

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE SEGURIDAD LABORAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
INSTITUTO NACIONAL DE SUSTANCIAS TÓXICAS (IRET)**

**Proyecto de graduación para optar por el grado de Maestría en Salud  
Ocupacional con Mención en Higiene Ambiental**

**Versión Final de la Evaluación Ergonómica de las áreas de proceso y  
producto empacado de una planta de alimentos y recomendaciones de  
mejora**

**Realizado por: Carmen Andrés Jiménez**

**Directora del proyecto: MSc. Adriana Campos Fumero**

Profesora del Instituto Tecnológico de Costa Rica

Tel: 2550-2161, Fax: 2550-2317

E-mail: [acampos@itcr.ac.cr](mailto:acampos@itcr.ac.cr)

**Fecha de presentación: 17 de Diciembre, 2008.**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE SEGURIDAD LABORAL

UNIVERSIDAD NACIONAL  
INSTITUTO NACIONAL DE SUSTANCIAS TÓXICAS (IRET)


Acta de aprobación

Se certifica que el proyecto de graduación presentado por Carmen Andrés Jiménez, titulado "Evaluación Ergonómica de las áreas de proceso y producto empacado de una planta de alimentos y recomendaciones de mejora", cumple con las regulaciones y requisitos establecidos en el reglamento de proyectos de graduación para optar por el grado de Maestría en Salud Ocupacional con mención en Higiene Ambiental.

Firmas:



MSc. María Lourdes Medina Escobar



Dra. Patricia Monge Guevara



MSc. Adriana Campos Fumero

**Dedicado a mis padres, que me han dado todo su amor, su sabiduría, su cariño, confianza, en fin, un amor incondicional, el más grande de todos y que fui muy afortunada de haber recibido.**

**Dedicado a mi gran amor Gabriel, quien me ha dado su amor sin reservas, que me ha enseñado todo lo que sola no hubiera podido aprender, y que me ha dejado amarlo y me ha hecho muy feliz.**

## Resumen

Se realizó una evaluación ergonómica de los puestos de trabajo del área de proceso y producto empacado. Esta evaluación consistió en la aplicación de herramientas de diagnóstico y análisis y constó de tres partes: la primera parte fue un análisis del historial de lesiones en los puestos de trabajo de interés; la segunda un análisis del estudio de tiempos y movimientos para las líneas de producción y de las materias primas que se manejan en el área de proceso y la tercera, la aplicación de una encuesta ergonómica, una lista de verificación general y diferentes herramientas ergonómicas de análisis.

El análisis del historial de lesiones mostró que el área de proceso, Marmitas ha tenido el 50% de las lesiones, Concentrado un 28% y Cocina un 21%. En el área de empaque y entarimado, la línea con mayor cantidad de lesiones ha sido la Bossar 2500 (más del 50%), seguida por Galonera (25%) y ELF (12%). Las líneas que nunca han presentado lesiones importantes son la Automática, Bossar 1600 y Cramsa.

El análisis del estudio de tiempos y movimientos de las líneas de producción mostró que los productos que pesan más de 700g o que tienen velocidades de línea muy altas (como los de presentación de 200g y 114g) son los más críticos y el análisis de las materias primas mostró que las más críticas son Sal, Azúcar, Espesante, Ajo en polvo y Pasta de tomate.

Con base en estos hallazgos, se aplicaron las herramientas ergonómicas. El primer tipo fue uno general (la lista general de verificación de UTAH y la lista ISO). Esta mostró que en todas las áreas el trabajo es repetitivo, monótono y que en las áreas de entarimado y proceso la espalda del trabajador está en riesgo. La encuesta de Síntomas de NIOSH para el área de proceso mostró que un 75% de los trabajadores tiene dolor desde hace 1 año, un 66% de este porcentaje tiene dolor lumbar y un 33% lo tiene en extremidades superiores. Para el área de empaque mostró que un 86% del personal tiene dolor, 70% de este porcentaje es en la espalda, 43% en las manos y 43% en cuello y hombros. En cuanto a entarimado, un 83% de los operarios tienen dolor, el dolor se concentra más que todo en la espalda (33%) y el cuello y los hombros (67%).

El segundo tipo de herramienta de análisis de riesgos fue al nivel de riesgo en mano, para lo cual se aplicó el Strain Index y el Hand Activity Level. El Strain Index mostró que sacar concentrado del cajón está en el área de peligro, mientras que alzar sacos en Cocina se encuentra en la zona de precaución, no así en Marmitas, la cual también está en la zona de peligro. Por otro lado, todos los puestos de empaque están en la zona de peligro excepto la Cramsa y los productos de bajo peso, excepto los de 200g y 114g. En el

área de entarimado se encontró que la línea Galonera y Bossar 1600 están en la zona de peligro. El Hand Activity level (HAL), encontró que en Cocina, el subir sacos representa peligro para la mano derecha del trabajador, no así la izquierda, pero el alzarlos en el propio mezanine representa peligro para ambas manos. Todas las operaciones en el área de concentrado representan peligro para el trabajador y en el área de Marmitas, se está en la zona de peligro, excepto para la mano izquierda (ambas en azúcar) y ajo en polvo (zona de precaución). El empacar 200g presenta peligro para el trabajador, así como empacar 700g en Bossar 2500, Bossar 1600 y Automática. En el área de entarimado hay peligro excepto en Automática, Cramsa y Bossar 2500 para productos de bajo peso.

El tercer tipo fue la herramienta para evaluar riesgos a nivel de espalda, para lo cual se aplicaron tres. La primera fue la Calculadora WA State, la cual determinó peligrosas a las tres áreas de proceso y a la línea Galonera. La segunda fue el lifting TLV, el cual determinó como peligrosas la Galonera, ELF y Cramsa y a las tres áreas de proceso. Y la tercera fue la Ecuación de NIOSH, en donde se encontró necesario un rediseño del puesto de trabajo para todas las áreas de proceso (excepto sacar concentrado del cajón) y a la mayoría de las líneas de llenado en el origen, a excepción de la Bossar 1 y en el destino, se encontró que se debe hacer un rediseño para las líneas Bossar 1, 2 y Galonera. El cuarto tipo de herramienta fue el método REBA para el área de proceso, la cual muestra que todas las operaciones necesitan acción inmediata, a excepción del levantamiento del estañón de 250Kg.

*Se recomienda un rediseño de las áreas de Marmitas y Cocina, utilizando un Stacker eléctrico modelo FW 1533, una banda transportadora y una mesa fija para colocar los materiales, además de una bomba neumática para transportar la pasta de tomate.*

## ÍNDICE GENERAL

Acta de aprobación . . . . .	II
Dedicatoria . . . . .	III
Resumen . . . . .	IV
Índice General. . . . .	VI
Índice de Figuras. . . . .	X
Índice de Cuadros . . . . .	XII
I. Introducción . . . . .	1
A. Diagrama de flujo . . . . .	1
B. Descripción del diagrama de flujo . . . . .	2
II. <u>Descripción del problema . . . . .</u>	4
III. <u>Justificación del proyecto . . . . .</u>	5
IV. Objetivos generales y específicos . . . . .	8
V. Alcances y limitaciones. . . . .	9
VI. Revisión bibliográfica . . . . .	10
A. Factores de riesgo ergonómicos . . . . .	10
B. Lesiones ergonómicas . . . . .	11
C. Lesiones en extremidades superiores . . . . .	11
D. Lesiones en la espalda. . . . .	12
E. Elementos de antropometría para diseño de puestos de trabajo . . . . .	13
VII. Metodología. . . . .	15
A. Aplicación de las herramientas de diagnóstico y análisis. . . . .	15
1. Análisis del historial de lesiones . . . . .	15
2. Análisis del estudio de tiempos y movimientos . . . . .	15
3. Análisis de las materias primas que se manejan en el área	

	de proceso .....	16
	4. Aplicación de la encuesta Ergonómica NIOSH .....	17
	5. Aplicación de la lista de Verificación General .....	17
	6. Descripción de las herramientas Ergonómicas. ....	18
	6.1 Descripción .....	18
	6.1.1 Strain Index .....	18
	6.1.2 Hand activity level (HACL TLV) .....	18
	6.1.3 WA State lifting Calculator .....	18
	6.1.4 ACGIH proposed lifting TLV .....	18
	6.1.5 Ecuación de NIOSH .....	19
	6.1.6 Lista de Verificación para la identificación de peligros de carga muscular localizada (CML) ISO/TS 20646-1:2004 (E) .....	19
	6.1.7 Método REBA .....	19
	6.1.8 Lista general de riesgos Ergonómicos .....	19
	6.2 Aplicación de las herramientas Ergonómicas. ....	20
	6.2.1 Área de proceso .....	20
	6.2.2 Área de empaçado .....	20
	B. Aplicación de la antropometría al diseño de puestos de trabajo .....	21
VIII.	Análisis de Situación actual. ....	22
IX.	Conclusiones .....	54
X.	Alternativas de solución .....	58
XI.	Bibliografía .....	76
XII.	Apéndices .....	81
	Apéndice 1. Comportamiento de productos de líneas de producción	82
	Apéndice 2. Materia prima utilizada .....	84
	Apéndice 3. Aplicación del Strain Index .....	86
	Apéndice 4. Aplicación de HAL .....	89

Apéndice 5. Aplicación de NIOSH a entarimado .....	92
Apéndice 6. Aplicación de NIOSH a proceso .....	96
Apéndice 7. Aplicación de REBA a proceso .....	103
Apéndice 8. Descripción de Strain Index .....	106
Apéndice 9. Descripción de HAL .....	109
Apéndice 10. Descripción del Lifting TLV .....	113
Apéndice 11. Descripción de WA State Calculator .....	117
Apéndice 12. Descripción de lista de chequeo ISO.....	119
Apéndice 13. Descripción de Ecuación de NIOSH .....	121
Apéndice 14. Descripción del método REBA .....	124
Apéndice 15. Descripción de lista general de verificación ergonómica. 127	
Apéndice 16. Programa de ejercicios sugerido para la planta . . . . .	130
Apéndice 17. Diseño actual de los puestos de trabajo del área de producto empacado .....	134
Apéndice 18. Programa de capacitación ergonómica .....	139
Apéndice 19. Distribución actual del área de proceso de la planta de Producción en estudio .....	141
Apéndice 20. Distribución propuesta del área de proceso de la planta de Producción en estudio .....	143
Apéndice 21. Ejemplo de rotación de personal en las líneas de empaque	145
 Anexos .....	 147
 Anexo 1. Encuesta de síntomas ergonómicos .....	 148
Anexo 2. Strain Index .....	151
Anexo 3. Hand Activity level . . . . .	153
Anexo 4. WA State listing calculator .....	155
Anexo 5. Lifting TLV .....	
157	
Anexo 6. Ecuación de NIOSH .....	159
Anexo 7. Método REBA .....	168
Anexo 8: Lista de verificación ISO	170
Anexo 9. Lista general de análisis de riesgo Ergonómico NIOSH	172
Anexo 10. Opciones de equipo para las áreas 1 y 3. . .	183

Anexo 11. Opciones de equipo para el área 2 .....	204
Anexo 12. Ejemplos de alfombras antifatiga recomendadas .....	215
Anexo 13. Ejemplos de plataforma tipo tijera ajustable para las áreas de entarimado y proceso .....	218
Anexo 14. Mesas ajustables para el área 1 y entarimado. ....	222
Anexo 15. Banda transportadora ajustable para el área 3. ....	224
Anexo 16. Alturas recomendadas para una superficie de trabajo de pie para tres tipos de trabajo .....	226
Anexo 17. Radio de alcance establecido para el trabajo con extremidades superiores .....	228

## ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1.1</u> Diagrama de flujo del proceso de producción . . . . .	3
<u>Figura 8.1</u> Resumen de resultados de la aplicación del Hand Activity level a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 1 durante Enero, 2008 . . . . .	36
<u>Figura 8.2</u> Resumen de resultados de la aplicación del Hand Activity level a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 2 durante Enero, 2008. . . . .	37
<u>Figura 8.3</u> Resumen de resultados de la aplicación del Hand Activity level a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 3 durante Enero, 2008 . . . . .	38
<u>Figura 8.4</u> Resumen de resultados de la aplicación del Hand Activity level a los trabajadores de los puestos de trabajo de empaque en estudio durante 2007	39
<u>Figura 8.5</u> Resumen de resultados de la aplicación del Hand Activity level a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en estudio durante 2007	40
<u>Figura 10.1</u> Plataforma tijera para colocar al final de cada línea de producción de la planta de producción en análisis. . . . .	58
<u>Figura 10.2</u> Esquema del procedimiento para nuevos ingresos o personal que vuelve a trabajar en la planta de producción en estudio. . . . .	74
<u>Figura 12.1</u> Escala para la determinación del HAL. . . . .	110
<u>Figura 12.2</u> Escala de Esfuerzo Físico. Rating of Perceived Exertion (RPE). Borg Scale (1980). . . . .	111
<u>Figura 12.3</u> Ejemplo ficticio del gráfico final entre la fuerza de agarre y el nivel de actividad de la mano, para la determinación de la posición de un puesto de trabajo con respecto a su TLV. . . . .	112
<u>Figura 12.4</u> Representación gráfica de la localización de la mano para la aplicación del Lifting TLV. . . . .	115
<u>Figura 12.5</u> Ilustraciones de un programa de ejercicios emitido por Acevedo, 2003..	133
<u>Figura 12.6</u> Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 1 . . . . .	135
<u>Figura 12.7</u> Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 2 . . . . .	135
<u>Figura 12.8</u> Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 3. . . . .	136
<u>Figura 12.9</u> Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 4. . . . .	136

<u>Figura 12.10</u> Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 5. ....	137
<u>Figura 12.11</u> Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 6. ....	137
<u>Figura 12.12</u> Distribución actual del área de proceso de la planta de producción en estudio (Fuente confidencial) . . . . .	142
<u>Figura 12.13</u> Distribución propuesta del área de proceso de la planta de producción en estudio (Fuente confidencial) . . . . .	144

## ÍNDICE DE CUADROS

<u>Cuadro 7.1</u>	Puestos de trabajo de las líneas de empaque y entarimado activas y en las áreas de proceso de la planta de producción en estudio.	17
<u>Cuadro 8.1</u>	Análisis del Historial de lesiones del área de proceso desde Mayo del 2002 hasta el 2007.	22
<u>Cuadro 8.2</u>	Análisis del Historial de lesiones ergonómicas en las áreas de producto empacado (empaque y entarimado) de las líneas en estudio ( año 2002 al 2007).	23
<u>Cuadro 8.3</u>	Áreas con más lesiones ergonómicas y principales tipos de las mismas en la planta de producción	24
<u>Cuadro 8.4</u>	Resumen de los resultados de la aplicación de la encuesta de Síntomas Ergonómica NIOSH a los trabajadores del área de proceso durante Enero, 2008	25
<u>Cuadro 8.5</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la Encuesta de Síntomas Ergonómica NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo de empaque en estudio durante Febrero, 2007	26
<u>Cuadro 8.6</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la Encuesta Ergonómica de síntomas de la NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en estudio durante Febrero, 2007	28
<u>Cuadro 8.7</u>	Productos identificados como críticos de acuerdo al nivel de peso y repetición que implica su proceso productivo	30
<u>Cuadro 8.8</u>	Resumen de los resultados de la aplicación de la Herramienta Ergonómica Strain Index a los trabajadores de los puestos de trabajo de las áreas 1 y 2 durante Enero, 2008	33
<u>Cuadro 8.9</u>	Resumen de los resultados de la aplicación de la Herramienta Ergonómica Strain Index a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 3 durante Enero, 2008	34
<u>Cuadro 8.10</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la Herramienta Ergonómica Strain Index a los trabajadores de los puestos de trabajo de empaque en estudio durante Febrero, 2007	34
<u>Cuadro 8.11</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la Herramienta Ergonómica Strain Index a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en estudio durante Febrero, 2007	35
<u>Cuadro 8.12</u>	Resumen de resultados de la aplicación del Lifting TLV a los trabajadores de los puestos de trabajo del área de proceso	41
<u>Cuadro 8.13</u>	Resumen de resultados de la aplicación del Lifting TLV a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en estudio durante Febrero, 2007	42
<u>Cuadro 8.14</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la Calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 3 durante Enero 2008	42

<u>Cuadro 8.15</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la Calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 1 durante Enero 2008	43
<u>Cuadro 8.16</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la Calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 2 durante Enero 2008	43
<u>Cuadro 8.17</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la Calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado de las líneas 1, 2 y 6 durante Febrero, 2007	44
<u>Cuadro 8.18</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la Calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado de las líneas 3, 4 y 5 durante Febrero, 2007	44
<u>Cuadro 8.19</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la ecuación de NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 1 durante Enero 2008	45
<u>Cuadro 8.20</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la ecuación de NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 2 durante Enero 2008	46
<u>Cuadro 8.21</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la ecuación de NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo del área3 durante Enero 2008	47
<u>Cuadro 8.22</u>	Resumen de resultados de la aplicación de la ecuación de NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en las líneas en estudio durante Junio, 2007	47
<u>Cuadro 8.23</u>	Resumen de resultados de la aplicación del método REBA a los trabajadores de los puestos de trabajo del área de proceso durante Enero, 2008	49
<u>Cuadro 8.24</u>	Resumen de resultados de la aplicación de todas las herramientas al área de proceso	51
<u>Cuadro 8.25</u>	Resumen de resultados de la aplicación de las herramientas al nivel de empaque	52
<u>Cuadro 8.26</u>	Resumen de resultados de la aplicación de las herramientas a nivel de entarimado	53
<u>Cuadro 10.1</u>	Opciones de elevadores eléctricos para levantar las materias primas a las áreas 1 y 3	63
<u>Cuadro 12.1</u>	Comportamiento de los diferentes productos en las diferentes líneas de producción en estudio.	83
<u>Cuadro 12.2</u>	Descripción de las materias primas: su frecuencia de compra y su presentación en el área de bodega y proceso	85
<u>Cuadro 12.3</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta Strain Index para el área de empaque de las líneas en estudio	87
<u>Cuadro 12.4</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta Strain Index para el área de entarimado de las líneas en estudio	87
<u>Cuadro 12.5</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta Strain Index para el área de 1 y 2	87
<u>Cuadro 12.6</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta Strain Index para el área 3	89

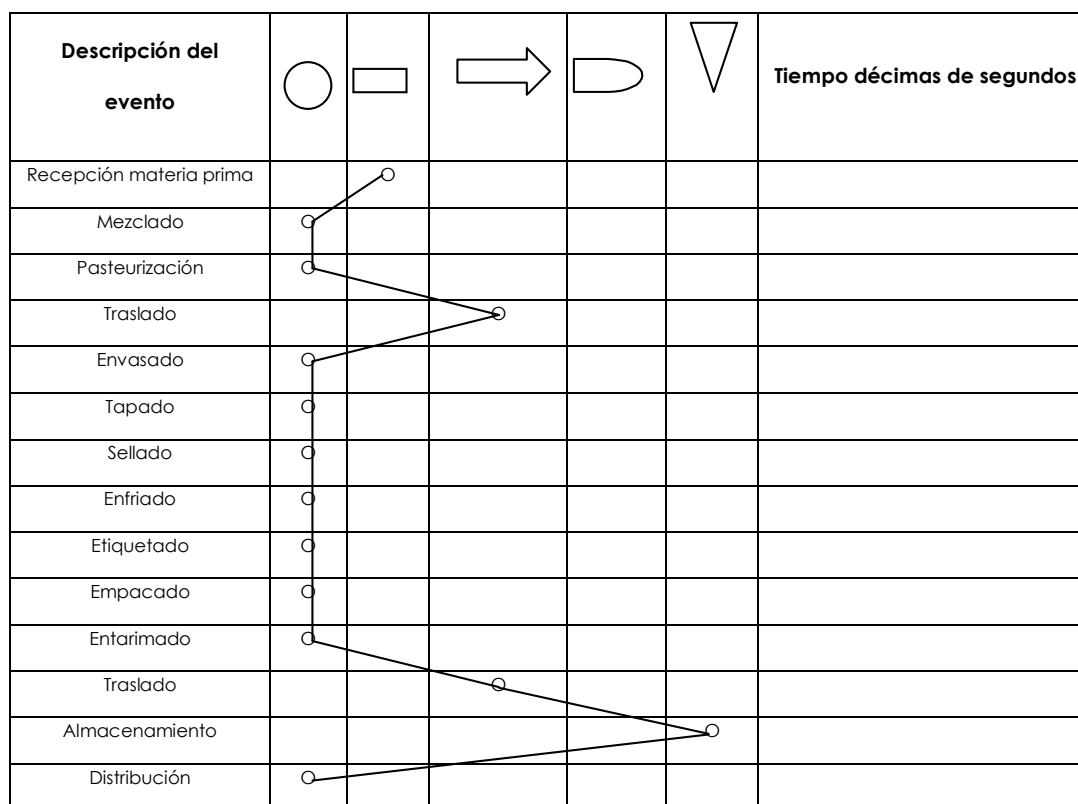
<u>Cuadro 12.7</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área de empaque de las líneas 3, 4 y 5	90
<u>Cuadro 12.8</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área de empaque de las líneas 1, 2 y 6	90
<u>Cuadro 12.9</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área de entarimado de las líneas 3, 4 y 5	90
<u>Cuadro 12.10</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área de entarimado de las líneas 1, 2 y 6	90
<u>Cuadro 12.11</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área 1	91
<u>Cuadro 12.12</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área 2	91
<u>Cuadro 12.13</u>	Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área 3	91
<u>Cuadro 12.14</u>	Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área de entarimado de las líneas 1, 2 y 6	93
<u>Cuadro 12.15</u>	Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área de entarimado de las líneas 3, 4 y 5	93
<u>Cuadro 12.16</u>	Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área de entarimado de las líneas 3, 4 y 5	94
<u>Cuadro 12.17</u>	Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área de entarimado de las líneas 1, 2 y 6	95
<u>Cuadro 12.18</u>	Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 2	97
<u>Cuadro 12.19</u>	Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 3 (Operario 1)	97
<u>Cuadro 12.20</u>	Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 3 (Operario 2)	98
<u>Cuadro 12.21</u>	Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 2	98
<u>Cuadro 12.22</u>	Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 2	99
<u>Cuadro 12.23</u>	Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 3 (Operario 1)	100
<u>Cuadro 12.24</u>	Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 3 (Operario 2)	101
<u>Cuadro 12.25</u>	Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 1	102
<u>Cuadro 12.26</u>	Datos crudos de la aplicación del método REBA para el área 2	104
<u>Cuadro 12.27</u>	Datos crudos de la aplicación del método REBA para el área 3 (Operario 1)	104
<u>Cuadro 12.28</u>	Datos crudos de la aplicación del método REBA para el área 3 (Operario 2)	105
<u>Cuadro 12.29</u>	Datos crudos de la aplicación del método REBA para el área 1	105
<u>Cuadro 12.30</u>	Criterio para determinar el multiplicador de cada variable que se estudia en el Strain Index	107

<u>Cuadro 12.31</u>	Multiplicador de cada variable según la intensidad escogida por el analista en el cuadro 1.	108
<u>Cuadro 12.32</u>	Plan de capacitación Ergonómica para todos los trabajadores del área de producción, bodegas, mantenimiento, control de calidad y para área de oficinas	140
<u>Cuadro 12.33</u>	Ejemplo de rotación de personal en una semana normal de trabajo para el personal del área de producto empacado.	146

## I. Introducción

La información de la planta de alimentos en donde se realizó este proyecto se mantendrá confidencial.

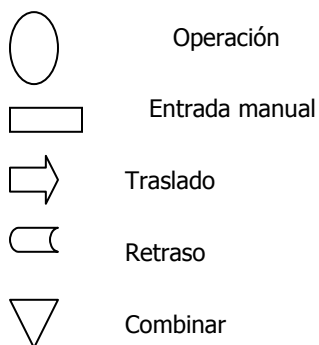
### A. Diagrama de flujo del proceso



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de producción de la planta en estudio

**Fuente:** Confidencial.

Descripción de la simbología:



## I. Descripción del diagrama de flujo del proceso

El recibimiento de las materias primas en el área de descarga es con el que inicia el proceso de producción de la planta. En esta área se descargan las materias primas por medio de montacargas y carretillas hidráulicas, los materiales se transportan a la bodega, se etiquetan y se clasifican. Cada vez que se necesitan en producción, se van pasando de manera controlada y se pasan a la planta por medio de carretillas hidráulicas.

En el área de producción, la mezcla de materiales se realiza en una marmita, en la cual se lleva a cabo la cocción (retención) (el tiempo y temperaturas se mantienen confidenciales). Una vez que se llevó a cabo la pasteurización correctamente, el producto se pasa a los tanques Buffer de cada línea de llenado por medio de tuberías. Del tanque buffer, el producto pasa a las tolvas de llenado por medio de bombas de desplazamiento positivo y de ahí a las boquillas de llenado.

El llenado se puede clasificar en dos grandes áreas: el llenado en las líneas que a partir de ahora designaremos como 1, 2 y 3 (donde se utilizan envases plásticos) y el llenado en las líneas 4, 5 y 6 (donde se utiliza material flex para envasar).

El llenado en la línea 1 se hace con presentaciones de 150g (con cajas de 24 unidades) y 700g (en cajas de 12 unidades). El llenado en la línea 2 se hace en presentaciones de 385g (con cajas de 12 unidades) y 700g (con cajas de 24 unidades) y el llenado en la línea 3 se hace siempre en presentaciones de 4000g, con cajas de 4 unidades.

El llenado en las líneas 4, 5 y 6 se hace en las siguientes presentaciones: la línea 4 utiliza solamente 114g (12 unidades por caja, 8 cajas en una más grande). La línea 5 utiliza presentaciones de 200g (24 unidades por caja), 385g (12 unidades por caja) y 800g (12 unidades por caja) y la línea 6 utiliza solamente la presentación de 9g (500 unidades o 1500 unidades por caja, según marca).

Una vez terminado el llenado, se pasa al tapado, enfriado, etiquetado, empaque y entarimado (en las líneas de plástico y vidrio) y en las líneas flex, se procede a empacar y entarimar. En las líneas de plástico y vidrio, se empaca el producto en charolas a las cuales después se les coloca plástico termoformable. Las charolas listas se hacen pasar

por una máquina termoencogible y después deben ser colocadas en tarimas que tienen usualmente 5 camas. En las líneas Flex, se empaca el producto en cajas de cartón y se les coloca cinta adhesiva para después entarimarlas en tarimas de 5 camas cada una.

El producto se pasa a la bodega de producto terminado por medio de carretillas hidráulicas para ser después transportado y llevado a los puntos de venta por medio de contratistas externos.

## **II. Descripción del problema**

Se estudiarán dos áreas problemáticas desde el punto de vista Ergonómico en la planta de producción: proceso (áreas 1, 2 y 3 a las cuales se les mantiene la confidencialidad) y producto empacado (empaques y entarimados) de todas las líneas de producción.

Se seleccionaron estas dos áreas debido a que ambas han presentado lesiones importantes en los últimos 5 años y han sido las dos áreas con más accidentes en la compañía. Las lesiones que se han presentado han sido primordialmente desórdenes músculo esqueléticos en espalda, manos y brazos (representando un 29% de las lesiones para el área de proceso y un 16% de las lesiones para el área de empaque y entarimado).

Toda lesión ergonómica en estas áreas ha representado un gasto económico importante (incapacidad del personal, reentrenamiento del personal, gastos médicos, alzas en póliza del INS, etc), razón por la que seguir teniendo estas lesiones no es conveniente para la empresa, sino que se debe invertir más en prevención de las mismas. Además, el personal que trabaja en estas áreas se desmotiva al saber que después de haber tenido una lesión importante, debe volver a trabajar de una manera muy tosca para su cuerpo, con la posibilidad de que su condición preexistente se agrave.

Como segundo problema, las áreas de manejo de materiales del área producto empacado (empaques y entarimados) son en su totalidad manuales y repetitivas. La cantidad de producto que se procesa varía en cada línea. Por ejemplo, en la línea 6, normalmente se procesan 20 cajas de 500 sobres y se producen 10 tarimas por día y en el área de entarimado se manejan 20 cajas por tarima y se producen 10 tarimas al día, por línea. Así sucede con el resto de las líneas aproximadamente (ver apéndice 1).

Las actividades de manejo de materiales del área de procesamiento son también totalmente manuales. El operario debe siempre realizar mucho esfuerzo para llevarlo a cabo, como es el levantamiento de sacos de hasta 50 Kg, el traslado de cargas de un lugar a otro, involucrando gradas y algunas muy empinadas y la flexión de la espalda para poder realizar el trabajo. En el apéndice 2 se muestra la cantidad de materiales que se procesan en cada área por mes.

### III. Justificación del proyecto

Los desórdenes músculo esqueléticos representan un porcentaje alto en pérdidas económicas a nivel mundial para las empresas, ya que debe pagársele a los empleados por su incapacidad, además de que representan la mitad de las enfermedades ocupacionales (Shuttleworth, 2007).

Por otro lado, las lesiones de espalda resultantes de un sobre esfuerzo son comunes en la mayoría de las ocupaciones, consistiendo en un 25% de todas las lesiones laborales (un 50% ocurre levantando objetos, un 9% empujando o jalando objetos y un 6% sosteniendo o acarreado objetos) (Bureau of Labor Statistics, 1982).

Es por eso que el estudiar lesiones músculo esqueléticas, saber de dónde vienen y entender su desarrollo, da a una empresa la oportunidad de controlar el problema en la fuente y puede evitar potencialmente el costo del proceso de rehabilitación (Marras, 2003).

El área de producto empacado (empaquete y entarimado) de las líneas de producción no ha sido evaluada con herramientas ergonómicas aún y las lesiones que se han presentado en esta han representado hasta la fecha un 16% de las lesiones en la planta de producción (el resto de las lesiones se han presentado en el área de proceso y en las llenadoras y bodegas). Las lesiones ergonómicas más importantes que se han presentado en el área de empacado han sido bursitis, codo de tenista y lumbalgias.

Como se describió en el diagrama de flujo para el área de producto empacado, se tienen diferentes presentaciones en cada línea y área de trabajo y la velocidad de las líneas es alta y uno de los problemas más importantes es la repetición. Si la frecuencia de levantamiento aumenta, el peso que el cuerpo es capaz de soportar es menor (Sanders & McCormick, 1993). Esto lo comprobaron Barr & Barbe, en su estudio, cuando su grupo de animales en estudio tuvo un descenso en la tasa de alcance (indicador sobre la habilidad del animal de mantener el ritmo de la actividad) precisamente en el momento en el que se dio el pico de respuesta inflamatoria de los músculos (Barr & Barbe, 2003).

Es por esto que del análisis del estudio de tiempos y movimientos del área de producto empacado y de la información de la cantidad de producto que se maneja en el

área de proceso, se pueden obtener los productos más críticos que se deben analizar y así determinar un rediseño apropiado de las mismas y otras recomendaciones que eliminen las molestias de los trabajadores.

En el caso del área de proceso, sí se han aplicado herramientas ergonómicas mediante un estudio hecho en Octubre del 2005 (Andrés & Brenes, 2005). Sin embargo este estudio no está actualizado y no abarca el área 2, la cual se incluyó recientemente y las personas que fueron evaluadas ya no trabajan en la compañía, por lo que la aplicación de herramientas ergonómicas nuevamente en esta área generaría información importante para describir la situación actual y así poder, a partir de ella, determinar qué se necesita implementar en la misma y otras recomendaciones con un criterio fundamentado.

Los mayores problemas en el área de proceso se han dado por levantamiento constante de alto peso provocando lumbalgias, lesiones en brazo, hombro y piernas. Esto ha generado incapacidades constantes y largas a la compañía. Durante el año 2007, el 100% de las incapacidades laborales del área de proceso fueron causadas por un problema ergonómico y este es el área con más accidentes en la compañía (representando un 29% del total de accidentes).

Para evaluar ambas áreas (proceso y empaçado), se utilizarán herramientas ergonómicas, las cuales darán información importante para realizar análisis de riesgo en cada situación en especial y sacar conclusiones y recomendaciones (Silverstain, 2007). En general, los análisis ergonómicos ayudan a reducir lesiones, incrementar la productividad, incrementar la eficiencia, mejorar la calidad del trabajo y del producto terminado, mejorar los ciclos de recuperación y reducir el ausentismo (Steward & Silverstain, 2005).

Además de las herramientas ergonómicas, también se utilizará la antropometría, ciencia de la medición del tamaño y forma del esqueleto humano (Sanders & McCormick, 1993). Este estudio determinará los lineamientos necesarios para llevar a cabo el rediseño del puesto de trabajo, mejorando las condiciones del empleado a pesar de que haya tenido una lesión, ya que no se realiza para una persona saludable, sino para aquellos que puedan sufrir de dolor de espalda, ya que así más personas podrán realizar este trabajo de una manera más productiva y fructífera para la empresa (European Agency for Safety and Health at Work, 2007).

El rediseño de puestos de trabajo aumentará la productividad, la calidad de los productos y bajará las enfermedades de la espalda y extremidades superiores que actualmente se están dando en la compañía.

## IV. Objetivos

### Objetivo General

Realizar una evaluación ergonómica a todas las áreas de proceso y de producto empacado de una planta de producción de alimentos para generar recomendaciones de mejora en cada estación de trabajo.

### Objetivos específicos

- ✓ Analizar el historial de lesiones en cada puesto de trabajo desde el año 2002 al 2007, para determinar las lesiones más críticas que cada puesto de trabajo está generando.
- ✓ Aplicar al personal la encuesta de síntomas ergonómica NIOSH para identificar el tipo de dolencias que los operarios están teniendo.
- ✓ Realizar un análisis ergonómico general a las áreas de proceso y empacado, para así determinar los productos más críticos y saber en cuáles se deben aplicar las herramientas ergonómicas.
- ✓ Aplicar las herramientas Strain Index, HAL TLV, ACGIH proposed lifting TLV, WA State lifting calculator, ecuación de NIOSH, Reba y Lista de verificación para identificar peligros de carga muscular localizada (CML, ISO/TS 20646-1: 2004 (E)) en cuerpo entero, manos y espalda a los puestos de trabajo en estudio.
- ✓ Analizar los puestos de trabajo a la luz de los estándares de diseño ergonómico para determinar el grado de conformidad y las acciones que se deben tomar para llegar a esos estándares.
- ✓ Proponer un rediseño y mejora de las estaciones de trabajo atacando las áreas de oportunidad que la aplicación de las herramientas demostró.

## V. Alcances y limitaciones

### A. Alcances

- ✓ El análisis se realizará a todas las áreas activas de proceso y de producto empacado que tiene la compañía, por lo que le será útil mayormente a los departamentos de Producción, Planificación y Salud Ocupacional para determinar áreas de oportunidad que deben ser atacadas.
- ✓ Aunque el análisis abarcará los productos de las líneas que son más críticos en términos ergonómicos de acuerdo al estudio de tiempos y movimientos de la compañía y de las materias primas más críticas del área de proceso, los resultados del análisis ergonómico le serán útiles a los departamentos mencionados en el punto anterior para definir rotación de personal y proyectos ingenieriles.

### B. Limitaciones

- ✓ El análisis del área de producto empacado no será exhaustivo sino representativo de los productos de cada línea que según un análisis sobre las velocidades de producción y las unidades producidas por mes, muestren ser representativos de los problemas más críticos de cada línea de producción.
- ✓ El personal de la planta de producción en la planta estudiada tiende a rotar, por lo que el análisis de puestos junto a la aplicación de la encuesta ergonómica puede verse afectado por lo mismo. Se tratará de aplicar las encuestas y las herramientas a las personas que tengan más estabilidad en la compañía.

## VI. Revisión Bibliográfica

### **A. Factores de riesgo ergonómicos**

Los factores de riesgo ergonómicos que generan lesiones músculo esqueléticas a una persona se pueden dividir en dos tipos: laborales y no laborales. Los laborales están relacionados con la repetición, las posturas incómodas, realización de esfuerzos, duración de la tarea, posturas estáticas, estrés por contacto, ambiente de trabajo, vibración y estrés. Los no laborales son aspectos como la edad, género, fumado, artritis crónica, diabetes, hipotiroidismo, condiciones preexistentes, pasatiempos, fuerza, flexibilidad, capacidad de aguante, estatura, peso y hábitos (Stewart & Silverstain, 2005).

De manera general, se ha demostrado que factores como la fuerza, repetición, postura, tiempo de recuperación y tipo de agarre causan desórdenes músculo esqueléticos (Moore, S & Garg, A. 1995).

Otro tipo de factores que se cree están asociados con el desarrollo de desórdenes músculo esqueléticos de las extremidades superiores, son los psicosociales u organizacionales. Entre ellos se pueden mencionar la alta demanda, control excesivo en el trabajo, salud mental y la satisfacción en el trabajo (SHARP, 2004).

Diferentes estudios han confirmado la relación que existe entre los factores de riesgo laborales y no laborales y la incidencia de lesiones músculo esqueléticas en las extremidades superiores y baja espalda (SHARP, 2004). Otros estudios dicen lo contrario, ya que argumentan que la discapacidad puede ser genética y que la relación con el trabajo es muy débil (Stover, 2005). Sin embargo, aunque no esté claro si estas lesiones están relacionadas con el trabajo, el impacto en la vida de las personas es extremadamente alto. Mientras el rendimiento de las personas decrece, su enfermedad aumenta y lo lleva a discapacidad (European Agency for Safety and Health at Work, 2007). Además, un número significativo de personas que fueron lesionadas en el trabajo, renuncian o son despedidas, de acuerdo a un reciente estudio llevado a cabo por la Universidad de Ohio (Ohio State University, 2008).

## **B. Lesiones ergonómicas**

La exposición a factores de riesgo laborales, no laborales y psicosociales u organizacionales genera lesiones músculo esqueléticas bien estudiadas y documentadas (Steward & Silverstain, 2005).

Los síntomas generales que los factores de riesgo ergonómicos laborales generan son los siguientes: dolor, hinchazón y rigidez por más de 48 horas. También se puede sentir dolor que disminuye con el descanso, rango de movimiento limitado por dolor o rigidez y pérdida de fuerza o funcionalidad (Stewart, 1997).

Las lesiones ergonómicas se pueden clasificar en dos tipos: agudas y crónicas. Las agudas son torceduras o desgarres y las crónicas son desórdenes músculo esqueléticos (Steward, 2007).

Según un estudio realizado en el 2004, se reportaron 60099 lesiones como resultado de movimientos repetitivos, uso repetitivo de herramientas, levantar y colocar objetos de forma repetida, agarrar o mover objetos (Waters, 2004).

## **C. Lesiones en extremidades superiores**

En las extremidades superiores se pueden presentar diversos problemas como son la tendinitis, bursitis, compresión de nervio o lesión vascular, en los hombros, antebrazos, síndrome del túnel carpal. En las manos específicamente, se puede encontrar la tenosinovitis (Síndrome de DeQuervain), la mialgia y artrosis (Silverstain, 2007).

El codo de tenista es una tendinitis que involucra el tendón extensor y su inserción al epicondrio lateral del húmero. Se adquiere por una repetida rotación del antebrazo, repetida extensión de la muñeca o uso de herramientas que requieran un torque. Otro padecimiento es el síndrome del túnel carpal, el cual es una compresión del nervio medio al pasar por el canal del túnel del carpo, afectando el dedo pulgar, índice, medio y la mitad del dedo anular (Campos, 2005).

La recopilación que el Departamento de Trabajo de Estados Unidos de OSHA (Occupational, Safety and Health Association) realizó de 13 estudios sobre desórdenes

músculo esqueléticos en extremidades superiores en el 2004, muestra que la alta repetición aumenta el riesgo de tener el síndrome del manguito rotador en el hombro derecho y que el hecho de ser mujer aumenta al doble el riesgo de tener el síndrome del túnel carpal. Por otro lado, la edad lo aumenta ligeramente (cada año) y el trabajo altamente repetitivo lo aumenta 3 veces (SHARP, 2004).

En un estudio específico de extremidades superiores se encontró que el hecho de trabajar con las posturas adecuadas y ejerciendo sólo la fuerza necesaria hace que el riesgo de adquirir enfermedades músculo esqueléticas baje (Feuerstein, 2004).

#### **D. Lesiones en la espalda**

En la espalda baja se pueden presentar lesiones como lumbalgias, hernias, dolor de espalda. Estos desórdenes se desarrollan con el tiempo a base de microtraumas de los tejidos suaves (músculos, tendones y nervios), los cuales llegan a exceder la capacidad del cuerpo de repararse a sí mismo generando enfermedad. Una enfermedad en la espalda se va generando con el tiempo y la persona empieza a sentir fatiga, después incomodidad, finalmente dolor y si se llega a un extremo se genera la discapacidad. Esto se agrava con el constante esfuerzo físico generado por la demanda del trabajo. Es un círculo vicioso que conlleva a la discapacidad (Silverstain, 2007).

El riesgo de lesiones en la espalda en el trabajo ha sido ampliamente estudiado y representa un 50% de las lesiones laborales reportadas a nivel mundial (Shuttleworth, 2007). Sin embargo, existe otro tipo de lesiones que son también comunes en los negocios y la industria, estas se llaman traumas repetitivos en las extremidades superiores (hombros, codos y muñecas) y solamente de forma reciente es que se les ha dado más importancia. Estas lesiones son comunes en los atletas y se pueden prevenir con ejercicios y un tratamiento preventivo y temprano. Cuando no se atienden, los síntomas avanzan y el riesgo de daño permanente aumenta (Stewart, 1997).

En cuanto al dolor en la espalda baja, un estudio hecho en Dinamarca y Suecia, mostró que factores como el sedentarismo y un estilo de vida no saludable, se asocian claramente a dolor en la espalda baja en adolescentes. Estos factores son: fumado, obesidad y consumo de alcohol. Sin embargo, en adultos, se demostró que un estilo de

vida sedentario (como estar sentado todo el día en el trabajo) protege a la espalda y protege a la persona de tener dolor en la espalda baja (Leboeuf-Yde, 2004).

### **E. Elementos de antropometría para el diseño de puestos de trabajo**

La antropometría es la medición del tamaño y forma del cuerpo humano o esqueleto. Esta ciencia lidia con características del cuerpo como volumen, centros de gravedad, propiedades de la inercia y segmentos de masa corporal (Sanders & McCormick, 1993). Actualmente, esta ciencia es utilizada para diseñar puestos de trabajo, herramientas y otros productos (Campos, 2005).

Los datos antropométricos tienen variaciones que pueden tener su origen en varias áreas, de las cuales se pueden mencionar las siguientes: el género (las medidas de la mujer son un 92% las del hombre), la raza (los negros y blancos son similares en altura y peso, no así los asiáticos), la tarea que se realiza (el tiempo que se debe mantener una postura, el tipo de agarre o contacto y el uso de una mano o dos), la ropa utilizada (la cual afecta el movimiento de la persona), la tendencia al crecimiento (los niños crecen más rápidamente ahora que antes) y el efecto de la edad (con la edad las personas se empequeñecen) (Steward & Silverstain, 2005).

Estaciones de trabajo que están pobremente diseñadas pueden causar dolor e incluso dañar la espalda, dar dolor de músculos, dolor en los hombros y cuello y problemas circulatorios (Sanders & McCormick, 1993).

El diseño de un lugar de trabajo debe tener cierta flexibilidad para ajustarse a todas las variaciones anteriores. Los principios para diseñar puestos de trabajo son: diseño para individuos extremos (en los casos en que tomando en cuenta al más grande, se logra abarcar a toda la población; por ejemplo, los marcos de las puertas), diseño para rango adaptable, el cual es en general el ideal (en los casos en que se quiera diseñar algo adaptable a diferentes personas; por ejemplo, un asiento ajustable de un carro) y el diseño para la media (cuando ninguno de los anteriores es práctico o apropiado; por ejemplo, un mostrador en una tienda) (Sanders & McCormick, 1993).

Se debe tomar en cuenta que la zona de alcance conveniente es aquella en la que un objeto se puede alcanzar sin hacer esfuerzo. Las dimensiones de alcance en una

mesa de trabajo son máximo 50.8 cm y el alcance normal es de 39.4 cm (Sanders & McCormick, 1993).

Existen también características críticas para una determinada área de trabajo. El área que es de mayor interés en este proyecto es el trabajo de pie. Las características más importantes son: la altura de los codos y el tipo de trabajo que se ejecuta. La altura de la estación para un trabajo no fino debe diseñarse para la persona más alta (hombres 107 cm y mujeres 96 cm) y usar una plataforma para las personas pequeñas y si se pueden utilizar superficies ajustables es mejor, ya sea eléctricas, hidráulicas o manuales (hombres 88-107 cm y mujeres 81-96 cm) ((Sanders & McCormick, 1993).

## **VII. Metodología**

Se llevará a cabo una evaluación Ergonómica de las áreas de proceso (Área 1, Área 2 y Área 3) y producto empacado (empaque y entarimado) de una planta de producción de alimentos. Esta evaluación estará dividida en dos secciones: aplicación de herramientas de diagnóstico y análisis y aplicación de la antropometría al diseño actual de los puestos de trabajo.

### **A. Aplicación de las herramientas de diagnóstico y análisis**

La aplicación de las herramientas de diagnóstico consta de cuatro partes: 1. Análisis del historial de lesiones en los puestos de trabajo de interés; 2. Análisis del estudio de tiempos y movimientos para las líneas de producción; 3. Análisis de las materias primas que se manejan en el área de proceso; 4. Aplicación de una encuesta ergonómica, una lista de verificación general y diferentes herramientas ergonómicas de análisis.

#### **1. Análisis de historial de lesiones**

Se analizará el historial de lesiones de cada puesto de trabajo a partir del año 2002 y hasta llegar al año 2007. Se determinarán las lesiones más críticas que están afectando los puestos de trabajo y se comparará esta información con los resultados de la aplicación de la encuesta de Síntomas de NIOSH y las herramientas ergonómicas. De esta manera se determinará de la manera más fundamentada, los puestos de trabajo más críticos, cuyo diseño deberá ser corregido a corto, mediano y largo plazo.

#### **2. Análisis del estudio de tiempos y movimientos de las líneas de producción**

Se analizará el estudio de tiempos y movimientos proporcionado por el departamento de producción de la compañía, en el cual se ve la velocidad de las líneas, las presentaciones de los productos que se hacen por línea y las unidades producidas de cada uno (ver apéndice 1).

Estas tres variables determinarán los puestos de trabajo con más unidades producidas por hora o los que manejan productos de mayor gramaje.

Cabe mencionar que un mismo puesto de trabajo puede no ser de riesgo cuando esté con una presentación de bajo peso (como 200g por ejemplo) y sí será de riesgo cuando esté con un producto de mayor peso (como 800g).

### **3. Análisis de las materias primas que se manejan en el área de proceso**

Se analizará el tipo y la cantidad de materias primas que se manejan en el área de proceso (áreas 1 y 3), para determinar los materiales en los que se deben aplicar las herramientas ergonómicas. Con los resultados de esta aplicación, se identificará la gravedad del área para proponer alternativas de solución a la misma.

Para esto se tomará el listado de las materias primas más utilizadas en un mes (ver apéndice 2), las cuales se compararán tomando en cuenta dos factores: la cantidad que se compra por mes y las presentaciones en las que se maneja cada producto en el área de proceso.

La cantidad que se compra por mes será el primer factor que determinará si una materia prima debe analizarse con herramientas ergonómicas, ya que mostrará que la repetición es mayor en estos materiales (y se trabaja con ellos más días al mes que con otros), lo cual implica más cansancio y desgaste en los operarios y mayor probabilidad de lesiones importantes.

Las presentaciones en las que se maneja el producto en el área de proceso serán el segundo factor que determinará cuál materia prima es la que debe evaluarse con las herramientas ergonómicas. Las presentaciones que tengan mayor peso serán las más críticas. Cabe destacar que la presentación en que el proveedor vende algunas materias primas es diferente a la que se maneja en el área de proceso (ya que la Bodega de Materia Prima se encarga de reenvasar las materias primas para llevarlas al área de producción).

Finalmente, una mezcla de ambos factores determinará las materias primas más críticas que deben evaluarse en cada área de trabajo.

#### 4. Aplicación de la Encuesta de Síntomas Ergonómica NIOSH

La encuesta ergonómica de síntomas de NIOSH (ver anexo 1) se aplicará al personal que labora en cada puesto de trabajo involucrado en las áreas de interés, para identificar el tipo de dolencia que la persona sufre. La encuesta se aplicará a las 16 personas que son el total de la población en estudio (12 en empaque y entarimado y 4 en proceso). Este personal se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 7.1. Puestos de trabajo de las líneas de empaque y entarimado activas y en las áreas de proceso

Línea	Empaque	Entarimado
Línea 1	Trabajador 1	Trabajador 2
Línea 2	Trabajador 1	Trabajador 2
Línea 3	Trabajador 1 (empaca y entarima)	
Línea 4	Trabajador 1A Trabajador 1B	Trabajador 2
Línea 5	Trabajador 1	Trabajador 2
Línea 6	Trabajador 1	Trabajador 2
Área 1	1 trabajador (monta producto en tanque de mezclado)	
Área 2	1 trabajador (saca producto del cajón grande y lo coloca en estañones pequeños que después alza)	
Área 3	2 trabajadores (montan producto en cada marmita)	

Una vez que se tengan los resultados, se analizarán para cada puesto para determinar el tipo de dolencia que presentan e identificar posibles recomendaciones para el puesto de trabajo.

#### 5. Aplicación de la lista de verificación para detección de riesgos ergonómicos en el área de proceso

La lista de verificación (ver anexo 8) se aplicará a todos los puestos de trabajo del área de proceso para determinar cuáles de las herramientas ergonómicas es necesario aplicar en cada situación y cuáles no. Esta herramienta se utilizará sólo para el área de proceso porque el análisis de la misma se decidió realizar después de que el análisis del

área de producto empacado estaba terminado y no era posible por razones laborales aplicar más herramientas a esta otra área.

## **6. Descripción y aplicación de las herramientas Ergonómicas de evaluación**

### **6.1 Descripción**

Las siguientes herramientas Ergonómicas se aplicarán a todos los puestos de trabajo en los productos críticos definidos en el estudio de tiempos y movimientos y de materias primas:

6.1.1 **Strain Index** (Moore & Garg, 1995): herramienta semicuantitativa de análisis que resulta en un puntaje que se cree correlaciona con el riesgo de desarrollar desórdenes en las extremidades superiores y discrimina entre los trabajos que exponen a los trabajadores a desórdenes músculo esqueléticos de los que no. La explicación de cómo aplicar la herramienta se muestra más en detalle en el apéndice 8.

6.1.2 **Hand activity level (HAL) TLV** (ACGIH, 2006): método que se concentra en analizar la mano, muñeca y antebrazo. Está hecho para trabajos de una sola área (que incluyen un conjunto de movimientos o esfuerzos similares y repetitivos). Representa condiciones en las cuales se cree la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin tener efectos adversos en su salud. La aplicación de la herramienta se muestra más en detalle en el apéndice 9.

6.1.3 **WA State lifting calculator** (Steward & Silverstain, 2005): se utiliza para evaluar operaciones de levantamiento manual de cargas. Si este incluye cargas de diferentes pesos y desde posiciones diferentes se deben evaluar los dos casos peores (la carga más pesada y el levantamiento en la peor postura posible) y también evaluar el levantamiento realizado más comúnmente. Por otro lado, se debe escoger la frecuencia y duración de los levantamientos durante una jornada de trabajo típica (Steward, K & Silverstain, B.; 2005). La aplicación de la herramienta se muestra más en detalle en el apéndice 11.

6.1.4 **ACGIH proposed lifting TLV** (ACGIH, 2006): determina condiciones de levantamiento bajo las cuales se cree casi todos los trabajadores pueden estar expuestos de manera repetitiva sin desarrollar dolor en la baja espalda o desórdenes asociados con áreas de levantamiento repetitivo. Hay factores individuales u organizacionales que pueden

influenciar la posibilidad de adquirir estos padecimientos (ACGIH, 2006). La explicación más detallada de la aplicación de la herramienta se muestra más en detalle en el apéndice 10.

6.1.5 **Ecuación de NIOSH** (NIOSH, 1981): La ecuación de NIOSH tiene definidas unas tablas de conversión, en donde se determinarán las variables LC (constante de 51 libras), VM, AM, HM, CM, DM, FM y con la multiplicación de todos estos, se determinará el RWL (el cual es el peso máximo que se debería levantar en el caso específico analizado). Se toma el que dé menor del origen y destino y después se determina el LI (lifting index), el cual se obtiene dividiendo el peso real levantado entre el RWL. Si éste es mayor a 1, se recomendará un rediseño del puesto de trabajo. La explicación más detallada de la aplicación de la herramienta se muestra más en detalle en el apéndice 13.

6.1.6 **Lista de verificación para la identificación de peligros de carga muscular localizada (CML, ISO/TS 20646-1:2004 (E))** (ISO, 2004): tiene como propósito identificar factores que aumenten la carga muscular localizada, la cual se define como el peso en el sistema músculo esquelético requerido para movimientos, posturas y fuerzas de trabajo y esfuerzo. Esta lista determina los puestos de trabajo donde se realiza un mayor esfuerzo, lo cual puede desencadenar padecimientos músculo esqueléticos. La explicación más detallada de la aplicación de la herramienta se muestra más en detalle en el apéndice 12.

6.1.7 **Método REBA (HIGNETT, S. y McAtamney, L., 2000)**: este método se aplicará sólo al área de proceso por la misma razón por la que se aplicó la lista de verificación para riesgos ergonómicos sólo en ese área. El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables. La explicación más detallada de la aplicación de la herramienta se muestra más en detalle en el apéndice 14.

6.1.8 **Lista general de verificación de análisis de riesgo ergonómico** (NIOSH, 1981): esta lista de verificación se aplicará sólo al área de proceso por la misma razón que se explicó en el punto 6.1.7. Este método identifica categorías básicas de demanda de trabajo y condiciones de trabajo que pueden ser un problema para el individuo. Las preguntas que

tengan un “sí” como respuesta son las que requieren análisis más profundo. Cada lista de verificación se acopla a diferentes condiciones y factores del ambiente laboral. La explicación más detallada de la aplicación de la herramienta se muestra más en detalle en el apéndice 15.

## **6.2 Aplicación**

La aplicación de las herramientas se realizará de la siguiente manera:

### **6.2.1 Área de proceso**

Una vez determinadas las materias primas más críticas del área de proceso, se procederá a aplicar las herramientas ergonómicas para esta área.

Debido a que en el área 1 trabaja una sola persona en el turno, se le aplicarán todas las herramientas en todas las materias primas que hayan salido críticas para esta área en particular.

Para el área 2 trabaja también una persona en el turno, por lo que a esta se le aplicarán todas las herramientas y el producto que se maneja en esa área, que debe mantenerse confidencial.

En el área 3 trabajan dos personas en el turno, por lo que se les aplicará las herramientas ergonómicas en todas las materias primas que hayan salido críticas para esta área en particular.

Una vez aplicadas todas las herramientas, se procederá a procesar los datos y sacar estadísticas para determinar los puestos de trabajo en riesgo, las medidas a tomar y recomendaciones de mejora.

### **6.2.2 Área de producto empacado**

Una vez determinados los productos críticos en cada línea de llenado, se aplicarán las herramientas ergonómicas en los operarios que laboran en el área de empaque y entarimado de cada línea.

En el cuadro 7.1 se puede observar la cantidad de personas que hay para cada puesto en cada línea de producción, por lo que a cada persona se le aplicarán todas las herramientas y después se procesarán los datos para determinar las necesidades en cada puesto de trabajo, qué tan rápido se deben hacer y cuáles medidas se deben tomar.

### **B. Aplicación de la antropometría al diseño actual de los puestos de trabajo (Sanders & McCormick, 1993).**

Los pasos para aplicar la antropometría a los problemas de diseño son los siguientes:

- a. Determinar la dimensión del cuerpo que es importante para el diseño.
- b. Definir el tipo de personas que van a utilizar las facilidades, para determinar el rango dimensional a ser considerado.
- c. Determinar el principio a ser utilizado (individuos extremos, adaptables o promedios).
- d. Seleccionar el porcentaje de la población que va a ser acomodada (90% o 95%, según sea importante para el problema).
- e. Localizar las tablas antropométricas apropiadas para la población y extraiga los valores relevantes.
- f. Sumar las tolerancias apropiadas si se utiliza ropa que vaya a impedir el movimiento natural de la persona.
- g. Construir una maqueta o prototipo de la estación que se está diseñando.

## VIII. Análisis de Situación Actual

### A. Análisis del historial de lesiones

Se realizó un análisis del historial de lesiones ergonómicas desde el año fiscal 03 (Mayo del 2002 hasta el año 2007) para las áreas de proceso y producto empacado. En los siguientes dos cuadros se muestran los tipos de lesiones encontradas:

Cuadro 8.1 Análisis del historial de lesiones del área de proceso desde 2002 hasta el 2007

<b>Año</b>	<b>Área de trabajo</b>	<b>Descripción de la lesión</b>
Agosto 2002	Área 3	Dolor en cintura y espalda por esfuerzo acumulado
Noviembre 2002	Área 3	Realizó mucha fuerza jalando una tarima
Noviembre 2002	Área 3	Gran esfuerzo al vaciar un estañón
Diciembre 2002	Área 2	Realizó un esfuerzo muy grande al jalar una carretilla
Enero 2003	Área 2	Sufrió un desgaste al jalar una carretilla
Marzo 2003	Área 3	Lesión en la espalda por esfuerzo acumulado
Julio 2004	Área 3	Malestar muscular en la espalda por esfuerzo acumulado
Septiembre 2004	Área 3	Esfuerzo acumulado por levantar sacos
Diciembre 2004	Área 2	Lesión en la espalda. Tenía una lesión preexistente y no se le prohibió esta práctica
Diciembre 2004	Área 1	Esfuerzo acumulado causó dolor en la espalda
Abril 2005	Área 2	Al empujar la carretilla sintió fuerte dolor en la espalda
Mayo 2007	Área 1	Lesión en la espalda, esfuerzo acumulado
Febrero 2007	Área 1	Lumbalgia
Julio 2007	Área 3	Tropezón a la hora de alzar un saco

De acuerdo al cuadro anterior se observa que las áreas de proceso presentan problemas de dolor de espalda de una manera recurrente desde Agosto del 2002. El 50% de las lesiones que se presentan se dan en el área 3 de proceso, lo cual haría pensar que es el área más crítica de las tres en este sentido.

El área 1 representa un 21%, el cual es una cantidad importante de lesiones considerando que su instalación fue a partir de mediados del año 2004 y no se podría comparar totalmente con las otras dos áreas, pero la incidencia de lesiones ergonómicas es alta. El 28% restante de las lesiones se dieron en el área 2. En esta área se tiene el problema de tener que maniobrar carretillas hidráulicas y levantar estañones.

Cuadro 8.2 Análisis del Historial de lesiones ergonómicas en las áreas de producto empacado (empaque y entarimado) de las líneas en estudio (año 2002 al 2007)

<b>Año</b>	<b>Área de trabajo</b>	<b>Descripción de la lesión</b>
Marzo 2003	Línea 3	Entarimando una caja realizó un mal movimiento lesionándose el hombro
Septiembre 2006	Empaque Línea 5	Lesión en codo por movimiento repetitivo al empacar producto de alto peso. Dolor se le extiende hacia la espalda
Septiembre 2006	Empaque Línea 5	Lesión en hombro por empacar diversos productos de diversos pesos. Tenía 5 meses en el puesto.
Marzo 2006	Empaque Línea 5	Lesión en la mano (dolor muscular),. Tenía 4 meses en el puesto.
Mayo 2007	Línea 3	Dolor de brazo al alzar los galones. Tenía 2 meses en el puesto
Junio 2007	Línea 2	Dolor fuerte en el hombro al empacar botellas de 375g en una cajita.
Octubre 2007	Empaque Línea 5	Por alzar una caja de 7.5Kg sintió dolor

De acuerdo al cuadro anterior, la línea con mayor cantidad de lesiones es la Línea 5 (más del 50% de las lesiones de este tipo en toda la planta) y las líneas que nunca han presentado lesiones importantes son la línea 1, línea 4 y línea 6. Sin embargo, no se puede definir con sólo esta información que en estas líneas no vaya a haber lesiones en el futuro.

Tanto en el puesto de empaque como en el de entarimado de la línea 3, ha habido lesiones (una en cada uno). También, en la línea 2 hubo una lesión en el área de empaque, provocada probablemente por repetición.

En el siguiente cuadro se muestran las áreas donde ha habido más lesiones ergonómicas y los principales tipos de las mismas.

Cuadro 8.3 Áreas con más lesiones ergonómicas y principales tipos de las mismas en la planta de producción.

Áreas	Porcentaje	Tipos de lesiones	Porcentaje
Áreas 1 y 2	29%	Dolor de espalda	61%
Area de empaque	16%	Dolor de brazo	16%
Carretillas, operación de máquina y Bodega	10%	Dolor hombro	13%
Resto	6% ó menos	Dolor de manos	10%

Debido a que las dos áreas con mayor incidencia de lesiones ergonómicas son las áreas de proceso y producto empacado, es útil que el presente estudio analice estas dos áreas con más detalle y se puedan sacar conclusiones más concretas que lleven a la mejor propuesta de solución.

### **B. Resultados de la aplicación de la encuesta de síntomas ergonómica NIOSH**

En la encuesta de síntomas ergonómica NIOSH se encontraron los siguientes resultados, resumidos en los siguientes 3 cuadros para área de proceso, empaque y entarimado:

**Cuadro 8.4** Resumen de los resultados de la aplicación de la encuesta de síntomas ergonómica NIOSH a los trabajadores del área de proceso durante Enero 2008.

	<b>Cocina</b>	<b>Concentrado</b>	<b>Marmitas</b>	<b>Marmitas</b>
<i>Item</i>	Trabajador único	Trabajador único	Marmitero 1	Marmitero 2
<b>Edad</b>	26	27	36	45
<b>Género</b>	M	M	M	M
<b>Puesto</b>	Empacador	Cocinero	Marmitero 1	Marmitero 2
<b>Duración</b>	1 año y 4 meses	4 años	5 meses	2 años y 8 meses
<b>Otros trabajos</b>	No	Operario de producción	Bananera Limón, carrero y cortador	Producción, operario de Fryma
<b>Dolor 1 año</b>	Sí	Sí	No	Sí
<b>Posición del dolor</b>	Cuello, dedos pulgares y hombro	Parte baja de la espalda		Lumbar
<b>Qué siente?</b>	Dolor y entumecimiento	Dolor		Dolor
<b>Primera vez</b>	Hace 6 meses	2 años		6 meses
<b>Duración</b>	1 semana	3 días		3 días
<b>Periodos separados</b>	NR	Sí		Sí
<b>Causa</b>	Mucho estrés y movimiento constante	Levantar sacos pesados		Alzar cosas pesadas
<b>7 días</b>	Sí	Sí		Sí
<b>Ahora</b>	Insoportable	Ninguno		Ninguno
<b>Cuando es peor</b>	NR	Casi insoportable		Insoportable
<b>Tratamiento</b>	No, porque se le quita al no hacer movimiento	Sí, hace 2 años		No, por falta de tiempo
<b>Dónde</b>	NA	INS		NA
<b>Efectivo</b>	NA	Sí		NA
<b>Tiempo perdido</b>	NA	2 semanas		NA
<b>Días de trabajo ligero</b>	NR	Ninguno		NA
<b>Qué podría mejorarse?</b>	NR	Arreglos ingenieriles en la planta		Usar cinturón lumbar

*Nota:* M (Masculino), NR (No hubo respuesta de parte del encuestado), NA (no aplicaba para el tipo de puesto que se estaba evaluando).

Del cuadro anterior se puede concluir que las edades de los operarios de estas tres áreas se encuentran: un 50% entre 20 y 30, un 25% entre 30 y 40 y un 25% entre 40 y 50. Todos son hombres, un 25% han estado menos de un año, otro 25% entre 1 y 2 años, otro 25% entre 2 y 3 y el otro 25% entre 3 y 4 años.

El 75% de los operarios han tenido trabajos anteriores, sólo el operario del área 2 no. Este ha sido su primer trabajo. Un 75% tiene dolor desde hace 1 año. El 66% de este porcentaje tiene dolor lumbar y un 33% lo tiene en extremidades superiores. Esto último hace pensar que es importante aplicar también en estas áreas las herramientas que evalúan esta parte del cuerpo.

Un 50% tienen dolor desde hace 6 meses y 25% lo tiene hace 2 años. Un 25% no tiene dolor, lo cual muestra que es variable el efecto que tiene esta área en los operarios, pero al haber una persona con dolor desde hace 2 años y no habérsele curado hace pensar que el problema es el lugar de trabajo.

Todos concuerdan en que la causa del dolor es levantar objetos pesados, pero solamente un 25% ha ido al médico. El resto no ha ido por falta de tiempo, cosa que muestra que se debe capacitar al personal en los derechos y deberes que tiene en este sentido, porque aparentemente no está siendo consciente de que si se siente mal debe buscar la ayuda que su patrono debe otorgarle. Esto se ampliará en las recomendaciones.

Cuadro 8.5 Resumen de resultados de la aplicación de la encuesta de síntomas ergonómica NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo de empaque en estudio durante Febrero, 2007

	Edad	Género	Dolor	Años en la empresa	Posición del dolor	Causa	Tratamiento
<b>Línea 1</b>	21	F	No	2 meses	NA	NA	NA
<b>Línea 2</b>	26	M	Sí	1 año y 4 meses	Cuello, dedos pulgares y hombro	Mucho estrés y movimiento constante	No
<b>Línea 3</b>	20	M	Sí	1 año y 1 mes	Hombros, manos y baja espalda	Empacar diariamente el galón (repetición)	No
<b>Línea 4, persona 1</b>	23	F	Sí	4 años y 11 meses	Cuello, hombro, parte superior de la espalda, muslos/rodillas	Antes estaba en la Bossar 2500, por eso tiene estos síntomas acumulados	Sí
<b>Línea 4, persona 2</b>	44	F	Sí	8 años y 9 meses	Mano y parte baja de la espalda	Al levantar cajas	Sí
<b>Línea 5</b>	22	F	Sí	1	Parte lumbar de espalda	Hacer cajas jorobado	No
<b>Línea 6</b>	25	F	Sí	10 meses	Alta espalda	Levantamiento de mucho peso o estar mucho agachado	No

Nota: M (Masculino), F (Femenino), NA (no aplicaba para el tipo de puesto que se estaba evaluando).

En el cuadro anterior se observa que un 86% de los trabajadores tienen entre 20 y 30 años y sólo un 14% está por encima de los 40. El que sean muy jóvenes parecería ser ventajoso, pero según Cole & Rivilis, estudios anteriores han encontrado que trabajadores inexpertos deben esforzarse más para la misma área que los que tienen más experiencia, por lo que tienen más posibilidad de tener problemas de salud (Cole & Rivilis, 2004).

La mayoría de las personas realizando este trabajo son mujeres (71%). Este trabajo se considera repetitivo, rápido e involucra relativamente poca fuerza (aunque no en todos los productos que se realizan, como se vio en el estudio preliminar de tiempos y movimientos). Es por eso que se podría decir que el que una mujer lo haga está bien (porque no implica hacer mucha fuerza) aunque con ciertos límites, para lo cual se darán recomendaciones.

En cuanto a sentir dolor por este trabajo, solamente un 14% de la población expresó que no sentía dolor por su trabajo, pero se debe tomar en cuenta que tenía menos de 2 meses trabajando, lo cual podría no ser suficiente para que se generen lesiones importantes. El 86% sí comentó tener dolores, por lo que es importante evaluar estos puestos de trabajo y determinar acciones correctivas que minimicen estos síntomas.

Un 43% de la población tiene menos de 1 año en la compañía, mientras que un 29% tiene más de 3 años y un 29% tiene más de 4 años. Las lesiones usualmente se comienzan a ver después de 1 año de trabajo, pero pueden verse incluso más tarde.

Vemos que la parte del cuerpo donde se presenta dolor para el 70% de los empleados es la espalda, causada mayormente por la repetición y el estrés que a veces sienten por terminar el producto rápido. Un 43% lo siente en las manos y otro 43% lo siente en el cuello y los hombros.

Las causas del dolor que siente el personal se pueden dividir en tres: un 57% dice que es mucho peso, un 29% dice que es malas posturas y un 29 % repetición. Estas causas son claves para recomendar soluciones a estas áreas de trabajo.

Sólo un 29% de los trabajadores han recibido tratamiento. El resto alega que el dolor se les quita cuando ya no están trabajando. Sin embargo, es precisamente este dolor el que hay que atender de manera temprana para evitar lesiones importantes (Stewart, 1997).

Cuadro 8.6 Resumen de resultados de la aplicación de la encuesta ergonómica de síntomas de la NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en estudio durante Febrero, 2007

	Edad	Género	Dolor	Años en la empresa	Posición del dolor	Causa	Tratamiento
<b>Línea 1</b>	30	M	Sí	1 año y 2 meses	Cuello, hombro y parte baja espalda	NR	No
<b>Línea 2</b>	33	M	No	2 años y 6 meses	NA	NA	NA
<b>Línea 3</b>	20	M	Sí	1 año y 1 mes	Hombros, manos y baja espalda	Empacar diariamente el galón (repetición)	No
<b>Línea 4</b>	62	F	Sí	16 años y 8 meses	Parte baja de la espalda	NR	No
<b>Línea 5</b>	33	M	Sí	2 años y 2 meses	Cuello y hombro	Levantamiento de cajas pesadas	Sí

*Nota:* M (Masculino), NF (femenino), NR (No hubo respuesta de parte del encuestado), NA (no aplicaba para el tipo de puesto que se estaba evaluando).

El cuadro anterior muestra que el 67% de los trabajadores están en la década de los 30, lo cual es mejor según se explicó anteriormente. El que la mayoría de los trabajadores sean hombres (un 83%) es mejor, ya que se considera que es mejor que los hombres lleven a cabo trabajos con más demanda física, con menos repetición y a una velocidad más baja (Cole & Rivilis; 2004). Sin embargo, en este caso particular, vale mencionar que la mujer realizando este trabajo es sumamente fuerte y tiene ya 60 años y nunca se ha quejado en lo absoluto.

El 83% sufre de dolor excepto en la Línea 2, a pesar de que la persona ya tiene más de 2 años trabajando en la compañía. Estas personas, a pesar de que no muestran síntomas de ningún tipo, no se pueden considerar como el modelo a seguir para ese puesto específico, ya que son "sobrevivientes", que no necesariamente están reflejando la realidad del puesto (Silverstain, 2007).

Un 67% de la población (2 personas) tiene entre 1 año y 3 años (respectivamente) de estar en la compañía, por lo que la información de dolencias que expresan es probable que se relacione con el trabajo que realizan y no a otras actividades realizadas por fuera. El dolor se concentra más que todo en la espalda (33%) y el cuello y los hombros (67%).

Tanto la repetición (33%) como el levantamiento de cajas pesadas (17%) son importantes en la causa del dolor de los trabajadores, según ellos comentan. Es por eso que las recomendaciones se darán basadas en este punto también. Solamente un 17% de la población ha recibido tratamiento para estas dolencias.

## **C. Análisis del estudio de tiempos y movimientos de producción y de las materias primas**

### **1. Estudio de tiempos y movimientos**

El estudio de tiempos y movimientos del departamento de producción se muestra en el apéndice 1. Debido a que el objetivo de este proyecto fue aplicar las herramientas ergonómicas a las situaciones más críticas sin dejar por fuera ninguna línea de producción, se realizó lo siguiente: 1. Líneas en las que se envasa más de un peso: se consideró el producto más pesado y el que implique el nivel de repetición más alto; 2. Líneas en las que se envasa el mismo peso: se escogió el producto con mayor velocidad y con mayor frecuencia de producción.

En este estudio se puede observar que en cada línea se envasa una serie de diferentes productos que aunque tengan el mismo peso, tienen comportamientos de tiempos y movimientos muy diferentes entre sí y más aún, las líneas en las que se envasan diferentes presentaciones con diferente peso entre sí.

Es por eso que se ha definido la siguiente tabla de aplicación según producto para cada línea:

Cuadro 8.7 Productos identificados como críticos de acuerdo al nivel de peso y repetición que implica su proceso productivo

Programa de aplicación de herramientas a las líneas según producto											
Línea 1	Características del proceso			Herramientas a utilizar y cantidad de análisis a realizar							Total
	Unidades por minuto	Peso de la caja	Horas por mes	HAL TLV	Lifting TLV	WA State Calculator	ISO	Strain index	NIOSH		
<b>Productos</b>											
150g	40	3,6	22,39	2	1	1	2	2	1	8	
650 g	45	10,32	11,01	2	1	1	2	2	1	8	
<b>Línea 2</b>											
<b>Productos</b>											
390g	70	9240	11,86	2	1	1	2	2	1	8	
700g	70	8400	0,24	2	1	1	2	2	1	8	
<b>Línea 3</b>											
<b>Productos</b>											
4000g	15	16000	35,55	2	1	1	2	2	2	8	
Total				10	5	5	10	10	11	51	
<b>Línea 4</b>											
<b>Productos</b>											
120g	32	10944	13,01	2	1	1	2	2	1	8	
<b>Línea 5</b>											
<b>Productos</b>											
800g	60	9600	7,00	2	1	1	2	2	1	8	
250g	35	4800	91,4	2	1	1	2	2	1	8	
385g	37	4620	40,5	2	1	1	2	2	1	8	
<b>Línea 6</b>											
<b>Productos</b>											
10g	110	5000	310,10	2	1	1	2	2	1	8	

Todos los productos pueden utilizar la tabla 1 del lifting index TLV, excepto los que están en amarillo. Estos utilizan tabla 2.

De manera arbitraria, sólo con el objeto de diferenciarlas, en la columna de la derecha, el producto que tenga un "1" implica que se le aplicará la herramienta solamente al entarimado y si tiene un "2", implica que la herramienta se aplicará tanto al empaque como al entarimado (ver apéndices del 8 al 12 para comprender cuándo se debe aplicar a ambas tareas y cuándo no).

De acuerdo a los datos del cuadro anterior, para aplicar la herramienta Lifting index TLV, la cual consta de dos tablas a escoger, según la velocidad de la línea), todos los productos se podrían analizar con la tabla 1, excepto los de la línea 3 y de la línea 5, las cuales deberían analizarse con la tabla 2.

## **2. Materias primas utilizadas en el proceso y manipuladas de forma manual**

Con respecto a las materias primas, se analizó el tipo y la cantidad que se manejan en el área de proceso (área 1 y área 3), para determinar los materiales más críticos.

Las materias primas críticas que se determinaron, según la frecuencia de uso y el peso que tienen, fueron las siguientes: A (25 Kg), B (16.4 Kg), C (50 Kg), D (25 Kg), E (250 Kg) y F (5 Kg). Estas materias primas se escogieron porque son las que más se utilizan y las que más peso tienen.

En el apéndice 2 se muestra la lista de todas las materias primas (las cuales se mantienen en confidencialidad) y la frecuencia con la que se utilizan en la planta.

La materia prima F pertenece al Área 2, tiene un peso de 5 Kg (cada vez que el operario lo saca con su mano del cajón de 1000 Kg) y a pesar de que no implica un esfuerzo grande, requiere mucha repetición y posturas incómodas, entonces se decidió incluirlo en la lista de materias a analizar.

### **D. Aplicación de las herramientas ergonómicas a los puestos de trabajo más críticos**

Una vez definidos bien los puestos de trabajo a analizar, se aplicaron las herramientas ergonómicas para la identificación de riesgos en cada puesto de trabajo para poder descubrir diferencias entre los productos que se realizan en la empresa y concluir y recomendar al respecto.

#### **1. Lista de verificación general de riesgos ergonómicos**

Esta lista se aplicó al área de proceso solamente (ver metodología). De acuerdo a la aplicación de esta herramienta, se encontró que en el área de proceso, se realiza un manejo manual de materiales (alzar y bajar) y en el área 3 se trabaja mucho alzando materiales por encima de los hombros. También se encontró que en todos se tuerce la espalda, pero no hay asimetría en la cintura por falta de espacio.

En las tres áreas se realizan trabajos que demandan mucha energía, ya que el peso de los materiales sobrepasa las 10 lb (5 Kg), pero el alcance (el estiramiento que el operario tiene que realizar para manipular el material) no es mayor a 20 pulgadas (50.8 cm.) (ver apéndice 2). Sin embargo, debido a que se deben bajar o subir cargas y

caminar con ellas, además de subir escaleras y empujar cargas, se considera que estas tres áreas podrían causar lesiones a los operarios.

Además de lo anterior, en las tres áreas se encontró que las tareas son repetitivas, que requieren que el operario doble su cuello, extremidades, espalda y muñecas y que haga movimientos repentinos (cosa que se observó en el momento en el que se alzan los sacos), lo cual implica un riesgo para el trabajador.

En las tres áreas el ambiente de trabajo es pobre (caliente y poca circulación de aire), el piso tiene huecos y no está limpio constantemente, el trabajo es monótono e implica una gran responsabilidad para el operario (en las tres áreas), ya que están formulando el producto de la compañía y si se equivocan en esto, pueden causar pérdidas importantes económicas, de fama y tiempo a la empresa (ya que, por ejemplo, se puede llegar al extremo de desechar un producto mal formulado o peor, se puede sacar al mercado un producto que no esté bien formulado).

En cuanto al puesto de trabajo en sí, en ninguna de las tres áreas se tiene equipo mecánico disponible, la altura del área de trabajo no es ajustable y no se cuenta con alfombras antifatiga para los trabajadores (ya que están de pie todo el tiempo). Además, las cargas que se deben manejar no cuentan con agarraderas adecuadas.

## **2. Lista de verificación ISO.**

La segunda herramienta utilizada fue la *Lista de verificación ISO*, tanto en el área de proceso como en el área de empaque y entarimado.

De acuerdo a esta lista, en todas las áreas estudiadas y en todas las materias primas y todos los productos se tienen aspectos en común a saber: trabajo monótono y repetitivo, trabajo con movimientos frecuentes de dedos, manos y brazos, cambios continuos y frecuentes en el ángulo de las articulaciones, posturas restringidas de gran duración, espacio insuficiente y ambiente de trabajo ruidoso. Además, se observa que en todos los casos los empleados trabajan en horarios prolongados y en condiciones que ellos quisieran fueran mejores.

Todo esto muestra la necesidad de un control administrativo constante y estricto que evite la generación de desórdenes músculo esqueléticos.

Para las áreas de entarimado y proceso, además se puede mencionar que las superficies de trabajo no tienen altura y dimensiones correctas como se había visto con la lista general de verificación para el área de proceso.

En conclusión se puede observar que en esta área es necesario implementar urgente en todos los puestos de trabajo tengan dispositivos mecánicos, ya que el trabajo manual es desgastante y peligroso. Esto se discutirá con profundidad en la sección de recomendaciones. Además, nuevamente, es necesario el control administrativo en todas las áreas.

### **3. Strain Index**

La aplicación de esta herramienta llamada strain index (SI; índice de esfuerzo en mano) mostró los siguientes resultados, resumidos en los siguientes 3 cuadros:

Cuadro 8.8 Resumen de los resultados de la aplicación de la herramienta ergonómica strain Index a los trabajadores de los puestos de trabajo de las áreas de proceso 1 y 2 durante Enero, 2008

Áreas 1 y 2	Concentrado						Cocina			
	Sacar Producto		Alzar estañón		Alzar estañón (P2)		Materia prima A		Materia prima D	
	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
SI	30,38	0,06	0,563	0,6	0,563	0,56	3,375	0,56	3,375	0,563
D: Peligro P: Precaución S: Seguro										
Simbología		S	P	D						

Nota: MD (Mano derecha), MI (Mano izquierda), S (seguro), P (precaución) y D (peligro).

Según el cuadro anterior, podemos ver que el SI de la operación que realiza el operario en el área 2 (sacar producto de un cajón) está en el área de "peligro", lo cual implica que esta operación podría causarle una lesión en su mano derecha al operario si no se corrige.

La operación en la que el operario del área 2 ayudado del operario de área 1 alcanzan el estañón está en el área "segura" con respecto a las manos, debido a que es una operación que se realiza una vez por día (dos veces máximo) y el agarre del estañón es

aceptable, pero no correcto. Sin embargo, veremos más adelante que para la espalda esta operación es muy peligrosa.

En cuanto al área 1, tenemos que ambos productos escogidos como críticos (materias primas A y D), están en la zona de “precaución” para la mano derecha, no así para la izquierda que se catalogó como “segura”.

Cuadro 8.9 Resumen de los resultados de la aplicación de la Herramienta Ergonómica strain Index a los trabajadores de los puestos de trabajo de área de proceso 3 durante

Área / Producto	Mano	A	B	C	D
Estación 1	MD	6,75	6,75	10,125	6,75
	MI	4,5	1,5	13,5	4,5
Estación 2	MD	6,75	6,75	10,125	6,75
	MI	4,5	1,5	13,5	4,5
<b>D: Peligro P: Precaución S: Seguro</b>					
<b>Simbología</b>		S	P	P	D

Enero, 2008

Nota: MD (Mano derecha), MI (Mano izquierda), D (peligro), P (precaución) y S (seguro).

De acuerdo al cuadro anterior, se observa que la operación de alzar la materia prima C, tanto con la mano izquierda como la derecha está en la zona de “peligro”, lo cual muestra que esta operación puede causar daño a las manos debido a la fuerza que se debe realizar al alzar un saco de 50 Kg.

El resto de los productos, tanto en la mano derecha e izquierda (excepto la materia B), están en la zona de precaución, lo cual implica que un rediseño del área de trabajo sería recomendable, pero no tan urgente.

Cuadro 8.10 Resumen de resultados de la aplicación de la herramienta ergonómica strain Index a los trabajadores de los puestos de trabajo de **empaques** en estudio durante  
Febrero, 2007

Áreas de Empaque	Línea 1		Línea 1		Línea 2		Línea 2		Línea 3		Línea 4		Línea 5		Línea 5		Línea 5		Línea 6	
Items de la herramienta	150g		710g		700g		385g		4000g		120g		200g		385g		800g		10g	
	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
<b>SI</b>	0,75	0,75	20,3	20,25	27	162	0,75	0,75	13,5	13,5	9	9	13,5	13,5	2,25	2,3	18	18	3	3
<b>Resultado</b>	S	S	D	D	D	D	S	S	D	D	D	D	D	D	S	S	D	D	P	P
<b>D: Peligro P: Precaución S: Seguro</b>																				

Nota: MD (Mano derecha), MI (Mano izquierda), D (peligro), P (precaución) y S (seguro).

En el cuadro anterior se aprecia que un 83% de las líneas en estudio están en la zona de peligro según la clasificación del strain Index. Solamente la línea 6 se encuentra en el área de precaución (ya que el peso que se maneja no es tan grande y eso hace que no sea tan perjudicial para las manos del operario).

La mayoría de los productos de bajo peso se encuentran en el área segura, pero no se puede decir que ésta sea una tendencia ya que productos como el que pesa 200g de la línea 4 o las que pesan 114g de la misma línea se encuentran en el área de peligro, debido al alto grado de repetición al que el operario debe someterse.

El strain Index le da mucho más importancia a la intensidad del esfuerzo que al resto de las variables que evalúa. La duración del esfuerzo y los esfuerzos por minuto son las variables que siguen en el orden de importancia. Mientras que la postura de la mano y muñeca, la velocidad del trabajo y la duración por día son variables que califica de una manera más superficial (Moore, S & Garg, A. 1995).

Es por lo anterior que se puede decir que el puesto de empaque en las líneas de llenado en estudio, implica más esfuerzo cuando se está trabajando con productos de alto peso (de 700g en adelante) y hay que trabajar más rápido que cuando se producen presentaciones de bajo peso (como 200g o 114g). Es a estas presentaciones entonces a las que hay que poner atención y sobre las cuales hay que aplicar controles administrativos e ingenieriles.

A continuación se presentan los resultados de la aplicación de la herramienta strain Index, generados para el área de entarimado para las líneas de llenado en estudio:

**Cuadro 8.11** Resumen de resultados de la aplicación de la herramienta ergonómica strain Index a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en estudio durante Febrero, 2007

Áreas de Empaque	Línea 1		Línea 1		Línea 2		Línea 2		Línea 3		Línea 4		Línea 5		Línea 5		Línea 5		Línea 6	
	150g		710g		700g		385g		4000g		120g		200g		385g		800g		10g	
Items de la herramienta	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
SI	0,75	0,75	20,3	20,25	27	162	0,75	0,75	13,5	13,5	9	9	13,5	13,5	2,25	2,3	18	18	3	3
Resultado	S	S	D	D	D	D	S	S	D	D	D	D	D	D	S	S	D	D	P	P
D: Peligro P: Precaución S: Seguro																				

En el cuadro anterior se puede observar que las únicas líneas que están dentro de la zona de peligro son la línea 3 y la línea 4. La línea 3 sabemos que implica un gran esfuerzo y es el puesto de trabajo más pesado (puesto que implica empaque y entarimado para una sola persona). En cuanto a la línea 4, además de que la caja pesa

10 Kg aproximadamente, lo que se observó es que el trabajo es muy rápido y la postura en la que se realiza también es incómoda.

Para las líneas 2 y 5 (para presentaciones de 285g y 800g), se debe tener precaución y aplicar algún programa de control administrativo que aliviane la carga al personal encargado.

#### **4. Hand Activity Level**

Los resultados de la aplicación de la herramienta hand activity level se pueden observar en los siguientes cuadros:

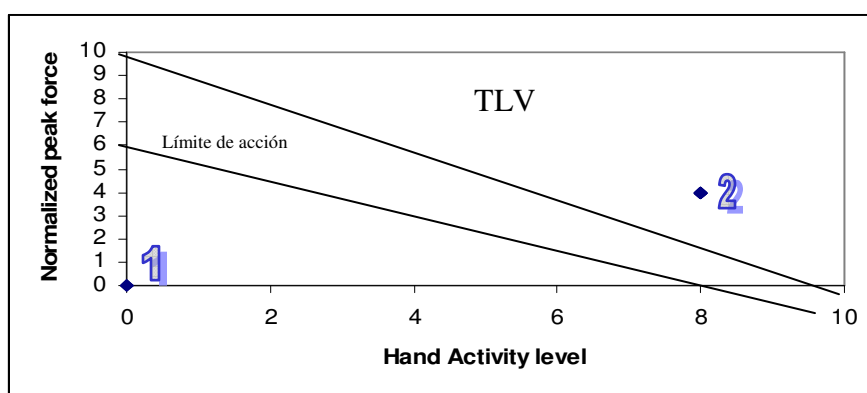


Figura 8.1 Resumen de resultados de la aplicación del hand activity level a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 1 durante Enero, 2008

En la figura anterior se pueden observar dos puntos para el área 1: punto 1, el cero, que representa 2 mediciones y el punto 2, el punto por encima del TLV, que representa 6 mediciones.

El punto 1 (por debajo del TLV), representa la mano izquierda del operario, cuando está subiendo la materia prima B o C por las gradas. Esto muestra que esta operación no presenta problemas ni corre riesgo para esta mano, mientras que la derecha está claramente por encima de él (punto 2 en el gráfico).

Con respecto a subir la materia prima A o la D desde el mezanine al tanque de preparación, ambas manos corren el riesgo de alguna lesión. Esto concuerda con el strain Index.

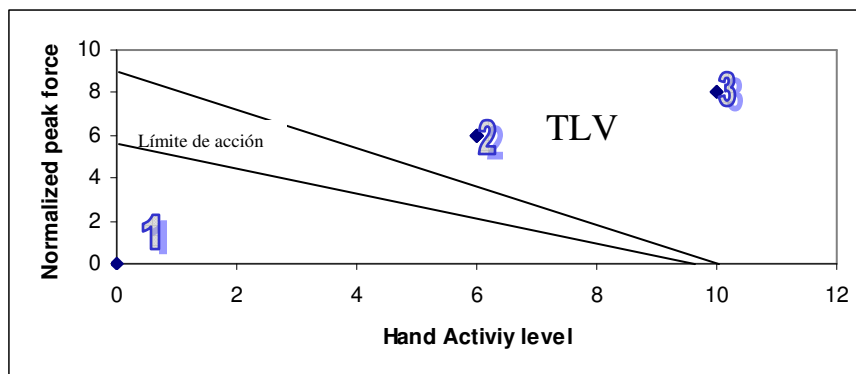


Figura 8.2 Resumen de resultados de la aplicación del hand activity level a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 2 durante Enero, 2008

De acuerdo con la figura anterior, podemos observar que existe una operación (sacar producto del cajón en el área 2) en la que la mano izquierda (no así la derecha) está por debajo del TLV (intersección en cero, punto 1 en el gráfico); pero el resto de las operaciones (alzar estañón tanto por operario 1 (punto 2 en el gráfico) como operario 2), representan un riesgo para ambas manos de los operarios, especialmente el alzar el estañón para el operario 2 (operario del área 1, punto 3 en el gráfico) ya que está más por encima del TLV que las otras operaciones.

Si comparamos estos resultados con los del strain Index, la operación de sacar producto con la mano derecha concuerda claramente con los de HAL. Por otro lado, podemos ver que de acuerdo a esta herramienta, la operación de alzar el estañón se encuentra en una zona segura, mientras que con el HAL se clasifica por encima de lo permitido. Esto comprueba, que a pesar de que la operación no se realiza muy seguido, pone en riesgo la salud del operario.

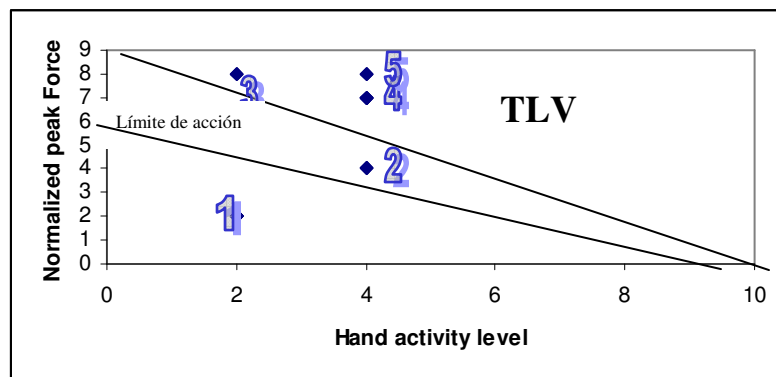


Figura 8.3 Resumen de resultados de la aplicación del Hand Activity Level a los trabajadores de los puestos de trabajo de área 3 durante Enero, 2008

Según la figura anterior, todas las operaciones del área 3 que se realizan con la mano izquierda (en ambos operarios) están bajo el TLV (punto 1 del gráfico), es decir, fuera de la zona de peligro, excepto para cuando se carga la materia prima A, que la mano izquierda se encuentra en la zona de peligro (punto 3 del gráfico).

El punto 2 en el gráfico se refiere a la mano derecha de los operarios cuando levantan la materia prima D, ya que se encuentra en la zona de precaución. Aunque no haya un riesgo inminente o una necesidad de cambio por esta materia prima en específico, como veremos, las otras que se manejan en esta misma área, de manera continua y repetitiva, justifican perfectamente la inversión ingenieril que se hará en el área.

En las cuatro operaciones evaluadas para los dos operarios, la mano derecha está haciendo un esfuerzo importante.

El punto 4 muestra el esfuerzo a realizar cuando los operarios levantan la materia prima A y la D. Los operarios están dentro del área de peligro. El punto 5 es exclusivamente para la mano derecha de los operarios cuando levantan la materia prima C, el cual se encuentra por encima del TLV máximo, es decir, está poniendo en riesgo las manos del trabajador y por lo tanto una solución pronta es necesaria.

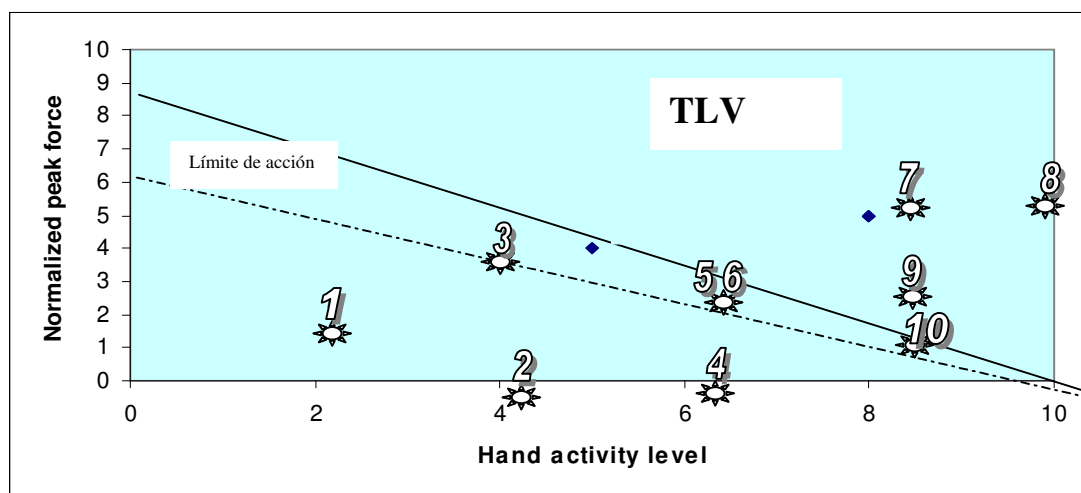


Figura 8.4 Resumen de resultados de la aplicación del hand activity level a los trabajadores de los puestos de trabajo de empaque en estudio durante Febrero, 2007

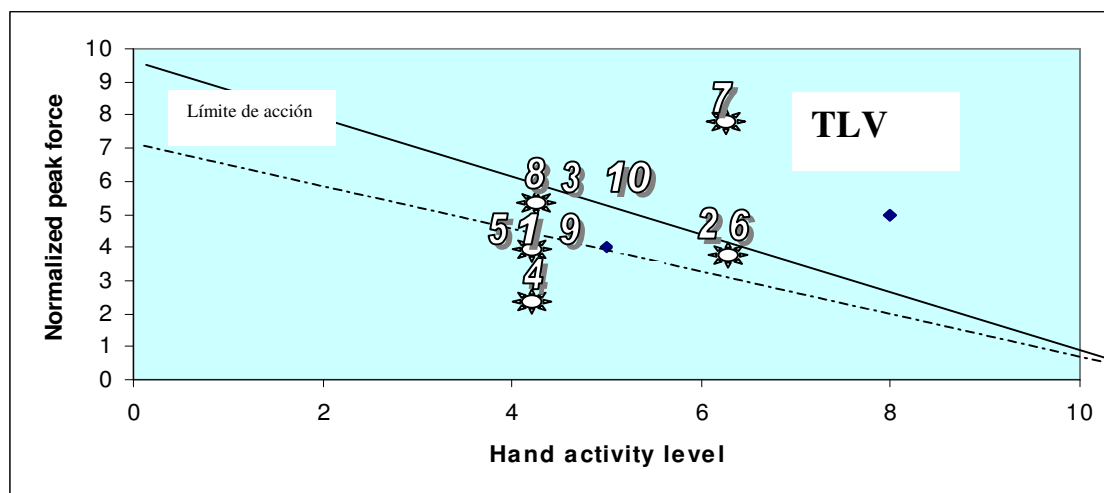
**Nota:** Cada número representa a una línea evaluada con un producto diferente. Los puntos representan las siguientes líneas: 1: Línea 1, producto 150 ml; 2: Línea 2, producto 385g; 3: Línea 5, producto 800g; 4: Línea 6, producto 9 g; 5: Línea 5, producto 385g; 6: Línea 1, producto 700g; 7: Línea 3, producto 4 Kg; 8: Línea 2, producto 700g; 9: Línea 5, producto 200g; 10: Línea 4, producto 114g.

La figura anterior muestra que los productos en presentaciones de galón, 700g y 200g son los que se encuentran por encima del TLV. Las líneas 1 (150ml), 2 (385g) y 6 (9g) están bajo el límite de acción, por lo que al nivel de las manos, estas operaciones no representan ningún peligro.

En cuanto a las líneas 5 (800g y 385g), 4 (114g) y 1 (700ml), se encuentran por encima del límite de acción. En la línea 5, los operarios manifiestan que el empacar la presentación de 200g es más cansado y estresante que empacar la de 385g porque hay que ir más rápido, ya que se colocan 24 unidades en la caja en vez de 12 (en el caso de 200g) y la caja tiene divisiones que dificultan un poco más el trabajo y generan estrés. Esto lo confirma el HAL para la presentación de 385g (número 5 en el gráfico) comparado con el de la presentación de 200g (número 9 en el gráfico), que se encuentra por encima del TLV, mientras que la presentación de 385g está entre el límite de acción y el TLV.

Estos resultados concuerdan con los que mostró el strain Index para esta área de trabajo. Esto confirma la necesidad de aplicar control en este producto en particular.

En cuanto a la operación de entarimado, se pueden ver los resultados de la aplicación de la HAL en la siguiente figura:



**Figura 8.5** Resumen de resultados de la aplicación del hand activity level a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en estudio durante Febrero, 2007

**Nota:** Cada número representa a una línea evaluada con un producto diferente. Los puntos representan las siguientes líneas: 1: Línea 1, producto 150 ml; 2: Línea 2, producto 385g; 3: Línea 5, producto 800g; 4: Línea 6, producto 9 g; 5: Línea 5, producto 385g; 6: Línea 1, producto 700g; 7: Línea 3, producto 4 Kg; 8: Línea 2, producto 700g; 9: Línea 5, producto 200g; 10: Línea 4, producto 114g.

Según la figura anterior, se observa que las líneas que no corren peligro a nivel de las manos son la línea 1 (150 ml), la línea 6 (9 g) y la línea 5 (385g y 200g). Todas se encuentran debajo del límite de acción.

El resto se encuentran por encima del límite de acción y por debajo del TLV excepto la línea 3. Sobre el resto de las líneas se debe ejercer control ingenieril (y sino se pudiera, provisionalmente administrativo) para poder prevenir desórdenes músculo esqueléticos en estas líneas.

De nuevo, se comprueba que en la línea 3 se debe tener un control ingenieril (y provisionalmente administrativo) más fuerte para evitar que la población que trabaja en ella sufra desórdenes músculo esqueléticos, ya que en este caso no es por medida preventiva, sino que es porque eventualmente puede darse una lesión a mediano o largo plazo.

### **3. Lifting TLV**

La aplicación de esta herramienta muestra resultados que definen si la aplicación de medidas ingenieriles es necesaria a corto, mediano o largo plazo.

Para el área de proceso se encontraron resultados muy claros, que por sí solos hablan ya que podemos observar que todas las áreas presentan valores por encima del TLV, con cualquiera de las materias primas más críticas encontradas. Esto se ve en el siguiente cuadro:

Cuadro 8.12 Resumen de resultados de la aplicación del lifting TLV a los trabajadores de los puestos de trabajo del área de proceso

Área	Materias primas	Peso carga (Kg)	Peso límite TLV (kg)	Resultado
Estación 1, área 3	A	25	No hay	D
	B	16,4	No hay	D
	C	50	No hay	D
	D	25	No hay	D
Estación 2, área 3	A	25	No hay	D
	B	16,4	No hay	D
	C	50	No hay	D
	D	25	No hay	D
Área 1	A (gradas)	25	No hay	D
	D (gradas)	25	No hay	D
	A (mezanine)	25	16	D
	D (mezanine)	25	16	D
Área 2	Sacar producto	5	No hay	D
	Alzar estañón	250	16	D
	Alzar estañón	250	16	D

Nota: D (Peligro).

La salud de los trabajadores que laboran en el área de proceso está claramente en peligro según la aplicación de la herramienta lifting TLV. No hay ninguna materia prima en ningún área que cumpla con el peso límite que la herramienta propone. Esto implica que el área debería tener un programa administrativo de rotación y control ergonómico.

**Cuadro 8.13** Resumen de resultados de la aplicación del lifting TLV a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en estudio durante Febrero, 2007

Línea	Producto	Peso carga (Kg)	Peso límite TLV (kg)	Resultado
Línea 2	700g	8,4	7	D
Línea 2	385g	4,62	9	ok
Línea 1	150g	3,6	32	ok
Línea 1	710g	8,52	9	ok
Línea 6	10g	4,5	No hay	No es por el peso, pero la posición sigue siendo incómoda
Línea 5	200g	4,8	7	ok
Línea 5	385g	4,62	7	ok
Línea 5	800g	9,6	16	ok
Línea 3	4000g	16	5	D
Línea 4	120g	10,944	14	ok

Nota: D (Peligro).

Las líneas 2, 3 y 6 necesitan un cambio importante y si vemos el TLV para la línea 3, es prácticamente 4 veces menos de lo que realmente el operario está levantando, considerando también la posición en la que la persona debe tomar la carga y dejarla. La posición de levantamiento y colocación de la carga se discutirá más adelante.

La Línea 2 está ligeramente pasada de su TLV (por 1.4 Kg). En este sentido lo que se podría ver es la posición de toma y colocación de la carga para ver si se puede mejorar ese aspecto, más que el peso.

En cuanto a la Línea 6, no hay TLV porque la posición es demasiado incómoda no sólo a la hora de colocar el peso sino también a la hora de tomarlo. Así como en esta, en el resto de las líneas, se debe idear un plan de acción para poder mejorar esta situación.

#### **4. Calculadora WA State**

**Cuadro 8.14** Resumen de resultados de la aplicación de la calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 3 durante Enero 2008

Área 3	Materia prima A		Materia prima B		Materia prima C		Materia prima D	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Peso carga (Kg)	25	25	16,4	16,4	50	50	25	25
Posición de manos	23	23	23	23	23	23	23	23
Levantamientos/min	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Giro 45°	1	1	1	1	1	1	1	1
Límite de carga (Kg)	19,55	19,55	19,55	19,55	19,55	19,55	19,55	19,55
Resultado	D	D	D	D	D	D	D	D

ok: Seguro D: Peligro

En el cuadro anterior, se observan los resultados obtenidos para ambos operarios en el área 3 para las cuatro materias primas evaluadas.

Al igual que los resultados del lifting TLV, la calculadora WA State clasifica al puesto del área 3 (a ambos operarios) en el área de peligro (D), lo cual implica que el personal está corriendo riesgo de sufrir una lesión importante y que actuar es inminente.

Cuadro 8.15 Resumen de resultados de la aplicación de la calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 1 durante Enero 2008

Área 1	Materia prima A		Materia prima D	
	Mezanine	Gradas	Mezanine	Gradas
Peso carga (Kg)	25	25	25	25
Posición de manos	32	23	32	23
Levantamientos/min	0,85	0,85	0,85	0,85
Giro 45°	0,85	1	0,85	1
Límite de carga (Kg)	23,12	19,55	23,12	19,55
<b>Resultado</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>

ok: Seguro D: Peligro

En el cuadro anterior se muestran los resultados de la aplicación de la herramienta para el área 1 en las dos áreas de estudio: mezanine y gradas, para las dos materias primas críticas (A y D).

Al igual que el lifting TLV, se clasificaron las operaciones en el área de trabajo y la conclusión es similar: el área 1 es un causante potencial de problemas en la salud del trabajador y debe ser rediseñada o acondicionada de manera que estos problemas disminuyan.

Cuadro 8.16 Resumen de resultados de la aplicación de la calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 2 durante Enero 2008

Área 2	Sacar producto (Persona 1)	Alzar estación grande	
		Persona 1	Persona 2
Peso carga (Kg)	5	250	250
Posición de manos	16	25	25
Levantamientos/min	0	0,85	0,85
Giro 45°	1	1	1
Límite de carga (Kg)	0	21,25	21,25
<b>Resultado</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>

ok: Seguro D: Peligro

En el cuadro anterior se pueden ver las tres operaciones evaluadas en el área 2 y las mismas, al igual que con el lifting TLV, se clasificaron dentro del área de peligro.

Cuadro 8.17 Resumen de resultados de la aplicación de la calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado de las líneas 1, 2 y 6 durante Febrero, 2007

Áreas de Entarimado	Línea 1	Línea 1	Línea 2	Línea 2	Línea 6
Items de la herramienta	150g	710g	700g	385g	10g
Peso carga (Kg)	3,6	8,52	8,4	4,62	4,5
Posición de manos	25	23	23	23	16
Levantamientos/min	1	0,45	0,85	0,85	0,75
Giro 45°	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Límite de carga (Kg)	21,25	8,7975	16,6175	16,6175	10,2
Resultado	ok	ok	ok	ok	ok
ok: Seguro D: Peligro					

Analizando el puesto de trabajo de entarimado, si comparamos los resultados de los últimos dos cuadros, se puede comprobar que el lifting TLV es más estricto que la Calculadora de WA State, ya que detectó tres puestos de trabajo en la zona de peligro.

Como se mencionó anteriormente en la sección II del documento, esta herramienta no es muy estricta y el análisis que realiza del puesto de trabajo es general, por lo que la única línea en la que se presenta problema es la línea 3, como se ve en el siguiente cuadro:

Cuadro 8.18 Resumen de resultados de la aplicación de la calculadora WA State a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado de las líneas 3, 4 y 5 durante Febrero, 2007

Áreas de Entarimado	Línea 3	Línea 4	Línea 5	Línea 5	Línea 5
Items de la herramienta	Tomate galón	Carne 114 g	Tomate 200g	Tomate 385g	Tomate 800g
Peso carga (Kg)	16	10,944	4,8	4,62	9,6
Posición de manos	18	18	23	23	23
Levantamientos/min	0,85	1	0,85	0,85	0,75
Giro 45°	1	0,85	0,85	0,85	0,85
Límite de carga (Kg)	15,3	15,3	16,6175	16,6175	14,6625
Resultado	D	ok	ok	ok	ok
ok: Seguro D: Peligro					

A pesar de que esta herramienta es tan poco estricta, la línea 3 se ubicó en la zona de peligro, cosa que es preocupante, porque parecería que el trabajo en la misma no es tan pesado. Sin embargo, probablemente la repetición también está afectando a la misma. Es por eso que definitivamente se debe diseñar un plan de acción para esta línea y el operario que está trabajando en la misma.

## **5. Ecuación de NIOSH**

La ecuación de NIOSH es una herramienta más conservadora que el lifting TLV y la calculadora WA State. Es por eso que los resultados de la misma dan una visión más clara de lo que está sucediendo en el área de trabajo en estudio, aunque contempla el 99% de la población industrial masculina y el 75% de la población femenina (es decir que de el RWL que la ecuación dé para mujeres, el 25% de éstas no podrán levantarlo de manera segura).

La aplicación de esta ecuación en las diferentes áreas de estudio mostró los siguientes resultados:

Cuadro 8.19 Resumen de resultados de la aplicación de la ecuación de NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 1 durante Enero 2008

<b>Materia Prima</b>		<b>A (mezanine)</b>	<b>A (gradas)</b>	<b>D (mezanine)</b>	<b>D (gradas)</b>
<b>Peso (Kg)</b>		<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>Origen</b>	RWL	17.97	28.97	19.44	31.82
	LI	305	1.89	2.83	1.73
<b>Destino</b>	RWL	0	0	0	0
	LI	NA	NA	NA	NA

Nota: RWL (Límite de peso recomendado, en inglés "Recommended weight limit"), LI (índice de levantamiento; en inglés "lifting index"; NA (no aplica).

De acuerdo al cuadro anterior vemos que para el área 1, en todos los casos se recomienda un rediseño del puesto, ya que el **LI** es mayor a 1. El RWL (límite de peso recomendado) es menor en todos los casos al peso que se está levantando en esta área, por lo que también implica que el trabajo no es apto para los operarios, en ninguna de las dos áreas (mezanine o gradas). Estos resultados concuerdan con el lifting TLV y con la calculadora de WA State.

Cuadro 8.20 Resumen de resultados de la aplicación de la ecuación de NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 2 durante Enero 2008

<b>Actividad</b>		<b>Alzar estañón (P1)</b>	<b>Alzar estañón (P2)</b>	<b>Sacar producto (P1)</b>
<b>Peso (Kg)</b>		<b>5</b>	<b>250</b>	<b>250</b>
<b>Origen</b>	RWL	32.38	0	42.91
	LI	16.98	Infinito	0.35
<b>Destino</b>	RWL	NA	NA	NA
	LI	NA	NA	NA

Nota: RWL (Límite de peso recomendado, en inglés "Recommended weight limit"), LI (índice de levantamiento; en inglés "lifting index"; NA (no aplica).

De acuerdo al cuadro anterior, vemos que para el área 2 se recomienda un rediseño para los puestos de levantamiento del estañón de 250 Kg (lo cual es muy claro y obvio que es necesario). Sin embargo, es interesante que el puesto de sacar producto del cajón fue clasificado como dentro de lo aceptable.

Esto se debe a que la ecuación de NIOSH le da más importancia al peso levantado que a las posturas, mientras que el lifting TLV, el método REBA (que se analizará más adelante) y la calculadora de WA State, sí consideran esto en su calificación y por eso esta actividad es clasificada en la zona de peligro. No es por el peso que se levanta (porque son 5 Kg o menos con las manos), pero sí por la postura que tiene que asumir el operario, ya que dobla la espalda de una manera que a cualquiera generaría un daño a mediano e incluso corto plazo.

Cuadro 8.21 Resumen de resultados de la aplicación de la ecuación de NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo del área 3 durante Enero 2008

Marmita		Estación 1, área 3				Estación 2, área 3			
Materia prima		A	B	D	C	A	B	D	C
Peso (Kg)		25	16.4	50	25	25	16.4	50	25
Origen	RWL	24.1	26.28	21.69	24.37	20.3	16.81	20.57	14.58
	LI	2.28	1.37	5.07	2.26	2.71	2.14	5.34	3.77
	C	R	R	R	R	R	R	R	R
Destino	RWL	0	0	50	0	0	0	0	0
	LI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	C	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Nota: RWL (Límite de peso recomendado, en inglés "Recommended weight limit"), LI (índice de levantamiento; en inglés "lifting index"); C (agarre; en inglés "coupling"), R (rediseño), NA (no aplica).

En cuanto al área 3, podemos ver que ambos puestos de trabajo, con las 4 materias primas evaluadas, son clasificadas como no aptas y que necesitan un rediseño, lo cual coincide con el lifting TLV y la calculadora WA State.

Cuadro 8.22 Resumen de resultados de la aplicación de la ecuación de NIOSH a los trabajadores de los puestos de trabajo de entarimado en las líneas en estudio durante Junio, 2007

Línea		1	1	2	2	3	3	4	5	5	5	6
Presentación (g)		150	710	385	700	4000	NA	114	200	385	800	9
Peso de caja (Kg)		3.6	10.32	9.24	8.4	NA	16	16	4.8	4.62	9.6	5
Origen	RWL	21.5 4	20.86	20.3	20.3	7.28	9.19	18.0	15.4 6	16.1 6	15.2	19.00
	LI	0.37	0.89	0.50	0.91	1.21	3.83	1.33	0.68	0.63	1.38	0.52
	C	ok	Ok	Ok	Ok	R	R	R	Ok	Ok	R	Ok
Destino	RWL	37,6 9	39.27	19.18	19.1	3.1	22.0	14.5	0.0	0.0	18.3	26.42
	LI	0.21	0.47	0.53	0.96	4.4	1.1	0.6	ND	ND	1.2	0.37
	C	ok	ok	ok	ok	R	R	ok	R	R	R	ok

**Significados:** R, rediseño; ND, no divisible por cero; RWL, recommended weight limit (límite recomendado de peso); LI, lifting index (índice de levantamiento); C, conclusión; L1: Línea 1; L5: línea 5; L4, línea 4; LB3, Línea 3; en botella; LC3, Línea 3 en cajas.

De acuerdo a los resultados mostrados en el cuadro anterior, vemos que las líneas 3, 4, y 5 necesitan rediseño de puesto, ya sea en el origen como en el destino. El resto de las líneas están bajo los lineamientos de la Ecuación de NIOSH.

Si vemos el Apéndice 4, las líneas 1 y 2, presentan un valor de "D" muy alto, lo cual implica que la diferencia entre la distancia vertical en el origen y en el destino es muy alta y esto hace que se tengan que agachar mucho en el destino, aumentando la posibilidad de lesiones músculo esqueléticas. En el caso de la línea 3, vemos que presenta un valor "F" muy alto, el cual implica una frecuencia muy alta de levantamiento.

## 6. Método REBA

Cuadro 8.23 Resumen de resultados de la aplicación del método REBA a los trabajadores de los puestos de trabajo del área de proceso durante Enero, 2008

Resultados de Aplicación de REBA Enero, 2008				
Área	Producto	Puntuación A	Puntuación B	Puntuación Final
Marmita 1	Sal MD	10	11	12
	Sal MI	10	11	12
	Espesante MD	10	11	12
	Espesante MI	10	11	12
	Ajo en polvo MD	8	11	11
	Ajo en polvo MI	10	8	12
	Azúcar MD	12	11	12
	Azúcar MI	10	11	12
Marmita 2	Sal MD	12	8	12
	Sal MI	10	4	11
	Espesante MD	10	11	12
	Espesante MI	10	11	12
	Ajo en polvo MD	8	6	10
	Ajo en polvo MI	6	6	8
	Azúcar MD	12	11	12
	Azúcar MI	11	11	12
Cocina	Sal (gradas) MD	11	7	12
	Sal (gradas) MI	11	6	12
	Sal (mezanine) MD	8	6	10
	Sal (mezanine) MI	8	4	9
	Espesante (gradas) MD	11	7	12
	Espesante (gradas) MI	11	6	12
	Espesante (mezanine) MD	8	6	10
	Espesante (mezanine) MI	8	4	9
Concentrado	Sacar pasta del cajón MD	7	2	7
	Sacar pasta del cajón MI	0	0	1
	Alzar estañón (P1) MD	8	2	8
	Alzar estañón (P1) MI	8	2	8
	Alzar estañón (P2) MD	7	7	9
	Alzar estañón (P2) MI	7	7	9

Nivel de Acción: 1 = No necesario; 2-3 = Puede ser necesario; 4 a 7= Necesario; 8 a 10= Necesario Pronto; 11 a 15 = Actuación inmediata

Como se puede consultar en el apéndice 14, el método REBA evalúa cambios inesperados de postura (situación que se da mucho en el área de proceso por la fuerza que

se debe hacer al levantar los sacos o los estañones); y el hecho de que las operaciones se clasifiquen en un rubro de acción inmediata o necesaria pronto, implica que una lesión músculo esquelética puede estar presente en cualquier momento (HIGNETT, S. y McAtamney, L., 2000).

En el cuadro anterior se puede observar que las áreas más problemáticas, según la aplicación de REBA son las áreas 1 y 3.

En el área 3, la mayoría de los puntos evaluados se encuentran en el área de acción inmediata, excepto para el operario 2 que alza la materia prima B, porque tiene una técnica mejor de levantamiento de cargas. Pero independientemente de tener una buena técnica, el área está generando posibles lesiones músculo esqueléticas en los operarios y eso no es beneficioso para la empresa. Esto lo comprobamos con todas las herramientas que se aplicaron.

En el área 1, el fenómeno que se observa es que para el área de Mezanine no es tan urgente una acción ingenieril como en las gradas, lo cual tiene lógica y coincide con la aplicación de las herramientas anteriores, ya que al subir gradas se está haciendo un esfuerzo mayor.

Para el área 2 tenemos la operación de levantamiento del estañón en zona de "necesario pronto", lo cual es quizás un poco menos problemático que en las otras herramientas utilizadas (donde lo clasifican como urgente). Esto se debe a que REBA no evalúa el peso levantado, sino las posturas y el cuerpo en general. Sin embargo levantar el estañón de 250 Kg es una de las operaciones más críticas (que los operarios resienten más) a pesar de que no todas las herramientas lo clasifiquen así.

En cuanto a la operación de sacar producto del cajón, se encuentra en un nivel en el cual es necesario tomar acción, pero no inmediata, tal y como lo mostró la ecuación de NIOSH. Sin embargo, las herramientas strain Index, hand Activity level, calculadora WA State y lifting TLV la clasificaron en las áreas máximas de peligro, por lo que es suficiente evidencia para que el puesto se rediseñe.

## **7. Resumen de resultados**

A continuación se muestra, en los siguientes 3 cuadros, un resumen de la aplicación de todas las herramientas en todos los productos a nivel de empaque, entarimado y proceso:

Cuadro 8.24 Resumen de resultados de la aplicación de todas las herramientas de análisis al área de proceso

Área	Producto	REBA	Strain Index	HAL	Lifting TLV	WA State Calculator	NIOSH
Puesto de trabajo 1, Área 3	Materia prima A MD	D	P	D	D	D	D
	Materia prima A MI	D	P	S	D	D	D
	Materia prima D MI	D	P	D	D	D	D
	Materia prima D MD	D	P	S	D	D	D
	Materia prima B MD	D	P	D	D	D	D
	Materia prima B MD	D	S	S	D	D	D
	Materia prima C MD	D	D	D	D	D	D
	Materia prima C MD	D	D	S	D	D	D
Puesto de trabajo 2, Área 3	Materia prima A MD	D	P	P	D	D	D
	Materia prima A MD	D	P	S	D	D	D
	Materia prima D MI	D	P	P	D	D	D
	Materia prima D MD	D	P	S	D	D	D
	Materia prima B MD	P	P	D	D	D	D
	Materia prima B MD	P	S	D	D	D	D
	Materia prima C MD	D	D	D	D	D	D
	Materia prima C MD	D	D	D	D	D	D
Área 1	Materia prima A (gradas) MD	D	P	D	D	D	D
	Materia prima A (gradas) MI	D	S	S	D	D	D
	Mat prima A (mezanine) MD	P	P	D	D	D	D
	Mat prima A (mezanine) MI	P	S	D	D	D	D
	Materia prima D (gradas) MD	D	P	D	D	D	D
	Materia prima D (gradas) MI	D	S	S	D	D	D
	Materia prima D (mezanine) MD	P	P	D	D	D	D
	Materia prima D (mezanine) MI	P	S	D	D	D	D
Área 2	Sacar producto del cajón MD	S	D	D	D	D	S
	Sacar producto del cajón MI	S	S	S	D	D	S
	Alzar estañón (P1) MD	P	S	D	D	D	D
	Alzar estañón (P1) MI	P	S	D	D	D	D
	Alzar estañón (P2) MD	P	S	D	D	D	D
	Alzar estañón (P2) MI	P	S	D	D	D	D

Nota: S (seguro; en inglés "safe"), P (precaución, en inglés "precaution") y D (peligro; en inglés "danger").

Cuadro 8.25 Resumen de resultados de la aplicación de las herramientas de análisis en el área de empaque

Línea	Producto	Strain Index	HAL
Línea 1	150 MD	S	S
	150 MI	S	S
	700 MD	D	P
	700 MI	D	P
Línea 2	700g MD	D	D
	700g MI	D	D
	385g MD	S	S
	385g MI	S	S
Línea 3	Galón MD	D	D
	Galón MI	D	D
Línea 4	114g MD	D	P
	114g MI	D	P
Línea 5	200 MD	D	D
	200 MI	D	D
	385 MD	S	P
	385 MI	S	P
	800MD	D	P
	800 MI	D	P
Línea 6	9g MD	P	S
	9g MI	P	S

Nota: S (seguro; en inglés "safe"), P (precaución, en inglés "precaution") y D (peligro; en inglés "danger").

Cuadro 8.26 Resumen de resultados de la aplicación de las herramientas a nivel de entarimado

Línea	Producto	Strain Index	HAL	Lifting TLV	WA State Calculator	NIOSH
Línea 1	150 MD	S	S	S	S	D
	150 MI	S	S	S	S	D
	700 MD	S	P	S	S	D
	700 MI	S	P	S	S	D
Línea 2	700g MD	P	P	D	S	D
	700g MI	P	P	D	S	D
	385g MD	S	P	S	S	D
	385g MI	S	P	S	S	D
Línea 3	Galón MD	D	D	D	D	D
	Galón MI	D	D	D	D	D
Línea 4	114g MD	D	P	S	S	D
	114g MI	D	P	S	S	D
Línea 5	200 MD	S	S	S	S	S
	200 MI	S	S	S	S	S
	385 MD	P	S	S	S	S
	385 MI	P	S	S	S	S
	800MD	P	P	S	S	D
	800 MI	P	P	S	S	D
Línea 6	9g MD	S	S	D	S	D
	9g MI	S	S	D	S	D

Nota: S (seguro; en inglés "safe"), P (precaución, en inglés "precaution") y D (peligro; en inglés "danger").

## IX. Conclusiones

- Las áreas con mayor incidencia de lesiones músculo esqueléticas de acuerdo a los resultados de la encuesta de síntomas ergonómica de NIOSH en orden de importancia son: área 1, área 3, empaque, manejo de carretillas, trabajo en BPT y operación de máquina (estas tres en empate).
- Las lesiones más importantes encontradas en las áreas evaluadas, de acuerdo a los resultados de la encuesta de síntomas ergonómica de NIOSH en orden de importancia son: dolor de espalda, dolor de brazo, dolor de hombro y dolor de manos.
- Se puede concluir que en todas las áreas estudiadas se realiza trabajo repetitivo, con movimientos frecuentes de dedos, manos y brazos, con espacio insuficiente y posturas restringidas. Y en los puestos de proceso y entarimado se realiza trabajo pesado, que pone en riesgo la espalda. Esto se comprobó con la lista de verificación para detección de riesgos ergonómicos en el área de proceso y la lista para la identificación de peligros de carga muscular localizada.
- A nivel de cuerpo entero, las áreas 1 y 3 de proceso se ubicaron en la zona de peligro para la mayoría de las materias primas evaluadas de acuerdo a los resultados del método REBA. El área 2 se ubicó en la zona de precaución debido a que el peso que se maneja no es tan alto, pero la posición de trabajo sí es incómoda y puede poner en riesgo al trabajador (y esto se ve con el análisis de otras herramientas).
- A nivel de espalda, todas las áreas de proceso en todas las materias primas evaluadas se ubicaron en la zona de peligro cuando se evaluaron con las herramientas lifting TLV, la calculadora de WA State y la ecuación de NIOSH. Esto debido a que el peso manejado es mayor al que los límites de cada herramienta permite, poniendo en riesgo al trabajador.
- A nivel de manos, las áreas 1 y 3 se clasificaron en la zona de peligro en solamente las materias primas C y F de acuerdo al Strain Index, sin embargo, de acuerdo al

HAL, todas las áreas de proceso se encuentran en la zona de peligro en la mayoría de las materias primas evaluadas.

- El área de empaque de la línea 1, a nivel de manos, se ubicó en la zona de peligro para la presentación de 700g, pero solamente de acuerdo a los datos del strain index, ya que según el HAL se encuentra en la zona de precaución. Para la presentación de 150g se encuentra en la zona segura según ambas herramientas. Lo que muestran estos resultados es que el empaque de 700g es definitivamente un posible causante de lesiones a los operarios en las manos, ya que no está cumpliendo con los estándares de las herramientas utilizadas. En el área de entarimado se encontró que se encuentra en la zona segura, debido a que el agarre y la postura son correctas.
- El área de entarimado de la línea 1, a nivel de espalda, se clasificó en la zona de peligro para todas las presentaciones según la ecuación de NIOSH, lo cual significa que es necesario llevar a cabo los controles ingenieriles y administrativos que se recomendarán en las alternativas de solución.
- El área de empaque de la línea 2, a nivel de manos, se clasificó en la zona de peligro para los productos de 700g mientras que para los de 385g no, de acuerdo con los resultados del strain index y hAL (para empaque). Esto se debe a que el empaque de la presentación de 385g no implica el esfuerzo que la de 700g implica para el operario. El área de entarimado de esta línea a nivel de manos fue clasificada en el área de precaución, ya que las cajas son pesadas y eso afecta el agarre.
- El área de entarimado de la línea 2, a nivel de espalda, se clasificó en la zona de peligro según la ecuación de NIOSH, dando a entender que los controles administrativos e ingenieriles son necesarios.
- El área de empaque de la línea 3, a nivel de manos, se ubicó en la zona de peligro de acuerdo a ambas herramientas y en todos los casos evaluados. Esta línea es la más crítica porque se ha catalogado siempre en la zona de peligro por parte de todas las herramientas aplicadas y por eso requiere de un arreglo urgente. Para el

área de entarimado, se encontró que esta línea se encuentra igualmente en la zona de peligro.

- A nivel de espalda, la línea 3 está de igual manera se encontró en la zona de peligro, con lo cual vemos que esta línea es la que requiere con más urgencia un arreglo ingenieril y debe ser a la que se le dé la prioridad número 1.
- El área de empaque de la línea 4, a nivel de manos se ubicó en la zona de peligro para la presentación evaluada según el strain index, no así según el HAL. Es por eso que la repetición es el factor que se debe trabajar con el fin de minimizar la posibilidad de lesiones músculo esqueléticas. En el área de entarimado, se encontró que esta línea está en la zona de peligro según el strain index, pero de nuevo no según el HAL, el cual la ubicó en la zona de precaución. Aún así, esto significa que la posibilidad de una lesión es real y se deben tomar medidas. En este caso tiene que ver con repetición porque es una línea muy rápida.
- La línea 4, a nivel de espalda, se encontró en la zona de peligro según la ecuación de NIOSH, lo cual muestra que el peso de las cajas se debería disminuir y si no se puede, debería entonces tomarse una medida ingenieril.
- El área de empaque de la línea 5, a nivel de manos fue clasificada en la zona de peligro para las presentaciones de 200g y 800g según el strain index y en la de peligro para las presentaciones de 200g según el HAL. Esto demuestra que las condiciones a las que se someten los operarios de esta línea y en este caso en particular esas condiciones son peso, repetición y velocidad de línea. Estas condiciones se deben mejorar con controles administrativos e ingenieriles para evitar una posible lesión entre los operarios que manejan estos productos. El área de entarimado se ubicó en la zona segura para los productos de bajo peso, pero en el área de precaución para los demás, por lo que las acciones sí se deben considerar aunque no de urgencia.
- La línea 5, a nivel de espalda se encontró en la zona de peligro para la presentación de 800g, no así para el resto (según la ecuación de NIOSH), por lo que la acción se puede enfocar en esta presentación para empezar.

- La línea 6, a nivel de manos y para el área de empaque, se ubicó en el área de peligro según el strain index y en el área segura según el HAL. La operación de empaque de este producto, el problema que tiene, según estas herramientas, es la postura y la repetición a la que el operario se enfrenta. Esto es lo que se debe arreglar. El peso no es un problema en este caso porque es menor a 10g. En el área de entarimado, esta línea se encontró en la zona segura.
- A nivel de espalda, la línea 6 se encontró en la zona de peligro según el Lifting TLV y la ecuación de NIOSH, por lo que una acción ingenieril es sumamente importante.

## X. Alternativas de Solución

### A. Recomendaciones a nivel de diseño

#### 1. Operación de entarimado

Como se mencionó en el análisis de resultados, específicamente por haber tenido resultados en la zona de peligro para todas las operaciones de entarimado en al menos una herramienta de evaluación, tal y como se observa en el cuadro 8.26, se ha decidido que todas las estaciones de entarimado cuenten con una plataforma ajustable que esté siempre a nivel de la cintura del trabajador (la altura ideal se encuentra entre 80 y 99 cm para los hombres y entre 74 y 89 cm para las mujeres). Esto ayudará a que las personas no tengan que agacharse al empezar a armar las primeras camas de la tarima.

Esta tarima debe soportar al menos 500 Kg. Se muestra en la siguiente figura (ver Anexo 13 para detalles de dos ejemplos que podrían utilizarse):



**Figura 10.1** Plataforma ajustable para colocar al final de cada línea de producción de la planta de producción en análisis.

Esta plataforma tiene la ventaja de que el operario puede trabajar siempre con el objeto a la altura adecuada (como se menciona arriba), sin agacharse, sin tener que estirarse más de la cuenta. Además, aumentará la productividad y eficiencia de cada línea al no tener que hacer movimientos innecesarios. Por otro lado, las incapacidades, lumbalgias o dolores musculares podrían disminuir, bajando el índice de accidentes y aumentando la calificación como empresa a nivel corporativo. Y por último, pero no menos importante, el empleado estará más contento en sus labores, sentirá que se le está tomando en cuenta para la mejora de su área de trabajo.

La plataforma funciona de manera hidráulica o eléctrica, según el modelo que decidan comprar. El funcionamiento consiste en que la plataforma se baja conforme se le coloca el peso que equivale a una cama con producto terminado.

## **2. Operación de empaque**

El rediseño de las mesas de los puestos de trabajo que se propone, considerando la información del apéndice 17, donde se muestra la situación actual del área, es el siguiente: todas las mesas de trabajo para colocación de envases en cajas (trabajo ligero) deben tener un rango entre 98 y 105 cm, de acuerdo al Grandjean para europeos (Sanders & McCormick, 1993). Sin embargo, nótese que tomando en cuenta la altura de las cajas utilizadas en estos puestos (la cual es de 3 cm) los valores de 95 y 102 cm se cambiaron a 101 y 108 cm respectivamente.

La mesa que se recomienda para cada lugar de trabajo es una mesa ajustable, que pueda moverse entre las alturas mencionadas anteriormente. Ejemplos de esta mesa se encuentran en el anexo 14.

Si no es posible encontrar una mesa ajustable, se recomienda entonces diseñar una mesa para la población más alta y colocar un escalón para las personas de más baja estatura. La altura que se recomienda para esta mesa es de 110 cm y un escalón que mida 11cm para llegar de 99 cm (que es la altura para las mujeres, que se suponen más bajas) a 110 cm y que pueda tener un manejo cómodo del producto. En el anexo 16 se encuentra la tabla que contiene las alturas recomendadas para una superficie de trabajo de pie para tres tipos de trabajos. Nótese que, al igual que en el caso anterior, se consideró la altura de la caja (3 cm) para recomendar las alturas de la mesa.

En cuanto al alcance que deben tener las mesas, se observó que para todos los casos se cuenta con un radio de alcance correcto (según la primera figura del anexo 17). Se recomienda que en ningún puesto de trabajo se debe alcanzar más allá de 50.8 cm hacia el frente o 59.7cm a los lados.

## **3. Área de procesamiento**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación de las herramientas ergonómicas, se determinó claramente que los tres lugares que componen la planta de producción (áreas 1, 2 y 3) tienen problemas tanto a nivel de extremidades superiores como a nivel de espalda baja.

Tal y como se describió en la sección II, el área de procesamiento está actualmente diseñada para que el trabajo se realice de manera manual, lo cual ha generado grandes gastos a la compañía por la cantidad importante de incapacidades del INS que genera y también por los problemas de personal que tiene lesiones discapacitantes.

Todo esto, sumado a los resultados que se encontraron en la sección VIII (de análisis), hace que la conclusión con respecto a esta área sea que se debe de actuar de inmediato.

Es por eso que se ha propuesto un diseño diferente al que tiene actualmente esta área. En el apéndice 19 se observa la distribución actual de la infraestructura. Esta distribución se pretende cambiar de acuerdo al apéndice 20 (descripción del diseño nuevo) y de acuerdo a los anexos 10 al 15, donde se muestran cotizaciones y ejemplos de los equipos necesarios para realizar estos cambios.

A continuación se describe lo que se recomienda cambiar, las dimensiones recomendadas en cada caso y la distribución de los equipos, personas y producto.

### **3.1 Propuesta para el Área 2**

Para esta área se colocará una bomba neumática de trasiego de producto, la cual tendrá conexiones por medio de tuberías a las diferentes marmitas (del área 3), para no seguir dispensando el producto coloidal (que se mantiene confidencial) de manera manual, levantando estañones de hasta 15 kg.

El producto se sacará del cajón de 1000 kg por medio de la bomba y el cajón estará sobre una balanza que irá determinando la cantidad de agua que se le debe agregar al producto (por medio de una tubería aérea) para poderlo dispersar por medio de tuberías sin problema (ya que el producto original es sumamente viscoso).

De esta manera se eliminará el trasiego de producto ya sea a mano, teniendo que asumir posiciones incorrectas (espalda curvada) y teniendo que alzar estañones de hasta 250 kg. Este proceso será controlado por una sola persona. Ver apéndice 20.

### **3.2 Propuesta para las Áreas 1 y 3**

El rediseño de estas dos áreas se muestra también en el apéndice 20 y se realizó en conjunto. A continuación se explican los pasos que se deben seguir:

- a. Paso 1: se propone un el elevador eléctrico que eleve las materias primas en tarima desde el suelo hasta el mezanine de ambas áreas. Es muy importante aclarar que se utilizaría un mismo elevador para ambas áreas, aunque en la figura 12.13 del apéndice 20 se muestren dos. Esto se decidió así mostrar claramente cómo se haría cada levantamiento, pero se aclara que es suficiente sólo un elevador eléctrico.
- b. Paso 2: La tarima con las materias primas se colocará en una plataforma de tarima ajustable, que estará en la esquina izquierda de ambos mezanines (tanto en el área 1 como en el área 3). Esto con el fin de que el operario tenga siempre a nivel de cintura los sacos, bolsas y el resto de materiales y no tenga que agacharse o realizar esfuerzos innecesarios.
- c. Paso 3: en este paso, cada área difiere un poco de la otra. A continuación se muestra lo que se propone para cada una:
- Área 1: cada materia prima será trasladada por el operario hacia la mesa ajustable (ver anexo 14), la cual debe tener alturas que se ajusten desde 100 a 108 cm, por el mismo razonamiento hecho para el área de entarimado (ver anexo 16) y tendrá 45 cm de ancho, lo cual cumple con el alcance máximo que debe existir para una persona (ver anexo 17) y al mismo tiempo, es de un ancho mayor a la materia prima más ancha (materia prima B, 35 cm). Una vez en la mesa, el operario abre las bolsas y las vacía en el tanque de preparación.
  - Área 3: cada materia prima será trasladada por el operario hacia la banda transportadora ajustable (ver anexo 15), la cual tendrá una altura ajustable desde 100 a 108 cm, por el mismo razonamiento hecho para el área de entarimado (ver anexo 16) y tendrá también 45 cm de ancho, lo cual cumple con el alcance máximo que debe existir para una persona (ver anexo 17) y al mismo tiempo, es de un ancho mayor a la materia prima más ancha (materia prima B, 35 cm). Una vez en la banda, el operario abre las bolsas y las vacía en la marmita.

Todas las marmitas tendrían que ser bajadas de nivel 10 cm para que de la banda transportadora pueda estar a nivel del operario, para que éste no tenga que alzar los brazos y esto le genere tensión estática.

A nivel de equipo, para que la recomendación anterior se pueda llevar a cabo, se recomienda adquirir los siguientes equipos:

#### a. Manipulación del producto coloidal (área 2)

De acuerdo a recomendaciones corporativas tanto de por salud ocupacional como por inocuidad alimentaria, se recomendó a la empresa instalar un sistema de bombeo para el producto coloidal que actualmente se saca del cajón. Este sistema debe constar de las siguientes partes:

- ✓ Bomba neumática que dosifique el producto directamente al área 3 (las marmitas).
- ✓ Plataforma electrónica de capacidad de 2000 kg para controlar el peso del producto.
- ✓ Medidor de flujo para controlar el agua que requiere la bomba para trabajar con el producto concentrado.
- ✓ Sistema de tuberías de dosificación al área 3.

Las opciones que se analizaron se encuentran en el anexo 11 y fueron las siguientes:

Compra de bomba:

- ✓ Bomba neumática Murzan de 2 pulgadas, inversión US \$10 200. (proveedor único).

Esta es la bomba que se debería comprar por ser un proveedor único y ser una recomendación corporativa que ha servido en otras filiales en donde se realiza el mismo proceso.

Compra del medidor plataforma electrónica:

- ✓ Plataforma Honsta Modelo PWS-1515-2, inversión US \$ 3 300.
- ✓ Plataforma Rice Lake modelo GSC, inversión US \$ 4 850.

La opción que se debe comprar es la plataforma Honsta Modelo PWS-1515-2, no solamente por ser la más económica, sino por ser más resistente.

Compra del medidor de flujo:

- ✓ Medidor de flujo Signet modelo 3-8550-1, inversión US \$ 700.
- ✓ Medidor de flujo TR50-PP modelo normal, inversión US \$ 1 100.

La opción que se recomienda comprar es la TR50-PP modelo normal, por tener ventajas funcionales sobre la otra, ya que cuenta con la facilidad de un control remoto, la viscosidad a la que opera es un poco mayor y el volumen que soporta también es un poco mayor.

### **b Manipulación de materias primas en el área de procesamiento (áreas 1 y 3)**

Para éstas dos área, en las cuales se levantan cargas de hasta 50 kg y según el historial de lesiones, se han tenido varias lumbalgias y accidentes, se podría implementar de manera conjunta, una solución que incluya el siguiente equipo:

- ✓ Un elevador eléctrico para tarimas (ver anexo 10 para las opciones).
- ✓ Una banda transportadora ajustables de acero inoxidable para el área 3 (anexo 15).
- ✓ Una mesa ajustable para el área 1 (ver anexo 14).

Las opciones que se tienen para el elevador eléctrico son las siguientes:

**Cuadro 10.1** Opciones de elevadores eléctricos para levantar las materias primas a las áreas 1 y 3

<b>Stacker</b>	<b>Modelo</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Altura máxima</b>	<b>Inversión</b>
Eléctrico HU LIFT	BK 1545	1500Kg	4.5 m	\$9300
Eléctrico HU LIFT	FW 1533	1500Kg	3.3 m	\$8500
Eléctrico HU LIFT	MW 1033	1000Kg	2.85 m	\$3000
Semi eléctrico HU LIFT	MW 1033	1000Kg	3.3 m	\$4800
Eléctrico HU LIFT	FX 1025	1000Kg	2.5 m	\$7500
Manual HU LIFT	WS 100	1000Kg	1.5 m	\$1495
Hidráulica manual	SDJ 1500	1500Kg	1.6 m	\$678

Eléctrica	PP 1500	906 Kg	2.286 m	\$15000
-----------	---------	--------	---------	---------

Considerando las opciones propuestas, se recomienda adquirir la FW 1533 porque tiene mayor capacidad en peso y mayor altura máxima, ya que el volumen de materiales que se maneja es alto.

### **3.3 Mejoramiento de las condiciones del ambiente laboral**

Debido a que con la aplicación de las herramientas ergonómicas generales se notó que existe un ambiente de ruido, caluroso, con poca ventilación y pesado por no tener alfombras antifatiga, se recomienda lo siguiente:

- a. Colocar alfombras antifatiga en el andén de ambas áreas de preparación (área 1 y 3), ya que el área 2 se automatizará. Ver anexo 12 para ver ejemplos de alfombras sugeridas.
- b. Colocar extractores en las áreas de proceso y producto empacado que logren sacar el aire caliente sin contaminar el producto. Se deben colocar de manera que no estén encima de producto expuesto (como en las áreas 1 y 3).
- c. Realizar intervenciones ingenieriles a la maquinaria para bajar el nivel de ruido en la planta mediante un estudio de ruido que se sale de los alcances de este proyecto, pero se sabe que mejorará la condición laboral de los trabajadores.

### **B. Recomendación del programa Ergonómico que se debe implementar en la planta**

A continuación se desarrollará una propuesta de control administrativo basada en el documento de la NIOSH, "Elements of Ergonomics programs" (NIOSH, 1997).

Los 7 elementos de un programa efectivo de control administrativo ergonómico son los siguientes:

1. Buscar por señales de potenciales problemas músculo esqueléticos en el área de trabajo, tales como reportes frecuentes de dolor por parte del personal o trabajos que requieren esfuerzos y repeticiones.
2. Apoyo gerencial para resolver posibles problemas y motivar al trabajador para que se involucre en actividades que busquen soluciones.

3. Ofrecer entrenamiento para que la habilidad de la gerencia y los empleados en evaluar problemas músculo esqueléticos potenciales aumente.
4. Recopilar información para poder identificar las condiciones de trabajo que son más problemáticas utilizando fuentes como registros de accidentes y enfermedades, expedientes médicos y análisis de trabajos.
5. Identificar controles efectivos para las tareas que suponen un riesgo de lesión músculo esquelética y evaluar éstos una vez que se hayan implementado para ver si han reducido o eliminado el problema.
6. Establecer una gerencia del control de la salud, para enfatizar la importancia de la detección temprana y tratamiento de desórdenes músculo esqueléticos para prevenir incapacidades e inconvenientes para poder trabajar.
7. Minimizar los factores de riesgo para los desórdenes músculo esqueléticos cuando se planean nuevos procesos u operaciones, ya que es más barato diseñar bien desde la primera vez a tener que rediseñar.

A continuación se describirá cada etapa y sus diferentes ejemplos, aplicándolos a la planta de alimentos analizada en este proyecto:

### **1. Buscar señales de problemas músculo esqueléticos**

El encargado de Salud Ocupacional debe estar atento a las señales anteriores a una lesión como fatiga o dolor que no se va con el descanso nocturno.

También debe poner atención a los trabajos que tienen actividades repetitivas (como en el área de empaque y entarimado) y actividades que implican mucho esfuerzo (como en el área de proceso).

En todos estos casos una lesión músculo esquelética es probable que se dé, por eso se deben tomar las previsiones correspondientes.

También el encargado de Salud Ocupacional debe estar informándose de las publicaciones que muestren riesgo de lesión en trabajos que sean similares a los de la planta en donde se encuentra, o accidentes que se den en plantas con operaciones similares a las de su empresa.

Existe una serie de trabajos que la NIOSH ha determinado son potencialmente peligrosos. En la sección "Tray 1" de NIOSH, 1997, se encuentran ejemplos de estos trabajos y las correspondientes soluciones que se proponen para los mismos.

Aplicándolo al presente proyecto, se puede aplicar lo que se recomendó para la industria de la carne, en donde se presentan problemas en las extremidades superiores (como se encontró en este proyecto) y se encuentran factores como repetición y posturas incómodas. Las recomendaciones fueron las siguientes:

- Cambios ingenieriles: mejor diseño de los lugares de trabajo y automatización de las partes del trabajo que implican un esfuerzo muscular importante.
- Entrenar nuevos empleados en buenas prácticas de trabajo, rotar al personal y darles recesos para mejorar el rendimiento.
- Dar mantenimiento preventivo al equipo.
- Motivar al personal para que reporte de manera temprana síntomas de posibles enfermedades.

Otro ejemplo que se aplica al proceso estudiado en este proyecto es el de la manufactura de cajas de cartón, en donde se tienen problemas en las extremidades superiores y problemas en la espalda baja. Las recomendaciones fueron las siguientes:

- Aumentar la altura de las bandas transportadoras para facilitar el manejo de los materiales.
- Reducir la distancia a recorrer para el transporte de materiales.

Un ejemplo que se asemeja al área de proceso, específicamente a las Áreas 1 y 3, es el de la manufactura de productos de barro (3261), en donde el problema principal que se encontró fue en la espalda (similar a las áreas 1 y 3) y los factores de riesgo fueron acciones repetitivas, posiciones incómodas, levantamiento de materiales pesados. Las recomendaciones fueron las siguientes:

- Levantar las cargas mayores a 50Kg (como los sacos de las Áreas 1 y 3) entre dos personas, no solamente una persona.
- Rediseñar las estaciones de trabajo para ajustar las alturas de las mesas y bandas transportadoras de acuerdo a las normas ergonómicas.

Seguidamente, es necesario determinar el nivel de esfuerzo que la empresa debe realizar. En el caso de la empresa analizada en este proyecto, el nivel de esfuerzo necesario parece ser a nivel de toda la compañía, porque en todos los puestos de trabajo se encontraron problemas ya sea a nivel de extremidades superiores o a nivel de espalda baja. Sin embargo, lo primero que se debe hacer es enfocarse en los problemas más críticos; en este caso, el área más crítica es el área de proceso 1, seguida de las áreas proceso 2 y 3.

## **2. Preparar el campo para la acción**

El control ergonómico no tiene que verse como algo aislado, por el contrario, va ligado a rediseños técnicos, de proceso, nuevos productos y análisis de riesgos.

El objetivo principal del control ergonómico debe ser prevenir, en vez de reaccionar a lo que ya sucedió. Este es un proceso que se adquiere con el tiempo construyendo una cultura dentro del personal.

Lo primero que se necesita para lograr este objetivo es que haya compromiso de la gerencia. Esto es clave para que cualquier esfuerzo que se quiera hacer para controlar riesgos sea exitoso.

La gerencia debe motivar al personal para que se forme un Comité Ergonómico, en donde se llegue a involucrar también al empleado. Esto trae diversas consecuencias como motivación, satisfacción en el trabajo, mayor capacidad para resolver problemas, mejor aceptación del cambio y mejor conocimiento del trabajo que realizan y de la organización.

Pero lo más importante es el aporte que el empleado puede dar cuando se involucra, ya que la visión del trabajador a veces es más acertada porque él siempre está en el área de trabajo, mientras que los miembros del comité no todos trabajan directamente en esa área.

Las reuniones del Comité Ergonómico deben consistir en: a) discusión de soluciones para aspectos de seguridad y salud y b) hacer recomendaciones para mejorar las estaciones de trabajo.

Dos factores son críticos para que el empleado se involucre: entrenamiento en reconocimiento de riesgos y resolución de problemas e información por parte de la gerencia de las mejoras realizadas y de los resultados adquiridos después de implementar las acciones correctivas definidas por el comité.

Un ejemplo del enfoque que podría tomar la planta de alimentos que se analizó en este proyecto puede ser el siguiente:

- Los integrantes del comité deben leer artículos y literatura relacionada con Ergonomía para entrenarse. También podrían ver videos relacionados con el tema para que su criterio sea más fundamentado a la hora de tomar decisiones en la planta.
- El Comité debe enfocarse en las áreas problemáticas definidas en este proyecto de graduación (proceso y producto empacado) y en observaciones periódicas que se realicen por parte del Comité.
- Cada caso que sea reportado al Jefe de Salud Ocupacional debe discutirse en el Comité si lo consideran pertinente o como una potencial lesión.
- El comité deberá buscar las soluciones a los casos importantes siempre que sea posible reunirse.
- La implementación de las recomendaciones de este proyecto deben ser seguidas periódicamente por este Comité para informar a los empleados sobre los logros alcanzados y para medir de nuevo (aplicar las herramientas de análisis) y ver si hubo diferencias significativas entre el antes y el después (utilizando una prueba F de estadística, comparando varianzas).

### **3. Entrenamiento**

Para poder identificar MSD en los puestos de trabajo y sugerir soluciones eficientes, es necesario tener un sistema eficiente de entrenamiento tanto para el Comité ergonómico como para los empleados.

Los objetivos de un entrenamiento en Ergonomía son los siguientes:

- Reconocer los factores de riesgo en el lugar de trabajo y entender los métodos generales para controlarlos.
- Identificar los síntomas de un MSD que pueden resultar de la exposición a esos factores y que pueden presentarse en la planta donde laboran.,
- Conocer el proceso que la empresa está utilizando para controlar los factores de riesgo, el papel que el empleado tiene en este proceso y las maneras en las que puede participar activamente.

- Conocer el procedimiento para reportar factores de riesgo y desórdenes músculo esqueléticos incluyendo el nombre de las personas a las que se les debe de reportar.

El entrenamiento que se dé puede ser en varios temas: ergonomía general, análisis de factores de riesgo en diferentes puestos de trabajo, control de riesgos, resolución de problemas y enfoque de grupo.

El material que se utilice para entrenar al personal debe ser fácil de entender y en la medida de lo posible, aplicable a la planta de producción en la que se trabaja.

El entrenamiento, entre más específico sea, menos personas lo deben recibir (por ejemplo, el entrenamiento en análisis de puestos de trabajo y factores de riesgo es sólo para los miembros del comité y para los encargados de realizar este análisis), pero los miembros del comité deben recibir entrenamiento en todos los temas.

La efectividad del entrenamiento depende de cómo se diseña y de cómo se enfoca a las personas. Los pasos aconsejados por NIOSH son los siguientes:

- Determine si el entrenamiento se necesita: después de ver los registros médicos y los resultados de un análisis de puesto de trabajo, se determina si las personas necesitan reforzar algún procedimiento que por no aplicarlo les haya causado un accidente (como el alzar sacos por una sola persona, o no levantar con las piernas, etc) o si necesitan recibir instrucciones porque están en un puesto de trabajo que tiene factores de riesgo que les pueden generar accidentes o enfermedades.
- Identifique necesidades de entrenamiento: como ya se mencionó, diferentes categorías de empleados van a requerir diferentes tipos de instrucción ergonómica.
- Identifique metas y objetivos: los objetivos deben definirse de una manera clara, que sean fáciles de medir y que se enfoquen en términos prácticos, para que realmente den un resultado tangible.
- Desarrolle actividades de aprendizaje: ya sea con videos que se filmen de un antes y un después, con charlas, con inspecciones, etc; se deben desarrollar actividades que le ayuden al empleado a demostrar que ha logrado cambiar el hábito que tenía anteriormente y ha mejorado en el mismo.
- Evaluar la efectividad del entrenamiento: una de las maneras más sencillas y altamente efectivas es al final de un entrenamiento realizar encuestas donde se

pregunte a los empleados si encontraron útil el entrenamiento o no y si creen que lo podrían aplicar a su puesto de trabajo. Junto con esto, se pueden hacer quices de comprobación y observación del comportamiento (el cual es bastante avanzado y se debe implementar sólo cuando se tenga una cultura altamente consciente entre todos los empleados de todos los niveles).

- Mejore el programa: si se nota que el empleado no está aprendiendo lo que necesita o que no sienten que el entrenamiento les sea útil, entonces es importante reunirse y definir qué se está haciendo mal, qué falta y cómo mejorarlo.

#### 4. Recopilar y examinar evidencia de MSD

La recopilación de información una vez que se decide implementar un programa ergonómico es sumamente importante. Esto da una visión de la cantidad de problemas que se tienen y las prioridades que se deben trazar.

Lo primero que se debe hacer es darle seguimiento a los reportes tempranos o tardíos que hacen los empleados. Actualmente en la planta de alimentos evaluada, normalmente los empleados reportan sus problemas hasta que les pasa algo más grave y necesitan ir al médico, pero existe un pequeño porcentaje del personal que sí reporta de manera temprana. Esto, sumado a las incapacidades, expedientes médicos, transferencia de un puesto a otro y ausencias de los empleados pueden dar una idea de los puestos que más urge analizar.

Con base en estos análisis previos, como se vio en el área de resultados, se determinó que las áreas de empaclado y proceso eran las que más necesitaban un análisis y recomendaciones de mejora. Esto se debe seguir haciendo para el resto de las áreas y se debe ir renovando conforme se vayan implementando las mejoras, porque entonces las áreas críticas serán otras.

El problema con los expedientes médicos es la poca información que se puede rescatar, lo cual hace la detección de MSD muy difícil. Un enfoque opcional para evitar este problema es que cada persona en la planta se realice un examen físico y una historia clínica de manera periódica y entonces se pueda tener más información y más actualizada.

Esto fue utilizado por NIOSH, 1997, en un supermercado en donde se presumía que había problemas repetidos en las extremidades superiores en las cajeras y se dieron cuenta, por medio de dos enfoques: a partir de los exámenes físicos de los empleados, se compararon las lesiones de las cajeras con el resto de los empleados y se vio que

efectivamente ellas tenían más padecimientos y enfocados en las extremidades superiores, y el segundo enfoque fue filmar a las cajeras para ver cómo estaban ejecutando sus funciones. Esta información sirvió para definir patrones que se relacionaban con factores de riesgo como repetición, malas posturas, esfuerzos grandes (levantar, jalar y empujar) y libertad de movimiento en diferentes diseños de las cajas.

Como se vio en el ejemplo anterior, además de revisar los expedientes médicos, también se realizó un **análisis del puesto de trabajo**. La idea es este análisis es partir el trabajo en diferentes partes para describirlas, medirlas y cuantificar los factores de riesgo inherentes en los elementos, además de determinar condiciones que están generando los factores de riesgo.

El procedimiento que se propone para realizar un análisis de riesgos es el siguiente:

- Observar a los trabajadores realizando su trabajo y hacer videos y tomar fotos de las partes en donde se generan los factores de riesgo.
- Tomar medidas de las estaciones de trabajo (alturas, distancias de alcance).
- Determinar si existe vibración, si las herramientas que se utilizan tienen el tamaño adecuado, si existe vibración.
- Determinar si existen lugares resbalosos, orillas puntiagudas en las mesas de trabajo, etc.
- Medir si existe mucho calor, frío o condiciones extremas.
- Entrevistar a los involucrados para ver si sienten estrés en su trabajo y si sienten que el trabajo es muy pesado.

Después de realizar este análisis, es importante aplicar herramientas como la ecuación de NIOSH, y las herramientas para las extremidades superiores como las aplicadas en este proyecto.

Una vez que se han realizado estos análisis, se deben definir prioridades. Los trabajos asociados con problemas músculo esqueléticos merecen la mayor atención, después siguen los que actualmente están presentando otros tipos de lesiones y por último, los que en el pasado han generado lesiones importantes pero que ahora no lo están haciendo.

## 5. Desarrollo de controles

Existen tres tipos de controles que son aceptados para resolver problemas ergonómicos: controles ingenieriles, controles administrativos y uso del equipo de protección personal.

En cuanto a los controles ingenieriles, las estrategias que comúnmente se aplican son las siguientes:

- Cambiar la manera en la que los materiales pueden ser transportados (usando ayuda mecánica).
- Cambiar el proceso o el producto para minimizar la exposición del operario al riesgo, por ejemplo, en el presente proyecto se cambió la manera en la que se manejaba el producto coloidal en el área 2, en vez de hacerlo manualmente, se ideó todo un sistema de bombeo para evitar que la persona se expusiera el riesgo.
- Modificar presentación de algunas materias primas o contenedores de producto final que debe ser manipulado.
- Cambiar el diseño de la estación de trabajo disminuyendo la distancia de alcance y cambiando la altura de las mesas de trabajo (tal y como se realizó en este proyecto en el área de producto empaclado).

En cuanto a los controles administrativos, normalmente son útiles como medidas temporales antes de que se apliquen los controles ingenieriles. Ejemplos de estos controles son los siguientes:

- Reducir las horas del turno o las horas extras.
- Rotar a los trabajadores en diferentes trabajos que impliquen el uso de diferentes partes del cuerpo para evitar movimientos repetitivos de una sola parte del cuerpo (ver programa de rotación propuesto para esta planta en el apéndice 21).
- Programar más recesos y en al menos dos hacer una rutina de ejercicios para mantener a los empleados libres de dolencias causadas por trabajar sin descanso adecuado.
- Entrenar al personal en prácticas seguras que los hagan trabajar de una manera en la que no se expongan tanto a lesionarse.

En cuanto al equipo de protección personal, se sabe que es la opción menor aceptada porque no está arreglando el problema desde la raíz sino que está sólo aliviando el problema momentáneamente y la empresa se expone a que sus empleados no lo utilicen y aún así haya un accidente.

Por ejemplo, la eficacia de los cinturones lumbares, las muñequeras u otros aparatos para aliviar dolor muscular es inconclusa. Por eso es que no es algo que se recomienda hacer, sino más bien entrenar al personal en prácticas seguras y planear poco a poco los controles ingenieriles que en realidad van a solucionar el problema.

## **6. Gerencia de control de Salud**

Es responsabilidad del gerente general de una empresa el proveer de entrenamiento y un buen cuidado de la salud a todos los empleados que laboran para él.

Asimismo, los empleados deben aplicar las buenas prácticas que se les inculcan en las charlas que se les dan, deben reportar síntomas de enfermedades de manera temprana e involucrarse en el proceso lo más que se pueda.

Debe haber también una persona encargada específicamente de la salud de los empleados, llevando el control de las enfermedades y accidentes para poder prevenir nuevos problemas y resolver los que existen. Esta persona debe realizar evaluaciones periódicas tanto del personal como de los puestos de trabajo. También, debe asegurarse de que cada persona esté en el trabajo que realmente puede realizar de acuerdo a su historial médico, ya que si ha tenido lesiones anteriores en alguna parte del cuerpo, no es conveniente que trabaje en un área en donde se le vaya a agravar esa condición preexistente.

El encargado debe seguir el siguiente esquema cuando ingresa personal nuevo o alguien que se ha ausentado por enfermedad laboral:

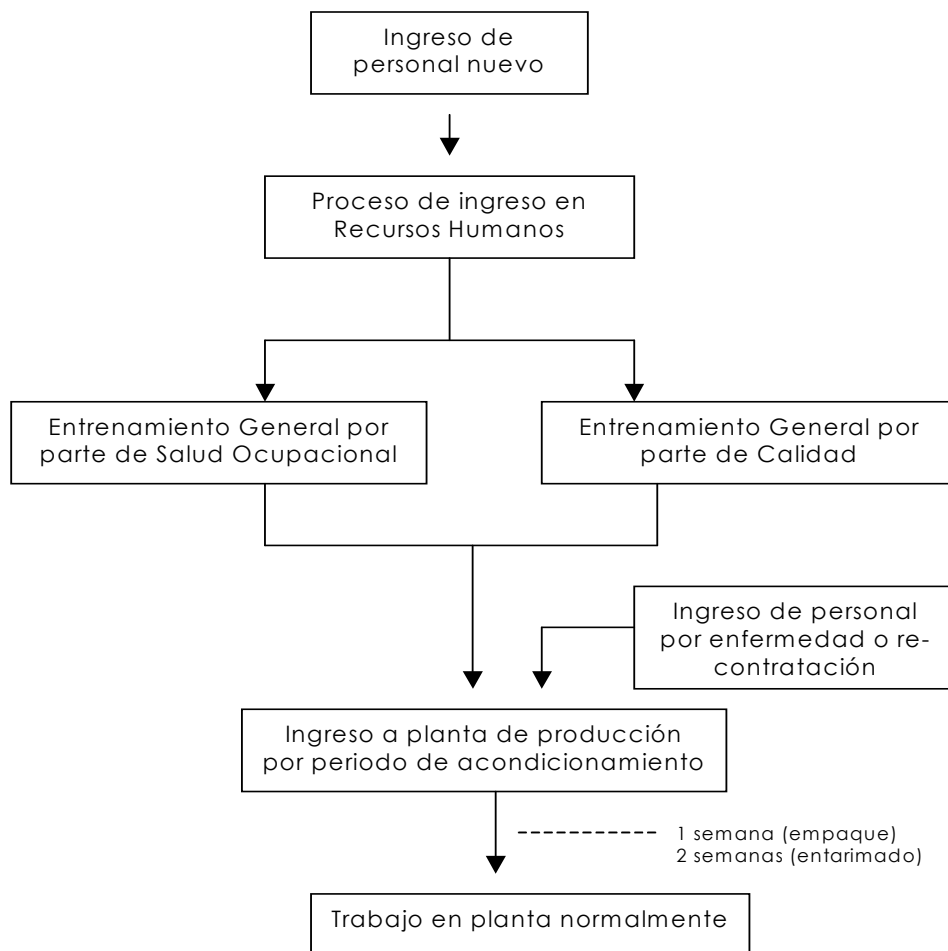


Figura 10.2. Esquema del procedimiento para nuevos ingresos o personal que vuelve a trabajar en la planta de producción en estudio.

## 7. Ergonomía proactiva

La idea después de implementar este programa, es que se puedan resolver los problemas ergonómicos de una manera temprana en vez de resolverlos de manera reactiva.

Para que esto se logre en la planta de alimentos evaluada en este proyecto, los siguientes factores deben estar presentes:

- ✓ Compromiso de la gerencia y compromiso del empleado en cumplir las reglas y mantener un control de la salud.
- ✓ El diseño de nuevos productos o procesos debe ir acompañado de una conciencia ergonómica del diseño, para que los resultados sean lo más satisfactorios posible.

- ✓ Los trabajos que realice cada persona deben ajustarse a sus capacidades y limitaciones.
- ✓ Siempre preferir controles ingenieriles a controles administrativos, aunque los primeros tarden más o impliquen más inversión. Al menos, debe ser una prioridad que se logre al mediano plazo.

## XI. Bibliografía

ACGIH. 2006. TLVe and Bele. Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indexes. ACGIH worldwide signature publications. USA.

Acevedo, A. 2003. Ejercicios de compensación. Componente del proyecto "Ergonomía en español". Última consulta realizada el 9 de Octubre, 2008. Disponible en Internet: [http://www.ergonomia.cl/ejerc\\_rel/ejerc\\_rel.pps](http://www.ergonomia.cl/ejerc_rel/ejerc_rel.pps)

Andrés, C & Brenes, M. 2005. Aplicación de herramientas ergonómicas a puestos de Manufactura. Trabajo de final de curso de Ergonomía de la Maestría en Salud Ocupacional, con énfasis en Higiene Ambiental. ITCR-UNA. II Semestre de la Maestría. Cartago, Octubre, 2005.

Anderson, J. 2008. Study: Non-standard Shifts Bad News for Injured Workers Returning to Work. Última consulta realizada el 9 de Octubre, 2008. Disponible en Internet: <http://www.ergoweb.com/news/detail.cfm?id=2188>

Barr, A & Barbe, M. 2003. Inflammation reduces physiological tissue tolerance in the development of work-related musculoskeletal disorders. Journal of Electromyography and Kinesiology. 14: 77-85. Elsevier. Ptemple University, Philadelphia, USA.

Beyond the office door. 2008. New Heights adjustable tables. Última consulta realizada el 12 de Octubre, 2008. Disponible en Internet: <http://www.beyondtheofficedoor.com/adjustable-height-table.php>

Bureau of Labor Statistics. 1982. Back injuries associated with lifting. Bulletin 2144. Washingont, DC: Department of Labor. USA.

Cal/ OSHA Consultation Service. 2007. Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling. Research and Education Unit, Division of Occupational Safety and Health, California Department of Industrial Relations. USA.

Campos, A. 2005. Curso de Ergonomía. Maestría en Salud Ocupacional con mención en Higiene Ambiental. Comunicación personal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

Cole, D & Rivlis, I. 2003. Individual factors and musculoskeletal disorders: a framework for their consideration. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 14:121-127. Elsevier. Toronto, Canada.

Croney, J. 1978. Antropometría para diseñadores . G.Gilli, Barcelona.

Direct industry. 2008. The virtual industrial exhibit. Banda transportadora de cinta. Última consulta realizada el 12 de Octubre, 2008. Disponible en internet: <http://www.directindustry.es/prod/belt-technologies-europe/transportador-de-cinta-29973-163424.html>

Degom. 2008. Alfombras antifatiga. España. Última consulta realizada el 12 de Octubre, 2008. Disponible en internet: <http://www.degom.com/esp/Antifatiga.htm>

European Agency for Safety and Health at Work. 2007. New European Initiative Highlights Work-related Musculoskeletal Disorders. Ergoweb. Última consulta realizada el 5 de Junio, 2008. Disponible en Internet: <http://www.ergoweb.com/news/detail.cfm?id=2168>

Feuerstain, M et al. 2004. From confounders to suspected risk factors: psychosocial factors and work-related upper extremity disorders. *Journal of Electromyography and kinesiology* 14 (2004) 171-178. USA.

Jones, P; Greaney, P & Fedoruk, M. 2002. A Model Medical Surveillance program for persons in hazardous waste operations. Última consulta realizada el 9 Octubre, 2008. Disponible en internet: <http://www.cdc.gov/niosh/sbw/management/jones.html>

HIGNETT, S. y McAtamney, L., 2000, REBA: Rapid Entire Body Assessment. *Applied Ergonomics*, 31, pp.201-205.

Industry search. 1998. Safetech SMARTLIFT - Scissor Lift Tables. Australia & NZ. Última consulta realizada el 12 de Octubre, 2008. Disponible en Internet: [http://www.industrysearch.com.au/Products/Safetech\\_SMARTLIFT -  
\\_Scissor Lift Tables-9967](http://www.industrysearch.com.au/Products/Safetech_SMARTLIFT_-_Scissor_Lift_Tables-9967)

ISO: International Organization for Standardization. 2004. ISO/TS 20646-1:2004. Ergonomic procedures for the improvement of local muscular workloads -- Part 1: Guidelines for reducing local muscular workloads. International Standards for Business, Government and society. USA. Última consulta realizada el 5 Junio, 2008. Disponible en internet: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnum  
ber=35501](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=35501)

Leboeuf-Yde, C. 2004. Back pain-individual and genetic factors. Journal of Electromyography and kinesiology. 14 (2004): 129-133.

Loría, M & Chaves, O. 2003. Diseños de ensayos y experimentos. Material Remedial. UNED, Mercedes de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Marras, W. 2003. State of the art research perspectives on musculoskeletal disorder causation and control: the need for an intergraded understanding of risk. Journal of Electromyography and kinesiologly. 12: 1-5. Elsevier. Columbus, OH, USA.

Mc Cormick, E. 1980. Ergonomía . Barcelona: G. Gili, 461 p.

Moore, S & Garg, A. 1995. The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. AM. IND. HYa ASSOC. J. (56).

NIOSH. 1997. Elements of Ergonomics programs: a primer based on workplace evaluations of musculoskeletal disorders. U.S Department of Health and Human Services. USA.

NIOSH. 1981. Work practices guide for manual handling. Technical report nº 81122. US department of Health and Human Services National Institute for Occupational Health, Cincinnati, Ohio.

Ohio State University. 2008. Non-standard Shifts Bad News for Injured Workers Returning to Work. European Agency for Safety and Health at Work. Ergoweb. Última consulta realizada el 8 Agosto, 2008. Disponible en internet: <http://www.ergoweb.com/news/detail.cfm?id=2188>

Sanders, M & McCormick, E. 1993. Human Factors in Engineering and design. Seventh Edition, McGraw Hill. USA.

Silverstain, B. 2007. Musculoskeletal disorders. Comunicación personal por correo electrónico. Seattle, Washington-San José Costa Rica.

Silverstain, B. 2007. Reba Method. Washington State University. Comunicación personal por correo electrónico. Seattle, Washington-San José Costa Rica.

SHARP. 2004. Upper extremity musculoskeletal disorders study. Innovations in WA State Occupational Safety and Health research. Edition Report N° 15-10-2004. Última consulta realizada 8 Agosto, 2008. Disponible en internet: [www.Lni.wa.gov/Safety/Research/Files/Innov\\_2004.pdf](http://www.Lni.wa.gov/Safety/Research/Files/Innov_2004.pdf)

Shuttleworth, B. 2007. Heinz Safety Survey. Comunicación personal. Alimentos Heinz de Costa Rica, S.A. Auditoría HSP, Julio, 2007. Pavas, Costa Rica.

Stewart. K. 1997. Repetitive trauma disorders: prevention for the upper extremity. Booklet. StewartPrezant Ergonomics group. Seattle WA, USA.

Steward, K & Silverstain, B. 2005. Workshop on applied Ergonomics. Comunicación personal. Heredia, 10-14 Octubre, 2005.

Stover, H. 2005. Workplace May or May Not be the Villain in Lower Back Pain. Ergoweb.com. Harvard School of Public Health. 2005. Última consulta realizada el 10 de Agosto, 2008. Disponible en Internet: <http://www.ergoweb.com/news/detail.cfm?id=1194>

Univesity of UTAH. 2005. Elements of Ergonomics programs: Tray 5. Data gathering-Job risk factors. USA.

U.S. Department of Labor & Occupational Safety and Health Administration. 1993. Ergonomics Program Management Guidelines For Meatpacking Plants. Última consulta realizada el 10 Dic, 2007. Disponible en internet: <http://www.osha.gov/Publications/OSHA3123/3123.html>

Waters, T. 2004. National efforts to identify research issues related to prevention of work related musculoskeletal disorders. Journal of electromyography and kinesiology 14 (2004) 7-12. Ohio, USA.

Worthy, T. 2008. Anthropometry. Internet: The learning zone, Ergonomics4schools. Última consulta realizada el 8 Octubre, 2008. Disponible en internet: <http://www.ergonomics4schools.com/lzone/anthropometry.htm>

## **XII. APÉNDICES**

**APÉNDICE 1. Comportamiento de los  
productos de las líneas de  
producción en estudio**

Cuadro 12.1 Comportamiento de los diferentes productos en las diferentes líneas de producción en estudio.

Línea 1	Units/min	Units/hora	Unidades en caja	Units /mes	Peso caja	Cajas/h ora	Cajas/ mes	Turnos/ mes	Horas/mes	
<b>Productos</b>										
1	148g	40	2400	24	53743	3,6	3,8877	2239	2,8	22,4
2	180g	50	3000	24	32192,4	4,32	2,3287	1341	1,3	10,7
3	360g	50	3000	24	43136,5	8,64	3,1204	1797	1,8	14,4
4	710g	45	2700	12	29725,8	10,32	4,3006	2477	1,4	11,0
5	754g	50	3000	12	9516	9,048	1,3767	793	0,40	3,2
6	710g	12	720	12	14397,7	8,4	2,083	1200	2,5	20,0
7	150g	50	3000	24	53743,1	3,6	3,8877	2239	2,2	17,9

Línea 2	Units/min	Units/hora	Unidades en caja	Units /mes	Peso caja	Cajas/h ora	Cajas/ mes	Turnos/ mes	Horas/mes	
<b>Productos</b>										
1	385g	70	4200	24	49816,2	9240	3,6036	2076	1,5	11,9
2	60g	50	3000	24	12725,1	1632	0,9205	530	0,5	4,2
3	64g	150	9000	36	34185,4	2304	1,6486	950	0,5	3,8
4	700g	70	4200	12	1018	8400	0,1473	85	0,0	0,2
5	800g	70	4200	6	7338,77	9600	2,1235	1223	0,2	1,7

Línea 6	Units/min	Units/hora	Unidades en caja	Units /mes	Peso caja	Cajas/h ora	Cajas/ mes	Turnos/ mes	Horas/mes	
<b>Productos</b>										
1	10g	110	6600	500	2046646	5000	7,1064	4093	38,8	310,1
2	10g	110	6600	1500	1799622	13500	2,0829	1200	34,1	272,7
3	10g	110	6600	200	399985	1800	3,4721	2000	7,6	60,6
4	10g	110	6600	1500	240000	13500	0,2778	160	4,5	36,4

Línea 5	Units/min	Units/hora	Unidades en caja	Units /mes	Peso caja	Cajas/h ora	Cajas/ mes	Turnos/ mes	Horas/mes	
<b>Productos</b>										
1	200g	35	2100	24	191990	4800	13,888	8000	11,4	91,4
2	385g	37	2220	12	90000	4620	13,021	7500	5,1	40,5
3	800g	60	3600	12	25205,3	9600	3,6466	2100	0,9	7,0
4	200g	35	2100	24	35988,9	4800	2,6034	1500	2,1	17,1
5	400g	37	2220	12	31654,8	4800	4,5797	2638	1,8	14,3
4	200g	35	2100	24	4077,54	4800	0,295	170	0,2	1,9
5	400g	37	2220	12	3002,46	4800	0,4344	250	0,2	1,4
6	385g	37	2220	12	143997	4620	20,833	12000	8,1	64,9

Línea 4	Units/min	Units/hora	Unidades en caja	Units /mes	Peso caja	Cajas/h ora	Cajas/ mes	Turnos/ mes	Horas/mes	
<b>Productos</b>										
1	114g	32	1920	96	24979,1	10944	0,4517	260	1,6	13,0
2	114g	32	1920	96	137357	10944	2,484	1431	8,9	71,5
3	114g	32	1920	96	115886	10944	2,0957	1207	7,5	60,4
4	114g	32	1920	96	104846	10944	1,8961	1092	6,8	54,6
5	114g	32	1920	96	95436,6	10944	1,7259	994	6,2	49,7
6	114g	32	1920	96	168047	10944	3,039	1750	10,9	87,5

Línea 3	Units/min	Units/hora	Unidades en caja	Units /mes	Peso caja	Cajas/h ora	Cajas/ mes	Turnos/ mes	Horas/mes	
<b>Productos</b>										
1	4000g	15	900	4	31998,5	16000	13,888	8000	4,4	35,6
2	4000g	15	900	12	49993,5	5082	7,2329	4166	6,9	55,5
3	4000g	15	900	4	4001,9	16000	1,7369	1000	0,6	4,4
4	3950g	15	900	4	2115,99	15800	0,9184	529	0,3	2,4
5	4000g	15	900	4	823,863	15800	0,3576	206	0,1	0,9
4	3650g	15	900	4	799,839	17248	0,3472	200	0,1	0,9
5	4000g	15	900	4	10140,9	14000	4,4014	2535	1,4	11,3
6	4000g	15	900	4	5199,63	16000	2,2568	1300	0,7	5,8
7	4000g	15	900	4	1398,06	16000	0,6068	350	0,2	1,6

**APÉNDICE 2. Tipos y cantidades de materia prima que se manejan en el área de Proceso de la planta de producción**

Cuadro 12.2. Descripción de las materias primas: su frecuencia de compra y su presentación en el área de bodega y proceso\*

<b>Materia Prima</b>	<b>Presentación en área de bodega (Kg)</b>	<b>Presentación en área de proceso (Kg)</b>	<b>Pedido por mes (Kg)</b>
1	25	1.4	75
2	22.4	9.7	250
3	25	25	150
D	25	25	3000
4	25	2	80
5	50	11	300
6	25	5	1500
7	25	4.8	100
A	25	23	750
9	10	<1	25
B	25	16.4	700
11	25	<1	20
12	25	4	500
13	25	<1	25
14	11	11	100
15	25	6.8	20
16	10	2	10
C	25	25	1500
18	25	1.5	250
19	25	3	25
20	25	5	250
E	25	25	250
22	20	<1	20
23	25	<1	50
24	25	3	100
25	25	<1	50
26	3.5	<1	10
27	100	5	300
28	6	12	144
F	150	5	750
30	150	5	150
31	150	5	750
32	150	5	150
33	5.5	5.5	198
34	100	5	300

\* Las Materias primas que son ingredientes confidenciales no se mostrarán en este cuadro y se les colocarán las letras del abecedario.

**APÉNDICE 3. Aplicación de la  
herramienta Strain Index a las áreas  
de proceso (Enero, 2008) y  
empacado (Febrero, 2007)**

**Cuadro 12.3** Datos crudos de la aplicación de la herramienta Strain Index para el área de empaque de las líneas en estudio

Áreas de Empaque	Línea 1		Línea 1		Línea 2		Línea 2		Línea 3		Línea 4		Línea 5		Línea 5		Línea 5		línea 6	
	150g		710g		700g		385g		Galón		114g		200g		385g		800g		10g	
	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
Intensidad del esfuerzo	1	1	3	3	3	6	1	1	3	3	1	1	3	3	3	3	6	6	1	1
Duración del esfuerzo	0,5	0,5	1,5	1,5	0,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5
Esfuerzos/m	0,5	0,5	2	2	2	2	0,5	0,5	1,5	1,5	3	3	2	2	0,5	0,5	1	1	2	2
Postura mano/muñeca	2	2	1	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Velocidad del trabajo	1	1	1,5	1,5	2	2	1	1	2	2	2	2	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1
Duración por día	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
SI	0,75	0,75	20,3	20,3	27	162	0,75	0,75	13,5	13,5	9	9	13,5	13,5	2,25	2,3	18	18	3	3
Resultado	S	S	D	D	D	D	S	S	D	D	D	D	D	D	S	S	D	D	P	P

D: Peligro P: Precaución S: Seguro

**Cuadro 12.4** Datos crudos de la aplicación de la herramienta Strain Index para el área de entarimado de las líneas en estudio

Áreas de Entarimado	Línea 1		Línea 1		Línea 2		Línea 2		Línea 3		Línea 4		Línea 5		Línea 5		Línea 5		línea 6	
	150g		710g		700g		385g		Galón		114g		200g		385g		800g		10g	
	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
Intensidad del esfuerzo	3	3	3	3	6	6	3	3	6	6	6	6	3	3	6	6	6	6	1	1
Duración del esfuerzo	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5
Esfuerzos/m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Postura mano/muñeca	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1
Velocidad del trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5
Duración por día	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
SI	1,13	1,13	1,69	1,69	3,38	3,375	2,25	2,25	27	27	13,5	13,5	1,13	1,13	3,38	3,4	6,75	6,75	0,56	0,5625
Resultado	S	S	S	S	P	P	S	S	D	D	D	D	S	S	P	P	P	P	S	S

D: Peligro P: Precaución S: Seguro

**Cuadro 12.5** Datos crudos de la aplicación de la herramienta Strain Index para el área de Área 1 y Área 2

Áreas 1 y 2	Área 1				Área 2					
	Materia prima A		Materia prima D		Sacar producto		Alzar estación (P1)		Alzar estación (P2)	
	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
Intensidad del esfuerzo	6	1	6	1	3	1	6	6	6	6
Duración del esfuerzo	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Esfuerzos/m	0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Postura mano/muñeca	1,5	1,5	1,5	1,5	3	1	1,5	1,5	1,5	1,5
Velocidad del trabajo	1	1	1	1	1,5	1	1	1	1	1
Duración por día	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
SI	3,375	0,5625	3,375	0,5625	30,375	0,0625	0,5625	0,5625	0,5625	0,5625
Resultado	P	S	P	S	D	S	S	S	S	S

D: Peligro P: Precaución S: Seguro



**APÉNDICE 4. Aplicación de la  
herramienta HAL a los puestos de  
proceso (Enero, 2008) y empaclado  
(Febrero, 2007)**

Cuadro 12.7 Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área de empaque de las líneas Línea 3, Línea 4 y Línea 5

Áreas de Empaque	Línea 3	Línea 4	Línea 5	Línea 5	Línea 5
Items de la herramienta	Galón	114g	200g	385g	800g
HAL	8	8	8	6	4
Peak force	6	2	4	4	4

Cuadro 12.8 Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área de empaque de las líneas 1, 2 y 6

Áreas de Empaque	Línea 1	Línea 1	Línea 2	Línea 2	710g
Items de la herramienta	150g	710g	700g	385g	10g
HAL	2	6	10	4	6
Peak force	2	4	6	0	0

Cuadro 12.9 Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área de entarimado de las líneas Línea 3, Línea 4 y Línea 5

Áreas de Entarimado	Línea 5	Línea 5	Línea 5	Línea 3	Línea 4
Items de la herramienta	200g	385g	800g	Galón	114g
HAL	4	4	4	6	4
Peak force	4	4	6	8	6

Cuadro 12.10 Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área de entarimado de las líneas 1, 2 y 6

Áreas de Entarimado	Línea 1	Línea 1	Línea 2	Línea 2	Línea 6
Items de la herramienta	150g	710g	700g	385g	10g
HAL	4	6	4	6	4
Peak force	4	4	6	4	2

Cuadro 12.11 Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área 1

Área 1	Materia prima A (gradas)		Materia prima A (mezanine)		Materia prima D (gradas)		Materia prima D (mezanine)	
	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
HAL	8	0	8	8	8	0	8	8
Peak force	4	0	4	4	4	0	4	4

Cuadro 12.12 Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área 2

Área 1	Sacar producto		Alzar estación (P1)		Alzar estación (P2)	
	MD	MI	MD	MI	MD	MI
HAL	6	0	6	6	10	10
Peak force	6	0	6	6	8	8

Cuadro 12.13 Datos crudos de la aplicación de la herramienta HAL para el área 3

Área 3	Materia prima A				Materia prima D				Materia prima C				Materia prima B			
	Marmita 1		Marmita 2		Marmita 1		Marmita 2		Marmita 1		Marmita 2		Marmita 1		Marmita 2	
	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
HAL	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
Peak force	7	2	7	2	7	2	7	2	8	8	8	8	4	2	4	2

**APÉNDICE 5. Aplicación de la  
Ecuación de NIOSH a los puestos de  
entarrimado durante Junio, 2007**

Cuadro 12.14 Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área de entarimado de las líneas 1, 2 y 6

Áreas de Entarimado	Línea 2	Línea 2	Línea 1	Línea 1	Línea 6
Items de la herramienta	700g	385g	150g	700g	10g
Peso carga (Pounds)	18,52	10,18	7,93	18,78	9,92
Asimetría origen	180°	180°	180°	180°	180°
V origen	40,15748031	38,58267717	36,22047244	42,12598425	23,62204724
H origen	21,65354331	21,65354331	23,62204724	23,62204724	19,68503937
A destino	0	0	0	0	0
V destino	13,78	12,6	24,02	29,13	15,75
H destino	19,29	19,29	13,78	13,78	13,39
Coupling	Fair	Fair	Good	Good	Poor
D	26,37748031	25,98267717	12,20047244	12,99598425	7,872047244
F	0,2	0,2	0,2	0,2	4

Cuadro 12.15 Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área de entarimado de las líneas 3, 4 y 5

Áreas de Entarimado	Línea 4	Línea 4	Línea 4	Línea 3	Línea 3	Línea 5
Items de la herramienta	200g	385g	800g	4000g	4000g	114g
Peso carga (Pounds)	10,58	10,18	21,16	8,82	35,27	24,03
Asimetría origen	90°	90°	90°	0	60°	180°
V origen	43,30708661	41,73228346	47,24409449	43,7007874	17,3228346	29,92125984
H origen	23,62204724	23,62204724	23,62204724	19,6850394	20,0787402	22,24409449
A destino	0	0	0	0	0	0
V destino	11,81	11,22	15,75	23,62	16,547	16,93
H destino	34,65	34,65	19,69	10,24	23,62	16,14
Coupling	Fair	Fair	Fair	Poor	Poor	Poor
D	31,49708661	30,51228346	31,49409449	20,0807874	0,77583465	12,99125984
F	3	3	2	12	10	2

Cuadro 12.16 Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área de entarimado de las líneas Línea 3, Línea 4 y Línea 5

Áreas de Entarimado	Línea 3	Línea 3	Línea 4	Línea 5	Línea 5	Línea 5
Items de la herramienta	Tomate galón	Caja Galón	Carne 114 g	Tomate 200g	Tomate 385g	Tomate 800g
Peso carga (Pounds)	8,82	35,27	24,03	10,58	10,18	21,16
<b>Datos Origen</b>						
LC	51	51	51	51	51	51
VM	0,89	0,89	1	0,89	0,93	0,85
AM	1	0,81	0	0,71	0,71	0,71
HM	0,53	0,5	0,46	0,44	0,44	0,44
CM	0,9	0,9	0,9	1	1	1
DM	0,91	1	0,94	0,88	0,88	0,88
FM	0,37	0,45	0,91	0,88	0,88	0,91
RWL	7,289901801	7,44509475	0	10,980865	11,47438702	10,84486603
LI	1,209892841	4,737347366	No divisible	0,963494224	0,887193362	1,951153655
Conclusión origen	Rediseño	Rediseño	Rediseño	ok	ok	Rediseño
<b>Datos Destino</b>						
LC	51	51	51	51	51	51
VM	0,96	0,89	0,89	0,85	0,85	0,89
AM	1	1	1	1	1	1
HM	1	0,44	0,63	0	0	0,53
CM	0,9	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95
DM	0,91	1	0,94	0,88	0,88	0,88
FM	0,37	0,45	0,91	0,88	0,88	0,91
RWL	14,8363488	8,088498	22,0146856	0	0	18,30137509
LI	0,594485889	4,360512916	1,091544092	No divisible	No divisible	1,156197274
Conclusión destino	ok	Rediseño	Rediseño	Rediseño	Rediseño	Rediseño

Cuadro 12.17 Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área de entarimado de las líneas 1,2 y 6

Áreas de Entarimado	Línea 1	Línea 1	Línea 2	Línea 2	Línea 6
Items de la herramienta	150g	700g	700g	385g	10g
Peso carga (Pounds)	7,93	18,78	18,52	10,18	9,92
<b>Datos Origen</b>					
LC	51	51	51	51	51
VM	0,96	0,93	0,93	0,93	0,93
AM	0	0	0	0	0
HM	0,44	0,44	0,48	0,48	0,53
CM	1	1	1	1	0,9
DM	1	1	0,89	0,89	1
FM	1	1	1	1	0,84
RWL	0	0	0	0	0
LI	No divisible	No divisible	No divisible	No divisible	No divisible
Conclusión origen	Rediseño	Rediseño	Rediseño	Rediseño	Rediseño
<b>Datos Destino</b>					
LC	51	51	51	51	51
VM	0,96	1	0,89	0,89	0,89
AM	1	1	1	1	1
HM	0,77	0,77	0,5	0,5	0,77
CM	1	1	0,95	0,95	0,9
DM	1	1	0,89	0,89	1
FM	1	1	1	1	0,84
RWL	37,6992	39,27	19,1886225	19,1886225	26,4224268
LI	0,210349291	0,478227655	0,965155263	0,530522709	0,375438641
Conclusión destino	ok	ok	ok	ok	ok

**APÉNDICE 6. Aplicación de la  
Ecuación de NIOSH a los puestos de  
Proceso durante Enero 2008**

Cuadro 12.18 Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 2

<b>Concentrado</b>	<b>Estación (persona 1)</b>	<b>Estación (persona 2)</b>	<b>Sacar concentrado del cajón (persona 1)</b>
<b>Items de la herramienta</b>			
<b>Peso carga (Pounds)</b>	550	550	15,4
<b>Asimetría origen</b>	0	0	0
<b>V origen</b>	43,7007874	44,09448819	29,92125984
<b>H origen</b>	11,81102362	31,88976378	9,448818898
<b>A destino</b>	0	0	0
<b>V destino</b>	43,7007874	44,09448819	29,52755906
<b>H destino</b>	30,31496063	31,88976378	38,18897638
<b>Coupling</b>	Fair	Fair	Fair
<b>D</b>	0	0	0,393700787
<b>F</b>	0,008333333	0,008333333	18

Cuadro 12.19 Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 3  
(Operario 1)

<b>Área 3</b>	<b>Materia prima A</b>	<b>Materia prima B</b>	<b>Materia prima C</b>	<b>Materia prima D</b>
<b>Items de la herramienta</b>				
<b>Peso carga (Pounds)</b>	55	36,08	110	55
<b>Asimetría origen</b>	0	0	0	0
<b>V origen</b>	27,55905512	32,28346457	15,7480315	15,7480315
<b>H origen</b>	12,5984252	11,02362205	11,02362205	5,118110236
<b>A destino</b>	0	0	0	0
<b>V destino</b>	53,1496063	56,2992126	59,05511811	59,05511811
<b>H destino</b>	19,68503937	24,01574803	7,874015748	25,19685039
<b>Coupling</b>	Fair	Fair	Fair	Fair
<b>D</b>	25,59055118	24,01574803	43,30708661	43,30708661
<b>F</b>	0,2	0,2	0,2	0,2

Cuadro 12.20 Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 3  
(Operario 2)

<b>Área 3</b>				
<b>Items de la herramienta</b>	<b>Materia prima A</b>	<b>Materia prima B</b>	<b>Materia prima C</b>	<b>Materia prima D</b>
<b>Peso carga (Pounds)</b>	55	36,08	110	55
<b>Asimetría origen</b>	0	0	0	0
<b>V origen</b>	29,13385827	28,34645669	18,11023622	9,842519685
<b>H origen</b>	13,38582677	16,14173228	11,81102362	15,7480315
<b>A destino</b>	0	0	0	0
<b>V destino</b>	57,48031496	61,02362205	60,62992126	53,54330709
<b>H destino</b>	23,62204724	27,95275591	10,23622047	35,43307087
<b>Coupling</b>	Fair	Fair	Fair	Fair
<b>D</b>	28,34645669	32,67716535	42,51968504	43,7007874
<b>F</b>	0,2	0,2	0,2	0,2

Cuadro 12.21 Datos crudos de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 1

<b>Área 1</b>				
<b>Items de la herramienta</b>	<b>Materia prima A (mezanine)</b>	<b>Materia prima A (gradas)</b>	<b>Materia prima D (mezanine)</b>	<b>Materia prima D (gradas)</b>
<b>Peso carga (Pounds)</b>	55	55	55	55
<b>Asimetría origen</b>	0	0	0	0
<b>V origen</b>	20,86614173	37,79527559	17,71653543	35,43307087
<b>H origen</b>	14,17322835	9,05511811	12,5984252	9,842519685
<b>A destino</b>	21,65354331	0	0	43,30708661
<b>V destino</b>	47,24409449	55,51181102	49,21259843	23,62204724
<b>H destino</b>	15,7480315	22,04724409	20,86614173	18,11023622
<b>Coupling</b>	Fair	Fair	Fair	Fair
<b>D</b>	26,37795276	17,71653543	31,49606299	11,81102362
<b>F</b>	0,2	0,2	0,2	0,2

Cuadro 12.22 Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 2

Área 2	Estañón (persona 1)	Estañón (persona 2)	Sacar concentrado del cajón (persona 1)
Items de la herramienta			
Peso carga (Pounds)	550	550	15,4
<b>Datos Origen</b>			
LC	51	51	51
VM	0,9	0,9	0,99
AM	1	1	1
HM	0,83	0	1
CM	1	1	1
DM	1	1	1
FM	0,85	0,85	0,85
RWL	32,38245	0	42,9165
LI	16,98450858	Infinito	0,358836345
Conclusión origen	Rediseño	Rediseño	ok
<b>Datos Destino</b>			
LC	51	51	51
VM	0,9	0,9	0,99
AM	1	1	1
HM	0	0	0
CM	1	1	0,95
DM	-	-	-
FM	0,85	0,85	0,85
RWL	NA	NA	NA
LI	NA	NA	NA
Conclusión destino	NA	NA	NA

Cuadro 12.23 Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 3  
(Operario 1)

Área 3	Materia prima A	Materia prima B	Materia prima C	Materia prima D
Items de la herramienta				
Peso carga (Pounds)	55	36,08	110	55
<b>Datos Origen</b>				
LC	51	51	51	51
VM	0,99	0,99	0,9	0,9
AM	1	1	1	1
HM	0,78	0,89	0,89	1
CM	0,95	1	0,95	0,95
DM	0,99	0,9	0,86	0,86
FM	0,65	0,65	0,65	0,65
RWL	24,07532342	26,2876185	21,69392355	24,375195
LI	2,284496829	1,372509267	5,070544282	2,256392205
Conclusión origen	Rediseño	Rediseño	Rediseño	Rediseño
<b>Datos Destino</b>				
LC	51	51	51	51
VM	0,82	0,8	0,78	0,78
AM	1	1	1	1
HM	0,5	0,425	1	0
CM	1	1	1	1
DM				
FM	0,65	0,65	0,65	0,65
RWL	0	0	0	0
LI	NA	NA	NA	NA
Conclusión destino	NA	NA	NA	NA

Cuadro 12.24 Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 3  
(Operario 2)

Área 3	Materia prima A	Materia prima B	Materia prima C	Materia prima D
Items de la herramienta				
Peso carga (Pounds)	55	36,08	110	55
<b>Datos Origen</b>				
LC	51	51	51	51
VM	0,99	0,99	0,91	0,85
AM	1	1	1	1
HM	0,74	0,62	0,83	0,63
CM	0,95	0,95	0,95	0,95
DM	0,88	0,87	0,865	0,865
FM	0,65	0,65	0,65	0,65
RWL	20,30283684	16,81718396	20,57513674	14,58756219
LI	2,708981037	2,14542459	5,346258515	3,770335253
Conclusión origen	Rediseño	Rediseño	Rediseño	Rediseño
<b>Datos Destino</b>				
LC	51	51	51	51
VM	0,79	0,77	0,77	0,85
AM	1	1	1	1
HM	0,42	0	1	0
CM	1	1	1	1
DM				
FM	0,65	0,65	0,65	0,65
RWL	0	0	0	0
LI	NA	NA	NA	NA
Conclusión destino	NA	NA	NA	NA

Cuadro 12.25 Datos intermedios de la aplicación de la Ecuación de NIOSH para el área 1

<i>Cocina</i>	Materia prima A (mezanine)	Materia prima A (gradas)	Materia prima D (mezanine)	Materia prima D (gradas)
Items de la herramienta				
Peso carga (Pounds)	55	55	55	55
<b>Datos Origen</b>				
LC	51	51	51	51
VM	0,94	0,94	0,91	0,96
AM	1	1	1	1
HM	0,69	1	0,78	1
CM	0,95	1	0,95	1
DM	0,88	0,93	0,87	1
FM	0,65	0,65	0,65	0,65
RWL	17,97491124	28,97973	19,44743756	31,824
LI	3,059820394	1,897878276	2,82813609	1,728255405
Conclusión origen	Rediseño	Rediseño	Rediseño	Rediseño
<b>Datos Destino</b>				
LC	51	51	51	51
VM	0,87	0,81	0,86	0,96
AM	1	1	1	1
HM	0,63	0,45	0,47	0,54
CM	1	1	1	0,95
DM				
FM	0,65	0,65	0,65	0,65
RWL	0	0	0	0
LI	NA	NA	NA	NA
Conclusión destino	NA	NA	NA	NA

**APÉNDICE 7. Aplicación del Método  
REBA a los puestos de Proceso  
durante Enero 2008**

Cuadro 12.26 Datos crudos de la aplicación del método REBA para el área 2

Área 1/ Item		Sacar del cajón		Alzar estañón (P1)		Alzar estañón (P2)	
		MD	MI	MD	MI	MD	MI
Grupo A	Cuello	1	NA	1	1	1	1
	Piernas	1	NA	1	1	2	2
	Tronco	5	NA	3	3	1	1
	Carga/Fuerza	0	NA	3	3	3	3
	<b>Total</b>	7	0	8	8	7	7
Grupo B	Antebrazo	1	NA	1	1	1	1
	Muñecas	2	NA	1	1	2	2
	Brazos	-1	NA	-1	-1	3	3
	Agarre	0	NA	1	1	1	1
	<b>Total</b>	2	0	2	2	7	7

Cuadro 12.27 Datos crudos de la aplicación del método REBA para el área 3 (Operario 1)

Área 3 /Item		Materia prima A		Materia prima B		Materia prima C		Materia prima D	
		MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
Grupo A	Cuello	2	2	2	2	2	2	2	2
	Piernas	2	2	2	2	2	2	2	2
	Tronco	4	4	3	4	5	4	4	4
	Carga/Fuerza	2	2	1	2	3	2	2	2
	<b>Total</b>	10	10	8	10	12	10	10	10
Grupo B	Antebrazo	2	2	2	2	2	2	2	2
	Muñecas	2	2	2	2	2	2	2	2
	Brazos	5	5	5	2	5	5	5	5
	Agarre	2	2	2	2	2	2	2	2
	<b>Total</b>	11	11	11	8	11	11	11	11

Cuadro 12.28 Datos crudos de la aplicación del método REBA para el área 3 (Operario 2)

Área 3/ Item		Materia prima A		Materia prima B		Materia prima C		Materia prima D	
		MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
Grupo A	Cuello	1	1	1	1	2	2	2	2
	Piernas	4	3	1	1	2	2	2	2
	Tronco	4	4	3	3	5	4	4	4
	Carga/Fuerza	3	2	3	1	3	3	2	2
	<b>Total</b>	12	10	8	6	12	11	10	10
Grupo B	Antebrazo	2	1	2	2	2	2	2	2
	Muñecas	2	1	1	1	2	2	2	2
	Brazos	2	1	2	2	5	5	5	5
	Agarre	2	1	1	1	2	2	2	2
	<b>Total</b>	8	4	6	6	11	11	11	11

Cuadro 12.29 Datos crudos de la aplicación del método REBA para el área 1

Área 1/ Item		Materia prima A (gradas)		Materia prima A (mezanine)		Materia prima D (gradas)		Materia prima D (mezanine)	
		MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI
Grupo A	Cuello	2	2	1	1	2	2	1	1
	Piernas	2	2	1	1	2	2	1	1
	Tronco	4	4	3	3	4	4	3	3
	Carga/Fuerza	3	3	3	3	3	3	3	3
	<b>Total</b>	11	11	8	8	11	11	8	8
Grupo B	Antebrazo	2	2	2	1	2	2	2	1
	Muñecas	2	2	1	1	2	2	1	1
	Brazos	2	1	2	1	2	1	2	1
	Agarre	1	1	1	1	1	1	1	1
	<b>Total</b>	7	6	6	4	7	6	6	4

## **APÉNDICE 8. Herramienta de Evaluación Ergonómica Strain Index**

La calificación numérica “SI” se obtiene de multiplicar 6 multiplicadores provenientes de la evaluación de 6 variables a saber: intensidad del esfuerzo, duración del esfuerzo, esfuerzos por minuto, postura de la mano y la muñeca, velocidad de trabajo y duración de la tarea por día.

Cada variable se califica de acuerdo a las características del trabajo. El criterio para determinar el multiplicador de cada una de estas variables se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 12.30 Criterio para determinar el multiplicador de cada variable que se estudia en el Strain Index

<b>Puntaje</b>	<b>Intensidad del esfuerzo</b>	<b>Duración del esfuerzo</b>	<b>Esfuerzos / minuto</b>	<b>Postura de la mano/muñeca</b>	<b>Velocidad del trabajo</b>	<b>Duración por día</b>
1	Ligero	Menos de 10	Menos de 4	Muy buena	Muy lento	Menos a 1
2	Algo fuerte	10-29	4-8	Buena	Lento	1-2
3	Fuerte	30-49	9-14	Aceptable	Aceptable	2-4
4	Muy fuerte	50-79	15-19	Mala	Rápido	4-8
5	Casi insoportable	80 o más	20 o más	Muy mala	Muy rápido	8 o más

Cada característica marcada en la tabla anterior, cada variable se transforma en un número como se muestra a continuación:

Cuadro 12.31. Multiplicador de cada variable según la intensidad escogida por el analista en el cuadro 1.

<b>Puntaje</b>	<b>Intensidad del esfuerzo</b>	<b>Duración del esfuerzo</b>	<b>Esfuerzos /min</b>	<b>Postura de la mano/muñeca</b>	<b>Velocidad del trabajo</b>	<b>Duración por día</b>
1	1	0.5	0.5	1.0	1.0	0.25
2	3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.50
3	6	1.5	1.5	1.5	1.0	0.75
4	9	2.0	2.0	2.0	1.5	1.00
5	13	3.0	3.0	3.0	2.0	1.50

## **APÉNDICE 9. Herramientas de evaluación: Hand Activity Level**

### Hand activity level (HAL TLV)

Este método se concentra en analizar la mano, muñeca y antebrazo (áreas en donde se han tenido lesiones anteriormente en la compañía). Está también basado en estudios biomecánicos, fisiológicos y epidemiológicos. Está hecho para trabajos de una sola tarea (que incluyen un conjunto de movimientos o esfuerzos similares y repetitivos. Representa condiciones en las cuales se cree la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin tener efectos adversos en su salud (ACGIH, 2006) (Ver Apéndice 2 para información más detallada del método).

Para saber si un puesto de trabajo está dentro de los límites del TLV, se debe determinar el HAL (nivel de actividad de las manos; hand activity level en inglés). Estessera determinado de manera visual por el analista, utilizando la escala que se muestra a continuación:

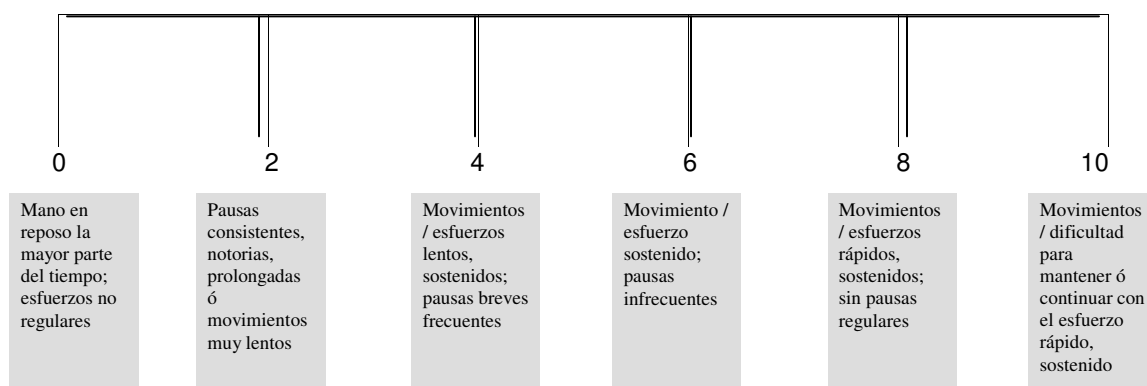


Figura 12.1 Escala para la determinación del HAL

Seguidamente se debe determinar la fuerza de agarre, la cual se puede determinar utilizando la escala de Borg:

10	Máximo
9	Demasiado difícil
8	Muy difícil
7	Difícil
6	
5	Algo difícil
4	Moderadamente difícil
3	
2	Fácil
1	Muy fácil
0.5	Demasiado fácil

Figura 12.2 Escala de Esfuerzo Físico. Rating of Perceived Exertion (RPE). Borg Scale (1980)

Ambas escalas se aplicarán a cada puesto de trabajo por medio de la observación. Cuando se tengan los resultados de ambas, se generará un gráfico que muestre si el puesto de trabajo está por debajo o por encima del TLV. El siguiente es un ejemplo de cómo debe ser el gráfico y muestra un análisis ficticio de 5 actividades, 2 de las cuales están por encima del TLV, una en el límite y dos por debajo:

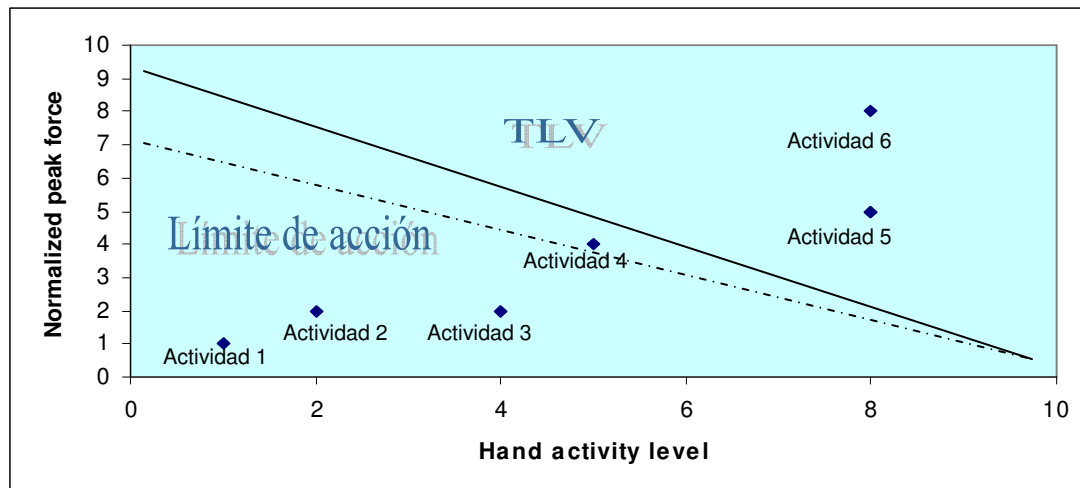


Figura 12.3 Ejemplo ficticio del gráfico final entre la fuerza de agarre y el nivel de actividad de la mano, para la determinación de la posición de un puesto de trabajo con respecto a su TLV

Los resultados de la aplicación de las herramientas Ergonómicas se analizarán para llegar a la conclusión de cuál es el nivel del riesgo Ergonómico que tiene cada puesto de trabajo en estudio.

La determinación del HAL está basada en la frecuencia de los esfuerzos que hace la mano y el ciclo de trabajo (distribución del trabajo y periodos de recuperación). Puede determinarse con calificaciones que dá un observador entrenado, usando una escala (como se muestra en la metodología). La línea sólida en el gráfico representa las combinaciones de fuerza y HAL asociadas con una prevalencia significativamente elevada de desórdenes músculo esqueléticos ((Moore, S & Garg, A. 1995).

HAL es un método para determinar valores límite (Threshold limit values, TLV) en inglés, a los que las manos, muñecas y antebrazos se pueden exponer.

Este método está basado en estudios epidemiológicos, biomecánicos y psicofísicos y el TLV representa condiciones dentro de las cuales se cree que la mayoría de la población que esté expuesta de manera repetitiva, no sufrirá efectos adversos en su salud.

**APÉNDICE 10. Herramientas de  
Evaluación: ACGIH proposed lifting  
TLV**

### **ACGIH proposed lifting TLV**

Esta herramienta determina condiciones de levantamiento bajo las cuales se cree casi todos los trabajadores pueden estar expuestos de manera repetitiva sin desarrollar dolor en la baja espalda o desórdenes asociados con tareas de levantamiento repetitivo. Hay factores individuales u organizacionales que pueden influenciar la posibilidad de adquirir estos padecimientos (ACGIH, 2006). Ver Apéndice 3 para información más detallada del método.

La aplicación de esta herramienta tiene 3 pasos que se deben seguir, los cuales son los siguientes:

*A. Selección de la tabla apropiada basada en la duración y la frecuencia del levantamiento*

De acuerdo al estudio a realizar en el punto 2, se determinará con cuál de las 3 tablas del método se trabajará, tomando en cuenta los levantamientos por hora que se realizan en el puesto de trabajo y la duración total de la tarea por día.

La tabla 1 se utiliza para tareas de levantamiento que duran menos de 2 horas por día con menos de 60 levantamientos por hora ó duran más de 2 horas al día con menos de 12 levantamientos por hora.

La tabla 2 se utiliza para tareas de levantamiento que duran más de 2 horas por día con más de 12 y hasta 30 ó menos levantamientos por hora ó que duren menos de 2 horas por día con más de 60 y hasta menos de 360 levantamientos en una hora.

La tabla 3 se utiliza para tareas de levantamiento que se realicen por más de 2 horas por día con más de 30 y menos de 360 levantamientos en una hora.

*B. Determinación del límite de levantamiento basado en la posición horizontal y vertical del objeto*

Basado en la figura 1, la zona vertical se determina basada en la localización de las manos al comienzo del levantamiento y la zona horizontal del levantamiento se determina midiendo la distancia horizontal desde el punto medio entre los tobillos hasta el punto medio entre las manos al comienzo del levantamiento.

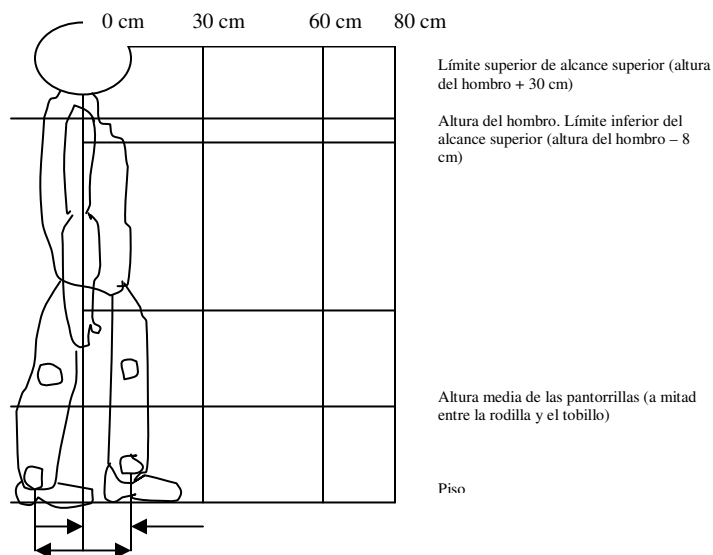


Figura 12.4 Representación gráfica de la localización de la mano para la aplicación del Lifting TLV

### C. Aplicación de la herramienta

La herramienta se aplica determinando el TLV en Kg para la tarea de levantamiento, según lo que la tabla escogida muestra (ver anexo 5) y según la zona vertical y horizontal escogida para el puesto específico de trabajo.

Si el peso se coloca en el destino de manera controlada (es decir, de manera lenta o con una posición especial), se puede determinar de nuevo la zona vertical y horizontal y el TLV utilizando el punto de destino en vez del de comienzo. El TLV que se toma es el más bajo de ambos (inicio y final).

Si se compara esta herramienta con la ecuación de NIOSH (NIOSH lifting equation) y la WA State task evaluator, se considera la segunda más estricta (Steward, K & Silverstain, B.; 2005).

El peso máximo que permite es de 32 Kg, la distancia horizontal de colocación de la carga contiene tres zonas que van de 0 a 80 cm (del punto medio entre los tobillos hasta la carga); la distancia vertical de colocación de la carga (desde el piso hasta las

manos) contiene 4 zonas basadas en antropometría (pero algunos levantamientos bajos no son permitidos); no utiliza una distancia vertical de transporte de la carga; el ángulo de simetría (grados que el torso rota desde la línea central) contiene una zona (de 0 a 30°); la frecuencia de levantamiento debe ser de más de 6 levantamientos por minuto; la duración de la tarea contiene dos rangos: menos de 2 horas y más de 2 horas y no toma en cuenta el buen agarre de las manos (ACGIH, 2006).

**APÉNDICE 11. Herramientas de  
análisis: WA State lifting Calculator**

### **WA State lifting calculator**

Esta calculadora se utiliza para evaluar operaciones de levantamiento manual de cargas. Si este incluye cargas de diferentes pesos y desde posiciones diferentes se deben evaluar los dos casos peores (la carga más pesada y el levantamiento en la peor postura posible) y también evaluar el levantamiento realizado más comúnmente. Por otro lado, se debe escoger la frecuencia y duración de los levantamientos durante una jornada de trabajo típica (Steward, K & Silverstain, B.; 2005). Ver apéndice 4 para información más detallada de la herramienta.

Esta herramienta consta de una sola hoja de chequeo, en la que se deben evaluar los 2 casos peores (la carga más pesada levantada y el levantamiento en la peor postura posible).

Se evalúa el levantamiento realizado más comúnmente y se escoge la frecuencia y duración de todos los levantamientos durante una jornada de trabajo típica.

Estos datos se determinarán en el punto 2 de la metodología para determinar los productos que serán evaluados en cada línea en el puesto de trabajo que implica levantamiento de cargas.

Este método es menos estricto que la ecuación de NIOSH y el Proposed ACGIH lifting TLV. Permite hasta 41 Kg de levantamiento. Tiene 3 zonas horizontales de localización de la carga (de 0 a más de 30 cm), la distancia vertical de colocación de la carga (desde el piso hasta las manos) contiene 4 zonas basadas en antropometría (pero algunos levantamientos bajos no son permitidos); no utiliza una distancia vertical de transporte de la carga; el ángulo de simetría (grados que el torso rota desde la línea central) contiene dos zonas (de 0 a 45° y mayor a 45°); la frecuencia de levantamiento debe ser de más de 10 levantamientos por minuto; la duración de la tarea contiene tres rangos (menos de 1 hora, entre 1 y 2 horas y más de 2 horas y no toma en cuenta el buen agarre de las manos (ACGIH, 2006).

**APÉNDICE 12. Lista de verificación  
para la identificación de peligros de  
carga muscular localizada (CML).  
ISO/TS 20646-1:2004 (E).**

Al aplicar la lista de verificación, no solamente se debe observar el trabajo, sino que se debe hablar con los empleados y trabajadores para determinar bien las condiciones de su ambiente de trabajo. Todos los factores que se observen y haya que marcarlos como "sí", deben ser evaluados e identificar el tipo, magnitud y localización de la posible carga muscular para así encontrar soluciones para reducirlos (Steward, K & Silverstain, B.; 2005). Esta lista divide a los factores que producen la CML en 5 secciones: horas y densidad de trabajo, tipo de trabajo, posturas y movimientos, características del espacio de trabajo y de los objetos manipulados y las instalaciones.

**APÉNDICE 13. Descripción de la  
Ecuación de NIOSH**

## Ecuación de NIOSH

Se aplicará la ecuación de NIOSH a todas las líneas de producción, en las áreas de empaque y entarimado. En ciertas áreas de empaque no aplicará esta ecuación por ser un peso muy bajo (menor a 800g).

En el resto sí se aplicará. Se medirán las siguientes variables:

- ✓ "A" : asimetría. Esta variable se observó al aplicar la Calculadora WA State, por lo que se tiene ya el resultado para cada puesto de trabajo y con cada producto específico que se observó.
- ✓ "V": altura vertical del piso a las manos (se medirá tanto en el origen como en el destino)
- ✓ "H": distancia horizontal de los tobillos hasta las manos (origen) y distancia horizontal de las manos en el origen hasta donde se ponen las manos en el destino (destino).
- ✓ "D": diferencia entre  $V_{\text{destino}} - V_{\text{origen}}$
- ✓ "C": acople de las manos con el peso a levantar
- ✓ "F": levantamientos por minuto

Basándose en las tablas de NIOSH, se determinarán las variables LC (constante siempre, 51 libras), VM, AM, HM, CM, DM, FM y con la multiplicación de todos estos, se determinará el RWL (el cual es el peso máximo que se debería levantar en el caso específico analizado. Se toma el que dé menor del origen y destino).

Después se determina el LI, el cual se obtiene dividiendo el peso real levantado entre el RWL. Si éste es mayor a 1, se recomendará un rediseño del puesto de trabajo, que es lo que se va a recomendar.

El valor de RWL se calcula de la siguiente manera:

$$RWL = LC * VM * AM * HM * CM * DM * FM,$$

Donde:

LC = Load constant (constante de peso, que siempre es 51 libras)  
 VM = Vertical multiplier (multiplicador vertical)  
 AM = Asymmetry multiplier (multiplicador de asimetría)  
 HM = Horizontal multiplier (multiplicador horizontal)

CM = Coupling multiplier (multiplicador de agarre)

DM = Distance multiplier (multiplicador de distancia)

FM = Frequency multiplier (multiplicador de frecuencia)

Y el valor de LI se calcula de la siguiente forma:

$$LI = W/RWL$$

## **APÉNDICE 14. Descripción del Método REBA**

**Método REBA (HIGNETT, S. y McAtamney, L., 2000):**

El método REBA es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

La descripción de las características más destacadas del método REBA, orientarán al evaluador sobre su idoneidad para el estudio de determinados puestos.

- Es un método especialmente sensible a los riesgos de tipo músculo-esquelético.
- Divide el cuerpo en segmentos para ser codificados individualmente, y evalúa tanto los miembros superiores, como el tronco, el cuello y las piernas.
- Analiza la repercusión sobre la carga postural del manejo de cargas realizado con las manos o con otras partes del cuerpo.
- Considera relevante el tipo de agarre de la carga manejada, destacando que éste no siempre puede realizarse mediante las manos y por tanto permite indicar la posibilidad de que se utilicen otras partes del cuerpo.
- Permite la valoración de la actividad muscular causada por posturas estáticas, dinámicas, o debidas a cambios bruscos o inesperados en la postura.
- El resultado determina el nivel de riesgo de padecer lesiones estableciendo el nivel de acción requerido y la urgencia de la intervención.

Como pasos previos a la aplicación propiamente dicha del método se debe:

- Determinar el periodo de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo de ciclo de trabajo.
- Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de esta en operaciones elementales o subtareas para su análisis pormenorizado.
- Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, bien mediante su captura en video, bien mediante fotografías, o mediante su anotación en tiempo real si ésta fuera posible.

- Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o "peligrosas" para su posterior evaluación con el método REBA.
- El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. Por tanto, el evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La información requerida por el método es básicamente la siguiente:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia. Dichas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador (transportadores de ángulos, electrogoniómetros u otros dispositivos de medición angular), o bien a partir de fotografías, siempre que estas garanticen mediciones correctas (verdadera magnitud de los ángulos a medir y suficientes puntos vista ).
- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo.
- Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

La aplicación del método puede resumirse en los siguientes pasos:

- División del cuerpo en dos grupos, siendo el grupo A el correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y el grupo B el formado por los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). Puntuación individual de los miembros de cada grupo a partir de sus correspondientes tablas.
- Consulta de la Tabla A para la obtención de la puntuación inicial del grupo A a partir de las puntuaciones individuales del tronco, cuello y piernas.
- Valoración del grupo B a partir de las puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca mediante la Tabla B.
- Modificación de la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas) en función de la carga o fuerzas aplicadas, en adelante "Puntuación A".

- Corrección de la puntuación asignada a la zona corporal de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca) o grupo B según el tipo de agarre de la carga manejada, en lo sucesivo "Puntuación B".
- A partir de la "Puntuación A" y la "Puntuación B" y mediante la consulta de la Tabla C se obtiene una nueva puntuación denominada "Puntuación C".
- Modificación de la "Puntuación C" según el tipo de actividad muscular desarrollada para la obtención de la puntuación final del método.
- Consulta del nivel de acción, riesgo y urgencia de la actuación correspondientes al valor final calculado.

Finalizada la aplicación del método REBA se aconseja:

- La revisión exhaustiva de las puntuaciones individuales obtenidas para las diferentes partes del cuerpo, así como para las fuerzas, agarre y actividad, con el fin de orientar al evaluador sobre dónde son necesarias las correcciones.
- Rediseño del puesto o introducción de cambios para mejorar determinadas posturas críticas si los resultados obtenidos así lo recomendasen.
- En caso de cambios, reevaluación de las nuevas condiciones del puesto con el método REBA para la comprobación de la efectividad de la mejora.

**APÉNDICE 15. Lista general de  
verificación de análisis de riesgo  
ergonómico**

**Lista de chequeo General para el análisis de Riesgos Ergonómicos (NIOSH, 1981).**

Esta lista de chequeo puede ayudar a proveer una identificación inicial del problema que en algunos casos se puede resolver con algo sencillo y rápido de implementar. Por ejemplo, quitar una barrera que causa un giro incómodo o posturas de levantamiento incorrectas al manejar materiales.

Sin embargo, los hallazgos del check list deben verse como un todo, porque no necesariamente los problemas individuales tienen todos la misma causa raíz.

**APÉNDICE 16. Programa de ejercicios  
sugerido para la planta de  
producción**

## **Programa de ejercicios para las líneas en estudio para las áreas de empaque y entarimado**

### **Gestión del programa**

El programa se implementará durante la primera capacitación Ergonómica que se realice al personal. Se designarán líderes en cada línea que se aprendan bien los ejercicios para que cuando el supervisor dé la orden de inicio (5 minutos antes del café de la tarde), cada línea inicie los ejercicios.

### **Recomendaciones generales (Stewart, 1997)**

- Moverse lentamente hacia la posición de estiramiento.
- Concentrarse en el músculo que se está estirando.
- Respirar de manera normal.
- Estirarse al punto en que se sienta tensión pero no dolor.
- Mantener cada posición de 12 a 15 segundos.
- Repetir cada posición tres veces.
- No brincar cuando se realiza un estiramiento.
- Para mejores resultados estírese antes, durante y después del trabajo.
- Haga del estiramiento parte de su rutina diaria.
- Disfrute.

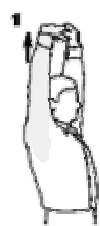
### **Programa de ejercicios (Stewart, 1997)**

1. Estiramiento de alto alcance
  - a. Estírese para arriba parándose de puntillas
  - b. Estire los brazos
  - c. Estire los dedos
  - d. Trate de alcanzar lo más lejos posible
2. Movimiento de hombros
  - a. Ponga los brazos a los lados
  - b. Levante los hombros hacia sus oídos
  - c. Sostenga por 5 segundos y libere
  - d. Gire los hombros hacia delante 3 veces
  - e. Gire los hombros hacia atrás 3 veces

3. Estiramiento de cuello
  - a. Mire hacia delante (posición neutral)
  - b. Deje caer el oído izquierdo hacia el hombro izquierdo y sostenga
  - c. Retorne a la posición neutral
  - d. Deje caer el oído derecho hacia el hombro derecho y sostenga
4. Estiramiento de hombro anterior
  - a. Párese recto
  - b. Agarre sus propias manos por detrás
  - c. Doble los codos ligeramente
  - d. Mueva los brazos hacia arriba
5. Estiramiento de la parte superior de la espalda
  - a. Coloque la mano izquierda en su hombro y trate de tocársela con la derecha y estire
  - b. Repita con la mano derecha lo mismo
6. Extensión de las muñecas
  - a. Relaje los brazos a ambos lados
  - b. Gire ambas manos hacia adentro
  - c. Suelte el puño
  - d. Gire el puño hacia arriba
7. Extensión de las manos
  - a. Coloque las palmas juntas con los dedos al nivel de la barbilla
  - b. Levante los codos lentamente, manteniendo las palmas juntas
8. Círculos con las muñecas
  - a. Coloque su mano izquierda en su muñeca derecha
  - b. Con el puño flojo, haga círculos lentos y grandes con la mano derecha
  - c. Mantenga el resto de su brazo sin mover
  - d. Haga 10 círculos en cada dirección
  - e. Repita con la mano izquierda
9. Ventilador con los dedos
  - a. Con los brazos rectos en frente, doble sus muñecas hacia delante
  - b. Abra sus dedos y estírelos lo más posible
  - c. Mantenga por 10 segundos
  - d. Afloje las muñecas y repita
10. Estiramiento de los pulgares

- a. Con la palma derecha hacia arriba y la muñeca relajada, use la mano izquierda para jalar el pulgar derecho hacia abajo hasta que sienta un estiramiento gentil (no dolor)
- b. No jale hacia fuera
- c. Mantenga de 10 a 15 segundos
- d. Repita con el pulgar izquierdo

Se adjunta una secuencia de ejercicios ideada por Acevedo, 2003 con ilustraciones:



5 segundos



5 segundos



5 segundos



5 segundos



8 segundos



8 segundos

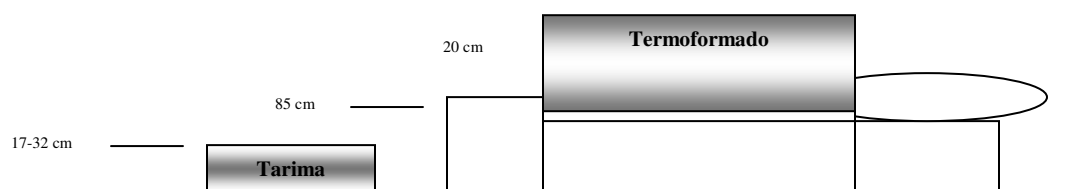
Figura 12.5 Ilustraciones de un programa de ejercicios emitido por Acevedo, 2003.

**APÉNDICE 17. Diseño actual de los  
puestos de trabajo del área de  
empaquete**

### **Descripción del diseño actual de puestos de trabajo de empaque**

En todos los diseños, el radio de trabajo para el área de entarimado es de 50cm aproximadamente, la cual es correcta porque es un área abierta sin limitaciones para mover los brazos.

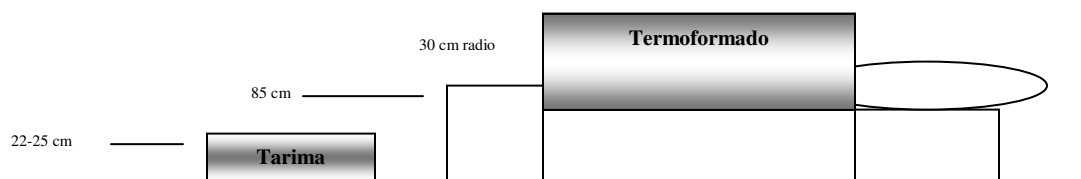
Las dimensiones de los puestos de trabajo actuales para la línea 1 se muestran a continuación:



**Figura 12.6** Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 1

La altura, tanto de la mesa de trabajo (colocación de envases) como de la mesa de donde se toma la charola para entarimarla, es de 85 cm. El radio de trabajo para tomar los envases en el puesto de colocación de envases es de máximo 20 cm. Al colocar la primera caja en la tarima, la distancia es de 17 cm del suelo (32 cm con el producto más grande), lo cual implica que el trabajador se debe agachar mucho, excepto cuando ya logró entarimar unas 3 camas y le queda la tarima ya a altura de la cintura.

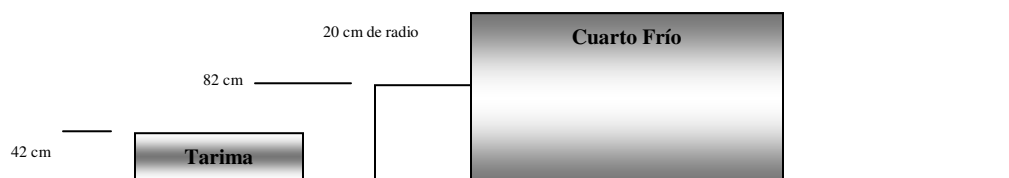
Las dimensiones de los puestos de trabajo actuales para la línea 2 se muestran a continuación:



**Figura 12.7** Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 2

La altura, tanto de la mesa de trabajo (colocación de envases) como de la mesa de donde se toma la charola para entarimarla, es de 85 cm. El radio de trabajo para tomar los envases en el puesto de colocación de envases es de máximo 30 cm. Al colocar la primer caja en la tarima, la distancia es de a 22 cm del suelo (25 cm con el producto más grande), lo cual implica que el trabajador se debe agachar mucho, excepto cuando ya logró entarimar unas 3 camas y le queda la tarima ya a altura de la cintura.

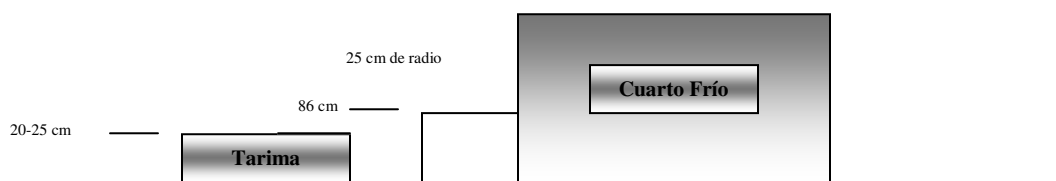
Las dimensiones de los puestos de trabajo actuales para la línea 3 se muestran a continuación:



**Figura 12.8** Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 3

La altura, tanto de la mesa de trabajo (colocación de envases) como de la mesa de donde se toma la charola para entarimarla, es de 82 cm. El radio de trabajo para tomar los envases en el puesto de colocación de envases es de máximo 20 cm. Al colocar la primer caja en la tarima, la distancia es de a 42 cm del suelo, lo cual implica que el trabajador se debe agachar mucho, excepto cuando ya logró entarimar unas 2 camas y le queda la tarima ya a altura de la cintura.

Las dimensiones de los puestos de trabajo actuales para la línea 4 se muestran a continuación:

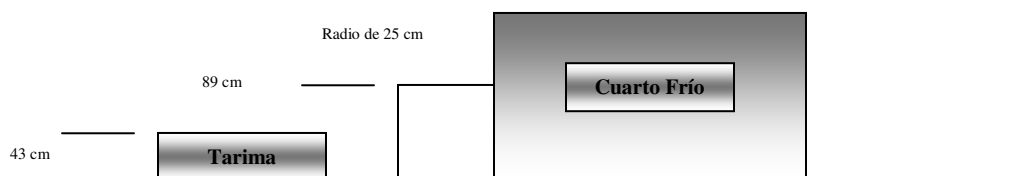


**Figura 12.9** Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 4

La altura, tanto de la mesa de trabajo (colocación de envases) como de la mesa de donde se toma la charola para entarimarla, es de 86 cm. El radio de trabajo para

tomar los envases en el puesto de colocación de envases es de máximo 25 cm. Al colocar la primer caja en la tarima, la distancia es de 20 cm del suelo (25 cm con el producto más grande), lo cual implica que el trabajador se debe agachar mucho, excepto cuando ya logró entarimar unas 3 camas y le queda la tarima ya a altura de la cintura.

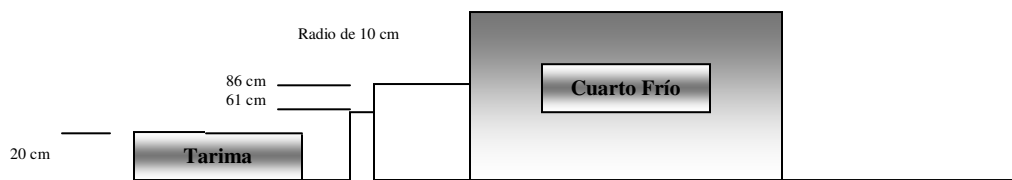
Las dimensiones de los puestos de trabajo actuales para la línea 5 se muestran a continuación:



**Figura 12.10** Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 5

La altura, tanto de la mesa de trabajo (colocación de envases) como de la mesa de donde se toma la charola para entarimarla, es de 89 cm, pero el personal está sentado. El radio de trabajo para tomar los envases en el puesto de colocación de envases es de máximo 25 cm. Al colocar la primer caja en la tarima, la distancia es de 43 cm del suelo, lo cual implica que el trabajador se debe agachar mucho, excepto cuando ya logró entarimar unas 2 camas y le queda la tarima ya a altura de la cintura.

Las dimensiones de los puestos de trabajo actuales para la línea 6 se muestran a continuación:



**Figura 12.11** Dimensiones de los puestos de trabajo de empaque y entarimado de la línea 6

La altura, tanto de la mesa de trabajo (colocación de envases) como de la mesa de donde se toma la charola para pasarla a la balanza es de 86 cm y la altura de la caja cuando está en la balanza es de 61 cm. El radio para tomar las cajas en realidad está dentro de los parámetros ya que la posición de la persona es frente a la caja (máximo 10

cm). La tarima queda a 20 cm del suelo, lo cual implica que el trabajador se debe agachar mucho, excepto cuando ya logró entarimar unas 3 camas y le queda la tarima ya a altura de la cintura.

## **APÉNDICE 18. Programa de capacitación ergonómica**

**Cuadro 12.32.** Plan de capacitación Ergonómica para todos los trabajadores del área de producción, bodegas, mantenimiento, control de calidad y para área de oficinas

<b>Tema</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Fecha prevista</b>
Generalidades de Ergonomía	11 principios de la Ergonomía	Enero 2009
Ergonomía aplicada a la zona de proceso	Aspectos específicos para aplicar ergonomía a las zonas de proceso	Febrero 2009

**Apéndice 19. Distribución actual del  
área de proceso de la planta de  
producción**

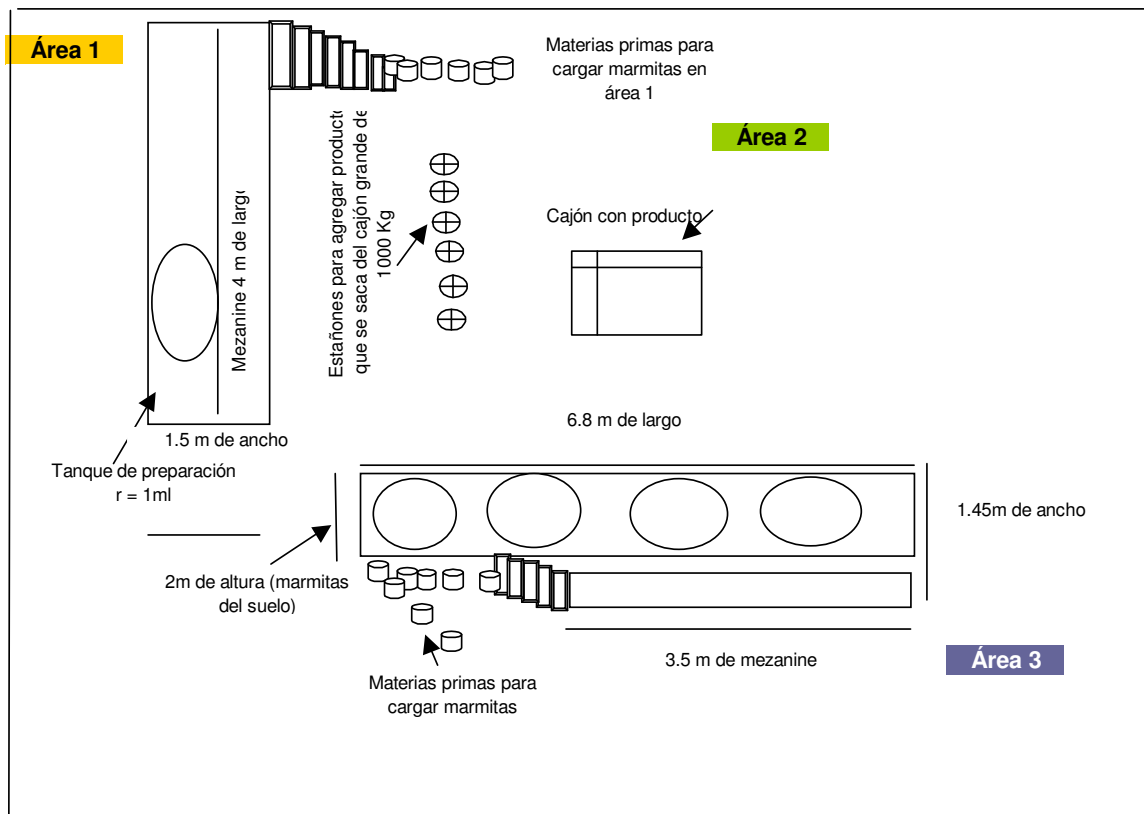


Figura 12.12 Distribución actual del área de proceso de la planta de producción en estudio (Fuente confidencial)

**Apéndice 20. Distribución propuesta  
del área de proceso de la planta de  
producción**

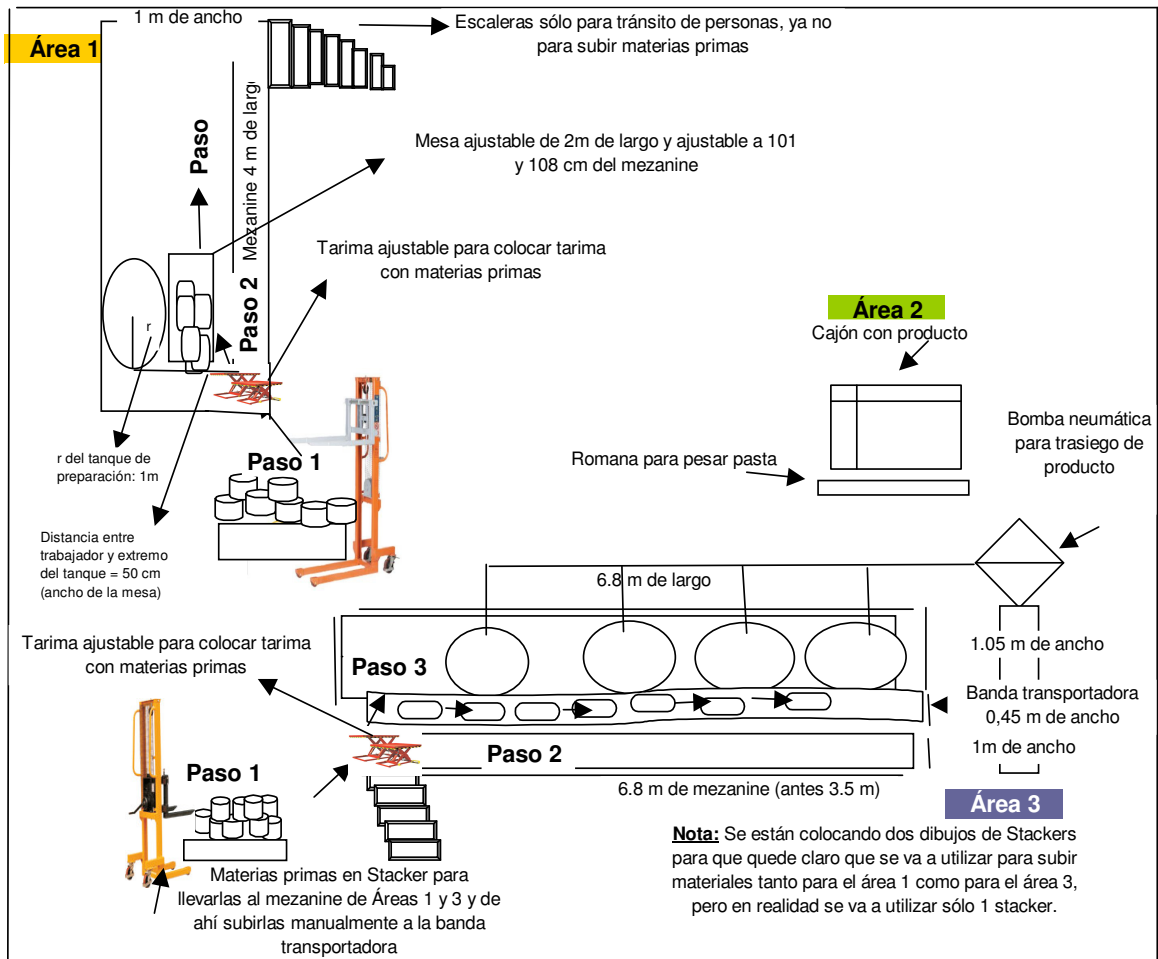


Figura 12.13 Distribución propuesta del área de proceso de la planta de producción en estudio (Fuente confidencial)

**APÉNDICE 21. Ejemplo de rotación de personal en las líneas de producto empacado**

Cuadro 12.33. Ejemplo de rotación en una semana normal de trabajo para el personal de empaque y entarimado de las líneas en estudio

Ejemplo de rotación de personal en una semana de trabajo normal									
Día	Línea	Producto	Persona asignada		Día	Línea	Producto	Persona asignada	
			Empaque	Entarimado				Empaque	Entarimado
Lunes	Automática	150g	Automática	Automática	Jueves	Automática	700g	Automática	Automática
							800g	ELF	ELF
	ELF	385g	ELF	ELF					
		385g	ELF	ELF					
	Bossar 2500	400g	Bossar 2500	Bossar 2500					
		800g	Bossar 1600	Bossar 1600					
	Bossar 1600	114g	Cramsa	Cramsa					
	Cramsa	-	-	-					
Galonera	Galon	Galonera	Galonera						
	Galón	Bossar 2500	Bossar 2500						
Martes	Automática	180g	Automática	Automática	Viernes	Automática	360g	Automática	Automática
	ELF	385g	ELF	ELF		ELF	700g	Bossar 2500	Bossar 2500
	Bossar 2500	200g	Bossar 2500	Bossar 2500			700g	Automática	Automática
	Bossar 1600	114g	Galonera	Galonera		Bossar 2500	385g	ELF	ELF
	Cramsa	9g	Cramsa	Cramsa		Bossar 1600	114g	Galonera	Galonera
	Galonera	4000g	-	-		Cramsa	-	-	-
						Galonera	4000g	Bossar 1600	Bossar 1600
					4000g	Galonera	Galonera		
Miércoles	Automática	Inglesa 180g	Automática	Automática					
	ELF	Tomate 385g	Bossar 2500	Bossar 2500					
		Tomate 380g	ELF	ELF					
	Bossar 2500	Mayonesa 200g	ELF	ELF					
		Mayo limón 200g	ELF	ELF					
	Bossar 1600	Salsita 114g	Galonera	Galonera					
	Cramsa	Mayonesa 9g	Bossar 2500	Bossar 2500					
	Galonera	Tomate 4000g	Bossar 1600	Bossar 1600					

## ANEXOS

**ANEXO 1. Encuesta de Síntomas de  
NIOSH**

Es copia

**ENCUESTA DE SÍNTOMAS**  
Análisis Ergonómico

Fecha, \_ \_ \_

Nombre \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años

Departamento: \_\_\_\_\_ Puesto \_\_\_\_\_

Tiempo de laborar en la Institución \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses, hasta esta fecha.

Otros trabajos que ha realizado en el último año (por más de dos semanas):

Lugar	Departamento	Nombre del trabajo desempeñado	meses	semanas
_____	_____	_____	_____	_____
Lugar	Departamento	Nombre del trabajo desempeñado	meses	semanas
_____	_____	_____	_____	_____

¿Aproximadamente cuántas horas al día usa su computadora? \_\_\_\_\_ horas

Ha tenido usted algún dolor o molestia durante el último año?  
 Sí  No (Si marcó esta opción, deténgase aquí)

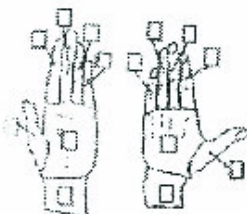
**INSTRUCCIÓN:** Indique en el cuadro respectivo la "ESCALA DEL MALESTAR" percibido.

**ESCALA DE MALESTAR**

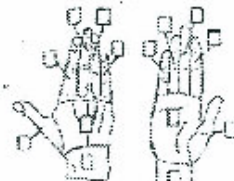
\*\*Intolerable / Muy Fuerte 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Poco dolor / Insignificante



Vista de espaldas.



Mano Derecha



Mano Izquierda

\*Formato del documento Elements of Ergonomics Programs, con modificaciones a "Symptoms Survey: Ergonomics Programs" Tray J-4, pag. 8", NIOSH, 1991. \*Ajuste del método: "A technique for measuring postural discomfort" (Ergonomics, 9, 175-182, Corlett, I.N. & Bishop, R. P.) con los datos referidos a la escala y a los segmentos de mano y muñecas.

(Complete en una hoja separada para cada área seleccionada)

Indique el área corporal donde presenta los síntomas:

- |   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Cuello         | <input type="checkbox"/> Mano / Muñeca             | <input type="checkbox"/> Parte baja de espalda | <input type="checkbox"/> Pie / Tobillo |
| <input type="checkbox"/> Hombro         | <input type="checkbox"/> Dedos                     | <input type="checkbox"/> Muslos / Rodillas     |  |
| <input type="checkbox"/> Antebrazo/Codo | <input type="checkbox"/> Parte superior de espalda | <input type="checkbox"/> Piernas / Pantorrilla |  |

1. Indique en el cuadro las palabras que describen su problema:

- |   |   |                                       |                               |
|---|---|---------------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ardor            | <input type="checkbox"/> Adormecimiento | <input type="checkbox"/> Ennecimiento | <input type="checkbox"/> Otro |
| <input type="checkbox"/> Calambre         | <input type="checkbox"/> Dolor          | <input type="checkbox"/> Comezón      |                               |
| <input type="checkbox"/> Pérdida de color | <input type="checkbox"/> Hinchazón      | <input type="checkbox"/> Debilidad    |                               |

2. ¿Cuándo fue la primera vez que notó el problema? \_\_\_\_\_ mes \_\_\_\_\_ año

3. ¿Cuánto dura cada episodio o periodo? (marque con una X sobre la línea)

\_\_\_\_\_ /  \_\_\_\_\_ /  \_\_\_\_\_ /  \_\_\_\_\_ /  \_\_\_\_\_  
 1 hora      1 día      1 semana      1 mes      6 meses

4. ¿Cuántos periodos separados de molestia ha tenido en el último año?

5. ¿Qué piensa usted que sea la causa del problema?

6. ¿Ha tenido usted este problema en los últimos 7 días?  Sí  No

7. ¿Cómo calificaría este problema? (marque un X en el área rectangular)

AHORA

NINGUNO

Cuando es PEOR

INSOPORTABLE

NINGUNO

INSOPORTABLE

8. ¿Ha recibido tratamiento médico para este problema?

8a.  No, Porque? \_\_\_\_\_

8b.  Sí Indique dónde recibió el tratamiento?

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Servicio Médico del Seguro Social | Nº de veces en el año pasado _____ |
| <input type="checkbox"/> Doctor Particular                 | Nº de veces en el año pasado _____ |
| <input type="checkbox"/> Instituto Nacional de Seguros     | Nº de veces en el año pasado _____ |
| <input type="checkbox"/> Otro                              | Nº de veces en el año pasado _____ |

¿El tratamiento fue efectivo?  Sí  No

9. ¿Cuánto tiempo ha perdido en el último año por este problema? \_\_\_\_\_ días.

10. ¿Cuántos días en el último año fueron modificados a trabajo ligero o restringido por este problema? \_\_\_\_\_ días.

11. Por favor, comente lo que usted piensa que podría ayudar a mejorar sus síntomas?

\_\_\_\_\_

## **Anexo 2. Strain Index**

## Strain Index

Línea: \_\_\_\_\_

Puesto de trabajo analizado: \_\_\_\_\_

Firma analista: \_\_\_\_\_



### Strain index. Rating criteria

Rating	Intensity of exertion	Duration of exertion	Efforts/min	Hand/wrist posture	Speed of work	Duration per day
1	Light	Less than 10	Less than 4	Very good	Very slow	Less than 1
2	Somewhat hard	10-29	4-8	Good	Slow	1-2
3	Hard	30-49	9-14	Fair	Fair	2-4
4	Very Hard	50-79	15-19	Bad	Fast	4-8
5	Near maximal	80 or more	20 or more	Very bad	Very fast	8 or more

## **ANEXO 3. Hand activity level (HAL TLV)**

## Hand Activity level TLV

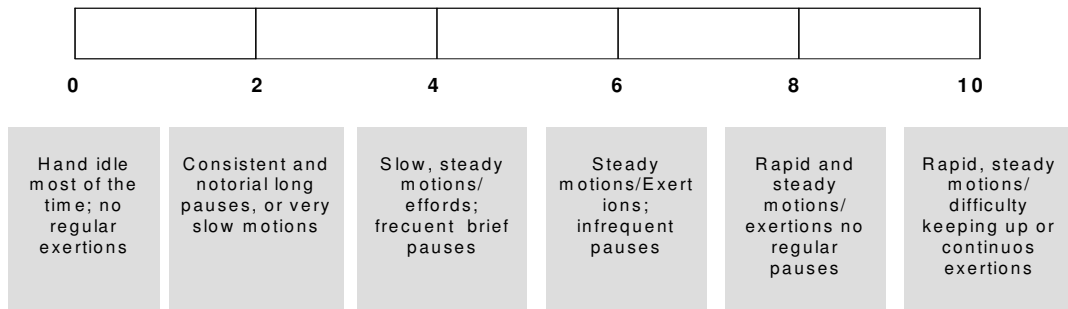
Línea: \_\_\_\_\_

Puesto de trabajo: \_\_\_\_\_



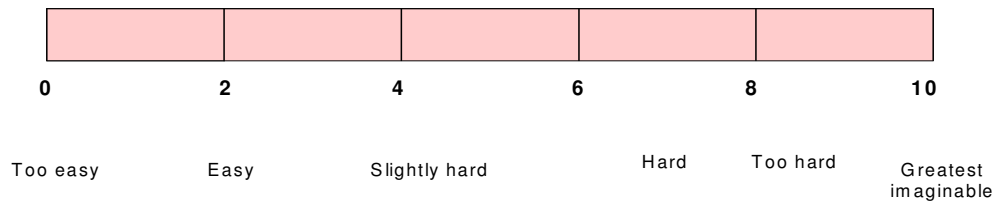
### **Method 1. ACGIH's Hand Activity Level TLV**

1. HAL: Can be estimated using this scale:



### **ACGIH's Hand Activity Level TLV**

2. Peak force: can be estimated using a Borg scale:



Firma analista: \_\_\_\_\_

## **ANEXO 4. WA State lifting Calculator**

**Calculadora para evaluar operaciones de levantamiento manual de cargas**

Empresa

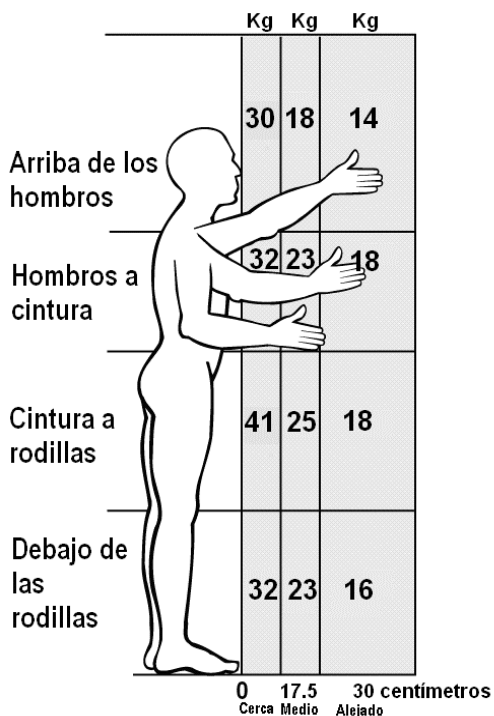
Operación

Evaluador

Fecha

**1** Escriba el peso de la Carga levantada  kg

**2** Marque con un círculo el número del diagrama de abajo, que mejor represente la posición de las manos cuando el trabajador inicia a levantar ó descender la carga.



**3** Marque con un círculo el número de la tabla de abajo que corresponde al número de veces que el trabajador levanta por minuto y el total de horas de la jornada en tareas de levantamiento manual de cargas.

Nota: Tareas realizadas menos de una vez cada 5 minutos, use 1.0

¿Levantamientos por minuto?	¿Cuántas horas al día?		
	?1 hr	1 hr to 2 hrs	2 hrs ó más
1 levant. / 2-5 min	1.0	0.95	0.85
1 levant. / min	0.95	0.9	0.75
2-3 levant. / min	0.9	0.85	0.65
4-5 levant. / min	0.85	0.7	0.45
6-7 levant. / min	0.75	0.5	0.25
8-9 levant. / min	0.6	0.35	0.15
10+ levant. / min	0.3	0.2	0.0

**4** Marque con un círculo 0.85 si la persona gira 45° ó más durante el levantamiento. De lo contrario marque 1.0

**5** Copie en el cuadro de abajo los números que marcó en los pasos 2, 3 y 4.

<input type="text" value="2"/>	X	<input type="text" value="3"/>	X	<input type="text" value="4"/>	=	<input type="text" value="0.85"/>
Paso		Paso		Paso		Límite de Carga
						lbs.

**6** ¿El peso de la carga (1) Sí – OK es menor que el LC (5) No – PELIGRO

Nota: Si el trabajo incluye levantamiento de cargas de diferentes pesos y desde diferentes posiciones, utilice los Pasos 1 a 5 de arriba de la siguiente manera:

1. Evalúe los 2 casos peores – la carga más pesada levantada y el levantamiento en la peor postura posible.
2. Evalúe el levantamiento realizado más comúnmente. En el paso 3 escoja la frecuencia y duración de todos los levantamientos durante una jornada de trabajo típica.

## **ANEXO 5. ACGIH proposed lifting TLV**

**Tabla 1. TLV para tareas de levantamiento  
ACGIH**

(más de 2 horas al día con 12 ó menos levantamientos por hora)

Línea: \_\_\_\_\_

Producto producido en el momento de análisis: \_\_\_\_\_

Zona vertical	Zona Horizontal		
	Zona A	Zona B	Zona C
Zona 1	16	7	No hay
Zona 2	32	16	9
Zona 3	18	14	7
Zona 4	14	No hay	No hay

**Tabla 2. TLV para tareas de levantamiento  
ACGIH**

(más de 2 horas al día con más de entre 12 y 30 ó menos levantamientos por hora)

Línea: \_\_\_\_\_

Producto producido en el momento de análisis: \_\_\_\_\_

Zona vertical	Zona Horizontal		
	Zona A	Zona B	Zona C
Zona 1	14	5	No hay
Zona 2	27	14	7
Zona 3	16	11	5
Zona 4	9	No hay	No hay

## **ANEXO 6. Ecuación de NIOSH**



Línea: Línea 4 (presentación única 114g)

**Tarea 1. Colocación de caja en tarima**

**Datos crudos**

W (libras)	Origen			Destino			C	D	F
	A	V	H	A	V	H			
<b>23.03</b>									

**Datos para la ecuación**

	LI	VM	AM	HM	CM	DM	FM	RWL	LI
Origen									
Destino									

Línea: Línea 6 (presentación única 9g)

**Tarea 1. Colocación de caja en tarima**

**Datos crudos**

W (libras)	Origen			Destino			C	D	F
	A	V	H	A	V	H			
<b>9.92</b>									

**Datos para la ecuación**

	LI	VM	AM	HM	CM	DM	FM	RWL	LI
Origen									
Destino									

Línea: Línea 3 (presentación única 4 Kg)

**Tarea 1. Colocación de galón en caja**

**Datos crudos**

W (libras)	Origen			Destino			C	D	F
	A	V	H	A	V	H			
<b>8.82</b>									

**Datos para la ecuación**

	LI	VM	AM	HM	CM	DM	FM	RWL	LI
Origen									
Destino									

**Tarea 2. Colocación de caja en tarima**

**Datos crudos**

W (libras)	Origen			Destino			C	D	F
	A	V	H	A	V	H			
<b>35.27</b>									

**Datos para la ecuación**

	LI	VM	AM	HM	CM	DM	FM	RWL	LI
Origen									
Destino									

Línea: ELF (presentación 385g)

**Tarea 1. Colocación de caja en tarima**

**Datos crudos**

W (libras)	Origen			Destino			C	D	F
	A	V	H	A	V	H			
<b>10.18</b>									

**Datos para la ecuación**

	LI	VM	AM	HM	CM	DM	FM	RWL	LI
Origen									
Destino									

Línea: ELF (presentación 700g)

**Tarea 1. Colocación de caja en tarima****Datos crudos**

W (Libras)	Origen			Destino			C	D	F
	A	V	H	A	V	H			
<b>18.52</b>									

**Datos para la ecuación**

	LI	VM	AM	HM	CM	DM	FM	RWL	LI
Origen									
Destino									

Línea: Automática (presentación 700g)

**Tarea 1. Colocación de caja en tarima****Datos crudos**

W (Libras)	Origen			Destino			C	D	F
	A	V	H	A	V	H			
<b>18.78</b>									

**Datos para la ecuación**

	LI	VM	AM	HM	CM	DM	FM	RWL	LI
Origen									
Destino									

Línea: Automática (presentación 150 ml)

**Tarea 1. Colocación de caja en tarima****Datos crudos**

W (libras)	Origen			Destino			C	D	F
	A	V	H	A	V	H			
<b>7.93</b>									

**Datos para la ecuación**

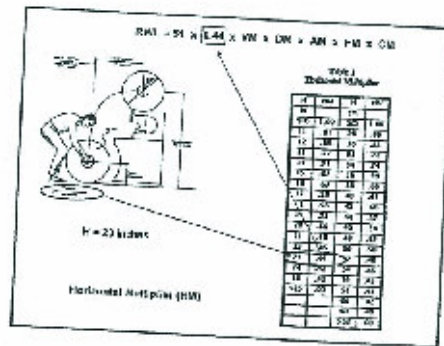
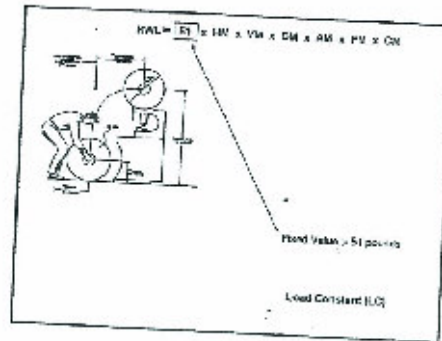
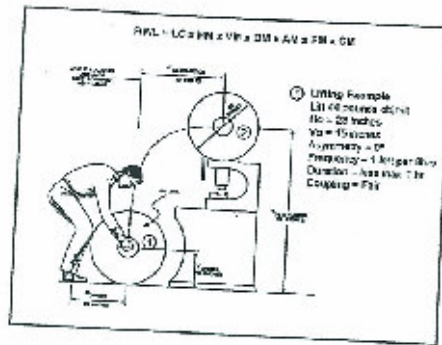
	LI	VM	AM	HM	CM	DM	FM	RWL	LI
Origen									
Destino									

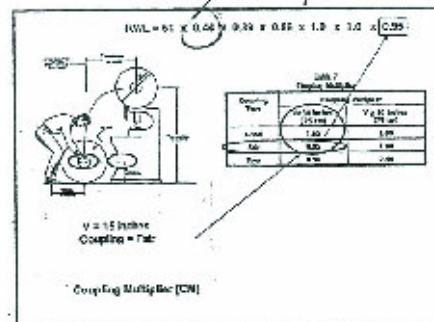
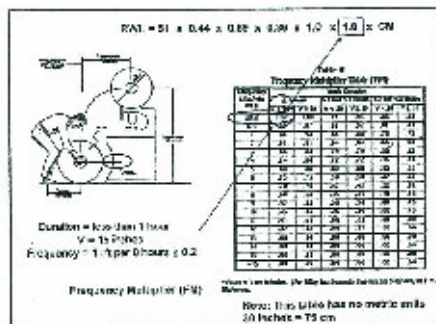
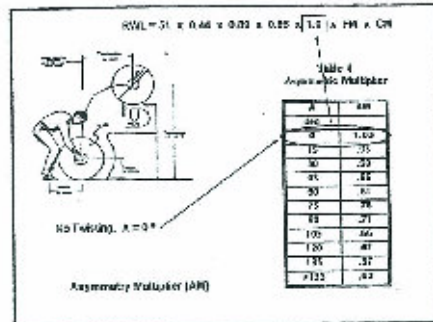
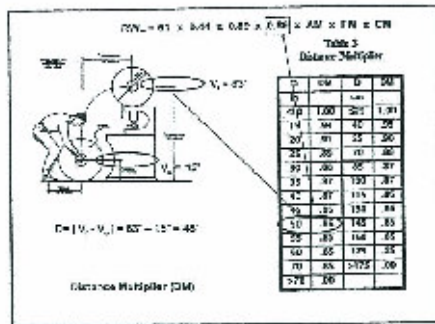
Firma de analista: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_











The biggest problem is the reach.



$RWL = 51 \times 0.44 \times 0.58 \times 0.88 \times 1.87 \times 1.0 \times 0.25$   
 $RWL = 16.2 \text{ pounds}$

Object Weight = 44 pounds

Recommended Weight Limit (RWL)



$LJ = \frac{L}{RWL}$   
 $LJ = \frac{44}{16.2} = 2.7$

If LJ is greater than 1.0, Redesign is recommended.


As LJ increases the % of the population capable decreases.

LJ = 1.0	95%	Female
	90%	Male
	75%	Female

Use the LJ to prioritize changes that give the largest LJ.

L = Load Weight = 44 pounds  
 RWL = 16.2 pounds

Lifting Index (LI)

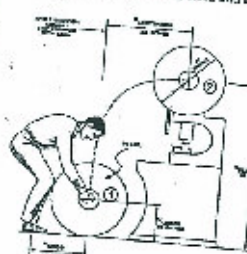


$RW \times VE \times CM \times AD \times FM \times CR$   
 $RWL = 51 \times 0.44 \times 0.58 \times 0.88 \times 1.0 \times 1.3 \times 0.25$   
 $RWL = 16.2 \text{ lbs}$

Multipliers indicate the contribution of each factor, change the factors with the smallest multiplier.

L = Load Weight = 44 pounds

Lifting Index (LI)



Also need to calculate the RWL and LI for the End of the lift.

① Lifting Capacity  
 $L_1 = 40 \text{ lbs}$   
 $L_2 = 35$   
 Frequency = 0'  
 Duration = less than 1 hr  
 Coefficient = Fair

$RWL = 35 \text{ lbs}$   
 $LI = \frac{44}{35} = 1.26$

②  
 $RWL = 16.2 \text{ lbs}$   
 $LI = \frac{44}{16.2} = 2.7$

## **ANEXO 7. Método REBA**



**ANEXO 8. Lista de verificación para la  
identificación de peligros de carga  
muscular localizada  
(ISO/TS 20646-1:2004)**

## Lista de Chequeo ISO

Marque con X el aspecto que aplique en el puesto de trabajo analizado.

Línea: \_\_\_\_\_

Puesto de trabajo analizado: \_\_\_\_\_

### **Sección 1. Horas y densidad de trabajo**

Las horas y densidad de trabajo incluyen lo siguiente?:

Horario prolongado	Días de descanso insuficientes
Horas extras prolongadas y frecuentes	Densidad de trabajo irregular en un día, semana, mes o año
Tiempo operativo prolongado y continuo	Densidad de trabajo entre los trabajadores

### **Sección 2: Tipo de trabajo**

Levantar y transportar objetos pesados (nota 1)	Trabajo utilizando herramientas que vibran
Trabajo con fuerza física (ver nota 2)	Trabajo con teclados u otro accesorio para el ingreso de datos (nota 5-7)
Trabajo monótono, repetido	Trabajo de precisión/trabajo con elevada carga mental
Trabajo con movimientos frecuentes de dedos, manos y brazos	

### **Sección 3: Posturas y movimientos**

Posturas y movimientos forzados	Caminando largas horas o por largas distancias (superficies horizontales e inclinadas)
Cambios continuos y altamente frecuentes en el ángulo de las articulaciones	
Posturas restringidas de gran duración	Subir escaleras frecuentemente

### **Sección 4: Características del espacio de trabajo y objetos utilizados**

Espacio insuficiente que trabajadores adoptan posturas forzadas o su movilidad se ve limitada	Se tiene que mantener la misma postura debido al trabajo
La distribución del espacio de trabajo o de los objetos manejados es tan inapropiada que trabajadores realizan movimientos en exceso o posturas forzadas	El objeto manipulado es pesado o requiere de gran fuerza
La altura y las dimensiones de la superficie de trabajo son inadecuadas al cuerpo y a la localización relativa del trabajador	El objeto es difícil de sujetar o es resbaloso
El objeto manejado se encuentra por arriba de los hombros y más debajo de las rodillas	Ambiente u objeto de trabajo fríos

### **Sección 5: Instalaciones**

Superficie de trabajo resbalosa o irregular	Los trabajadores se encuentran expuestos a vibraciones en todo el cuerpo
Ambiente de trabajo ruidoso o fuentes de ruido en trabajo	

**ANEXO 9. Lista general de análisis de  
Riesgo Ergonómico (NIOSH, 1997)**

### Tray 5-A. General Ergonomic Risk Analysis Checklist\*

Check the box (☐) if your answer is "yes" to the question. A "yes" response indicates that an ergonomic risk factor may be present which requires further analysis.

#### Manual Material Handling

- Is there lifting of loads, tools, or parts?
- Is there lowering of tools, loads, or parts?
- Is there overhead reaching for tools, loads, or parts?
- Is there bending at the waist to handle tools, loads, or parts?
- Is there twisting at the waist to handle tools, loads, or parts?

For further analysis, refer to checklist 5-F.

#### Physical Energy Demands

- Do tools and parts weigh more than 10 lb?
- Is reaching greater than 20 in.?
- Is bending, stooping, or squaring a primary task activity?
- Is lifting or lowering loads a primary task activity?
- Is walking or carrying loads a primary task activity?
- Is stair or ladder climbing with loads a primary task activity?
- Is pushing or pulling loads a primary task activity?
- Is reaching overhead a primary task activity?
- Do any of the above tasks require five or more complete work cycles to be done within a minute?
- Do workers complain that rest breaks and fatigue allowances are insufficient?

For further analysis, refer to checklist 5-F.

#### Other Musculoskeletal Demands

- Do manual jobs require frequent, repetitive motions?
- Do work postures require frequent bending of the neck, shoulder, elbow, wrist, or finger joints?
- For seated work, do reaches for tools and materials exceed 15 in. from the worker's position?
- Is the worker unable to change his or her position often?
- Does the work involve forceful, quick, or sudden motions?
- Does the work involve shock or rapid buildup of forces?
- Is finger-pinch gripping used?
- Do job postures involve sustained muscle contraction of any limb?

For further analysis, refer to checklists 5-C, 5-D, and 5-E.

#### Computer Workstation

- Do operators use computer workstations for more than 4 hours a day?
- Are there complaints of discomfort from those working at these stations?
- Is the chair or desk nonadjustable?
- Is the display monitor, keyboard, or document holder nonadjustable?
- Does lighting cause glare or make the monitor screen hard to read?
- Is the room temperature too hot or too cold?
- Is there irritating vibration or noise?

For further analysis, refer to checklist 5-G.

\*Adapted from The University of Utah Research Foundation "Checklist for General Ergonomic Risk Analysis," available from the ERGOWEB Internet site (<http://ergoweb.com/>).

Tray 5-A (Continued). General Ergonomic Risk Analysis Checklist

**Environment**

- Is the temperature too hot or too cold?
- Are the worker's hands exposed to temperatures less than 70 degrees Fahrenheit?
- Is the workplace poorly lit?
- Is there glare?
- Is there excessive noise that is annoying, distracting, or producing hearing loss?
- Is there upper extremity or whole body vibration?
- Is air circulation too high or too low?

**General Workplace**

- Are walkways uneven, slippery, or obstructed?
- Is housekeeping poor?
- Is there inadequate clearance or accessibility for performing tasks?
- Are stairs cluttered or lacking railings?
- Is proper footwear worn?

**Tools**

- Is the handle too small or too large?
- Does the handle shape cause the operator to bend the wrist in order to use the tool?
- Is the tool hard to access?
- Does the tool weigh more than 9 lb?
- Does the tool vibrate excessively?
- Does the tool cause excessive kickback to the operator?
- Does the tool become too hot or too cold?

For further analysis, refer to checklist 5-E.

**Gloves**

- Do the gloves require the worker to use more force when performing job tasks?
- Do the gloves provide inadequate protection?
- Do the gloves present a hazard of catch points on the tool or in the workplace?

**Administration**

- Is there little worker control over the work process?
- Is the task highly repetitive and monotonous?
- Does the job involve critical tasks with high accountability and little or no tolerance for error?
- Are work hours and breaks poorly organized?

### Tray 5-B. Ergonomic Hazard Identification Checklist

Answer the following questions based on the primary job activities of workers in this facility.

Use the following responses to describe how frequently workers are exposed to the job conditions described below:

- Never (worker is never exposed to the condition)  
 Sometimes (worker is exposed to the condition less than 3 times daily)  
 Usually (worker is exposed to the condition 3 times or more daily)

	Never	Sometimes	Usually	If <i>USUALLY</i> , list jobs to which answer applies here
1. Do workers perform tasks that are externally paced?				
2. Are workers required to exert force with their hands (e.g., gripping, pulling, pinching)?				
3. Do workers use handtools or handle parts or objects?				
4. Do workers stand continuously for periods of more than 30 min?				
5. Do workers sit for periods of more than 30 min without the opportunity to stand or move around freely?				
6. Do workers use electronic input devices (e.g., keyboards, mice, joysticks, track balls) for continuous periods of more than 30 min?				
7. Do workers kneel (one of both knees)?				
8. Do workers perform activities with hands raised above shoulder height?				

Tray 9-B (Continued).

	Never	Sometimes	Usually	IF USUALLY, list jobs to which answer applies here
9. Do workers perform activities while bending or twisting at the waist?				
10. Are workers exposed to vibration?				
11. Do workers lift or lower objects between floor and waist height or above shoulder height?				
12. Do workers lift or lower objects more than once per min for continuous periods of more than 15 min?				
13. Do workers lift, lower, or carry large objects or objects that cannot be held close to the body?				
14. Do workers lift, lower, or carry objects weighing more than 50 lb?				

#### GLOSSARY OF TERMS

**Facility:** The location to which employees report each day for work. For situations in which employees do not report to any fixed location on a regular basis but are subject to common supervision, the facility may be defined as a central location where other OSHA records are maintained. (Note: Synonymous with establishment, as defined in OSHA recordkeeping requirements.)

**Primary job activities:** Job activities that make up a significant part of the work or are required for safety or contingency. Activities are not considered to be primary job activities if they make up a small percentage of the job (i.e., take up less than 10% of the worker's time), are not essential for safety or contingency, and can be readily accomplished in other ways (e.g., using equipment already available in the facility).

**Externally paced activities:** Work activities for which the worker does not have direct control of the pace of work. Externally paced work activities include activities for which (1) the worker must keep up with an assembly line or an independently-operating machine, (2) the worker must respond to a continuous queue (e.g., customers standing in line, phone calls at a switchboard), or (3) time standards are imposed on workers.

### Tray 5-C. Workstation Checklist

"No" responses indicate potential problem areas which should receive further investigation.

- |  |                              |                             |
|--|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Does the work space allow for full range of movement?                                       | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 2. Are mechanical aids and equipment available?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 3. Is the height of the work surface adjustable?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 4. Can the work surface be tilted or angled?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 5. Is the workstation designed to reduce or eliminate  |                              |                             |
| bending or twisting at the wrist?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| reaching above the shoulder?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| static muscle loading?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| full extension of the arms?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| raised elbows?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 6. Are the workers able to vary posture?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 7. Are the hands and arms free from sharp edges on work surfaces?                              | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 8. Is an armrest provided where needed?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 9. Is a footrest provided where needed?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 10. Is the floor surface free of obstacles and flat?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 11. Are cushioned floor mats provided for employees required to stand for long periods?        | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 12. Are chairs or stools easily adjustable and suited to the task?                             | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 13. Are all task elements visible from comfortable positions?                                  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 14. Is there a preventive maintenance program for mechanical aids, tools, and other equipment? | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |

### Tray 5—D. Task Analysis Checklist

"No" responses indicate potential problem areas which should receive further investigation

- |  |                              |                             |
|--|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Does the design of the primary task reduce or eliminate                           |                              |                             |
| bending or twisting of the back or trunk?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| crouching?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| bending or twisting the wrist?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| extending the arms?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| raised elbows?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| static muscle loading?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| clothes wringing motions?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| finger pinch grip?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 2. Are mechanical devices used when necessary?                                       | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 3. Can the task be done with either hand?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 4. Can the task be done with two hands?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 5. Are pushing or pulling forces kept minimal?                                       | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 6. Are required forces judged acceptable by the workers?                             | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 7. Are the materials   |                              |                             |
| able to be held without slipping?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| easy to grasp?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| free from sharp edges and corners?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 8. Do containers have good handholds?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 9. Are jigs, fixtures, and vises used where needed?                                  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 10. As needed, do gloves fit properly and are they made of the proper fabric?        | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 11. Does the worker avoid contact with sharp edges when performing the task?         | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 12. When needed, are push buttons designed properly?                                 | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 13. Do the job tasks allow for ready use of personal equipment that may be required? | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 14. Are high rates of repetitive motion avoided by                                   |                              |                             |
| job rotation?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| self-pacing?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| sufficient pauses?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| adjusting the job skill level of the worker?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 15. Is the employee trained in   |                              |                             |
| proper work practices?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| when and how to make adjustments?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| recognizing signs and symptoms of potential problems?                                | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |

### Tray 5-E. Handtool Analysis Checklist

No " responses indicate potential problem areas which should receive further investigation.

- |  |                              |                             |
|--|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Are tools selected to limit or minimize   |                              |                             |
| exposure to excessive vibration?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| use of excessive force?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| bending or twisting the wrist?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| finger pinch grip?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| problems associated with trigger finger?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 2. Are tools powered where necessary and feasible?                                 | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 3. Are tools evenly balanced?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 4. Are heavy tools suspended or counterbalanced in ways to facilitate use?         | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 5. Does the tool allow adequate visibility of the work?                            | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 6. Does the tool grip/handle prevent slipping during use?                          | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 7. Are tools equipped with handles of textured, non-conductive material?           | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 8. Are different handle sizes available to fit a wide range of hand sizes?         | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 9. Is the tool handle designed not to dig into the palm of the hand?               | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 10. Can the tool be used safely with gloves?                                       | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 11. Can the tool be used by either hand?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 12. Is there a preventive maintenance program to keep tools operating as designed? | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 13. Have employees been trained  |                              |                             |
| in the proper use of tools?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| when and how to report problems with tools?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| in proper tool maintenance?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |

### Tray 5-F. Materials Handling Checklist

"No" responses indicate potential problem areas which should receive further investigation.

- |  |                              |                             |
|--|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Are the weights of loads to be lifted judged acceptable by the workforce? | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 2. Are materials moved over minimum distances?                               | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 3. Is the distance between the object load and the body minimized?           | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 4. Are walking surfaces  |                              |                             |
| level?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| wide enough?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| clean and dry?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 5. Are objects   |                              |                             |
| easy to grasp?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| stable?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| able to be held without slipping?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 6. Are there handholds on these objects?                                     | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 7. When required, do gloves fit properly?                                    | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 8. Is the proper footwear worn?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 9. Is there enough room to maneuver?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 10. Are mechanical aids used whenever possible?                              | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 11. Are working surfaces adjustable to the best handling heights?            | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 12. Does material handling avoid   |                              |                             |
| movements below knuckle height and above shoulder height?                    | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| static muscle loading?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| sudden movements during handling?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| twisting at the waist?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| extended reaching?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 13. Is help available for heavy or awkward lifts?                            | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 14. Are high rates of repetition avoided by                                  |                              |                             |
| job rotation?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| self-pacing?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| sufficient pauses?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 15. Are pushing or pulling forces reduced or eliminated?                     | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 16. Does the employee have an unobstructed view of handling the task?        | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 17. Is there a preventive maintenance program for equipment?                 | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 18. Are workers trained in correct handling and lifting procedures?          | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |

### Tray 5-G. Computer Workstation Checklist

"No" responses indicate potential problem areas which should receive further investigation.

- |   |                              |                             |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Does the workstation ensure proper worker posture, such as   |                              |                             |
| horizontal thighs?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| vertical lower legs?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| feet flat on floor or footrest?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| neutral wrists?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 2. Does the chair   |                              |                             |
| adjust easily?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| have a padded seat with a rounded front?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| have an adjustable backrest?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| provide lumbar support?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| have casters?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 3. Are the height and tilt of the work surface on which the keyboard is located adjustable?               | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 4. Is the keyboard detachable?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 5. Do keying actions require minimal force?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 6. Is there an adjustable document holder?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 7. Are arm rests provided where needed?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 8. Are glare and reflections avoided?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 9. Does the monitor have brightness and contrast controls?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 10. Do the operators judge the distance between eyes and work to be satisfactory for their viewing needs? | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 11. Is there sufficient space for knees and feet?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 12. Can the workstation be used for either right- or left-handed activity?                                | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 13. Are adequate rest breaks provided for task demands?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 14. Are high stroke rates avoided by  |                              |                             |
| job rotation?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| self-pacing?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| adjusting the job to the skill of the worker?   | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| 15. Are employees trained in  |                              |                             |
| proper postures?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| proper work methods?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| when and how to adjust their workstations?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |
| how to seek assistance for their concerns?  | <input type="checkbox"/> yes | <input type="checkbox"/> no |

### Tray 5-H. Protocol for Videotaping Jobs for Risk Factors

The following is a guide to preparing a videotape and related task information for facilitating job analyses and assessments of risk factors for work-related musculoskeletal disorders.

#### Materials needed:

- Video camera and blank tapes
- Spare batteries (at least 2) and battery charger
- Clipboard, pens, paper, blank checklists
- Stopwatch, strain gauge (optional) for weighing objects

#### Videotaping Procedures:

1. To verify the accuracy of the video camera to record in real time, videotape a worker or job with a stopwatch running in the field of view for at least 1 min. The play-back of the tape should correspond to the elapsed time on the stopwatch.
2. Announce the name of the job on the voice channel of the video camera before the taping of any job. Restrict running time comments to the facts. Make no editorial comments.
3. Tape each job long enough to observe all aspects of the task. Tape 5 to 10 min for all jobs, including at least 10 complete cycles. Fewer cycles may be needed if all aspects of the job are recorded at least 3 to 4 times.
4. Hold the camera still, using a tripod if available. Don't walk unless absolutely necessary.
5. Begin taping each task with a whole-body shot of the worker. Include the seat/chair and the surface the worker is standing on. Hold this for 2 to 3 cycles, then zoom in on the hands/arms or other body parts which may be under stress due to the job task.
6. It is best to tape several workers to determine if workers of varying body size adopt different postures or are affected in other ways. If possible, try to tape the best and worst case situations in terms of worker "fit" to the job.

The following suspected upper body problems suggest focusing on the parts indicated:

- wrist problems/complaints . . . . . hands/wrists/forearms
- elbow problems/complaints . . . . . arms/elbows
- shoulder problems/complaints . . . . . arms/shoulders

For back and lower limb problems, the focus would be on movements of the trunk of the body and leg, knee, and foot areas under stress due to task loads or other requirements.

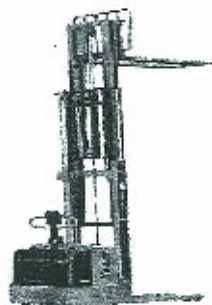
7. Video from whatever angles are needed to capture the body part(s) under stress.
8. Briefly tape the jobs performed before and after the one under actual study to see how the targeted job fits into the total department process.
9. For each taped task, obtain the following information to the maximum extent possible:
  - if the task is continuous or sporadic
  - if the worker performs the work for the entire shift, or if there is rotation with other workers
  - measures of work surface heights and chair heights and whether adjustable
  - weight, size and shape of handles and textures for tools in use; indications of vibration in power tool usage
  - use of handwear
  - weight of objects lifted, pushed, pulled, or carried
  - nature of environment in which work is performed (too cold or too hot?)

**Anexo 10. Opciones de equipo para  
las áreas 1 y 3**



29 de junio del 2007

Señor

*STAKER ELECTRICO HU-LIFT*

Modelo	BK1545 PLATAFORMA
Capacidad	1500 kg
Centro de Carga	500 mm
Máxima Altura de Levante	4500 mm
Altura uñas contraídas	90 mm
Altura de Elevación Libre	1550 mm
Largo de las uñas	560 mm
Ancho de uña a uña	160 mm
Velocidad viajando con o sin carga	5.2/5/8 km/h
Velocidad levantado con o sin carga	127/170 km/h
<b>Motores</b>	
Bajando	1200/21 w/v
Levantando	3000/24
Ruedas delanteras	78x70

NUKO S.A.

Santa Rosa Santo Domingo de Heredia, 300 mts. al este de 3M  
Tel.: 244-28-28 Fax:244-56-57



Ruedas Traseras	150x150
Ruedas de Dirección	250x80

Tracción de la Batería	240AH/24V
Cargador de la Batería	30 A/24V
Peso de la Batería	230 kg
Radio de Giro	1605 mm
Dimensiones Totales	2013x1080x2175 mm
Peso Neto sin Batería	1010 kg

**Precio Total : \$ 9.300.00 + IVA**  
**Tiempo de Entrega: Inmediata**  
**Garantía: Un año**  
**Sistema de pago: Contado o a combenir**  
**Vigencia de la oferta: 30 días**

**Nota:**

- a. El staker trabaja con tarimas de 1x1, entre 1x120 siempre y cuando las mismas no contengan reglas horizontales en la parte inferior si se desean tomar del piso, de lo contrario puede utilizarse a una altura de 25 cm del piso con tarimas que contengan reglas horizontales, lo cual se tiene que tomar en cuenta a la hora de colocar estantería.
- b. No incluye transporte.
- c. Si la empresa no paga impuestos favor incluir la nota correspondiente

**NUKO S.A.**  
 Santa Rosa Santo Domingo de Heredia, 300 mts. al este de 3M  
 Tel.: 244-28-28 Fax:244-56-57



También contamos:

1. Contamos con personal calificado para atender cualquier tipo de mantenimiento preventivo o correctivo para toda clase de montacargas Staker y todo en Maquinaria Industrial.
2. Stock permanente de repuestos.

Nota: No incluye transporte.

En espera de que la presente oferta cumpla sus requerimientos se suscribe cordialmente,

Laura Jimenez Salas  
Ejecutiva Ventas  
Inversiones Nuko de Costa Rica S.

NUKO S.A.  
Santa Rosa Santo Domingo de Heredia, 300 mts. al este de JM  
Tcl.: 244-28-28 Fax: 244-56-57



**JCB Distribuidora S.A.**  
www.grupojcb.com



Un (1) Stackar Eléctrico marca HU-Lift.

**SPECIFICACIONES:**

Modelo	FW1533
Capacidad de Carga	1500 kg
Largo de Uñas	1000 mm
Ancho de Uñas	160 mm
Distancia entre estabilizadores	1197-1502 mm
Levante de Uñas	3300 mm
Uñas contraídas	65 mm
Radio de Giro:	1086 mm
Peso	910 kg
Llantas	Poliuretano

**PRECIO: US \$ 8.500.00 + IV No incluye transporte.**

**TERMINOS Y CONDICIONES:**

1. Tiempo de Entrega: 14 semanas
2. Forma de Pago: 25% con Orden de compra y 75% contra entrega
3. Valides de la oferta: 15 días

Javier Rojas  
Gerente General

Gretal Soto L  
Asesora Comercial

Costado Suroeste del Puente Juan Pablo II  
La Uruca, San José

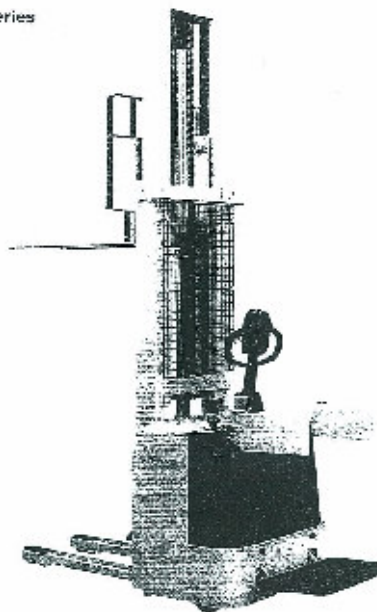
Tel: (506) 296-0082  
Fax: (506) 296-0074


**Electric Stacker with Platform** FS series

- Top quality electric control system from Curtis.
- Powerful power pack and drive wheel are made in Europe.
- Conforms to EN1757-1:2001, EN1726.

Model	FS1516	FS1524	FS1529	FS1531	FS1533
Capacity (kg)	1500	1500	1500	1500	1500
Lifting Height (mm)	1600	2450	2900	3100	3300
Min. Fork Height (mm)	90				
Load centre (mm)	603				
Fork Length (mm)	1150				
Fork Width (mm)	540				
Motors Traveling	1.0KW/24V				
Motors Lifting	2.2KW/24V				
Battery/Charger	200Ah/24V, 21A/24V				

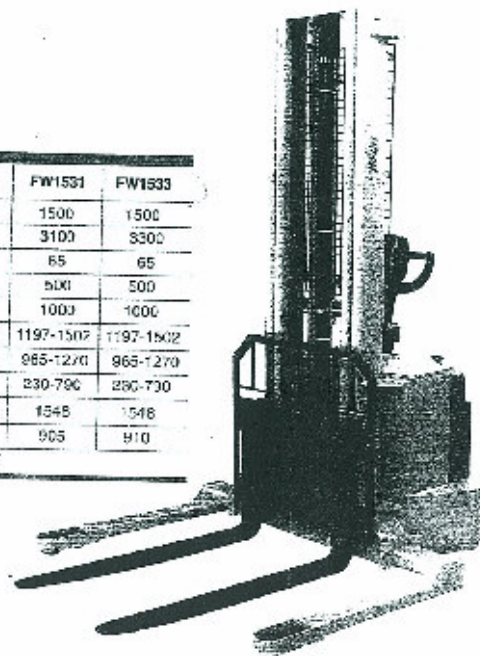
Option: Capacity 1200kg available.


**Electric Stacker with Straddle Leg** FW series

- Heavy duty design with top quality metal construction.
- Straddle leg design suitable for two levels or low pallet.
- Powerful drive wheel and power unit made in Europe.
- Top quality electronic control system from Curtis.
- Conforms to EN 1751-1, EN 1726.

Model	FW1516	FW1524	FW1529	FW1531	FW1533
Capacity (kg)	1500	1500	1500	1500	1500
Lifting Height (mm)	1600	2450	2900	3100	3300
Min. Fork Height (mm)	65	65	65	65	65
Load Centre (mm)	500	500	500	500	500
Fork Length (mm)	1000	1000	1000	1000	1000
Straddleleg Out Width (mm)	1197-1502	1187-1502	1187-1502	1197-1507	1197-1502
Straddleleg Innc Width (mm)	965-1270	965-1270	965-1270	965-1270	965-1270
Fork Width (mm)	230-790	230-790	230-790	230-790	230-790
Wa (mm)	1533	1533	1553	1548	1548
Net Weight (kg)	820	885	885	905	910
Service Free Battery	200Ah/24V				

Option: Capacity 1200kg available.





JCB Distribuidora S.A.  
www.grupojcb.com

Un (1) Stacker Manual marca HU-Lift.

**SPECIFICACIONES:**

Modelo	GT1029
Capacidad de Carga	1000 kg
Largo de Uñas	1150 mm
Ancho de Uñas	160 mm
Distancia entre estabilizadores	1250 mm
Levante de Uñas	2850 mm
Uñas contralidas	65 mm
Radio de Giro	1086 mm
Peso	390 kg
Llantas	Poliuretano

**PRECIO: US \$ 3.000.00 + IV** No incluye transporte.

**TERMINOS Y CONDICIONES:**

1. Tiempo de Entrega: 8 semanas
2. Forma de Pago: 25% con Orden de compra y 75% contra entrega
3. Valides de la oferta: 15 días

Javier Rojas  
Gerente General

Gretel Soto L.  
Asesora Comercial

Costado Suroeste del Puente Juan Pablo II  
La Uruca, San José

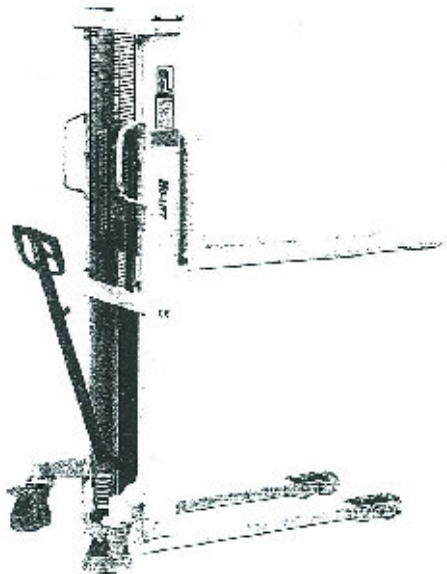
Tel: (506) 296-0082  
Fax: (506) 296-0074

**QU-LIFT**

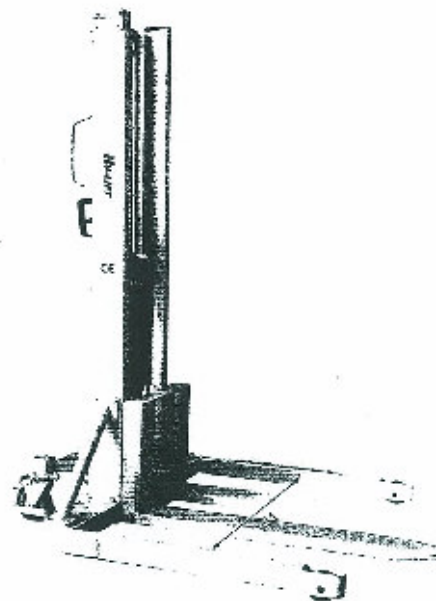
WWW.QU-LIFT.COM

**Hand Stacker****Heavy Duty Design**

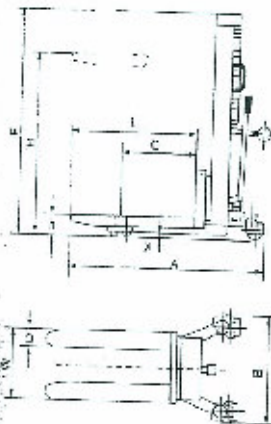
- Unique technology of quick lift system
- Compact design and strong, accurate steel construction
- Top quality hydraulic pump and cylinder with German seals
- Heavy duty 1 piece "D" section forks for greatest strength
- Top of stroke bypass valve built in
- Conforms to EN1257-1:2001

**Quick Lift!**

MT1015



GT1015



Model		MT1015	MT1029	GT1015	GT1029
Type		Standard		Straddle Leg	
Capacity	(kg)	1000		1000	
Load Centre	(mm)	500		500	
Max. Fork Height	(H) (mm)	1500	2050	1500	2050
Min. Fork Height	(h) (mm)	90		65	
Fork Length	(L) (mm)	1150		1150	
Single Fork Width	(D) (mm)	190		160	
Overall Fork Width	(W) (mm)	540		540	
Leg Width	(Inside) (Wt) (mm)	-		1200	
Load Roller	(mm)	Ø71x80		Ø71x80	
Steering Wheel	(mm)	Ø150x38		Ø150x38	
Overall Length	(A) (mm)	1585		1585	
Overall Width	(B) (mm)	580		1395	
Overall Height	(F) (mm)	1260	2000	1560	2010
Net Weight	(kg)	210	370	250	380

Note: Materials and specification are subject to change without notice.



**JCB Distribuidora S.A.**  
www.grupojcb.com

Un (1) Stacker Semi Eléctrico marca HU-Lift.

**SPECIFICACIONES:**

Modelo	MW1033
Capacidad de Carga	1000 kg
Largo de Uñas	1000 mm
Ancho de Uñas	160 mm
Distancia entre estabilizadores	1270 mm
Levante de Uñas	3300 mm
Uñas contraídas	65 mm
Radio de Giro.	1085 mm
Peso	529 kg
Llantas	Poliuretano

**PRECIO: US \$ 4.800,00 + IV** No Incluye transporte.

**TERMINOS Y CONDICIONES:**

1. Tiempo de Entrega: 6 semanas
2. Forma de Pago: 25% con Orden de compra y 75% contra entrega
3. Validez de la oferta: 15 días

Javier Rojas  
Gerente General

Gretiel Soto L.  
Asesora Comercial

*Costado Suroeste del Puente Juan Pablo II  
La Uruca, San José*

*Tel: (506) 296-0082  
Fax: (506) 296-0074*

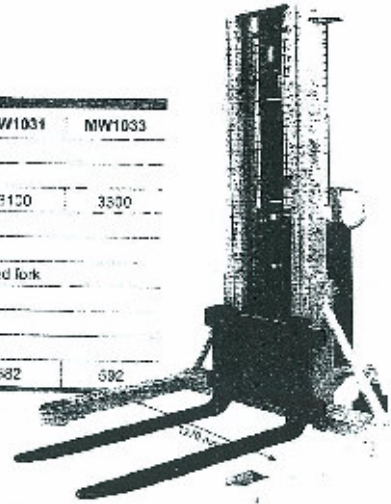
**MU-LIFT**

WWW.MU-LIFT.COM

**Semi-Electric Stacker**

- with straddle leg
- Heavy duty design with quality mast construction.
- Drop forged forks.
- Straddle leg design suitable for two faces or low pallet.
- Safety guard on load roller and steering wheel.
- Light and easy manual steering system.
- High quality trouble free power pack.
- Conforms to EN1757-1: 2001, EN1727.

Model		NW1016	NW1024	NW1029	NW1031	NW1033
Capacity	(kg)			1000		
Load Centre	(mm)			500		
Max. Fork Height	(mm)	1600	2450	2900	3100	3300
Min. Fork Height	(mm)			65		
Fork Length	(mm)			1000		
Fork Width	(mm)		Adjustable 230-790, Drop forged fork			
Leg Width	(inside)			1270		
Power Unit	(W)			1500		
Battery, Charger				120 Ah/24V, 12A/12V		
Net Weight	(kg)	482	552	573	582	592

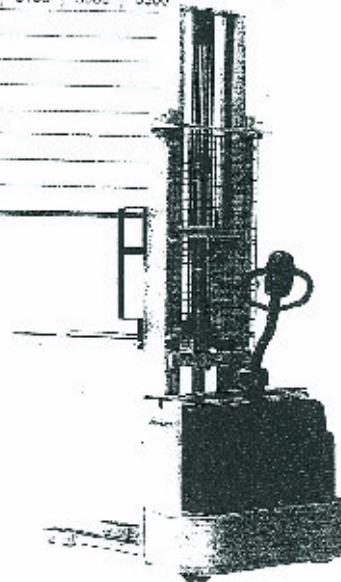
**Full Electric Stacker FE series**

Model		FE1216	FE1516	FE1224	FE1524	FE1229	FE1529	FE1231	FE1531	FE1233	FE1533
Capacity	(kg)	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500
Lifting Height	(mm)	1600	1600	2450	2450	2900	2900	3100	3100	3300	3300
Min. Fork Height	(mm)					60					
Load centre	(mm)					500					
Fork Length	(mm)					1150					
Fork Width	(mm)					540					
Motors Traveling						1.2KW/24V					
Motors Lifting						2.2KW/24V					
Battery (service free)						200Ah/24V					
Battery Charger						20A/24V					

Capacity 1200kg, 1500kg

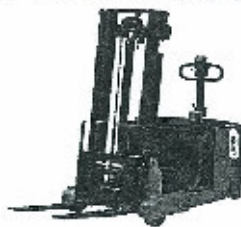
Conforms to EN1757-1:2001, EN1726

- Heavy duty range for tough application.
- High quality electronic control system from Curtis.
- Powerful power pack and drive wheel are made in Europe.





### STAKER ELECTRICO 110-LIFT



Modelo	FX 1025
Capacidad	1000kg
Mástil contraído	1860 mm
Máxima Altura de Levante	2500 mm
Altura uñas contraídas	90 mm
Largo de la parte trasera y las uñas	2295 mm
Largo de las uñas	920 mm
Ancho de uña a uña	160 mm
Alto del piso al manubrio	1480mm
Ancho de llanta delantera a trasera	1150 mm
Ancho del Staker	842 mm
Ajustamiento de uñas	200x80
Tipo de Rueda	POLIRUBTANO
Dimensiones	1815x685x2130 mm

INVERSIONES NUKO DE COSTA RICA S.A.  
 Santa Rosa Santo Domingo de Heredia, 300 mts. al este de 3M  
 Tel.: 244-28-28 Fax: 244-56-57



Precio Unitario + IVA \$ 7.500.00  
 Tiempo de Entrega: Tres Semanas  
 Garantía: Un año  
 Sistema de pago: Contado o a convenir  
 Vigencia de la oferta: 30 días

Nuestra oferta incluye sin ningún costo adicional lo siguiente:

1. Manuales de operación.

También contamos:

1. Contamos con personal calificado para atender cualquier tipo de mantenimiento preventivo o correctivo para toda clase de montacargas Staker y todo en Maquinaria Industrial.
2. Stock permanente de repuestos.

Nota: No incluye transporte.

En espera de que la presente oferta cumpla sus requerimientos se suscribe cordialmente.

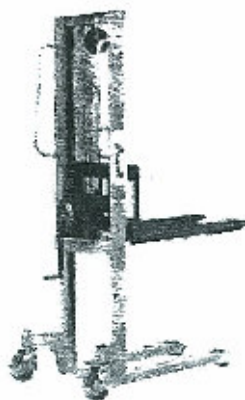
Laura Jimenez Salas  
 Ejecutiva Ventas  
 Inversiones Nuko de Costa Rica S. A

INVERSIONES NUKO DE COSTA RICA S.A.  
 Santa Rosa Santa Domingo de Heredia, 300 mts al este de 3M  
 Tel.: 244-28-28 Fax: 244-35-57

**NUKO**

**U-LIFT**  
LIFTING AND STORAGE

Stacker Manual Modelo WS100



**U-LIFT**

Modelo	WS100
Capacidad	1000 k g
Altura de levante	1500 mm
Altura unas contraídas	88 mm
Ancho de las uñas	5400 mm
Largo de las uñas	1150 mm
Min radio de giro	1250 mm
Ruedas Delanteras	80x47
Ruedas Traseras	Poliuretano 150x40mm
Tamaño de la maquina total(LxIxA)	1600x725x1930
Peso neto	182 kg

Inversiones Nuko de Costa Rica, S.A.  
Santa Rosa Santa Domingo de Heredia, 300mts. al este de IM  
Tel.: 244-28-78 Fax:244-56-57




Precio unitario	US \$ 1495 + IVI
Forma de pago:	Contado o a Convenir
Garantía:	6 meses
Tiempo de entrega:	Inmediata
Validez de la oferta	30 días.

Nota: precio no incluye transporte.

En espera de que la presente oferta cumpla sus requerimientos, se suscribe

Laura Jimenez Salas  
Ejecutiva Ventas  
Inversiones Nuko de Costa Rica

\*El monto de una cotización se podrá cancelar en colones al tipo de cambio de venta fijado por el Banco Central al día de pago en las eses que lo amerite se emitirá el sobre de una Nota de Débito por la diferencia.\*

---

Inversiones Nuko de Costa Rica, S.A.  
Santa Rosa Santa Domingo de Heredia, 300 mts. al este de 3M  
Tel. 244-28-28 Fax:244-56-57

Profundidad: 15806

Página: 1



Ced. Jurídica: 5-01-005213-22  
Rég. Muebles: 51174355

**S.E.M. TELEMERCADERO**  
Tel: (506)290-0102, (506) 232-9111 Fax (506)296-5694  
EXI. 377 - 333 - 360 - 336

<http://www.capris.co.cr>  
**Capris S.A. - ALMACEN TÉCNICO**  
Empresa Certificada ISO 9001



Lin	Cant.	Código	Descripción	Cond.	% Desc	Precio Unit.	Importe
1	1	17175	LOAD MASTER 50X1500 ESTIBADORA HIDRAULICA/MANUAL 1500KG ELEVACION 1600MM	737-B		512,470.00 349,965.00	349,965.00

*RUBEN BRENES*  
*TEL 514-5000*

Subtotal: 349,965.00  
\* Impuesto de Ventas: 45,495.50  
Transporte: 1,300.00  
Total en bodega Capris: 396,760.50

<b>Entrega:</b> REPARTO	<b>MAS:</b>
<b>Forma de Pago:</b> RUBEN BRENES TEL 5195000 FAX 2965694	<b>Transporte:</b> Si retira el producto en el punto de venta se cobrará el costo por transporte
<b>Validez de la Cotización:</b> 30 días	<b>Instalación:</b> A DEFINIR
<b>Observaciones:</b> ATENCIÓN MAUREN PRECITO ESPECIAL ES PROMOCIONAL PUEDE CAMBIAR EN CUALQUIER MOMENTO	<b>Capacitación:</b> SEGÚN REQUIRIMIENTO

Atentamente, TIA - RUBEN BRENES  
Hecho por

PATRICIA OSSENBACH  
Autorizado por

Nota:  
La disponibilidad de inventario está sujeta a la venta. Si desea reservar, solicite su pedido a su asesor de ventas.

[http://www.capris.co.cr/pls/cda/odin\\_pw/CRM.Imprime\\_Documento](http://www.capris.co.cr/pls/cda/odin_pw/CRM.Imprime_Documento)

NO. DE FOLIO: 0121211162

NO. DE FAX: 2965694

2006-07-27



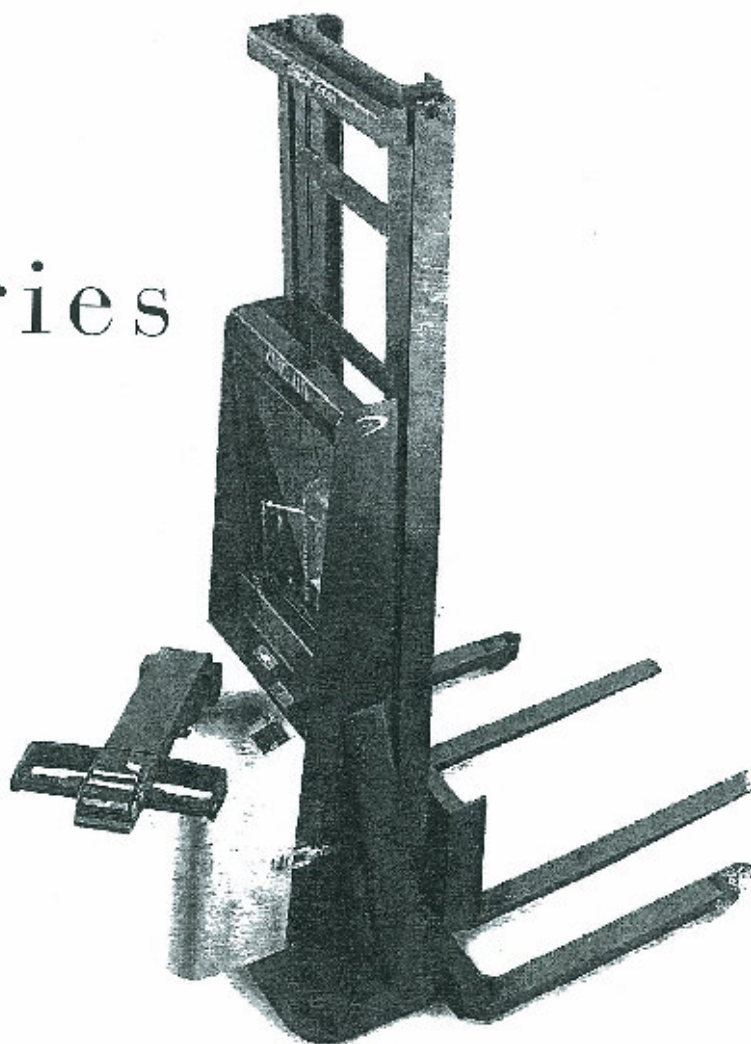
**CROWN**

**Specifications**

**M Series**

Walkie  
Stackers

# M Series



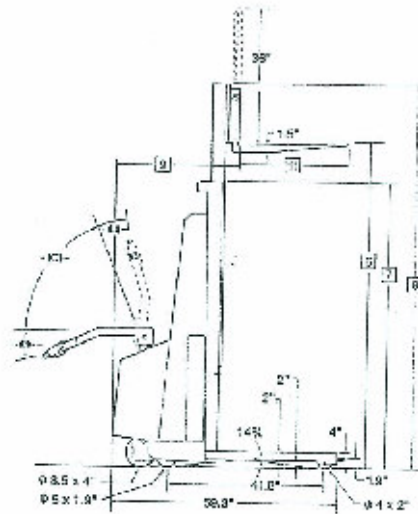
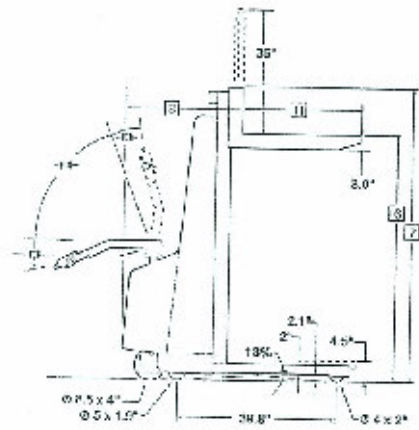
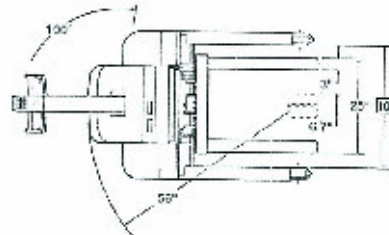
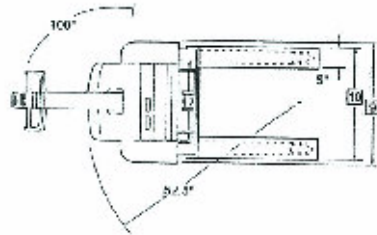
**CROWN**

Model 20M  
Fork Over

**M Series**

Specifications

Model 20MT  
Straddle

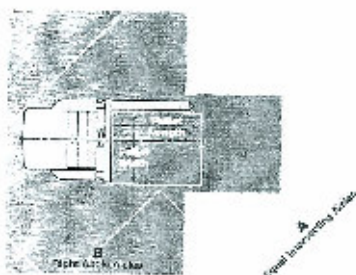


**M Series** Specifications

1	Manufacturer	Crown Equipment Corporation			
2	Model	20M			
3	Load Capacity*	lb	5000		
4	Load Center	in	24		
5	Fork Type	Single			
6	Lifting Height	in	67		
7	Collapsed Height	in	72		
8	Fork Length	in	28.5		
9	Net Weight with Batteries	lb	360		
10	Overall Baseplate Width	in	26		
11	Inside/Outside Fork Spread	in	18.2/25.9		
12	Fork Lengths	in	30, 36, 42 and 48		
13	Overall Length	in	Head Length (8) + Fork Length (11)		
14	Travel Speed	mph	Three forward and reverse speeds to 3 mph		
15	Lift Speed	ft./min	26/13		
16	Lowering Speed	ft./min	14/22		
17	Model	20MT			
18	Load Capacity*	lb	2000		
19	Load Center	in	24		
20	Fork Type	telescopic			
21	Lifting Height	in	90	110	130
22	Free Lift*	in	50	60	70
23	Collapsed Height	in	71.5	81.5	91.5
24	Extended Height**	in	100.5	120.5	140.5
25	Fork Length	in	34.2	34.2	34.2
26	Net Weight with Batteries	lb	1300	1400	1400
27	Inside Straddle	in	Adjustable in 2" increments from 32" to 60"		
28	Outside Straddle	in	Inside plus 3.05"		
29	Fork Lengths	in	30, 36, 42 and 48		
30	Fork Adjustment	in	6.7 to 26		
31	Travel Speed	mph	Three forward and reverse speeds to 3 mph		
32	Lift Speed	ft./min	20/11		
33	Lowering Speed	ft./min	22/36		

\* Attachments and longer load times may result in lessening of the capacity. Contact local dealer.  
 \*\* Add 16.0" if optional load backrest is used.

**M Series** Aisle Planning Guide



**Standard Load**

Fork Width	Fork Length							
	30		36		42		48	
	A	B	A	B	A	B	A	B
30 in	51	64	59	61	56	58	53	55
36 in	59	65	62	63	58	59	54	56
42 in	67	66	64	65	60	61	56	57
48 in	75	68	70	67	62	63	58	59

**Load Over Outriggers**

Fork Width	Fork Length							
	30		36		42		48	
	A	B	A	B	A	B	A	B
30 in	53	63	54	64	57	61	50	63
36 in	63	64	57	65	59	62	52	64
42 in	71	65	62	67	54	63	57	65
48 in	84	67	67	68	58	65	70	67

Add 2" to all aisle dimensions for maximum maneuverability.

## M Series

## Technical Information

**Capacity**

Models 20M and 20MT  
2000 lb or 24 load center

**Batteries**

Four 6-volt three-cell, 17 plate (see cell) lead acid batteries, each rated at 100 amp hours at 20 hour rate, or 87 amp hours at six hour rate.

**Charger**

Fast-7 120-volt 70 amp oil cool recirculator type. Automatically transfers to trickle charge. Other chargers and voltages available.

**Standard Equipment**

- 74 volt system
- Crown manufactured heavy-duty excitors
- Third speed output switch
- Stainless steel high torque drive and lift motor
- Push-button and drive circuit
- Power-assisted
- Key switch
- Hexiglex safety shield
- Hot-tower buttons in control handle
- Adjustable outriggers (M1 only)

**Optional Equipment**

- Load advisory
- Hydraulic lift load, drive and control wheels
- Two large motors
- Hour meter
- Remote dual battery and bench type charger complete with timer and SE 50 connectors
- Maintenance platform
- Remote wheelchair
- Step on platform
- Wind mask safety shield

**Control Handle**

Control handle with dual twist-grips which control three speeds forward and reverse. Twist-grips return to neutral when released. The handle provides 200° steering, and contains a large safety button which reverses the direction of the truck should the button touch the operator. A large horn button is standard equipment, as is a third speed neutral switch.

**Steering**

Steering column is mounted on thrust and radial bearings for effortless steering. Steering handle can be turned 100° in either direction. Forks is spring loaded to return to vertical "brake off" position when released by operator.

**Wheels and Tires**

Steel castor wheels - 5" dia. 1.9" load. Steel load wheels - 4" dia. 2" face as standard. All wheels equipped with roller bearings. Drive tire 8.5" x 4" x 4" standard pressed on type rubber.

**Hydraulic System**

Heavy duty motor with gear pump, check valve, relief valve and solenoid valve. Flow control valve regulates lowering speed of forks. Lift cylinder with polyurethane packings. Oil reservoir with breather-filler to prevent foreign matter from entering hydraulic system. In-line suction filter to remove foreign matter from hydraulic circuit. Overload valve set to bypass oil to reservoir when system reaches maximum pressure.

**Safety Switches**

Third speed output switch may be used to shut off high speed when operating in congested areas. Third speed output switch on telescopic models shuts off 10% speed when timer mast extends above free lift of forks. Safety interlock switches cut off drive wheel power when service door is opened for charging and maintenance.

**Drive Unit**

Spur gear drive direct from motor to drive axle. Gear train is mounted on ball and tapered roller bearings operating in oil sealed gear housing. Housing is equipped with mag relief drain plug. Drive unit meets 2.5" ball core friction over uneven floors and on ramps. Heavy coil spring exerts 400 lb pressure on drive wheel for maximum traction.

**Outriggers**

Heavy steel construction with 60° concave arc and lead wheel. Each lead wheel axle is mounted to prevent pallet damage.

**Carriage Rollers**

Alloy steel rollers mounted to 1" mast and equipped with roller bearings. Telescopic units have adjustable side-trust mast rollers.

**Safety Shield**

Clear high impact acrylic to help protect operator from chains and winch.

**Lift Chain**

Top alloy steel cast-type chains

**Finish**

Reg and clear gray

**Other Options**

- Audible level alarm
  - Flashing lights
- Safety modifications and changes associated with audible travel alarms and flashing lights include:

- Multiple alarms and/or lights can cause confusion.
- Workers ignore the alarms and/or lights after day in and day out exposure.
- Operator may transfer the responsibility for "looking out" to the pedestrian.
- Amplify operators and pedestrians.

Dimensions and performance data given may vary due to manufacturing tolerances. Performance is based on an average 1000 cycles and is affected by weight, condition of track, how it is equipped and the conditions of the operating area. Crown products and specifications are subject to change without notice.

**Crown Equipment Corporation**  
New Bremen, Ohio 43856-1001  
Tel. 419-629-2311  
Fax 419-629-1790  
crown.com

Number and weight of pallets are based on  
ISO 15795-1 and ISO 15795-2.

Copyright © 2004 Crown Equipment Corporation  
Distributed by Crown Equipment Corporation

View all the Crown equipment information at  
crown.com



# COTIZACION

# CROWN

TELÉFONO 221-0926 / FAX 255-2162

Con el gusto sometemos a su consideración nuestra oferta del siguiente equipo en existencia.

GENERALIDADES:		BATERIA:		CARGADOR:	
Marca:	Crown	Modelo:	Power Pack	Modelo:	Interno
Modelo:	20MT	Amperaje:	87 AH	Amperaje:	100 AH
Año:	2007	Peso:	128 lbs.	Fases:	Una (1)
Operador:	Operador de pie	Cantidad:	4 / 5 voltios	Hertz:	60
Capacidad:	2000 lbs. (906 kgs.)	Tipo:	Húmeda	Contactable a:	120 voltios
Voltaje:	24 voltios				
Centro de carga:	24" (600 mm.)				
Procedencia:	Estados Unidos				

MASTIL:	
Alcance máximo:	90" (2286 mm.)
Altura replegada:	71.5" (1816 mm.)
Levanto libre:	50" (1270 mm.)
Inclinación:	Ninguna
Largo de horquillas:	42" (1067 mm.)
Entra en contenedor:	No

OTROS:	
Luces de trabajo:	No
Sidoshift:	No
Llantas:	Sólidas
Panel de instrumentos:	No
Horímetro:	SI
Indicador de carga:	SI
Manuales:	SI
Alarma de retroceso:	No
Luz soga:	No
Extintidor:	No
Distancia entre palas:	Hasta 50" (1270 mm.)
Entra en cámara fría:	No
Radio de Giro:	56" (1422 mm.)

OFERTA ECONOMICA:	
PRECIO PUESTO EN SUS	
INSTALACIONES EN PAVAS:	
\$15.000,00 + I.V.	
(QUINCE MIL DOLARES)	

**GARANTIA:** 1 año ó 2000 horas, lo que ocurra primero por desperfectos de fabricación, en partes y mano de obra. Los cuidados preventivos del equipo no son considerados como garantía, por tal razón se facturan.

CONDICIONES:	
FORMA DE PAGO:	20% con la orden de compra, 80% restante contra entrega
ENTREGA:	10 semanas en Costa Rica
LUGAR DE ENTREGA:	Sus instalaciones en Pavas
VALIDEZ:	30 días

Información adicional en Guía Técnica adjunta.

Aterramiento,  
Rodrigo Otárola  
Gerente de Ventas  
Montacargas de Costa Rica

MONTACARGAS DE COSTA RICA S.A. / TELÉFONO 221-0926 / FAX 255-2162 / E-MAIL: [prologistica@recca.co.cr](mailto:prologistica@recca.co.cr)

## **ANEXO 11. Opciones de equipo para el área 2**



Teléfono: (506) 453-0096  
 Fax: (506) 453-3196  
 E-mail: ventas@zebol.com  
 Apartado: 20-4300

Cotización #: 37-070308-3677  
 Fecha: 07/03/2008

#### Condiciones de Venta

Moneda: Dólar

Vigencia de la oferta: 15 días

Suministro: Local

Garantía: 1 Año contra defecto de fábrica y/o mano de obra

Tiempo de Entrega: Ver notas al final de la cotización

Forma de Pago: Crédito a 30 días luego de entrega de mercadería

#### Detalle de la Cotización

Item	Descripción	Cantidad	Precio	Exento	Gravado
1	Bomba sanitaria de doble diafragma operada por aire marca WILDEN, modelo PV4/SZNNNLEL/TF/TF/0070. Aprobada por EHEDG y 3A. Construcción de sus partes húmedas en acero inoxidable 316L. Pulido de 0.4µm. Conexiones tipo Tri-Clamo de 1-1/2". Elastómeros (diafragmas, válvulas check, anillos o, en PTFE (FDA y USP clase VI). Apta para utilización en procesos de limpieza CIP y SIP	4.00	9,480.00	0.00	37,920.00
2	Bomba sanitaria de doble diafragma operada por aire marca WILDEN, modelo XPV15/SZNNNLEL/TF/TF/0070. Aprobada por EHEDG y 3A. Construcción de sus partes húmedas en acero inoxidable 316L. Pulido de 0.4µm. Conexiones tipo Tri-Clamo de 2". Elastómeros (diafragmas, válvulas check, anillos o, en PTFE (FDA y USP clase VI). Apta para utilización en procesos de limpieza CIP y SIP.	1.00	11,400.00	0.00	11,400.00
3	Transporte aéreo no consolidado Miami - Costa Rica	1.00	850.00	0.00	850.00
				<b>Subtotal</b>	50,170.00
				<b>Impuesto</b>	6,522.10
				<b>TOTAL</b>	56,692.10

#### Observaciones

POR LA COMPRA DE LAS 4 UNIDADES DEL ÍTEM #1, ESTAREMOS ENTREGANDO DOS BOMBAS ADICIONALES SIN COSTO ALGUNO PARA ALIMENTOS HEINZ DE COSTA RICA S.A.

LA FECHA DE DESPACHO DE LOS EQUIPOS ORTADOS DESDE FÁBRICA EN CALIFORNIA ES EL 14 DE MARZO DE 2008, LO CUAL PERMITE QUE LA ENTREGA EN PLANTA SE REALICE DURANTE LA ÚLTIMA SEMANA DE MARZO DE 2008.

Atentos a Cualquier consulta,

PAULO FERNANDEZ CASTILLO

CotizacionDesinventario

Page 1 of 2



Teléfono: (506) 453-0096  
Fax: (506) 453-3196  
E-mail: ventas@zebol.com  
Apartado: 20-4300

Cotización #: 37-070308-3677  
Fecha: 07/05/2008

Item	Descripcion	Cantidad	Precio	Exento	Gravado
------	-------------	----------	--------	--------	---------

Notas:

CONSULTE AHORA POR NUESTRAS PLANTAS ELECTRICAS

**MANATEE INTERNATIONAL ENTERPRISES, INC.****PROFORMA INVOICE**

P. O. Box 266124  
 Weston, FL 33326  
 Phone (954) 384-4391-Fax (954) 384-8867  
 E-mail: manatee-intl@juno.com

DATE	NUMBER
2/18/2008	989

YOUR REFERENCE		TERMS OF PAYMENT	DELIVERY	TERMS OF SALE		
E-MAIL 02/15/08		Net 30 days	2-3 SEMANAS	DOOR-TO-DOOR		
ITEM	DESCRIPTION	QTY	U. PRI...	AMOUNT		
SIGNET/3-8550-1	SIGNET/3-8550-1 FLOW TRANSMITTER 4-20mA	1	699.95	699.95		
THANK YOU: SALLDOS, WALTER ESTRADA				<b>Total</b>	\$699.95	

**TR50-PP** (solo permite ver la cantidad de flujo que ha pasado)  
Precio: \$990,500 + I.V.

- Solución Económica
- Fácil Calibración
- Volumen de flujo: 2.5 GPM a 10 GPM
- Viscosidad 1-20 CPS
- Conexión: G 3/4"
- Accuracy ± 1%
- Presión de Operación 30 PSI (a 68 °F)
- Tecnología de Turbina Radial probada
- Teclado de uso amigable
- Función de totalizar

**TR120-PP** (solo permite ver la cantidad de flujo que ha pasado)  
Precio: \$376,000 + I.V.

- Solución Económica
- Fácil Calibración
- Volumen de flujo: 6 GPM a 32 GPM
- Viscosidad 1-20 CPS
- Conexión: G 1 1/4"
- Precisión ± 1%
- Presión de Operación 30 PSI (a 68 °F)
- Tecnología de Turbina Radial probada

2/25/2008

- Teclado de uso amigable
- Función de totalizar



## ST

- Sistema de Control de Flujo Modular
- Facilidad de Control Remoto
- Volumen de Flujo: 2.64 GPM a 26.4 GPM
- Viscosidad hasta 2000 cps
- Presión de Operación 58 PSI (a 140 °F)
- Inlet/Outlet: G 2" / G 1 1/4" male thread
- Display 6 Dígitos
- Protección Clase IP 54
- Precisión  $\pm 1\%$

→ Precio: \$545,000 + I.V. (Normal) 1090 US \$ ✓  
 → Precio: \$971,000 + I.V. (Con Relay) 1942 US \$ ✓



Le envío adicionalmente información sobre todos los accesorios que se pueden utilizar con nuestros medidores de flujo.

## Flow Meter Accessories

No.	Accessories	Part No.
1	Drum pump fittings PPS/Viton-FEP for models LM, UN	0211-132
	Drum pump connection stainless steel/PTFE 1-1/4" - 1-1/4" for model VA I	0211-211

2/25/2008

	Drum pump connection stainless steel/PTFE 1-1/4" - 1-1/2" for model VA I	0211-214
	Drum pump fittings PPO/Viton for models ST, SL	0211-130
4	Non-return valve, PTFE/Viton for models ST, SL (for assembly into the flow meter)	0211-140
	Non-return valve, PTFE/FEP for models LM, UN (for assembly into the flow meter)	0211-141
	Non-return valve, stainless steel/PTFE for model VA I	0372-050
5	Relay module 120 V*	0212-030



No.	Accessories	Part No.
6	Solenoid valve	contact fact
7	Nipple	contact fact
8	Connecting cable main valve, 16ft, 120V	0211-157
11	Connecting cable motor, 16ft, 120V	0211-158
13	Main supply cable, 16ft	0211-159
14	Data Line, 16ft	0211-156
15	Intermediate plate for remote installation	0212-010
16	Protection cover	0212-009
21	Mounting device for operation unit	0212-600

\*Adequate protection against splashwater and accidental contact must be ensured if the flowmeter is to be separately. Can be achieved in combination with mounting plate (15) or equivalent measures.

Favor indicarnos si están interesados en alguno de los equipos para enviarles una oferta formal.

Estamos a la orden.

Atentamente,

Norma Ortega

2/25/2008

 <p><b>ROMANAS AZOCAR</b></p> <p><i>SERVICIOS ELECTRONICOS AZOCAR LTDA.</i></p>	<p><i>Especialistas en Romanas Electrónicas y Mecánicas</i>  <i>Venta, Reparación y Mantenimiento.</i>  Ced. Jur. N° 3-102-261620  Tel: 222-0000; Fax: 222-0180  Dirección: Cinco Esquinas de Tibés frente a la  Clínica Clorito Picado, San José, Costa Rica  E-mail: azocar@racsa.co.cr</p>
--	---

## FACTURA PROFORMA N° 2008-0206M

Cant.	Cat.	Descripción	P'Total
1		Plataforma full electrónica, Construida totalmente en acero Inoxidable 304 estructura y sobre. Capacidad 2000kg x 500g Dimensiones de la plataforma 1.50m x 1.50m 4 Celdas de carga marca HBM, acero inoxidable Herméticamente Selladas. IP67 protegidas. Especial para ambiente de humedad Con caja sumadora en acero inoxidable Indicador electrónico marca Rice Lake modelo GSC Acero Inoxidable, GSW6000	\$4.850.00

Tiempo de entrega: 4 semanas recibida la orden de compra.  
Forma de pago: Crédito a 30 días  
Garantía: 12 meses.

Atte: *Licda. Magali Gallardo,*

*Cualquier consulta no dude en llamar.*  
*Nuestro stock de bodega puede variar en cualquier momento.*  
*Esta factura pro forma tiene validez por: 30x días*

Sub Total \$4 850.00  
13% I.V. 630.50  
**TOTAL \$5 480.50**

COTIZACION #A08MZ015  
BOMBA SANITARIA DE DOBLE DIAFRAGMA, MARCA MURZAN

SELSA, "Sistemas, Suministros y Equipos de Proceso S.A.", representante exclusivo para Costa Rica de MURZAN, INC., sita en Norcross, GA, USA, se complace en someter a su consideración la siguiente propuesta por una bomba sanitaria de doble diafragma de la serie PI50, aprobada por los estándares sanitarios U.S.D.A. FDA y 3A, para trasiego de salsa de tomate ketchup:

**INFORMACION DEL PRODUCTO/CONDICIONES DE OPERACION**

Producto: Ketchup  
Temperatura: 25 a 98° Celsius

**ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA Y MATERIALES:**

Especificaciones de la bomba: PI50 SL 3X2-IM EP/TF/EP-HT

**PARTES EN CONTACTO CON EL PRODUCTO:**

Cámara del producto: Acero inoxidable T316L acabado "#4 Sanitary Polished"  
Tubería de succión: Acero inoxidable T316L acabado "#4 Sanitary Polished"  
Tubería de descarga: Acero inoxidable T316L acabado "#4 Sanitary Polished"  
Tipo de válvula check: Mushroom / TEFLON  
Asiento de válvulas: T316L acabado "#4 Sanitary Polished"  
Diafragmas: EPDM  
Empaquetaduras: EPDM  
Conexiones a tubería: Entrada Tri-clamp 3", Salida Tri-clamp 2"

**Sistemas, Suministros y Equipos de Proceso S.A.**  
Tels: (506) 231-4731 / (506) 298-0489 • Fax: (506) 231-1049 • Apdo. 34-1150 San José, Costa Rica  
Site Web: www.selsa.com, E-mail: info@selsa.com



**PARTES QUE NO ESTAN EN CONTACTO CON EL PRODUCTO:**

Bloque central:	Acero Inoxidable T316 "#4 Sanitary Polished"
Cámaras de aire:	Acero Inoxidable T304 "#4 Sanitary Polished"
Base:	Acero Inoxidable T304 "#4 Sanitary Polished"
Abrazaderas:	Tipo "clamp" en acero inoxidable 304

**PRECIO UNITARIO/ ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA:**

Bomba Murzan, modelo: P150 SL 3X2-IM EP/TF/EP-HT	\$8,888.00
Ensamblaje "E" - flujo variable/ regulador aire y filtro	397.00

TOTAL EX – WORKS, NORCROSS, GA, USA:	9,285.00
Flete aéreo (125 lbs):	300.00
Nacionalización y desalmacenaje:	505.30
Impuesto de Ventas 13%:	1,319.54
<b>TOTAL EN BODEGAS ALIMENTOS HEINZ DE C.R. S.A.:</b>	<b>US \$11,469.84</b>

Para mayor Información refiérase a los diagramas adjuntos.

**TERMINOS DE LA OFERTA:**

**Despacho:** 3-4 semanas después de recibida la orden.  
**Validez:** 30 días a partir de esta fecha.  
**Precio:** En dólares americanos, mercadería en bodegas del cliente.  
**Pago:** 50% con la orden, balance crédito a 30 días después de la entrega del equipo, pagadero en colones al tipo de cambio oficial vigente a la fecha de pago.

**Información bancaria:**

<b>Banco:</b>	Banco Nacional de Costa Rica
<b>Dirección:</b>	San José, Costa Rica
<b>Swift #:</b>	BNCRCRSJ
<b>Cuenta #:</b>	100-02-084-800296-3
<b>Moneda:</b>	Dólares
<b>A nombre de:</b>	Sistemas, Suministros y Equipos de Proceso S.A.

Quedamos a su disposición para cualquier Información adicional que pueda requerir.

Atentamente,

Ing. Álvaro Ramírez F.  
[alvaror@selsa.com](mailto:alvaror@selsa.com)

**Sistemas, Suministros y Equipos de Proceso S.A.**

Tels: (506) 231-4731 / (506) 295-0489 • Fax: (506) 231-1049 • Apdo. 34-1150 San José, Costa Rica  
 Sitio Web: [www.selsa.com](http://www.selsa.com), E-mail: [info@selsa.com](mailto:info@selsa.com)

2/2



Balanzas de laboratorio  
Peso y precio  
Camioneras y ganaderas  
Plataformas Industriales

Contadores de piezas y monedas  
Indicadores y celdas de carga  
Sist. de pesaje para tanques y tolvas  
Sistemas computarizados de pesaje.

## OPCION #2

### PLATAFORMA ELECTRONICA MARCA HONSTA \*\*\* MODELO PWS-1515-2

#### Características Plataforma:

- Capacidad máxima 2000 Kg.
- División mínima 500 g.
- Construida en acero inoxidable tipo 304 liso.
- Dimensión de la plataforma: 1,52 x 1,52 mt.
- Debidamente sellada con protección IP 68 (polvo y humedad)
- Cuatro patas que permiten la oscilación de la báscula. (FLOTANTES Y GRADUABLES)
- Bajo perfil, para ser instalada en una fosa o a nivel de piso.
- Cuatro celdas de carga, Tipo Shear Beam, construidas en acero inoxidable, herméticamente selladas, con protección IP 68 (agua y polvo).
- Diseñada para trabajar en ambientes hostiles. (Agua, Químicos y Excesos de polvo)
- Caja de unión Nema 4X

#### Características Indicador:

- Marca Honsta, Modelo P2000BC
- Pantalla con números de 1" tipo LCD (Cristal líquido) con luz de fondo.
- Construido en acero inoxidable.
- Protección IP66
- Salida RS232C para conexión a impresora ó computadora.
- Tara por teclado y cero automático.
- Pesa en kilos y libras.
- Chequeador de peso (over-under)
- Funciona con corriente eléctrica AC/120v y/o batería recargable incorporada.
- Construido y diseñado para trabajos pesados y continuos

#### Condiciones Generales:

- Entrega: Inmediata.
- Garantía: Un año en defectos de fabricación.
- Vigencia de la oferta: 30 días.
- Precio unitario: \$ 3,295.00 + 13% I.V.

### Todo en Romanas Electrónicas y Mecánicas

Tels: 253-3434 \* 253-3535 - Fax (506) 225-9718 Depto de Ventas.  
Apdo. 2010 - 144 Zapote, San José, Costa Rica \* E-mail: [locony@romas.co.cr](mailto:locony@romas.co.cr)

## **Anexo 12. Ejemplos de alfombras antifatiga recomendadas**



[www.degom.com](http://www.degom.com)  
C/ Juan de la Cierva, 21  
08960 Sant Just Desvern  
(Barcelona) - Spain

Tel: +34 - 93.473.50.20  
Fax: +34 - 93.473.50.40  
E-mail: [degom@degom.com](mailto:degom@degom.com)  
>> [Nuestra empresa](#)

**ALFOMBRAS, FELPUDOS, PAVIMENTOS, CESPED ARTIFICIAL Y MOQUETAS PARA SUELOS**  
ENTRANCE MATS, RUBBER COIN MATS, RUBBER SHEETS, RING MATS AND ARTIFICIAL GRASS

## ALFOMBRAS ANTIFATIGA, SEGURIDAD Y PREVENTIVAS

Las alfombras de caucho antifatiga ( ergonómicas ) **DEGOM®** son una excelente medida preventiva para evitar lesiones laborales.

Los atractivos diseños disponibles hacen a estas alfombras ideales para cualquier lugar de trabajo:



### TIPOS DE ALFOMBRAS ANTIFATIGA:



>>Picos Felgom



>>Alveolar, clic mat, ...



>>Diamante

Muchas empresas utilizan elementos de antifatiga como un equipo estándar de seguridad.

Una de las **causas** más comunes del agotamiento físico es el estar de pie en superficies duras por largos períodos de tiempo.

El diagrama ilustra diferentes partes del cuerpo que se fatigan y estresan bajo estas circunstancias.

Empleados fatigados generalmente tienen baja la moral, el ánimo y no son productivos.



Los empleados que están de pie sobre alfombras antifatiga pueden reducir los niveles de agotamiento y fatiga hasta un 50%. Con estas alfombras sus empleados son más productivos, tienen más ánimo y hacen mejor su trabajo.

Tenemos alfombras antifatiga de caucho **DEGOM®** para todas las aplicaciones:

- **detrás de mostradores**
- **detrás de cajas registradoras**
- **estaciones de trabajo**
- **en líneas de producción**
- **en cocinas, barras de bar ó zonas húmedas**
- **zonas grasosas, etc.**



**ALFOMBRAS DE SEGURIDAD:** Alfombras de 80x60cm de 16mm. espesor en color negro y amarillo. Consultar para otras medidas.

Las alfombras de seguridad ofrecen protección en el área alrededor de una máquina peligrosa.

Ventajas:

- Robustez: Resisten severas condiciones de medio ambiente (polvo, partículas grandes, aceites, etc.)
- Gran durabilidad
- Bajo mantenimiento
- Sencillas, ergonómicas y no obligan a cambiar los modos de trabajo

**Anexo 13. Ejemplos de plataforma  
tipo tijera ajustable para el área de  
entarrimado y proceso**

## Opción 1.

### Scissor Lift Tables

Product/Service Name

## **SMARTLIFT: Economical & Ergonomic**



### **Function/Applications**

Reduce the cost of back injuries in your plant and bring down the cost of your Workers Compensation Insurance - and bring up your bottom line.

### **Differentiating Features**

- Increase your production efficiency
- Enhance safety in the workplace
  - Reduce work-related fatigue
- Improve product quality by multiples
  - Reduce physical and mental stress
- Improve employee morale and happiness
  - Reduce direct costs for your insurance, medical and sick leave
- Reduce indirect costs for replacing skilled workers, downtime and loss of production



## **Opción 2.**

SCISSOR LIFT > Low Profile Lift Table

TUB 600

Low profile lift table

EdmoLift's low profile lift table has a low closed height of only 80 mm, meaning that no pit is required. This increases its flexibility with regard to its field of applications and reduces installation costs. To achieve such an extremely low build height, it has previously been claimed that low profile lift tables have amounted to being a compromise between function and design. This compromise is now a thing of the past. EdmoLift produces a low profile lift table with the functionality level equivalent to that of a conventional lift table. EdmoLift has solved a previous market requirement thanks to a new approach in design and construction. This has been made possible by manufacturing in a high-tech production facility built up on laser technology. With a variety of designs and models, load capacity of between 600 kilo and 2 metric tons and a lift range from 630 mm to 970 mm, we can offer a very large selection. Models with U or E-shaped platforms are suitable for pallet handling with a hand pallet truck. Low profile lifts with solid lift tables can be adapted with an access ramp when a hand pallet truck or other wheeled equipment is to be rolled on. These lift tables are

available in different colours, with a range of different accessories or control units - all tailored to the needs and requirements of the customer. Some examples of accessories in this product group are: Transport and lifting clamp, foot control unit, 1 phase power pack unit and limit switch. With EdmoLift's low profile lift table, the operator always has the load at the correct working height, thereby helping to achieve a more ergonomically designed work place.

## **Anexo 14. Mesas ajustables para el área de empaque y el área 1**

## NewHeights™ Adjustable Tables

Bring your day to NewHeights™ with our exciting selection of sit to stand workstations from RightAngle Products. Introducing the affordable ergonomic workstation that is ideal for shared work areas. With NewHeights™ [electric adjustable desks](#) there are no complicated levers or manual adjustments needed; adjust the table height with the gentle push of a button. Our complete line-up of height adjustable tables work well in multiple applications including: call centers, schools, hospitals, and public libraries.



### [Electric Height Adjustable Desk w/ Casters](#)

- 36" - 72" Wide Tables
- 24" or 30" Depth Bases Available
- Base Available in Black or Silver Finish
- 4 Worksurface Color Options [QuickShip!](#)
- **Free Shipping and No Sales Tax!**

Starting at \$1,249.00



### [Electric Height Adjustable Desk no Casters](#)

- 36" - 72" Wide Tables
- 24" or 30" Depth Bases Available
- Base Available in Black or Silver Finish
- 4 Worksurface Color Options [QuickShip!](#)
- **Free Shipping and No Sales Tax!**

Starting at \$1,149.00



### [Electric Height Adjustable Desk Bases](#)

- 36" - 72" Wide Bases
- 24" or 30" Depth Bases Available
- Base available in Black or Silver Finish
- Pearwood and Cherry Leg Options
- **Free Shipping and No Sales Tax!**

Starting at \$1,049.00



### [Crank Height Adjustable Desks](#)

- 36" - 72" Wide Tables
- 24" or 30" Depth Bases Available
- Base Available in Black or Silver Finish
- 4 Worksurface Color Options [QuickShip!](#)
- **Free Shipping and No Sales Tax!**

Starting at \$999.00

**Anexo 15. Banda transportadora  
ajustable para el área 3.**

### **Bandas Sobre Rodillos:**

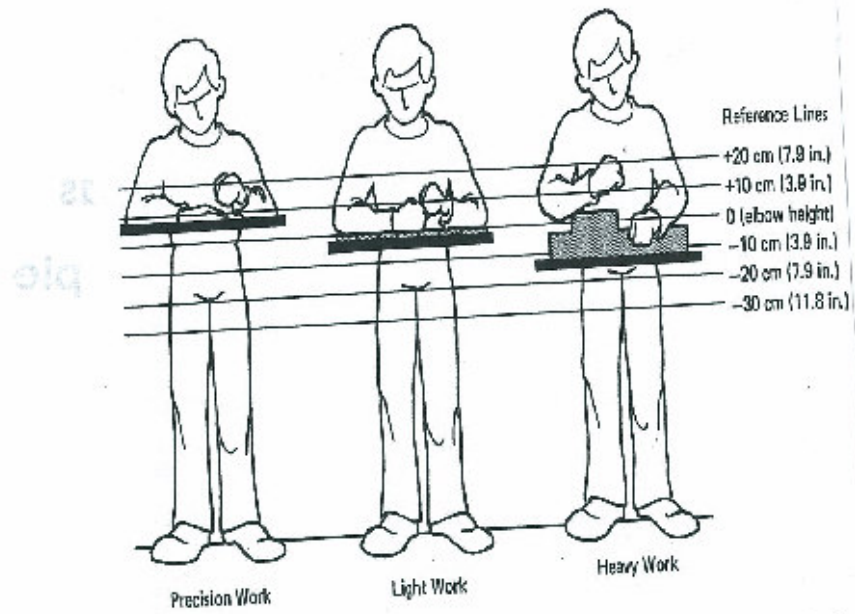
---

En este sistema la banda se mueve sobre una superficie de rodillos. El sistema como tal ofrece una gran capacidad para el transporte de materiales pesados ya que los rodillos so sólo ofrecen una superficie estructuralmente fuerte, sino también porque su libre rodamiento permite transportar cargas más pesadas en forma más eficiente.



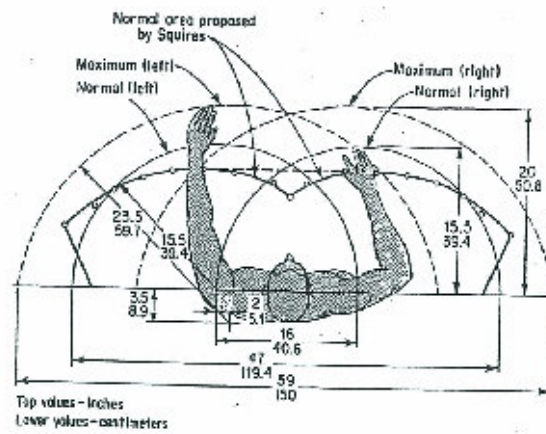
**Figura X.** Banda transportadora ajustable tomada de "Direct industry industrial exhibit".

**Anexo 16. Alturas recomendadas  
para una superficie de trabajo de pie  
para tres tipos de trabajo**



Fuente: Medidas promedio para europeos, adaptado de Grandjean, 1988, fig 32; tomado de Sanders & McCormick, 1993.

**Anexo 17. Radio de alcance  
establecido para el trabajo con  
extremidades superiores**



Dimensiones en pulgadas y centímetros de las áreas de trabajo normales y máximas

Fuente: Dimensiones propuestas por Barnes (1960), con área normal de trabajo propuesta por Squires (1964), superpuestas para mostrar las diferencias



