



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MATERIAL
RECICLADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**

Ana Lucrecia Alvizures Pozuelos

Asesorado por el Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MATERIAL
RECICLADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ANA LUCRECIA ALVIZURES POZUELOS

ASESORADO POR EL ING. OSWIN ANTONIO MELGAR HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Ing. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
EXAMINADOR	Ing. Alex Suntecún Castellanos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MATERIAL
RECICLADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 05 de agosto de 2015.



Ana Lucrecia Alvizures Pozuelos

Guatemala, agosto de 2017

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable señor director:

Me dirijo a usted para informarle que a la presente fecha he revisado y aprobado el trabajo de graduación, titulado:

“ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MATERIAL RECICLADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC”

De la estudiante universitaria **ANA LUCRECIA ALVIZURES POZUELOS**, con número de carnet estudiantil **2011-14471**, de quien estoy fungiendo como asesor.

Sin otro particular me suscribo atentamente,



Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández
COLEGIADO 9443
COORDINADOR DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
Jefe de Sección de Gestión de la Calidad
CII/USAC





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MATERIAL RECICLADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Lucrecia Alvizures Pozuelos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Ingeniero Industrial - Ingeniero Mecánico
COLEGIADO 6512

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.191.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MATERIAL RECICLADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Lucrecia Alvizures Pozuelos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



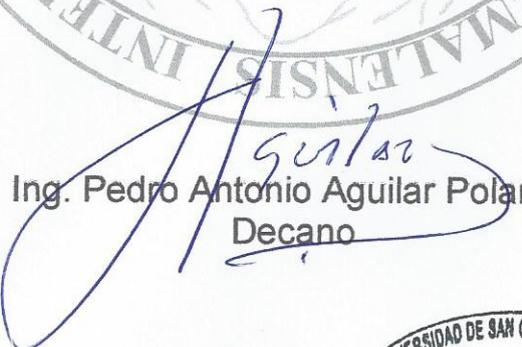
Guatemala, noviembre de 2017.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MATERIAL RECICLDO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por la estudiante universitaria: **Ana Lucrecia Alvizures Pozuelos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, noviembre de 2017



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida.
- Mis padres** Víctor Alvizures y Lucrecia Pozuelos porque me han brindado su amor y apoyo incondicional, por ese sacrificio que solo ustedes pueden hacer, este triunfo es suyo.
- Mis hermanos** Víctor, Claudia, José Luis, Josué y Gaby por todos los momentos y sonrisas que hemos compartido.
- Mi familia** Tía Irma y abuelita Marta porque sé que desde el cielo comparten conmigo este triunfo. Abuelos, José (q.e.p.d.) y María, por ser parte importante en mi vida.
- Mis amigos** Por brindarme su amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi alma máter y darme la oportunidad de recibir una educación de nivel superior.
Facultad de Ingeniería	Por abrirme la puerta de sus aulas y forjarme como una profesional de la ingeniería.
Ingeniero Oswin Melgar	Por todo el apoyo y conocimientos que me brindó para la elaboración del presente trabajo de graduación.
Centro de Investigaciones de Ingeniería	Por permitirme desarrollar mi trabajo de graduación en sus instalaciones.
Mis amigos de la Facultad	Porque compartimos un sueño en común, el ser ingenieros, pero sobre todo por su amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. ANTECEDENTES	1
1.1. USAC.....	1
1.1.1. Ubicación.....	2
1.1.2. Historia	2
1.1.3. Misión	5
1.1.4. Visión.....	6
1.1.5. Valores	6
1.1.6. Organigrama.....	7
1.1.7. Consejo Superior Universitario	13
1.1.8. Área de ciencias de la salud.....	17
1.1.9. Área social humanística.....	17
1.1.10. Área técnica.....	18
1.1.11. Centros Universitarios	18
1.2. Facultad de Ingeniería	19
1.2.1. Antecedentes.....	19
1.2.2. Organización.....	20
1.2.2.1. Escuelas facultativas	21
1.2.3. Misión	22

1.2.4.	Visión.....	22
1.2.5.	Objetivos	22
1.2.6.	Ubicación.....	23
1.3.	Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)	23
1.3.1.	Ubicación.....	23
1.3.2.	Historia	24
1.3.3.	Visión.....	26
1.3.4.	Misión	26
1.3.5.	Políticas.....	27
1.3.6.	Organigrama general	28
1.3.7.	Cuerpo ejecutivo	29
1.3.8.	Sección Gestión de la Calidad	29
1.3.8.1.	Antecedentes	30
1.3.8.2.	Funciones y valores	31
1.3.8.3.	Línea de producción a base de material reciclado	32
1.4.	Ergonomía.....	38
1.4.1.	Definición.....	38
1.4.2.	Objetivos	38
1.4.3.	Ámbito de la ergonomía	39
1.4.3.1.	Diseño ergonómico de puestos de trabajo	40
1.4.3.1.1.	Capacidades diferentes de los usuarios.....	41
1.4.3.1.2.	Competencias	45
1.4.3.1.3.	Desempeño del operario	46
1.4.3.1.4.	Mobiliario y equipo	47

	1.4.3.1.5.	Equipo de protección personal.....	48
	1.4.3.2.	Diseño de productos.....	50
	1.4.3.3.	Diseño del trabajo manual.....	50
1.5.		Clasificación de la ergonomía.....	51
	1.5.1.	Ergonomía física.....	52
	1.5.2.	Ergonomía cognitiva.....	52
	1.5.3.	Ergonomía organizacional.....	52
	1.5.4.	Ergonomía biomecánica.....	53
	1.5.5.	Ergonomía ambiental.....	54
	1.5.6.	Ergonomía de necesidades.....	54
	1.5.7.	Ergonomía preventiva.....	55
	1.5.8.	Ergonomía sistemática.....	55
1.6.		Línea de producción.....	55
	1.6.1.	Definición.....	56
1.7.		MATERIAL RECICLADO.....	57
	1.7.1.	Tetrabrik.....	57
	1.7.2.	Polialuminio.....	58
2.		SITUACIÓN ACTUAL.....	59
	2.1.	Colaboradores del CII.....	59
	2.2.	Sección de Gestión de la Calidad.....	59
	2.2.1.	Línea de producción de material reciclado.....	59
		2.2.1.1. Diagnóstico actual.....	60
		2.2.1.2. Estaciones de trabajo.....	61
	2.3.	Condiciones del entorno de trabajo.....	65
	2.3.1.	Iluminación.....	65
	2.3.2.	Ventilación.....	65

2.3.3.	Ruido.....	66
2.3.4.	Color.....	67
2.3.5.	Techo	69
2.3.6.	Piso	69
2.3.7.	Señalización industrial.....	70
2.3.8.	Rutas de evacuación.....	71
2.3.9.	Servicios sanitarios	72
2.4.	Análisis de los puestos de trabajo.....	73
2.4.1.	Diseño	74
2.4.1.1.	Causas y efectos.....	75
2.5.	Condiciones de riesgo.....	77
2.5.1.	Análisis de los factores de riesgo.....	78
3.	PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS ERGONÓMICO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	95
3.1.	Planteamiento del problema.....	95
3.1.1.	Diagrama de espina de pescado.....	95
3.1.2.	Causas y efectos.....	96
3.2.	FODA	97
3.3.	Diagrama de operaciones del proceso de la línea de producción.....	98
3.4.	Identificación inicial de riesgos.....	103
3.4.1.	Carga física	103
3.4.2.	Carga mental.....	104
3.4.3.	Entorno.....	104
3.4.4.	Organización del trabajo.....	105
3.4.4.1.	Factores de organización	106
3.5.	Amplitud de los factores de riesgo	107
3.6.	Características y competencias del operario.....	108

3.6.1.	Análisis de tareas realizadas por el operario	111
3.6.1.1.	Evaluación del levantamiento manual de cargas	111
3.6.1.2.	Evaluación de las posturas forzadas .	114
3.7.	Establecimiento del método de evaluación ergonómica	116
3.7.1.	Recopilación de datos	116
3.7.2.	Medición de datos.....	118
3.7.3.	Selección de método	122
3.8.	Mantenimiento preventivo de equipo	127
3.8.1.	Ventilación	128
3.8.2.	Iluminación.....	129
3.9.	Valoración de los factores de riesgo.....	130
3.10.	Costo/beneficio	132
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	137
4.1.	Plan de implementación	137
4.2.	Soluciones	138
4.3.	Observación y encuesta para la identificación inicial de riesgos	140
4.3.1.	Análisis sobre carga física	141
4.3.2.	Análisis sobre carga mental.....	145
4.3.3.	Análisis sobre el entorno	150
4.4.	Amplitud de los factores de riesgo.....	155
4.4.1.	Medición	155
4.5.	Puestos de trabajo de acuerdo con las características y competencias del operario.....	157
4.5.1.	Diseño	157
4.5.2.	Asignación de tareas a cada operario	161
4.5.3.	Condiciones de trabajo	162

4.5.4.	Capacitación y adiestramiento al personal	166
4.5.4.1.	Operativo y técnico.....	167
4.5.5.	Alcance.....	169
4.6.	Método de evaluación ergonómica	169
4.6.1.	Aplicación	169
4.6.2.	Análisis de datos	179
4.7.	Clasificación de los factores de riesgo según valor.....	184
4.7.1.	Nivel de riesgo tolerable	185
4.8.	Indicadores.....	186
4.8.1.	Tipos de indicadores	187
4.9.	Proceso de costo/beneficio	189
4.9.1.	Resultados	190
5.	MEJORA CONTINUA O SEGUIMIENTO.....	193
5.1.	Plan de mejora continua.....	193
5.2.	Resultados	195
5.2.1.	Interpretación	196
5.2.2.	Alcance.....	196
5.2.3.	Gráfica de resultados	197
5.2.4.	Mejora	198
5.3.	Evaluación periódica de los resultados	199
5.4.	Auditoría.....	201
5.4.1.	Auditoría interna	203
5.4.2.	Auditoría externa	204
5.5.	Resultados de capacitación y adiestramiento al personal.....	205
5.5.1.	Operativo y técnico.....	205
5.6.	Seguimiento continuo.....	206
5.7.	Estadísticas.....	207
5.7.1.	Operario	207

5.7.1.1.	Mensual	209
5.7.1.2.	Semestral.....	209
5.7.1.3.	Anual	210
5.7.2.	Maquinaria.....	211
5.7.2.1.	Semestral.....	212
5.7.2.2.	Anual	213
CONCLUSIONES		215
RECOMENDACIONES.....		217
BIBLIOGRAFÍA.....		219
APÉNDICES		221
ANEXO		233

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ciudad universitaria, USAC	2
2.	Organigrama de la USAC	8
3.	Centro de Investigaciones de Ingeniería.....	24
4.	Organigrama general del CII.....	28
5.	Diagrama de operaciones	33
6.	Ajustes del puesto de trabajo	41
7.	Antropometría estática (medidas del cuerpo).....	44
8.	Biomecánica del cuerpo humano	53
9.	Preparación de capas	62
10.	Diagrama de flujo del proceso.....	64
11.	Prensa neumática	68
12.	Señalización de EPP.....	71
13.	Señalización ruta de evacuación.....	72
14.	Área de desmoldado inadecuada.....	75
15.	Diagrama de causas y efectos (de espina de pescado).....	77
16.	Espacio reducido en la mesa de trabajo	78
17.	Condiciones aceptables por posturas estáticas forzadas	80
18.	Condiciones aceptables por posturas dinámicas forzadas	82
19.	Condiciones aceptables por movimientos repetitivos de la extremidad superior.....	84
20.	Riesgo por movimientos repetitivos de la extremidad superior	85
21.	Condiciones aceptables por levantamiento manual de cargas	87
22.	Peligro ergonómico por transporte de cargas	88

23.	Peligro ergonómico por empuje y tracción de cargas	89
24.	Peligros relacionados con herramientas/equipos	91
25.	Diagrama espina de pescado	96
26.	Diagrama de operaciones del proceso propuesto	99
27.	Aspectos adicionales en el levantamiento manual de cargas.....	113
28.	Resultados evaluación postural rápida	115
29.	Datos del evaluador	117
30.	Datos del colaborador a evaluar	117
31.	Datos del puesto	118
32.	Medición de flexión de antebrazo	119
33.	Medición de flexión de cuello.....	119
34.	Medición flexión de brazo	120
35.	Medición de flexión de muñeca	120
36.	Medición de flexión de tronco	121
37.	Manipulación manual de carga	123
38.	Repetitividad de movimientos	123
39.	Posturas inadecuadas	124
40.	Plan de implementación	137
41.	Manera correcta de levantamiento de cargas.....	139
42.	Resultados análisis de carga mental	149
43.	Gráfica de resultados.....	149
44.	Resultados encuesta de entorno	153
45.	Gráfica de resultados.....	153
46.	Pedestal para el uso de la prensa neumática	160
47.	Dimensiones recomendadas para la estación de trabajo de pie.....	161
48.	Resultados método REBA	179
49.	Gráfica de resultados.....	180
50.	Resultados tablas Snook y Ciriello	181
51.	Gráfica de resultados.....	181

52.	Resultados JSI	182
53.	Gráfica de resultados JSI	183
54.	Escala de peligrosidad	185
55.	Molestias físicas 1	188
56.	Ciclo de mejora continua PDCA.....	194
57.	Molestias físicas 2.....	197
58.	Horas mensuales de funcionamiento de maquinaria	211

TABLAS

I.	Límites permitidos por la OSHA	66
II.	Causas y efectos.....	76
III.	Formato de evaluación para identificar condiciones aceptables por posturas estáticas forzadas.....	79
IV.	Formato de evaluación para identificar condiciones aceptables por posturas dinámicas forzadas.....	81
V.	Formato de evaluación para identificar la presencia de condiciones aceptables por movimientos repetitivos de la extremidad superior.....	83
VI.	Formato de evaluación para identificar la presencia de riesgo por movimientos repetitivos de la extremidad superior	85
VII.	Formato de evaluación para identificar condiciones aceptables por levantamiento de cargas.	86
VIII.	Formato de evaluación para identificar peligro ergonómico por transporte de carga.....	88
IX.	Formato de evaluación para identificar peligro ergonómico por empuje y tracción de cargas.....	89
X.	Formato para identificación de peligros relacionados con herramientas/equipo	90

XI.	Formato para identificación de los problemas de contaminantes (Riesgo químico, riesgo biológico)	92
XII.	Respuestas a los problemas de contaminantes	92
XIII.	Causas y efectos	96
XIV.	Matriz FODA.....	97
XV.	Aspectos por considerar en la evaluación de levantamiento manual de cargas.....	112
XVI.	Evaluación postural rápida.....	114
XVII.	Escalas para valoración de factores de riesgo que generan accidentes de trabajo	132
XVIII.	Costos de inversión.....	134
XIX.	Costos de producción	135
XX.	Costos de mantenimiento	135
XXI.	Costos de operación.....	135
XXII.	Identificación de carga física.....	141
XXIII.	Escala de valoración.....	148
XXIV.	Método REBA.....	¡Error!
	Marcador no definido.	
XXV.	Método Tablas de Snook y Ciriello	¡Error! Marcador no definido.
XXVI.	Método <i>Job Strain Index</i> (JSI)	¡Error! Marcador no definido.
XXVII.	Funciones y responsabilidades en seguimiento y evaluación.....	200
XXVIII.	Revisión de indicadores ergonómicos ...	¡Error! Marcador no definido.
XXIX.	Informe de rutinas.....	212

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hp	Caballo de fuerza
cm	Centímetro
dB	Decibeles
°	Grado
°C	Grados centígrados
kg	Kilogramo
lb	Libra
m	Metro
min	Minuto
oz	Onza
%	Porcentaje
t	Tonelada

GLOSARIO

Adaptación	Hace referencia a la acomodación o ajuste de algo respecto a otra cosa.
Administración de operaciones	Se ocupa de la administración de los recursos productivos de la organización.
Alternativa	Opción que es posible elegir entre otras que se toman en cuenta.
Amplitud	Conjunto de características que hacen de cierta extensión, una zona de grandes dimensiones.
Análisis ergonómico	Es una herramienta que permite tener una visión de la situación de trabajo, a fin de diseñar puestos de trabajo y tareas seguras, saludables y productivas.
Baja eficiencia	Indica que no se están alcanzado los objetivos propuestos con la menor cantidad de recursos disponibles.
Biomecánica	Es la ciencia que explica cómo y por qué el cuerpo humano se mueve de la forma como lo hace, a través de un análisis de la mecánica del movimiento del cuerpo humano.

Capacitación	Es toda actividad realizada en una organización, respondiendo a sus necesidades, busca mejorar la actitud, conocimiento, habilidades o conductas de su personal.
Características	Es una cualidad que permite identificar algo o a alguien, distinguiéndolo de sus semejantes.
CII	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
Código de trabajo	Regula los derechos y obligaciones de patronos y trabajadores, con ocasión del trabajo, y crea instituciones para resolver sus conflictos.
Decremento	Es la cantidad en que disminuye una variable.
Diseño de puestos de trabajo	Consiste en determinar las actividades específicas que se deben desarrollar, los métodos utilizados para desarrollarlas y cómo se relaciona el puesto con los demás trabajos en la organización.
Efectos negativos	Que produce algún daño o perjuicio o resulta desfavorable para algo.
Entorno	Es el conjunto de características físicas y ambientales que rodean al trabajador en su puesto de trabajo.

Equipo de protección personal	Elementos que tienen como función principal proteger diferentes partes del cuerpo, para evitar que un trabajador tenga contacto directo con factores de riesgo que le pueden ocasionar una lesión o enfermedad.
Ergonomía	Esta ciencia se preocupa de examinar las condiciones de trabajo con el fin de lograr la mejor armonía posible entre el hombre y su entorno laboral, logrando, además, óptimas condiciones de confort y de eficiencia productiva.
Esencialmente	Indica que el aspecto que se menciona es o se considera el más importante del tema del cual se está hablando.
Factor de riesgo	Es un elemento presente dentro de las condiciones de trabajo asociada a un problema de seguridad y salud laboral.
Factor de riesgo ergonómico	Es un conjunto de atributos de la tarea o del puesto de trabajo que pueden causar deterioro y lesiones del cuerpo.
Gestión de calidad	Es el conjunto de acciones, planificadas y sistemáticas, necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio va a satisfacer los requisitos dados sobre calidad.

Innovación	Es un cambio que introduce novedades. Se refiere a modificar elementos ya existentes con el fin de mejorarlos o renovarlos.
Interrelación	Correspondencia mutua entre personas, cosas o fenómenos.
Línea de producción	Es un seguimiento de componentes discretos, que pasan de una estación de trabajo a otra a un ritmo controlado, siguiendo la secuencia requerida para la fabricación del producto. Un extenso grupo de productos, destinados a usos esencialmente semejantes y poseen características físicas muy parecidas, constituyen una línea de producción.
Mantenimiento	Es un servicio que agrupa actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.
Material reciclado	Es el producto resultante del reciclaje, puede extraerse prácticamente todas las materias que se someten al reciclado, con la excepción de los materiales más contaminantes, como las pilas o la basura nuclear.
Óptimas condiciones	Son las condiciones mejores, más eficientes o más deseables y, por ello, no pueden superarse.

Organigrama	Representación gráfica de la estructura de una organización en la que se muestran las relaciones entre sus partes y la función de cada una de ellas.
PET	Tereftalato de polietileno.
Polialuminio	Es una mezcla de polietileno y aluminio.
Postura de trabajo	Se entiende por postura de trabajo la posición relativa de los segmentos corporales y no, meramente, si se trabaja de pie o sentado. Las posturas de trabajo son uno de los factores asociados a los trastornos musculoesqueléticos, cuya aparición depende de varios aspectos: en primer lugar, de lo forzada que sea la postura, también del tiempo, frecuencia y duración de la exposición a posturas similares a lo largo de la jornada.
Proceso de producción	Es el conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes o servicios.
Puesto de trabajo	Es el espacio en el que un individuo desarrolla su actividad laboral.
Recurso humano	Son las personas con las que cuenta una organización para desarrollar y ejecutar de manera correcta las acciones, actividades, labores y tareas que deben

realizarse y que han sido solicitadas a dichas personas.

Registro estadístico	Permite almacenar o dejar constancia en algún tipo de documento de los datos utilizados para estudiar y analizar a una determinada población.
Reordenamiento	Modificación en la repartición de los elementos del área de trabajo.
Riesgo de fatiga	Posibilidad que se dé una disminución progresiva de la capacidad de resistencia del individuo, el cual se encuentra sometido a una intensa demanda de habilidades.
Ritmo controlado	Es la repetición ordenada de elementos que produce un flujo o fluencia, es decir, algo dinámico de forma controlada.
Seguridad ocupacional	Trata asuntos de protección, seguridad y bienestar de las personas involucradas en el trabajo.
Sobreesfuerzo	Son consecuencia de una exigencia física excesiva en el desarrollo de fuerza mecánica para realizar una determinada acción de trabajo.
Tecnológico	Es un adjetivo que hace referencia a la tecnología y todo lo relacionado con ella.

Tereftalato	Es un polímero que se obtiene mediante una reacción de policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles.
Tetrabrik	Envase de cartón opaco impermeabilizado con aluminio y, generalmente, con forma de tetraedro que se usa para envasar líquidos.
TME	Trastorno musculoesquelético.
Tolerable	Que se puede permitir o aceptar sin aprobar de manera expresa.
Trabajo repetitivo	Implica la ejecución de movimientos repetitivos y continuos mantenidos durante una jornada de trabajo, lo que requiere la acción conjunta de músculos, huesos, articulaciones, así como los nervios de una parte específica del cuerpo del trabajador.
Trastorno musculoesquelético	Es una de las enfermedades de origen laboral más comunes que afectan principalmente a las partes blandas del aparato locomotor: músculos, tendones, nervios y otras estructuras próximas a las articulaciones.

RESUMEN

El Centro de Investigaciones de Ingeniería cuenta con una línea de producción que fabrica tejas de material reciclado, para presentarlas como un producto ecológico alternativo a los materiales actualmente conocidos para la construcción de techos. En la línea de producción intervienen técnicos del CII, practicantes y estudiantes que realizan su trabajo de graduación, por lo que se debe evaluar las condiciones de trabajo a las que están expuestos y cómo estas afectan su desempeño y salud.

Por esta razón, se realizó un análisis ergonómico en la línea de producción el cual se inició con un diagnóstico de la situación actual del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Se analizó el proceso de producción de tejas ecológicas y las condiciones del entorno bajo las cuales se fabrican.

Luego, se realizó una identificación inicial de los factores de riesgo. Tras ser detectados, se evaluó el nivel de riesgo asociado a cada factor, apoyándose en métodos de evaluación ergonómica. Además, se recopilaron datos por medio de encuestas, métodos de observación y entrevistas a los practicantes, estudiantes y técnicos del CII que intervienen en el proceso de fabricación.

Se plantean un conjunto de soluciones y se implementan para mejorar las condiciones de trabajo del personal laboral del Centro de Investigaciones de Ingeniería. El propósito es contar con un proceso de producción más eficiente y productivo, y preservar la salud de las personas que laboran y colaboran en la línea de producción.

OBJETIVOS

General

Realizar un análisis ergonómico para la línea de producción de material reciclado en el centro de investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC.

Específicos

1. Determinar los factores de riesgo ergonómico, asociados a los trastornos musculoesqueléticos, presentes en las tareas efectuadas en de la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería.
2. Evaluar si las condiciones del entorno laboral a las que están expuestos los estudiantes y técnicos del CII, afectan su desempeño y salud, causando pérdidas y demoras en los procesos de producción.
3. Identificar el tipo mantenimiento que se debe dar a la maquinaria y equipo, actualmente, y su relación con la ergonomía del trabajo.
4. Crear conciencia de la importancia que tiene la ergonomía en la actividad laboral y en la manera correcta de realizar las tareas, para aumentar la productividad en la línea de producción.
5. Proponer el rediseño de las estaciones de trabajo para disminuir tiempos en el proceso de producción.

INTRODUCCIÓN

La Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente la Facultad de Ingeniería cuenta con un Centro de Investigaciones que plantea nuevas e innovadoras alternativas a bajo costo para fabricar productos a base de material reciclado, como el tetrabrik y el tereftalato de polietileno. Actualmente, se cuenta con una línea de producción para la elaboración de tejas, para tener un producto ecológico sustituto de los materiales actualmente conocidos para la construcción de techos. Es importante que la línea de producción posea un entorno adecuado, recurso humano de gran desempeño y maquinaria en óptimas condiciones de funcionamiento, por lo que el presente trabajo de graduación desarrollará la implementación de las buenas prácticas de ergonomía.

Se realizará un análisis ergonómico de la línea de producción de material reciclado del CII en dos niveles. El primero, conocido como nivel básico, consiste en el análisis de las condiciones de trabajo para la identificación de factores de riesgo. El otro es el nivel avanzado que consiste en la evaluación de riesgos ergonómicos, en caso de ser detectados. Para ello, se seleccionará el método que mejor se ajuste a las necesidades planteadas.

A través de un análisis ergonómico en la línea de producción se busca optimizar los tres elementos del sistema, humano-máquina-ambiente para adaptar el puesto de trabajo a las personas coincidiendo sus competencias, características y capacidades. De esta manera, habrá mayor productividad y se protegerá la salud y seguridad de los técnicos, practicantes y estudiantes que realizan su trabajo de graduación y Ejercicio profesional supervisado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

1. ANTECEDENTES

1.1. USAC

La Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) fundada el 31 de enero de 1676 es la más antigua de Guatemala y es la única universidad estatal en el país. Al principio graduaba teólogos, abogados, más tarde, egresaron médicos. Hacia 1769 se crearon los cursos de Física y Geometría lo cual marcó el inicio de la enseñanza de las ciencias exactas en el Reino de Guatemala.

En 1834, siendo jefe del Estado de Guatemala, el Dr. don Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, sucesora de la Universidad de San Carlos. Instituyó la enseñanza de Álgebra, Geometría, Trigonometría y Física. Se otorgaron títulos de Agrimensores y los primeros graduados fueron Francisco Colmenares, Felipe Molina, Patricio de León, y José Batres Montufar.

La Academia de Ciencias funcionó hasta 1840, año en que bajo el gobierno de Rafael Carrera volvió a transformarse en universidad. En ese año, la Asamblea publicó los estatutos de la nueva organización, mediante los cuales exigían que, para obtenerse el título de Agrimensor, era necesario poseer el título de bachiller en filosofía, un año de práctica y aprobar el examen correspondiente.

En 1873 se fundó la Escuela Politécnica para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales del ejército. Decretos gubernativos específicos de 1875 son el punto de partida cronológico para considerar la creación formal de las carreras de Ingeniería en la recién fundada Escuela Politécnica; carreras que más tarde se incorporarían a la Universidad.

1.1.1. Ubicación

Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC

Ciudad Universitaria, zona 12, Guatemala, C.A. Como se observa en la figura 1.

Teléfono: (502) 2418-8000

Figura 1. Ciudad Universitaria, USAC



Fuente: Google Maps. <https://www.google.com.gt/maps/place>. Consulta: julio de 2015.

1.1.2. Historia

La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada por la Real Cédula de Carlos II, el 31 de enero de 1676. Los estudios universitarios inician en Guatemala desde mediados del siglo XVI, cuando el primer obispo del reino de Guatemala, Licenciado Don Francisco Marroquín, funda el Colegio Universitario de Santo Tomás, el año de 1562, para becados pobres; con las cátedras de

filosofía, derecho y teología. Los bienes dejados para el colegio universitario se aplicaron un siglo más tarde para formar el patrimonio económico de la Universidad de San Carlos, juntamente con los bienes que legó para fundarla, el correo mayor Pedro Crespo Suárez. Desde principios del siglo XVI hubo otros colegios universitarios, como el Colegio de Santo Domingo y el Colegio de San Lucas, que obtuvieron licencia temporal de conferir grados mientras que el Colegio Tridentino y el Colegio de San Francisco, no otorgaron grados.

La Universidad de San Carlos logró categoría internacional, al ser declarada Pontificia por la Bula del Papa Inocencio XI, emitida con fecha 18 de junio de 1687. Además de cátedras de su tiempo: ambos derechos (civil y canónico), medicina, filosofía y teología, incluyó en sus estudios la docencia de lenguas indígenas. Durante la época colonial, cruzaron sus aulas más de cinco mil estudiantes y además de las doctrinas escolásticas, se enseñaron la filosofía moderna y el pensamiento de los científicos ingleses y franceses del siglo XVIII. Sus puertas estuvieron abiertas a todos: criollos, españoles, indígenas y entre sus primeros graduados se encuentran nombres de indígenas y personas de extracción popular.

Los concursos de cátedras por oposición datan también de esa época y en muchos de ellos triunfaron guatemaltecos de origen humilde, como el Doctor Tomás Pech, de ascendencia indígena y el Doctor Manuel Trinidad de Avalos y Porres, hombre de modesta cuna, a quien se atribuye la fundación de la investigación científica en la Universidad de San Carlos, por la evidencia que existe en sus trabajos médicos experimentales, como transfusiones e inoculaciones en perros y otros animales. La legislación contempló, desde sus fases iniciales, el valor de la discusión académica, el comentario de textos, los cursos monográficos y la lección magistral.

La libertad de criterio está ordenada en sus primeros estatutos, que exigen el conocimiento de doctrinas filosóficas opuestas dialéctica, para que el esfuerzo de la discusión beneficiara con sus aportes formativos la educación universitaria. El afán de reforma pedagógica y de lograr cambios de criterios científicos es también una característica que data de los primeros años de su existencia. Fray Antonio de Goicoechea fue precursor de estas inquietudes.

En las ciencias jurídicas, cuyo estudio comprendía los derechos civil y canónico, también se registraron modificaciones significativas al incorporar el examen histórico del derecho civil y romano, así como el derecho de gentes, cuya introducción se remonta al siglo XVIII en nuestra universidad. Asimismo, se crearon cátedras de economía política y de letras. La Universidad de San Carlos ha contado también, desde los primeros decenios de su existencia, con dignos representantes tales como el doctor Felipe Flores sobresalió con originales inventos y teoría, que se anticiparon a muchas de ulterior triunfo en Europa.

El doctor Esparragoza y Gallardo puede considerarse un extraordinario exponente de la cirugía científica, y en el campo del derecho, la figura del doctor José María Álvarez, autor de las renombradas Instituciones de Derecho Real de Castilla y de Indias, publicadas en 1818. Las primeras señales de colegiación pueden observarse desde el año de 1810, cuando se fundó en Guatemala el ilustre Colegio de Abogados, cuya finalidad principal era la protección y depuración del gremio. Esta institución desapareció en el último cuarto del siglo XIX, para resurgir en el año de 1947.

A semejanza de lo que ocurrió en otros países de América Latina, esta universidad luchó por su autonomía, que había perdido a fines del siglo pasado, y la logró con fecha 9 de noviembre del año 1944, decretada por la Junta Revolucionaria de Gobierno. Con ello se restableció el nombre tradicional de la

Universidad de San Carlos de Guatemala y se le asignaron rentas propias para lograr un respaldo económico.

La Constitución de Guatemala de 1945, consagró como principio fundamental la autonomía universitaria, y el Congreso de la República complementó las disposiciones de la Carta Magna con la emisión de una Ley Orgánica de la Universidad, y una Ley de Colegiación obligatoria para todos los graduados que ejerzan su profesión en Guatemala.

Desde septiembre del año 1945, la Universidad de San Carlos de Guatemala funciona como entidad autónoma con autoridades elegidas por un cuerpo electoral, conforme el precepto legal establecido en su Ley Orgánica; y se ha venido normando por los siguientes principios que, entre otros, son el producto de la Reforma Universitaria en 1944: Libertad de elegir autoridades universitarias y personal docente, o de ser electo para dichos cuerpos sin injerencia alguna del Estado. Asignación de fondos que se manejan por el Consejo Superior Universitario con entera autonomía. Libertad administrativa y ejecutiva para que la Universidad trabaje de acuerdo con las disposiciones del Consejo Superior Universitario. Dotación de un patrimonio consistente en bienes registrados a nombre de la universidad. Elección del personal docente por méritos, en examen de oposición. Participación estudiantil en las elecciones de autoridades universitarias. Participación de los profesionales catedráticos y no catedráticos en las elecciones de autoridades.

1.1.3. Misión

“En su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones.

Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales”.¹

1.1.4. Visión

“La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social, humanista y ambiental, con una gestión actualizada, dinámica, efectiva y con recursos óptimamente utilizados, para alcanzar sus fines y objetivos, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica”.²

1.1.5. Valores

Son aquellos que contribuyen a formar actitudes y conductas que inciden en la óptima gestión organizacional de la Universidad.

- **“Eficiencia:** es el valor que motiva a buscar la optimización de los recursos, la agilidad y máxima calidad en la realización de su trabajo, no deja que lo domine la negligencia y busca alcanzar sus propósitos hasta lograrlos, estando siempre dispuestas a dar un poco más a la Universidad.
- **Responsabilidad:** valor que permite interactuar, comprometerse y aceptar las consecuencias de sus acciones y decisiones. Capacidad de cada trabajador de asumir sus funciones y las normas institucionales,

¹ Universidad de San Carlos de Guatemala. www.usac.edu.gt consulta: agosto de 2015.

² *Ibíd.*

respondiendo por sus actos y conducta. Cumpliendo las atribuciones con compromiso y convicción.

- **Respeto:** es valorar a los demás, acatar los límites que impone el derecho ajeno como base para la convivencia armoniosa en la Universidad. Este valor reconoce la autonomía de cada ser humano, acepta las diferencias individuales y valora los derechos y deberes de los trabajadores de la USAC.
- **Transparencia:** es el valor que motiva un desenvolvimiento académico – administrativo correcto y de la Universidad, que se manifiesta en un desempeño ético, eficiente y una ejecución de los fondos apegada a la legislación y, con acceso de cualquier usuario a información económica – financiera, para fines de redición de cuentas y de auditoría social.
- **Excelencia:** valor que motiva a desarrollar sus labores cotidianas en forma sobresaliente y buscando continuamente la mejor en su trabajo. Es el conjunto de prácticas en la gestión de la Universidad de San Carlos de Guatemala que dan resultados relevantes y un servicio educativo de alta calidad y pertinencia”.³

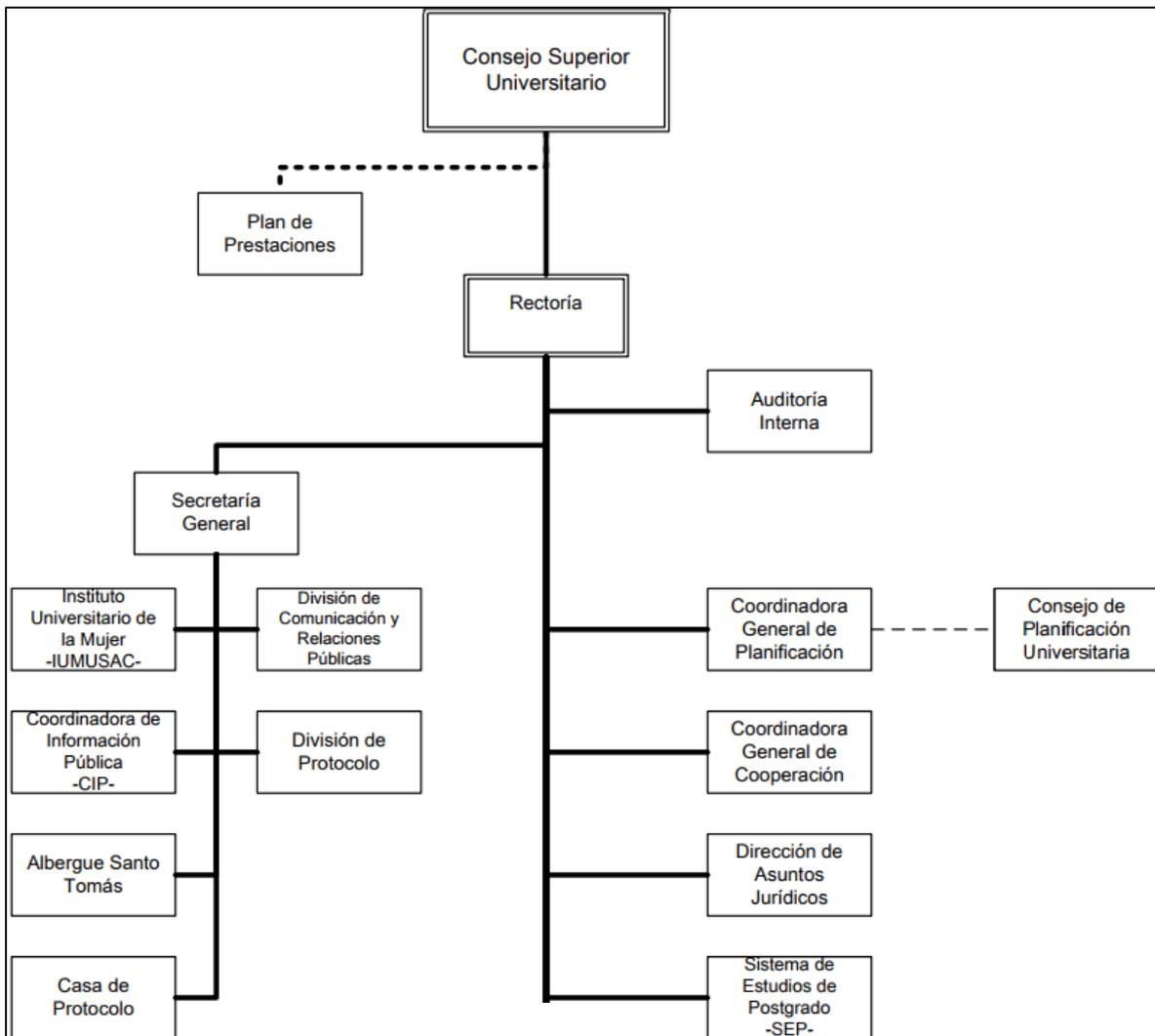
1.1.6. Organigrama

La Universidad de San Carlos de Guatemala es una institución autónoma, con personalidad jurídica, tal como lo expresa el artículo Nro. 82 de la Constitución Política de la República de Guatemala.

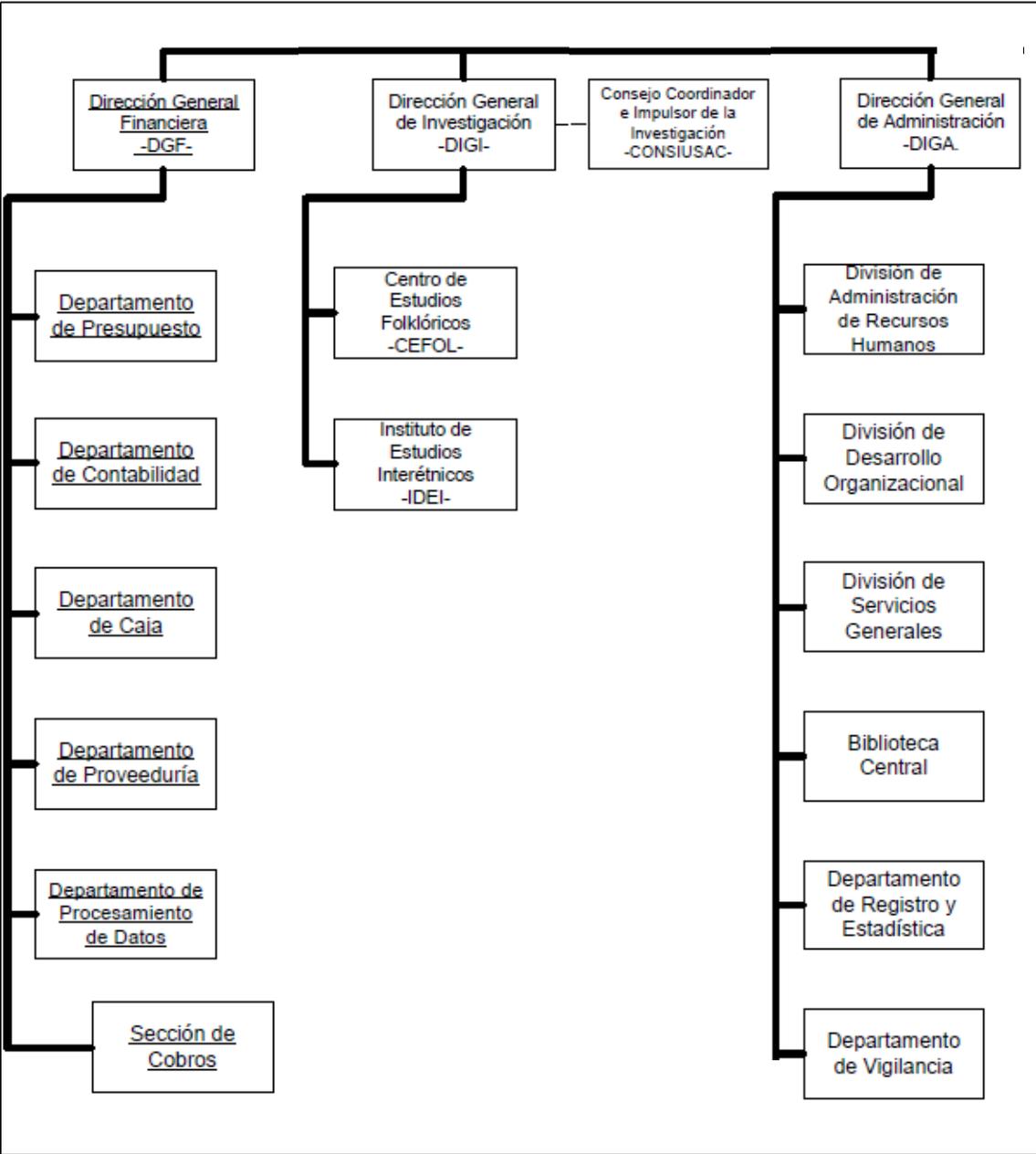
³ Ibíd.

La Estructura Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuentra integrada por unidades de decisión superior, unidades de apoyo funcional y las unidades ejecutoras del desarrollo de las funciones de docencia, investigación y extensión de la Universidad. En la figura 2 se detalla el organigrama general de la Universidad.

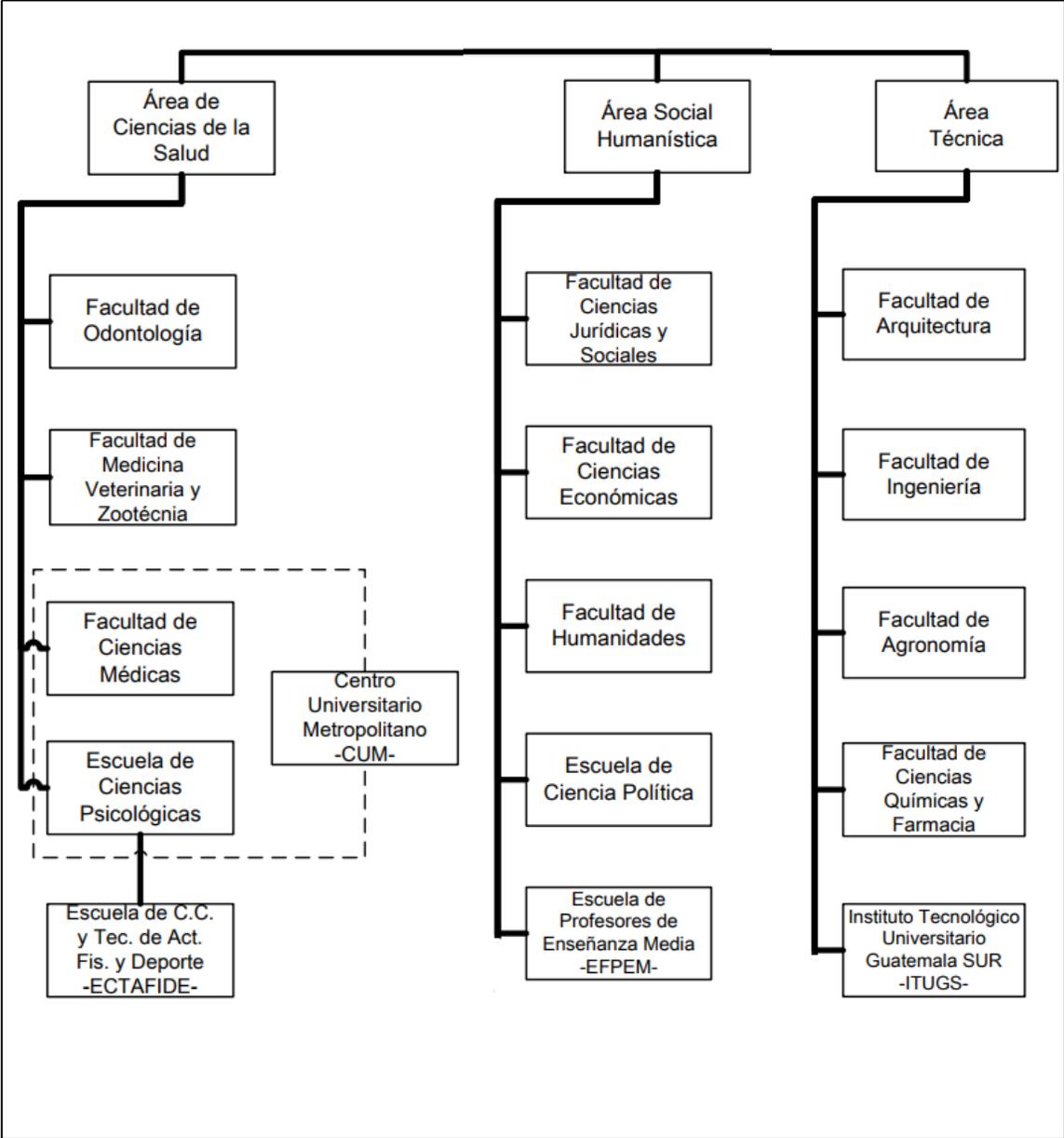
Figura 2. Organigrama de la USAC



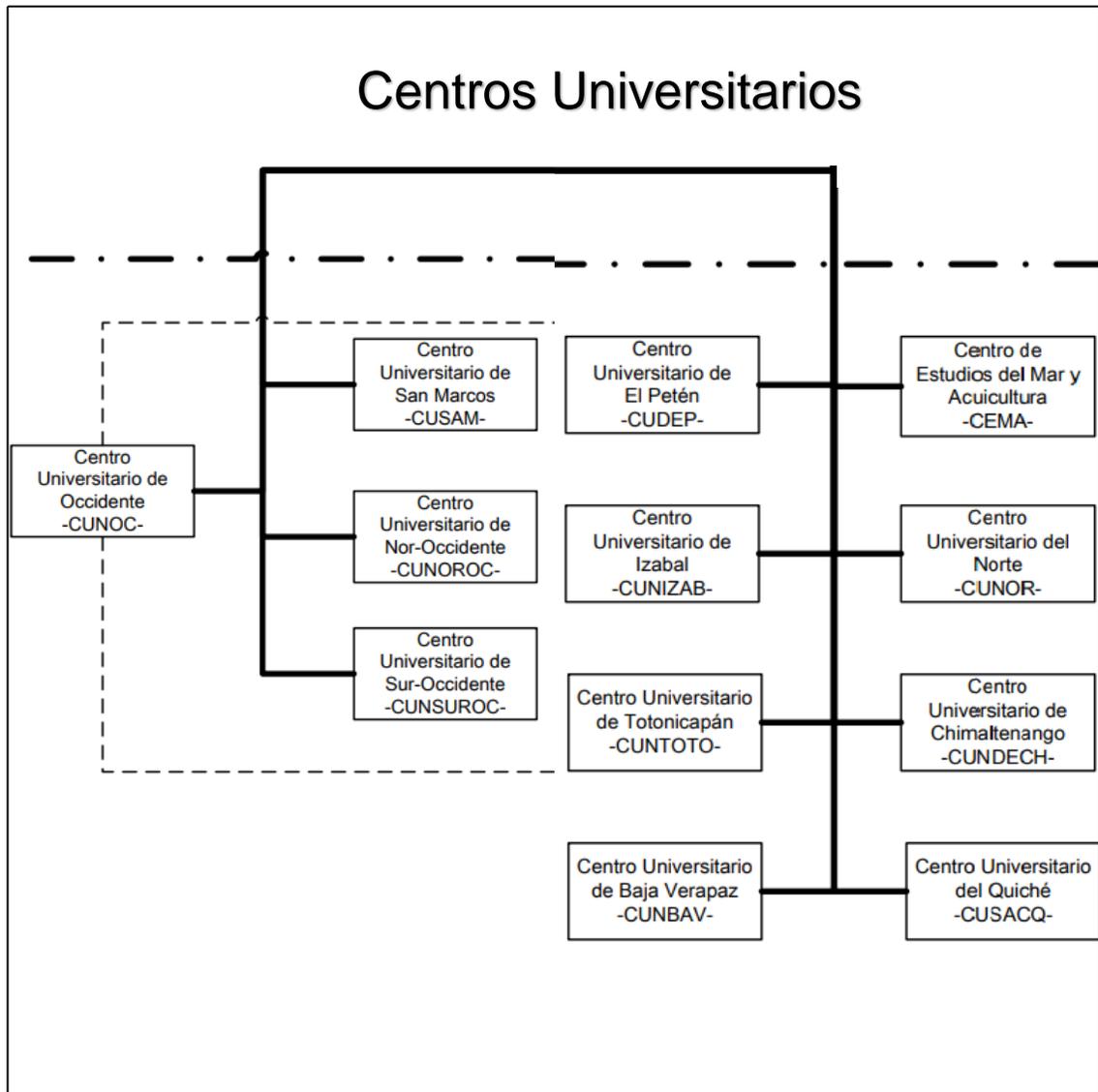
Continuación de figura 2.



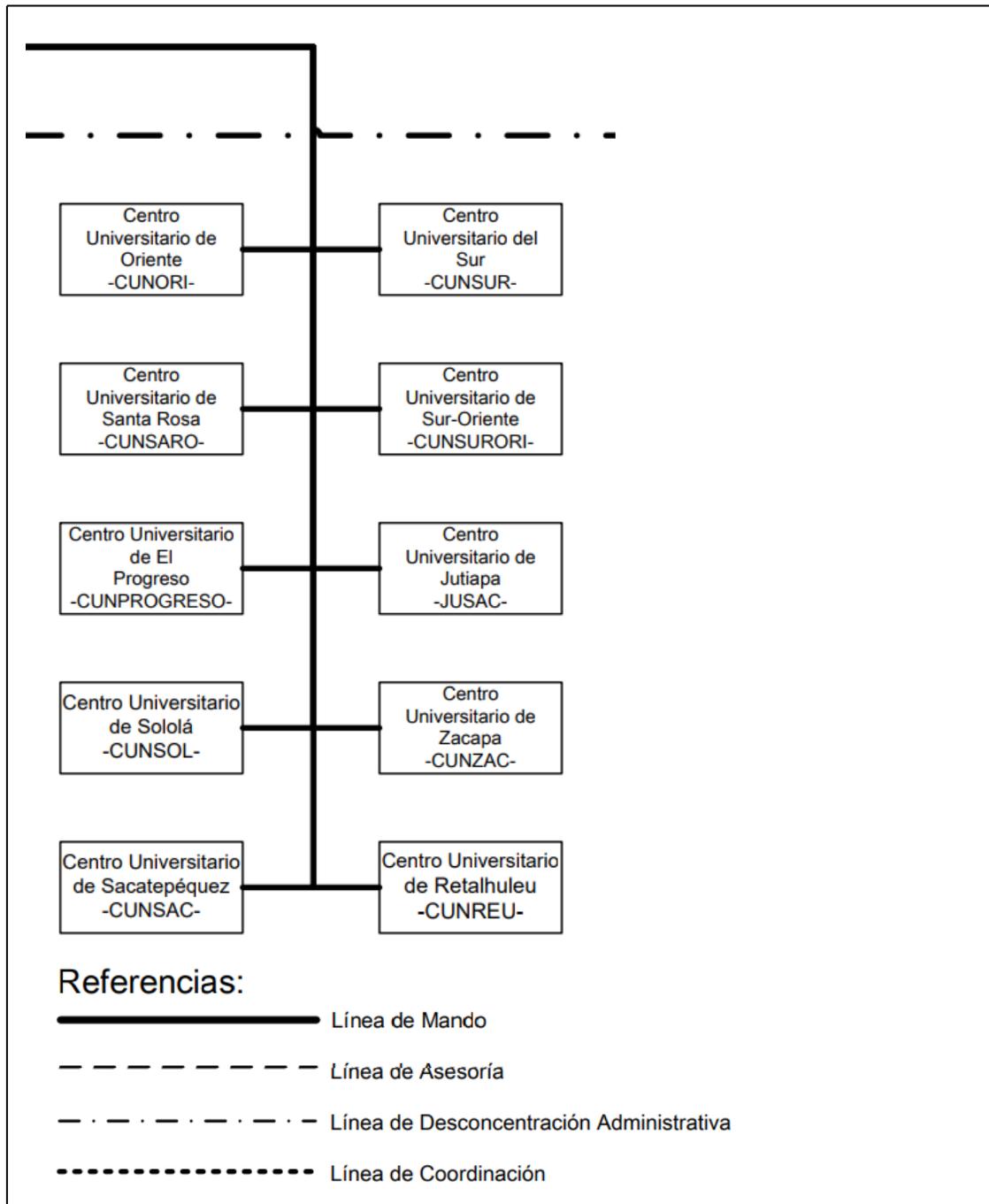
Continuación de figura 2.



Continuación de figura 2.



Continuación de figura 2.



Fuente: Organigrama de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
www.usac.edu.gt/organigrama.php. Consulta: marzo de 2016.

1.1.7. Consejo Superior Universitario

De conformidad al marco legal de la Universidad de San Carlos de Guatemala, su gobierno está constituido por: el Consejo Superior Universitario (CSU), Rectoría y la Junta Electoral Universitaria. El gobierno de la USAC está a cargo del Consejo Superior Universitario, el cual está integrado por:

- El rector, quien lo preside.
- Decanos de las facultades.
- Un representante de cada colegio profesional, egresado de la Universidad San Carlos de Guatemala.
- Un catedrático titular de cada facultad.
- Un estudiante de cada facultad.

Según la estructura organizativa de la Universidad y de conformidad a la política de desconcentración, la responsabilidad del gobierno universitario ha sido compartida a otros niveles de menor jerarquía, como Juntas Directivas, Consejos Directivos, Decanos de facultades, directores de escuelas no facultativas y centros universitarios. Actualmente los miembros del Consejo Superior Universitario son:

- Rector
 - Dr. Carlos Alvarado Cerezo (junio 2014 – junio 2018).
- Decanos
 - Lic. Gustavo Bonilla
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales (julio 2016 – julio 2020)
 - Dr. Mario Herrera Castellanos
Facultad de Ciencias Médicas (julio 2015 – julio 2019)

- Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Facultad de Ingeniería (julio 2015 – julio 2019)
- Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (febrero 2015 – enero 2019)
- Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Facultad de Ciencias Económicas (julio 2015 – julio 2019)
- Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Facultad de Odontología (noviembre 2012 – noviembre 2016)
- M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis
Facultad de Humanidades (abril 2013 – abril 2017)
- Lic. Carlos Enrique Saavedra Vélez
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (abril 2013 – marzo 2017)
- Ing. Mario Antonio Godínez López
Facultad de Agronomía (julio 2015 – julio 2019)
- MS.c. Arq. Byron Alfredo Rabé Rendón
Facultad de Arquitectura (marzo de 2015 – febrero de 2019)

- Colegios profesionales
 - Dr. Allan Jacobo Ruano Fernández
Colegio de Médicos y Cirujanos de Guatemala
 - Ing. Gerson Omar López Galán
Colegio de Ingenieros e Ingenieros Químicos de Guatemala
 - Karen Larissa Herrera Aguilar
Colegio de Farmacéuticos y Químicos de Guatemala
 - Lic. Urías Amitai Guzmán García
Colegio de Economistas, Contadores Públicos y Auditores, y Administradores de Empresas de Guatemala

- Dr. Carlos Alberto Granados Posadas
Colegio de Humanidades de Guatemala
- Heisler Gómez Méndez
Colegio de Ingenieros Agrónomos de Guatemala
- Merlín Wilfrido Osorio López
Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas de Guatemala
- Arq. Edgar Adolfo Cabrera Sánchez
Colegio de Arquitectos de Guatemala
- Lic. Diego José Montenegro López
Colegio de Abogados y notarios de Guatemala
- Dr. Héctor David Ovando Castro
Colegio Estomatológico de Guatemala

- Representantes catedráticos
 - Licda. Ana María Azañon Robles
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
 - Dr. Hermógenes Estuardo Pacheco Solís
Facultad de Ciencias Médicas
 - Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Facultad de Ingeniería
 - Dr. César Antonio Estrada Mendizábal
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 - Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Facultad de Ciencias Económicas
 - Dra. Ingrid Maritza Arreola Smith
Facultad de Odontología
 - Jorge Heriberto Estrada Castillo
Facultad de Humanidades
 - Myrna Ethel Herrera Sosa

- Facultad de Agronomía
 - Dr. Leonidas Ávila Palma
 - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
 - Arq. Israel López Mota
 - Facultad de Arquitectura

- Representantes estudiantiles
 - Señor Juan Antonio Quezada Gaitán
 - Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
 - Señor Francisco Eduardo Lemus Lemus
 - Facultad de Ciencias Médicas
 - Señor Carlos Enrique Gómez Donis
 - Facultad de Ingeniería
 - Señorita Andrea Azucena Marroquín Tinti
 - Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 - Señorita Denisse Jared Urías Godínez
 - Facultad de Ciencias Económicas
 - Señor Alejandro Israel Estrada Cabrera
 - Facultad de Odontología
 - Señor Edgar Oswaldo Méndez Corzo
 - Facultad de Humanidades
 - Señor Gustavo Arnoldo Letrán Ramírez
 - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
 - Señor Kevin Christian Carrillo Segura
 - Facultad de Arquitectura
 - Señor Luis Roberto Orellana López de
 - Facultad de Agronomía

- Otras autoridades
 - Lic. Urías Amitai Guzmán García
Director General Financiero
 - Dr. José Francisco de Matta Vela
Director de Asuntos Jurídicos
 - Dr. Carlos Enrique Camey Rodas
Secretario General

1.1.8. Área de ciencias de la salud

El área de ciencias de la salud está integrada por las siguientes facultades:

- Facultad de Odontología
- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Facultad de Ciencias Médicas
- Escuela de Ciencias Psicológicas
- Escuela de C.C. y Tec. De Act. Fis. y Deporte –ECTAFIDE-

1.1.9. Área social humanística

El área social humanística está integrada por las siguientes facultades:

- Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
- Facultad de Ciencias Económicas
- Facultad de Humanidades
- Escuela de Ciencia Política
- Escuela de Profesores de Enseñanza Media –EFPEM-
- Escuela de Historia
- Escuela de Trabajo Social

- Escuela de Ciencias de la Comunicación
- Escuela de Ciencias Lingüísticas
- Escuela Superior de Arte

1.1.10. Área técnica

El área técnica está integrada por las siguientes facultades:

- Facultad de Arquitectura
- Facultad de Ingeniería
- Facultad de Agronomía
- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
- Instituto Tecnológico Universitario Guatemala SUR

1.1.11. Centros Universitarios

La Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con los siguientes centros universitarios:

- Centro Universitario de Occidente –CUNOC-
 - Centro Universitario de San Marcos –CUSAM-
 - Centro Universitario de Noroccidente –CUNOROC-
 - Centro Universitario de Suroccidente –CUNSUROC-
- Centro Universitario de El Petén –CUDEP-
- Centro Universitario de Izabal –CUNZAB-
- Centro Universitario de Totonicapán –CUNTOTO-
- Centro Universitario de Baja Verapaz –CUNBAV-
- Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-
- Centro Universitario del Norte –CUNOR-

- Centro Universitario de Chimaltenango –CUNDECH-
- Centro Universitario del Quiché –CUSACQ-
- Centro Universitario de Oriente –CUNORI-
- Centro Universitario de San Rosa –CUNSARO-
- Centro Universitario de El Progreso –CUNPROGRESO-
- Centro Universitario de Sololá –CUNSOL-
- Centro Universitario del Sur –CUNSUR-
- Centro Universitario de Suroriente –CUNSURORI-

1.2. Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería está integrada por seis escuelas facultativas de pregrado que disponen de doce carreras, una escuela de posgrado con carácter regional centroamericano; además, del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), de manera que su proyección es amplia hacia diversas actividades económicas y sociales del país.

1.2.1. Antecedentes

En 1873 se fundó la Escuela Politécnica para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales militares. Decretos gubernativos específicos de 1875 son el punto de partida para considerar la creación formal de las carreras de ingeniería en la recién fundada Escuela Politécnica; carreras que más tarde se incorporaron a la Universidad.

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala; por decreto del Gobierno, pero en 1882, se tituló como Facultad dentro de esa institución y se separó de la Escuela Politécnica. El ingeniero Cayetano Batres del Castillo fue el primer decano de la Facultad de

Ingeniería; dos años más tarde fue el ingeniero José E. Irungaray. Durante su gestión se reformó el programa de estudios; como consecuencia, la duración de la carrera de ingeniería se redujo en dos años; de ocho, pasó a durar seis años.

En 1894, por razones de economía, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica; entonces se inició un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó varias veces de la Politécnica a la Universidad y viceversa; ocupó diversos locales, entre ellos, el edificio de la Escuela de Derecho y Notariado. Dentro de esas vicisitudes, en 1895 se iniciaron nuevamente los estudios de ingeniería en la Escuela Politécnica; ahí ofrecían las carreras de ingeniero topógrafo, ingeniero civil e ingeniero militar. Se graduaron once ingenieros civiles y militares.

La inestabilidad terminó con la supresión de la Escuela Politécnica en 1908, a raíz de los acontecimientos políticos acaecidos en ese año. El archivo de la Facultad permaneció en el mismo lugar hasta 1912, año en que fue depositado temporalmente en la Facultad de Derecho. De 1908 a 1918 la Facultad tuvo una existencia ficticia. El gobernante Manuel Estrada Cabrera reabrió la Universidad y a la Facultad de Ingeniería se le denominó Facultad de Matemáticas. Entre 1908 y 1920, a pesar de los esfuerzos de los ingenieros guatemaltecos y por causa de la desorganización imperante, únicamente se incorporaron tres ingenieros que obtuvieron el título en el extranjero.

1.2.2. Organización

La facultad de Ingeniería está organizada en:

- Escuelas facultativas
- Centros

- Departamentos
- Unidades académico-administrativas

También integran la Facultad de Ingeniería:

- Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).
- Centro de Cálculo e Investigación Educativa.
- Biblioteca “Ing. Mauricio Castillo C.”
- Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.
- Unidad de Servicio de Apoyo al Estudiante y de Apoyo al Profesor -SAE-SAP-.

Asimismo, las unidades administrativas de apoyo a la función docente y de investigación que dependen de la secretaría académica y las unidades de administración general.

1.2.2.1. Escuelas facultativas

La facultad de Ingeniería cuenta con once distintas escuelas:

- Escuela de Civil.
- Escuela de Química.
- Escuela de Mecánica
- Escuela de Mecánica Eléctrica.
- Escuela de Mecánica Industrial.
- Escuela de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales.
- Escuela de Ciencias y Sistemas.
- Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos ERIS.

- Escuela de Ciencias.
- Escuela de Posgrados.
- Escuela Técnica.

1.2.3. Misión

“Formar profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con nuestras sociedades, sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global”.⁴

1.2.4. Visión

“Ser una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional; formamos profesionales en las distintas áreas de la ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional”.⁵

1.2.5. Objetivos

Objetivo general

Formar el recurso humano dentro del área técnico-científica que necesita el desarrollo de Guatemala, dentro del ambiente físico, natural, social, económico,

⁴ Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. www.ingeniería.usac.edu.gt consulta: agosto de 2015.

⁵ *Ibíd.*

antropológico y cultural del medio que lo rodea, para que pueda servir al país en forma eficiente y eficaz como profesional de la ingeniería.

Objetivos específicos

- Proporcionar, al estudiantado de la Facultad de Ingeniería las oportunidades para obtener una formación técnico – científica, para su aplicación al medio laboral y adaptación a la tecnología moderna.
- Fomentar la investigación científica y el desarrollo de la tecnología y ciencias entre los estudiantes y catedráticos de la Facultad de Ingeniería, con proyección y como resarcimiento para el pueblo de Guatemala.
- Fortalecer las relaciones con los sectores externos del país, que se vinculan con las diversas ramas de la ingeniería y contribuir a satisfacer sus necesidades, lo cual generará el beneficio mutuo.

1.2.6. Ubicación

Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12. Facultad de ingeniería. Teléfonos: 24189100

1.3. Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)

El Centro de Investigaciones de Ingeniería fomenta y coordina la investigación científica.

1.3.1. Ubicación

Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII
Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC

Ciudad Universitaria, Zona 12. Como se observa en la figura 3.

TEL. (502) 2418-9115

Fax (502) 2418-9121

Figura 3. **Centro de Investigaciones de Ingeniería**



Fuente: Google Maps. <https://www.google.com/maps/place/> Consulta: septiembre de 2017.

1.3.2. **Historia**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) es una institución dedicada al apoyo y fomento del cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la Facultad de Ingeniería. Fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario de fecha

27 de julio de 1963 y está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La base para la construcción del Centro fue la unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en el año 1959, y la subsiguiente adición a los mismos del laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria en 1962 en unión de otros laboratorios docentes de la Facultad de Ingeniería. En 1965 se agregó al CII, el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala.

En 1977 se establecieron las unidades de Investigación en Fuentes no Convencionales de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda. En 1978 fue creado el Centro de Información para la Construcción (CICON), el cual se encuentra adscrito al CII. En 1980 unieron esfuerzos, la Facultad de Arquitectura y la Unidad de Tecnología de la Construcción de Vivienda, para organizar el Programa de Tecnología para los Asentamientos Humanos, del cual se obtuvieron relaciones nacionales e internacionales.

En 1997 se adhirió al CII la Planta Piloto de Extracción Destilación, cuyo funcionamiento como apoyo, tanto a la investigación como a la prestación de servicios, se inició en la década de los 90. En esta misma década, se impulsó el Laboratorio de Metrología Eléctrica, cuya formación data de muchos años y se consideró la ampliación del laboratorio de Metrología Eléctrica.

En el 2007 se inicia la ampliación en estructura del CII, con la construcción del 3er nivel del edificio T-5 y de un edificio en el área de prefabricados; además de la remodelación y modernización de los laboratorios de química en el edificio T-5, las cuales son inauguradas en el año 2008.

En el año 2009 se crea el Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales, LIEXVE, antes Planta Piloto de Extracción-Destilación, como parte de la sección de Química Industrial. Así mismo se crea la Planta Piloto de Extracción de Biodiesel en dicho laboratorio, en el mes de agosto de 2009.

1.3.3. Visión

“Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada al optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; impartir docencia de los recursos y laboratorios afines a las Escuelas de la Facultad de Ingeniería; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de Ingeniería de alta calidad científico tecnológica para todos los sectores de la sociedad Guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la república de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener el liderazgo en todas las áreas de Ingeniería a nivel nacional e internacional y centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría técnica y consultaría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas”.⁶

1.3.4. Misión

“Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de

⁶ Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. www.cii.ingenieria.usac.edu.gt consulta: agosto de 2015.

ingeniería, que estén orientados a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar estructuras y productos terminados de diferente índole; impartir cursos y laboratorios afines a las Escuelas de la Facultad de Ingeniería, desarrollar programas de formación profesional, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias con la ingeniería”.⁷

1.3.5. Políticas

El CII, básicamente da seguimiento a lo establecido por la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia como función primordial para la obtención de resultados positivos para el desarrollo del país, según está indicado en el Punto Segundo del Acta 48-91, de la sesión celebrada por el Consejo Superior Universitario con fecha 25 de octubre de 1991.

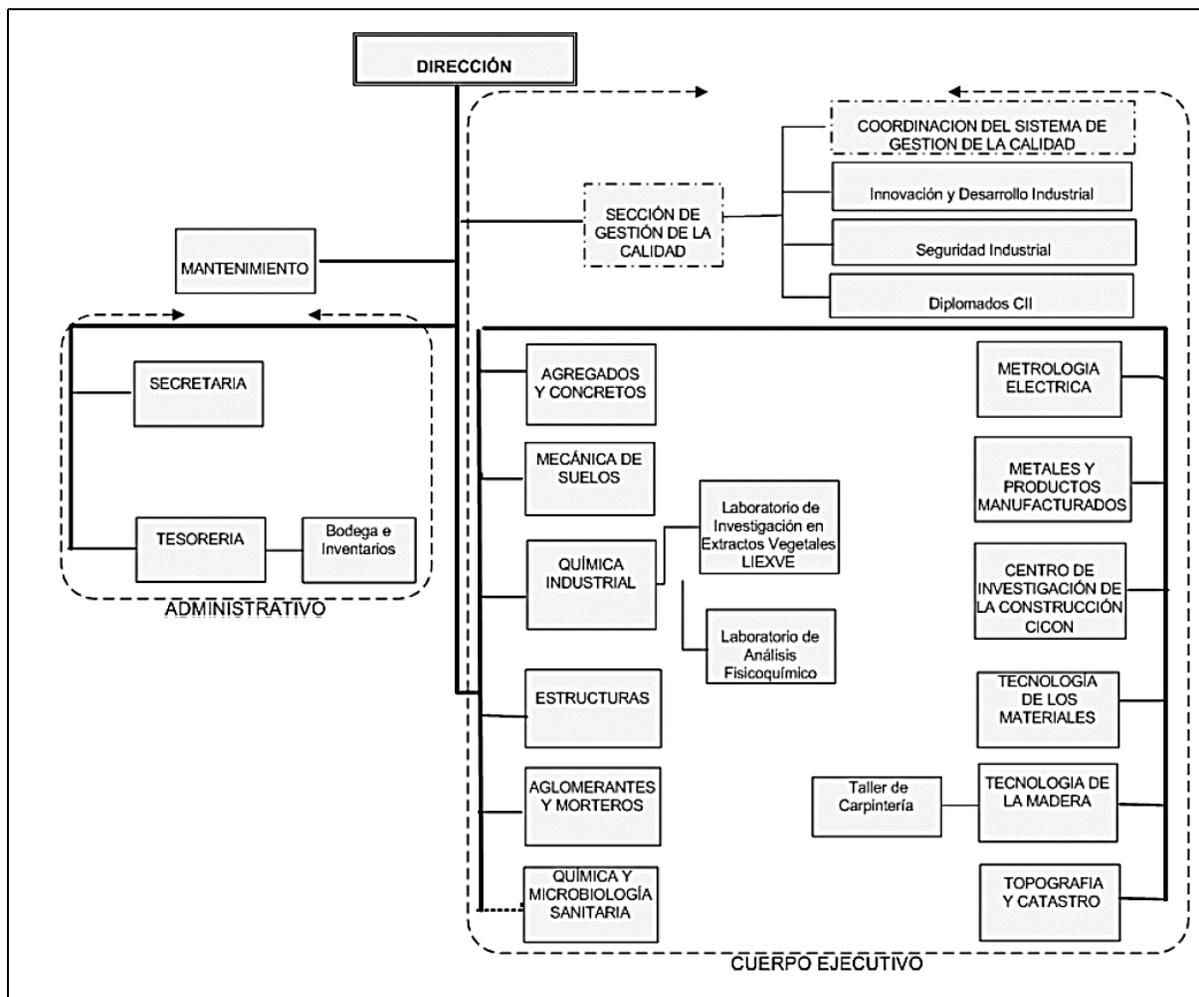
Para el cumplimiento del programa de investigación se ha establecido una relación directa con el consejo coordinador e impulsor de la investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CONCIUSAC) cuyo ejecutor es la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI) y con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINCYT). Los programas de docencia se ejecutan mediante prácticas de laboratorio, con apoyo a diferentes escuelas de la Facultad de Ingeniería y otras facultades y la promoción en la realización de trabajos de graduación, tanto para estudiantes de los niveles de pregrado como para estudiantes de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.

⁷ Ibíd.

1.3.6. Organigrama general

En la figura 4 se muestra el organigrama general del Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Figura 4. Organigrama general del CII



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Consulta: marzo de 2016.

1.3.7. Cuerpo ejecutivo

El Centro de Investigaciones de Ingeniería cuenta con las siguientes secciones:

- Gestión de la Calidad.
- Concretos, Agregados, Aglomerantes y Morteros.
- Química y Microbiología Sanitaria.
- Metrología Industrial.
- Química Industrial.
- Metales y Productos Manufacturados.
- Mecánica de Suelos.
- Tecnología de Materiales.
- CICON (Centro de Información a la Construcción).
- Estructuras.
- Topografía y Catastro.
- Tecnología de la Madera.
- Unidad de Seguridad Industrial Ocupacional (en formación).
- Oficina de Investigación en Tecnología de la Información y las Comunicaciones TIC´S (en formación).

1.3.8. Sección Gestión de la Calidad

Vela por el cumplimiento de las normas, asegura la calidad en los procesos y ensayos que se llevan a cabo en el Centro de Investigaciones de Ingeniería e innova y desarrolla la industria, la seguridad industrial y los diplomados que imparte el CII al personal y a personas particulares.

Presta servicio al estudiantado de la Facultad, realiza proyectos de trabajos de graduación, prácticas laborales y Ejercicio Profesional Supervisado, propone y ejecuta proyectos de beneficio general basados en investigación y desarrollo de ideas novedosas.

1.3.8.1. Antecedentes

Metodología para organizar la sección de la calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería:

- Dividir o separar en partes el trabajo total que se tiene que hacer. Incluye la definición de los problemas a resolver y los objetivos que se persiguen.
- Definición de las líneas de autoridad y responsabilidades asociadas con cada puesto de trabajo.
- Definición de las relaciones que tendrán entre sí las partes en que se dividirá la sección.
- Descripción del trabajo específico de cada parte de la sección, teniendo cuidado de reducir a un mínimo prudencial los puntos de supervisión.
- Planeación de la calidad que se espera obtener.
- Establecimiento del organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería, donde se muestre claramente el lugar de la sección de la calidad.
- Las decisiones tomadas por la sección de la calidad deben de llegar directamente al Director del Centro; es decir, debe de poseer una independencia absoluta de las demás secciones adquiriendo de esta forma criterio único de decisión con responsabilidad completa. Así, las decisiones serán tomadas con mayor objetividad y estará en completa libertad de indicar cualquier actividad que esté entorpeciendo la obtención de calidad especificada en las áreas.

- Para una buena organización de la sección de la calidad y la ejecución del sistema de la calidad, es necesario hacer conciencia, en los jefes de las demás secciones, de la importancia de su esfuerzo individual.

1.3.8.2. Funciones y valores

- **Planeación**
 - Estará informado de los objetivos, de la política y de los planes del Centro.
 - Desarrollará el sistema de la calidad del laboratorio de materiales de construcción, en el que estarán incluidos la política de la calidad, los objetivos, organizaciones, procedimientos y evaluaciones, así como la documentación y su distribución para promover el sistema de calidad.
 - Formulará los programas, estándares y técnicas necesarias para llevar a efecto los objetivos del sistema de la calidad y mediante su aprobación hacer que se cumplan tales programas.
- **Organización**
 - Forjar una estructuración sólida para la ejecución de las actividades de los componentes del sistema de la calidad en todas sus fases.
 - Establecer funciones en los componentes de control y dotarlas de personal capacitado, delegando la autoridad y responsabilidades necesarias y asegurar su funcionamiento.
- **Integración**
 - Cuidar de la utilización de los recursos que el Centro de Investigaciones de Ingeniería le asigne para el logro de los objetivos de manera efectiva y económica.

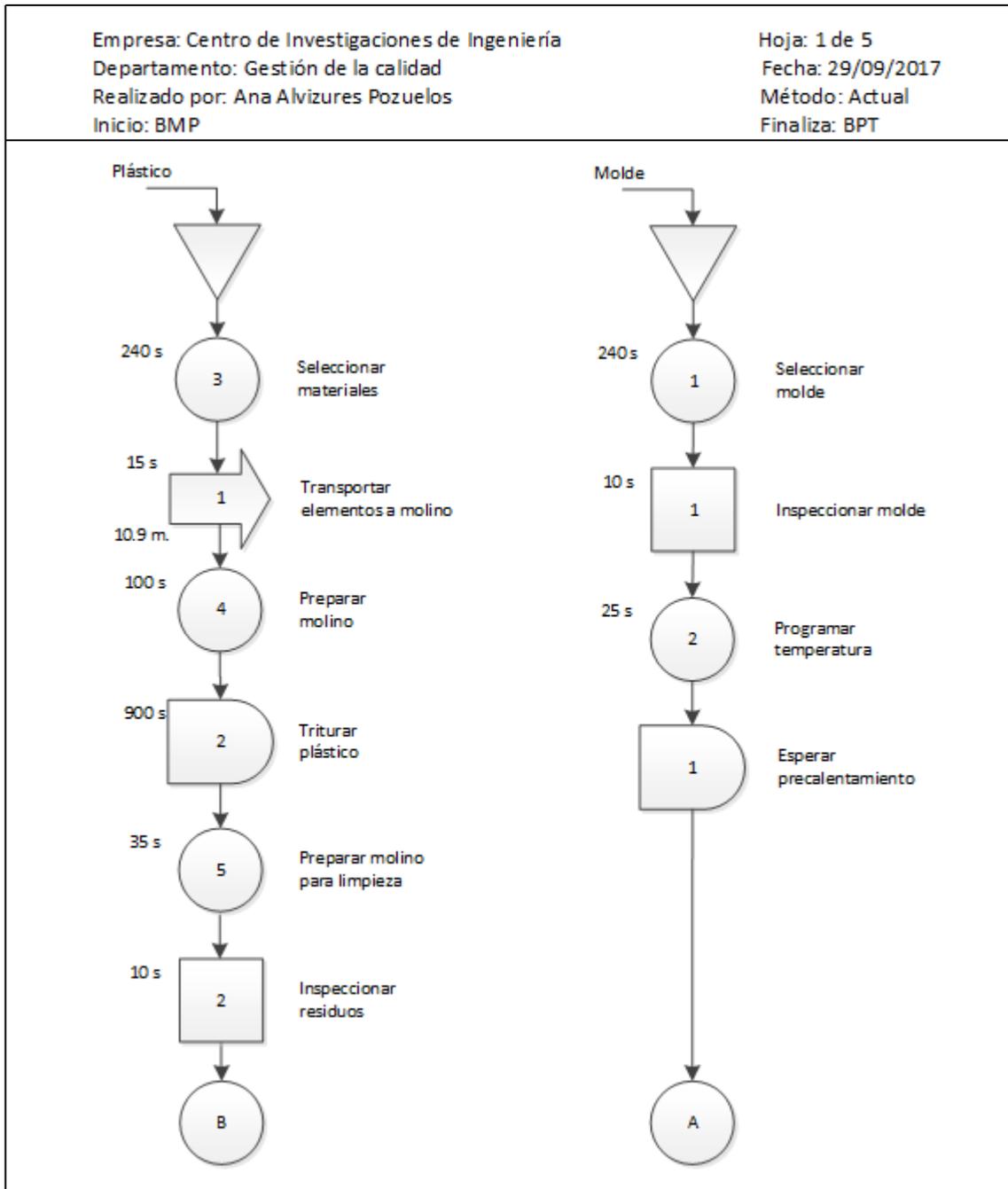
- Hacer que las personas que forman parte de las secciones del CII conozcan sus responsabilidades, su jerarquía y los límites de su autoridad, promoviendo unidad de esfuerzo para el bien común.
- Suministrar facilidades y el equipo para la inspección, pruebas y estimación de la calidad de los ensayos del Centro, así como la conservación del equipo.
- Dirección
 - Conservar contacto con las secciones del laboratorio de materiales para asegurarse que los ensayos estén de acuerdo con las especificaciones impuestas por las normas y las necesidades de los clientes.
- Control
 - Mantener contacto con los clientes para conocer, de manera detallada, las funciones que el laboratorio debe desempeñar para satisfacer al consumidor.
 - Actuar de la forma más conveniente para el cumplimiento de sus obligaciones, siempre que tales actuaciones no lo aparten de la política establecida por el centro.

1.3.8.3. Línea de producción a base de material reciclado

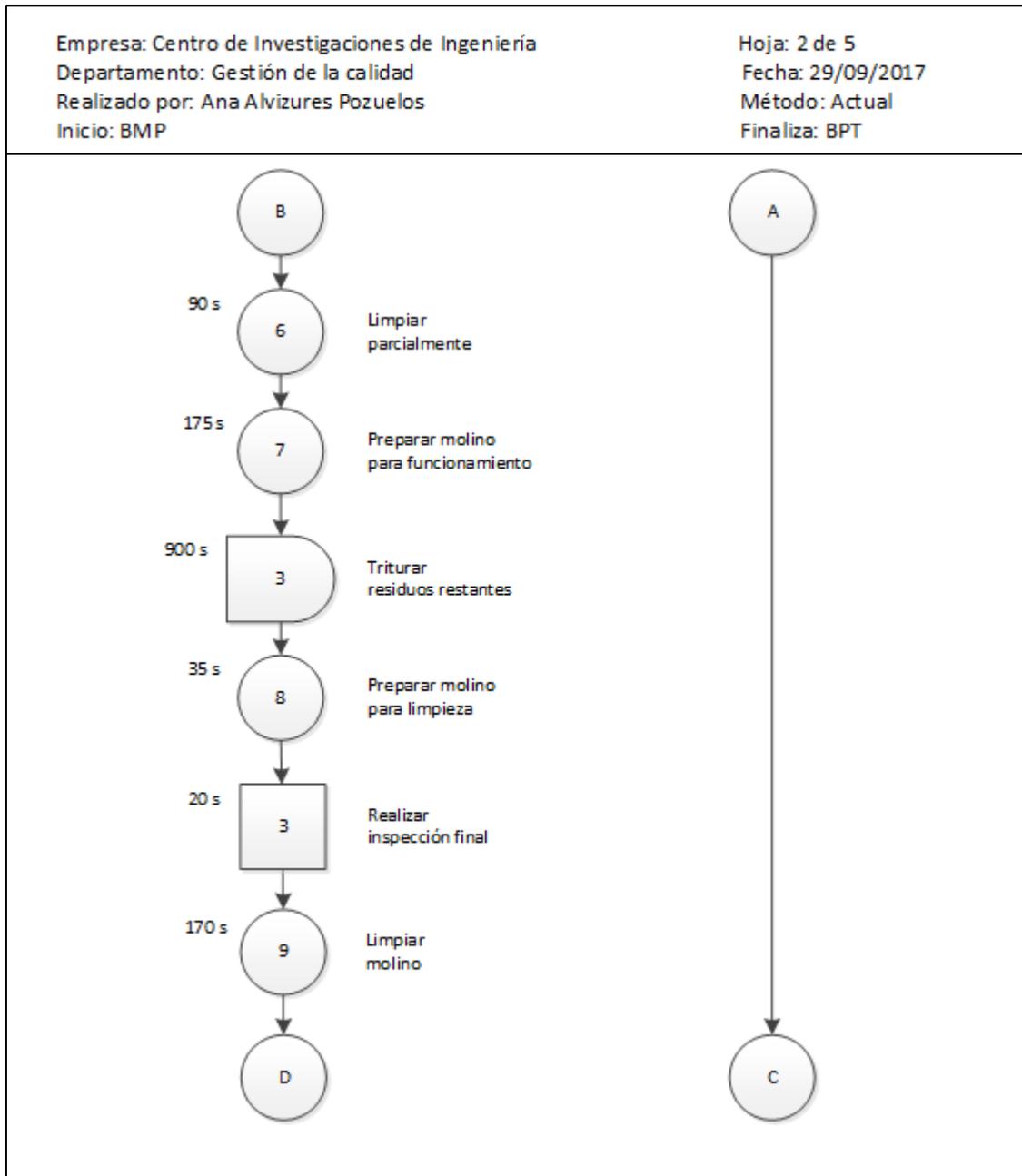
Se cuenta con una línea de producción que se alimenta a base de material reciclado. Se ha trabajado con materiales como el tetrabrik y el polialuminio, tereftalato de polietileno (PET) reciclado y residuos de bambú. El PET se trabaja en su presentación de *pellet* y los residuos de bambú pasan por el molino de martillos para obtener la fibra de bambú. Con dichos materiales se trabaja,

actualmente, en la producción de tejas. En la figura 5 se muestra el diagrama de operaciones de la línea de producción.

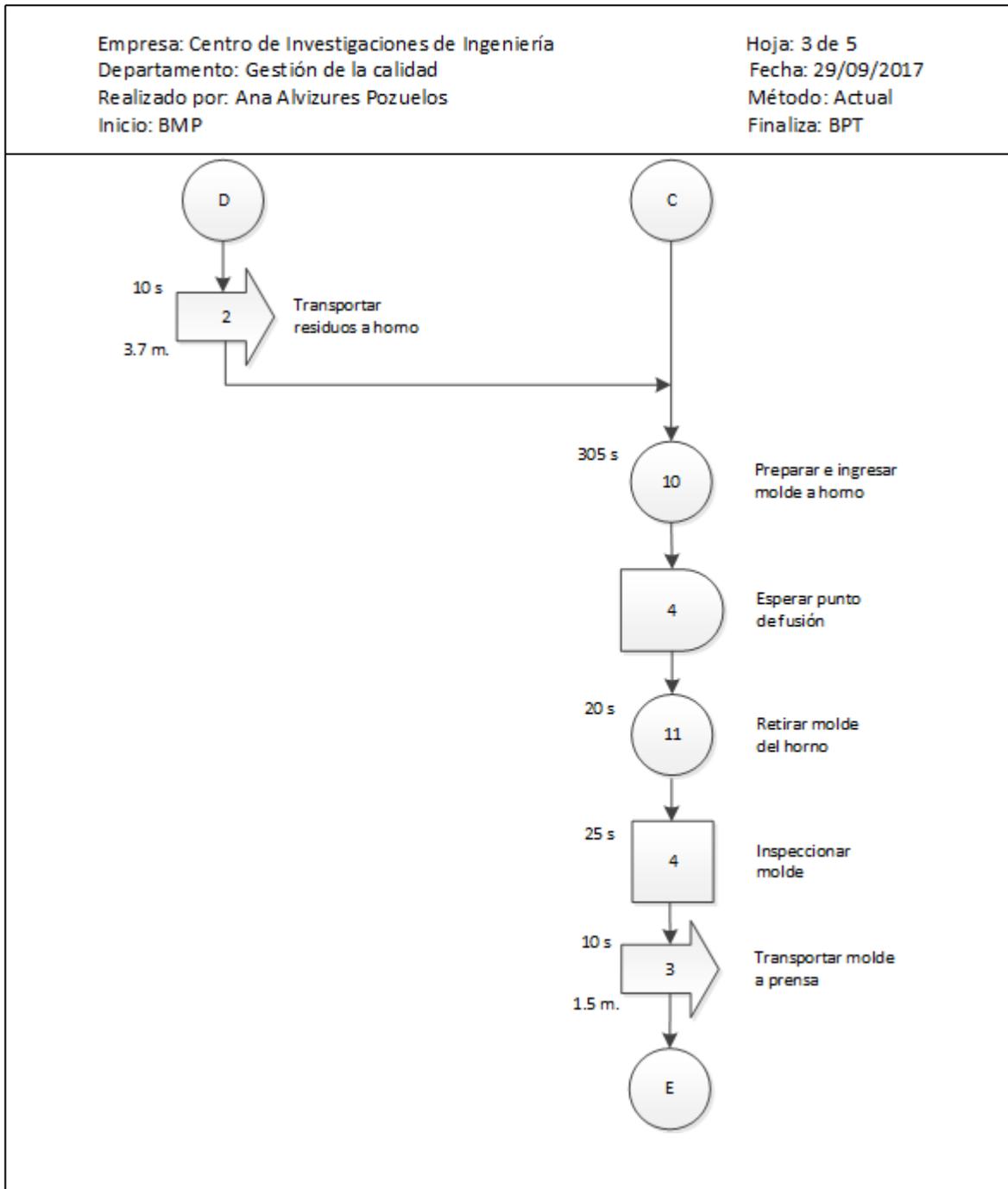
Figura 5. Diagrama de operaciones



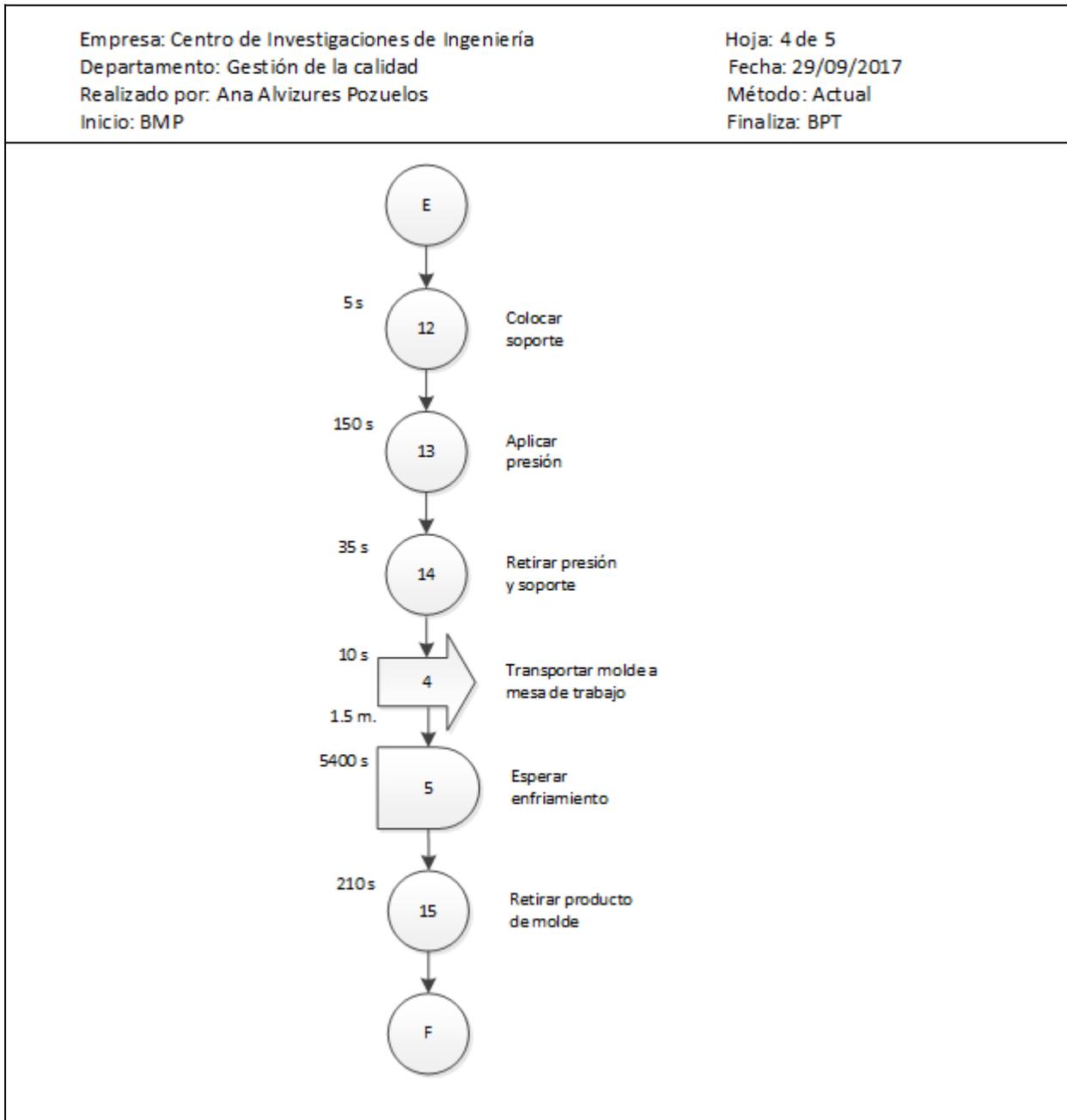
Continuación de figura 5.



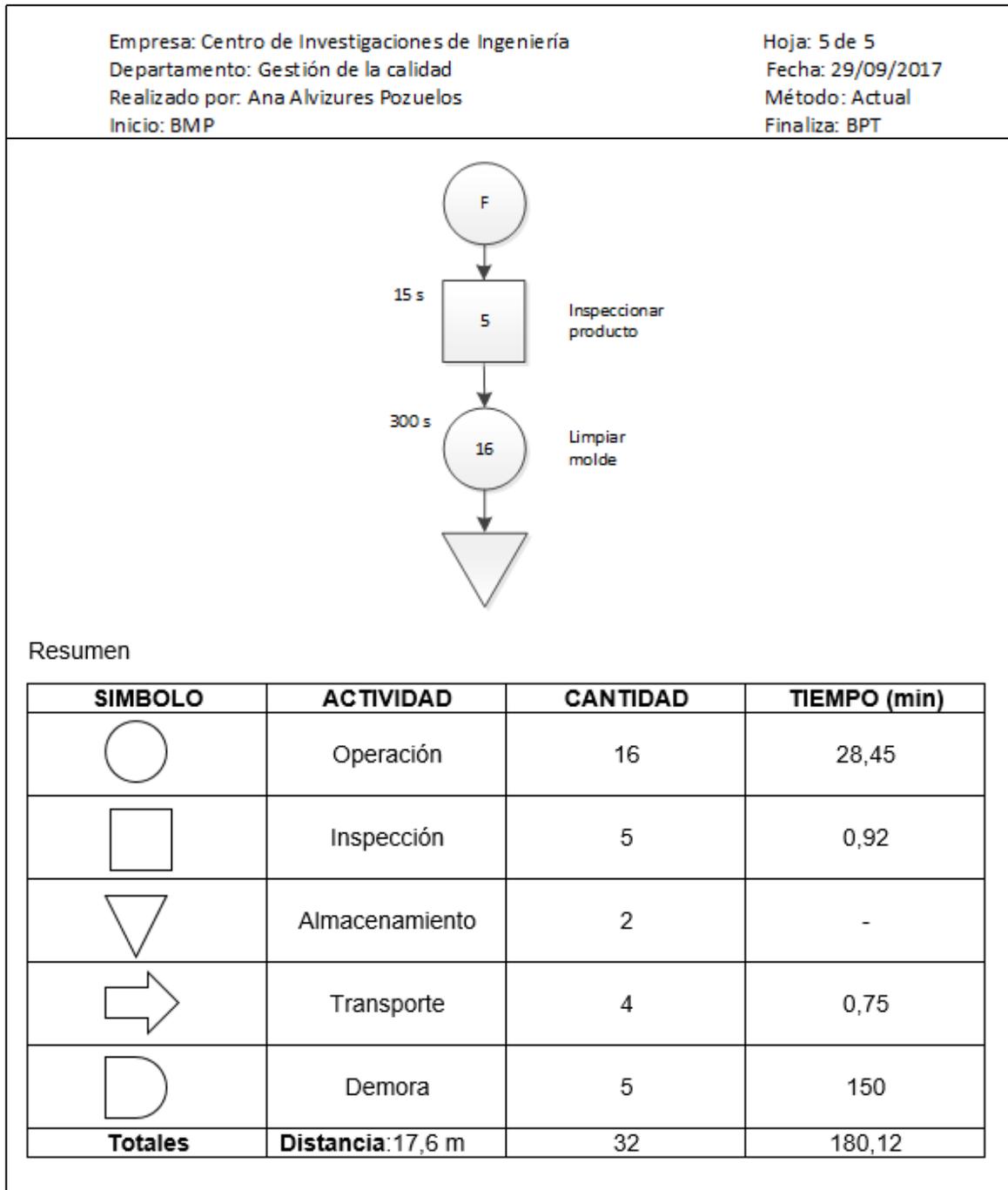
Continuación de figura 5.



Continuación de figura 5.



Continuación de figura 5.



Fuente: elaboración propia.

1.4. Ergonomía

Es una disciplina que optimiza integralmente los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente) a través del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador. De esta manera, se logra mejor rendimiento en el trabajo. Se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador para evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia. Es decir, para hacer que el trabajo se adapte al trabajador en lugar de obligar al trabajador adaptarse a él.

1.4.1. Definición

El término ergonomía deriva de las palabras griegas *ergon* (trabajo) y *nomos* (ley o norma), denota la ciencia del trabajo. Es una disciplina sistemáticamente orientada, que ahora se aplica a todos los aspectos de la actividad humana con las máquinas.

La definición del Consejo de la Asociación Internacional (IEA, 2000) es: “Ergonomía, en los factores humanos, es la disciplina científica relacionada con el conocimiento de la interacción entre el ser humano y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica la teoría, principios, datos y métodos para diseñar buscando optimizar el bienestar humano y la ejecución del sistema global”.

1.4.2. Objetivos

- Seleccionar la tecnología más adecuada para el sistema de trabajo y el personal disponible.

- Controlar el entorno del puesto de trabajo.
- Identificar los riesgos que puedan provocar fatiga física y mental en el personal.
- Analizar los puestos de trabajo, especificarlos y evaluar las tareas para definir los objetivos de la formación.
- Optimizar la interrelación de las personas disponibles y la tecnología utilizada.
- Favorecer el interés de los trabajadores por la tarea y por el ambiente de trabajo.
- Diseñar el ambiente físico de trabajo para lograr comodidad, seguridad, salud e higiene laboral.
- Diseñar herramientas, instrumentos, maquinarias e instalaciones de acuerdo con las necesidades y características físicas de los usuarios.
- Estructurar métodos de trabajo para lograr productividad, calidad y economía.
- Regular las condiciones de iluminación, ventilación, desplazamientos, ubicación de máquinas y herramientas en el entorno de trabajo.
- Identificar riesgos de fatiga, cansancio y accidentes.
- Promover la comodidad, la salud, la calidad de vida interna y lograr la satisfacción laboral.⁸

1.4.3. Ámbito de la ergonomía

Actualmente, el campo de la ergonomía se ha ampliado y ha cobrado gran importancia, por lo que es necesario conocer los ámbitos en que se divide. A continuación, se presentan los ámbitos de la ergonomía.

⁸ Ergonomía en el trabajo. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/.../Ergonomia/l/.../ei08.pdf>. Consulta: octubre de 2015.

1.4.3.1. Diseño ergonómico de puestos de trabajo

El diseño ergonómico del puesto de trabajo intenta obtener un ajuste adecuado entre las aptitudes o habilidades del trabajador y los requerimientos del trabajo. El objetivo es optimizar la productividad del trabajador y del sistema de producción, al mismo tiempo garantizar la satisfacción, la seguridad y salud de los trabajadores. Además, considera aspectos como la productividad, eficiencia, rentabilidad, innovación y calidad en el servicio.

Al realizar un diseño ergonómico del puesto de trabajo se debe tener en cuenta las características antropométricas de los trabajadores, la adaptación del espacio, las posturas de trabajo, el espacio libre, la interferencia de las partes del cuerpo, el campo visual, los sobreesfuerzos y el estrés biomecánico, entre otros aspectos. También se deben tomar en cuenta los riesgos relacionados con la energía como la electricidad, el aire comprimido, los gases, la temperatura, los agentes químicos, etc.

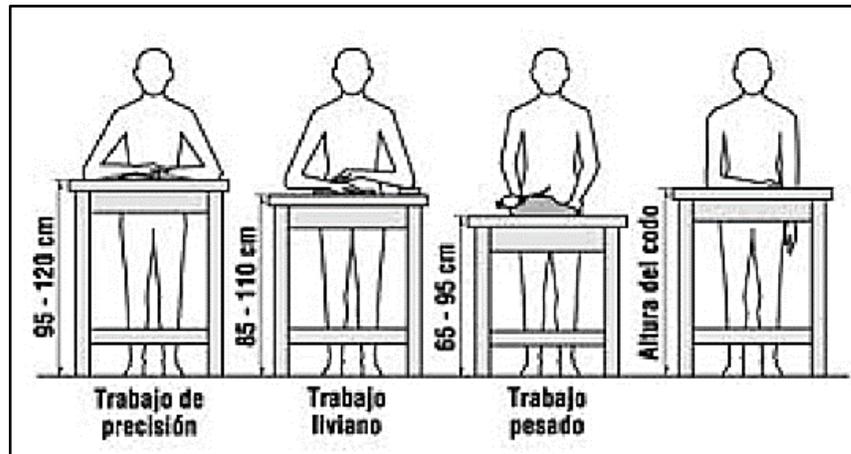
El diseño adecuado del puesto de trabajo tiene el propósito de:

- Garantizar una correcta disposición del espacio de trabajo.
- Evitar los esfuerzos innecesarios, tomando en cuenta que los esfuerzos nunca deben sobrepasar la capacidad física del trabajador.
- Evitar movimientos que fuercen los sistemas articulares.
- Evitar los trabajos repetitivos.⁹

En la figura 6 se muestra el ajuste del mobiliario a los puestos de trabajo.

⁹ Principios básicos de la ergonomía. http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/ergo/ergonomi.htm. Consulta: octubre de 2015.

Figura 6. Ajustes del puesto de trabajo



Fuente: Trabajo de pie. <http://www.ergonomia.cl/eee/ergos09.html>. Consulta: abril de 2016.

1.4.3.1.1. Capacidades diferentes de los usuarios

Existe una relación directa entre la ergonomía y la experiencia de usuario, la cual está definida por 4 puntos fundamentales que se describen a continuación:

- Hapticidad

La palabra se origina del griego *αὐή* que significa, tacto activo. Si bien hoy se puede asociar la tecnología que incorpora componentes hápticos en el sentido de que los objetos logran transmitir impulsos físicos hacia los usuarios entregando un *feedback* a través del tacto. Sin embargo, el concepto es más amplio. La hapticidad se relaciona con la capacidad táctil, no solo de las manos, de captar y procesar estímulos con su cuerpo. Y obteniendo esos estímulos son capaces de procesar la información e

interactuar de mejor manera con el mundo. Por ejemplo, la hapticidad permite tomar decisiones sobre:

- Texturas de objetos
- Resistencia física de un punto de contacto
- Entregar *feedback* sobre un canal distinto al visual o auditivo¹⁰

- Biomecánica

Es una de las áreas más complejas para los diseñadores, ya que gran parte del contenido que se desarrolla proviene de la anatomía y fisiología del movimiento. Básicamente, se puede utilizar esta área para entender las relaciones físicas y de esfuerzos entre segmentos corporales y el entorno que se diseña. Por ejemplo: puede ayudar a resolver preguntas como: ¿Cuál es la palanca máxima que se debería aplicar sobre el uso de una manilla de una puerta? Entendiendo que esta puede ser utilizada por adultos, niños y personas de la tercera edad porque las capacidades de realizar esfuerzos son muy diferentes, como también, la capacidad de desplazar las extremidades. Por ejemplo, un adulto tiene la capacidad de extensión y flexión en sus articulaciones mayor a las de un adulto mayor. La biomecánica puede ayudar a resolver, por ejemplo:

- ¿Cuál es el peso ideal para determinado objeto?
- ¿Cuáles son los esfuerzos máximos que debe ofrecer un objeto en su uso?
- ¿Cuáles son los rangos de movimientos máximo o distancia máxima de donde se deben disponer las cosas?

¹⁰ Ergonomía y experiencia de usuario. <http://www.uxd.cl/2013/12/articulos/ergonomia-y-experiencia-de-usuario-eux/>. Consulta: abril de 2016.

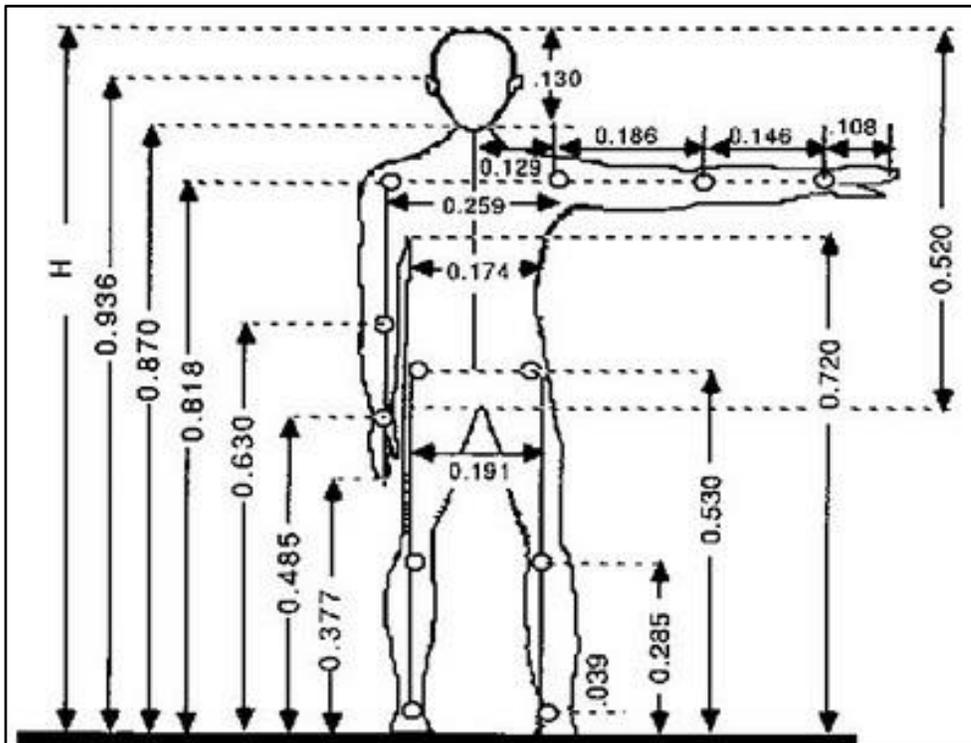
- Antropometría

La antropometría es básicamente la medida del hombre. Es la ciencia de la medición de las dimensiones y algunas características físicas del cuerpo humano. Esta ciencia permite medir longitudes, anchos, grosores, circunferencias, volúmenes, centros de gravedad y masas de diversas partes del cuerpo, las cuales tienen diversas aplicaciones. Los datos antropométricos son utilizados para diseñar los espacios de trabajo, herramientas, equipo de seguridad y protección personal, considerando las diferencias entre las características, capacidades y límites físicos del cuerpo humano. La antropometría nos puede ayudar a definir:

- Las alturas de un punto de contacto
- La cantidad de píxeles mínimos para una pantalla táctil
- La altura y angulación de un POS
- El tamaño de un botón para determinada población

Las medidas estándar del cuerpo se pueden observar en la figura 7.

Figura 7. Antropometría estática (medidas del cuerpo)



Fuente: Antropometría. <https://ergonomia2010.wordpress.com/...antropometria>. Consulta: abril de 2016.

- Proxémica

Este concepto fue acuñado por Edward T. Hall en 1963. Básicamente levantó y describió las distancias entre las personas mientras interactuaban entre sí. Describió 4 tipos de distancias: la íntima, la personal, la social y la pública. Cada distancia tiene un rango de relación, dependiendo de los contextos social, cultural, de género y educativo. Se puede utilizar la proxémica para:

- Definir las distancias entre usuarios durante una fila de servicio

- Distancia entre asientos en un módulo de atención

1.4.3.1.2. Competencias

Las competencias son conocimientos, habilidades, motivaciones y acciones que ayudan a un desempeño superior en el desempeño de un cargo. Es una característica que esta causalmente relacionada a un estándar de efectividad en un trabajo o situación. Por ello, se deben contemplar las competencias de los usuarios al realizar mejoras ergonómicas. Los tipos de competencias son:

- Conocimientos (Técnicas)
 - Informática
 - Contabilidad financiera
 - Impuestos
 - Leyes laborales
 - Cálculo matemático
 - Idiomas
- Habilidades – cualidades (De gestión)
 - Iniciativa – autonomía
 - Orientación al cliente
 - Relaciones públicas
 - Comunicación
 - Trabajo en equipo
 - Liderazgo
 - Capacidad de síntesis

Las competencias se expresan cuando se realiza un trabajo y están relacionadas con la ejecución exitosa del mismo. Por eso, la ergonomía

considera las distintas competencias personales al adaptar el puesto de trabajo a los trabajadores y así obtener un mejor rendimiento laboral.

1.4.3.1.3. Desempeño del operario

El desempeño del operario es el rendimiento laboral y la actuación que manifiesta al efectuar las funciones y tareas principales que exige su cargo laboral específico de actuación. En el desempeño laboral el operario manifiesta las competencias laborales alcanzadas en las que se integran, como un sistema, conocimientos, habilidades, experiencias, sentimientos, actitudes, motivaciones, características personales y valores que contribuyen a alcanzar los resultados que se esperan, en correspondencia con las exigencias técnicas, productivas y de servicios de la empresa.

En el desempeño laboral se manifiesta lo que realmente hace el operario y no solo lo que sabe hacer o debe hacer, por lo tanto, le son esenciales aspectos como:

- Las aptitudes, la eficiencia, calidad y productividad con que desarrolla las actividades laborales asignadas en un período de determinado.
- El comportamiento de la disciplina, es decir, el aprovechamiento de la jornada laboral, el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo y las específicas de los puestos de trabajo.
- Las cualidades personales que se requieren en el desempeño de determinadas ocupaciones o cargos y, por ende, la idoneidad demostrada.

A través de la ergonomía se brinda las condiciones adecuadas para garantizar el buen desempeño del operario. Es importante considerar los siguientes aspectos que influyen en el desempeño del operario:

- Área de trabajo limpia y ordenada
- Maquinaria y equipo en óptimas condiciones
- Contar con todas las herramientas de trabajo que la tarea requiera
- Puestos de trabajo diseñados ergonómicamente
- Capacitación y adiestramiento en las tareas a realizar
- Procedimiento de trabajo claramente definido

1.4.3.1.4. Mobiliario y equipo

La función principal de la ergonomía es la adaptación de las máquinas y los puestos de trabajo al hombre. Una ardua tarea, tomando en cuenta que los puestos de trabajo difieren entre sí según finalidad de la tarea, así como también difieren las dimensiones corporales de los trabajadores.

El equipo y mobiliario ergonómico es clave para realizar una tarea eficaz porque se adapta a las posturas, así como al movimiento natural del cuerpo y a las dimensiones de la persona. Previene malas posturas y molestias corporales que pueden afectar la salud, el confort y la productividad.

Antes de elegir el mobiliario se deben identificar, desde una perspectiva ergonómica, los factores de riesgo en el lugar de trabajo y definir las condiciones que debe cumplir el área donde se desarrollan las labores para que resulte saludable y confortable para la persona que debe realizar sus tareas en él. Para ello, el primer paso será definir las características de diseño del puesto de trabajo, el entorno de trabajo y la carga de trabajo. Con estas variables se podrán

establecer las características dimensionales que han de tener los puestos de trabajo, aplicar el diseño ergonómico de las tareas para la prevención de la aparición de la fatiga (física, mental, visual, etc.) y de los trastornos musculoesqueléticos.

En el mercado existe mobiliario y equipo con estas características como el siguiente:

- Sillas de respaldo anatómico.
- Teclados ergonómicos de computadora con apoyo para las muñecas.
- *Mouse* para computadora adaptados a la forma de la mano.
- Almohadilla reposa muñecas.
- Gomas para sujetar cómodamente lápices al escribir.
- Teléfonos con bocina de diadema.
- Teléfono manos libres.
- Micrófonos de diadema, etc.

1.4.3.1.5. Equipo de protección personal

Eliminar los riesgos o controlarlos lo más cerca posible de su fuente de origen es la mejor manera de prevenir los accidentes. Cuando esto no es posible, los trabajadores deben contar con ropa protectora o algún otro dispositivo de protección personal. Por tal motivo, los equipos de protección personal (E.P.P) juegan un rol fundamental en la higiene y seguridad del trabajador.

El equipo de protección personal (EPP) está diseñado para proteger a los empleados en el lugar de trabajo de lesiones o enfermedades serias que puedan

resultar del contacto con peligros químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros. Además de caretas, gafas de seguridad, cascos, zapatos de seguridad, overoles, guantes, chalecos, tapones para oídos y equipo respiratorio.

- Obligaciones del patrón y trabajador
 - PATRÓN
 - Determinar el EPP requerido en cada puesto de trabajo, de acuerdo con el análisis de riesgos a los que están expuestos los trabajadores, en las actividades de rutina, especiales o de emergencia que tengan asignadas.
 - Dotar a los trabajadores del EPP determinado
 - ✓ Atenuar el contacto del trabajador con los agentes de riesgo;
 - ✓ En su caso, ser de uso personal
 - ✓ Estar acorde a las características y dimensiones físicas de los trabajadores.
 - Comunicar a los trabajadores los riesgos a los que están expuestos y el EPP que deben utilizar. Proporcionar a los trabajadores la capacitación y adiestramiento necesarios para aplicar los procedimientos.
 - TRABAJADOR
 - Participar en la capacitación y adiestramiento, que el patrón proporcione, de acuerdo con los procedimientos establecidos para el uso de EPP.

1.4.3.2. Diseño de productos

Tiene como objetivo diseñar productos de acuerdo con las necesidades de los usuarios o consumidores y las características del contexto donde se utilizará. El diseño ergonómico de productos trata de que sean eficientes, seguros, que contribuyan a mejorar la productividad sin generar patologías en el humano, que en la configuración de su forma indiquen su modo de uso, etc. Para lograr estos objetivos, la ergonomía utiliza diferentes técnicas en las fases de planificación, diseño y evaluación. Algunas de esas técnicas son: análisis funcionales, biomecánicos, datos antropométricos del segmento de usuarios objetivo del diseño, ergonomía cognitiva y análisis de los comportamientos fisiológicos de los segmentos del cuerpo comprometidos en el uso del producto.

El diseño ergonómico considera necesidades específicas, por lo que tiene en cuenta las diferencias entre los usuarios en cuanto a su estatura, contextura, fuerza muscular, alcance visual, entre otros, para que la mayoría de los usuarios puedan efectuar su trabajo en forma cómoda, segura, eficiente y efectiva.

1.4.3.3. Diseño del trabajo manual

Es necesario conocer la conformación del sistema óseo muscular para iniciar el análisis del trabajo manual y desarrollar aplicaciones que permitan reducir los riesgos ergonómicos presentes en los puestos de trabajo. El sistema óseo muscular, conformado por músculos y huesos permite que el cuerpo humano produzca movimientos.

Los músculos están adheridos a los huesos a ambos lados de una coyuntura esto a su vez se encuentran dividido en:

- Agonistas. Actúan como los activadores primarios del movimiento.

- Antagonistas. Actúan en respuesta y oposición a ese movimiento.
- Fundamentos a tener en cuenta al momento de diseñar un puesto de trabajo
 - Uso de músculos grandes para tareas que requieren fuerza
 - Permanecer 15 % debajo de la máxima fuerza voluntaria
 - Uso de ciclos de trabajo-reposo intermitentes frecuentes y cortos
- Diseñar tareas para optimizar la capacidad de la fuerza humana
 La capacidad de la fuerza humana depende de tres factores importantes:
 - El tipo de fuerza
 - El músculo o coyuntura de movimiento que se utiliza
 - La postura¹¹

Uso de ciclos de trabajo-reposo intermitentes, frecuentes y cortos, sea que se realicen contracciones estáticas repetidas (como sostener una carga con codo flexionado) o elementos de trabajo dinámicos (como mover una palanca con brazos o piernas), ha de asignarse trabajo y recuperación en ciclos cortos y frecuentes (micro pausas activas). Esto se debe, en primer lugar, a un periodo rápido de recuperación inicial, que después tiende a nivelarse. Así, la mayor parte del beneficio se obtiene en un periodo relativamente corto.

1.5. Clasificación de la ergonomía

A continuación, se muestra la clasificación de la ergonomía.

¹¹ Ergonomía Industrial. <https://ergonomiaindustrial.wordpress.com/> Consulta: octubre de 2015

1.5.1. Ergonomía física

La ergonomía física comprende las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas relacionadas con la actividad física. Sus temas principales incluyen posturas de trabajo, movimientos repetitivos, manejo de materiales, trastornos musculoesqueléticos de origen laboral, diseños de puestos de trabajo, seguridad y salud ocupacional.

1.5.2. Ergonomía cognitiva

Estudia las actividades humanas relacionadas con el conocimiento y el procesamiento o que están influidas por el diseño de máquinas y entornos con los que interactúan.

Se interesa en los procesos mentales como percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora y la manera en que estos afectan las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema de trabajo, relacionándose con la carga de trabajo mental, la toma de decisiones, el desempeño, la interacción hombre-máquina, la fiabilidad humana, el estrés laboral y sus competencias.

1.5.3. Ergonomía organizacional

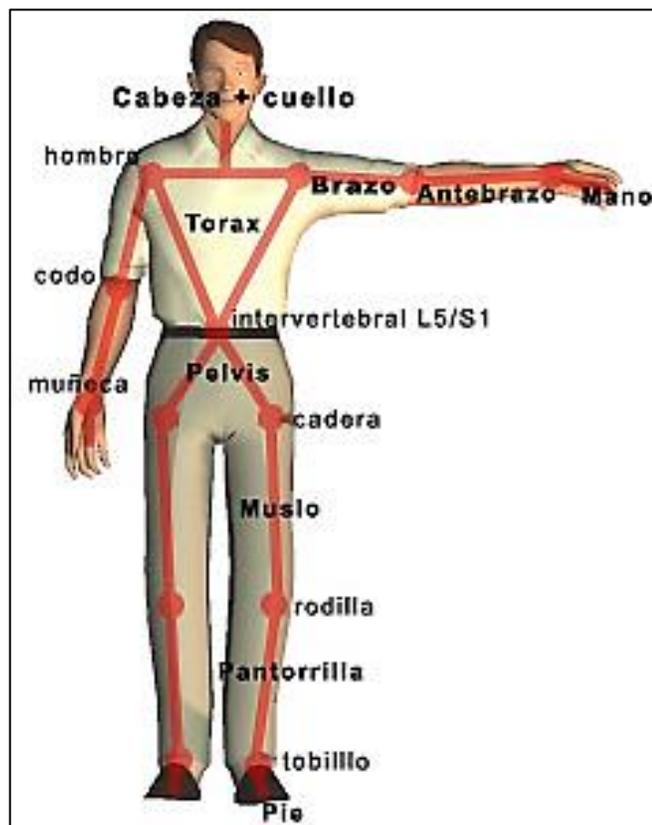
La ergonomía organizacional se encarga de la optimización de los sistemas socio técnicos, en temas como la estructura y jerarquía de cargos, los niveles de responsabilidad y roles, la gestión de los recursos, las formas de remuneración y otras compensaciones, estilos de supervisión y formas de control. Abarca los factores psicosociales del trabajo, la gerencia de recursos humanos, el diseño

del trabajo, la ergonomía comunitaria, el trabajo cooperativo, cultura organizacional, nuevos paradigmas del trabajo y el aseguramiento de la calidad.

1.5.4. Ergonomía biomecánica

Es el área de la ergonomía que estudia el cuerpo humano desde el punto de vista de la mecánica clásica o newtoniana, y la biología, pero también se basa en el conjunto de conocimientos de la medicina del trabajo, la fisiología, la antropometría y la antropología. Su objetivo principal es el estudio del cuerpo con el fin de obtener un rendimiento máximo. En la figura 8 se muestra la biomecánica del cuerpo humano.

Figura 8. **Biomecánica del cuerpo humano**



Fuente: Biomecánica. www.ergonautas.upv.es/metodos/biomecanica. Consulta: abril de 2016.

1.5.5. Ergonomía ambiental

Es el área de la ergonomía especializada en el estudio de los factores ambientales, generalmente físicos, que constituyen el entorno del sistema formado por la persona y el equipo de trabajo y su influencia en los aspectos relacionados con la seguridad, la eficiencia y la confortabilidad. Incluye el estudio de los ambientes térmico, visual, acústico, mecánico, electromagnético y de distribución del puesto de trabajo.

La aplicación de los conocimientos de la ergonomía ambiental ayuda al diseño y evaluación de puestos y estaciones de trabajo, con el fin de incrementar el desempeño, seguridad y confort de quienes laboran en ellos.

1.5.6. Ergonomía de necesidades

Se enfoca principalmente al diseño y desarrollo de equipo para personas que presentan alguna discapacidad física, para la población infantil y escolar, y el diseño de microambientes autónomos. La diferencia que presentan estos grupos específicos radica, principalmente, en que sus miembros no pueden tratarse en forma "general", ya que las características y condiciones para cada uno son diferentes y, en muchas ocasiones, no presentan una distribución normal como la población en general, o son diseños que se hacen para una situación única y una persona específica, como si fuera un traje hecho a la medida.

Los ergonomistas no solo intervienen en el desarrollo del equipo para las personas con alguna minusvalía física, como pueden ser el diseño y evaluación de sillas de ruedas o muletas, también intervienen en la adaptación y adecuación de líneas de producción y puestos de trabajo, instalaciones de oficinas y casas, así como los medios de transporte.

1.5.7. Ergonomía preventiva

La ergonomía preventiva también es conocida como de diseño, tiene vinculación directa con la modernización de equipos y sistemas existentes y el diseño de nuevo elementos. Además, tiene estrecha relación con las disciplinas encargadas de la seguridad e higiene en las áreas de trabajo. Entre sus actividades principales se encuentra el estudio y análisis de las condiciones de seguridad, salud.

Los especialistas en el área de ergonomía preventiva también colaboran con las otras especialidades de la ergonomía en el análisis de las tareas, como la biomecánica y fisiología para la evaluación del esfuerzo y la fatiga muscular, determinación del tiempo de trabajo y descanso, etc.

1.5.8. Ergonomía sistemática

El concepto cibernético de sistema relativamente aislado (SRA) es plena y fecundamente aplicable tanto a una empresa como a cualquiera de sus subsistemas, incluso hasta el nivel de sistema hombre-máquina y aún a sus componentes (subsistema hombre, subsistema máquina, subsistema condiciones ambientales de trabajo, etc.). Por ello el conjunto de conocimientos conceptuales y operativos de la cibernética resulta de utilidad en el tratamiento de los sistemas ergonómicos.

1.6. Línea de producción

Las líneas de producción pueden resultar extensas y complejas lo cual depende del producto que se elaborará. A continuación, se ampliará la información correspondiente a la línea de producción.

1.6.1. Definición

La línea de producción es un seguimiento de componentes discretos, que pasan de una estación de trabajo a otra a un ritmo controlado, requerida para la fabricación del producto. Son sistemas de manufactura con múltiples estaciones y un sistema fijo de ruta, pueden ser manuales, automáticas o híbridas. Es decir, las operaciones de manufactura se realizan en forma secuencial de estación de trabajo a estación de trabajo y el tipo de producto es idéntico o muy similar.

Las líneas de producción se usan para operaciones de procesamiento o ensamble de materiales o productos semiterminados. Es inusual que ambas operaciones se realicen en la misma línea.

Entre las ventajas de la línea de producción se encuentran las siguientes:

- Generación, aceptación y sentido de pertenencia entre los integrantes de cada estación.
- Reduce el tiempo de producción.
- Es más fácil detectar errores en la producción.
- Aumenta la productividad.
- Reduce el costo de calidad.
- Reduce inventarios (materiales comprados, obra en proceso, productos terminados).
- Reduce tiempo de producción.
- Reducción de espacios.
- Reduce la trayectoria del producto entre el fabricante, el almacén y el cliente.
- Se puede aplicar a cualquier tipo de empresa que reciba o despache mercancías.

- Regula la carga de trabajo para cada estación.

1.7. Material reciclado

El material reciclado es el producto resultante del reciclaje. Puede extraerse de, prácticamente, todas las materias que se someten al reciclado, con la excepción de los materiales más contaminantes, como las pilas o la basura nuclear, para los que aún no existen procesos eficientes de reutilización. El material reciclado supone muchas ventajas, pero sin duda la más importante de ellas es el ahorro de los costes medioambientales. Con el material reciclado se reutilizan muchos materiales en lugar de tener que extraerlos de la naturaleza.

1.7.1. Tetrabrik

Tetra Brik es el nombre comercial del envase de cartón producido por la empresa sueca Tetra Pak. Con el tiempo se ha convertido en el nombre genérico para designar a los envases de cartón de características similares por un fenómeno de antonomasia.

Por construcción, los tetrabrik son embalajes ligeros y compactos que se pueden abrir sin utensilios, y permiten aislar los alimentos y conservarlos en condiciones óptimas. Se componen de capas superpuestas y pegadas entre sí, de interior a exterior:

- 1 capa de aluminio
- 1 capa de papel Kraft (procedente de celulosa virgen)
- 3 capas de plástico polietileno

Típicamente su forma es un prisma rectangular que, en el caso de algunos productos refrigerados, está coronado con otro prisma, triangular. Existen otras formas, entre ellas, una con perímetro de ocho lados y otra en forma de bolsa. El cierre es una pieza plana de aluminio o plástico que se puede arrancar con la uña (a veces con una arandela para permitir arrancarlo con el dedo), y puede incluir un tapón de rosca que permita volver a cerrarlo (especialmente en productos refrigerados).

1.7.2. Polialuminio

El polialuminio se obtiene a partir de la trituración del aluminio y el polietileno contenido en el tetrabrik de post-consumo. Inicialmente, se separa la celulosa de los residuos de polietileno y el aluminio dan lugar a este nuevo material plástico, compuesto, en su mayoría, de polietileno de baja densidad y de un pequeño porcentaje de aluminio. En la actualidad se fabrican láminas de diferentes espesores en una prensa en caliente la cual aprovecha la variación térmica para fundir el polietileno y unirlo con el aluminio. Pero existe un problema, las láminas se deforman al salir de los moldes, por eso es necesario aplicar un tratamiento al material para conferirle rigidez. Un choque térmico se aplica mediante un prensado en frío.

Este proceso supone la solución de un problema y la aparición de una nueva materia, la que antes considerada un material de desecho, se convierte en materia prima alternativa para las empresas que utilizan materiales plásticos. Puede proveer características de reforzamiento a materiales recuperados cuyo objetivo sea incrementar la resistencia en propiedades mecánicas. El color del material es gris, apto para aplicaciones en color negro, tonos oscuros o mantener la apariencia de material por si sola en la característica de su color principal.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Colaboradores del CII

Actualmente, el Centro de Investigaciones de Ingeniería cuenta con una línea de producción de tejas, las cuales se fabrican a base de material reciclado. En ella trabajan dos técnicos del CII, dos practicantes de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, cinco practicantes de la carrera de Ingeniería Industrial y dos tesistas también de la carrera de Ingeniería Industrial.

2.2. Sección de Gestión de la Calidad

La sección de Gestión de la Calidad, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, desarrolla proyectos de investigación e innovación utilizando material reciclado como materia prima. En este capítulo se describirá la situación actual y las condiciones en las que se desarrollan los proyectos antes mencionados.

2.2.1. Línea de producción de material reciclado

La línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería utiliza tetrabrik, polialuminio, plástico reciclado y aserrín obtenido de residuos de bambú, como materia prima. La línea de producción se caracteriza por elaborar productos hechos a base de material reciclado, actualmente trabajan en la producción de tejas.

2.2.1.1. Diagnóstico actual

La línea de producción del Centro de Investigaciones se caracteriza por trabajar con material reciclado. Actualmente, producen tejas a base de tereftalato de polietileno (PET) reciclado.

Se cuenta con iluminación artificial y natural. La iluminación natural se logra con láminas transparentes que permiten el paso de la luz. La ventilación es deficiente para el área de trabajo, por lo que se eleva la temperatura del ambiente y es incómodo, sobre todo, en época de verano. El ruido en el área de trabajo es aceptable, a excepción de cuando funciona la prensa neumática ya que el compresor de aire genera un incremento en la intensidad del sonido.

En el lugar de trabajo se encuentra el siguiente mobiliario y equipo:

- Sierra de inglete
- Compresor de aire
- Horno digital
- Sierra de cinta
- Sierra de banco
- Barreno de precisión o de pedestal
- Molino (*crusher*)
- Molino de martillos
- Prensa neumática
- Horno de convección forzada
- Lavadora
- Un extintor
- Una mesa de trabajo
- Dos balanzas

2.2.1.2. Estaciones de trabajo

El proceso inicia en el molino de martillos ya que aquí se procesan los residuos de bambú para obtener sus fibras. Luego, se pesan los materiales para el producto final. Se trabajará en una mezcla de 5 % fibra de bambú y 95 % plástico tereftalato de polietileno (PET) en su presentación de pellet. Se pesan 3 libras con 13 onzas de PET y 75 gramos de estearato y se mezclan en un recipiente de aluminio. La teja se hace a base de capas, por lo que el material se divide en tres porciones, correspondientes a cada una de las capas. Para la primera capa se pesa 1 lb con 13 oz, para la segunda 1 lb con 1 oz y el material restante corresponde a la tercera capa. Luego, cada capa se deposita en una bolsa *ziploc* y se identifica con un número de acuerdo con la capa que corresponde. Para concluir, se pesan 4 onzas de fibra de bambú y se separa en dos bolsas, depositando dos onzas en cada una de las bolsas. Luego, se acomodan todas las proporciones para trasladarlas a la mesa de trabajo. En una tabla se lleva el control de la materia prima pesada para cada teja que se producirá. Para continuar con el proceso se traslada a la mesa de trabajo donde se coloca la base del molde y se colocan las capas a través de los siguientes pasos:

- Se coloca estearato en el fondo del molde, el cual sirve de desmoldante.
- Luego se coloca la primera capa que corresponde a la materia prima identificada en la bolsa número uno.
- Seguidamente, se coloca dos onzas de fibra de bambú.
- Se coloca la segunda capa de materiales provenientes de la bolsa identificada con el número dos.
- Se aplican las dos onzas restantes de fibra de bambú que se pesaron previamente.

- Se distribuye la última capa de materiales correspondiente a la bolsa número tres.
- Por último, se cubre completamente la última capa con estearato.

Para finalizar con este proceso se coloca la parte superior del molde para asegurarse que el material adopte la forma esperada de la teja. En la figura 9 se aprecia la preparación de capas del proceso.

Figura 9. **Preparación de capas**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad, CII.

Luego de esto, el molde pasa al horno, donde una persona abre la puerta del horno para que otra persona coloque el molde dentro del horno. Se aplica una temperatura de 220°C durante 45 min. Luego de este lapso, se saca el molde, para ello, una persona abre la puerta y otra persona saca el molde, dichas personas deben utilizar guantes apropiados y prendas de manga larga para evitar quemaduras. El molde es trasladado a la prensa donde se deja reposar por 15 minutos. Luego, se coloca un trozo de madera para dar apoyo a la prensa y se

aplican 5 toneladas de presión. Una persona supervisa que la prensa baje uniformemente y no se desajuste el molde, mientras que la otra persona aplica la presión.

Seguidamente, se retiran los residuos que quedan alrededor del molde debido a la presión que se le aplicó, esto se realiza entre dos personas, utilizando espátulas hasta retirar la tapa del molde y obtener la teja. Finalmente, la teja es trasladada al área donde se almacena.

A continuación, en la figura 10 se puede observar el diagrama de flujo del proceso de la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso

Empresa: Centro de Investigaciones de Ingeniería Departamento: Gestión de la Calidad Fecha: 24/11/2016 Realizado por: Ana Alvizures Inicio: Molino de martillos Finaliza: BPT Método: Actual	Resumen					
	Actividad	Cantidad			Tiempo (min)	
Operación	20			78.86		
Transporte	4			5.51		
Demora	1			15		
Inspección	3			0.87		
Almacenaje	1					
Totales	29					
Distancia (m)	41.83					

Descripción de la actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (m)
	○	⇨	D	□	▽		
Extracción de fibra de bambú en el molino	○	⇨	D	□	▽	5	
Pesar 3 libras con 13 onzas de PET	○	⇨	D	□	▽	0.76	
Pesado de 75 gramos de estearato	○	⇨	D	□	▽	0.68	
Mezcla de PET con estearato	○	⇨	D	□	▽	0.57	
Inspeccionar mezcla	○	⇨	D	□	▽	0.16	
Pesado de capas	○	⇨	D	□	▽	1.30	
Depositar e identificar capas en bolsas ziploc	○	⇨	D	□	▽	1.85	
Pesado de fibra de bambú	○	⇨	D	□	▽	0.87	
Depositar fibra de bambú en bolsas ziploc	○	⇨	D	□	▽	1.13	
Control de material pesado para cada teja	○	⇨	D	□	▽	0.17	
Trasladar material prima a la mesa de trabajo	○	⇨	D	□	▽	2.10	37.33
Colocar el molde en la mesa de trabajo	○	⇨	D	□	▽	0.28	
Colocar estearato en el fondo del molde	○	⇨	D	□	▽	0.67	
Esparcir primera capa de materiales en el molde	○	⇨	D	□	▽	0.70	
Agregar primera capa de fibra de bambú	○	⇨	D	□	▽	0.68	
Agregar segunda capa de materiales en el molde	○	⇨	D	□	▽	0.70	
Agregar segunda capa de fibra de bambú	○	⇨	D	□	▽	0.68	
Agregar tercera capa de materiales	○	⇨	D	□	▽	0.70	
Cubrir las capas con estearato	○	⇨	D	□	▽	0.67	
Colocar tapadera del molde	○	⇨	D	□	▽	0.21	
Se traslada el molde al horno	○	⇨	D	□	▽	1.47	1.40
Dejar el molde dentro del horno	○	⇨	D	□	▽	45	
Inspeccionar temperatura	○	⇨	D	□	▽	0.54	
Trasladar el molde a la prensa neumática	○	⇨	D	□	▽	1.59	2.20
Dejar enfriar el molde	○	⇨	D	□	▽	15	
Prensar el molde	○	⇨	D	□	▽	8.33	
Trasladar molde a la mesa de trabajo	○	⇨	D	□	▽	0.35	0.90
Realizar el desmoldado	○	⇨	D	□	▽	9.46	
Almacenamiento de teja	○	⇨	D	□	▽		

Fuente: elaboración propia.

2.3. Condiciones del entorno de trabajo

Las condiciones del entorno de trabajo son las circunstancias físicas en las que el empleado se encuentra cuando ocupa un cargo en la organización. Es el ambiente físico que rodea al trabajador mientras desempeña una tarea.

2.3.1. Iluminación

La iluminación natural se logra mediante láminas plásticas para que pase la luz, por lo que, durante la noche, no se puede laborar en dicha área. Dado que las láminas están sucias por la contaminación ambiental, se deben limpiar periódicamente para evitar la iluminación deficiente de la actualidad. Adicionalmente, se cuenta con dos ventanas y una puerta que contribuyen al ingreso de la luz solar, sin embargo, se debe contar con limpieza regular en las ventanas para mejorar la iluminación del lugar.

Dado que hay áreas carentes de iluminación natural, se utiliza, también, iluminación artificial, a excepción del lugar donde se ubica la maquinaria más importante. Sin embargo, no es recomendable el uso de la luz artificial ya que eso provoca un aumento en la temperatura del lugar.

2.3.2. Ventilación

Actualmente, dada la escasa ventilación, se sufre de altas temperaturas en el Centro de Investigación; además, el uso de hornos contribuye al aumento de temperatura. Como consecuencia, los colaboradores sufren de deshidratación y agotamiento, sobre todo en la época de verano.

Únicamente se cuenta con dos ventanas que dan al exterior para permitir el ingreso de aire al lugar, además se trabaja a puerta abierta para contribuir a la ventilación e iluminación. Por otro lado, no existe ventilación artificial, por lo que al no contar con una vía que facilite la salida de aire, la acumulación de calor en el centro de investigaciones es excesiva. Los colaboradores deben hidratarse periódicamente para reducir los efectos de las altas temperaturas.

2.3.3. Ruido

El ruido es un sonido que a determinada intensidad y tiempo de exposición produce daños a la capacidad auditiva, además de otras reacciones psicológicas y fisiológicas en el organismo. Los límites permitidos por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, siglas del nombre en inglés) de exposición al ruido se presentan en la tabla I.

Tabla I. Límites permitidos por la OSHA

Duración por día (horas)	Nivel de sonido (dB)
Es despreciable	- 90
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1,5	102
1	105
0,5	110
0,25	115
0,123	120
Necesita protección	+ 120

Fuente: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA). Consulta: noviembre de 2016.

Actualmente, las herramientas y maquinaria que se utiliza en el Centro de Investigación de Ingeniería no generan ruidos excesivos. Sin embargo, la mayor fuente de ruido es el compresor BBT 115 litros de 3 Hp, el cual se utiliza en varias ocasiones dentro de la jornada. Trabaja continuamente durante 7 minutos y produce un ruido de 105 dB el cual es soportable, pero a la larga puede producir daños en la capacidad auditiva. Además, el ruido se propaga hasta las oficinas donde reduce la concentración de las personas que trabajan allí y dificulta la comunicación.

Se debe controlar el nivel de ruido en la fuente que lo produce. Esto se logra mediante la colocación de material aislante alrededor del compresor de manera que este quede en un cajón para disminuir el ruido que provoca. Sin embargo, no se debe afectar el funcionamiento y la accesibilidad del compresor.

2.3.4. Color

El color tiene un papel principal en la vida cotidiana ya que permite una forma de comunicación entre las personas por lo que es de vital importancia en el ámbito laboral. Se puede observar que los letreros que indican la ruta de evacuación están correctamente identificados con el color verde el cual se utiliza para instrucciones de seguridad. Por otro lado, se puede observar en la prensa neumática que se utiliza el color amarillo con franjas negras de 10 cm en ángulo de 45° para indicar el riesgo de golpes o cortaduras, esto se puede observar figura 11.

Figura 11. Prensa neumática



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad, CII.

Se cuenta con un compresor de aire que debería de tener las mangueras de color azul para indicar que en su interior circula aire comprimido. Además, se debería contar con letreros en color rojo para indicar la ubicación de los extintores.

2.3.5. Techo

Se cuenta con techo plano recubierto con láminas de zinc y algunas láminas plásticas para proveer de iluminación natural. El techo está sostenido por cinco costaneras de madera y una de metal oxidada ubicada al fondo del lugar; además algunas láminas están abolladas. Por otro lado, se recomienda realizar limpieza periódicamente para evitar la acumulación de polvo y telas de araña en las vigas en la parte superior de las paredes.

Dadas sus condiciones, el techo necesita mantenimiento. Las láminas plásticas no permiten el paso de luz al 100 %, ya que están cubiertas de polvo, por lo que se debe prever su limpieza periódicamente. Asimismo, las láminas de zinc requieren de aplicación de pintura anticorrosiva para evitar el desgaste por corrosión galvánica debido las condiciones ambientales.

2.3.6. Piso

El piso está hecho de cemento por lo que tiene un color gris. Este piso, comúnmente se usa en ambientes industriales de proceso, es decir donde se encuentran las estaciones de trabajo, los operarios, las máquinas, los materiales, etc. Actualmente, el piso presenta algunas grietas por lo que se debe cubrir con pintura que lo proteja de agentes corrosivos ya que con el tiempo lo desgastan y contribuyan al apareamiento de más grieta y empeoran las ya existentes. Por otro lado, el piso no contribuye a la reflexión tanto de la luz natural como de la artificial por lo que no favorece la iluminación del área.

Quienes realizan la limpieza diariamente son los mismos operarios, después de cada jornada de trabajo. Sin embargo, algunos objetos están mal colocados y dificultan el paso, sobre todo, en la ruta de evacuación, la cual está

completamente bloqueada e incrementa la posibilidad de accidentes. Se debe colocar las herramientas, moldes, muestras en el sitio que les corresponde, lo cual facilitará su búsqueda y permitirá el paso fluido en el área de trabajo.

2.3.7. Señalización industrial

La señalización de la ruta de evacuación es apropiada. La protección obligatoria de vías respiratorias, uso obligatorio de lentes de seguridad y uso obligatorio de calzado de seguridad cumplen con los componentes mínimos obligatorios (color, forma y símbolo) establecidos, como se muestra en la figura 12. Sin embargo, no se cuenta con señalización para los extintores; además, se sugiere que se coloquen señales de Prohibido fumar. De acuerdo con la normativa de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) se debe utilizar un material reflectivo para las señales ya que así podrán observarse en la oscuridad.

Figura 12. Señalización de EPP



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad, CII.

Además, las normas generales de conducta y las condiciones ambientales del laboratorio de orden y limpieza se encuentran pegadas en las paredes y existe un instructivo para saber qué hacer en caso de incendio.

2.3.8. Rutas de evacuación

Actualmente, se cuenta con una ruta de evacuación que se encuentra señalizada como se muestra en la figura 13. Se puede observar que la señalización corresponde al formato de las normas que establece la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED). Cabe mencionar que no se dispone de dispositivos de iluminación de emergencia que permitan percibir el piso y cualquier cosa en su superficie, cuando se irrumpa la energía eléctrica o falte iluminación natural. Sin embargo, se debe prestar

atención especial a la ruta de evacuación que se encuentra obstaculizada, por lo tanto impide la circulación de los colaboradores para desalojar el área.

Figura 13. **Señalización ruta de evacuación**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad, CII.

Es importante contar con una salida de emergencia ya que proporciona una alternativa en caso de que la ruta normal de salida esté bloqueada. Además, puede tener un uso combinado con las salidas regulares permitiendo una rápida evacuación. Se recomienda que el tiempo máximo de evacuación de los ocupantes a un lugar seguro sea de tres minutos, por lo que se debe despejar la ruta de evacuación.

2.3.9. Servicios sanitarios

Todo lugar de trabajo debe disponer de un número de inodoros o letrinas y mingitorios, proporcional al número de trabajadores, dotados de agua abundante

y papel higiénico. El número de inodoros debe calcularse con base en un mínimo de uno por cada 25 hombres y de uno por cada 15 mujeres, cuando el número de trabajadores sea menor de 100, cuando se exceda de este número deberá instalarse un inodoro por cada 30 trabajadores más. El Centro de Investigaciones de Ingeniería cuenta con baños debidamente separados por sexo, como lo indica la ley. También los utiliza el personal del área de tecnología de la madera y la sección de concretos. Aunque el número de personas varía en cada semestre, por los practicantes, tesistas y epesistas que laboran en las diferentes áreas, normalmente no se excede el número reglamentario de personas por servicios sanitarios. Sin embargo, también se observa que no siempre se cuenta con papel higiénico en los sanitarios.

2.4. Análisis de los puestos de trabajo

El puesto de trabajo es el lugar que ocupa un trabajador cuando desempeña una tarea. Se debe considerar el tipo de trabajo que se realizará para proveer las condiciones óptimas para que se lleve a cabo de la mejor manera posible. Las etapas en análisis de puestos de trabajo son:

- Primera etapa: establecimiento del objetivo del análisis.
- Segunda etapa: obtención de información para poder analizar el contenido del puesto, así como los requisitos para su desempeño.
- Tercera etapa: análisis propiamente dicho.
- Cuarta etapa: detalla la documentación, recogiendo en la ficha del puesto de trabajo la descripción y especificación del mismo.

2.4.1. Diseño

La ergonomía tiene como objetivo diseñar el lugar de trabajo de manera que se adecue a las capacidades humanas. Un diseño adecuado al puesto de trabajo es fundamental para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, tiene efectos positivos en el trabajo y el bienestar de las personas. Se deben tomar en cuenta distintos factores, como los espacios, las condiciones ambientales, los distintos elementos o componentes requeridos para realizar la tarea, las características propias de la tarea por realizar, la organización del trabajo y primordialmente las personas involucradas.

Por otro lado, un diseño inadecuado del puesto de trabajo puede provocar riesgos en la salud y seguridad de los colaboradores, así como una serie de efectos negativos en el desempeño laboral. En la figura 14 se muestra que no se cuenta con el lugar adecuado para la fase de desmoldado, lo cual contribuye a adoptar posturas inadecuadas.

Figura 14. **Área de desmoldado inadecuada**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad, CII.

2.4.1.1. Causas y efectos

Es importante conocer las causas y efectos que conlleva un diseño inadecuado del puesto de trabajo ya que esto afecta la salud y desempeño de los colaboradores. A continuación, se presenta la tabla II, en la que se muestran las causas y efectos:

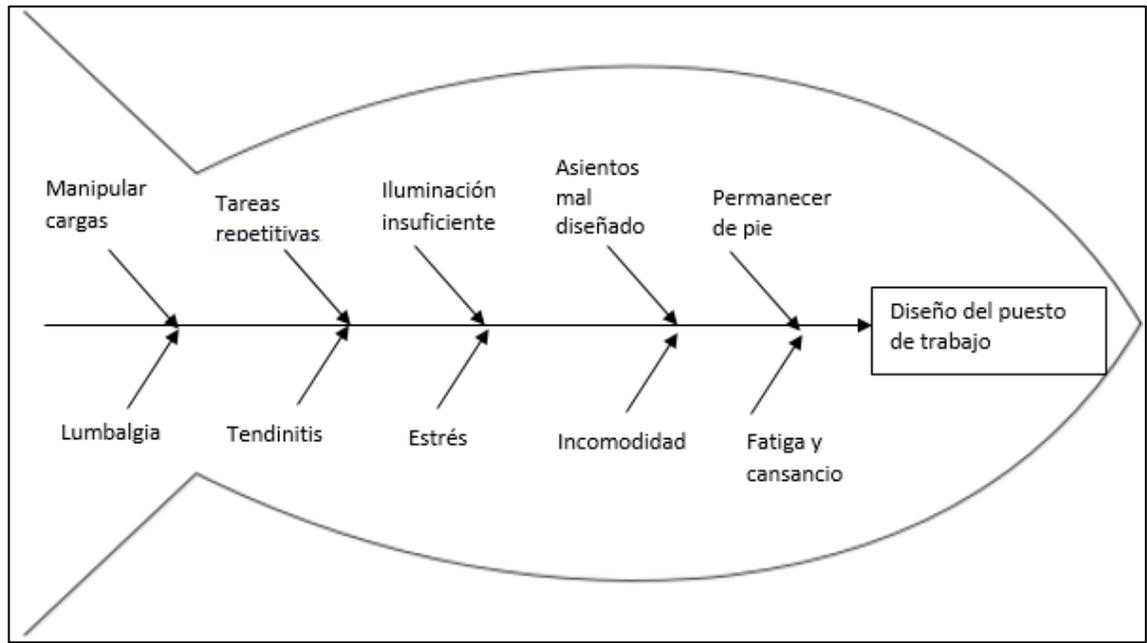
Tabla II. **Causas y efectos**

Causas	Efectos
Permanecer de pie durante mucho tiempo	Fatiga y cansancio
Extender demasiado los brazos para alcanzar los objetos	Dolores musculares
Asientos mal diseñados	Incomodidad
Ruido	Problemas auditivos
Iluminación insuficiente	Estrés y cansancio mental
Tareas repetitivas	Tendinitis
Levantar o empujar cargas pesadas	Lumbalgia
Escasa ventilación	Agotamiento
Mantenimiento inapropiado	Accidentes con la maquinaria
No utilizar EPP	Accidentes
Falta de adiestramiento	Adoptar posturas inadecuadas
No seguir instrucciones	Piezas defectuosas

Fuente: elaboración propia.

En la figura 15 se muestra un diagrama de espina de pescado con base en los datos de la tabla II.

Figura 15. **Diagrama de causas y efectos (de espina de pescado)**



Fuente: elaboración propia con datos de la tabla II.

2.5. Condiciones de riesgo

Un factor de riesgo es un elemento que está presente dentro de las condiciones de trabajo asociada a un problema de seguridad o en todo caso de salud laboral. Dichos factores incluyen dos grupos: físicos, como postura, velocidad-aceleración, repetición y duración, y ambientales, como iluminación, frío, calor y ruido. Los principales factores de riesgo que afectan al trabajador son:

- Mantenimiento de una postura forzada.
- Aplicación de fuerza.
- Ciclos de trabajo repetitivos.

- Demandas físicas.
- Descansos insuficientes.
- Los instrumentos de trabajo, es decir las maquinarias, los equipos y las herramientas que se utilizan para elaborar el producto.
- Las condiciones de trabajo que incluyen el medio ambiente y las condiciones de seguridad, como se puede apreciar en la figura 16.

Figura 16. **Espacio reducido en la mesa de trabajo**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad, CII.

2.5.1. Análisis de los factores de riesgo

Se debe realizar un análisis de los factores de riesgo en el Centro de Investigaciones de Ingeniería para controlar que las condiciones de trabajo sean adecuadas para mantener la salud de los estudiantes que realizan allí su trabajo

de graduación o prácticas laborales y los técnicos que desempeñan sus labores en el CII.

A continuación, se muestran los formatos de evaluación utilizados para identificar los factores de riesgo existentes en la línea de producción del Centro de Investigaciones de Ingeniería, junto con sus respectivas respuestas. Posteriormente, se muestran los resultados obtenidos con su respectivo análisis.

En la tabla III se presenta el formato de evaluación para identificar condiciones aceptables por posturas estáticas forzadas.

Tabla III. **Formato de evaluación para identificar condiciones aceptables por posturas estáticas forzadas**

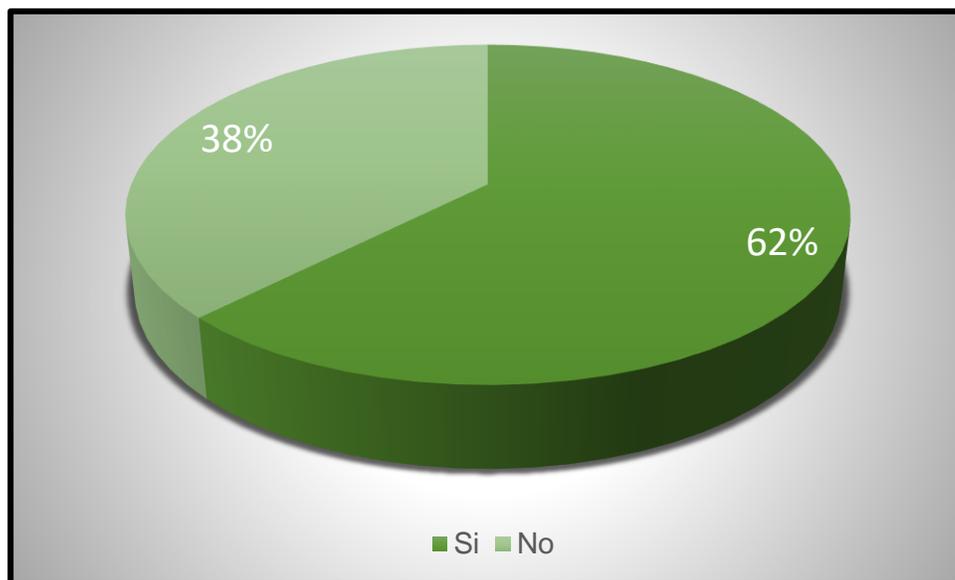
Instrucciones: marqué con una “x”, cuando la condición verificada está presente (columna “Si”) y cuando no está presente (columna “No”)		
Cabeza y tronco		Si No
a.	¿El tronco está erguido, o si está flexionado o en extensión el ángulo no supera los 20°?	X
b.	¿El cuello está recto, o si está flexionado o en extensión el ángulo no supera los 25°?	X
c.	¿La cabeza está recta, o si está inclinada lateralmente el ángulo no supera los 25°?	X
Extremidad superior		Si No
d.	¿El brazo está sin apoyo y la flexión no supera el ángulo de 20°?	X
e.	¿El brazo está con apoyo y la flexión no supera el ángulo 60°?	X
f.	¿El codo realiza flexo-extensiones?	X
g.	¿La muñeca está en posición neutra, o no realiza desviaciones extremas (flexión, extensión)?	X

Continuación de tabla III.

Extremidad inferior		Si	No
h.	¿Las flexiones extremas de rodilla están ausentes?		X
i.	¿Las posturas de rodillas y cuclillas están ausentes?		X
j.	Si la postura es sentado, ¿el ángulo de la rodilla está entre 90° y 135°?	X	

Fuente: EPM *International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 17. **Condiciones aceptables por posturas estáticas forzadas**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla III. Realizada: noviembre de 2016.

En la tabla III se muestran las preguntas para evaluar condiciones aceptables para posturas estáticas, junto con sus respuestas. El criterio para tomar una decisión es que si a todas las preguntas ha contestado "Si" entonces

la tarea tiene un riesgo aceptable. Por otro lado, si una o más respuestas son “No”, como en este caso, ya que el 38 % de las respuestas corresponde a un “No”, según se indica en la figura 17, por lo tanto se recomienda realizar la evaluación específica del riesgo por postura estática.

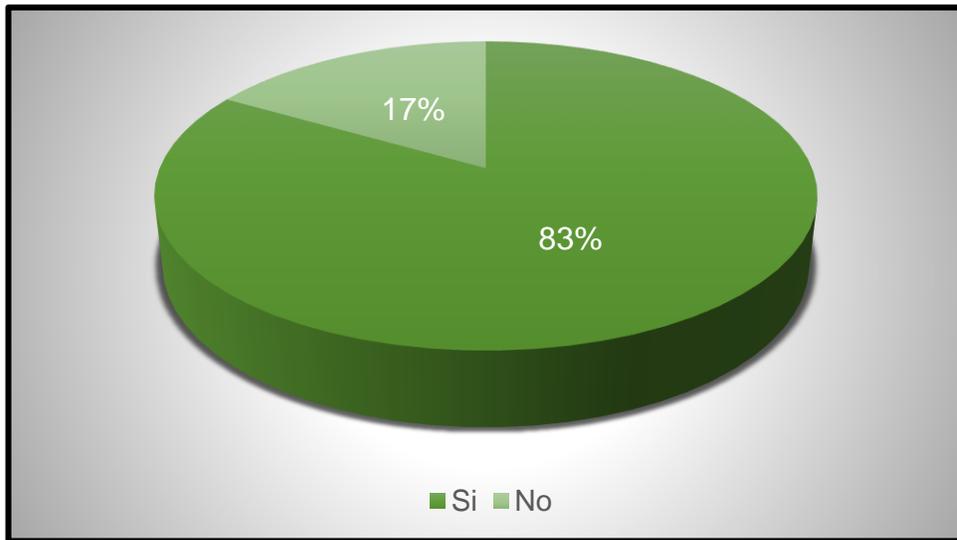
En la tabla IV se presenta el formato de evaluación para identificar condiciones aceptables por posturas dinámicas forzadas.

Tabla IV. **Formato de evaluación para identificar condiciones aceptables por posturas dinámicas forzadas**

Instrucciones: marque con una “x”, cuando la condición verificada está presente (columna “Si”) y cuando no está presente (columna “No”)		Si	No
a.	¿El tronco está erguido, o realiza flexiones o extensiones sin superar el ángulo de 20°?	X	
b.	¿El tronco está erguido, o realiza inclinaciones laterales o torsión sin superar el ángulo de 10°?	X	
c.	¿La cabeza está recta, o realiza inclinaciones laterales sin superar el ángulo de 10°?	X	
d.	¿La cabeza está recta, o realiza torsión del cuello sin superar el ángulo de 45°?	X	
e.	¿El cuello está recto o realiza flexiones entre 0° y 40°?		X
f.	¿Los brazos están neutros, o realizan flexión o abducción sin superar el ángulo de 20°?	X	

Fuente: EPM *International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 18. **Condiciones aceptables por posturas dinámicas forzadas**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla IV. Realizada: noviembre de 2016.

De acuerdo con la figura 18 se observa que un 83 % de las respuestas corresponden a “Si”; sin embargo, un 17 % indica que las condiciones por posturas dinámicas forzadas no son aceptables, por lo tanto a pesar de ser un porcentaje menor, se debe realizar la evaluación específica del riesgo por postura dinámica.

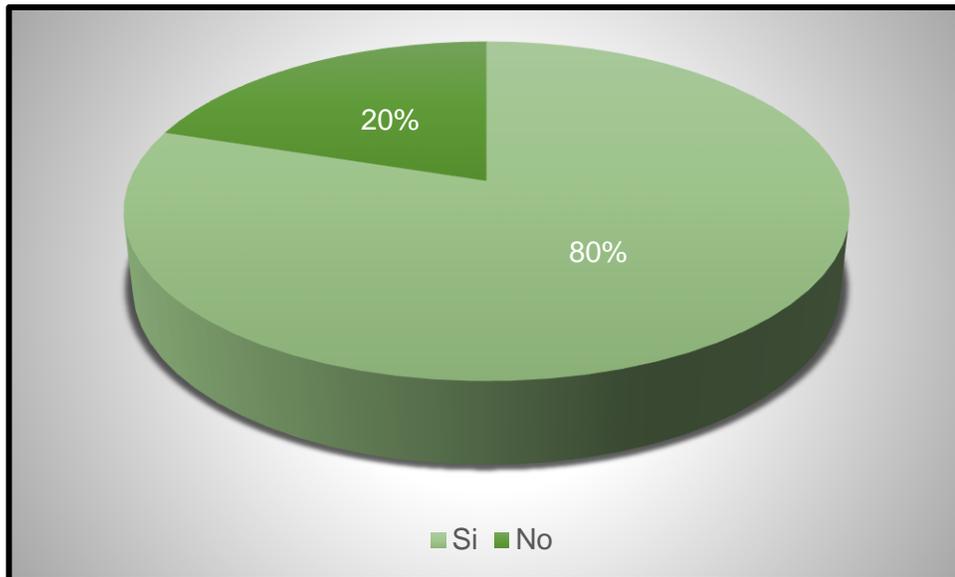
En la tabla V se presenta el formato de evaluación para identificar la presencia de condiciones aceptables por movimientos repetitivos de la extremidad superior.

Tabla V. **Formato de evaluación para identificar la presencia de condiciones aceptables por movimientos repetitivos de la extremidad superior.**

Instrucciones: marque con una “x”, cuando la condición verificada está presente (columna “Si”) y cuando no está presente (columna “No”)		Si	No
a.	¿Las extremidades superiores están inactivas por más del 50% del tiempo total del trabajo repetitivo (se considera como tiempo de inactividad de la extremidad superior cuando el trabajador camina con las manos vacías, o lee, o hace control visual, o espera que la máquina concluya el trabajo, etc.)?		X
b.	¿Ninguno de los brazos trabajan con el codo casi a la altura del hombro por más del 10% del tiempo de trabajo repetitivo?	X	
c.	¿La fuerza necesaria para realizar el trabajo es menor a moderada (es ligera)? O bien, ¿Si la fuerza es moderada, no supera el 25% del tiempo de trabajo repetitivo?	X	
d.	¿Hay pausas de duración al menos 8 min cada 2 horas?	X	
e.	¿La(s) tarea(s) de trabajo repetitivo se realiza durante menos de 8 horas al día?	X	

Fuente: EPM *International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 19. **Condiciones aceptables por movimientos repetitivos de la extremidad superior**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla V. Realizada: noviembre de 2016.

En la figura 19 se observa que un 80 % de las respuestas obtenidas corresponde a “Si”; sin embargo, el 20 % restante indica que se debe comprobar si se trata de una tarea con un nivel de riesgo inaceptable, según el formato de evaluación propuesto en la tabla VI para identificar la presencia de riesgo inaceptable por movimientos repetitivos de la extremidad superior.

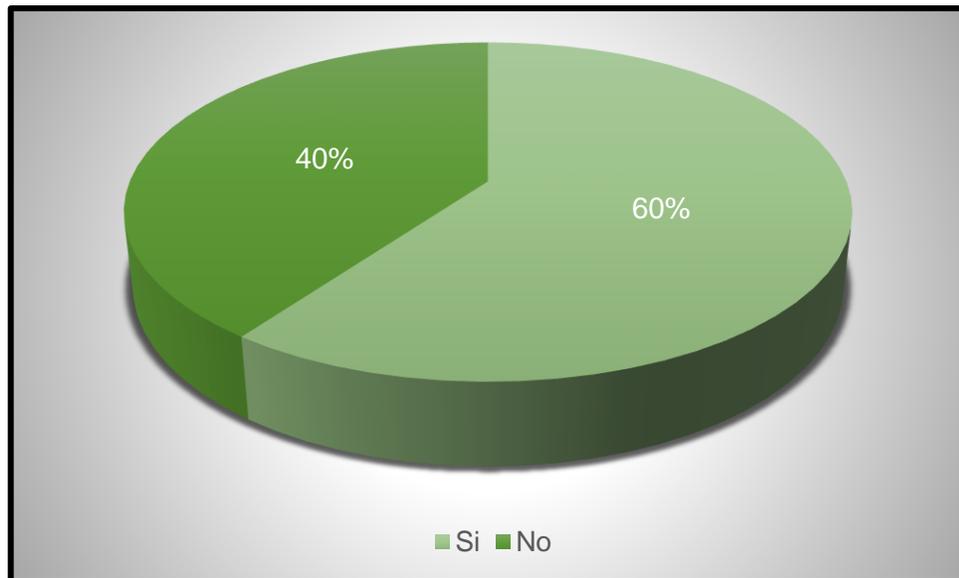
En la tabla VI se presenta el formato de evaluación para identificar la presencia de riesgo por movimientos repetitivos de la extremidad superior.

Tabla VI. **Formato de evaluación para identificar la presencia de riesgo por movimientos repetitivos de la extremidad superior**

Instrucciones: marque con una “x”, cuando la condición verificada está presente (columna “Si”) y cuando no está presente (columna “No”)		Si	No
a.	¿Las acciones técnicas de una extremidad son tan rápidas que no es posible contarlas?	X	
b.	¿Un brazo o ambos trabajan con el codo casi a la altura del hombro por la mitad o más del tiempo de trabajo repetitivo?	X	
c.	¿Se requiere el agarre de objetos con los dedos (agarre de precisión) durante más del 80% del tiempo de trabajo repetitivo?	X	
d.	En un turno de 6 o más horas ¿Solo tiene una pausa o ninguna?		X

Fuente: EPM *International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 20. **Riesgo por movimientos repetitivos de la extremidad superior**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla VI. Realizada: noviembre de 2016.

En la tabla VI se muestra el formato utilizado para identificar riesgo por movimientos repetitivos de la extremidad superior, con sus respuestas. El criterio que se utiliza para tomar una decisión es que, si alguna de las respuestas es “Si”, en este caso es un 80 % como se indica en la figura 20, la tarea tiene un nivel de riesgo inaceptable. Por lo tanto, se debe realizar una evaluación específica del riesgo por movimientos repetitivos.

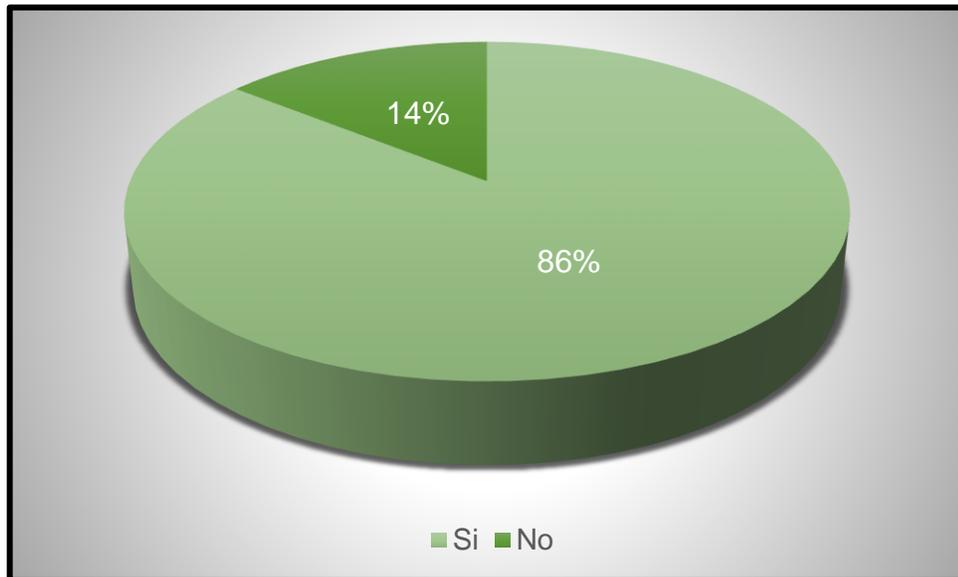
En la tabla VII se presenta el formato de evaluación para identificar condiciones aceptables por levantamiento de cargas.

Tabla VII. **Formato de evaluación para identificar condiciones aceptables por levantamiento de cargas**

Instrucciones: marqué con una “x”, cuando la condición verificada está presente (columna “Si”) y cuando no está presente (columna “No”)		Si	No
a.	¿Todas las cargas levantas pesan 10 kg o menos?	X	
b.	¿El peso máximo de la carga está entre 3 kg y 5kg y la frecuencia de levantamiento no excede de 5 levantamiento/minuto? O bien, ¿El peso máximo de la carga es de más de 5 kg e inferior a los 10 kg y la frecuencia de levantamiento no excede de 1 levantamiento/minuto?	X	
c.	¿El desplazamiento vertical se realiza entre la cadera y los hombros?	X	
d.	¿El tronco está erguido, sin flexión ni rotación?		X
e.	¿La carga se mantiene muy cerca del cuerpo (no más de 10 cm de la parte frontal del torso)?	X	
f.	¿Se debe levantar, sostener y depositar objetos manualmente en este puesto de trabajo?	X	
g.	¿La tarea de levantamiento se realiza de forma habitual dentro del turno de trabajo (por lo menos una vez en el turno)?	X	

Fuente: *EPM International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 21. **Condiciones aceptables por levantamiento manual de cargas**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla VII. Realizada: noviembre de 2016.

En la figura 21 se indica que un 14 % de las respuestas corresponden a “No” como respuesta y un 86 % a “Si”, por lo que se debe realizar una evaluación específica para el riesgo por levantamiento manual de cargas.

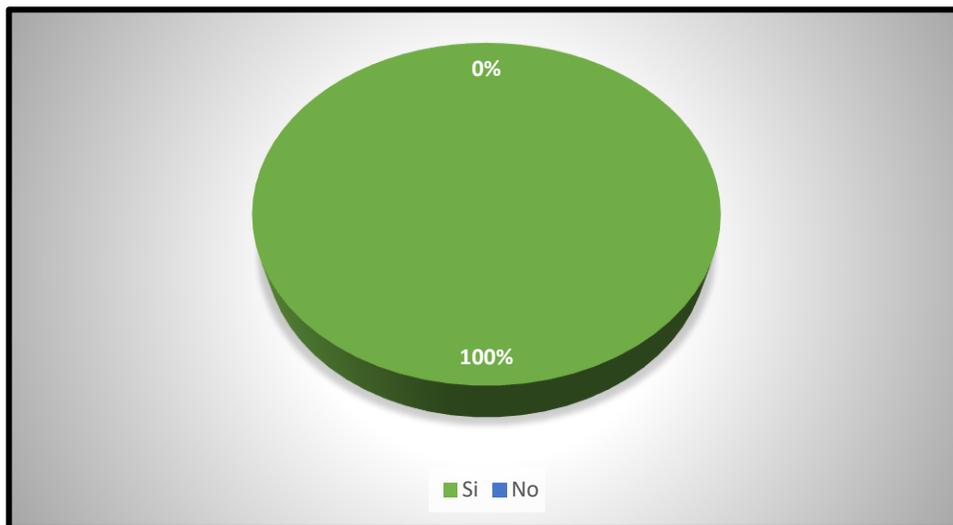
En la tabla VIII se presenta el formato de evaluación para identificar peligro ergonómico por transporte de carga.

Tabla VIII. **Formato de evaluación para identificar peligro ergonómico por transporte de carga**

Instrucciones: marqué con una “x”, cuando la condición verificada está presente (columna “Si”) y cuando no está presente (columna “No”)		Si	No
a.	¿En el puesto de trabajo hay alguna tarea que requiere el levantamiento o el descenso manual de una carga igual o superior a 3kg que debe ser transportada manualmente a una distancia mayor de 1 metro?	X	

Fuente: EPM *International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 22. **Peligro ergonómico por transporte de cargas**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla VIII. Realizada: noviembre de 2016.

En la figura 22 puede observarse que la respuesta a la condición es “Si”, por lo tanto, hay presencia de peligro por transporte de cargas y debe realizarse una evaluación específica del riesgo.

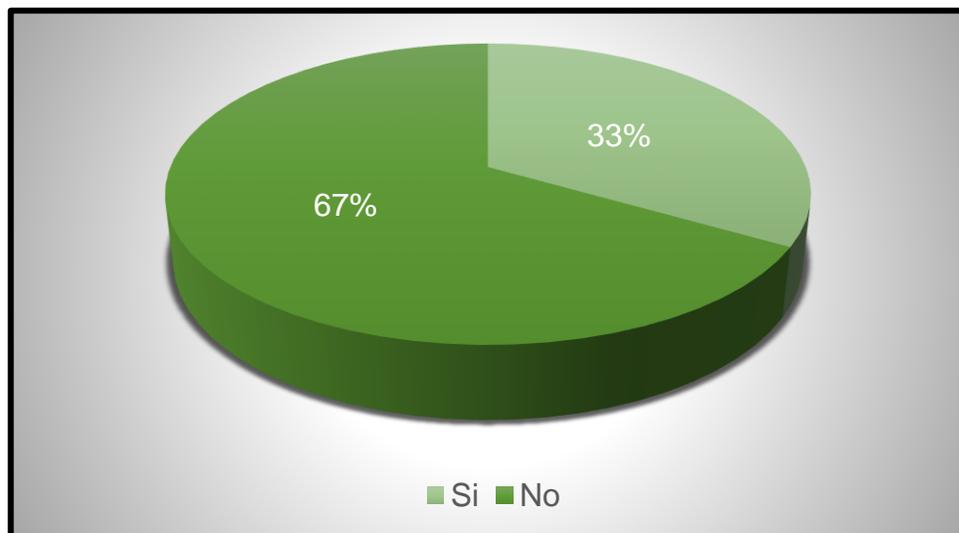
En la tabla IX se presenta el formato de evaluación para identificar peligro ergonómico por empuje y tracción de cargas.

Tabla IX. **Formato de evaluación para identificar peligro ergonómico por empuje y tracción de cargas**

Instrucciones: marqué con una “X”, cuando la condición verificada está presente (columna “Si”) y cuando no está presente (columna “No”)		Si	No
a.	¿La tarea requiere empujar o arrastrar un objeto manualmente con el cuerpo de pie o caminando?		X
b.	¿El objeto a empujar o arrastrar tiene ruedas o rodillos (carro, jaula, carretilla, etc.) o se desliza sobre una superficie sin ruedas?	X	
c.	¿La tarea de empuje o arrastre se realiza de forma habitual dentro del turno de trabajo (por lo menos una vez en el turno)?		X

Fuente: EPM *International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 23. **Peligro ergonómico por empuje y tracción de cargas**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla IX. Realizada: noviembre de 2016.

Para determinar la presencia de peligro ergonómico por empuje y tracción de cargas se toma el criterio de que si alguna de las respuestas a las condiciones planteadas en el formato de la tabla IX, es “No”, entonces no hay presencia del peligro por empuje y arrastre de cargas. De acuerdo con la figura 20 se puede observar que el 67% de las respuestas corresponde a un “No” por lo que no se requiere una evaluación específica del riesgo.

En la tabla X se muestra el formato para identificar peligros relacionados con herramientas y equipo.

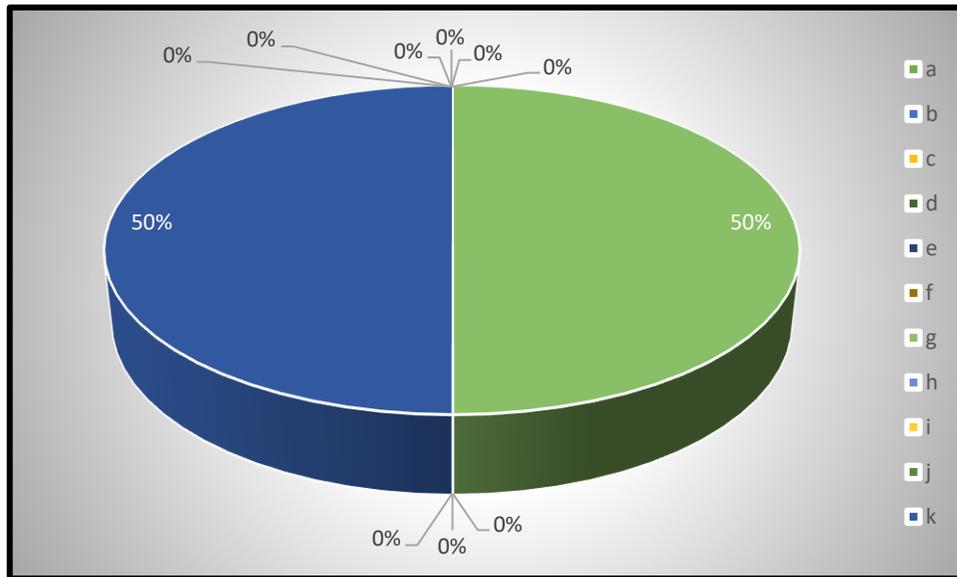
Tabla X. **Formato para identificación de peligros relacionados con herramientas/equipo**

Instrucciones: marqué una “x” donde corresponda		
a.	Adecuadas y en buenas condiciones	
b.	Pesadas	
c.	Ruidosas	
d.	Requieren el uso de fuerza	
e.	No funciona bien	
f.	Voluminosas y/o difíciles de manipular	
g.	No apropiada para el uso específico y tecnología obsoleta	X
h.	Se calientan fácilmente	
i.	Requiere excesiva atención	
j.	Puede causar lesiones (Cortes, abrasiones, la fricción sobre la piel, quemaduras, etc.)	
k.	Uso de partes del cuerpo como herramienta causando lesiones (Callosidad, enrojecimiento, cortes, etc.)	X

Fuente: EPM *International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

En la figura 24 se grafican los peligros relacionados con herramienta y equipo.

Figura 24. Peligros relacionados con herramientas y equipos



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla X. Realizada: noviembre de 2016.

Con la información proporcionada en la tabla X se puede observar que los peligros relacionados con herramientas y equipo se deben principalmente a que la tecnología con que se cuenta es obsoleta y no es la más apropiada para el uso que se le da. Además, pueden provocar lesiones, las cuales se pueden prevenir utilizando el equipo de protección apropiado.

En la tabla XI se presenta el formato para identificar los problemas relacionados con los contaminantes.

Tabla XI. **Formato para identificación de los problemas de contaminantes (Riesgo químico, riesgo biológico)**

Instrucciones: marqué con una "x" según corresponda			
Polvo: ¿Cuál?		Presente	
		Presencia elevada	
Humo: ¿Cuál?		Presente	
		Presencia elevada	
Olor desagradable ¿Cuál?		Presente	
		Presencia elevada	
Producto químico ¿Cuál?		Presente	
		Presencia elevada	
Otro: ¿Cuál?		Presente	
		Presencia elevada	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Respuestas a los problemas de contaminantes**

Instrucciones: marqué con una "x" según corresponda			
Polvo: ¿Cuál?	Aserrín, estearato de zinc	Presente	X
		Presencia elevada	
Humo: ¿Cuál?	Del plástico y aserrín	Presente	X
		Presencia elevada	
Olor desagradable ¿Cuál?	Plástico fundido	Presente	X
		Presencia elevada	
Producto químico ¿Cuál?	Estearato de zinc	Presente	X
		Presencia elevada	
Otro: ¿Cuál?	-----	Presente	
		Presencia elevada	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XII se muestran las respuestas obtenidas sobre los riesgos a los que están expuestos los estudiantes y técnicos del CII por contaminantes. Se

pudo identificar que no hay concentración elevado de ningún elemento por lo que se puede decir no hay riesgo de contaminantes, sin embargo, no está de más tomar medidas de protección, como lo es utilizar mascarillas cuando se está trabajando con la fibra de bambú.

3. PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS ERGONÓMICO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

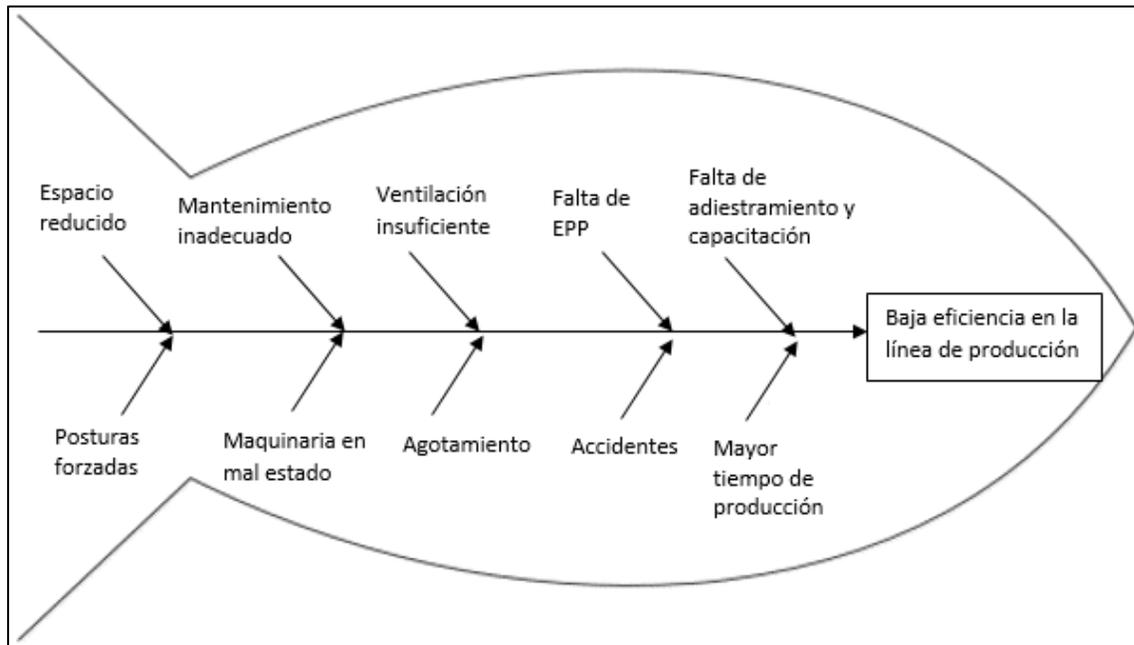
3.1. Planteamiento del problema

Se presenta baja eficiencia en la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería. El puesto y las condiciones de trabajo en la línea de producción de material reciclado del CII, no se adaptan a las características y capacidades de los estudiantes que se encuentran realizando allí su trabajo de graduación o prácticas laborales y de los técnicos que desempeñan sus labores en el CII. Esto ocasiona efectos negativos en la salud de las personas y en su rendimiento provoca un decremento en la eficiencia de la línea de producción.

3.1.1. Diagrama de espina de pescado

Este tipo de diagrama se utiliza para describir gráficamente las causas y efectos que han ocasionado la formulación del problema principal que da origen a una investigación. En la figura 25 se puede observar el problema principal, las causas y efectos que originaron la formulación del presente trabajo de graduación.

Figura 25. Diagrama espina de pescado



Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Causas y efectos

A continuación, en la tabla XIII se muestran las causas y efectos que originan el problema central planteado en este trabajo de graduación.

Tabla XIII. Causas y efectos

Causas	Efectos
Espacio de trabajo reducido	Posturas forzadas
Mantenimiento inadecuado a maquinaria y equipo	Maquinaria y equipo en mal estado
Manipulación incorrecta del equipo	Accidentes, mayor tiempo para fabricar una teja, actos inseguros
Ventilación insuficiente	Agotamiento

Continuación de la tabla XIII.

Falta de EPP	Accidentes, expuesto a riesgos laborales, contagio de enfermedades
Falta de adiestramiento y capacitación	Mayor tiempo en la elaboración de una pieza
No seguir instrucciones	Piezas defectuosas, incremento de desperdicios

Fuente: elaboración propia.

3.2. FODA

El análisis FODA es una herramienta para conocer la situación real de la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Es una matriz para identificar los factores internos y externos que puedan condicionar el éxito de este trabajo de graduación, el cual se titula: Análisis ergonómico para la línea de producción de material reciclado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC. En la tabla XIV se puede observar la matriz FODA del presente trabajo de graduación.

Tabla XIV. **Matriz FODA**

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Capacidad de investigación e innovación	Introducir al mercado un producto innovador	Falta de capacitación y adiestramiento	Desconfianza a un producto nuevo
Producto ecológico	Compromiso con el medio ambiente	Adquisición de materia prima	Productos sustitutos
Varios colaboradores en el equipo	Ampliar la línea de producción	Espacio de trabajo reducido y desordenado	Afectar la coordinación del equipo de trabajo

Continuación de tabla XIV.

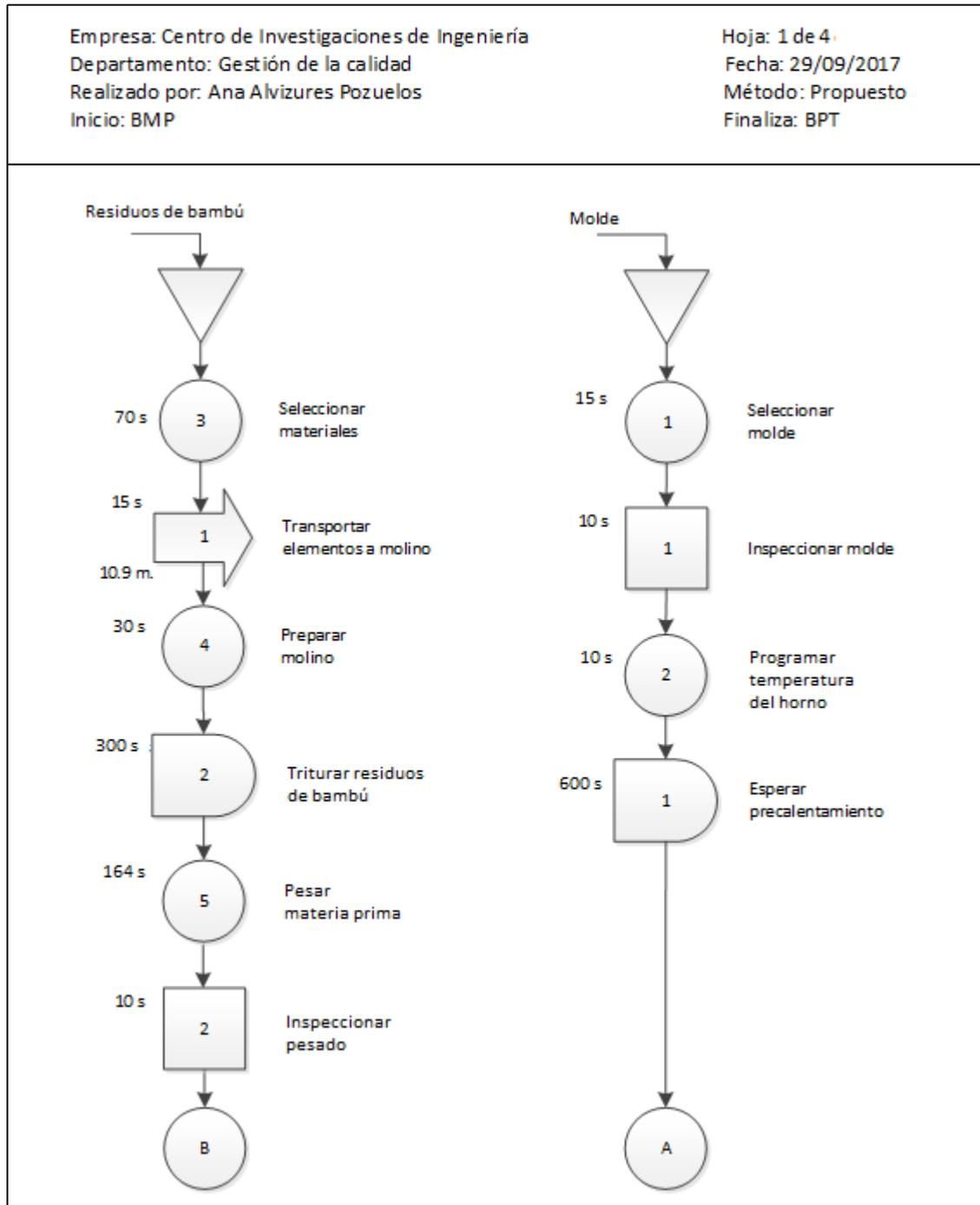
Apoyo al reciclaje para la creación de nuevos productos	Posicionamiento en el mercado y así crear nuevos productos ecológicos	Se debe adquirir más herramientas de trabajo y maquinaria	No contar con espacios para ampliar el área de trabajo y bodega
Puestos de trabajos definidos	Involucrar a más estudiantes de la facultad de Ingeniería	Problemas ergonómicos	No todos los estudiantes conocen los proyectos del CII
Contar con maquinaria y equipo para la línea de producción	Involucrar a estudiantes de cualquier carrera perteneciente a la facultad de Ingeniería	Mantenimiento inadecuado a maquinaria y equipo	Que el presupuesto asignado al CII sea insuficiente

Fuente: elaboración propia.

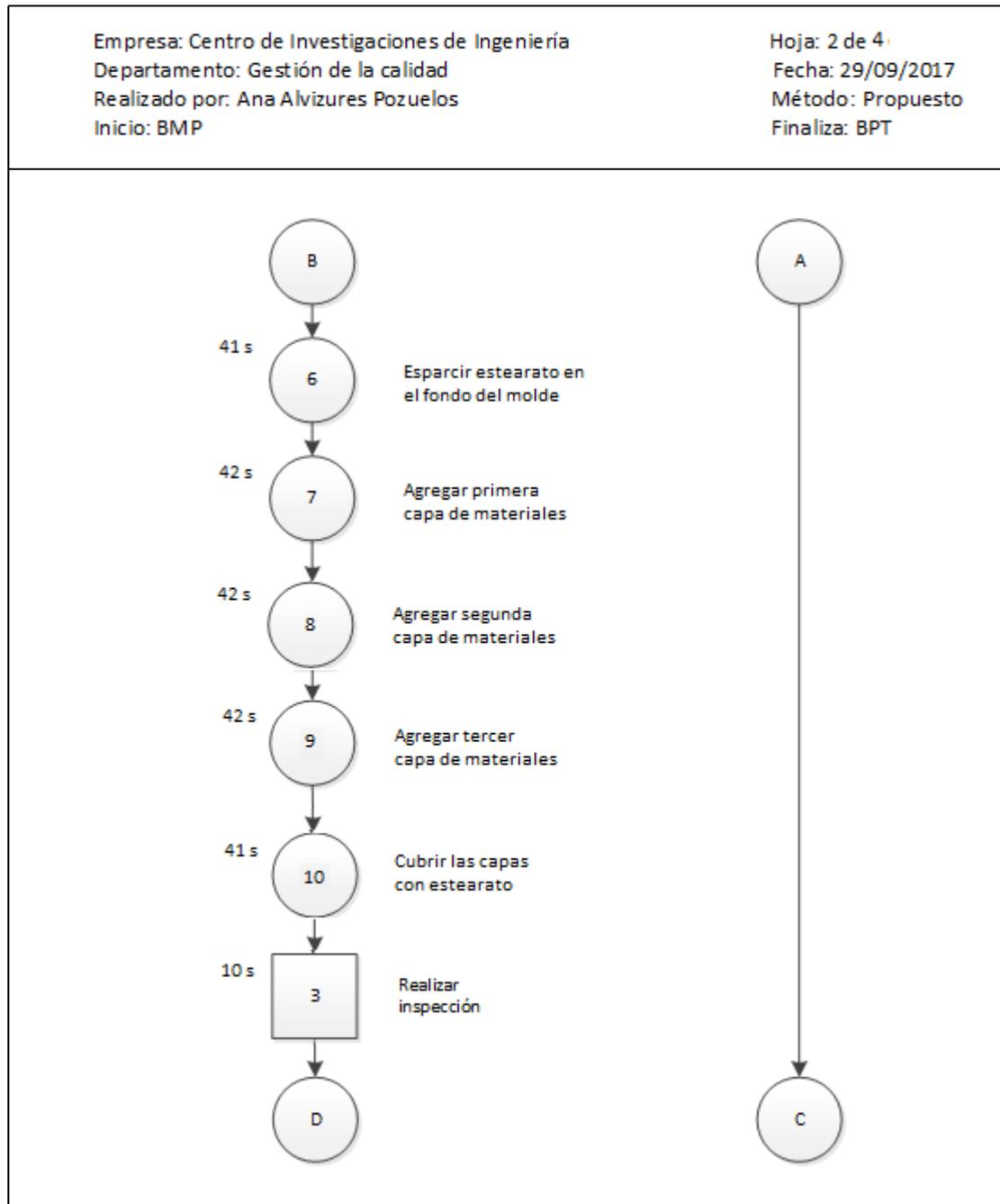
3.3. Diagrama de operaciones del proceso de la línea de producción

El diagrama de operaciones del proceso es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso, en este caso es el proceso de producción de tejas elaboradas a base de material reciclado. En la figura 26 se muestra el diagrama de operaciones propuesto para la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

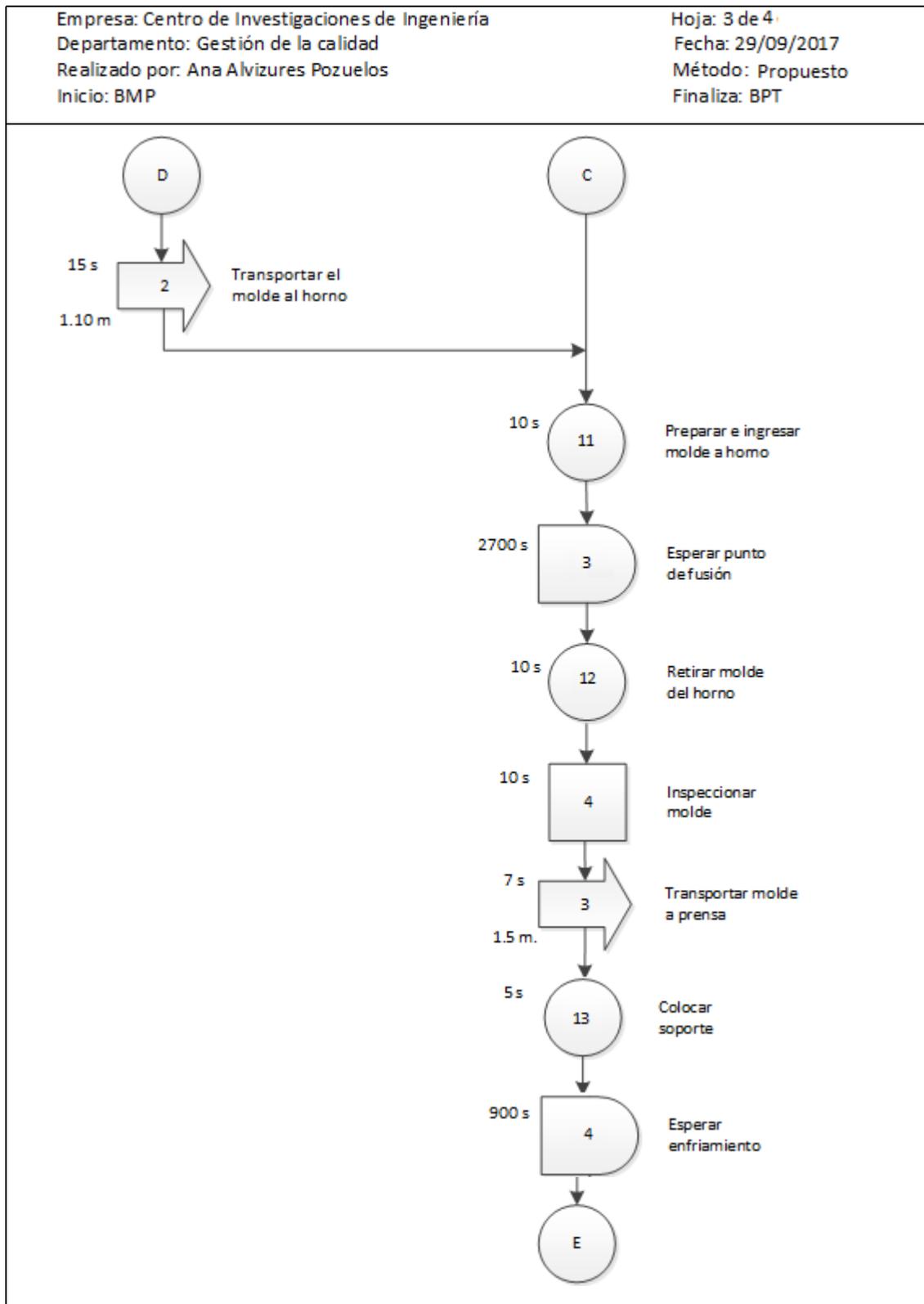
Figura 26. Diagrama de operaciones del proceso propuesto



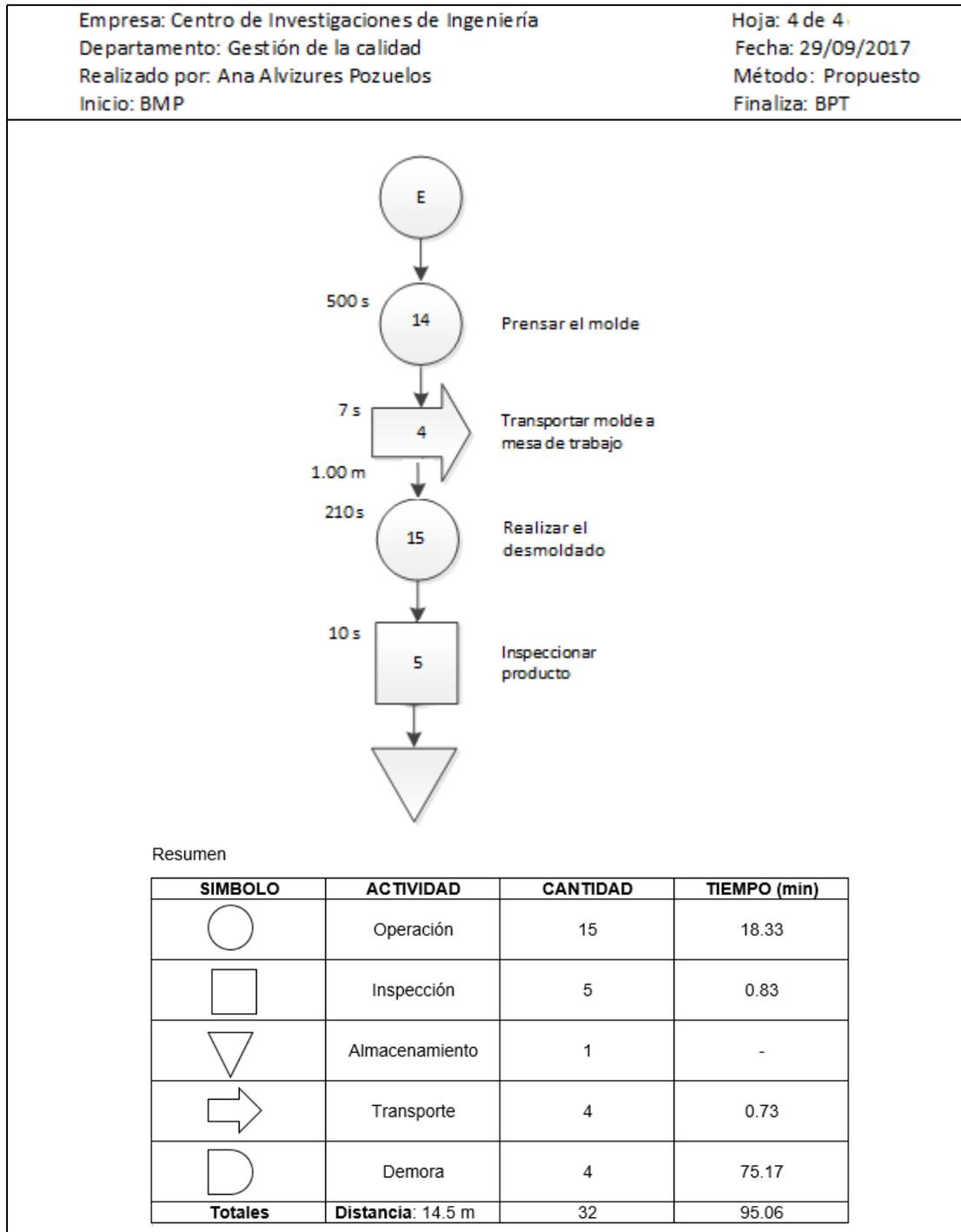
Continuación de figura 26.



Continuación de figura 26.



Continuación de figura 26.



Fuente: elaboración propia.

3.4. Identificación inicial de riesgos

En la realidad laboral de la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería se combinan trabajos físicos con trabajos mentales. Por lo que la carga de trabajo, tanto física como mental, y el entorno en que se desarrollan las tareas pueden ser considerados como un peligro o factor de riesgo presente en las actividades laborales. Tomando en cuenta esos aspectos, se deben aplicar las buenas prácticas de ergonomía en la sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

3.4.1. Carga física

Actualmente, las tareas de transporte de materiales y de desmoldado, por el requerimiento físico de dichas tareas los estudiantes y técnicos que operan en la línea de producción se ven afectados. Cuando la carga física aumenta o se acumula en los colaboradores del CII, presentan fatiga muscular, la cual se manifiesta como una sensación desagradable de cansancio y malestar, acompañada de disminución del rendimiento.

De acuerdo con el diagnóstico en la línea de producción, se observa una distribución de funciones deficiente en los estudiantes y técnicos del CII. Por ello, se propone una distribución equitativa para evitar una sobre carga de trabajo en los colaboradores. La propuesta consiste en que se roten los puestos de trabajo ya que por las tareas que se desempeñan es posible involucrar a todos los estudiantes y técnicos en las diversas tareas, siempre y cuando se encuentren realizando el mismo proyecto. Por ejemplo, la persona que se encarga de pesar las proporciones podría hacerlo durante la primera mitad de la jornada y en la segunda, involucrarse en el desmoldado. De esta manera, se evitará la rutina en las actividades y el tedio consecuente, además, se evita la sobrecarga muscular

por realizar las mismas actividades durante largos períodos. En el próximo capítulo se evalúan las posturas que adoptan los estudiantes y colaboradores del CII para llevar a cabo las tareas para identificar la carga física a la que se ven sometidos.

3.4.2. Carga mental

La actividad intelectual para llevar a cabo el proceso de producción en el Centro de Investigaciones de Ingeniería se basa en el cálculo de las proporciones de materiales para la composición adecuada de la teja.

Una de las principales actividades del Centro de Investigaciones de Ingeniería es la investigación, por lo que antes de iniciar una línea de producción, en este caso la elaboración de tejas, se investigan las propiedades y características de los materiales. Actualmente, la formulación adecuada de las tejas incluye 95 % de tereftalato de polietileno (PET) y 5 % de fibra de bambú, estos porcentajes equivalen a 61 onzas de plástico y 4 onzas de fibra de bambú.

Las actividades mencionadas requieren de actividad mental, sin embargo, ningún trabajo es físico en su totalidad, ya que requiere del trabajo intelectual para que el cerebro realice la actividad cognitiva, lo cual implica una exigencia mental. Por eso, en el siguiente capítulo se presentará una evaluación para identificar si hay riesgo o no de carga mental en los estudiantes y técnicos de la línea de producción del CII.

3.4.3. Entorno

Las exigencias del trabajo están influenciadas por las condiciones en las que se realiza la tarea, es decir, por factores del entorno de trabajo del Centro de

Investigaciones de Ingeniería. Las condiciones inadecuadas del ambiente afectan la capacidad física y mental de las personas. De acuerdo con el diagnóstico, los factores que influyen en el trabajo de la línea de producción del Centro de Investigaciones de Ingeniería son:

- Ventilación
- Iluminación
- Ruido

En el capítulo anterior, se describió la situación actual de los factores en cuestión y más adelante se propondrán soluciones a cada factor. Se propone incorporar música en el entorno, para provocar sensaciones agradables, que influyan positivamente en la atención y vigilancia de las actividades y producir una sensación de bienestar y satisfacción; para ello es importante conocer la opinión de preferencias musicales de las personas que colaboran en el CII.

3.4.4. Organización del trabajo

La prevención más eficaz actúa sobre el origen, modificando las condiciones de la organización del trabajo y evitando la exposición a riesgos. Para lograr una buena organización del trabajo en el CII es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Conocer los objetivos del trabajo y del CII.
- Dividir el trabajo de la línea de producción de material reciclado en tareas específicas.
- Asignar el personal adecuado.
- Delegar responsabilidades.

De esta forma, quedan claramente definidas las relaciones de trabajo y las responsabilidades que competen a cada una de las personas. Esto mostrará un resultado positivo en el desempeño de los colaboradores ya que se reducirá el estrés laboral, desgaste físico y la insatisfacción laboral. De igual modo, representan consecuencias positivas para el Centro de Investigaciones ya que evitará conflictos laborales y se tendrá un control y distribución adecuada de las tareas.

3.4.4.1. Factores de organización

En el Centro de Investigaciones de Ingeniería los factores de organización proporcionan los elementos necesarios para realizar las tareas en condiciones adecuadas. Así se genera un mejor rendimiento en el desempeño de los colaboradores. Los factores organizativos que tienen mayor incidencia en la salud de los estudiantes y técnicos del CII se agrupan de la siguiente forma:

- Factores relativos a la distribución del tiempo de trabajo:
 - Jornada de trabajo
 - Ritmos de trabajo
- Factores psicosociales
 - Comunicación y relaciones
 - Contenido de trabajo
 - Expectativas

Estos factores organizativos repercuten en los colaboradores del CII en función de sus características personales, tales como:

- Cultura (con aspiraciones profesionales y motivaciones)
- Capacidades y actitudes

- Personalidad y/o temperamento
- Estabilidad, entorno familiar y social
- Estado de salud
- Edad

3.5. Amplitud de los factores de riesgo

En el análisis ergonómico de la línea de producción de material reciclado del CII existen dos niveles, uno es el análisis de las condiciones de trabajo para la identificación de factores de riesgo, el cual se conoce como nivel básico y se realizó en el capítulo dos, y el otro que consiste en la evaluación de riesgos ergonómicos, en caso de ser detectados, es conocido como nivel avanzado y se realizará en el próximo capítulo.

En el nivel avanzado de análisis se evalúa la amplitud de los factores de riesgo detectados. Para evaluar el nivel de riesgo asociado a un determinado factor de riesgo existen diversos métodos para realizar la evaluación. Evaluar un puesto de trabajo suele requerir de la aplicación de varios métodos de evaluación, dado que en un mismo puesto de trabajo pueden existir diversos factores de riesgo que afecten la salud del trabajador. En el capítulo anterior se realizó un análisis de los factores de riesgo donde se identificó que los aspectos que requieren de mayor atención son los movimientos repetitivos, posturas forzadas y levantamiento de cargas, por lo que se seleccionarán los métodos que mejor se acoplan a los aspectos a evaluar y en el próximo capítulo se mostrará la aplicación de los métodos seleccionados y los datos obtenidos.

3.6. Características y competencias del operario

Para adaptar el área de trabajo, herramientas y tareas con las capacidades de los estudiantes y técnicos de la línea de producción de material reciclado del CII se deben tomar en cuenta las siguientes características y competencias:

- **Características fisiológicas**

La fisiología estudia el funcionamiento de los sistemas fisiológicos y de todo el organismo. El consumo energético es uno de los objetos principales de esta ciencia. La fisiología del trabajo confiere importancia al trabajador dentro del puesto de trabajo, de tal manera que el operario sea lo más eficiente posible, para que la organización sea más productiva.

Las consideraciones fisiológicas que se deben tomar en cuenta para ejecutar eficientemente un trabajo son:

- Determinar la carga laboral tolerable
- Establecer la posición y postura corporal correcta
- Desarrollo e implementación de la economía de movimientos
- Conseguir condiciones de trabajo adecuadas y tolerables

Más adelante se aplicarán los métodos de evaluación ergonómica correspondientes a los factores de riesgo identificados anteriormente, los cuales son: repetitividad de movimientos, posturas forzadas y manipulación de cargas.

- **Características anatómicas**

La anatomía estudia las características, la localización y las interrelaciones de los órganos que forman parte de un organismo vivo. La aplicación de

la anatomía dentro de la ergonomía se centra en los aspectos antropométricos y biomecánicos.

La antropometría estudia la medida de las distintas partes del cuerpo humano, como la longitud de los brazos, el peso, altura de los hombros y la estatura, entre otras, para identificar individuos, razas y grupos. La biomecánica estudia los principios, métodos y las aplicaciones de las leyes del movimiento mecánico en los sistemas biológicos.

Para tomar en cuenta las características anatómicas de los colaboradores del CII, se miden las posturas que adoptan dichos colaboradores, distancias que recorren, pesos, entre otras. Con base en estos datos se realizará la aplicación de los métodos de evaluación ergonómica.

- Características psicológicas

La psicología trata las leyes del comportamiento y la actividad de los seres humanos, las actitudes, las aptitudes y la carga mental. El ser humano posee un conjunto de reacciones y hábitos de comportamiento que lo caracterizan. Es el temperamento y las aptitudes que configuran la personalidad de cada individuo.

El ser humano se caracteriza por el desarrollo de la actividad psíquica en su máximo grado. Sus funciones intelectuales, emocionales y conativas son complejas, intensas, amplias y funcionales. Además, es importante considerar la psicología para analizar el comportamiento de los trabajadores dentro del contexto en el área de trabajo y durante el desarrollo de las tareas y responsabilidades.

Para abordar las características psicológicas de los colaboradores del Centro de Investigaciones de Ingeniería se proponen capacitaciones, pues esto mejorará las relaciones entre compañeros, además se sentirán tomados en cuenta lo cual les generará un sentimiento de pertenencia al CII.

- Competencias genéricas

Se relacionan con los comportamientos y actitudes laborales propios de diferentes ámbitos de producción, como la capacidad para el trabajo en equipo, habilidades para la negociación, planificación, etc.

- Competencias básicas

Se relacionan con la formación y permiten el ingreso al trabajo: habilidades para la lectura y escritura, comunicación oral, cálculo, entre otras.

- Competencias específicas

Se vinculan con los aspectos técnicos directamente relacionados con la ocupación y no son tan fácilmente transferibles a otros contextos laborales, como la operación de maquinaria especializada, la formulación de proyectos de infraestructura, etc.

Para abordar las diferentes competencias de los estudiantes y colaboradores del Centro de Investigaciones de Ingeniería se propone llevar a cabo adiestramientos, pues allí se les indicará la manera correcta de realizar las tareas correspondientes de la línea de producción y desarrollar las capacidades que necesitan para desempeñar correctamente sus labores diarias.

3.6.1. Análisis de tareas realizadas por el operario

Para analizar las tareas en el CII se debe recopilar toda la información sobre el contenido de los puestos y tareas propias de la línea de producción. Además, se debe asociar dicho contenido con ciertos atributos del puesto (valoración, complejidad, dificultad) o de sus ocupantes (características personales, conocimientos, destrezas).

Es necesario que se elijan y definan los factores representativos del contenido de trabajo y que, posteriormente, se tratarán de evaluar. Es imprescindible conocer a fondo todos los aspectos del puesto de trabajo en sí mismo, la máxima recopilación de información sobre él es importante, en cuanto a sus propias exigencias, complejidad, habilidades requeridas, entre otras. De acuerdo con la ergonomía de la tarea se abarcarán los siguientes aspectos:

- Manipulación manual de cargas
- Posturas forzadas de trabajo

Por lo tanto, para realizar el análisis de tareas de la línea de producción de material reciclado del CII se realizará una evaluación del levantamiento manual de cargas y una evaluación de las posturas forzadas.

3.6.1.1. Evaluación del levantamiento manual de cargas

La manipulación manual de cargas puede provocar lesiones, principalmente en la espalda. Esta es la más frecuente entre las dolencias musculoesqueléticas. A continuación, en la tabla XV se presenta un formato, con sus respuestas, de los aspectos por considerar en la evaluación de levantamiento manual de cargas

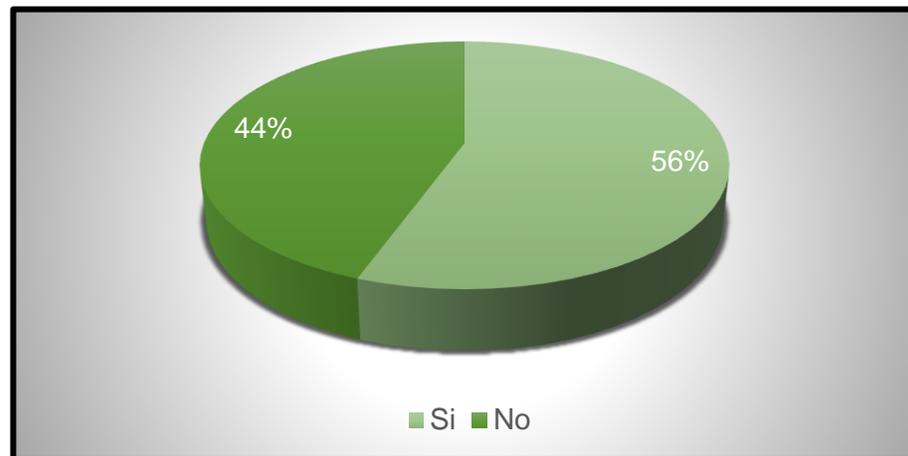
en el Centro de Investigaciones de Ingeniería. Posteriormente, en la figura veintidós se muestran los resultados obtenidos. Se consideró aplicar el siguiente formato a los colaboradores del CII para obtener un diagnóstico de las condiciones actuales en las que se realizan el levantamiento de cargas para que luego en el capítulo IV se aplique el método de evaluación ergonómica correspondiente, el cual se seleccionará a lo largo de este capítulo.

Tabla XV. **Aspectos por considerar en la evaluación de levantamiento manual de cargas**

Instrucciones: a cada una de las preguntas de cada apartado marque una “X” en la columna “Si” o “No”		
Condiciones ambientales de trabajo para el levantamiento manual	Si	No
¿Hay presencia de baja o altas temperaturas?	x	
¿Hay presencia de suelo resbaladizo, desigual o inestable?		x
¿Está restringida la libre circulación en el puesto de trabajo?	x	
Características de los objetos levantados	Si	No
¿El tamaño del objeto obstaculiza la visibilidad y el movimiento?		x
¿El centro de gravedad de la carga es inestable? Por ejemplo, líquidos o cosas que se muevan dentro del objeto.	x	
¿La forma de la carga y su configuración presenta bordes afilados, superficies sobresalientes o protuberancias?	x	
¿El contacto con la superficie es frío?		x
¿El contacto con la superficie es caliente?	x	
¿La tarea de levantamiento manual de cargas se realiza por más de 8 horas al día?		x

Fuente: EPM *International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 27. **Aspectos adicionales en el levantamiento manual de cargas**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla XV. Realizada: noviembre de 2016.

De acuerdo con la figura veintisiete, el 44 % de las respuestas corresponde a un “No” y el 56 % restante corresponde a respuestas “Si”. El criterio para tomar una decisión es: si a todas las preguntas se ha contestado “No”, no hay presencia de factores adicionales al riesgo por levantamiento manual de cargas. Por otro lado, si una o más respuestas son “Si”, como en este caso, con un 56 %, los factores de riesgo adicionales deben ser cuidadosamente considerados para garantizar la ausencia del riesgo. Posteriormente, se seleccionará el método adecuado para evaluar en su totalidad el levantamiento manual de cargas en la línea de producción del CII. Los métodos existentes son:

- Ecuación de Niosh
- Guía de levantamiento de carga del INSHT
- Tablas de Snook y Ciriello

3.6.1.2. Evaluación de las posturas forzadas

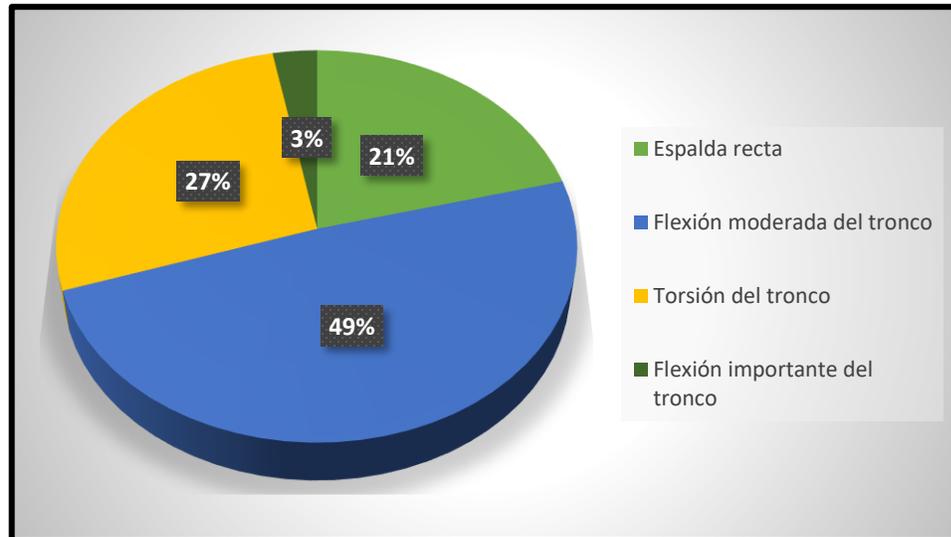
La adopción continua o repetida de posturas forzadas durante el trabajo genera fatiga y a la larga puede ocasionar trastornos en el sistema musculoesquelético. Por ello, se debe prestar atención e identificar en qué medida están presentes dentro de la línea de producción del CII. Esta carga estática o postural es uno de los factores para tener en cuenta en la evaluación de las condiciones de trabajo, y su reducción es una de las medidas fundamentales en la mejora de puestos. A continuación, en la tabla XVI se muestra el formato utilizado para una evaluación postural rápida y las respuestas obtenidas se muestran en la figura veintitrés. De esta manera, se pueden identificar las posturas que se adoptan durante las tareas de la línea de producción del CII. Las respuestas proporcionadas se obtuvieron a través de varias observaciones durante las jornadas de trabajo.

Tabla XVI. Evaluación postural rápida

Instrucciones: indique únicamente las posturas presentes en la tarea, las sumas de los porcentajes de tiempo del tronco de pie deben dar 100%.			
Postura de pie y/o rodillas: tronco	Fig.	Presente	%
Espalda recta			
Flexión moderada del tronco			
Torsión del tronco			
Flexión importante del tronco (casi completa)			

Fuente: EPM *International Ergonomics School*. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 28. **Resultados evaluación postural rápida**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la tabla XVI. Realizada: noviembre de 2016.

De acuerdo con los resultados mostrados en la figura 28 se tiene una idea general de las posturas que se adoptan a lo largo de la jornada de trabajo en la línea de producción del CI, por lo que surge la necesidad de hacer una evaluación más detallada.

Posteriormente, se seleccionará el método apropiado para evaluar a profundidad las posturas forzadas que se adoptan al desempeñar las labores correspondientes a la línea de producción de material reciclado del CII. Existen los siguientes métodos de evaluación para posturas forzadas:

- Método Rula
- Método Reba
- Método Owas

3.7. Establecimiento del método de evaluación ergonómica

Los métodos de evaluación ergonómica permiten identificar y valorar los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo de la línea de producción de material reciclado del CII. Con base en los resultados, se proponen opciones de rediseño que reduzcan el riesgo y presenten niveles aceptables de exposición para los estudiantes y técnicos del CII. Al realizar una evaluación ergonómica para prevenir los trastornos musculoesqueléticos (TME) se deben considerar factores de riesgo, como movimientos repetitivos, posturas forzadas, levantamientos de carga, etc. Es complejo evaluar los factores de riesgo globalmente por lo que los métodos de evaluación ergonómica se centran en el análisis de un determinado factor de riesgo.

En el capítulo anterior se realizó una identificación de factores de riesgo presentes en el CII por lo que la evaluación ergonómica se realizará sobre aquellos factores que representaron peligro para la salud de los estudiantes y técnicos que operan en la línea de producción de material reciclado, dichos factores son:

- Posturas forzadas
- Movimientos repetitivos
- Manipulación de cargas

3.7.1. Recopilación de datos

Antes de seleccionar los métodos de evaluación ergonómica se deben tomar en cuenta los datos generales sobre el puesto y la persona que se evaluará. En la figura 29 se muestran los datos del evaluador y en las figuras 30

y 31 se muestran los datos obtenidos del Centro de Investigaciones de Ingeniería respecto al puesto y al colaborador a evaluar.

Figura 29. **Datos del evaluador**

Datos del evaluador	
Nombre del evaluador	Ana Lucrecia Alvizures Pozuelos
Fecha de la evaluación	Noviembre 2016

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Datos del colaborador a evaluar**

Datos del colaborador a evaluar	
Nombre del colaborador	Luis Rodrigo Lainfiesta
Sexo	Hombre
Edad	23 años
Pausas dentro de la jornada y duración	Una pausa de media hora

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Datos del puesto**

Datos del puesto	
Identificador del puesto	Operario de la línea de producción
Organización	Centro de Investigación de Ingeniería, USAC
Departamento/Área	Gestión de la calidad
Sección	Línea de producción de material reciclado

Fuente: elaboración propia.

3.7.2. **Medición de datos**

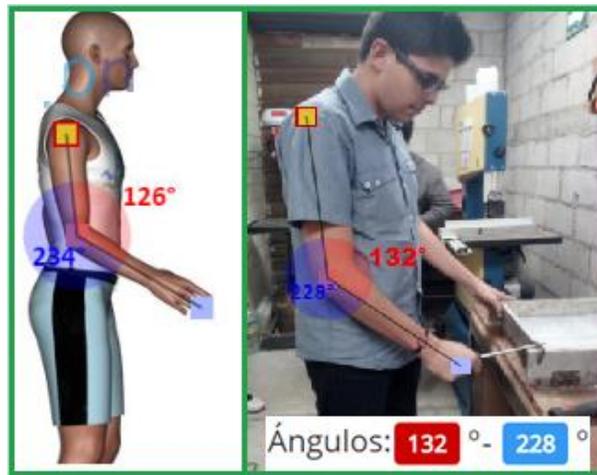
Para aplicar los métodos de evaluación ergonómica se deben realizar previamente las siguientes mediciones:

- **Ángulos**

Las mediciones por realizar sobre las posturas adoptadas por el colaborador del CII son fundamentalmente angulares. Es decir, los ángulos que forman los miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias. Dichas mediciones se llevarán a cabo empleando fotografías en las cuales adopta la postura estudiada y se medirán los ángulos sobre estas. Se llevará a cabo mediante el software proporcionado por Ergonautas, un portal web especializado en ergonomía ocupacional y evaluación ergonómica de puestos de trabajo de la Universidad Politécnica de Valencia. Dicho sitio web está dirigido por José Antonio Diego-Más.

- Flexión de antebrazo: 132°

Figura 32. **Medición de flexión de antebrazo**



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

- Flexión de cuello: 49°

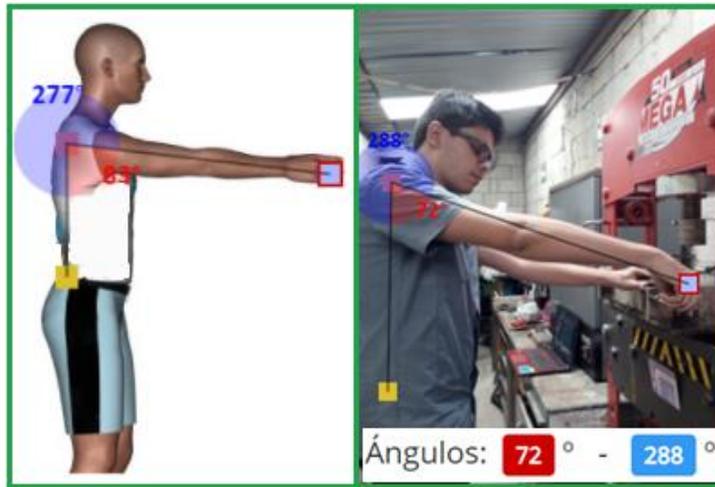
Figura 33. **Medición de flexión de cuello**



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

- Flexión de brazo: 72°

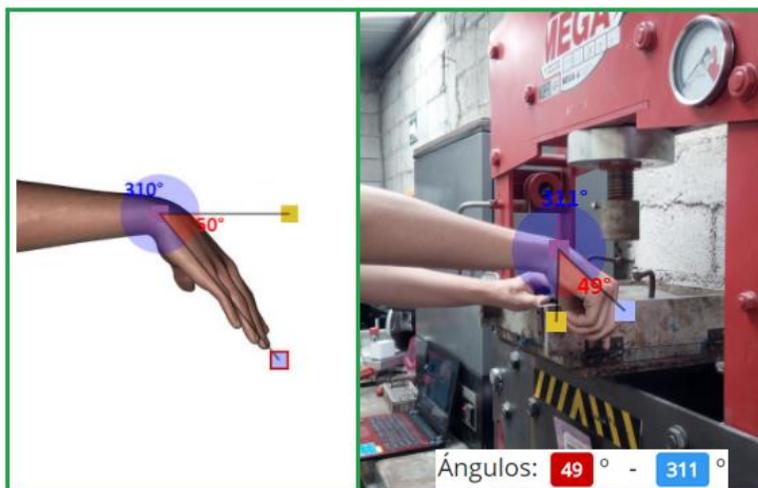
Figura 34. **Medición flexión de brazo**



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

- Flexión de la muñeca: 49°

Figura 35. **Medición de flexión de muñeca**



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

- Flexión de tronco: 49°

Figura 36. **Medición de flexión de tronco**



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

- Distancias
 - Del molino de martillos a la balanza: 27 m
 - De la balanza a la mesa de trabajo: 37,33 m
 - De la bodega de materia prima a la lavadora: 2,70 m
 - De la bodega de materia prima al molino (*crusher*): 2 m
 - Del molino a la mesa de moldado: 3,30 m
 - De la mesa de trabajo al horno: 1,50 m
 - Del horno a la prensa neumática: 2,20 m
 - De la prensa al área de moldado: 0,90 m
 - Del área de desmoldado a la sierra de cinta: 3,10 m
 - Del área de desmoldado al taladro: 3,90 m

- Pesos
 - Peso de la teja: 2,5 libras
 - Peso del molde: 15 libras

3.7.3. Selección de método

Para seleccionar adecuadamente el método de evaluación ergonómica que se aplicará en la línea de producción del CII se debe recoger información particular de cada factor de riesgo lo cual permite determinar cuál es el método que mejor se adapta a dichos factores.

Los factores de riesgo a evaluar son:

- Posturas forzadas
- Movimientos repetitivos
- Manipulación de cargas

Para determinar los métodos se utilizó el software que ofrece Ergonautas en su portal web. A continuación, en las figuras 37, 38 y 39 se muestran las preguntas que el software indica se debe responder, por cada factor de riesgo, para que posteriormente se recomiende el método más adecuado.

Figura 37. **Manipulación manual de carga**

 Manipulación Manual de Carga

Responde a las siguientes cuestiones respecto a las cargas manipuladas en la tarea...

¿Qué tipo de manipulación de carga se realiza?

- Se trata de levantamientos de carga sin transporte
- Se trata de levantamientos de carga con transporte
- Se trata de arrastres, empujes, levantamientos y transporte de carga

¿Las condiciones de la manipulación varían (por ejemplo alturas o pesos diferentes cada vez)?

- Las condiciones de la manipulación de carga no varían
- Las condiciones de la manipulación de carga varían

Fuente: Selección de métodos de evaluación ergonómica. <http://www.ergonautas.upv.es>.
Consulta: octubre de 2016.

Figura 38. **Repetitividad de movimientos**

 Repetitividad de movimientos

Responde a esta cuestión respecto a la repetitividad de los movimientos del trabajador...

¿Qué zona del cuerpo está afectada por la repetitividad y qué nivel de precisión deseas que tenga la evaluación?

- Afecta, únicamente, a la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo y se busca un nivel de detalle bajo en el análisis
- Se pretende realizar un análisis exhaustivo de la repetitividad de movimientos

Fuente: Selección de métodos de evaluación ergonómica. <http://www.ergonautas.upv.es>.
Consulta: octubre de 2016.

Figura 39. **Posturas inadecuadas**

Posturas inadecuadas

Responde a las siguientes cuestiones respecto a las posturas adoptadas susceptibles de provocar riesgo...

¿Qué nivel de precisión deseas que tenga la evaluación?

Se desea un análisis exhaustivo, con detalle y postura a postura

El análisis a realizar es global y sin detalle. Si existe algún riesgo se analizará después

¿Cuántas posturas inadecuadas parece adoptar el trabajador?

Existe un número limitado de posturas inadecuadas (5 o menos)

El número de posturas inadecuadas diferentes es elevado (más de 5)

¿Qué zonas del cuerpo adoptan mala postura?

La carga postural afecta, fundamentalmente, a las extremidades superiores

La carga postural afecta el cuerpo entero

Fuente: Selección de métodos de evaluación ergonómica. <http://www.ergonautas.upv.es>.

Consulta: octubre de 2016.

A continuación, se muestran las respuestas a las interrogantes planteadas en el software. Las respuestas se basan en la información y precisión que se desea obtener en el análisis ergonómica de la línea de producción del CII.

Manipulación manual de cargas

- Pregunta 1. ¿Qué tipo de manipulación de carga se realiza?
R// Se trata de levantamientos de carga con transporte.

- Pregunta 2. ¿Las condiciones de la manipulación varían (por ejemplo, alturas o pesos diferentes cada vez?)

R// Las condiciones de la manipulación de carga no varían.

De acuerdo con la información ingresada en el software de Ergonautas el método recomendado para evaluar la manipulación de cargas en la línea de producción del CII es el método de las Tablas de Snook y Ciriello ya que proporcionan directrices para la evaluación y el diseño de tareas con manipulación manual de cargas, considerando las limitaciones y capacidades de los estudiantes y técnicos del CII y contribuye a la reducción de las lesiones lumbares. Las tablas definen el peso máximo aceptable, que corresponde al mayor peso que una persona puede levantar a una frecuencia dada y durante determinado tiempo, sin llegar a estresarse o a cansarse excesivamente.

Movimientos repetitivos

- Pregunta 1. ¿Qué zona del cuerpo está afectada por la repetitividad y qué nivel de precisión deseas que tenga la evaluación?

R// Se pretende realizar un análisis exhaustivo de la repetitividad de movimientos.

La repetitividad de movimientos de los estudiantes y técnicos que operan en la línea de producción del CII se evaluará mediante el método JSI (*Job strain index*). Lo recomienda el software proporcionado en Ergonautas porque evalúa los puestos de trabajo y valora si las personas que los ocupan están expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos. El método se basa en la medición de seis variables, las cuales son:

- La intensidad del esfuerzo

- La duración del esfuerzo por ciclo de trabajo
- El número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo
- La desviación de la muñeca respecto a la posición neutra
- La velocidad con la que se realiza la tarea
- La duración de la tarea por jornada de trabajo

Posturas inadecuadas

- Pregunta 1. ¿Qué nivel de precisión desea que tenga la evaluación?
R// Se desea realizar un análisis exhaustivo, con detalle y postura a postura.
- Pregunta 2. ¿Cuántas posturas inadecuadas parece adoptar el trabajador?
R// Existe un número limitado de posturas inadecuadas (5 o menos)
- Pregunta 3. ¿Qué zonas del cuerpo adoptan malas posturas?
R// La carga postural afecta el cuerpo entero.

De acuerdo con las respuestas proporcionadas a las interrogantes planteadas en el software de Ergonautas respecto a las posturas adoptadas en la línea de producción del CII se recomienda emplear el método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). Se utiliza para evaluar de forma detallada la carga postural considerando el cuerpo completo. El método REBA evalúa posturas concretas de una en una, y es importante evaluar aquellas que supongan una carga postural más elevada.

3.8. Mantenimiento preventivo de equipo

En el lugar de trabajo correspondiente a la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería se cuenta con el siguiente mobiliario y equipo:

- Sierra de inglete
- Compresor de aire
- Horno digital
- Sierra de cinta
- Sierra de banco
- Barreno de precisión o de pedestal
- Molino (*crusher*)
- Molino de cuchillas
- Prensa neumática
- Horno de convección forzada
- Lavadora
- Un extintor
- Una mesa de trabajo
- Dos balanzas

De acuerdo con el diagnóstico realizado en el CII, el mobiliario y equipo ha generado diversos problemas. Como parte de la propuesta, se recomienda darle mantenimiento preventivo a la maquinaria para evitar que se deteriore rápidamente y su tiempo de vida útil se prolongue. Además, se desea evitar daños en la salud de las personas a causa de la maquinaria y equipo en mal estado. Se debe prestar atención especial al aislamiento del compresor de aire para evitar ruidos molestos que a largo plazo causen daños. También debe tomarse en cuenta que en la línea de producción se trabaja de pie, por lo que los

colaboradores del CII deben contar con un asiento para sentarse a intervalos y descansar. Además, los colaboradores deben contar con un calzado adecuado con tacón y no ser completamente plano, por lo que se recomienda utilizar botas industriales con punta de acero, ya que puedan caerles objetos pesados en los pies.

3.8.1. Ventilación

El diagnóstico de la ventilación, realizado en el capítulo anterior evidencia la necesidad de mejorarla, ya que puede causar graves problemas en la salud de las personas que laboran en el CII. Además, afecta las condiciones de confort de los estudiantes y técnicos que laboran en el CII porque la temperatura aumenta significativamente, sobre todo en las épocas de verano. Como consecuencia, disminuye el desempeño por la incomodidad y deshidratación. En la línea de producción del Centro de Investigaciones de Ingeniería se trabajan a altas temperaturas con los hornos, tanto el digital como el de convección forzada, además la ventilación en el área es escasa, lo que provoca un aumento de temperatura.

La ventilación inapropiada propicia la proliferación de hongos, virus y bacterias; los residuos tóxicos pueden quedar en el ambiente tras una desinfección o desinsectación mal realizada y exponen gravemente la salud de las personas. Los síntomas que se relacionan con una deficiente calidad del aire en el interior de un edificio son:

- Dolor de cabeza
- Náuseas
- Mareos
- Fatiga

- Piel seca
- Irritación de ojos
- Congestión nasal y tos

Además, debe tomarse en cuenta que la calidad deficiente del aire afecta el confort de las personas y provoca reacciones psicológicas, como cambios de humor o de estado de ánimo que afectan las relaciones interpersonales. Por lo que se recomienda utilizar la ventilación natural para la edificación: para ello, se deben construir ventanas del tamaño apropiado, rejillas de ventilación en las paredes para renovar de mejor manera el aire y contar con ventiladores.

3.8.2. Iluminación

En el capítulo II se diagnosticó la iluminación del Centro de Investigaciones de Ingeniería. De ello, se puede concluir que la iluminación no es la más adecuada en el área de trabajo. Se cuenta tanto con iluminación artificial como natural, sin embargo, no resulta apropiado aumentar la iluminación artificial pues esto contribuiría al aumento de temperatura en el lugar, por lo tanto, se recomienda optar por mejorar la iluminación natural.

La luz regula o altera funciones en el cuerpo humano. Una iluminación incorrecta puede generar posturas inadecuadas que, a la larga, causan alteraciones musculoesqueléticas. Es importante conocer los efectos generados por una iluminación inadecuada en los espacios de trabajo, éstos son:

- Trastornos oculares: dolor e inflamación en los párpados, fatiga visual, pesadez, lagrimeo, enrojecimiento, irritación, visión alterada.

- Cefalalgias: el dolor de cabeza aparece alrededor de los ojos normalmente detrás de ellos, la fatiga visual, que es la sobrecarga de los músculos que intervienen en el enfoque, puede causar dolor de cabeza.
- Fatiga: falta de energía y agotamiento. Cuando es causada por la iluminación, una persona que se levanta con energías las pierde fácilmente. Si la persona está agotada por estrés o falta de sueño, la fatiga se extiende por todo el día.
- Efectos anímicos: falta de concentración y de productividad, baja atención y desánimo.¹²

La iluminación es básica para la productividad y para mantener la buena salud de los colaboradores. Se recomienda mejorar la iluminación del área de trabajo dentro del CII a través del mantenimiento preventivo y limpieza periódica de las láminas del techo, en especial las transparentes porque facilitan el paso de la luz solar. Además, es conveniente contar con focos en el área de la línea de producción, para que si se trabaja en la tarde, noche o en días nublados, cuando la luz solar ha disminuido se pueda contar con iluminación artificial. Como consecuencia las condiciones laborales mejorarán y disminuirán los riesgos de errores y enfermedades en la visión de sus colaboradores.

3.9. Valoración de los factores de riesgo

En el capítulo cuatro se implementará la valoración de los factores de riesgo presentes en el Centro de Investigaciones de Ingeniería. Para ello, se debe conocer qué abarca dicha valoración. Consiste en valorar cuali-cuantitativamente de cada uno de los factores de riesgo identificados. Se utiliza el criterio Grado de Peligrosidad del factor de riesgo, el cual combina tres variables:

¹² Iluminación en el trabajo. <http://www.elfinancierocr.com/.../Mala-iluminacion-salud-trabajo.html>
Consulta: octubre de 2016.

- Exposición. Una variable objetiva, que consiste en la exposición al factor de riesgo, la cual es cuantificable y observable.
- Consecuencia. Una variable subjetiva, como la consecuencia posible que se tendría como resultado de la exposición. Es subjetiva porque su calificación depende del observador y su capacidad para discriminar la gravedad de los daños que pueden ocurrir ante la exposición al factor de riesgo.
- Probabilidad. Esta última variable indica la probabilidad de que ocurra la secuencia del accidente y consecuencias.

La fórmula del grado de peligrosidad es la siguiente:

$$GP = C * E * P$$

Donde:

GP = Grado de peligrosidad

C = Consecuencia

E = Exposición

P = Probabilidad

Estos valores se obtienen de la escala para valoración de riesgo que generan accidentes de trabajo tal como se muestra en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Escalas para valoración de factores de riesgo que generan accidentes de trabajo**

Valor	Consecuencias
10	Muerte
6	Lesiones incapacitantes permanentes
4	Lesiones con incapacidades no permanentes
1	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y/o pequeños daños económicos
Valor	Probabilidad
10	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar
7	Es completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad de actualización del 50 %
4	Sería una coincidencia rara. Tiene una probabilidad de actualización del 20 %
1	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo, pero es concebible. Probabilidad del 5 %
Valor	Exposición
10	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día.
6	Frecuentemente o una vez al día
2	Ocasionalmente o una vez por semana
1	Remotamente posible

Fuente: MONDELO, Raúl. *Metodología de aplicación del método fine para valorización de riesgos en una subestación*. p 131. Consulta: diciembre de 2016.

3.10. Costo/beneficio

Es necesario administrar adecuadamente los recursos con los que se cuenta, de acuerdo con las necesidades planteadas en el Centro de Investigaciones de Ingeniería. El costo/beneficio es el precio del beneficio que se adquirirá. Los costos en los que se incurren deben verse como una inversión pues se obtendrán beneficios a futuro. Los costos se incrementarán en la medida que no se les presta atención pues tendrán mayores consecuencias.

El Costo/Beneficio que se presenta para la línea de producción de material reciclado del CII implica lo siguiente:

- Darles mantenimiento periódico a las láminas transparentes del techo del CII en la sección de Gestión de la Calidad para que pase la mayor cantidad de luz solar posible y así las personas laboren con mayor eficiencia.
- Realizar limpieza constantemente para que el área de trabajo se mantenga limpia y así las personas se sientan cómodas y desarrollen sus actividades en un ambiente confortable.
- Colocar material aislante alrededor del compresor de aire para reducir el ruido que provoca al estar funcionando y así evitar molestias y problemas auditivos que afecten la salud y el rendimiento de los estudiantes y técnicos que colaboran en el CII.
- Dar mantenimiento periódico a la maquinaria evitará que ésta se deteriore rápidamente y así el tiempo en que deberá adquirirse nueva maquinaria será mayor.
- Ordenar el área de trabajo y despejar la ruta de evacuación permitirá a las personas moverse con mayor libertad y evacuar el área rápidamente en caso de una emergencia.
- Comprar ventiladores evitará que el rendimiento de los estudiantes y técnicos del CII disminuya debido al calor del ambiente además evitará que se deshidraten, de esta manera podrán trabajar con mayor eficiencia y se mantendrán un buen ritmo de trabajo.

- Contar con herramientas en buen estado y adecuadas a las tareas que se realizan en la línea de producción de material reciclado del CII, permitirá que dichas tareas se realicen con mayor facilidad y no se ponga en riesgo la salud de los colaboradores.
- Tener una mesa de trabajo apropiada para llevar a cabo el desmoldado de la teja evitará que los estudiantes y técnicos adopten posturas inadecuadas o realicen movimientos inapropiados que le puedan generar algún tipo de lesión.

A continuación, se presentan los costos de inversión, de producción, de mantenimiento y de operación en las tablas XVIII, XIX, XX y XXI respectivamente.

Tabla XVIII. **Costos de inversión**

Concepto	Costo
Herramientas y moldes	Q 2 570,50
Equipo de protección personal	Q 595,00
Capacitación y adiestramiento	Q 290,00
Total	Q 3 455,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Costos de producción**

Concepto	Costo al mes
Materia prima	Q 788,35
Energía eléctrica	Q 875,30
Agua	Q 19,15
Mano de obra directa	Q 5 615,00
Total	Q 7 297,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Costos de mantenimiento**

Concepto	Costo al mes
Mantenimiento	Q 280,40

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Costos de operación**

Concepto	Costo al mes
Costo de producción	Q 7 297,80
Gasto de administración	Q 100,00
Total	Q 7 397,80

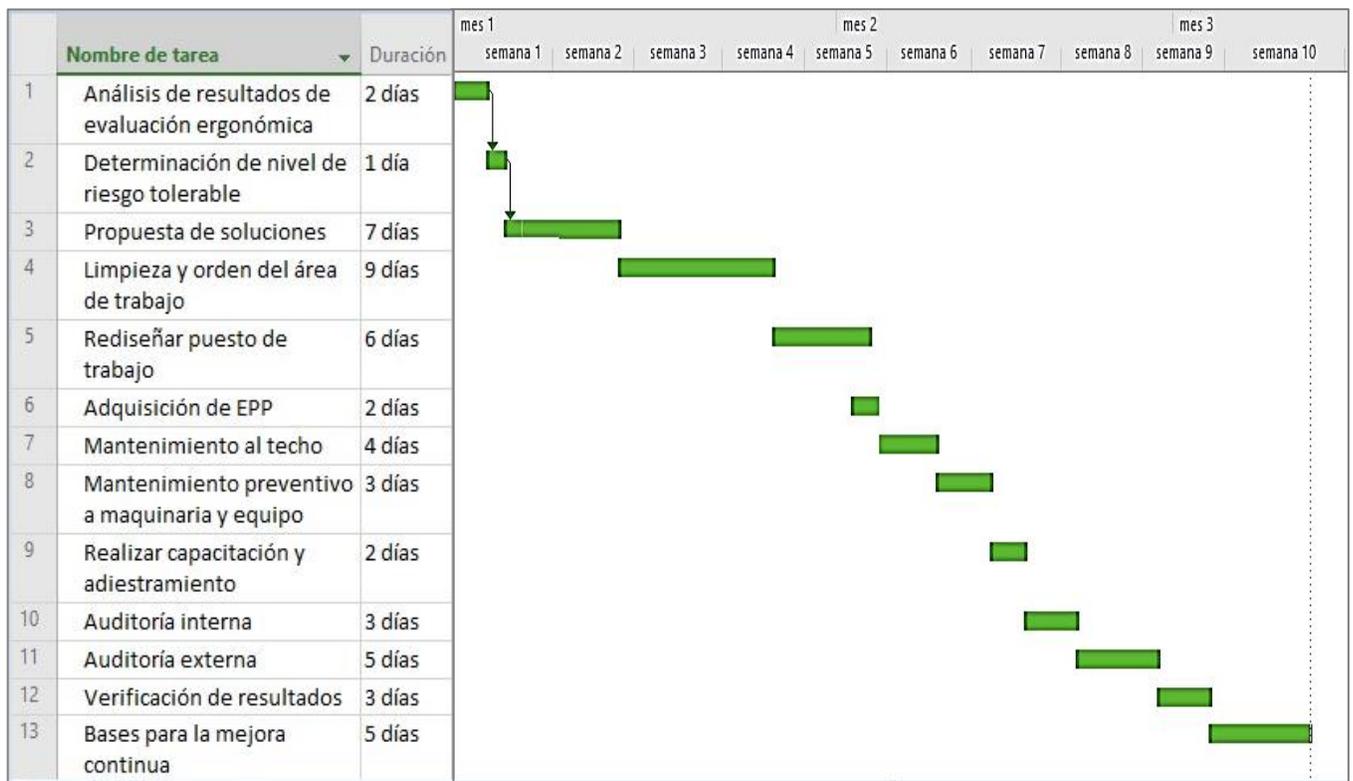
Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Plan de implementación

En el plan de implementación se planea la estrategia de implementación para incorporar las buenas prácticas de ergonomía a la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería, dicho plan se puede observar en la figura 40.

Figura 40. Plan de implementación



Fuente: elaboración propia.

4.2. Soluciones

La implementación de la propuesta en la línea de producción de material reciclado del CII marca la diferencia en las actividades laborales, pues se desarrollan con mayor eficiencia. Además, se genera un ambiente de trabajo agradable y seguro, proporcionando mayor confort a las personas para que desarrollen sus tareas de una mejor manera.

De acuerdo con el diagnóstico realizado se presentan las siguientes soluciones:

- Manipulación de cargas: se deben manipular las cargas cerca del cuerpo, a una altura comprendida entre la altura de los codos y los nudillos, de esta manera se disminuye la tensión en la zona lumbar.
- Levantamiento de cargas: para levantar objetos, como los moldes y las tejas ya elaboradas, se debe flexionar las rodillas, además, el objeto no debe exceder la altura del pecho para evitar lesiones o molestias en la espalda. También se recomienda no torcer la espalda al levantar una carga y utilizar los pies para dar pasos cortos y girar el cuerpo entero. Si el objeto es muy pesado, conviene pedir ayuda y evitar desplazamientos extensos que requieran gran esfuerzo.

La figura 41 muestra la manera correcta de realizar el levantamiento de cargas desde el suelo.

Figura 41. **Manera correcta de levantamiento de cargas**



Fuente: Levantamiento de cargas. <http://argussolucionesintegrales.com/levant-de-cargas>.

Consulta: diciembre de 2016.

- Trabajo de pie: las tareas que conforman el proceso de la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería, se llevan a cabo de pie, por lo que es de suma importancia prestar atención a las siguientes propuestas de solución:
 - Alternar esta postura con otras que faciliten el movimiento.
 - Adaptar la altura del puesto al tipo de esfuerzo que se realiza.
 - Cambiar frecuentemente la posición de los pies a modo de repartir el peso de las cargas.
 - Utilizar un reposapiés.
 - Utilizar calzado adecuado, cómodo.
 - Evitar inclinar mucho el tronco, girarlo o echarlo atrás.

- Realizar pausas durante la jornada de trabajo para relajar el cuerpo y cambiar de postura. Esto proporciona una recuperación de energía y una adecuada limpieza del tejido muscular.
- Carga física: la solución será tener una buena distribución de tareas a manera que las personas puedan desarrollarlas según sus capacidades y habilidades, especialmente sin comprometer su salud.
- Carga mental: se debe proporcionar la formación y el entrenamiento adecuado para la realización de la tarea. Además, organizar el trabajo de manera que se reduzca la probabilidad de aparición de fatiga.
- Realizar ejercicios de estiramiento a manera de relajar y estirar los músculos y así evitar dolores posteriores debido a las posturas que adoptó el cuerpo en las tareas que se llevaron a cabo.
- Mantenimiento de maquinaria y equipo: dar mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo para que funcionen perfectamente y se eviten los costos de cambiarlas cada cierto tiempo, así como vibraciones y ruidos molestos.

4.3. Observación y encuesta para la identificación inicial de riesgos

Es importante identificar los riesgos que afectan el desempeño y la salud de los estudiantes y técnicos en el CII para tomar acciones pertinentes de acuerdo con el daño que dichos riesgos puedan generar. Es necesario realizar una observación minuciosa y una encuesta al colaborador en su puesto de trabajado dentro de la línea de producción para poder identificar correctamente los riesgos a los que se ven expuestos.

4.3.1. Análisis sobre carga física

La carga física implica riesgos de lesión muscular por sobreesfuerzos, por lo que es importante analizar las posturas que se adoptan durante las operaciones que conforman la línea de producción del CII. En la tabla XXII se muestra el formato de encuesta utilizado para identificar la carga física así como las respuestas obtenidas a partir de la observación realizada en las operaciones que llevan a cabo los colaboradores de la línea de producción del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

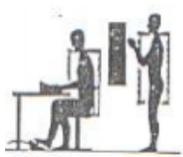
Tabla XXII. **Identificación de carga física**

Instrucciones: marque con una "X" la postura que considera se asemeja a la que usted adopta en su puesto de trabajo.				
Cuello-hombros				
Postura	Figura	Valor	Presencia	
Libres y relajados		1		
En postura natural pero limitados por el trabajo		2		
Tensos debido al trabajo		3		
Cuello torcido o ladeado y/o los antebrazos a nivel de los hombros		4	X	

Continuación de tabla XXII.

Cuello inclinado hacia atrás, gran demanda de fuerza de los brazos		5	
Codo-muñeca			
Postura	Figura	Valor	Presencia
Libres, en una postura a lección, pequeña demanda de fuerza		1	
Brazos en la posición requerida por el trabajo, pequeña tensión de vez en cuando		2	
Brazos tensos y/o las articulaciones en una postura extrema		3	
Brazos en contracción estática mantenida y/o movimientos repetitivos		4	X
Gran demanda de fuerza han de realizar movimientos en los brazos o éstos rápidos		5	
Espalda			
Postura	Figura	Valor	Presencia
En una postura natural y/o bien apoyado en la silla o de pie		1	

Continuación de tabla XXII.

En buena postura pero limitada por el trabajo		2	
Inclinado y/o mal apoyado		3	
Inclinado y torcido sin apoyo		4	X
En mala postura durante el trabajo pesado		5	
Cadera-piernas			
Postura	Figura	Valor	Presencia
En posición libre que puede cambiarse cuando se desee, apoyando durante el trabajo sentado		1	
En buena postura, pero limitado por el trabajo		2	
Mal apoyado, o de pie con apoyo inadecuado		3	X

Continuación de tabla XXII.

Apoyado sobre un pie o en una posición de rodillas o agachado		4	
En mala postura durante un trabajo pesado		5	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con las tareas que se realizan en la línea de producción de material reciclado del CII se valoraron las posturas y los movimientos de trabajo para cuello-hombros, codo-muñeca, espalda y caderas-piernas, por separado y se obtuvieron los siguientes valores: 4, 4,4 y 3, respectivamente. La clasificación final es el peor valor de las cuatro clasificaciones. En este caso la clasificación es de valor 4, por lo tanto, se deben tomar acciones para evitar los problemas de salud que pueda ocasionar la carga física en los colaboradores de la línea de producción. Las medidas a tomar son:

- Combinar y tratar de alternar la postura de trabajo de pie con otras posturas como la de sentado u otras que impliquen movimiento, ya que todo el trabajo se realiza de pie.
- Realizar una evaluación rápida de la carga cuando su manipulación se realice manualmente, implementando un plan rápido de manipulación adecuado y procurando que la carga no supere los 25 kg. Esto es de mayor importancia cuando en el Centro de Investigaciones se cambiará de material o parte del proceso se modificará ya que por lo mismo las cargan

pueden variar y se debe verificar que la manipulación sea la adecuada y no comprometa la salud de las personas.

- Combinar los esfuerzos estáticos y dinámicos en el desarrollo de las actividades, a fin de lograr que el incremento del ritmo cardíaco se mantenga estable.
- Tener al alcance de los estudiantes y técnicos las herramientas necesarias para llevar a cabo su actividad laboral.

4.3.2. Análisis sobre carga mental

El desempeño de los colaboradores merma cuando están fatigados, estresados, cansados o adoloridos. La fatiga mental se reconoce en la reducción de la actividad cuyo origen está en la disminución de la atención, lentitud del pensamiento y una disminución de la motivación. También puede presentarse irritabilidad, ansiedad o estados depresivos. Por ello, se debe realizar una encuesta para determinar la incidencia de la carga mental en los colaboradores del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Se utilizará el método LEST en la dimensión de carga mental. La valoración se realizará después de la observación directa de las condiciones del puesto de trabajo, por medio de un cuestionario de observación. En la siguiente hoja se muestran las preguntas que se les realizaron a los colaboradores del CII, las cuales corresponden a las interrogantes que sugiere el método LEST. Posteriormente, se muestran los datos obtenidos a partir de la información proporcionada por los colaboradores de la línea de producción del CII y la observación directa.

A continuación, se presentan la información obtenida a través de las interrogantes planteadas, en el formato que se muestra en el apéndice 1, a los colaboradores del CII y de la observación directa.

- ¿Cómo es el tipo de trabajo?

Respuesta: Repetitivo

Tiempos

- ¿Cuánto tiempo necesita el trabajador para alcanzar el ritmo al que trabaja normalmente?

Respuesta: \leq ½ hora

- ¿Existen pausas sin contabilizar las reglamentarias?

Respuesta: Sin pausas

- ¿Es trabajo en cadena?

Respuesta: Si

- ¿Hay recuperación de los retrasos?

Respuesta: Durante el trabajo

- ¿El trabajador puede ausentarse del puesto fuera de las pausas establecidas?

Respuesta: Si

- ¿En caso de ausentarse momentáneamente el trabajador debe hacerse sustituir?

Respuesta: Si

- ¿La ausencia del trabajador retrasa la producción o no tiene consecuencias?

Respuesta: Con riesgo de atrasos

Atención

- ¿Cuál es el nivel de atención requerido?

Respuesta: Elevado

- ¿Cuál es la duración del mantenimiento de atención por cada hora de trabajo?

Respuesta: 20 a 40 minutos

- ¿Cuál es la importancia de los riesgos que puede acarrear la falta de atención del trabajador?

Respuesta: Accidentes serios

- ¿Cuál es la frecuencia de los riesgos a los que se enfrenta el trabajador en caso de falta de atención?

Respuesta: Intermitente

- ¿Existe posibilidad de hablar en el puesto al no existir impedimentos técnicos?

Respuesta: Intercambio de palabras

- ¿Cuánto es el tiempo que el trabajador puede apartar la vista de la tarea por cada hora de trabajo?

Respuesta: 10 a 15 minutos

Complejidad

- ¿Cuál es la duración media de las operaciones realizadas por el trabajador?
Respuesta: $\geq 16''$
- ¿Cuál es la duración de un ciclo de trabajo?
Respuesta: De 5' a < de 7'

Los datos anteriores, se introdujeron en el software Ergonautas, que realiza un análisis virtual. Para ello, el analista recolecta e ingresa la información para que el software almacene los datos, realice los cálculos y arroje los resultados.

En la tabla XXIII se presenta la escala de valoración con la cual se calificaron los datos obtenidos.

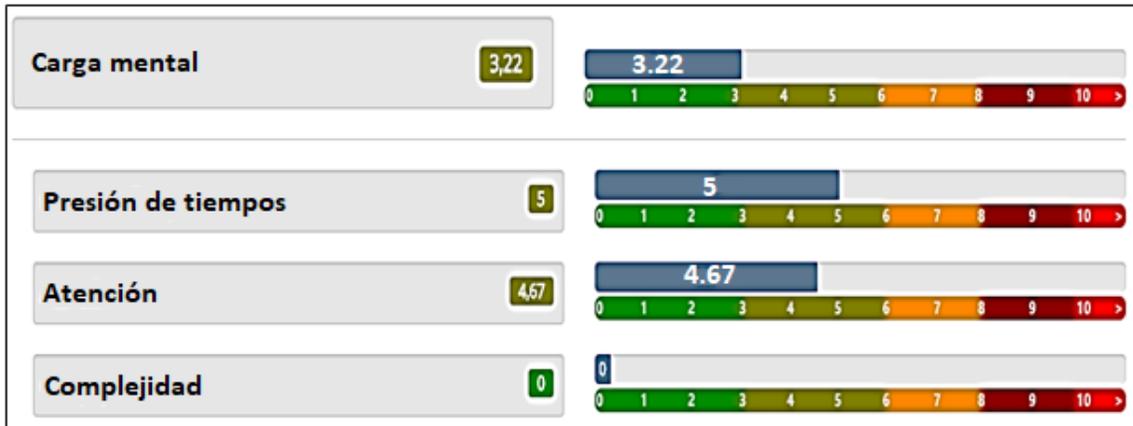
Tabla XXIII. **Escala de valoración**

Color/Puntuación	Valoración
0,1,2	Situación satisfactoria.
3,4,5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
6,7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
8,9	Molestias fuertes. Fatiga.
10	Nocividad.

Fuente: Ergonautas. www.ergonautas.upv.es. Consulta: diciembre de 2016.

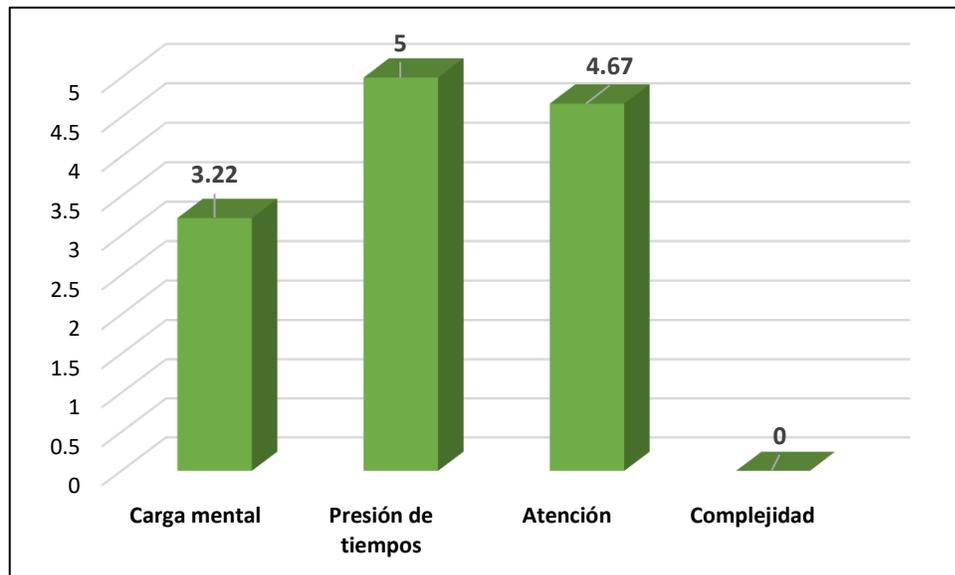
Los resultados de análisis de carga mental se presentan en la figura 42.

Figura 42. **Resultados análisis de carga mental**



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

Figura 43. **Gráfica de resultados**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la figura 42. Realizada: octubre de 2017.

En la figura 43 se muestran los resultados obtenidos del análisis de carga mental en la línea de producción del CII. Como se puede observar se obtuvo una valoración de 3.22 para la carga mental. Esto significa que las molestias son débiles. Sin embargo, no se debe descartar una posibilidad de mejora además de prevenir futuras complicaciones. Por ello, se propone adaptar el puesto de trabajo en la medida de lo posible para hacerlo más cómodo y agradable. Además, se recomienda hacer pausas, tomando en cuenta que son más adecuados los descansos frecuentes de corta duración antes de alcanzar la fatiga que los descansos prolongados cuando ya se ha fatigado la persona. De esta manera, el rendimiento de los estudiantes y técnicos será mayor y se evitarán riesgos en su salud.

4.3.3. Análisis sobre el entorno

Un ambiente carente de las condiciones adecuadas afecta la capacidad física y mental de las personas, por lo que es importante analizar el entorno de trabajo en el cual se llevan a cabo las actividades de la línea de producción del CII. Se deben analizar los factores del entorno para prevenir su influencia negativa y conseguir mayor confort y bienestar para el trabajador y así obtener un óptimo rendimiento. Para realizar un análisis sobre el entorno se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- Ambiente térmico
- Ambiente luminoso
- Ruido
- Vibraciones

Se utilizará el método LEST en la dimensión de entorno físico. En el apéndice 2 se muestran las preguntas que sugiere el método LEST, las cuales

permitirán obtener un diagnóstico de la situación actual del entorno del Centro de Investigaciones de Ingeniería, donde se ubica la línea de producción de material reciclado. Posteriormente, se mostrarán los datos obtenidos junto con su respectivo análisis.

A continuación, se presentan la información obtenida a partir de la observación directa del entorno de trabajo del CII.

Esfuerzo realizado en el puesto de trabajo

- ¿Carga física?
Respuesta: Elevada (6,7)

Ambiente térmico

- ¿Cuál es la exposición diaria a la temperatura efectiva?
Respuesta: 5 h 30 minutos a < 7h
- ¿Cuántas veces cambia la temperatura en la jornada?
Respuesta: 25 o menos

Ambiente luminoso

- ¿Contraste, diferencia entre la luminancia de los objetos a observar y el fondo?
Respuesta: Débil
- ¿Cuál es el nivel de percepción requerido por la tarea?
Respuesta: Moderado
- ¿El trabajo se realiza con luz artificial permanente?
Respuesta: No permanente

- ¿Existen fuentes de deslumbramiento?

Respuesta: No

Ruido

- ¿Cómo es el nivel de ruido?

Respuesta: Variable

- ¿Hay ruidos impulsivos?

Respuesta: Menos de 15 al día

Vibraciones

- ¿Duración de la exposición a las vibraciones?

Respuesta: Menos de 2 horas

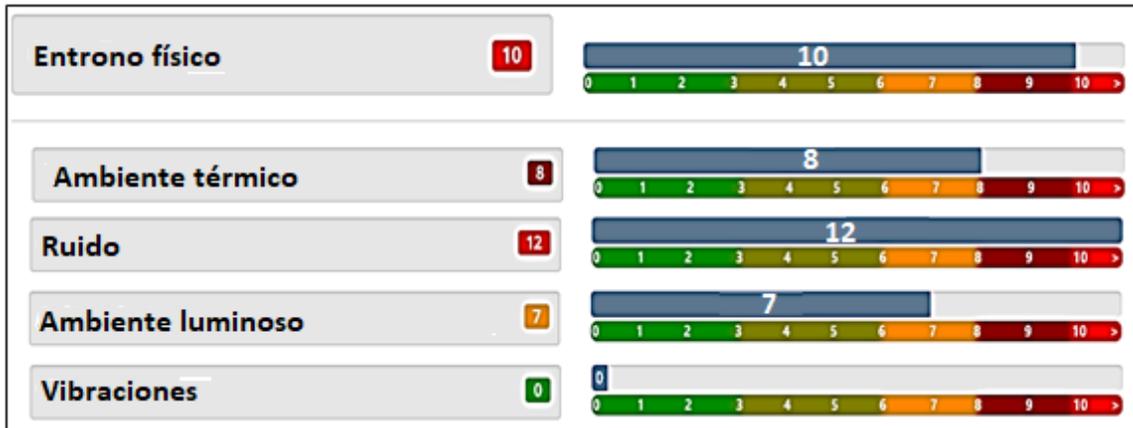
- ¿Carácter de las vibraciones?

Respuesta: Poco molestas

La información a partir del cuestionario de observación, se introdujo en el software Ergonautas, el cual realiza un análisis virtual. El analista debe capturar la información para que el programa almacene los datos, realice los cálculos y arroje los resultados.

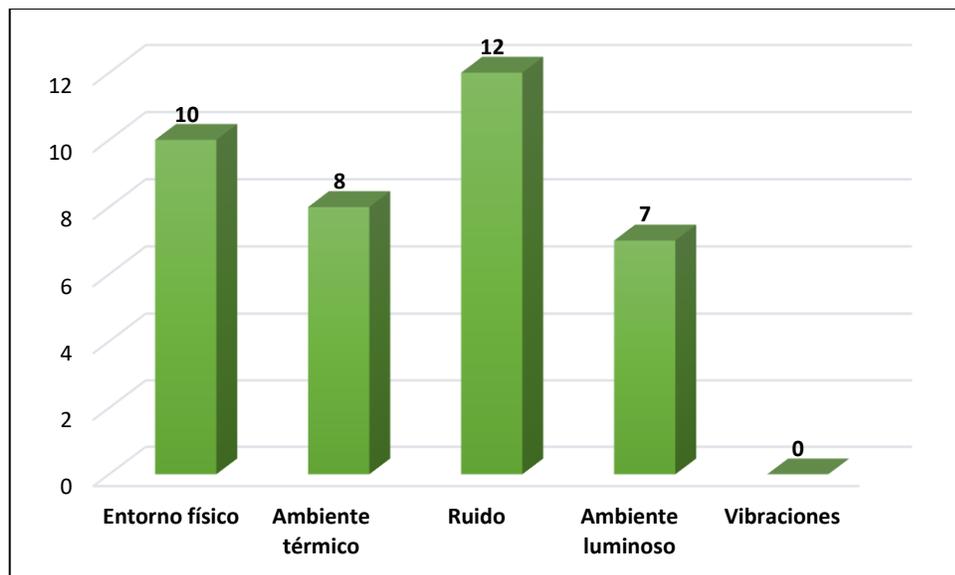
En la figura 44 se muestran los resultados de encuesta de entorno.

Figura 44. Resultados encuesta de entorno



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

Figura 45. Gráfica de resultados



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la figura 44. Realizada: octubre de 2017.

De acuerdo con la escala de valoración de la tabla XXIII y los datos obtenidos de la encuesta realizada se obtuvieron los resultados mostrados en la figura 45. El valor total para el entorno es de 10 por lo cual se puede decir que el entorno físico del Centro de Investigaciones de Ingeniería es nocivo para la salud de los colaboradores. Esto implica tomar acciones inmediatas. Para mejorar las condiciones del entorno físico se recomienda lo siguiente:

- Proporcionar una iluminación suficiente a los estudiantes y técnicos de forma que puedan trabajar en todo momento de manera eficiente y confortable. Tomando en cuenta que se pueda presentar el caso donde se deba trabajar a horas donde la luz natural es débil, considerando que en su mayoría la iluminación es natural.
- Evitar los cambios bruscos de luminosidad.
- Combinar el uso de luz natural con la luz artificial. Además, la luz que entra por las ventanas ha de poder filtrarse a través de difusores como persianas, cortinas, etc.
- Realizar un mantenimiento periódico de lámparas y de las láminas transparentes con las que cuenta el Centro de Investigaciones de Ingeniería para asegurarse que estén en excelente estado.
- Aislar las fuentes de ruido, en este caso el compresor de aire que se utiliza para el funcionamiento de la prensa neumática.
- Dar mantenimiento periódico a las máquinas del Centro de Investigaciones de Ingeniería para evitar el ruido.
- Proporcionar una ventilación adecuada a los colaboradores del CII para evitar que se deshidraten por el exceso de calor en el ambiente, sobre todo en época de verano además del calor que se genera por el funcionamiento del horno.

4.4. Amplitud de los factores de riesgo

Es importante conocer la amplitud de los factores de riesgo para identificar en qué medida afectan la salud y desempeño de los estudiantes y técnicos del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Posteriormente, se deberán tomar las medidas preventivas y correctivas, según sea el caso.

4.4.1. Medición

Para medir la amplitud de los factores de riesgo presentes en el Centro de Investigaciones de Ingeniería se debe realizar el siguiente procedimiento de evaluación del puesto de trabajo:

1. Conocer el Centro de Investigaciones de Ingeniería, la sección a la que pertenece la línea de producción de material reciclado, su estructura jerárquica, turnos y horarios, la planificación y organización del tiempo de trabajo.
2. Conocer y describir las características y factores más importantes del lugar de trabajo que se analizará, por ejemplo, los productos y procesos que se realizan, el número de colaboradores, los turnos, las pausas y cualquier problema o incidente que pueda existir en el lugar de trabajo.
3. Observar el puesto de trabajo, describir el entorno físico, las herramientas manuales, el orden y limpieza en el entorno, el espacio disponible, la maquinaria presente, el nivel y adecuación de la iluminación, el calor o frío excesivo, el nivel de ruido, los equipos de protección individual en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.
4. Si como resultado del paso 3 se ha encontrado que se debe mejorar un aspecto del lugar de trabajo, equipo y condiciones de trabajo, entonces se deben proponer acciones preventivas y recomendaciones. Si el problema

identificado requiere una acción preventiva prioritaria y urgente se debe informar a los responsables la toma de medidas inmediatas.

5. Conocer al trabajador presente en el puesto, previamente a la evaluación. Se debe informar sobre el motivo de su presencia. Se le debe pedir que realice su tarea de la forma habitual y procure que su forma de actuar no se vea condicionada por la evaluación. Esto se hace para que las personas realicen sus tareas a un ritmo normal y se sientan cómodos al formar parte del estudio y evaluación.
6. Observar el puesto de trabajo mientras las personas desempeñan su labor. Realizar grabaciones en video para observar detalladamente las operaciones que conforman la línea de producción de material reciclado. Analizar el número de tareas distintas realizadas.
7. Determinar el número de tareas distintas realizadas por el trabajador, analizar y describir con cuidado cada una de ellas.
8. Para cada una de las tareas, y para cada factor de riesgo, seleccionar el método de evaluación ergonómica. Se debe emplear métodos específicos por cada factor de riesgo.
9. Durante la realización de cada tarea, y según los métodos de evaluación escogidos, se debe realizar la toma de datos y mediciones: ángulos, distancias, pesos.
10. Con los datos obtenidos se debe aplicar cada método de evaluación. A partir de los resultados se debe valorar de forma ergonómica, cada factor de riesgo en cada tarea. Si en algún caso el nivel de riesgo no es tolerable, se propondrán medidas correctivas o un rediseño del puesto.
11. Dar las conclusiones de la evaluación. Indicar los problemas detectados y las medidas correctivas propuestas.

4.5. Puestos de trabajo de acuerdo con las características y competencias del operario

En el ambiente de trabajo de la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería interactúan los siguientes elementos:

- El colaborador con características físicas y mentales.
- El puesto de trabajo que comprende las herramientas, maquinaria, equipo entre otros objetos de trabajo.
- El ambiente de trabajo que comprende la temperatura, el ruido, agentes contaminantes, entre otras condiciones.

La interacción de estos elementos determina la manera por la cual se desempeña una tarea y sus demandas físicas. A través de la ergonomía se logra que el lugar de trabajo, herramientas y tareas se adapten a las características de los trabajadores. De esta manera se obtendrán mejores resultados en el desempeño laboral de las personas, además de preservar su salud.

4.5.1. Diseño

La función principal de la Ergonomía es la adaptación de las máquinas y puestos de trabajo al hombre. El puesto de trabajo es el lugar que ocupa un trabajador cuando desempeña una tarea. El puesto de trabajo debe estar diseñado para evitar enfermedades relacionadas con condiciones laborales deficientes, además para asegurar que el trabajo sea productivo en la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Los principios del diseño ergonómico de los puestos de trabajo son:

- Considerar siempre a las personas en relación con el espacio de trabajo.
- Dar prioridad a las personas respecto con el espacio de trabajo.
- Dirigir el estudio del espacio de trabajo a aumentar la seguridad, el bienestar y la eficiencia.
- Evaluar el diseño realizado según requerimientos y necesidades.
- Evitar cualquier posición inclinada o anormal del cuerpo, que ponga en tensión ciertos músculos o que moleste a la circulación de la sangre.
- Evitar que los brazos o las piernas permanezcan en posturas estáticas y por encima, en el caso de los brazos, del nivel del corazón.
- Mover los brazos alternativa o simétricamente, ya que el movimiento de un solo brazo exige un esfuerzo estático de la musculatura del torso.
- La altura del plano de trabajo (mesa, maquinaria, etc.) debe elegirse de tal modo que la parte del cuerpo esté ligeramente inclinada hacia adelante. Considerando como punto medio, la altura de los codos.
- La distancia entre el objeto y los ojos debe definirse según la dificultad visual que presente la tarea.
- Las condiciones de seguridad de trabajo (máquinas, equipos, etc.), deben cumplir las normas de seguridad, es decir, deben de ser seguras cumpliendo con las normas legales y/o técnicamente reconocidas.¹³

Las tareas que se realizan en la línea de producción de material reciclado se realizan de pie, por lo que deben considerarse los siguientes aspectos:

- Se debe facilitar al colaborador del CII un asiento para que pueda sentarse a intervalos periódicos.

¹³ Ergonomía en la salud. file:///C:/Users/tto/Downloads/Ergonom%C3%ADa_Salud_2_Parte.pdf.
Consulta: noviembre de 2016.

- Las personas deben poder trabajar con los brazos a lo largo del cuerpo y sin tener que encorvarse ni girar la espalda excesivamente para desempeñar sus labores diarias.
- La superficie de trabajo debe ser ajustable a las distintas alturas de los colaboradores y las distintas tareas que deban realizar.
- Si la superficie de trabajo no es ajustable, hay que facilitar un pedestal para elevar la superficie de trabajo a las personas más altas. A los más bajos, se les debe facilitar una plataforma para elevar su altura de trabajo. Estas necesidades se presentan, sobre todo, en el uso de la prensa neumática, por lo cual se sugiere el uso de un pedestal como se muestra en la figura cuarenta y seis.
- Se debe facilitar un banco para ayudar a reducir la presión sobre la espalda y para que la persona pueda cambiar de postura. Trasladar peso de vez en cuando disminuye la presión sobre las piernas y la espalda.
- Los estudiantes y técnicos deben llevar zapatos cómodos. Se recomienda utilizar botas industriales de punta de acero para proteger los pies en caso de que alguna herramienta o material pesado caiga sobre éstos.
- Debe haber espacio suficiente en el suelo y para las rodillas a fin de que la persona pueda cambiar de postura mientras trabaja y evitar mantener una postura estática.
- El colaborador no debe necesitar estirarse para realizar sus tareas. Así pues, el trabajo se deberá realizar a una distancia de 8 a 12 pulgadas (20 a 30 centímetros) frente al cuerpo.

El pedestal para el uso de la prensa neumática se puede observar en pleno funcionamiento en la figura 46.

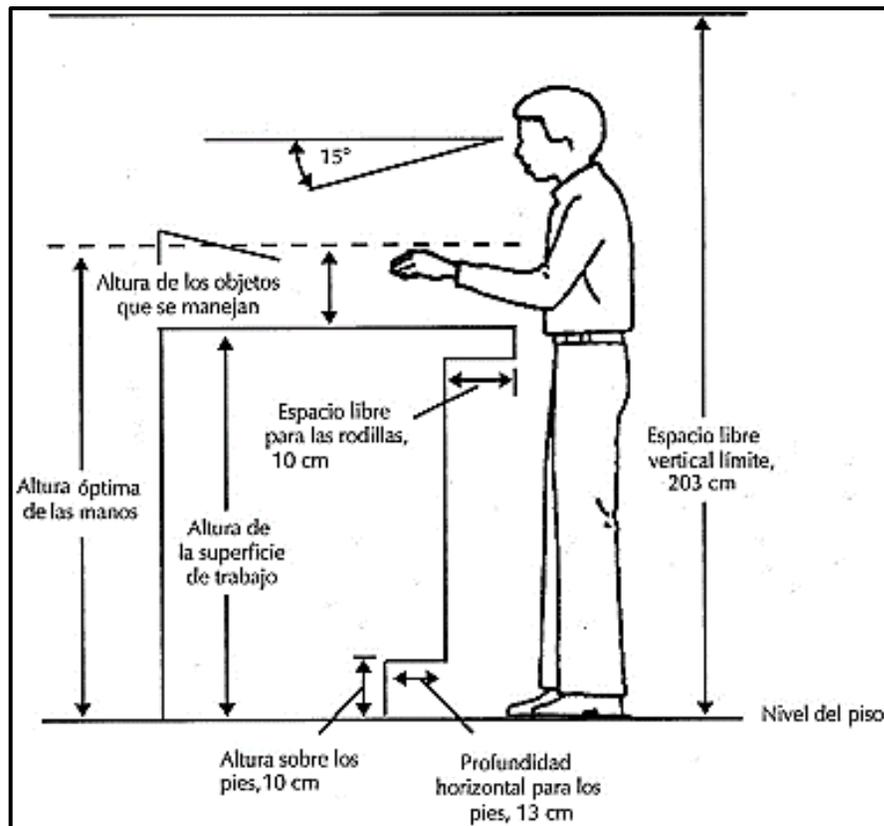
Figura 46. **Pedestal para el uso de la prensa neumática**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad, CII.

Las dimensiones recomendadas para la estación de trabajo en la postura de pie se indican detalladamente en la figura 47.

Figura 47. Dimensiones recomendadas para la estación de trabajo de pie



Fuente: NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos*. Consulta: diciembre de 2016.

4.5.2. Asignación de tareas a cada operario

Para realizar la asignación de tareas en la línea de producción de material reciclado se deben analizar los recursos que la tarea requiere y aprender el dominio o área de trabajo en el que se lleva a cabo dicha tarea. Además, se debe tomar en cuenta que la tarea tiene que hacerse según las normas y reglamentos establecidos. Así mismo, establecer los objetivos que el estudiante o técnico del

CII debe alcanzar, indicando cuáles son las condiciones en las que debe trabajar y cuáles pueden imponer limitaciones para alcanzar los objetivos planteados. Además, se deben determinar las habilidades del trabajador así como el esfuerzo que requiere la tarea y establecer la cantidad adecuada de personas destinadas a llevar a cabo dicha tarea.

Se realizó el estudio de cada una de las estaciones de trabajo y se propusieron soluciones que pueden ser competencia de la ingeniería, de tipo administrativo o de equipo de protección personal. Siguiendo el flujo del proceso se analizan las siguientes tareas y se propone un número de personas por cada tarea.

- Extracción de fibra de bambú en el molino de martillos. (Una persona)
- Pesado de materias primas. (Una persona)
- Separación de materiales en capas. (Una persona)
- Control de materia prima pesada. (Una persona)
- Traslado de materiales a la mesa de trabajo (Dos personas)
- Formación de capas en el molde. (Una persona)
- Traslado del molde al horno industrial. (Dos personas)
- Sacar el molde del horno. (Dos personas)
- Prensado. (Dos personas)
- Desmoldado. (Dos personas)
- Almacenaje de producto terminado. (Dos personas)

4.5.3. Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo están vinculadas al estado del entorno laboral del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Esto se refiere a la calidad, la seguridad, la limpieza del área de trabajo, entre otros factores que inciden en el

bienestar y la salud de los colaboradores. Las condiciones de trabajo incluyen los entornos físicos donde se realiza el trabajo, las condiciones medioambientales y las condiciones organizativas.

Condiciones físicas

Son los factores físicos del ámbito de trabajo que deben estar dentro de los niveles recomendados para proteger la salud de los colaboradores del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Las condiciones físicas son las siguientes:

- **Ruido:** cuando las personas están sometidas a altos niveles de ruido pueden sufrir pérdidas de su capacidad auditiva hasta padecer sordera, esto merma la eficiencia de los trabajadores. Los efectos del ruido pueden controlarse mediante medidas preventivas que actúen sobre la fuente emisora para reducir el nivel de ruido que llega al oído. Si esto no es posible se debe recurrir a equipos de seguridad personal como los tapones y orejeras. La mayor fuente de ruido en el CII es el compresor de aire que se usa para poner en funcionamiento la prensa neumática, dicha prensa se utiliza varias veces a lo largo de la jornada por lo que se le debe prestar atención. Por eso, los colaboradores del CII debe utilizar orejeras cuando el compresor de aire esté funcionando, también se plantea la opción de colocar material aislante alrededor del compresor y así disminuir el nivel de ruido que genera.
- **Temperatura:** las condiciones térmicas deficientes pueden deteriorar la salud de las personas, según sus características individuales y su capacidad de aclimatación. La temperatura en el CII se eleva por el uso del horno industrial y por las condiciones de ventilación descritas en el capítulo dos. Para mejorar la situación actual del CII se debe disponer de

la ventilación necesaria para evitar el calentamiento del aire en el área de trabajo, además las personas deberán hidratarse constantemente sobre todo en época de verano.

- Iluminación: es un factor que condiciona la calidad de vida y determina las condiciones de trabajo en que se desarrolla la actividad laboral. Una iluminación se logra al tomar en cuenta aspectos como:
 - El tamaño del objeto es determinante para su visibilidad; cuanto más cerca más facilitará su visión.
 - El contraste, esto permite percibir el contorno de un objeto sobre su fondo. La falta de contraste puede producir fatiga.
 - Evitar los reflejos o resplandores ya que provocan deslumbramiento lo que dificulta la tarea y produce fatigas visuales.
 - Es recomendable combinar luz artificial con luz natural.¹⁴

Las condiciones de iluminación del Centro de Investigaciones de Ingeniería han sido descritas en los capítulos anteriores, sin embargo, si se trabaja con un nuevo producto o proceso se deben revisar nuevamente las condiciones de iluminación para verificar que se adapten a las exigencias de las nuevas tareas.

Condiciones medioambientales

En el medio ambiente de trabajo de la línea de producción de material reciclado del CII pueden encontrarse agentes químicos, físicos o biológicos que al entrar en contacto con las personas pueden deteriorar su salud. Los agentes químicos se pueden encontrar en forma de gases, vapores o aerosoles (polvo,

¹⁴ Condiciones de trabajo. <http://portal.ugt.org/campanas/condicionesdetrabajo.pdf>. Consulta: noviembre de 2016.

fibras, humos, etc.), estos pueden ingresar al organismo a través de la inhalación. Algunos de ellos pueden además atravesar la piel y llevar a cabo su efecto tóxico cuando se introducen a través de heridas o de la piel deteriorada. En el caso del CII, los agentes químicos presentes son el polvo, aserrín, estearato de zinc y fibra de bambú.

Los agentes físicos están constituidos por las formas diferentes de energía (calor, ruido, radiaciones, etc.). Cuando están en el ambiente pueden constituir un riesgo para la salud o, en ocasiones, un factor negativo en las condiciones de trabajo (inconfort térmico y auditivo, fatiga visual, etc.). Los agentes físicos presentes en el área de trabajo de la línea de producción de material reciclado son: el ruido generado por el compresor de aire, el aumento de temperatura provocado por el uso del horno industrial, de la escasa ventilación y por el calor natural del ambiente.

Condiciones organizativas

Al valorar las condiciones de trabajo del Centro de Investigaciones de Ingeniería deben considerarse los factores que están relacionados con el contenido de la propia tarea y la organización de la misma, tomando en cuenta que dichos factores influyen en la salud de las personas en la medida en que éstos facilitan la aplicación de sus capacidades y conocimientos. Estos factores están relacionados con la organización del trabajo y se refieren a aspectos, como la monotonía, el contenido del trabajo (posibilidad de aplicar los conocimientos y habilidades), la autonomía (posibilidad de tomar decisiones en los distintos aspectos que afectan la tarea) y la definición de roles (conocimiento de las atribuciones y funciones de uno mismo y de los demás). Cuando las condiciones de trabajo no son adecuadas o no se cuenta con la protección correspondiente

que se requiere en la actividad, se pueden manifestar las siguientes consecuencias:

- Aumento de la fatiga
- Aumento de los accidentes de trabajo
- Aumento de las enfermedades profesionales
- Disminución del rendimiento
- Aumento de la tensión nerviosa
- Disminución de la producción
- Insatisfacción y desinterés en el trabajo, etc.

Tomando en cuenta las tareas que conforman la línea de producción de material reciclado, descritas en el diagrama de flujo de proceso (Figura 10), se considera oportuno que los colaboradores roten en las diferentes estaciones de trabajo, para evitar la repetitividad y monotonía que causan tedio, aburrimiento, desinterés y merma en el rendimiento laboral. Además, si una persona se ausente de sus labores, siempre habrá más de un colaborador que pueda desempeñar las actividades que le competen a la persona ausente. Es importante tomar en consideración el número de operarios con que se debe contar en cada tarea que conforma la línea de producción, como se describió en la sección anterior.

4.5.4. Capacitación y adiestramiento al personal

La capacitación y adiestramiento tienen como objetivo mejorar la actitud, el conocimiento y las habilidades de las personas; surgen cuando hay diferencia entre lo que un trabajador debería realizar al desempeñar la tarea frente a lo que realmente hace. Se necesita capacitar y adiestrar a los colaboradores de la línea de producción de material reciclado del CII para indicarles las posturas y

movimientos correctos cuando realicen las tareas asignadas. De esta manera evitarán trastornos musculoesqueléticos y lesiones que arriesguen su salud. Además, es indispensable que los colaboradores del CII conozcan la manera correcta de interactuar con las máquinas y herramientas que utilizan en sus actividades laborales, y así evitar accidentes.

4.5.4.1. Operativo y técnico

La capacitación debe incluir a los técnicos del Centro de Investigaciones de Ingeniería y a los estudiantes que realizan su trabajo de graduación o práctica final en dicho lugar, porque están a cargo de la línea de producción de material reciclado. La capacitación tiene como objetivo brindar los conocimientos teóricos relacionados con la forma correcta de interactuar con la maquinaria y equipo así como el cuidado y mantenimiento que se le debe dar. Además, se indicarán las posturas y movimientos adecuados que deben adoptar las personas al desempeñar sus labores diarias en el CII para evitar riesgos de salud e integridad física y prevenir enfermedades laborales. En el adiestramiento se practicarán los conocimientos compartidos en la capacitación. La capacitación y adiestramiento que se debe realizar en el CII para las personas encargadas de la línea de producción de material reciclado consiste en:

- Explicar y demostrar la forma correcta de realizar cada una de las operaciones que conforman la línea de producción de material reciclado.
- Involucrar a todos los estudiantes y técnicos del CII para que participen.
- Dictar conferencias acerca de la ergonomía en el trabajo para crear conciencia de la importancia que tiene en el ámbito laboral.
- A través de talleres dar a conocer la manera correcta de utilizar el equipo y maquinaria, para desarrollar habilidades y aptitudes en los participantes.

- La opinión de los colaboradores del CII se debe tomar en cuenta para mejorar el entorno físico en el que laboran y así brindarles un espacio confortable para que desarrollen sus actividades eficientemente.
- Realizar práctica para mostrar el manejo apropiado de extintores en caso de incendio.
- Dar a conocer los padecimientos y trastornos que surgen debido a la ausencia de las buenas prácticas de ergonomía.
- Separar las tareas de aprendizaje en conceptos simples para que se comprendan con mayor facilidad.
- Utilizar material visual para facilitar el aprendizaje.
- Realizar la capacitación en un nivel adecuado para los participantes.
- Realizar simulacro de evacuación para saber cómo actuar en caso de una emergencia provocada por un temblor, incendio, inundación, entre otros.
- Evaluar el nivel de comprensión que se alcanzó luego de la capacitación.
- Ayudar y supervisar al personal cuando se inicien labores hasta asegurarse que las tareas se lleven a cabo correctamente.
- Tener amabilidad y paciencia al momento de realizar la explicación, para que los participantes pierdan el miedo de hacer preguntas y se puedan expresar con confianza.

Al finalizar la capacitación y adiestramiento, los estudiantes y técnicos que desempeñan sus labores en el Centro de Investigaciones de Ingeniería sabrán manejar el equipo, la maquinaria y las herramientas de trabajo sin poner en riesgo su integridad física y mental. Además, conocerá cómo realizar las tareas de manera adecuada y sin comprometer su salud. De esta manera, se trabajará con mayor eficiencia, se reducirán los accidentes laborales y por lo tanto se obtendrán mejores resultados.

4.5.5. Alcance

El programa de capacitación va dirigido al personal operativo encargado de la línea de producción de material reciclado del CII, cubriendo el área técnica y operativa. Las actividades de capacitación podrán desarrollarse en forma de seminarios, talleres interactivos y actividades audiovisuales complementadas con foros de participación. El objetivo de la capacitación será implementar las buenas prácticas de ergonomía en el Centro de Investigaciones para cuidar la salud de las personas y obtener procesos productivos más eficientes; por lo que es relevante crear conciencia en los colaboradores de la importancia de la ergonomía en el ámbito laboral y los beneficios que ellos obtendrán si siguen al pie de la letra las indicaciones que se les darán.

4.6. Método de evaluación ergonómica

Los métodos de evaluación ergonómica permiten identificar y valorar los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo de la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería para, posteriormente, con base en los resultados, plantear alternativas de solución que reduzcan el riesgo y lo sitúen en niveles aceptables de exposición para los colaboradores del CII.

4.6.1. Aplicación

A continuación, se muestra la aplicación de los métodos de evaluación ergonómica a cada factor de riesgo identificado anteriormente. Se evaluarán todas las tareas que conforman la línea de producción del Centro de Investigaciones de Ingeniería tomando de referencia a la misma persona en cada

actividad. Detalle de los métodos: REBA, Tabla de Snook y Ciriello y Job Strain Index (JSI) se presentan en las tablas XXIV, XXV y XXVI respectivamente.

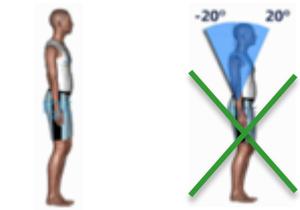
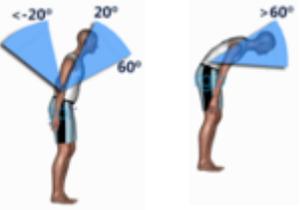
Tabla XXIV. **Método REBA**

	Evaluación de posturas		
	Instrucciones: responda las preguntas que se presentan a continuación.		
	Método de evaluación: REBA	Analista: Alvizures	Ana Estudiante: Luis Lainfiesta

• **Grupo A: Cuello, tronco y extremidades inferiores**

1. Puntuación del cuello								
Fotografía de posiciones reales	Guía de posiciones	Puntuación						
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2</p>  </div> </div>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Puntos</th> <th style="text-align: center;">Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	Puntuación	1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión	2	El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados
	Puntos	Puntuación						
	1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión						
	2	El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados						
<p>La puntuación incrementa si existe torsión o inclinación lateral:</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Puntos</th> <th style="text-align: center;">Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">+1</td> <td>Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	Puntuación	+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello			
Puntos	Puntuación							
+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello							
	<p>Puntuación total del cuello: <u>2</u></p>							

Continuación de la tabla XXIV.

2. Puntuación del tronco								
Fotografía de posiciones reales	Guía de posiciones	Puntuación						
	<p>1 2</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El tronco está erguido</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	Puntuación	1	El tronco está erguido	2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión
	Puntos	Puntuación						
	1	El tronco está erguido						
	2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión						
	<p>3 4</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión</td> </tr> </tbody> </table>	3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión				
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión							
<p>4</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>El tronco está flexionado más de 60 grados</td> </tr> </tbody> </table>	4	El tronco está flexionado más de 60 grados					
4	El tronco está flexionado más de 60 grados							
<p>La puntuación incrementa si existe</p> <p>+1 +1</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+1</td> <td>Existe torsión o inclinación lateral del tronco</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	Puntuación	+1	Existe torsión o inclinación lateral del tronco			
Puntos	Puntuación							
+1	Existe torsión o inclinación lateral del tronco							
	<p>*Considerando que gira para tomar las piezas de la mesa a su costado</p> <p>Puntuación del tronco: <u>2</u></p>							

Continuación de tabla XXIV.

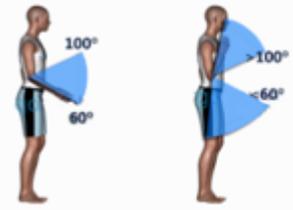
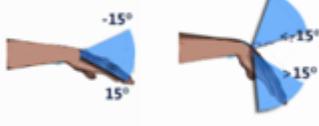
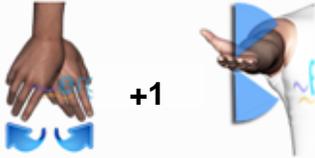
3. Puntuación de las piernas								
Fotografías de posiciones reales	Guía de posiciones	Puntuación						
	<p>1 2</p>  	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Soporte bilateral, andando o sentado</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	Posición	1	Soporte bilateral, andando o sentado	2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable
		Puntos	Posición					
1	Soporte bilateral, andando o sentado							
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable							
	<p>La puntuación incrementa si existe flexión de una o ambas rodillas:</p> <p>1 2</p>  	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	Posición	1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)
Puntos	Posición							
1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°							
2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)							
		Puntuación total de las piernas: <u>2</u>						

Continuación de tabla XXIV.

- **Grupo B: puntuaciones de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca).**

1. Puntuación del brazo																				
Fotografías de posiciones reales	Guía de posiciones	Puntuación																		
	<p>1</p>  <p>2</p>  <p>3</p>  <p>4</p>  <p>La puntuación incrementa si el trabajador tiene el brazo abducido o rotado o el hombro levantado:</p> <p>+1</p>   <p>+1</p>  <p>-1</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El brazo está flexionado más de 90 grados</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+1</td> <td>El brazo está abducido o rotado</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>El hombro está elevado</td> </tr> <tr> <td>-1</td> <td>Existe apoyo o postura a favor de la gravedad</td> </tr> </tbody> </table> <p>Puntuación total del brazo: <u>4</u></p>	Puntos	Puntuación	1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión	2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión	3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión	4	El brazo está flexionado más de 90 grados	Puntos	Puntuación	+1	El brazo está abducido o rotado	+1	El hombro está elevado	-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad
	Puntos	Puntuación																		
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión																			
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión																			
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión																			
4	El brazo está flexionado más de 90 grados																			
Puntos	Puntuación																			
+1	El brazo está abducido o rotado																			
+1	El hombro está elevado																			
-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad																			

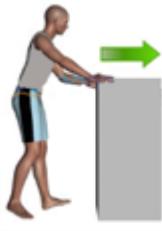
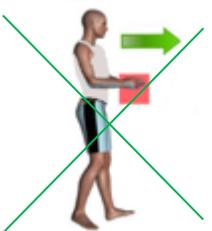
Continuación de tabla XXIV.

2. Puntuación del antebrazo								
Fotografía de posiciones reales	Guía de posiciones	Puntuación						
	<p>1 2</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	Puntuación	1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión	2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados
		Puntos	Puntuación					
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión							
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados							
Puntuación total del antebrazo: <u>1</u>								
3. Puntuación de la muñeca								
	<p>1 2</p>  <p>La puntuación incrementa si presenta torsión o desviación lateral:</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados</td> </tr> </tbody> </table>	Puntos	Puntuación	1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión	2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados
		Puntos	Puntuación					
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión							
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados							
Puntuación total de la muñeca: <u>2</u>								

Fuente: elaboración propia con base en método REBA.

Tabla XXV. **Método Tablas de Snook y Ciriello**

	Evaluación de manipulación de carga		
	Instrucciones: responda las preguntas que se presentan a continuación.		
	Método de evaluación: Tablas de Snook y Ciriello	Analista: Ana Alvizures Pozuelos	Estudiante: Luis Rodrigo Lainfiesta

Postura del trabajador	
Fotografía de posiciones reales	Guía de posiciones
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Levantamiento de carga</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Descarga de carga</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>Empuje de carga</p>  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Arrastre de carga</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Transporte de carga</p>  </div> </div>

Continuación de tabla XXV.

Características del levantamiento de carga	
Pregunta	Respuesta
Peso medio de la carga	7 kg
Porcentaje de la población a proteger	<input checked="" type="radio"/> 90 <input type="radio"/> 75 <input type="radio"/> 50 <input type="radio"/> 25 <input type="radio"/> 10
Sexo	<input type="radio"/> Femenino <input checked="" type="radio"/> Masculino
Frecuencia (transportes por hora)	2
¿La carga no permite un agarre adecuado?	<input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No
Distancia vertical desde el suelo hasta las manos	117 cm
Distancia recorrida	1,50 m
¿La carga se maneja alejada del cuerpo?	<input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/> No
Zona de manipulación	<input checked="" type="radio"/> Desde el nivel del suelo a la altura de los nudillos <input type="radio"/> Desde la altura de los nudillos a la altura de los hombros <input type="radio"/> Desde la altura de los hombros hasta el alcance vertical de los brazos

Fuente: elaboración propia con base en método Tablas de Snook y Ciriello.

Tabla XXVI. Método Job Strain Index (JSI)

	Evaluación de repetitividad de movimientos		
	Instrucciones: responda las preguntas que se presentan a continuación.		
Método de evaluación: Strain Index (JSI)	de Job	Analista: Ana Alvizures Pozuelos	Estudiante: Luis Rodrigo Lainfiesta
Descripción de la tarea			
Pregunta		Respuesta	
Estimación del esfuerzo necesario para realizar la tarea una vez		<input type="radio"/> Ligero <input type="radio"/> Un poco duro <input checked="" type="radio"/> Duro <input type="radio"/> Muy duro <input type="radio"/> Cercano al máximo	
¿A qué ritmo desempeña su tarea el trabajador?		<input type="radio"/> Muy lento <input type="radio"/> Lento <input checked="" type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Rápido <input type="radio"/> Muy rápido	
Indique la posición del sistema mano/muñeca relativa a la posición neutra		<input type="radio"/> Muy buena <input type="radio"/> Buena <input checked="" type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Mala <input type="radio"/> Muy mala	
Esfuerzos			
Duración acumulada de todos los esfuerzos percibidos durante la observación (En minutos)		180 minutos	
Número de esfuerzos realizados por el trabajador durante la observación		15	
Tiempo de observación			
¿Cuánto tiempo ha sido observada la tarea? (En minutos)		780 minutos	

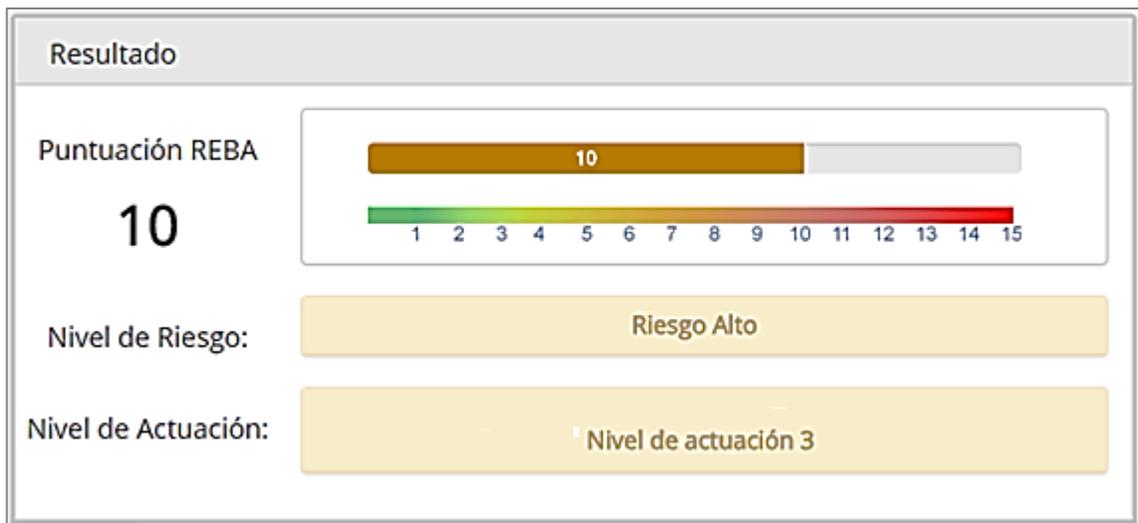
Fuente: elaboración propia con base en método JSI.

4.6.2. Análisis de datos

Para analizar los datos recolectados en la sección anterior, se utilizó el software proporcionado por Ergonautas, el cual cuenta con los métodos de evaluación ergonómica que se aplicaron a los factores de riesgo presentes en el Centro de Investigaciones de Ingeniería. A continuación, se muestran los resultados obtenidos con el análisis respectivo, en la figura 48.

- Método REBA para la evaluación de posturas.

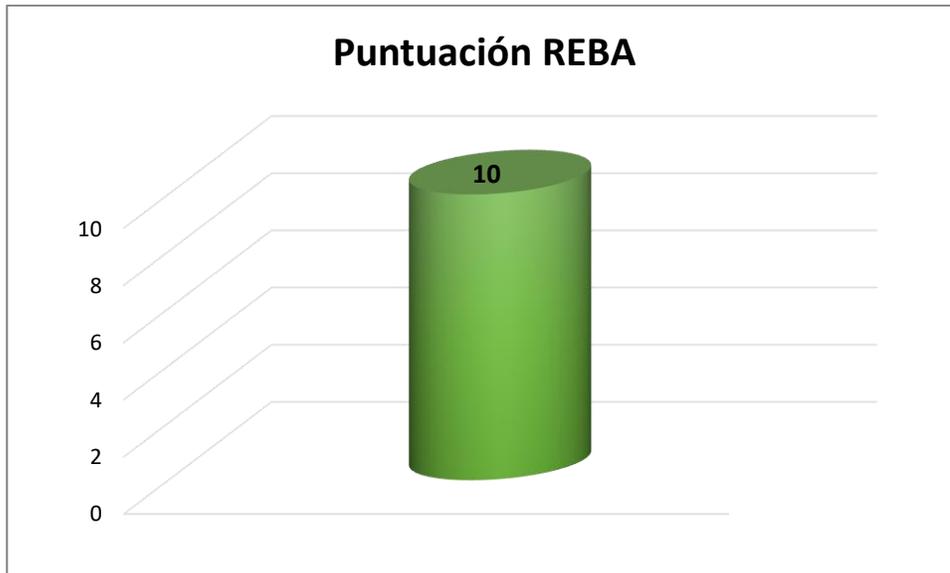
Figura 48. Resultados método REBA



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

En la figura 49 se muestran los resultados obtenidos del método REBA.

Figura 49. **Gráfica de resultados**



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la figura 48. Realizada: octubre de 2017.

De acuerdo con los datos obtenidos y los criterios de evaluación del método REBA la puntuación es de 10, lo cual implica un nivel de riesgo alto y requiere actuación inmediata. Por ello, deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Evitar mantener la misma postura durante toda la jornada laboral.
 - Tomar pequeños descansos para cambiar de posturas (sentarse, estirarse, etc.)
 - Es preferible tomar descansos cortos y frecuentes que descansos prolongados y escasos.
 - Seguir instrucciones acerca de las posturas correctas para realizar las tareas y así evitar enfermedades musculoesqueléticas.
-
- Los resultados de las tablas de Snook y Ciriello para analizar la manipulación de cargas se presentan tabulados en la figura 50.

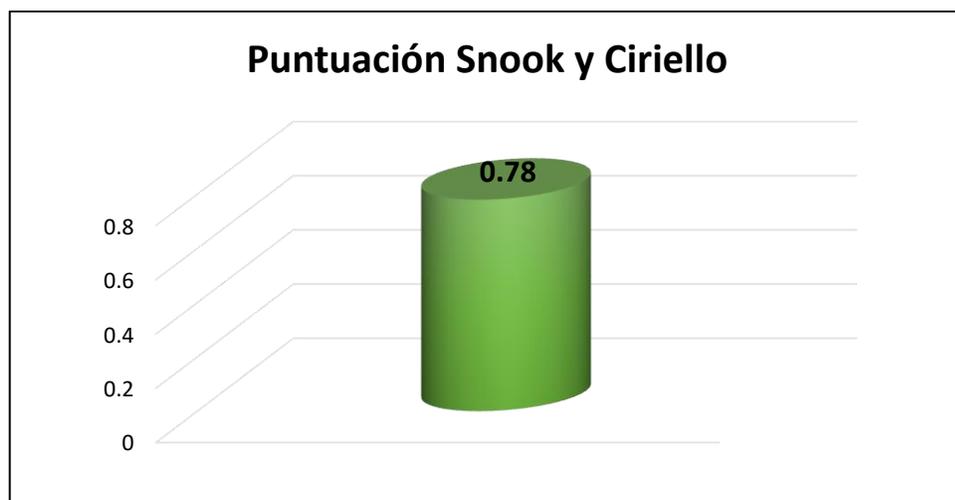
Figura 50. **Resultados tablas Snook y Ciriello**



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

En la figura 51 se grafican los resultados de tablas de Snook y Ciriello.

Figura 51. **Gráfica de resultados**

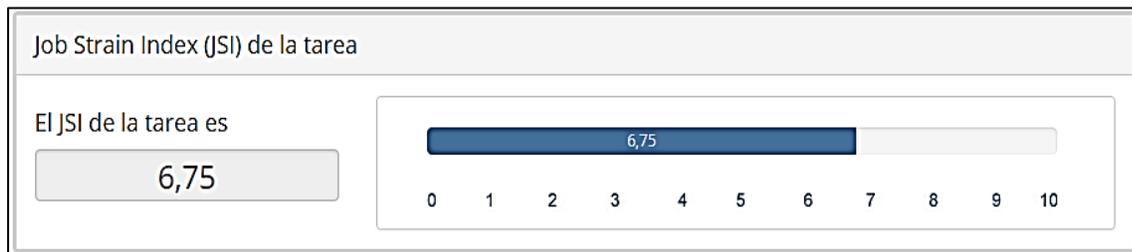


Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la figura 50. Realizada: octubre de 2017.

De acuerdo con los datos recolectados la valoración del riesgo es 0,78 por lo que, al ser menor a 1, se considera aceptable. El peso medio de la carga no supera el peso máximo aceptable, el cual es de 8,93 kg. A pesar no haber mayor riesgo se deben tomar medidas preventivas para proteger la salud de las personas, especialmente molestias o lesiones en la espalda por una sobre carga muscular. Por ello, en las operaciones de manipulación de cargas manuales, los estudiantes y técnicos del CII deben emplear una técnica de levantamiento adecuada a este tipo de esfuerzos. Las técnicas de levantamiento tienen como principio básico mantener la espalda recta y hacer el esfuerzo con las piernas.

- Método *Job Strain Index* (JSI) para evaluar la repetitividad de movimientos, el cual se aprecia en la figura 52.

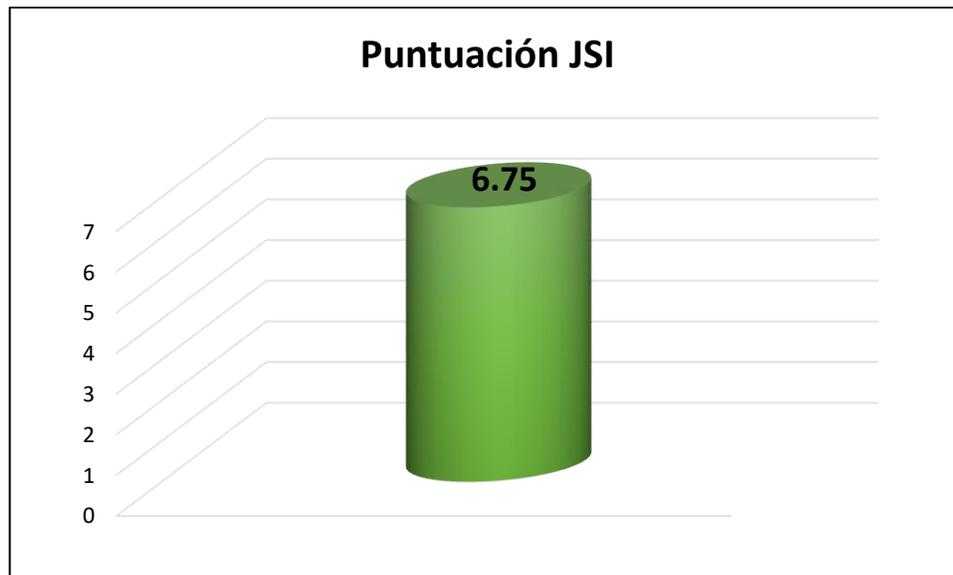
Figura 52. **Resultados JSI**



Fuente: elaboración propia utilizando Ergonautas.

En la página 183 se encuentra la figura 53 que indica la puntuación del Job Strain Index.

Figura 53. Gráfica de resultados JSI



Fuente: elaboración propia, utilizando datos de la figura 52. Realizada: octubre de 2017.

De acuerdo con los datos, la puntuación obtenida por el método JSI es de 6,75, por lo que al ser mayor a 5 se considera que la tarea no es segura. La repetitividad de las acciones realizadas durante el trabajo es uno de los factores que más se asocian con los trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores. Otros factores son las posturas adoptadas o la fuerza ejercida por dichas extremidades, así como la ausencia de pausas adecuadas durante la jornada de trabajo. Además, se recomienda distribuir adecuadamente las tareas de la línea de producción de material reciclado del CII para evitar sobrecargar a una persona.

4.7. Clasificación de los factores de riesgo según valor

La valoración de los factores de riesgo se ha transformado paulatinamente en la medida que la salud ocupacional ha cobrado mayor importancia en los diferentes ámbitos laborales. Como se mencionó en el capítulo anterior, se utilizará el criterio de Grado de Peligrosidad para valorar los factores de riesgo presentes en la línea de producción de material reciclado del CII, utilizando la fórmula descrita en la sección 3,9 utilizando los valores de la tabla XVII como se describe a continuación.

- Posturas forzadas

Las posturas forzadas pueden generar problemas para la salud si se adoptan frecuentemente o durante períodos prolongados, por lo que resulta importante identificar su grado de peligrosidad en la línea de producción, como se describe a continuación.

$$GP = 4 * 10 * 10$$

$$\text{Resultado de GP} = 400$$

- Manipulación manual de cargas

La manipulación manual de cargas puede causar trastornos acumulativos debido al progresivo deterioro del sistema musculoesquelético debido a la realización continua de actividades de manipulación de cargas, por ejemplo, dolores dorsolumbares. Además, puede provocar traumatismos agudos como cortes o fracturas debidos a accidentes, por lo que se debe prestar atención a su grado de peligrosidad presente en las actividades del CII.

$$GP = 4 * 7 * 10$$

$$\text{Resultado de GP} = 280$$

- Movimientos repetitivos

Los movimientos repetitivos implican la acción conjunta de los músculos, los huesos, las articulaciones y los nervios de una parte del cuerpo y provoca en esta misma zona, fatiga muscular, sobrecarga, dolor y lesiones. Por lo tanto, se debe prestar atención a su grado de peligrosidad e incidencia en la salud de los estudiantes y técnicos del CII.

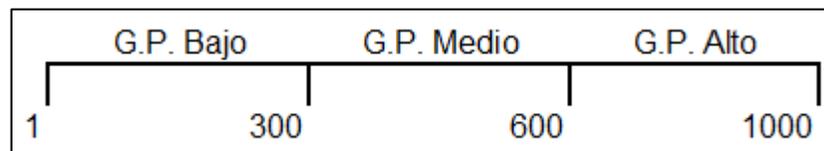
$$GP = 6 * 7 * 10$$

$$\text{Resultado de GP} = 420$$

4.7.1. Nivel de riesgo tolerable

Una vez determinado el valor correspondiente a cada factor de riesgo presente en la línea de producción del CII, se ubica dicho valor dentro de una escala de peligrosidad de la siguiente manera:

Figura 54. Escala de peligrosidad



Fuente: MONDELO, Raúl. *Metodología de aplicación del método fine para valorización de riesgos en una subestación*. P. 131. Consulta: abril de 2017.

De acuerdo con los valores obtenidos anteriormente, se puede concluir que los riesgos por manipulación manual de cargas tienen un grado de peligrosidad bajo, de acuerdo con la clasificación de la figura 54 ya que el valor obtenido es de 280. Sin embargo, deben tomarse medidas preventivas para evitar repercusiones en la salud de los estudiantes y técnicos del CII. Por otro lado, los riesgos por posturas forzadas y movimientos repetitivos tienen un grado de peligrosidad medio, ya que tienen un valor de 400 y 420 respectivamente, por lo que deben tomarse acciones preventivas y correctivas para favorecer a la salud de las personas, como las que se han descrito anteriormente.

4.8. Indicadores

Los indicadores sirven para marcar criterios objetivos que permitan al evaluador decidir el nivel de exigencia aplicable a la empresa o al puesto de trabajo, en algún modo, tales criterios podrán ser utilizados como una pre-evaluación a partir de la cual la empresa pretenda justificar que encuentra eximida de realizar la evaluación ergonómica. Dentro de la misma empresa, puede aplicarse uno u otro nivel en atención al puesto de trabajo concreto, o incluso habiendo aplicado el nivel básico, y en función del resultado de la evaluación, aplicar seguidamente el nivel avanzando. En el capítulo II se aplicó el nivel básico a los puestos de trabajo de la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Luego, se aplicó el nivel avanzado en la sección 4,6 del presente capítulo. En caso de que el CII modifique sus procedimientos o se dedique a la fabricación de nuevo producto, deberá realizarse nuevamente un análisis ergonómico, pues los puestos de trabajo cambiarían.

4.8.1. Tipos de indicadores

A continuación, se presentan los tipos de indicadores que se deben considerar al evaluar la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

- Tipo de actividad que desarrolla el CII
La actividad que se desarrolla en el CII corresponde a un proceso productivo en cadena, pues cuenta con una línea de producción de tejas, las cuales se fabrican a base de material reciclado.
- Puesto de trabajo, valorando las tareas y funciones que se desarrollan en el mismo.

Este indicador hace referencia a sí el puesto de trabajo está vinculado a:

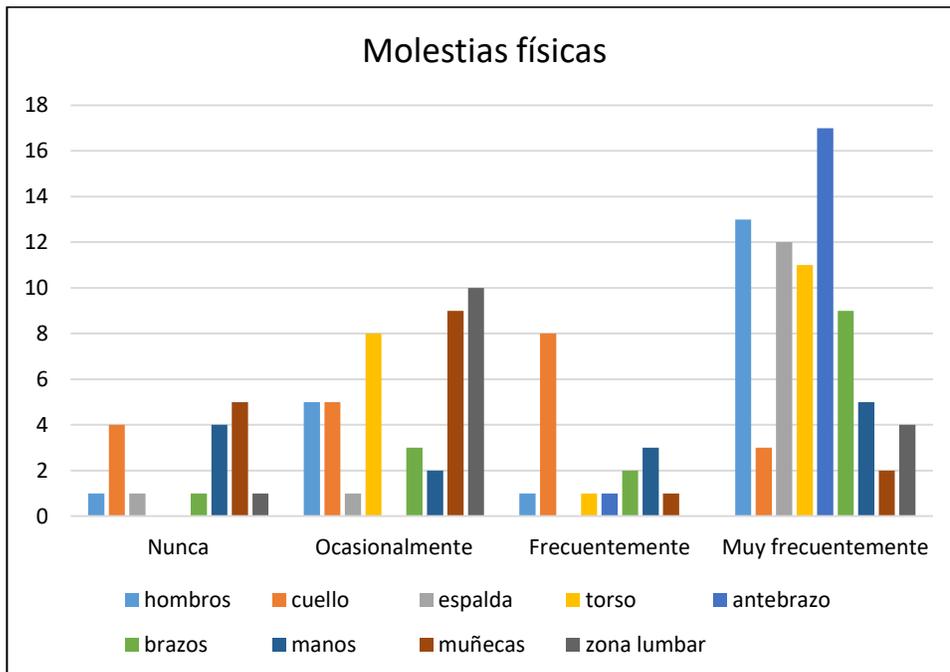
- Movimientos repetitivos
- Esfuerzos intensos
- Carga manual de pesos
- Posición corporal incómoda
- Vibraciones
- Manejo habitual de herramientas manuales
- Utilización de equipos de trabajo
- Contaminantes

Estos indicadores fueron identificados en el capítulo II, mediante diferentes cuestionarios y se determinó que los principales factores de riesgos son: los movimientos repetitivos, carga manual y posturas forzadas.

- Indicadores médicos: alteraciones músculo esqueléticas más comunes.
Este indicador hace referencia a las diferentes molestias físicas que

presentan los estudiantes y técnicos del CII, como se muestra en la figura 55, con datos obtenidos a partir de las preguntas que aparecen en el apéndice 3.

Figura 55. **Molestias físicas 1**



Fuente: elaboración propia, con datos recopilados.

- Organización del CII respecto a los recursos humanos que dispone y respecto a los procesos productivos que desarrolla.

Esto se refiere a la complejidad del proceso productivo en función con el número de estudiantes y técnicos, por cuanto puede dar lugar a interacciones en los distintos puestos de trabajo. Esto se evidencia, sobre todo, cuando se requiere trasladar el molde e introducirlo en el horno, pues es necesario que una persona se encargue abrir el horno y detener la puerta para que otra persona coloque cuidadosamente el molde en el

horno y evite quemarse. También se debe considerar si se trata de un proceso productivo rígido que no permite la rotación de los trabajadores para disminuir la exposición al riesgo que, en este caso particular, el proceso de la línea de producción de material reciclado sí permite la rotación de estudiantes y técnicos del CII en los puestos de trabajo para disminuir la exposición a los riesgos presentes en la línea de producción.

4.9. Proceso de costo/beneficio

La administración de la ergonomía en el Centro de Investigaciones de Ingeniería debe empezar con la determinación de los costos de aquellas lesiones o enfermedades por trauma acumulativo, de los cuales las quejas tradicionales son solamente un síntoma: dolores de espalda, dolores en articulaciones, jaquecas, agotamiento, pérdida progresiva de la visión, alergias, enfermedades respiratorias, entre otras, son aspectos que se deben investigar con la misma seriedad y rigor que cualquier otro análisis de accidente. Esta determinación de costos se hace para valorar la dimensión del problema y considerar no solamente la inversión, sino las capacitaciones y el interés del personal del CII por reportar este tipo de situaciones.

Los principales generadores de traumatismos se encuentran en los procesos productivos donde intervienen equipos, maquinaria, movimientos repetitivos, cambios bruscos de temperatura, posturas inadecuadas, altas temperaturas, movimientos complejos, entre otros. Los factores mencionados anteriormente están presentes en la línea de producción de material reciclado del CII.

En el capítulo anterior se hacía referencia a la relación costo/beneficio de la implementación de la ergonomía en la línea de producción de material reciclado,

mientras que a continuación se mencionan los costos en que se incurrirán al no implementar las buenas prácticas de ergonomía en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

- Tratamientos y gastos médicos
 - Espalda
 - Manos
 - Hombros
 - Piernas
 - Incapacidad
- Mantenimiento en maquinaria y equipo
- Herramientas de trabajo
- Pérdida de la productividad
- Tiempo extra
- Pérdida de tiempo en la investigación del accidente y mantener los registros
- Reemplazo del colaborador
- Errores en las piezas producidas

4.9.1. Resultados

Para optimizar la interrelación de las personas disponibles, la maquinaria utilizada y el ambiente del Centro de Investigaciones de Ingeniería, sin afectar la salud de las personas, se deben aplicar intervenciones ergonómicas mediante mejoras en los puestos de trabajo y en la organización. Como resultado, los estudiantes y técnicos del CII rendirán mejor y disminuirá el número de errores; bajará la tasa de incidentes, accidentes y enfermedades laborales los cuales son los logros principales de la ergonomía.

La ergonomía tiene carácter preventivo por lo que actúa directamente en la disminución de factores de riesgo trastornos musculoesqueléticos asociados al ambiente laboral, consiguiendo disminuir la fuente generadora de riesgo o el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos. Los beneficios de la ergonomía están asociados al mejoramiento de la calidad en la vida laboral de la línea de producción de material reciclado del CII.

5. MEJORA CONTINUA O SEGUIMIENTO

5.1. Plan de mejora continua

Con el plan de mejora continua se definen los mecanismos para que el Centro de Investigaciones de Ingeniería alcance las metas que se ha propuesto y ocupe un lugar importante y reconocido dentro de su entorno. El plan de mejora no es un fin o una solución, sencillamente es un mecanismo para identificar riesgos e incertidumbre dentro del CII, y al estar conscientes de ellos trabajar en soluciones que generen mejores resultados.

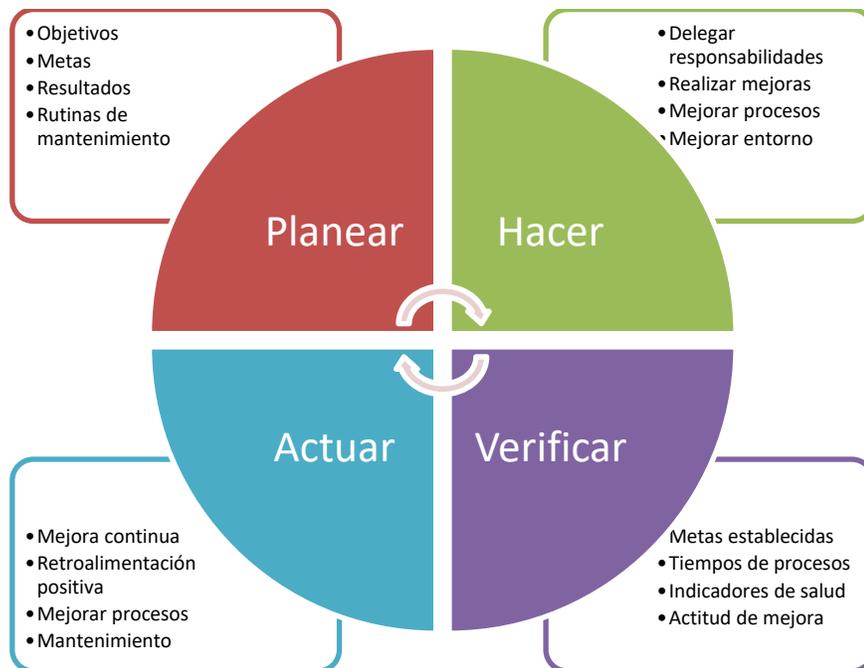
El Plan de Mejora Continua tiene como propósito brindar a los directivos del CII la base para mejorar la ergonomía de la línea de producción de material reciclado y así aumentar la eficiencia de dicha línea, mejorar las condiciones de trabajo y eliminar problemas de enfermedades laborales. Se tomó como punto de partida el planteamiento del problema que originó este trabajo de graduación, el cual fue descrito en la sección 3.1. Seguidamente, se identificaron las causas y efectos a través de la tabla XIII y el diagrama de espina de pescado de la figura 25. Además, se realizó un análisis FODA, ver figura XIV, como herramienta estratégica. Los objetivos han sido definidos en la página XXV. A continuación, se enumeran la lista de acciones de mejora:

- Realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo tal y como se sugiere en la sección 5.7.2.
- Contar con equipo de protección personal en óptimas condiciones.
- Realizar limpieza en el área de trabajo luego de cada jornada.
- Mantener ordenada y despejada el área de trabajo.

- Realizar una evaluación de identificación de riesgos de manera periódica, tanto para verificar que los riesgos identificados inicialmente en el capítulo II estén bajo control como para identificar nuevos factores de riesgo.
- Limpieza periódica al techo, sobre todo a las láminas transparentes para permitir el paso de la luz solar.
- Brindar capacitación y adiestramiento a cada nuevo a los estudiantes y técnicos que intervienen en la línea de producción del CII.

A continuación, en la figura 56 se muestra el ciclo de mejora continua PDCA para la correcta ejecución de mejora continua en el CII.

Figura 56. **Ciclo de mejora continua PDCA**



Fuente: elaboración propia.

5.2. Resultados

Luego de la implementación de la propuesta viene la mejora continua, la cual es de suma importancia para llevar a cabo las buenas prácticas de ergonomía en la línea de producción de material reciclado del CII y no se quede solo en la intención de un mejoramiento ergonómico. Al darle continuidad a la propuesta plateada se irán perfeccionando los aspectos ergonómicos necesarios para alcanzar un óptimo desarrollo de las actividades laborales del CII.

Los resultados que se esperan obtener son:

- Los estudiantes que realizan su trabajo de graduación o práctica final en el Centro de Investigaciones de Ingeniería y los técnicos de dicho lugar estarán capacitados sobre la manera correcta de llevar a cabo las tareas asignadas sin comprometer su salud.
- Aumento de la productividad.
- Mejoramiento de la calidad del trabajo.
- Disminuir la fatiga en los estudiantes y técnicos del CII.
- Las personas que colaboran en el CII conocerán la manera correcta de interactuar con la maquinaria y equipo que se utiliza en la línea de producción de material reciclado.
- Disminución de los costos por accidentes.
- Contar con un área de trabajo segura y confortable para los colaboradores.
- Mejorar el clima organizacional.
- Disminuir el absentismo.
- Prevenir riesgos laborales.
- Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Las personas trabajarán con mayor eficiencia y eficacia.
- Mejorar la comunicación entre los compañeros de trabajo.

- Disminuir los errores en la producción.
- Alcanzar las metas propuestas.
- Mayor duración de la vida útil de la maquinaria y herramientas de trabajo.
- Conocerán la manera adecuada de evacuar las instalaciones en caso de una emergencia provocada por temblor, incendio, entre otras.
- Disminuir molestias físicas en las personas que operan la línea de producción de material reciclado.
- Mejorar la postura de la persona frente a las máquinas y herramientas de trabajo que se utilizan en la línea de producción del CII.
- Ofrecer a los estudiantes y técnicos del CII mejores condiciones laborales, más sanas y seguras.
- Simplificación de las tareas a realizar.

5.2.1. Interpretación

A continuación, se describen los siguientes aspectos por tomar en cuenta.

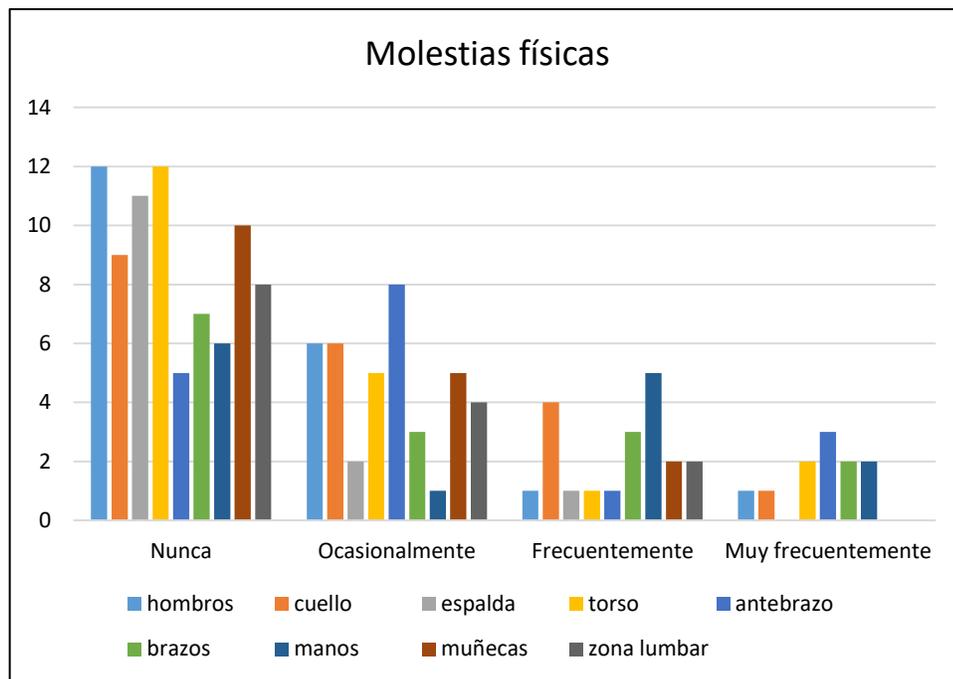
5.2.2. Alcance

El alcance no es más que definir de forma clara y concreta el objetivo que se persigue con el proceso y cuya consecución marcará la finalización con éxito de éste. En este caso, el objetivo es elaborar productos a base de material reciclado que cumplan con las especificaciones planteadas inicialmente. A partir de dichas especificaciones, se inicia el proceso y finaliza cuando el producto es entregado; tomando en cuenta que durante todo el proceso de producción se pongan en práctica todas las medidas ergonómicas planteadas en los capítulos anteriores.

5.2.3. Gráfica de resultados

A continuación en la figura 57 se muestran los resultados obtenidos en la reducción de molestias físicas en los estudiantes y técnicos de la línea de producción del CII dada la implementación de las buenas prácticas de ergonomía. Se toma como punto de comparación las molestias físicas que presentaban antes de la implementación, las cuales se pueden observar en la figura 55 y cuyos datos fueron obtenidos a partir de las preguntas presentadas en el apéndice 3. A continuación en la figura 57 se grafican las molestias físicas 2.

Figura 57. Molestias físicas 2



Fuente: elaboración propia, con datos recopilados.

5.2.4. Mejora

La mejora continua exige la incorporación de la ergonomía para optimizar en forma sencilla y efectiva factores importantes de la organización que mejoran el rendimiento del personal del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Se busca encontrar una utilidad práctica a la ergonomía, para simplificar y dar claridad a los procesos de mejora continua. Para esto, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos a los que se les debe dar continuidad en el área de trabajo correspondiente a la línea de producción de material reciclado del CII:

- Mejorar ventilación en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.
- Mejorar iluminación en el área de trabajo.
- Identificación de riesgos y peligros ergonómicos.
- Identificación de factores de riesgo así mismo la detección de las fuentes de riesgo.
- Amplitud de los factores de riesgos y su valoración.
- Definir carga física y mental presente en las tareas que conforman la línea de producción.
- Involucrar a los colaboradores en la toma de decisiones referentes a las tareas que se desempeñan y las condiciones en que se realizan.
- Mejorar área de trabajo, a modo de que sea más ordenada y limpia, para que las personas puedan desempeñar sus labores con mayor facilidad y agilidad.
- Capacitación a los técnicos del CII y a los estudiantes que realizan su trabajo de graduación o práctica final en dicho lugar.
- Excelente condición de herramientas.
- Óptimo estado de maquinaria.
- Mejor comunicación entre compañeros.

- Recomendaciones y posibles soluciones a problemas ergonómicos que afecten la salud de los estudiantes y técnicos que colaboran en la línea de producción del CII.
- Reorganización de la bodega de materia prima.
- Adaptación del entorno de trabajo, tareas y herramientas con las características y capacidades de las personas que colaboran en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

5.3. Evaluación periódica de los resultados

La evaluación periódica de los resultados constituye un proceso permanente de monitoreo de las buenas prácticas de ergonomía en el Centro de Investigaciones de Ingeniería. Además, permite obtener información concreta para orientar las acciones a tomar para continuar con la mejora de la ergonomía en la línea de producción de material reciclado del CII, y que esto no sea algo eventual.

En la tabla XXVII se muestran las funciones y responsabilidades que deben adoptar las personas involucradas en la línea de producción, para el seguimiento y evaluación periódica de los resultados obtenidos luego del análisis ergonómico y la implementación de las buenas prácticas de ergonomía en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Tabla XXVII. **Funciones y responsabilidades en seguimiento y evaluación**

¿Quién?	¿Qué?	¿Por qué?
<i>Actores, funciones y responsabilidades</i>	<i>Información que se necesita</i>	<i>Para qué uso</i>
<p>Estudiantes y técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colaborar con la limpieza y orden del área de trabajo. • Utilizar de manera adecuada y responsable la maquinaria y equipo. • Reportar cualquier incidente o deterioro de la infraestructura o equipo. 	<p>Cambios necesarios para la mejora, calidad continua.</p> <p>Progresos, problemas que se presenten y tendencias en el logro de resultados.</p> <p>Eficacia del uso de recursos materiales.</p> <p>Problemas y cuestiones relacionadas a la implementación de la propuesta.</p>	<p>Asegurar una colaboración efectiva de estudiantes y técnicos.</p> <p>Efectuar el seguimiento de la efectividad de la implementación, identificando los obstáculos que se oponen a lograr los resultados y así tomar las medidas pertinentes.</p> <p>Asegurar el uso eficiente de los recursos.</p>
<p>Jefe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Llevar un control de los accidentes e incidentes que ocurren. • Realizar una identificación de riesgos ergonómicos periódica. • Evaluar continuamente las condiciones de trabajo. 	<p>Progreso hacia el logro de los objetivos.</p> <p>Eficiencia del uso de los recursos en general.</p> <p>Gestión de los recursos.</p> <p>Control del mantenimiento que se realiza a la maquinaria y equipo.</p>	<p>Vincular los resultados con los recursos.</p> <p>Realizar un seguimiento y evaluación basados en resultados.</p> <p>Asignar el uso eficiente de recursos.</p> <p>Tomar las medidas apropiadas para alcanzar los objetivos.</p>

Fuente: elaboración propia.

5.4. Auditoría

Inicialmente se debe seleccionar el auditor o auditores que desarrollarán la auditoría. El equipo auditor, recabará informaciones del Centro de Investigaciones de Ingeniería para conocerlo mejor y preparar la auditoría. La documentación que debe solicitar es la siguiente: Información general (actividad, organización básica y principales procesos, número de estudiantes y técnicos que colaboran en el CII); información sobre la siniestralidad; información sobre la evaluación de los riesgos; información sobre la organización de la prevención; acuerdos del comité de seguridad y salud, e informes de auditorías anteriores.

Luego, el equipo auditor analizará la documentación y se reunirá con el responsable del servicio de prevención. En esta reunión se comentará el programa de trabajo y se delimitarán los objetivos y alcance de la auditoría. Tras esta reunión el equipo auditor comprobará que la evaluación de riesgos abarca todas las áreas, actividades y puestos de trabajo del CII, constanding que no han dejado de evaluarse partes significativas del mismo.

Durante la visita conviene aclarar dudas, recoger información que aporten los estudiantes y técnicos, tomar notas de todo aquello que pueda ser significativo para la evaluación sistemática del cumplimiento de los requisitos legales exigibles. Se buscarán evidencias objetivas para detectar si se ha producido una no conformidad. En la reunión final con el jefe y/o sus representantes, el equipo auditor debe justificar y calificar las no conformidades que hubiera podido detectar, describirá la situación que le parece inadecuada y mostrará las evidencias.

La descripción de la situación debe contener básicamente el programa de la auditoría, con las modificaciones que se hubieran producido y las conclusiones,

donde deben figurar las no conformidades y una descripción detallada de cada una de ellas. Los criterios de evaluación de las no conformidades deben quedar claros. Debe aparecer la firma de la entidad auditora y del auditor jefe y, una vez finalizado dicho informe, debe remitirse al Centro de Investigaciones de Ingeniería, y este debe ponerlo a disposición de los colaboradores del CII y de las autoridades de la facultad de Ingeniería.

Los requisitos que deben auditarse en el CII están distribuidos en los siguientes tipos de actuaciones:

- Evaluación de los riesgos, cuyos resultados determinan el tipo de medidas o actividades preventivas a efectuar.
- Medidas/actividades para eliminar o reducir los riesgos: prevención en el origen, protección colectiva e individual, información y formación.
- Actividades para controlar los riesgos: revisiones periódicas, control de riesgos higiénicos, ergonómicos y psicosociales y vigilancia de la salud.
- Actuaciones frente a sucesos previsibles: emergencias, riesgos graves e inminentes, primeros auxilios, investigación de accidentes u otros daños para la salud.
- Actuaciones frente a cambios previsibles: modificaciones y adquisiciones, incorporación de nuevos colaboradores al CII.
- La planificación de las medidas y actividades preventivas.
- Organización de la prevención.¹⁵

¹⁵ Auditorías. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/.../9_Auditorias.pdf. Consulta: diciembre de 2016.

5.4.1. Auditoría interna

Las auditorías internas las realiza el Centro de Investigaciones de Ingeniería para comprobar la eficiencia de su sistema y conseguir el objetivo de una mejora continua del CII con sus propios medios.

El programa de auditoría se debe planear, establecer e implementar con base en los resultados de las evaluaciones de riesgo de las actividades de la línea de producción de material reciclado del CII que se obtuvieron en los capítulos anteriores. En el programa de auditoría se debe establecer:

- Las responsabilidades, competencias y requisitos para planear y conducir auditorías, reportar los resultados y retener los registros asociados.
- La determinación de los criterios de auditoría, alcance, frecuencia y métodos.
- La selección de auditores y la realización de las auditorías deben asegurar la objetividad y la imparcialidad del proceso de auditoría.
- Establecer claramente cuáles son las competencias requeridas por los auditores (líder y auditor) y sus registros.
- Definir un período anual para la realización de las auditorías internas.
- El modelo para un reporte de auditoría.
- Si se ha realizado una auditoría interna previa al sistema *OHSAS* 18001:2007.

En la auditoría interna que debería llevar a cabo el Centro de Investigaciones de Ingeniería, se asegurará el cumplimiento de la normativa y mejorar constantemente la gestión preventiva del CII para conseguir un buen funcionamiento del mismo. Para ello, debe utilizar de manera adecuada sus recursos, promoviendo cambios cuando sea necesario, asegurando el

cumplimiento de las correcciones de las deficiencias detectadas y al mismo tiempo llevando toda esta mejora a la política, normas e instrucciones de la dirección. Esta auditoría interna debe realizarla personal competente del propio CII, con la capacidad y conocimientos necesarios en materia preventiva, que cuente siempre con el apoyo incondicional de las autoridades del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

5.4.2. Auditoría externa

La auditoría externa es el examen crítico, sistemático y detallado de un sistema de información de una unidad económica, realizado por un Contador Público sin vínculos laborales con la misma, utilizando técnicas determinadas y con el objeto de emitir una opinión independiente sobre la forma como opera el sistema.

La Contraloría General de Cuentas de la República de Guatemala es una institución técnica descentralizada, con funciones fiscalizadoras de los ingresos, egresos y en general de todo interés hacendario de los Organismos del Estado, los municipios, entidades descentralizadas y autónomas, así como de cualquier persona que reciba fondos del Estado o que haga colectas públicas. Por esto, la Contraloría de Cuentas interviene en la auditoría externa que se realiza en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Las formas de evaluación de riesgos, actividades y puestos de trabajo del CII y el formato de presentación del informe los rige las leyes del país. La auditoría externa tiene por objeto averiguar la razonabilidad, integridad y autenticidad de los estados, expedientes y documentos y toda aquella información producida por los sistemas de la organización. La auditoría externa de estados financieros que se realiza al Centro de Investigaciones de Ingeniería está a cargo de un profesional experto en

contabilidad de la Contraloría de Cuentas, audita los libros y registros contables para verificar el cumplimiento de las normas contables.

5.5. Resultados de capacitación y adiestramiento al personal

A continuación, se muestran los resultados que se esperan obtener luego de la capacitación y adiestramiento impartido a los colaboradores de la línea de producción de material reciclado del CII.

5.5.1. Operativo y técnico

A partir de la capacitación y adiestramiento dirigido a los estudiantes y técnicos que colaboran en la línea de producción de material reciclado, se espera que conozcan más y mejor la manera como deben interactuar con la maquinaria y equipo así como la forma correcta de llevar a cabo sus tareas laborales a manera de no comprometer su salud y evitar posibles accidentes y enfermedades. De esta manera se tendrá un ambiente laboral más seguro y confortable en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, por lo que se trabajará con mayor eficiencia.

Los resultados que se espera obtener luego de la capacitación y adiestramiento a los colaboradores de la línea de producción del CII son:

- Se reducirá la probabilidad de que los estudiantes y técnicos del CII padezcan enfermedades laborales.
- Las personas realizarán las tareas correctamente, reduciendo el número de errores.
- Habrá mejor comunicación entre el equipo de trabajo.

- Los colaboradores tendrán la confianza de aclarar sus dudas, lo que les permitirá tener un mejor rendimiento, pues tendrán un mayor conocimiento.
- Las personas serán conscientes de la importancia de la ergonomía en el ámbito laboral.
- Las personas interactuarán de manera correcta con la maquinaria y equipo que conforma la línea de producción, lo que permitirán que se mantengan en mejor estado y a su vez se eviten accidentes por trabajar con maquinaria deteriorada.
- Los estudiantes y técnicos cobrarán sentido de pertenencia al tomar en cuenta su opinión.
- Se facilitará el aprendizaje de cómo realizar cada tarea.
- Las personas practicarán la manera apropiada de realizar una evacuación en caso de emergencia y podrán afrontarla adecuadamente, si llega a hacerse necesario.

5.6. Seguimiento continuo

Tomando en cuenta que el objetivo principal de este trabajo es implementar las buenas prácticas de ergonomía en la línea de producción de material reciclado, es importante dar seguimiento continuo a las mejoras planteadas para el Centro de Investigaciones de Ingeniería. El seguimiento determinará el éxito en la incorporación de la ergonomía en el trabajo para que no quede solo en un intento de mejora. El seguimiento continuo implica el mantenimiento y buen estado de la maquinaria, de las herramientas de trabajo, del mobiliario y equipo, ya que son elementos indispensables para la realización del trabajo y, sobre todo, para que este se desarrolle de manera segura; de este modo se previenen los accidentes originados por trabajar con equipo en mal estado.

Por otro lado, se debe tener un control de las condiciones físicas y ambientales en que se lleva a cabo el trabajo diario en el CII, tomando en cuenta la posible aparición de nuevos elementos a regular. Por eso, se debe realizar una evaluación de identificación de riesgo de manera periódica, tanto para verificar que los riesgos identificados inicialmente en capítulos anteriores estén bajo control como para identificar nuevos factores de riesgo que puedan poner en peligro la salud de los colaboradores del CII. De no dar continuidad a las mejoras implementadas se tendrán bajas en el rendimiento y eficiencia de los estudiantes y técnicos, así como problemas de salud en los mismos. La implementación exitosa del seguimiento continuo en el Centro de Investigaciones de Ingeniería requiere como punto de partida crear una cultura organizacional por la mejora continua, una vez desarrollada dicha cultura, la aplicación a distintas áreas es algo natural pues se vuelve parte del ritmo laboral.

5.7. Estadísticas

De acuerdo con el diagnóstico, a continuación, se muestran los aspectos que se deben monitorear continuamente para dar seguimiento a la implementación de las buenas prácticas de ergonomía en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

5.7.1. Operario

Para el adecuado desarrollo del programa de ergonomía en la línea de producción de material reciclado del CII es necesario contar con procedimientos y mecanismos para evaluar la implementación y seguimiento del progreso que lleva el programa. Se deben realizar revisiones regulares y periódicas del desarrollo del programa de ergonomía en la línea de producción para obtener

datos precisos que permitan ver las mejoras alcanzadas a través de la implementación ergonómica.

Para llevar a cabo las revisiones de los factores ergonómicos se contará con el formato propuesto en la tabla XXVIII, dichas revisiones se realizarán en forma mensual, semestral y anual.

Tabla XXVIII. **Revisión de indicadores ergonómicos**

Revisión de indicadores	Mensual <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/>	
Indicador ergonómico		
Descripción del indicador ergonómico		
Tiempo y fecha	Tiempo utilizado: _____	Fecha: _____
Realizado por	Nombre del encargado: _____ Firma: _____	

Fuente: elaboración propia.

5.7.1.1. Mensual

En una ficha de revisión se debe especificar el indicador ergonómico por evaluar y su descripción. A continuación, se mencionan las revisiones que deben llevarse a cabo mensualmente.

- Número de días perdidos por razones ergonómicas.
- Incumplimiento de horarios por parte de los estudiantes y técnicos del Centro de Investigaciones de Ingeniería.
- Número de accidentes por razones ergonómicas.
- Falta de cooperación por parte de los colaboradores del CII (aislamiento, comunicación deficiente o agresiva).
- Problemas disciplinarios en los estudiantes y técnicos del Centro de Investigaciones de Ingeniería.
- Presencia de dolores e inflamación en la palma de la mano de los colaboradores el CII.
- Dolores localizados en el cuello o en los hombros del colaborador del CII.
- Rigidez y dolor en la espina dorsal y el cuello y otras articulaciones.

5.7.1.2. Semestral

Es importante llevar un registro semestral de los indicadores que se mencionan a continuación sin dejar de lado algún detalle ya que puede aportar información sustanciosa de las condiciones ergonómicas de la línea de producción del CII.

- Análisis de resultados de productividad y eficiencia en los puestos de trabajo y actividades revisadas.

- Comparar los resultados obtenidos anteriormente con los que se contaban antes de implementar cambios derivados del análisis ergonómico.
- Presencia de lesiones agudas (lumbalgias, fatiga física, hernias discales, ciáticas, etc.) entre los estudiantes y técnicos del Centro de Investigaciones de Ingeniería.
- Análisis y tendencias de lesiones y accidentes en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.
- Encuestas a los empleados, comparando los resultados del inciso anterior a los cambios en el puesto de trabajo y las actividades, y posterior al análisis y rediseño de estos.

5.7.1.3. Anual

La revisión de indicadores ergonómicos anuales en la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería es de suma importancia, ya que permite una visión más amplia del grado de cumplimiento de las mejoras implementadas luego de la realización del análisis ergonómico. A continuación, se mencionan las revisiones anuales de indicadores ergonómicos.

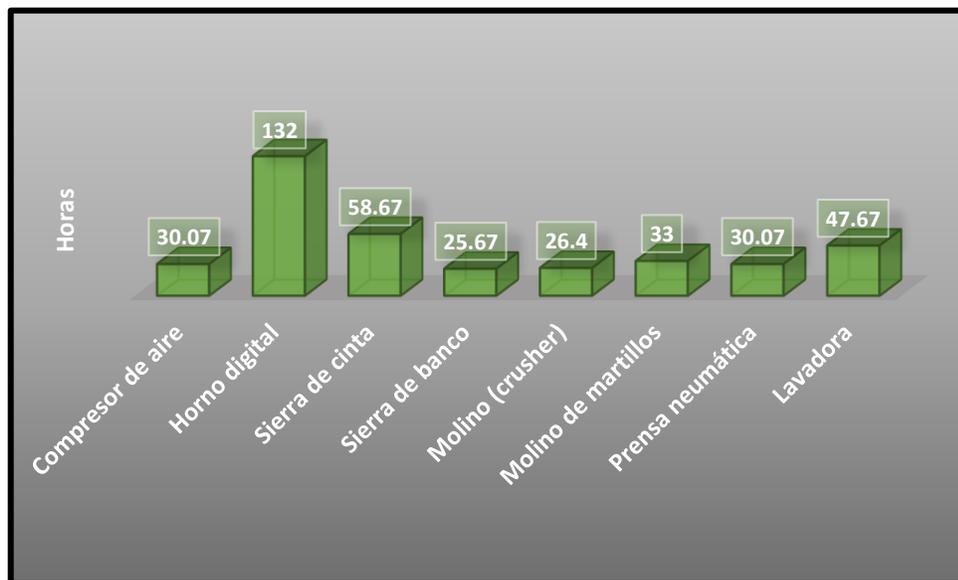
- Número de metas alcanzadas del programa y número de programas finalizados.
- Costo de multas y/o compensaciones económicas por razones ergonómicas.
- Presencia de lesiones crónicas (epicondilitis, síndrome del túnel carpiano, etc.) o enfermedades profesionales entre los estudiantes y técnicos del CII.
- Cantidad de estudiantes y técnicos capacitados.

- Evaluación de las condiciones de trabajo de la línea de producción de material reciclado del CII.

5.7.2. Maquinaria

En la figura 58 se presenta el consumo de horas mensuales de la maquinaria con que se trabaja en la línea de producción de material reciclado del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Figura 58. **Horas mensuales de funcionamiento de maquinaria**



Fuente: elaboración propia, con datos recopilados.

Debido al uso que se da a la maquinaria, se recomienda realizar rutinas de mantenimiento preventivo. Para llevar un mejor control, se debe realizar un informe de rutina donde se indique: el tipo de rutina (Semestral o Anual), una descripción breve de la rutina (cambios, observaciones y material utilizado),

tiempo empleado para llevar a cabo dicha rutina, fecha correspondiente y el nombre y firma del encargado. En la tabla XXIX se muestra formato de informe de rutina a utilizar para contribuir al seguimiento de la implementación de las buenas prácticas de Ergonomía.

Tabla XXIX. **Informe de rutinas**

Rutinas de mantenimiento	Semestral <input type="checkbox"/>	Anual <input type="checkbox"/>
Descripción de la rutina		
Tiempo y fecha	Tiempo utilizado: _____	Fecha: _____
Realizado por	Nombre del encargado: _____ Firma: _____	

Fuente: elaboración propia.

5.7.2.1. Semestral

En una ficha de control se debe indicar con detalle lo realizado en cada rutina y el tiempo que le tomó realizarla, para dar seguimiento a las mejoras planteadas. A continuación, se mencionan las rutinas que deben programarse semestralmente.

- Comprobar que la prensa neumática tenga el nivel adecuado de aceite además de comprobar su aspecto y temperatura.
- Verificar las líneas hidráulicas de la prensa neumática para evitar posibles fugas.
- En el horno industrial se debe realizar una inspección total de las bases, los soportes y las uniones soldadas para evitar problemas de separación de elementos.
- Controlar el desgaste de tamices para el molino de martillos y si es necesario sustituirlos.
- Comprobar desgaste del rotor del molino.
- Mantener el compresor de aire limpio por fuera y por dentro.
- Comprobar, soplar y/o cambiar el filtro de aspiración del compresor.
- Servicio de afilado para la sierra cinta.

5.7.2.2. Anual

Se deben llevar a cabo rutinas de mantenimiento anuales para contribuir a la mejora continua, por lo tanto, debe establecerse y programar el día, hora y tiempo estimado para realizar el mantenimiento de la maquinaria, así como el encargado de realizar dicha acción. A continuación, se mencionan las rutinas anuales de mantenimiento:

- Limpieza de las válvulas de aire de la prensa neumática.
- Cambiar el aceite de la prensa por uno nuevo que cumpla con los requisitos específicos.
- Comprobación de la acumulación de aire e impurezas en la prensa neumática.
- Calibración de quemadores y ventiladores del horno industrial.
- Comprobar si existen daños en las instalaciones eléctricas.

- Lubricar el compresor controlando la cantidad y calidad del aceite.
- Revisar las bandas del motor de la sierra cinta.

CONCLUSIONES

1. Los factores de riesgo ergonómico presentes en las tareas que inciden en aumentar la probabilidad de que un estudiante o técnico desarrolle algún trastorno musculoesquelético (TME) al desempeñar sus labores dentro de la línea de producción de material reciclado del CII, son: los movimientos repetitivos, las posturas forzadas y la manipulación de cargas.
2. Las condiciones del entorno laboral a las que están expuestos los estudiantes y técnicos del CII, generan fatiga y baja en el rendimiento, lo que se traduce en una disminución de la productividad. La causa principal es la ventilación deficiente del área de trabajo, sobre todo en días calurosos, cuando el malestar es más evidente.
3. El mantenimiento que se le proporciona a la maquinaria y equipo del CII es correctivo por lo que en caso de alguno de estos falle, se detienen las labores de la línea de producción. Además, las máquinas averiadas o con funcionamiento irregular pueden causar accidentes y poner en riesgo la salud de las personas que operan dichas máquinas.
4. A través de las capacitaciones y adiestramiento es posible crear conciencia de la importancia que tiene la ergonomía en el ámbito laboral. También permite indicar la manera correcta de utilizar la maquinaria y equipo, así como la forma en que deben realizarse las tareas que conforman la línea de producción, a fin de tener un proceso de producción eficiente y preservar la salud de los estudiantes y técnicos que colaboran en el CII.

5. El rediseño de las estaciones de trabajo permite reducir distancias y tiempos en el proceso de producción. Contar con un área de trabajo ordenada e higiénica facilita el flujo de las tareas de la línea de producción; además será posible despejar la ruta de evacuación, ya que actualmente se encuentra obstruida.

RECOMENDACIONES

1. Los efectos derivados de los factores de riesgo ergonómico continuarán a menos que se tomen medidas que reduzca el problema, por lo que se debe contar con un área de trabajo apropiada para la fase de desmoldado para evitar que adopten posturas inadecuadas. Debido a la naturaleza de las tareas de la línea de producción, es posible rotar los puestos de trabajo a manera de evitar la monotonía y distribuir adecuadamente dichas tareas para evitar sobrecargar a una persona. Además, se recomienda realizar pausas durante la jornada y ejercicios de relajación muscular para continuar con el desempeño de labores eficientemente.
2. Dar seguimiento a las mejoras propuestas para que los estudiantes y técnicos del CII puedan rendir de mejor manera. Se debe prestar especial atención a la ventilación e iluminación del área de trabajo, así como al ruido generado por el compresor de aire, de esta manera el desgaste y la fatiga será menor y por lo tanto el rendimiento será mayor.
3. Se deberá dar un mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo del CII para disminuir y evitar las reparaciones para asegurar la total funcionalidad y rendimiento de las máquinas, para ello se deben programar rutinas de inspección. El óptimo estado de la maquinaria reducirá la probabilidad de accidentes al estar siendo operado por los estudiantes y técnicos del CII.
4. En las capacitaciones y adiestramientos resulta esencial que se inculque una visión de mejoramiento continuo y que se haga hincapié en la

importancia de la implementación de las buenas prácticas de ergonomía. Las capacitaciones deben de realizarse de una manera interactiva para despertar interés en los estudiantes y técnicos del CII, por otro lado, también es importante tomar en cuenta su opinión, pues son ellos quienes están directamente involucrados en la línea de producción de material reciclado, también esto permite generar un sentimiento de pertenencia y mejora la comunicación entre compañeros.

5. Rediseñar las estaciones de trabajo para facilitar el flujo de las tareas de la línea de producción. Por ejemplo, luego de extraer el molde del horno éste se debe trasladar a la prensa neumática para que se le aplique presión, por lo que resulta conveniente que se encuentren lo menos distante posible para reducir distancias y tiempos así como el esfuerzo muscular que implica la manipulación de cargas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BONILLA, R. E. *La Ergonomía en la Prevención de los Riesgos de Trabajo*. Revista Higiene y Seguridad. México 2001.
2. CUESTA, Asencio; BASTANTE, María José. *Evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. España: Editorial Paraninfo, 2012, 368 p.
3. DIEGO-MAS, José. *Método REBA*. [En línea] <<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>> [Consulta: 16 de noviembre de 2016].
4. ESCAT CORTÉS, María. *Ergonomía*. [En línea] <<http://www.gestiopolis.com/ergonomia/>> [Consulta: 11 de noviembre de 2016].
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo* 2ª ed. México: McGraw Hill, 2005. 459 p. ISBN: 9701-046579.
6. GONGORA CALDERÓN, Marisol. *Ergonomía*. [En línea] <<http://www.monografias.com/trabajos7/ergo/ergo.shtml>> [Consulta: 03 de junio de 2016].
7. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) [En línea] <http://www.insht.es/portal/site/Ergonomia2/> [Consulta: 14 de diciembre de 2015].

8. Instituto Navarro de Salud Laboral. *Trastornos músculo-esqueléticos de origen laboral*. Gobierno de Navarra, España 2007.
9. NIEBEL, Benjamín y ANDRIS, Freivalds. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*, 10ª ed. México: Editorial Alfaomega, 2001. 728 p.
10. RAMOS FLORES, Alejandra Corinne. *Estudio de factores de riesgo ergonómico que afectan el desempeño laboral de usuarios de equipo de cómputo en una institución educativa*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Trabajo de graduación sección de estudios de posgrado e investigación, Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 2007.
11. SAARI, Jorma [En línea] <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/57.pdf>> [Consulta: 20 de abril de 2016].
12. SIZA SIZA; Héctor Jeovanny. *Estudio ergonómico en los puestos de trabajo del área de preparación de material en cepeda compañía limitada*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador, 2012. 161 p.
13. SUTER, Alice. *Ergonomía en el ámbito laboral*. [En línea] <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/.../EiclopediaOIT/tomo2/47.pdf>>. [Consulta: 28 de noviembre de 2016].

APÉNDICES

Apéndice 1. Evaluación Carga mental



Carga mental



Instrucciones: responda las preguntas que a continuación se le presentan.

*Obligatorio

¿Cómo es el tipo de trabajo? *

- Repetitivo
- No repetitivo

Tiempos

¿Cuánto tiempo necesita el trabajador para alcanzar el ritmo al que trabaja normalmente?

- <= 1/2 hora
- >1/2 HORA A <=1 día
- 2 días a <=1 semana
- <1 semana a <=1 mes
- > 1 mes
- Nunca

¿Existen pausas sin contabilizar las reglamentarias?

- Más de una en media jornada
- Una en media jornada
- Sin pausas

¿Es trabajo en cadena?

- Si
- No

¿Hay recuperación de los retrasos?

- No
- Durante las pausas
- Durante el trabajo

¿El trabajador puede ausentarse del puesto fuera de las pausas establecidas?

- Si
- No

Continuación de apéndice 1.

¿En caso de ausentarse momentáneamente el trabajador debe hacerse sustituir?

- Sí
- No

¿La ausencia del trabajador retrasa la producción o no tiene consecuencias?

- Sin consecuencias
- Con riesgo de atrasos

Atención

¿Cuál es el nivel de atención requerido?

- Débil
- Medio
- Elevado
- Muy elevado

¿Cuál es la duración del mantenimiento de atención por cada hora de trabajo?

- <10 minutos
- 10 a 20 minutos
- 20 a 40 minutos
- >=40 minutos

¿Cuál es la importancia de los riesgos que puede acarrear la falta de atención del trabajador?

- Accidentes ligeros
- Accidentes serios
- Accidentes graves

¿Cuál es la frecuencia de los riesgos a los que se enfrenta el trabajador en caso de falta de atención?

- Rara
- Intermitente
- Permanente

¿Existe posibilidad de hablar en el puesto al no existir impedimentos técnicos?

- Ninguna
- Intercambio de palabras
- Amplias posibilidades

Continuación de apéndice 1.

¿Cuánto es el tiempo que el trabajador puede apartar la vista de la tarea por cada hora de trabajo?

- >= 15 minutos
- 10 a 15 minutos
- 5 a 10 minutos
- <5 minutos

Complejidad

¿Cuál es la duración media de las operaciones realizadas por el trabajador?

- <2"
- De 2" a < de 4"
- De 4" a < de 8"
- De 8" a < de 16"
- >=16"

¿Cuál es la duración de un ciclo de trabajo?

- <8"
- De 8" a < de 30"
- De 30" a < de 60"
- De 1' a < de 3'
- De 3' a < de 5'
- De 5' a < de 7'
- >= 7"

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Evaluación de Entorno.



Entorno



Instrucciones: responda las preguntas que a continuación se le presentan.

*Obligatorio

Esfuerzo realizado en el puesto de trabajo

¿Carga física?

- Débil (0, 1, 2)
- Media (3, 4, 5)
- Elevada (6, 7)
- Dura (8, 9)
- Muy dura (10)

Ambiente térmico

¿Cuál es la exposición diaria a la temperatura efectiva?

- < 30'
- 30' a < 1 h 30'
- 1 h 30' a < 2 h 30'
- 2 h 30' a < 4
- 4 h a < 5 h 30'
- 5 h 30' a < 7 h
- >= 7 h

¿Cuántas veces cambia la temperatura en la jornada?

- 25 o menos
- más de 25

Ambiente luminoso

¿Contraste, diferencia entre la luminancia de los objetos a observar y el fondo?

- Elevado
- Medio
- Débil

Continuación de apéndice 2.

¿Cuál es el nivel de percepción requerido por la tarea?

- General
- Basto
- Moderado
- Bastante fino
- Muy fino
- Extremadamente fino

¿El trabajo se realiza con luz artificial permanente?

- Permanente
- No permanente

¿Existen fuentes de deslumbramiento?

- Si
- No

Ruido

¿Cómo es el nivel de ruido?

- Constante
- Variable

¿Hay ruidos impulsivos?

- Menos de 15 al día
- 15 o más al día

Continuación de apéndice 2.

Vibraciones

(*) En caso de no existir vibraciones seleccione como duración menos de 2 horas y como carácter Poco molestas

¿Duración de la exposición a las vibraciones?

- < 2 h
- 2 a < 4 h
- 4 a < 6 h
- 6 a < 7 h 30'
- >= 7 h 30'

¿Carácter de las vibraciones? *

- Poco molestas
- Molestas
- Muy molestas

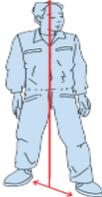
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Encuesta de molestias físicas.

	Molestias físicas	
Instrucciones: marqué la opción que mejor se adapte a la frecuencia con que presenta molestias físicas en las siguientes partes del cuerpo.		
Hombros	<input type="radio"/> Muy frecuentemente <input type="radio"/> Ocasionalmente	<input type="radio"/> Frecuentemente <input type="radio"/> Nunca
Brazos	<input type="radio"/> Muy frecuentemente <input type="radio"/> Ocasionalmente	<input type="radio"/> Frecuentemente <input type="radio"/> Nunca
Cuello	<input type="radio"/> Muy frecuentemente <input type="radio"/> Ocasionalmente	<input type="radio"/> Frecuentemente <input type="radio"/> Nunca
Manos	<input type="radio"/> Muy frecuentemente <input type="radio"/> Ocasionalmente	<input type="radio"/> Frecuentemente <input type="radio"/> Nunca
Espalda	<input type="radio"/> Muy frecuentemente <input type="radio"/> Ocasionalmente	<input type="radio"/> Frecuentemente <input type="radio"/> Nunca
Muñecas	<input type="radio"/> Muy frecuentemente <input type="radio"/> Ocasionalmente	<input type="radio"/> Frecuentemente <input type="radio"/> Nunca
Torso	<input type="radio"/> Muy frecuentemente <input type="radio"/> Ocasionalmente	<input type="radio"/> Frecuentemente <input type="radio"/> Nunca
Zona lumbar	<input type="radio"/> Muy frecuentemente <input type="radio"/> Ocasionalmente	<input type="radio"/> Frecuentemente <input type="radio"/> Nunca
Antebrazo	<input type="radio"/> Muy frecuentemente <input type="radio"/> Ocasionalmente	<input type="radio"/> Frecuentemente <input type="radio"/> Nunca

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Instructivo ergonómico.

	Normas básicas para la implementación de las buenas prácticas de ergonomía
Manipulación de cargas	
<p>Separa los pies para conseguir una postura estable, colocando un pie más adelantado que el otro.</p>	
	<p>Dobla las piernas manteniendo la espalda derecha. No flexiones demasiado las rodillas y levántate suavemente.</p>
<p>Sujeta firmemente la carga empleando ambas manos. Utiliza un agarre seguro.</p>	
	<p>No gires el tronco ni adoptes posturas forzadas.</p>
<p>Mantén la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento.</p>	

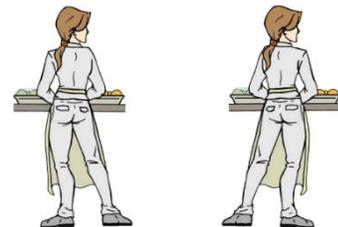
Continuación de apéndice 4.



Normas básicas para la implementación de las buenas prácticas de ergonomía

Posturas de trabajo de pie

Cambia el apoyo del peso del cuerpo entre el pie izquierdo y derecho a intervalos regulares.



Trabaja con los brazos a la altura de la cintura, para evitar tener que doblar la espalda o estar agachado.

Adaptar la altura del puesto al tipo de esfuerzo que se realiza. Utilizar un reposapiés portátil o fijo.



De ser posible utilizar una silla pivotante que sea regulable.

No lles calzado con un tacón superior a los 5 cm de altura. Debe ser un calzado cómodo.



Continuación de apéndice 4.



Normas básicas para la implementación de las buenas prácticas de ergonomía

Al utilizar herramientas o útiles de trabajo

A la hora de trabajar, evita colocar las herramientas por encima de los hombros. Sitúalas de frente a la tarea que se va a realizar y al alcance de los brazos para no inclinar el tronco.



Si realizas un esfuerzo con tus brazos, es conveniente que el antebrazo, la muñeca y la mano formen una línea recta.

Se deben utilizar puntos de apoyo cuando sea posible, con el objetivo de minimizar el trabajo muscular.



Utiliza la herramienta específica a la tarea a realizar. Ej. Si vas a golpear utiliza un martillo no un destornillador.

Es mejor realizar esfuerzos empujando un objeto que tirando de él.



Continuación de apéndice 4.



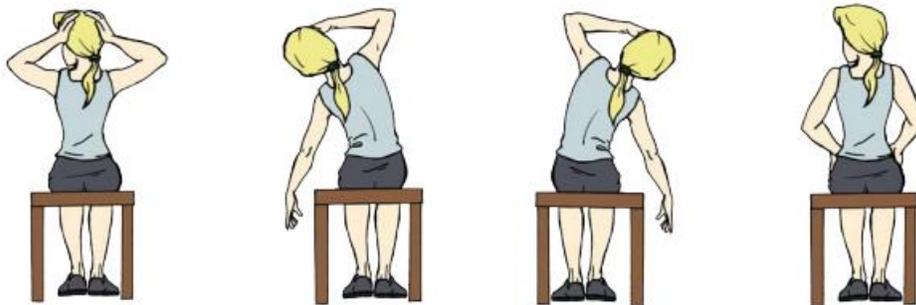
Normas básicas para la implementación de las buenas prácticas de ergonomía

Ejercicios de relajación muscular

Ejercicios para el cuello y espalda



Ejercicios para los brazos y antebrazos



Ejercicios para las muñecas



Continuación de apéndice 4.

	Normas básicas para la implementación de las buenas prácticas de ergonomía	
Equipo de protección personal		
Para la cabeza	Para los ojos	
		
Para el aparato respiratorio		
		
Para los oídos	Para los pies	
		
Para las manos	Para los brazos	
		

Fuente elaboración propia.

ANEXO

Anexo 1. Norma ISO 1128: Métodos de evaluación

La Norma ISO 1128 está formada por tres partes, bajo el título general “Manipulación manual” (*Manual Handling*):

- Parte 1: Levantamiento y transporte
- Parte 2: Empuje y tracción
- Parte 3: Manipulación de pequeñas cargas a elevada frecuencia

La parte 3 de la norma quedaría fuera del ámbito de aplicación que normalmente identificamos como “manipulación manual de cargas”, ya que las cargas a las que hace referencia son de tamaño inferior a 3 kg, por lo que esta parte estaría más relacionada con el trabajo repetitivo.

Parte 1: levantamiento y transporte (ISO 11228-1:2003)

Esta parte de la norma establece un sistema paso a paso para la estimación de los riesgos para la salud derivados de tareas de levantamiento y transporte de cargas. En cada paso, propone límites recomendables y consejos prácticos para la organización ergonómica de estas tareas. Además, la norma propone una serie de recomendaciones teniendo en cuenta un amplio rango de factores relevantes incluyendo la naturaleza de la tarea, las características del objeto, el ambiente de trabajo y las capacidades y limitaciones personales de los trabajadores.

Continuación de anexo 1.

Esta norma es de aplicación para tareas de levantamiento y transporte de objetos de peso igual o superior a 3 kg y está basada en una jornada laboral de 8 horas diarias.

Parte 2: empuje y tracción (ISO 11228-2:2007)

Esta parte de la norma proporciona dos métodos para identificar los riesgos potenciales asociados con las tareas de empuje y tracción. Además, propone recomendaciones para la reducción del riesgo.

El procedimiento de evaluación del riesgo identifica dos métodos con los que valorar y evaluar los riesgos emergentes de las tareas de empuje y tracción. El método 1 es más sencillo y fácil de aplicar para las situaciones más corrientes de un entorno laboral habitual. No obstante, si este método no se ajustase adecuadamente a la situación o a la población a evaluar, entonces debería utilizarse el método 2.

El método 1 proporciona una lista de chequeo simple y unas tablas psicofísicas con valores máximos de fuerza con las que evaluar de forma rápida una tarea. El método 2 se basa en las características específicas de la población y la tarea para establecer unos niveles límite de fuerza. Esta norma es de aplicación a fuerzas ejercidas con todo el cuerpo para mover o parar un objeto que se encuentra enfrente del operador, realizadas por una sola persona que se encuentra en posición de pie, utilizando las dos manos y sin ayudas externas.

Continuación anexo 1.

Altura de manejo (cm)		Empuje - Fuerza inicial máxima aceptable (N) - 90% población															
		Frecuencia de empuje															
		10/min 0,1667 Hz		5/min 0,0833 Hz		4/min 0,0667 Hz		2,5/min 0,042 Hz		1/min 0,0167 Hz		1/2min 0,0083 Hz		15 min 0,0033 Hz		1,8 h 3,5 x 10 ⁻⁵ Hz	
H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M		
Distancia: 2 m																	
144	135	200	140	220	150					250	170			260	200	310	220
95	89	210	140	240	150					260	170			280	200	340	220
64	57	190	110	220	120					240	140			250	160	310	180
Distancia: 8 m																	
144	135					140	130			210	160			220	180	260	200
95	89					160	140			230	160			250	190	300	210
64	57					130	110			200	140			210	160	260	170
Distancia: 15 m																	
144	135							160	120	190	140			200	150	250	170
95	89							180	110	220	140			230	160	280	170
64	57							150	90	190	120			200	130	240	150
Distancia: 30 m																	
144	135									150	120			190	140	240	170
95	89									170	120			220	150	270	180
64	57									140	110			190	120	230	150
Distancia: 45 m																	
144	135									130	120			160	140	200	170
95	89									140	120			190	150	230	180
64	57									120	110			160	120	200	150
Distancia: 60 m																	
144	135											120	120	140	130	180	150
95	89											140	120	160	130	200	160
64	57											120	100	140	110	170	130

Para poblaciones mixtas deben usarse los límites para mujeres.
Los valores dados para las menores alturas de manejo no son recomendables.

Tabla de Empuje-Fuerza inicial máxima aceptable de la norma ISO 11228-2

Parte 3: Manipulación de pequeñas cargas a elevada frecuencia ISO 11228-2:2006

ISO 11228-3: 2006 establece recomendaciones ergonómicas para tareas repetitivas de trabajo que implican la manipulación manual de cargas bajas a alta frecuencia. Proporciona orientación sobre la identificación y evaluación de los factores de riesgo comúnmente asociados con el manejo de cargas bajas a alta

Continuación anexo 1.

frecuencia, lo que permite evaluar los riesgos para la salud de la población trabajadora. Las recomendaciones se aplican a la población adulta de trabajo y están destinadas a brindar una protección razonable para casi todos los adultos sanos. Las recomendaciones relativas a los riesgos para la salud y las medidas de control se basan principalmente en estudios experimentales sobre carga musculoesquelética, malestar / dolor y resistencia / fatiga relacionados con los métodos de trabajo. ISO 11228-3: 2006 tiene la intención de proporcionar información para todos aquellos involucrados en el diseño o rediseño de trabajo, trabajos y productos.

Fuente: Norma ISO 1128: Métodos de evaluación. Consulta: junio de 2017.