 - 80	162	105	136	-	-	-
GA-T004	40	M	65	80	110-70	180	117	100	124	-	-
GA-T005	49	M	65	60	120 - 80	171	111	104	108	120	-
GA-T006	39	M	61	57	117 - 80	181	118	76	104	120	-
GA-T007	32	M	76.3	86	121 - 81	188	122	108	128	-	-
GA-T008	20	M	59.2	61	105 - 61	200	130	76	84	98	132
GA-T009	24	M	70.6	52	139 - 80	196	127	87	104	152	-
GA-T010	30	M	62.5	53	103 - 61	190	124	88	97	128	-
GA-T011	19	M	55.9	64	120 - 76	201	131	84	105	152	-
GA-T012	23	M	55.4	65	115 - 65	197	128	93	111	132	-
GA-T013	44	M	66.7	55	111 - 70	176	114	73	91	124	-
GA-T014	37	M	64	97	154 - 106	183	119	128	-	-	-
GA-T015	41	M	64.2	71	122 - 78	179	116	102	128	-	-
GA-T016	29	M	63.2	63	110 - 79	191	124	74	98	128	-
GA-T017	24	M	91.4	57	118 - 63	196	127	75	90	156	-
GA-T018	52	M	49.6	64	116 - 62	168	109	85	93	112	-
GA-T019	28	M	55.1	69	111 - 73	192	125	95	118	140	-
GA-T020	27	M	71.9	50	109 - 68	193	125	80	92	102	136
GA-T021	21	M	63.1	65	125 - 67	199	129	75	102	132	-
GA-T022	22	M	68.5	57	119 - 61	198	129	83	101	109	132
GA-T023	41	M	74.6	76	127 - 67	179	116	103	113	124	-
GA-T024	23	M	59.9	66	121 - 75	197	128	84	94	132	-
GA-T025	22	M	50.3	60	123 - 68	198	129	87	103	132	-
GA-T026	46	M	72.4	61	140 - 67	174	113	77	104	124	-
GA-T027	59	M	75.8	57	126 - 66	161	105	72	96	120	-
GA-T028	24	M	56.6	57	109 - 54	196	127	68	88	108	128
GA-T029	56	M	57.1	69	109 - 56	164	107	86	104	124	-
GA-T030	25	M	62.9	51	116 - 51	195	127	66	77	101	128

Tabla 2: Datos obtenidos de la prueba escalonada empresa de calzado “LIWT”.

Código trabajador	Edad	Sexo (M/F)	Peso	Frecuencia cardíaca	Tensión Arterial	Frecuencia Cardíaca Máxima	Frecuencia Cardíaca de ref.	Frecuencia cardíaca 1	Frecuencia cardíaca 2	Frecuencia cardíaca 3	Frecuencia cardíaca 4
LW-T001	24	M	61	72	127 - 67	196	127	88	116	192	-
LW-T002	35	M	63.2	68	111 - 73	185	120	116	132	-	-
LW-T003	18	M	55.5	84	126 - 66	202	131	108	124	160	-
LW-T004	21	M	71.9	84	135 - 77	199	129	132	-	-	-

Tabla 3: Datos obtenidos de la prueba escalonada empresa de calzado “GUSMAR”.

Código trabajador	Edad	Sexo (M/F)	Peso	Frecuencia cardíaca	Tensión Arterial	Frecuencia Cardíaca Máxima	Frecuencia Cardíaca de ref.	Frecuencia cardíaca 1	Frecuencia cardíaca 2	Frecuencia cardíaca 3	Frecuencia cardíaca 4
GU-T001	26	F	60.5	60	117 - 54	194	126	80	92	128	-
GU-T002	35	M	74.3	76	129-65	185	120	96	120	-	-
GU-T003	24	M	52.5	64	114 - 63	196	127	96	104	128	-
GU-T004	29	M	81.9	76	129-72	191	124	120	128	-	-
GU-T005	28	F	47	72	119-62	192	125	84	108	140	-
GU-T006	20	F	45.1	72	109-58	200	130	96	144	-	-

Tabla 4: Datos obtenidos de la prueba escalonada empresa de calzado “REXELL”.

Código trabajador	Edad	Sexo (M/F)	Peso	Frecuencia cardíaca	Tensión Arterial	Frecuencia Cardíaca Máxima	Frecuencia Cardíaca de ref.	Frecuencia cardíaca 1	Frecuencia cardíaca 2	Frecuencia cardíaca 3	Frecuencia cardíaca 4
RX-T001	22	M	67.7	66	143 - 79	198	129	90	120	136	-
RX-T002	18	M	52.8	51	122 - 71	202	131	98	104	132	-
RX-T003	58	M	82.8	72	128 - 77	162	105	93	120	-	-
RX-T004	23	M	60.2	51	124 - 66	197	128	80	95	132	-
RX-T005	36	M	58.2	61	114 - 69	184	120	72	105	144	-

Tabla 5: Datos obtenidos de la prueba escalonada empresa de calzado “JOSMAX”.

Código trabajador	Edad	Sexo (M/F)	Peso	Frecuencia cardíaca	Tensión Arterial	Frecuencia Cardíaca Máxima	Frecuencia Cardíaca de ref.	Frecuencia cardíaca 1	Frecuencia cardíaca 2	Frecuencia cardíaca 3	Frecuencia cardíaca 4
JX-T001	42	M	76.4	59	112-66	178	116	71	104	124	-
JX-T002	32	M	67	59	139-90	188	122	75	104	140	-
JX-T003	22	M	60.1	79	112-76	198	129	84	108	132	-
JX-T004	28	M	56.7	107	123-73	192	125	132	-	-	-

Tabla 6: Datos obtenidos de la prueba escalonada empresa de calzado “CALZAFER”.

Código trabajador	Edad	Sexo (M/F)	Peso	Frecuencia cardíaca	Tensión Arterial	Frecuencia Cardíaca Máxima	Frecuencia Cardíaca de referencia	Frecuencia cardíaca 1	Frecuencia cardíaca 2	Frecuencia cardíaca 3	Frecuencia cardíaca 4
CF-T001	52	M	72.6	70	155-95	168	109	94	116	-	-
CF-T002	32	M	65.1	69	138-74	188	122	84	98	124	-
CF-T003	22	M	68.5	68	129-64	198	129	-	-	-	-
CF-T004	65	M	59.1	74	150-74	155	101	104	-	-	-
CF-T005	23	M	60.9	57	104-58	197	128	77	84	132	-
CF-T006	20	M	52.6	65	120-80	200	130	74	92	118	140
Cf-T007	53	M	49	75	158-90	167	109	90	112	-	-
CF-T008	49	M	65.8	79	120-77	171	111	112	-	-	-
CF-T009	18	M	65.3	65	138-72	202	131	80	97	140	-
CF-T010	30	M	60.7	56	129-76	190	124	84	100	132	-
CF-T011	48	M	71.9	91	116-91	172	112	104	120	-	-
CF-T012	20	M	55.1	72	104-43	200	130	98	108	144	-
CF-T013	28	F	64.8	63	117-54	192	125	92	98	128	-
CF-T014	33	F	64.4	70	109-58	187	122	92	128	-	-
CF-T015	44	F	54.6	85	106-71	176	114	99	120	-	-
CF-T016	39	F	80	90	139-82	181	118	136	-	-	-
CF-T017	50	M	78.3	72	129-65	170	111	-	-	-	-

Finalizada la adquisición de información se continúa con la interpretación y el análisis de la capacidad física, gasto calórico máximo, límite energético para ocho horas de trabajo y la clasificación energética, los resultados se exponen en las tablas 7 a 12.

Tabla 7: Clasificación de la CFT y nivel de actividad de los trabajadores de la empresa “GAMOS”

Código trabajador	(VO ₂ máx.) En litros/minuto	Factor de corrección según la edad	VO ₂ máx. corregido en litros/minuto	Capacidad física de trabajo (CFT)	Clasificación de la CFT	Gasto calórico (GC) de la prueba escalonada kcal/min	Gasto calórico máximo (GCM)	Límite energético para 8 horas de trabajo continuo (Li.energ.)	Nivel de actividad
GA-T001	3.58	1	3.58	57.28	Alta	60.8	17.90	5.4	Pesada
GA-T002	5.04	0.94	4.74	66.73	Alta	66.9	23.69	7.1	Muy pesa.
GA-T003	1.88	0.76	1.43	19.31	Baja	14.4	7.14	2.1	Ligera
GA-T004	3.39	0.94	3.19	49.02	Alta	35.4	15.93	4.8	Pesada
GA-T005	4.82	0.85	4.10	63.03	Alta	51.8	20.49	6.1	Muy pesa.
GA-T006	4.59	0.94	4.31	70.73	Alta	60.8	21.57	6.5	Muy pesa.
GA-T007	3.48	0.99	3.45	45.15	Alta	39.0	17.23	5.2	Pesada
GA-T008	3.50	1	3.50	59.12	Alta	100.6	17.50	5.3	Pesada
GA-T009	3.22	1	3.22	45.61	Alta	66.9	16.10	4.8	Pesada
GA-T010	4.05	1	4.05	64.80	Alta	60.8	20.25	6.1	Muy pesa.
GA-T011	2.77	1	2.77	49.55	Alta	57.6	13.85	4.2	Moderada
GA-T012	3.50	1	3.50	63.18	Alta	57.6	17.50	5.3	Pesada
GA-T013	4.48	0.89	3.99	59.78	Alta	51.8	19.94	6.0	Muy pesa.
GA-T014	1.90	0.94	1.79	27.91	Baja	13.1	8.93	2.7	Moderada
GA-T015	3.08	0.89	2.74	42.70	Normal	33.6	13.71	4.1	Moderada
GA-T016	4.05	1	4.05	64.08	Alta	60.8	20.25	6.1	Muy pesa.
GA-T017	3.67	1	3.67	40.15	Normal	79.8	18.35	5.5	Pesada
GA-T018	3.88	0.8	3.10	62.58	Alta	51.0	15.52	4.7	Pesada
GA-T019	3.20	1	3.20	58.08	Alta	57.6	16.00	4.8	Pesada
GA-T020	3.94	1	3.94	54.80	Alta	116.7	19.70	5.9	Muy pesa.
GA-T021	3.78	1	3.78	59.90	Alta	60.8	18.90	5.7	Pesada
GA-T022	3.97	1	3.97	57.96	Alta	79.0	19.85	6.0	Muy pesa.
GA-T023	4.70	0.89	4.18	56.07	Alta	66.9	20.92	6.3	Muy pesa.
GA-T024	3.50	1	3.50	58.43	Alta	57.6	17.50	5.3	Pesada
GA-T025	3.33	1	3.33	66.20	Alta	54.2	16.65	5.0	Pesada
GA-T026	4.70	0.85	4.00	55.18	Alta	66.9	19.98	6.0	Muy pesa.
GA-T027	5.30	0.76	4.03	53.14	Alta	70.4	20.14	6.0	Muy pesa.
GA-T028	3.70	1	3.70	65.37	Alta	100.6	18.50	5.6	Pesada
GA-T029	4.00	0.76	3.04	53.24	Alta	57.6	15.20	4.6	Pesada
GA-T030	4.05	1	4.05	64.39	Alta	106.0	20.25	6.1	Muy pesa.

Tabla 8: Clasificación de la CFT y nivel de actividad de los trabajadores de la empresa “LIWI”

Código trabajador	(VO ₂ máx.) En litros/minuto	Factor de corrección según la edad	VO ₂ máx. corregido en litros/minuto	Capacidad física de trabajo (CFT)	Clasificación de la CFT	Gasto calórico (GC) de la prueba escalonada	Gasto calórico máximo (GCM)	Limite energético para 8 horas de trabajo continuo (L _i energ)	Nivel de actividad
LW-T001	4.59	1	4.59	75.25	Alta	60.75	22.95	6.89	Muy pesa.
LW-T002	2.88	0.99	2.85	45.11	Alta	33.6	14.26	4.28	Pesada
LW-T003	2.54	1	2.54	45.77	Alta	57.6	12.7	3.81	Moderada
LW-T004	1.99	1	1.99	27.68	Baja	14.4	9.95	2.99	Moderada

Tabla 9: Clasificación de la CFT y nivel de actividad de los trabajadores de la empresa de calzado “GUSMAR”

Código trabajador	(VO ₂ máx.) En litros/minuto	Factor de corrección según la edad	VO ₂ máx. corregido en litros/minuto	Capacidad física de trabajo (CFT)	Clasificación de la CFT	Gasto calórico (GC) de la prueba escalonada	Gasto calórico máximo (GCM)	Limite energético para 8 horas de trabajo continuo (L _i energ)	Nivel de actividad
GU-T001	4.59	1	4.6	75.87	Alta	60.8	23.0	6.9	Muy pesa.
GU-T002	3.8	0.99	3.8	50.63	Alta	37.05	18.8	5.6	Pesada
GU-T003	3.51	1	3.5	66.86	Alta	54.15	17.6	5.3	Pesada
GU-T004	3.61	1	3.6	44.08	Normal	40.8	18.1	5.4	Pesada
GU-T005	3.19	1	3.2	67.87	Alta	51	16.0	4.8	Muy pesa.
GU-T006	2.27	1	2.3	50.33	Alta	28.05	11.4	3.4	Pesada

Tabla 10: Clasificación de la CFT y nivel de actividad de los trabajadores de la empresa de calzado “REXELL”

Código trabajador	(VO ₂ máx.) En litros/minuto	Factor de corrección según la edad	VO ₂ máx. corregido en litros/minuto	Capacidad física de trabajo (CFT)	Clasificación de la CFT	Gasto calórico (GC) de la prueba escalonada	Gasto calórico máximo (GCM)	Limite energético para 8 horas de trabajo continuo (Li.energ.)	Nivel de actividad
RX-T001	3.76	1	3.76	55.54	Alta	51.8	18.8	5.6	Pesada
RX-T002	3.33	1	3.33	63.07	Alta	54.15	16.7	5.0	Pesada
RX-T003	4.33	0.76	3.29	39.74	Normal	40.8	16.5	4.9	Pesada
RX-T004	3.78	1	3.78	62.79	Alta	60.75	18.9	5.7	Pesada
RX-T005	3.06	0.94	2.88	49.42	Alta	57.6	14.4	4.3	Pesada

Tabla 11: Clasificación de la CFT y nivel de actividad de los trabajadores de la empresa de calzado “JOSMAX”

Código trabajador	(VO ₂ máx.) En litros/minuto	Factor de corrección según la edad	VO ₂ máx. corregido en litros/minuto	Capacidad física de trabajo (CFT)	Clasificación de la CFT	Gasto calórico (GC) de la prueba escalonada	Gasto calórico máximo (GCM)	Limite energético para 8 horas de trabajo continuo (Li.energ.)	Nivel de actividad
JX-T001	4.93	0.89	4.4	57.43	Alta	70.4	21.9	6.6	Muy pesa.
JX-T002	3.59	0.99	3.6	53.05	Alta	51.75	17.8	5.3	Pesada
JX-T003	3.78	1	3.8	62.9	Alta	60.75	18.9	5.7	Pesada
JX-T004	1.68	1	1.7	29.63	Baja	12.3	8.4	2.5	Moderada

Tabla 12: Clasificación de la CFT y nivel de actividad de los trabajadores de la empresa de calzado “CALZAFER”

Código trabajador	(VO ₂ máx.) En litros/minuto	Factor de corrección según la edad	VO ₂ máx. corregido en	Capacidad física de trabajo (CFT)	Clasificación de la CFT	Gasto calórico (GC) de la prueba escalonada	Gasto calórico máximo (GCM)	Limite energético para 8 horas de trabajo continuo (Li.energ.)	Nivel de actividad
CF-T001	4.24	0.8	3.4	46.72	Alta	37.1	17.0	5.1	Pesada
CF-T002	4.48	0.99	4.4	68.13	Alta	51.75	22.2	6.7	Muy pesa.
CF-T003	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CF-T004	3.01	0.71	2.1	36.16	Normal	12.3	10.7	3.2	Moderada
CF-T005	3.78	1	3.8	62.07	Alta	60.75	18.9	5.7	Pesada
CF-T006	3.03	1	3.0	57.6	Alta	94.65	15.2	4.5	Pesada
Cf-T007	3.41	0.8	2.7	55.67	Alta	28.05	13.6	4.1	Moderada
CF-T008	2.78	0.85	2.4	35.91	Normal	13.8	11.8	3.5	Moderada
CF-T009	3.59	1	3.6	54.98	Alta	51.75	18.0	5.4	Pesada
CF-T010	3.78	1	3.8	62.27	Alta	60.75	18.9	5.7	Pesada
CF-T011	3.8	0.85	3.2	44.92	Normal	37.05	16.15	4.85	Pesada
CF-T012	3.06	1	3.1	55.54	Alta	57.6	15.3	4.59	Pesada
CF-T013	4.59	1	4.6	70.83	Alta	60.75	22.95	6.89	Muy pesa.
CF-T014	3.48	0.99	3.4	53.5	Alta	33.6	17.23	5.17	Muy pesa.
CF-T015	3.61	0.89	3.2	58.84	Alta	29.85	16.06	4.82	Muy pesa.
CF-T016	2.35	0.94	2.2	27.61	Baja	15.9	11.05	3.31	Pesada
CF-T017	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Se obtuvo una muestra de 68 personas que desempeñan labores en el área de montaje de los cuales 61 son hombres y 7 son mujeres. En la tabla 13 y 14 se tabulan la CFT para hombres y mujeres respectivamente; mientras en las tablas 15 y 16 se muestra la clasificación energética de los trabajadores.

Tabla 13: Clasificación de la CFT de hombres.

Clasificación de la CFT	GAMOS	LIWI	GUSMAR	REXELL	JOSMAX	CALZAFER	BOOMS	Total	%
Baja	2	1	0	0	1	0	0	4	7%
Normal	2	0	1	1	0	3	1	8	13%
Alta	26	3	2	4	3	8	3	49	80%
Total trabajadores	30	4	3	5	4	11	4	61	100%



Fig. 1: Análisis porcentual de la CFT de hombres.

Tabla 14: Clasificación de la CFT de mujeres.

Clasificación de la CFT	GAMOS	LIWI	GUSMAR	REXELL	JOSMAX	CALZAFER	BOOMS	Total	%
Baja	0	0	0	0	0	1	0	1	14%
Normal	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Alta	0	0	3	0	0	3	0	6	86%
Total trabajadores	0	0	3	0	0	4	0	7	100%



Fig. 2: Análisis porcentual de la CFT de mujeres.

Tabla 15: Clasificación energética de hombres.

Clasificación energética	GAMOS	LIWI	GUSMAR	REXELL	JOSMAX	CALZAFER	BOOMS	Total	%
Ligera	1	0	0	0	0	0	0	1	2%
Moderada	3	2	0	0	1	3	0	9	15%
Pesada	14	1	3	5	2	7	4	36	59%
Muy pesada	12	1	0	0	1	1	0	15	25%
Total trabajadores	30	4	3	5	4	11	4	61	100%

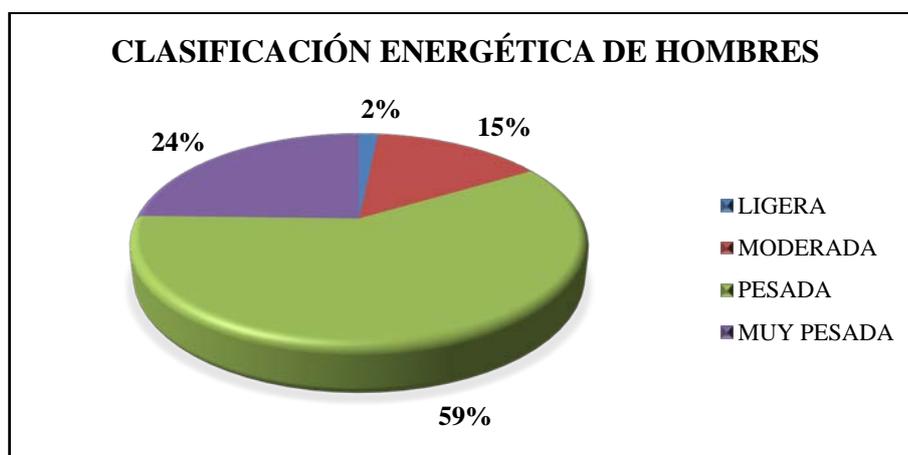


Fig.3: Análisis porcentual de clasificación energética de hombres.

Tabla 16: Clasificación energética de mujeres.

Clasificación energética	GAMOS	LIWI	GUSMAR	REXELL	JOSMAX	CALZAFER	BOOMS	Total	%
Ligera	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Moderada	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Pesada	0	0	1	0	0	1	0	2	29%
Muy pesada	0	0	2	0	0	3	0	5	71%
Total trabajadores	0	0	3	0	0	4	0	7	100%

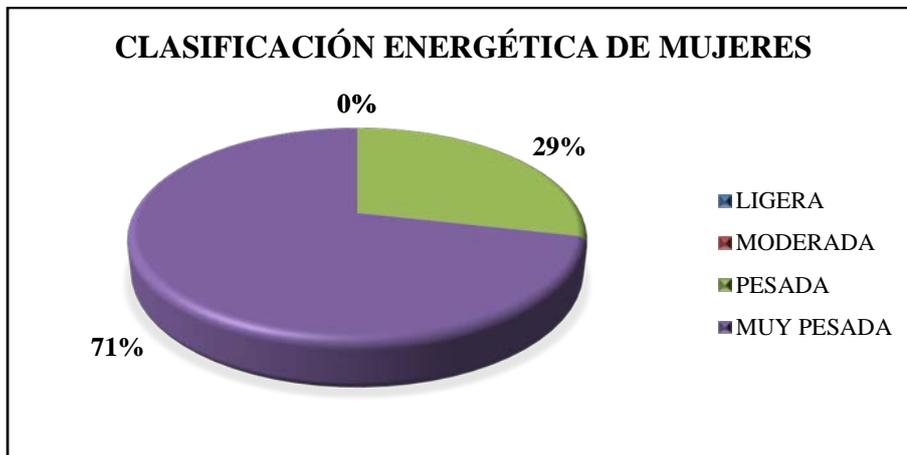


Fig. 4: Análisis porcentual de clasificación energética de mujeres.

Anexo 13: Certificado de haber integrado los datos a la investigación.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
UNIDAD OPERATIVA DE INVESTIGACIÓN
Cda. Universitaria (Predios Huachi). Casilla 334
Telefax: 032851894 – 032411537, email: fisuta@gmail.com
AMBATO - ECUADOR



Ambato, 27 de enero de 2015

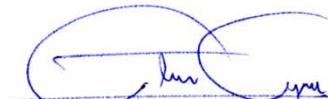
UODIDE ISEI-CER-2015-01

CARTA DE CERTIFICACIÓN

Una vez recibidos los informes de los trabajos realizados por el Sr. EDISON JAVIER TIGLLA VELASQUE con C.C. 0503507824 mediante oficio sin número del 26 de enero de 2015, referente a la integración de su tesis titulada “Análisis de la capacidad física de los operarios en el área de montaje de la fábrica de calzado BOOMS” al proyecto de investigación DIDE titulado “Evaluación Antropométrica y de Métodos para el Diseño de Puestos de Trabajo en la Fabricación de Calzado en la Pequeña y Mediana Industria de Tungurahua-Ecuador”. Por medio de la presente CERTIFICO que ha cumplido los objetivos planteados y trabajos entorno a su aporte al proyecto DIDE antes mencionado.

Particular que comunico para trámites del trabajo de titulación del interesado.

Atentamente,


Ing. John Reyes, M. Sc.



COORDINADOR

UNIDAD OPERATIVA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL- UTA

c.c.