

Universidad Latinoamericana de Ciencia y
Tecnología

ULACIT

LICENCIATURA EN SALUD OCUPACIONAL

Seminario de Graduación

**Análisis ergonómico del conjunto, puesto de trabajo y
herramientas manuales, en el área de Inyección de una
empresa productora de productos plásticos y
propuesta de mejora de las condiciones actuales**

Mainor Piñeiro Castro

Documento para optar por el grado de licenciatura

Septiembre 2006.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios Todopoderoso, a mi familia por su cariño, apoyo, estímulo y comprensión durante estos años de estudio

A mi padre y madre por el apoyo incondicional que me han ofrecido siempre.

A mis compañeros de carrera de los cuales me ayudaron y apoyaron a seguir con este proyecto, a ellos el mejor de los recuerdos.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme finalizar este proyecto, a mi querida madre, Elida, a mi padre Hernán, quienes me inculcaron con su ejemplo y amor el espíritu de superación.

A mi hijos Steven, Ashley y Stuart, para quien deseo ser ejemplo de dedicación y superación constante.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICACION.....	iii
CAPITULO I	
INTRODUCCION	
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II	
IDENTIFICACION DEL PROYECTO	
2.1. TEMA:	3
2.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	3
2.3. JUSTIFICACIÓN:	3
2.4. ÁRBOL DE CAUSA - EFECTO.....	5
2.5. ÁRBOL DE OBJETIVOS O ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES.	6
2.6. BÚSQUEDA DE SOLUCIONES Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS:	7
A. HERRAMIENTAS MANUALES Y PUESTOS DE TRABAJO	7
1. <i>Cortadora</i>	8
2. <i>Cuchilla</i>	9
3. <i>Puesto de trabajo para accesorios provenientes de moldes rápidos</i>	14
4. <i>Puesto para llaves de chorro</i>	17
5. <i>Puesto para accesorios que caen directamente al saco</i>	19
6. <i>Puesto para accesorios de mayor volumen</i>	20
7. <i>Sillas ergonómicas</i>	23
8. <i>Alfombras antifatiga</i>	25
2.7. ELABORACIÓN DE MATRIZ DE MARCO LÓGICO:	26
CAPITULO III	
FORMULACION DEL PROYECTO	
3.1. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO.	29
3.2. ORGANIZACIÓN DE LAS ETAPAS Y ACTIVIDADES DE LA ALTERNATIVA, CRONOGRAMA DE CUMPLIMIENTO Y PRESUPUESTO DE LAS MISMAS.	30
3.3. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS INCREMENTALES DE LA ALTERNATIVA.	31
CAPITULO IV	
EVALUACION DEL PROYECTO	
4.1. DEFINICIÓN DE BENEFICIOS	33
4.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA COSTO-EFECTIVIDAD.....	34
4.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	35
4.4 IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS INDIRECTOS.	35
CAPITULO V	
EVALUACION DEL PROYECTO	
5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS	37
5.2. RECOMENDACIONES.	39
BIBLIOGRAFIA	
APENDICES	
APÉNDICE 1	45
ENCUESTA PARA DETECCIÓN DE MOLESTIAS MÚSCULO-ESQUELÉTICAS	45
APÉNDICE 2	48
LISTA DE VERIFICACIÓN PARA CONDICIONES DE LA CORTADORA	48
APÉNDICE 3	50
LISTA DE VERIFICACIÓN PARA CONDICIONES DE LA CUCHILLA	50
APÉNDICE 4	52
OBTENCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL.....	52

APÉNDICE 5.....	53
RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE SÍNTOMAS MÚSCULO-ESQUELÉTICOS.....	53
APÉNDICE 6.....	55
RESULTADOS DEL MÉTODO STRAIN INDEX.....	55
APÉNDICE 7.....	56
RESULTADOS DEL MÉTODO RULA.....	56
APÉNDICE 8.....	57
EJEMPLO DE APLICACIÓN MÉTODO STRAIN INDEX.....	57

Capítulo I

1.1. Introducción

El presente proyecto fue desarrollado en el Área de Inyección de una empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos a base de PVC, ubicada en la provincia de Alajuela.

Inicialmente, se ha definido la metodología para realizar un análisis ergonómico de los puestos de trabajo del área. Ésta consistió en la aplicación de los métodos RULA y Strain Index para el análisis de las posturas corporales y el análisis de los movimientos de las extremidades superiores distales respectivamente. Además se aplicó una encuesta para detectar síntomas de problemas músculo-esqueléticos y una lista de verificación para las dos herramientas manuales utilizadas (cortadoras y cuchillas).

De acuerdo con los resultados del método RULA, en un 54% de los puestos de trabajo se debe hacer un cambio pronto, en un 33% un cambio inmediato y el restante 13% requiere de mayor investigación. Según el método Strain Index, de los 25 puestos evaluados, un 28% se encuentran en estado seguro, 16% presentan riesgo moderado, 12% se encuentran asociados a alteraciones en las extremidades superiores distales y el otro 44% generan alto riesgo a nivel de manos y muñecas.

Los resultados de la encuesta aplicada revelan que las molestias que se presentan en mayor medida son dolor, adormecimiento y debilidad, y se generan principalmente a nivel de muñecas, cuello y dedos. En caso de no tomar medidas correctivas, se estaría presentando una alta predisposición de los trabajadores del área a desarrollar enfermedades por trauma acumulativo, especialmente cuando operan máquinas donde los moldes colocados demandan un alto número de tareas diferentes en corto tiempo.

Al aplicarse la lista de verificación realizada para herramientas manuales, se concluyó que las herramientas manuales utilizadas no son aptas para las

labores de corte requeridas. En el caso de la cortadora, no ha sido diseñada para utilizarse en la industria del plástico, ni para la aplicación de la fuerza en forma horizontal. La cuchilla utilizada es de fabricación interna y no posee características ergonómicas deseables en su diseño.

Ante esta situación, se propusieron mejoras de carácter ergonómico para las herramientas manuales utilizadas.

Además, se han propuesto controles de ingeniería que consisten en un rediseño de puestos de trabajo, uno para moldes que demandan alta repetitividad de movimientos, otro para el ensamble de la llave de chorro, dos para accesorios de tamaño intermedio y uno para accesorios que son acomodados manualmente dentro de un saco.

Capítulo II.

2. Identificación y Descripción del Problema:

2.1. Tema:

Análisis ergonómico del conjunto puesto de trabajo y herramientas manuales, utilizadas en el proceso de inyección, en una empresa de fabricación de productos plásticos, así como el planteamiento de una propuesta de mejora de las condiciones actuales.

2.2. Problema de Investigación:

¿Obedece el diseño de las herramientas manuales y de los puestos de trabajo, a un criterio ergonómicamente adecuado o conveniente a la labor desarrollada en el área de inyección?

2.3. Justificación:

El área de Inyección de la empresa donde se genera el estudio, es una de las más importantes de la totalidad de la misma, ya que es ahí donde se procesa aproximadamente un 40% de la producción total generada, lo que representa relevancia dentro de sus procesos.

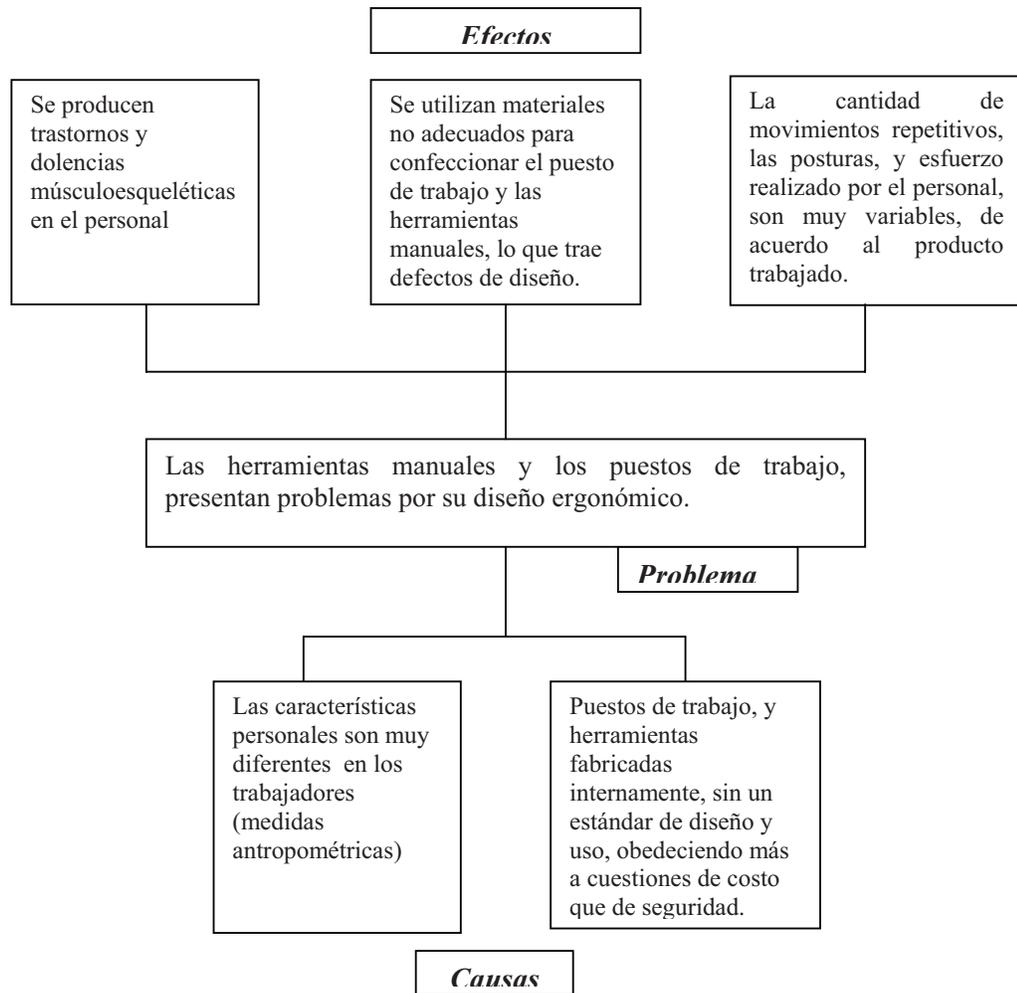
Según las estadísticas, en esta área se concentra una importante generación de accidentes laborales o lesiones, relacionados directamente con los puestos de trabajo y principalmente con las herramientas manuales utilizadas (cuchilla y cortadora), las cuales generan principalmente heridas a nivel de manos, en la realización de las labores de limpieza de las piezas producidas.

Esta accidentalidad registrada, así como las molestias por parte del personal a la hora de ejecutar las labores, evidencian una necesidad de realizar un análisis detallado, tanto de los puestos de trabajo, como de las herramientas manuales utilizadas, desde el punto de vista ergonómico.

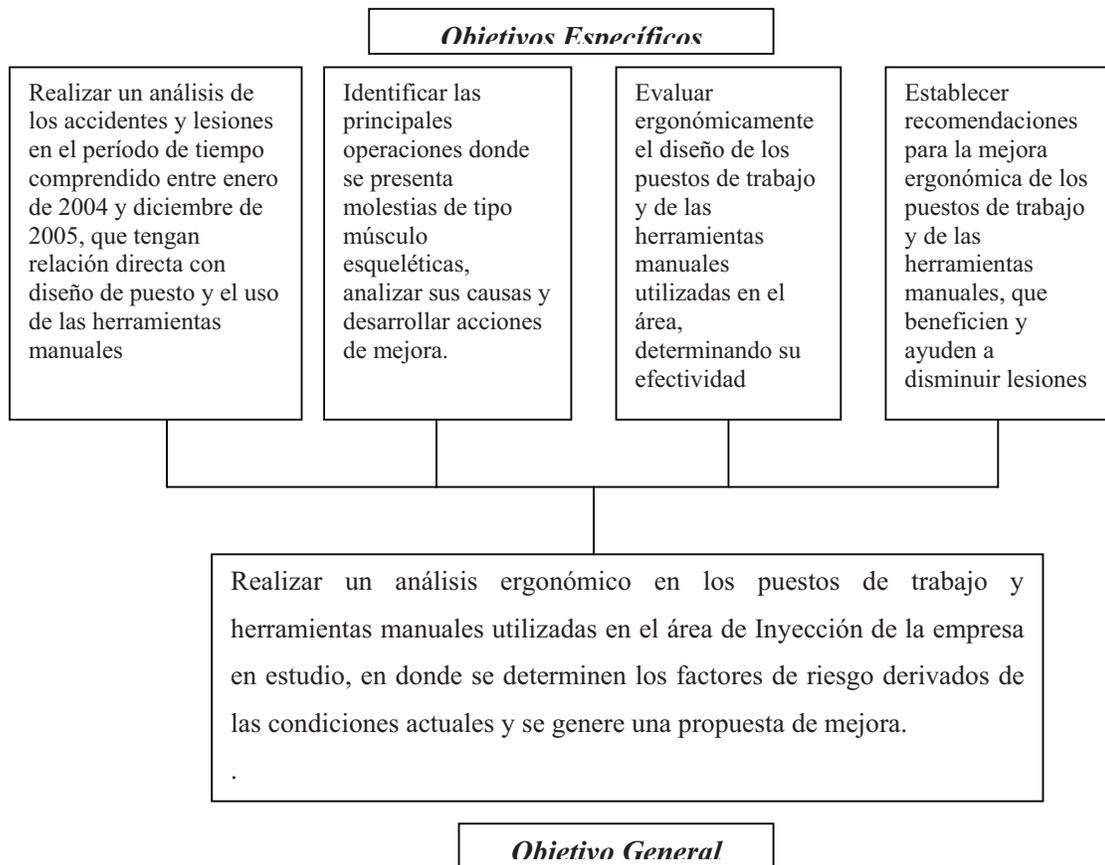
Al no existir en estos momentos un análisis de este tipo, y al encontrar puestos de trabajo ineficientes, o sea, no adecuados a las características antropométricas de las personas que permanecen y trabajan en ellos, al existir una continua repetitividad de movimientos, y herramientas de fabricación interna sin un estándar de construcción y uso, es justificable la realización de este trabajo.

El mismo debe destacar la estadística de al menos dos años respecto a accidentes ocurridos por lesiones relacionadas con el puesto de trabajo y las herramientas manuales utilizadas, y la generación de una propuesta de mejora de las condiciones actuales.

2.4. Árbol de Causa - Efecto.



2.5. Árbol de Objetivos o Árbol de Medios y Fines.



2.6. Búsqueda de Soluciones y Planteamiento de Alternativas:

Dentro de las posibles soluciones que se pueden generar se encuentran:

- 1- Mejorar los puestos de trabajo, de manera que estos sean ergonómicamente seguros, mediante la implementación de medidas de ingeniería, que faciliten el ajuste de los mismos a las condiciones antropométricas de cada persona. Además de esto, buscar herramientas y sillas, con características ergonómicas que reduzcan los esfuerzos innecesarios, y por ende las lesiones músculo-esqueléticas.

- 2- Además de los puestos de trabajo, el cambio del diseño en las herramientas manuales utilizadas actualmente, es necesario debido a que las actuales, producen en el personal, dolencias y lesiones que se presentan por el esfuerzo y repetitividad con que deben ser utilizadas.

Estas son las más viables, ya que las mejoras se pueden realizar ya sea por grupo o prioridad de máquinas o productos, y la derogación monetaria no sería tan alta, como implementar un sistema automático de limpieza y corte de los accesorios producidos.

En este apartado se hace mención de la propuesta de alternativas de mejora para esta área, iniciando por las herramientas manuales, y continuando con los puestos de trabajo de acuerdo al producto fabricado.

A. Herramientas Manuales

El estudio ergonómico comprendió básicamente las dos herramientas manuales más utilizadas: la cortadora y la cuchilla. Con base en la información captada en la Web y en diferentes catálogos, se propusieron herramientas más ergonómicas a las usadas actualmente y se desarrolló un programa para mantenimiento de las mismas.

1. Cortadora

Causa Inmediata

En el Área de Inyección se utiliza una cortadora común de tipo diagonal marca Proto. Esta herramienta, aunque es de muy buena calidad, tiene la limitante de que su mango no es ergonómico y no se ha diseñado especialmente para las demandas de la industria del plástico ver (Fig.1).



Fig. 1. Cortadora utilizada por operarios del Área de Inyección

Fuente. Departamento de Inyección de la empresa

Solución de la Alternativa

Se propone una cortadora marca Crescent para el corte de materiales plásticos. Esta herramienta tiene un mango ergonómico con una curvatura especial para adaptarse mejor a la mano, cuando la dirección del corte es horizontal, lo cual permitiría disminuir la desviación cubital que presentan las personas a causa de las cortadoras actuales.

Además, posee un tornillo y un resorte para ajustar la fuerza que deba emplearse en ella y que abra nuevamente luego de presionar su mango. Ver (Fig.2)

Al aplicarse nuevamente la “Lista de Verificación para Condiciones de la Cortadora”, la herramienta seleccionada se podría considerar ideal para la tarea realizada, ya que el número de ítems afirmativos en cuanto a condiciones ergonómicas sería 50% mayor respecto del número de la utilizada actualmente.

La cortadora marca Crescent ha sido fabricada con mangos tanto para personas que utilizan su mano derecha como para personas que utilizan su mano izquierda. También permitiría mejorar el apalancamiento para los cortes y reducir los movimientos de la muñeca que implica el uso de la cortadora marca Proto.

En el momento en que se esté utilizando la herramienta, es recomendable aplicar nuevamente la lista de verificación. Este chequeo se hará con el fin de ver si el cambio realizado ha generado el impacto esperado desde el punto de vista agarre, postura de la muñeca y reducción de las molestias en los trabajadores a consecuencia de los moldes que poseen muchas cavidades.



Fig. 2. Fuente. Catálogo de herramientas de mano marca Crescent
Cortadora marca Crescent para la industria del plástico

Cuchilla

Causa Inmediata

La cuchilla usada actualmente es la principal causa de accidentes en el Área de Inyección. Tiene características muy particulares, entre las que cabe destacar la ajustabilidad de la hoja a diferentes cortes y el gran filo que posee. Por motivo de que estas características son favorables para la demanda de la tarea, se decidió mantener la hoja de la cuchilla y buscar mejoras para el mango de la herramienta ver (Fig.3)



Fig. 3. Cuchilla utilizada por operarios del Área de Inyección

Fuente. Departamento de Inyección de la empresa

Solución de la Alternativa

Ya que en la mayor parte de los casos el filo se dirige hacia atrás, se ha planteado sustituir el mango hecho de manguera por uno ergonómico similar al de un chuchillo ergonómico pico de lora, con la diferencia que posee una guarda de seguridad en su parte superior, la hoja es incrustada a lo largo del mango y su orificio es atornillado en la parte inferior.

Inicialmente, se pretende fabricar en el taller de precisión de la empresa un mango de algún material plástico que dé buena fricción y sea liviano, con el fin de probar la funcionalidad del mismo. Una vez aprobado éste, se procederá a buscar un proveedor que fabrique varios para su utilización en el área.

Para verificar que las modificaciones en la cuchilla han producido resultados positivos, es necesario aplicar la “Lista de Verificación para Condiciones de la Cuchilla” cada cuatro meses. Esto permite que se continúen realizando cambios o mejoras a la herramienta hasta reducir al máximo el número de accidentes y obtener un alto grado de comodidad para los trabajadores.

La persona que se ocupará de aplicar la lista de verificación en el Área de Inyección será el encargado de Salud Ocupacional de la empresa.

Se espera que mediante la cuchilla planteada, en el Área de Inyección se esté trabajando con una herramienta que es considerada buena para las labores de corte de rebaba, y se mejore en un 31% los criterios evaluados por la lista de verificación, presentándose aún la limitación de que al eliminar la rebaba interna de los accesorios, se levanta el hombro de la persona y se presenta una desviación cubital y una flexión de la muñeca por el movimiento de rotación que demanda la tarea ver (Fig.4 y 5).



Fig. 4. Cuchillo pico de lora con mango ergonómico marca Barnel

Fuente. <http://www.barnel.com/landscape.html>

Debido a que una cuchilla como la mostrada en la figura anterior no puede ser utilizada en el Área de Inyección porque el proceso no lo permite, es necesario adaptar el mango de la misma para poderle colocar una hoja de segueta y colocarle una guarda para evitar cortes en el primer dedo de la mano. Además, es importante que su filo se le haga con la punta redondeada para evitar los punzones que causa la punta de la hoja.



Fig. 5. Propuesta de mejora para la cuchilla utilizada en el Área de Inyección

Fuente. Diseño de mango ergonómico

Puestos de Trabajo

Causa Inmediata

En los 25 puestos de trabajo de Área de Inyección se encuentran similitudes en cuanto al uso de la cuchilla y la cortadora. No obstante, de acuerdo con el molde que se encuentre en la máquina puede variar el proceso y por tanto cambian las estaciones de trabajo. Así, existen casos en que el accesorio cae por una rampa o casos en que el operario debe extraerlo manualmente de la máquina al final de cada ciclo.

Los puestos de trabajo constan básicamente de una mesa de trabajo en la cual es colocada una pileta (cuando la persona trabaja de pie y el accesorio debe sumergirse en agua) y una romana (cuando el producto terminado se empaqueta por peso).

En esa misma mesa, se encuentran las herramientas manuales utilizadas y todos los implementos requeridos de acuerdo con el molde que esté colocado en la máquina. Además, la mesa de trabajo se encuentra fija a una altura promedio de 80cm, no es ajustable a cada persona, en muchos casos no posee ruedas para su transporte y el lugar donde se colocan es poco espacioso (la distancia entre dos puertas de dos máquinas inyectoras es muy reducida y el área libre de movilidad para una persona generalmente es baja).

De acuerdo con los estándares, la altura de trabajo para una persona debe ser igual a la altura de sus codos.

Las tablas antropométricas que proporciona el libro *Ergonomic Design for People at Work*, señalan que la altura de los codos para la media de una población masculina (percentil cincuenta) es de 109.9cm, lo cual permite deducir que si las mesas han sido diseñadas para la media de la población, se encuentran con una altura de 25cm por debajo de los estándares establecidos (generalmente la altura de trabajo es aproximadamente de 5cm mayor a la altura de la mesa de trabajo).

Es ideal que la mesa sea de altura ajustable y que la altura de trabajo se encuentre entre 100 y 119cm. Esta situación ha hecho que las personas tiendan a adoptar inadecuadas posturas de trabajo y que exista mayor predisposición a presentarse problemas lumbares en la población laboral.

Generalmente, el operario es quien decide donde colocar todos los objetos de acuerdo con su necesidad y comodidad personal. Así por ejemplo, una persona coloca su cortadora en la mesa de trabajo, otra la ubica en una canasta plástica y otra la coloca abierta sobre el borde de la pileta (esto genera un riesgo ya que exponen sus partes filosas y punzantes).

Durante los años en que ha operado el Área de Inyección, no ha sido diseñado un puesto de trabajo que permita ubicar cada cosa en un lugar específico, y no se han optimizado los espacios de trabajo ni el tamaño de objetos como el de la pileta de agua. Por el contrario, se introdujeron algunas máquinas y se redujo la distancia entre muchas de ellas.

Los bolsones de pellets (materia prima en forma de gránulos) han sido colocados en el espacio libre que queda al lado de las inyectoras, ya que el sistema por el cual deberían ser alimentadas las máquinas no funciona correctamente y hace que la alimentación deba ser manual o que en el mejor de los casos se haga por medio de un sistema alternativo que está incorporado a ellas.

Solución de la Alternativa

Para el diseño de los puestos de trabajo se priorizan aquellos puestos donde se encuentran los moldes rápidos, ya que éstos presentan mayores problemas ergonómicos respecto de todos los demás moldes.

Se hacen propuestas básicas para los puestos que demandan menor carga de trabajo, éstos presentan también problemas ergonómicos pero implican menor repetitividad de movimientos.

Es de gran importancia a la vez tomar en cuenta que en el momento en que se presente un trabajador de nuevo ingreso, capacitarlo en cuanto al funcionamiento y la mecánica de los puestos de trabajo en el área.

Una vez implementadas las modificaciones propuestas, se debe evaluar que los diferentes puestos sean válidos y si se debe realizar alguna modificación por algún factor no tomado en cuenta.

Como también importante que todos los trabajadores conozcan que mediante estas estaciones se busca mejorar las condiciones de trabajo y estandarizar el proceso productivo del Área de Inyección.

1. Puesto de trabajo para accesorios provenientes de moldes rápidos

El puesto de trabajo para accesorios provenientes de moldes rápidos ha sido elaborado para aquellas tareas que demandan gran repetitividad de movimientos a los operarios.

Éste fue diseñado para llevar una secuencia de izquierda a derecha de acuerdo con la demanda del proceso productivo para moldes rápido. Ver (Fig.6). Así, inicialmente se abre la puerta de la máquina inyectora, se extraen los accesorios y se colocan en la pileta con agua (si el accesorio no requiere ser mojado, se le puede colocar una tapa a la pileta).

Cuando se extraen los accesorios de la pileta, se colocan en la plataforma que está a su derecha, donde se elimina la rebaba. En esta plataforma, existe un espacio destinado para colocar la cortadora y la cuchilla a utilizar (esto se hace con el fin de que exista mayor familiaridad con la ubicación de las herramientas y que sus partes punzocortantes no permanezcan expuestas).

Una vez que se utilizó la cuchilla para eliminar la rebaba de los accesorios, la persona cambia de herramienta y dirige sus manos hacia una prensa¹ que

¹ La prensa utilizada consta de un pequeño mango que al tirar de él, se expande y no permite que la bolsa caiga. Los accesorios caen en medio de la prensa y cuando finaliza el conteo o se obtiene el peso deseado, se abre la prensa y se lleva la bolsa a sellar.

sostiene la bolsa a llenar. Bajo la bolsa se encuentra una plataforma donde se coloca una romana cuando los accesorios deben pesarse (cuando no se deben pesar, se puede colocar una pequeña tarima para que la bolsa tenga buen soporte).

La persona realiza todos los cortes de acuerdo con el peso o unidades necesarias, abre la prensa y dirige la bolsa hacia la selladora que se encuentra cercana a ella. Finalmente, la persona lleva la bolsa hacia el saco donde son empacados los accesorios y cuando el saco tiene el número requerido de bolsas se lleva a una tarima para su salida del Área.

Para el diseño de este puesto de trabajo se utilizó, en primera instancia, la ajustabilidad de la altura de la superficie de trabajo, desde un percentil 5 de la población (96.4cm) hasta un percentil 95 de la población (116.3cm), manteniendo un rango de seguridad de 5cm hacia arriba y de 5cm hacia abajo del límite superior dado que la población laboral posee gran variabilidad antropométrica.

Además, se debe tomar en cuenta la altura de trabajo con respecto a la de la superficie. De esta forma, el ajuste de la altura de la superficie de trabajo va de 90cm a 120cm y se hará de forma manual mediante un sistema de palanca y freno con pines.

Se tomaron medidas de las herramientas manuales utilizadas para destinarles un lugar que sea de fácil acceso en el puesto, así como las dimensiones de la romana más pequeña utilizada (para obtener mayor eficiencia en cuanto a espacio).

El ancho de la mesa de trabajo es mayor al ancho que posee el sprue del accesorio de mayores dimensiones, y en la parte posterior de esta superficie se encuentra una parte hueca donde se depositan los desechos que se dirigen hacia el recipiente.

La pileta posee dimensiones de 60cm*45cm*25cm. Éstas se obtuvieron al medir la longitud y el ancho de los sprues que poseen mayor número de cavidades. Además, tiene una entrada del agua en la parte superior izquierda y una salida en la parte inferior izquierda (en la parte trasera de la pileta). La mesa donde es apoyada la pileta (independiente al resto del puesto) posee un pequeño desnivel entre su parte delantera y trasera, con el fin de que el agua tenga una salida efectiva.

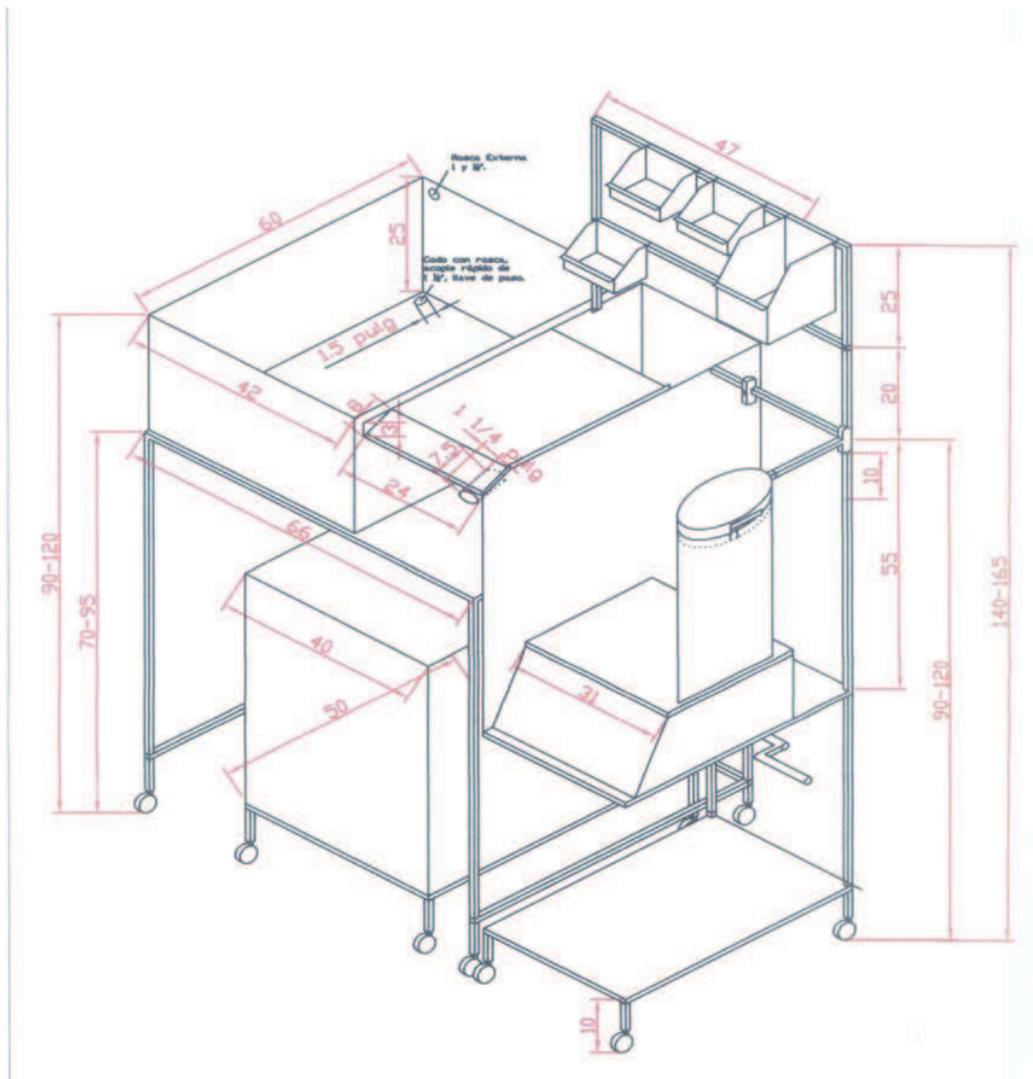


Fig.6. Puesto de trabajo para mondes rápidos

Fuente Primaria

2. Puesto para llaves de chorro

Este puesto también ha sido diseñado para que la altura de la superficie de trabajo pueda ser ajustada de forma manual y posea un lugar para las herramientas manuales (el diseño de este puesto con las dimensiones y el ajuste de su altura Ver (Fig. 7).

Las piezas que caen por el tobogán de la máquina hacia la pileta son recolectadas a un lado del puesto y son ensambladas como parte del producto final (llave de chorro). Al otro lado del puesto se encuentra el recipiente para arrojar el desecho que se genera en el proceso.

En una zona de alcance primario (a 30cm de la persona) se encuentran unas pequeñas cajas donde son colocadas todas las partes que lleva el producto final.

En el centro de la superficie de trabajo se encuentra la pieza metálica que es utilizada, actualmente, para que la pieza principal no se mueva mientras se utiliza la herramienta neumática. Las dos herramientas neumáticas utilizadas (mototools) cuelgan de un par de mangueras en forma de resorte de donde proviene el aire.

Además, el puesto de trabajo cuenta con ruedas para un mejor desplazamiento y frenos en ellas para evitar la inestabilidad en el mismo.

Un puesto para el ensamble de la llave de chorro se encuentra actualmente en el área, pero se le han hecho mejoras con el fin de que las posturas de los operarios mejoren durante el trabajo, de tal forma que las partes del producto se encuentren a mano y las herramientas neumáticas desciendan adecuadamente.

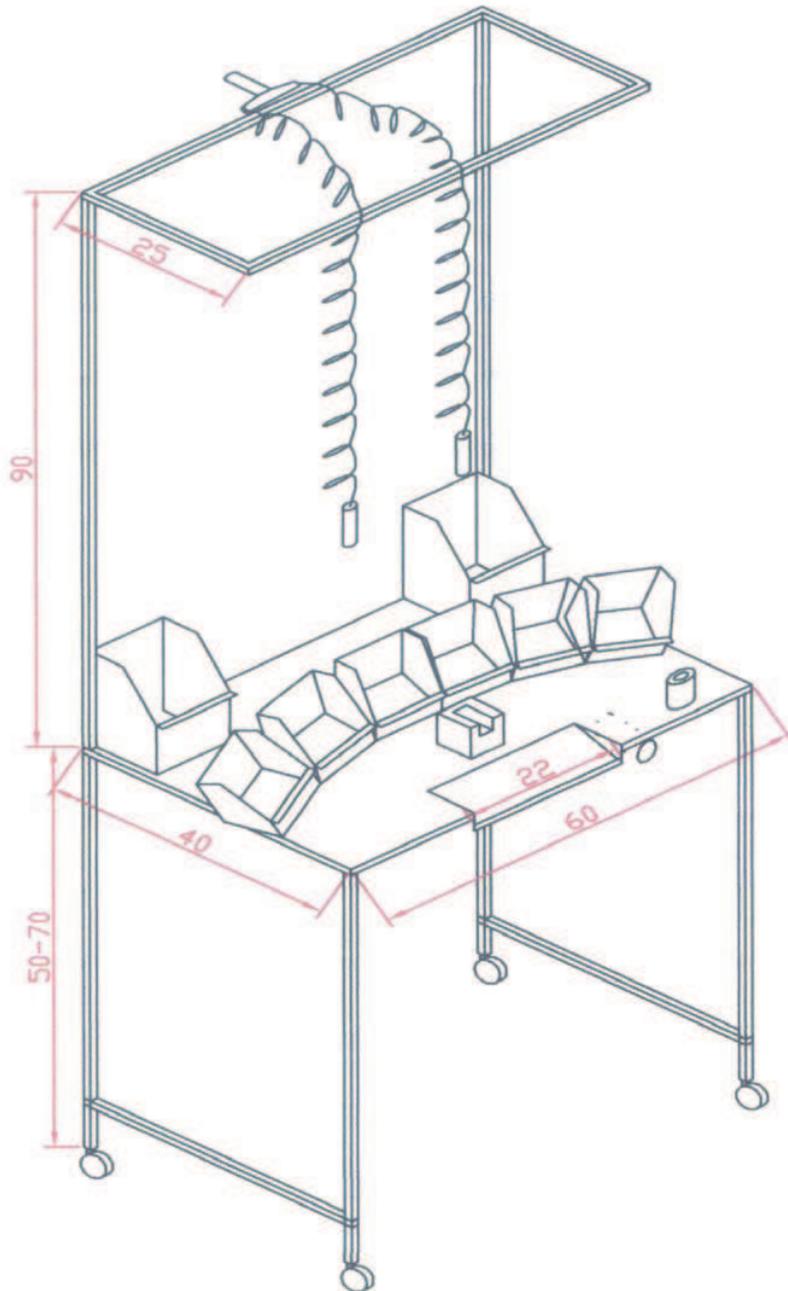


Fig.7. Puesto de trabajo para llaves de chorro

Fuente Primaria

3. Puesto para accesorios que caen directamente al saco

Para el tipo de puesto donde los accesorios no deben ir acomodados dentro del saco, sino que caen directamente, se han ideado dos propuestas sencillas. Con éstas se pretende economizar el espacio que ocupa el recipiente extra (usado antes de contar los accesorios) y el movimiento de más que se hace al pasar los accesorios hacia ese recipiente.

La idea de plantear dos propuestas diferentes es debido a que la efectividad de una puede variar respecto de la otra, de acuerdo con el número de accesorios que se obtienen por ciclo y el volumen que ocupan los mismos.

La primera propuesta consta de una mesa de trabajo con un contador en su parte superior izquierda; este puede ser manual (desplazando ruedas) o mecánico (mediante botonera y pantalla).

Para mover los accesorios hacia el saco, el operario únicamente cuenta los accesorios por grupos mediante el contador y los desplaza por medio de un tobogán con su brazo derecho Ver (Fig. 8).

Este puesto de trabajo es menos efectivo que el de la segunda propuesta cuando un molde porta mayor número de cavidades porque los accesorios ocupan un gran volumen.

La segunda propuesta se compone de una pequeña mesa de trabajo donde se elimina la rebaba y se cortan los sprues.

El puesto también dispone de un contador, pero el conteo se realiza automáticamente por medio de un sensor fotoeléctrico colocado junto a la prensa que sostiene el saco. De esta forma, los accesorios son arrojados y el conteo es automático Ver (Fig.8).

Este puesto podría implicar un mayor costo de mantenimiento, pero es mucho más productivo y requiere de menor espacio físico que el de la primera propuesta.

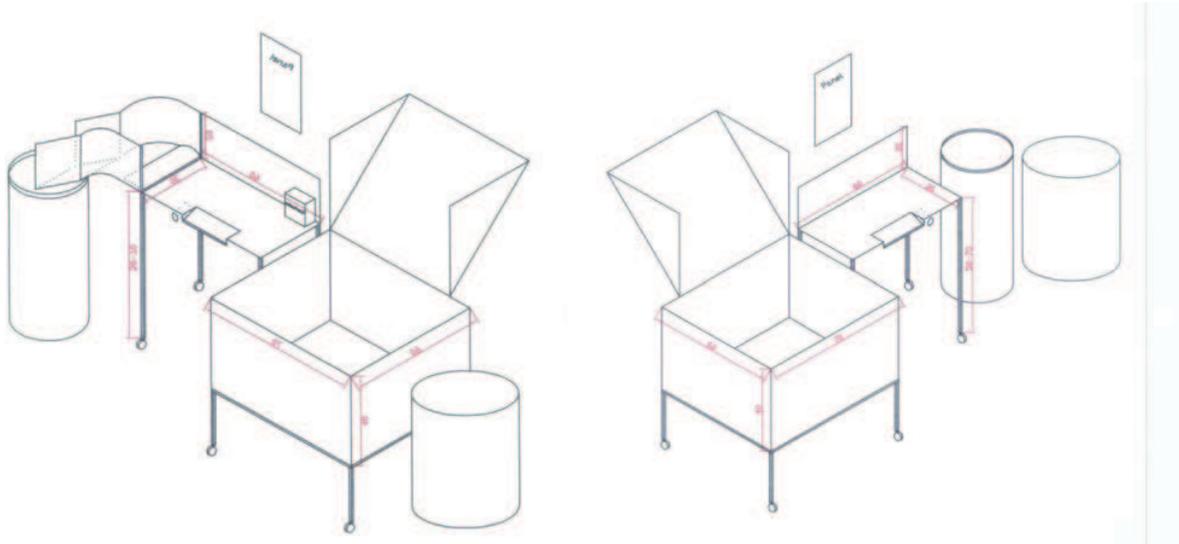


Fig.8. Puesto de trabajo por caída de tobogán y sensor eléctrico

Fuente Primaria

4. Puesto para accesorios de mayor volumen

Es recomendable que el Área de Inyección cuente con mesas de altura ajustable de 95cm. a 120cm. para trabajos de pie-sentado Ver (Fig. 9) elaboradas con las dimensiones de los sacos que se utilizan para colocar de forma acomodada los accesorios de mayor volumen (60cm x 100cm

aproximadamente). Junto a estas mesas de trabajo, debe encontrarse otra mesa que soporta una piletta Ver (Fig. 10).

La piletta podría tener un volumen similar al actual, pero con una altura de 35 cm., mayor longitud y menor ancho para aprovechar de mejor forma el espacio de trabajo.

De similar forma que los demás puestos, éste posee ruedas con frenos para tener buena estabilidad y un lugar para colocar las herramientas manuales que se utilizan.

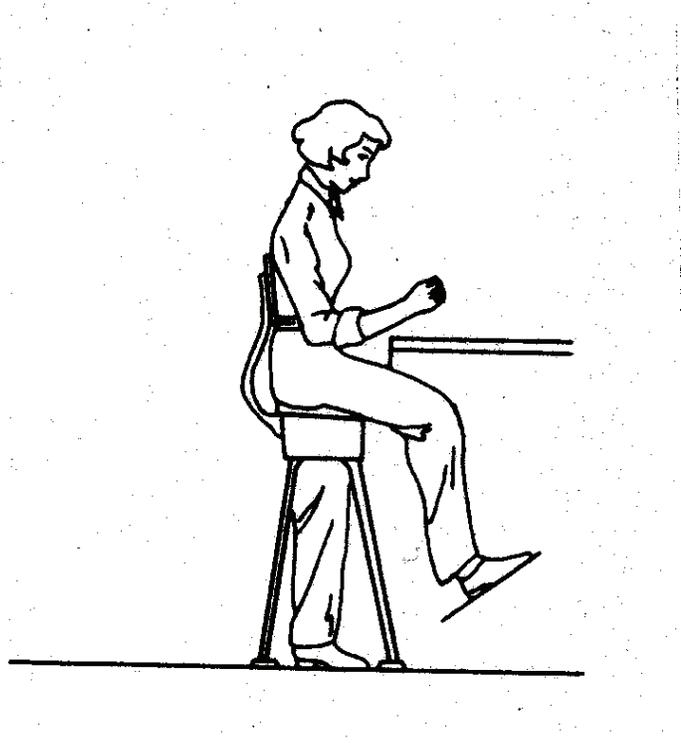


Fig.9. Puesto de trabajo para labores de pie-sentado

Fuente. Human Factors in Engineering and Design

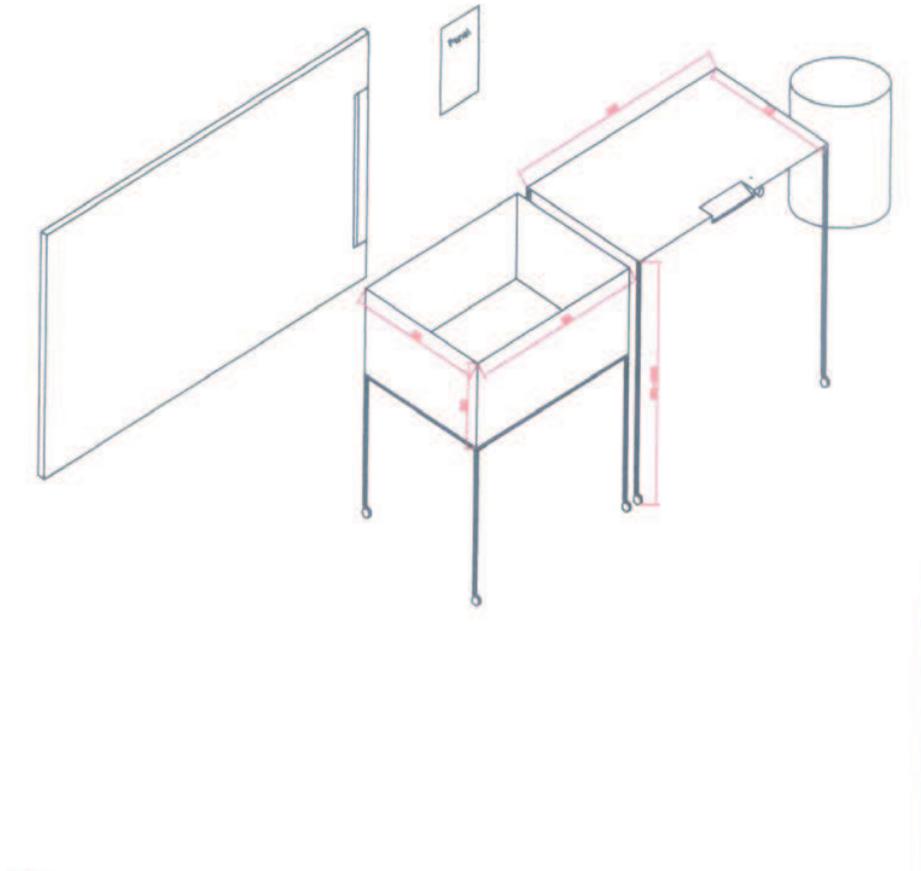


Fig.10. Puesto de trabajo para accesorios de gran volumen

Fuente Primaria

5. Sillas ergonómicas

Las sillas utilizadas Ver (Fig. 11). Poseen un ajuste para subir y bajar su nivel muy amplio (el asiento se encuentra entre 47 y 75cm de altura), no obstante han provocado inconformidad en los operarios porque el respaldar es metálico y produce molestias a nivel lumbar (el respaldar posee un ancho de 36 cm y 25 cm de alto). Además, las sillas no poseen ruedas, tienen sólo cuatro patas y su asiento es circular e inestable.



Fig.11. Silla utilizada por los trabajadores del Área de Inyección

Fuente. Departamento de Inyección de la empresa.

Se han seleccionado básicamente dos sillas ergonómicas diferentes: una para puestos de trabajo de pie-sentado (con aro y ruedas) y una para los trabajos donde la persona se encuentra siempre sentada a un nivel normal (con sus pies en el piso).

La silla para trabajo sentado (sin aro) Ver (Fig.12) va a ser utilizada para el puesto de la llave de chorro y para los puestos de trabajo diseñados para accesorios de tamaño intermedio (accesorios que caen directamente en el saco).

Las sillas para trabajo de pie-sentado Ver (Fig. 13) son utilizadas en los puestos de trabajo donde los accesorios deben ser extraídos manualmente del molde (los accesorios que no caen por la rampa de la máquina a una pileta).

Para el caso de los puestos diseñados, serán usadas en los puestos de trabajo para accesorios de mayor volumen y en los casos en que un molde rápido permita hacer descansos periódicos.

Ambas sillas se encuentran hechas para soportar trabajos pesados. Las especificaciones de cada una de ellas se pueden Ver (Fig.12 y 13).

En caso de que estas sillas no sean seleccionadas porque se han encontrado algunas que cumplen en mayor medida con las demandas del Área de Inyección, se deben tomar en consideración las recomendaciones sobre las dimensiones que debe poseer una silla ergonómica Ver (Fig.12 y 13).



Fig. 12. Silla para trabajo sentado marca Biofit

Fuente.

http://www.correctproducts.com/PRODUCTDETAIL/c5628_f8385/Benches__Chairs/Chairs/Cleanroom_Chairs/4X301.html



Fig. 13. Silla para trabajo de pie-sentado marca Biofit

Fuente.http://www.correctproducts.com/PRODUCTDETAIL/c5628_f8387/Benches__Chairs/Cleanroom_Chairs/4V301.html

6. Alfombras antifatiga

Es recomendable utilizar alfombras antifatiga en los puestos de trabajo donde las personas permanecen de pie durante toda la jornada laboral (caso de los moldes rápidos y algunos puestos para accesorios de gran volumen), con el fin de reducir el cansancio generado por la carga estática que soportan los pies y las piernas.

Se ha seleccionado una alfombra marca Wearwell No. 576. Ésta es una alfombra que da 40% más tracción de lo que OSHA recomienda para áreas donde está presente la humedad y existen superficies grasosas.

2.7. Elaboración de Matriz de Marco Lógico:

INFORMACIÓN GENERAL

Región: Alajuela, Coyo	Fecha de Presentación: 06/07/06
Análisis ergonómico del conjunto puesto de trabajo y herramientas manuales, utilizadas en el proceso de inyección, en una empresa de fabricación de productos plásticos, así como el planteamiento de una propuesta de mejora de las condiciones actuales.	Realizar un análisis ergonómico en los puestos de trabajo y herramientas manuales utilizadas en el área de Inyección de la empresa en estudio, en donde se determinen los factores de riesgo derivados de las condiciones actuales y se genere una propuesta de mejora.

Departamento Solicitante: Inyección

Responsable del Diseño del proyecto:	Mainor Piñeiro Castro.
Responsable de la Ejecución del proyecto:	Empresa de fabricación de productos plásticos.

Proyecto:

Ubicación: Empresa de fabricación de productos plásticos, Coyo de Alajuela.
Cobertura del proyecto: 82 personas.
Participantes: Población laboral del área de Inyección.

Componentes del Proyecto	Organización y Planificación <ul style="list-style-type: none"> - Definición de necesidades - Evaluación de factibilidad de implantación
	Búsqueda de soluciones <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de herramientas y de puestos - -
	Implementación y Evaluación <ul style="list-style-type: none"> - Implementación de mejoras. - Seguimiento sobre efectividad
	Recursos <ul style="list-style-type: none"> - Materiales - Financieros - Otros

Número de proyecto: Proy. # 1	Nombre del proyecto: “Análisis ergonómico del conjunto puesto de trabajo y herramientas manuales, utilizadas en el proceso de inyección, en una empresa de fabricación de productos plásticos, así como el planteamiento de una propuesta de mejora de las condiciones actuales.”.	
Nombre del Departamento:		
Componentes del proyecto:	Programa presupuestario:	Duración del Proyecto 7 meses Fecha Inicio: junio 2006 Fecha Finalización: diciembre 2006
Propósito General	Mejorar el diseño y condiciones ergonómicas del conjunto herramientas y puesto de trabajo del área de inyección	
Objetivos específicos		
Objetivos específicos 1. Realizar un análisis de los accidentes y lesiones en el período de tiempo comprendido entre enero de 2004 y diciembre de 2005, que tengan relación directa con el diseño de puesto de trabajo y el uso de herramientas manuales..	Resultados o Productos Esperados R.1.1. Identificar las causas de accidentalidad en el área de inyección en el periodo de tiempo estudiado R.1.2. Determinar la relación que existe entre los accidentes y el uso de herramientas manuales, así como el puesto de trabajo donde se realizan las labores.	Indicadores de Verificación <ul style="list-style-type: none"> ▪ Registro de accidentalidad de la empresa. ▪ Cantidad de accidentes relacionados al uso de herramientas o lesiones asociadas al puesto de trabajo.

<p>2. Identificar las principales operaciones donde se presenta molestias de tipo músculo esqueléticas, analizar sus causas y desarrollar acciones de mejora.</p>	<p>R.2.1. Identificar las operaciones (molde trabajado), que producen mayor molestia en las personas o que han originado accidentalidad.</p> <p>R.2.2. Poseer un panorama específico de factores de riesgo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moldes con mayor cantidad de cavidades ▪ Cantidad de movimientos en su operación.
<p>3. Evaluar ergonómicamente el diseño de los puestos de trabajo y de las herramientas manuales utilizadas en el área, determinando su efectividad</p>	<p>R.3.1. Identificar deficiencias ergonómicas en el diseño de las herramientas utilizadas.</p> <p>R. 3.2. Identificar deficiencias ergonómicas del puesto de trabajo donde se desarrollan las operaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipo de riesgo ▪ Consecuencia ▪ Exposición ▪ Probabilidad de lesión
<p>4. Establecer recomendaciones para la mejora ergonómica de los puestos de trabajo y de las herramientas manuales, que beneficien y ayuden a disminuir lesiones</p>	<p>R.4.1. Clasificar los niveles de exposición.</p> <p>R.4.2. Definir las prioridades de intervención.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Características físicas y ergonómicas de la herramienta. ▪ Diseño del mango de la cuchilla. ▪ Diseño del mango y área de corte de la cortadora. ▪ Diseño ergonómico del puesto de trabajo.

Capítulo III

3. Formulación de Proyecto

3.1. Estimación de la población Objetivo.

La empresa en estudio cuenta actualmente con una población total de 812 personas, distribuidas en las diferentes áreas o procesos de la misma.

La propuesta de mejora se enfoca en el área de inyección, en la cual existen actualmente 25 máquinas, las cuales son operadas por 25 personas distribuidas en tres turnos diferentes, lo que nos da una población de 75 personas.

A este dato se le deben sumar siete personas más del proceso, que sirven como soporte a las labores diversas o secundarias que se deben realizar (carga de materia prima, distribución de material de empaque, operación de la maquinaria).

Esto nos da una población total del área de 82 personas, las cuales son las que se catalogan como la población objetivo del proyecto.

Dicha población Objetivo, representa un 10% de la población total de la empresa, recordando que la producción en el área, medida en toneladas anuales, es de aproximadamente un 40% del total de toda la empresa, por lo que es un área crítica dentro del proceso productivo general.

3.2. Organización de las etapas y actividades de la alternativa, cronograma de cumplimiento y presupuesto de las mismas.

Necesidad	Descripción	Cronograma de Cumplimiento	Presupuesto en colones
Nuevas Herramientas de Trabajo	Identificación de las herramientas manuales ideales para realizar el trabajo	Agosto de 2006	¢0.ºº
Adquisición de muestras de las herramientas manuales antes descritas	Compra de al menos dos herramientas manuales, con el objetivo de probarlas y aprobarlas por parte de los operarios y jefaturas de área	Septiembre de 2006	¢18 000ºº
Adquisición de las nuevas herramientas manuales	Compra de la cantidad necesaria de herramientas manuales, para todo el personal del área.	Octubre de 2006	
Modificación de Mango de la cuchilla	Adquisición de material (nylon), para modificar el mango de las cuchillas	Septiembre de 2006	¢48 000ºº
Puestos de trabajo diseñados de acuerdo a las necesidades	Diseño de los puestos de trabajo de acuerdo a la labor desarrollada	Agosto de 2006	¢12 000ºº
Implementación de los nuevos puestos de trabajo	Una vez diseñado el puesto de trabajo de acuerdo a las necesidades específicas de cada uno, se debe pasar a la fase de construcción de los mismos.	Diciembre de 2006	¢4 655 000ºº

3.3. Estimación de los costos incrementales de la Alternativa.

La estimación de los costos incrementales totales se basa en la variación acumulada del índice del precio del consumidor IPC, el cual es de 5,31% a junio de 2006, según los indicadores económicos del Banco Central de Costa Rica.

Necesidad	Descripción	Cronograma de Cumplimiento	Costo incremental
Nuevas Herramientas de Trabajo	Identificación de las herramientas manuales ideales para realizar el trabajo	Agosto de 2006	ϕ0.°°
Adquisición de muestras de las herramientas manuales antes descritas	Compra de al menos dos herramientas manuales, con el objetivo de probarlas y aprobarlas por parte de los operarios y jefaturas de área	Septiembre de 2006	ϕ955.80°°
Adquisición de las nuevas herramientas manuales	Compra de la cantidad necesaria de herramientas manuales, para todo el personal del área.	Octubre de 2006	
Modificación de Mango de la cuchilla	Adquisición de material (nylon), para modificar el mango de las cuchillas	Septiembre de 2006	ϕ2548.80°°
Puestos de trabajo diseñados de acuerdo a las	Diseño de los puestos de trabajo de acuerdo a la labor desarrollada	Agosto de 2006	ϕ637.2°°

necesidades			
Implementación de los nuevos puestos de trabajo	Una vez diseñado el puesto de trabajo de acuerdo a las necesidades específicas de cada uno, se debe pasar a la fase de construcción de los mismos.	Diciembre de 2006	¢247.180.50°°

Capítulo IV

4. Evaluación del Proyecto

4.1. Definición de Beneficios

Al aplicar un cambio ergonómico, tanto de los puestos de trabajo como de las herramientas manuales, se obtendrán diversos beneficios, tanto en la operación, como en la comodidad de la persona que realiza la labor de corte y limpieza de la pieza.

En este apartado se pueden mencionar beneficios como los siguientes:

- 1- Los puestos de trabajo serán regulables a las características propias de cada persona que lo ocupe, es decir, cada persona podrá hacer del puesto de trabajo, un lugar que se adapte a él, y no a la inversa como sucede actualmente.
- 2- Al existir mayor confort en la persona, existirá un ambiente de trabajo más agradable a la persona, reduciendo la tensión por el discomfort que se pueda generar con puestos de trabajo como los actuales.
- 3- Se facilitarán las labores específicas de cada puesto, trayendo consigo, un incremento en la efectividad de la producción.
- 4- Se disminuirán o minimizarán, las lesiones o dolencias a nivel lumbar y muscular, debido a malas posturas en el puesto de trabajo.
- 5- Al tener herramientas de trabajo más seguras y confortables, la persona podrá realizar los movimientos de corte de piezas y limpieza de rebaba, de una forma más efectiva y segura.
- 6- Al ser las herramientas ergonómicamente diseñadas, las lesiones por presión o tensión en algunas regiones de la mano, se disminuirán significativamente, ya que las herramientas propuestas, son más confortables y se adaptan mejor a las características o formas de las manos de las personas.

4.2 Aplicación de la Metodología Costo-efectividad

Objetivos específicos	Resultados esperados	Costo
Realizar un análisis de los accidentes y lesiones en el período de tiempo comprendido entre enero de 2004 y diciembre de 2005, que tengan relación directa con el diseño de puesto de trabajo y el uso de herramientas manuales.	Contar con datos estadísticos que revelen la cantidad de accidentes ocurridos en el área, y que tengan relación con aspectos del puesto de trabajo y de las herramientas manuales utilizadas.	Sin Costo.
Objetivos específicos	Resultados esperados	Costo
Identificar las principales operaciones donde se presenta molestias de tipo músculo esqueléticas, analizar sus causas y generar acciones de mejora al respecto.	Tener identificadas las operaciones que más producen molestias en el personal expuesto, y desarrollar las acciones necesarias para minimizar su impacto	260.000
Objetivos específicos	Resultados esperados	Costo
Evaluar ergonómicamente el diseño de los puestos de trabajo y de las herramientas manuales utilizadas en el área, determinando su efectividad	Establecer cuales son las herramientas manuales más adecuadas a las labores desarrolladas, tomando en cuenta sus características ergonómicas	120.000
Objetivos específicos	Resultados esperados	Costo
Establecer recomendaciones para la mejora ergonómica de los puestos de trabajo y de las herramientas manuales, que beneficien al personal y ayuden a disminuir lesiones	Realizar un cambio de las herramientas manuales utilizadas actualmente, e instaurar las que son más adecuadas a la labor.	360.000
Objetivos específicos	Resultados esperados	Costo
Establecer recomendaciones para la mejora ergonómica de los puestos de trabajo y de las herramientas manuales, que beneficien al personal y ayuden a disminuir lesiones.	Realizar un cambio de los puestos de trabajo actuales, e instaurar puestos de trabajo ajustables a la persona que ocupa dicho puesto.	4,655.000

4.3 Análisis de Sensibilidad

Dentro de la sensibilidad que se puede encontrar en el desarrollo del proyecto, podemos analizar algunos puntos o factores que pueden ser especialmente sensibles, tales como:

1. Inexistencia en el mercado local de la herramienta manual requerida o recomendada, ya que la misma se debe mandar a traer al exterior.
2. Resistencia en un principio, del personal al estar acostumbrados al uso de una herramienta durante muchos años anteriores.
3. Resistencia de la administración y jefaturas del área, a cambiar la herramienta.
4. El costo de la misma, se puede incrementar en un cierto porcentaje, debido a que los precios son dados en dólares americanos.
5. Respecto a los puestos de trabajo, la elaboración de todos los diferentes puestos puede representar un tiempo considerable, máxime que el diseño de los mismos contempla mecanismos que requieren de labores de ingeniería y precisión, y esto no en todos los talleres mecánicos lo ofrecen.
6. El costo de la elaboración de los puestos de trabajo propuestos, es más alto que el costo de los puestos de trabajo utilizados actualmente, los cuales son elaborados de forma muy "simple", sin obedecer a un diseño ergonómico de los mismos.
7. Para que el proyecto sea ejecutado, se debe realizar un trabajo específico de sensibilización y concientización de la parte gerencial, técnica y operativa de la compañía, para que no exista resistencia a las mejoras planteadas.

4.4 Identificación de Beneficios Indirectos.

Los beneficios indirectos se pueden describir relacionados tanto con la producción, como con el personal involucrado, ya que la producción se verá

beneficiada al tener mejores puestos de trabajo y mejores herramientas, lo que facilitará el desarrollo de las labores en el área productiva.

Al ser los puesto de trabajo diseñados de forma que cualquier persona pueda adaptarse al mismo, esto facilitará y reducirá los movimientos innecesarios que se dan, cuando una persona labora en un puesto no acondicionado a las características antropométricas del mismo.

Al reducir los movimientos, se reduce el tiempo de fabricación, lo que hace que la tarea sea más efectiva y a la vez segura, al evitar también dolencias de tipo músculo-esqueléticas.

Estas dolencias o lesiones también se reducirán con el uso de las herramientas manuales ergonómicas, que se adaptan mejor a la forma de la mano de la persona que la utiliza, y que reduce sustancialmente los puntos de presión en las mismas.

Con la mejora de las herramientas manuales y de los puestos de trabajo, se reducen eventualmente la ocurrencia de incidentes y accidentes de trabajo, y por ende las incapacidades que originarían tiempo perdido a la empresa.

Capítulo V

5.1. Análisis de Resultados Obtenidos

- De acuerdo con las estadísticas obtenidas de la información proporcionada por parte del Departamento Médico de la empresa, el riesgo al que se le debe dar prioridad es al de corte, ya que representa el 57.7% de los accidentes del Área. Luego de éste, los accidentes son generados principalmente por las condiciones inseguras en los puestos de trabajo.
- De acuerdo con la encuesta de síntomas músculo-esqueléticos, las molestias que presentan los operarios del Área de Inyección por problemas ergonómicos no son generados con una periodicidad constante, sino que se producen cuando en la máquina está instalado un molde rápido. Por esta razón, se puede concluir que no existe relación entre el tiempo de trabajar en la planta y la frecuencia con que se presentan molestias músculo-esqueléticas.
- Los operarios del Área de Inyección han identificado como la principal molestia al trabajar con un molde rápido, un dolor a nivel de extremidades superiores distales, seguido por adormecimiento, debilidad y hormigueo. Para reducir este tipo de molestias se deben hacer mejoras en los moldes y en los puestos de trabajo.
- Actualmente, el 64% de los trabajadores señala que no ha recibido capacitación en cuanto al uso de las herramientas manuales. Es de gran importancia que el personal operativo reciba este tipo de capacitación para que sus herramientas se mantengan siempre de la mejor manera y se reduzca la tendencia a desarrollar molestias a causa del mal estado de las mismas.
- Las lumbalgias que presentan los trabajadores con mayor antigüedad en el puesto se han desarrollado principalmente por malas posturas de trabajo y el mal manejo de cargas. Recientemente, los trabajadores han recibido capacitaciones respecto del manejo

manual de cargas y, por tanto, los dolores se han reducido considerablemente en los últimos años.

- Según los resultados del método RULA, en el 87% de los puestos de trabajo se adoptan malas posturas corporales. Por esta razón, se deben tomar medidas en el diseño de los puestos de trabajo con el fin de minimizar esta cifra. Las zonas corporales más afectadas son el cuello (ojos miran hacia abajo mientras se corta), codos, muñecas (falta de neutralidad en su postura) y el tronco (cuando la piqueta se encuentra a nivel de suelo y la persona debe extraer los accesorios manualmente).
- Mediante la utilización de los puestos de trabajo diseñados, se espera mejorar las deficiencias en las posturas corporales que presentan problemas de acuerdo con los resultados obtenidos por los métodos RULA.
- Los resultados del Método Strain Index revelan que en el 44% de los puestos de trabajo evaluados, la operación realizada es de alto riesgo para las extremidades superiores distales de los operarios, y en otro 12% existe gran predisposición a presentar alteraciones en los mismos miembros (manos y muñecas).
- La cuchilla y la cortadora han sido utilizadas para eliminar la rebaba y cortar sprues por más de veinte años sin modificación alguna. Las herramientas pueden ser mejoradas (como el diseño de un mango ergonómico para la cuchilla), o en el caso de la cortadora reemplazada por una especial para la industria del plástico. Esta situación no limita la resistencia al cambio que se podría presentar por parte de los trabajadores (principalmente los que poseen antigüedad en el puesto).
- De implementar las modificaciones planteadas a las herramientas manuales que se utilizan actualmente en el Área de Inyección, si se aplicara nuevamente la lista de verificación para herramientas manuales, el porcentaje de mejora en el número de ítems afirmativos referentes a características de las herramientas sería, para la cortadora, de un 50% respecto a la anterior. Para la cuchilla, se espera que el porcentaje de criterios aplicados mejore en un 31%.

- En la medida en que los moldes posean mejor mantenimiento (accesorios portarían menos rebaba), se limitará el uso de las herramientas manuales y, por ende, se reducirá el impacto de los factores de riesgo ergonómico sobre los operarios del Área de Inyección.
- Los puestos de trabajo que se utilizan actualmente, fueron elaborados para realizar trabajos de pie a una altura promedio de 80cm (para colocar sobre ellos una pileta) sin la utilización de un criterio antropométrico. La altura de trabajo debería estar entre 96.4 y 116.3, y si se diseña para la media de 106.7. Dado que las medidas antropométricas de los trabajadores varían considerablemente, se han presentado problemas ergonómicos por malas posturas a causa de que los puestos de trabajo no son ajustables.
- Las sillas utilizadas presentan un buen ajuste en la altura del asiento, pero no cumplen con los requerimientos que debe poseer una silla para ser ergonómica respecto a dimensiones del asiento, apoyo lumbar, aro usado como descansa pies, patas y ruedas para su desplazamiento.

5.2. Recomendaciones.

- Controlar, para efectos del Registro Médico de la Empresa, tanto los accidentes incapacitantes que se han generado en las diferentes áreas como las visitas que se han hecho al consultorio médico por motivo de molestias músculo-esqueléticas. Si se conoce por qué se han dado todas las molestias en los trabajadores, se pueden tomar medidas correctivas para que no se continúen produciendo estas molestias.
- Utilizar herramientas de mano que reduzcan la tendencia a desarrollar problemas músculo-esqueléticos, como las cortadoras especiales para la industria del plástico con mango ergonómico, o realizar mejoras en las mismas como en el caso de la cuchilla, donde se ha realizado una mejora ergonómica modificando el diseño del mango actual.
- Desarrollar una capacitación general sobre el adecuado mantenimiento, manipulación y medidas de seguridad a tomar para las herramientas

manuales, tomando en cuenta recomendaciones como las mostradas en el Apéndice 12. Este tipo de programas ayuda a que la carga de trabajo sea menor para los trabajadores e incrementa la vida útil de las herramientas.

- Proporcionar un buen mantenimiento a los moldes de las máquinas inyectoras, ya que, en la medida en que se encuentren en mejor estado, los accesorios de PVC no portarán rebabas y por tanto se reducirán las lesiones y accidentes originados por la utilización de herramientas cortantes como la cuchilla.
- Rotar el personal al menos cada cuatro horas (cada operario trabaja en dos máquinas diferentes durante la jornada laboral).
- Colocar puestos de trabajo ajustables que permitan mejorar las posturas corporales del cuello y los miembros superiores de los operarios y que se adapten a las exigencias de un molde específico.
- Utilizar sillas ergonómicas que posean un asiento y un soporte lumbar adecuado cuando el molde que está colocado en la máquina permita al operario trabajar sentado
- Colocar, junto a las máquinas inyectoras donde generalmente se trabaja de pie, alfombras antifatiga para aumentar el confort de los operarios en sus puestos de trabajo.
- Realizar evaluaciones termohigrométricas, de ruido y de iluminación en el Área de Inyección de la nueva planta del Coyol de Alajuela, con el fin de confirmar que las condiciones ambientales son apropiadas para la tarea realizada.

Bibliografía

- Acuña, J. 2004. *Manual de Fórmulas y Tablas Estadísticas*. 2 ed. CR. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Coastal, 1996, *La Ergonomía*, USA.
- Estrada, J. 2001. *Ergonomía*. 2 ed. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia.
- García, R. 1998. *Estudio del Trabajo. Medición del Trabajo*. México. Editorial Mc Graw Hill.
- Jiménez, J., S.F. *Aspectos Básicos sobre Seguridad y Salud en el Trabajo*, CR, Instituto Nacional de Seguros.
- Konz S, 2000. *Diseño de Sistemas de Trabajo*. Traducido por Calvet, R. México. Editorial LIMUSA.
- LaDou, J. 1999. *Medicina Laboral y Ambiental*. Traducido por Occupational & Environmental Medicine. 2 ed. Colombia. Editorial El Manual Moderno. Pág. 47.
- Macleod, D., Jacobs, P. & Larson N., 1990. *Manual de Ergonomía*. Minnesota, USA. Ergotech Incorporated.
- NIOSH, 2004. *A Guide to Selecting Non-Powered Hand Tools*. California, USA. Publicado por el Departamento de California de Relaciones Industriales y NIOSH.
- Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. 2003. *Metodología de la Investigación*. 3 ed. México. Mc Graw Hill.
- Consultas en línea
- Fundación Ciencias de la Salud, S.F. ES. Correlación, Pearson y Spearman. Consultado el día: 01/06/2006. Disponible en:
http://www.e-pfb.com/ebiometria/pfb_teb/tecnicas_y_casos/te11.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. S.F. ES. Nota Técnica de Prevención 391. Herramientas manuales (I): condiciones generales de seguridad. Consultado el día: 10/07/2006. Disponible en:
http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_391.htm

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, S.F. ES. SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO. Consultado el día: 09/07/2006. Disponible en: http://www.mtas.es/insht/practice/f_tunnel.htm
- McAtamney, L. & Corlett E. 1993. USA. RULA: A Survey Method for the Investigation of World-Related Upper Limb Disorders. Consultado el día: 27/07/2006. Disponible en: http://www.labourline.org/GEIDEFile/rula.PDF?Archive=193989191116&File=rula_PDF
- Melo, J. L. 2005. AR. Ergonomía: La ergonomía aplicada a herramientas. Consultado el día: 10/07/2006. Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=64>
- Merck Sharp & Dohme, 2005, ES. Enfermedades de músculos, bolsas y tendones. Consultado el día: 28/07/2006. Disponible en: http://www.msd.es/publicaciones/mmerck_hogar/seccion_05/seccion_05_055.html
- NIOSH, 1997. USA. Elements of Ergonomics Programs. Consultado el día: 29/06/2006. Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/97-117.pdf>
- NIOSH, 1997. Folletos Informativos Síndrome del Túnel Carpiano. USA. Consultado 09/07/2006. Disponible en: <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/fact-sheets/Fact-sheet-705001.html>
- NIOSH, SF. USA. Lista de Verificación para Inspección de Seguridad, Herramientas de Mano. Consultado el día: 16/07/2006. Disponible en: <http://www.cdc.gov/elcosh/docs/d0200/d000231/d000231-s.pdf>
- OSHA, 1993. Ergonomics Program Management Guidelines for Meatpacking Plants. USA. Consultado el día 29/08/2006. Disponible en: <http://www.osha.gov/Publications/osha3123.pdf>
- OSHA, 1997. JOB HAZARD ANALYSIS TOOLS. USA. Consultado el día 29/06/2006. Disponible en: <http://64.233.187.104/search?q=cache:zADiNAqCiB4J:www.woema.org/wkn/Speaker%2520Powerpoint%2520WOHC/Janowitz-1FedOSHAergotools.pdf+%22job+hazard+analysis+tools%22%2B%22Job+Strain+Index%22&hl=es>

OSHA, 2004. Guidelines for Poultry Processing. USA. Consultado el día 29/07/2006. Disponible en:

<http://www.osha.gov/ergonomics/guidelines/poultryprocessing/poultryall-in-one.pdf>

Universidad de Cornell, 2000. RULA Employee Assessment Worksheet. Consultado el día 25/06/2006. Disponible en:

<http://ergo.human.cornell.edu/Pub/AHquest/CURULA.pdf>

APÉNDICES

Apéndice 1

Encuesta para Detección de Molestias Músculo-Esqueléticas

A partir de esta encuesta, se iniciará el proyecto de mejoras para las condiciones de trabajo en el Área de Inyección de la empresa, detectando las posibles molestias o lesiones que se podrían presentar debidas a su trabajo. Por favor no deje ningún espacio en blanco y responda con sinceridad, ya que la encuesta será totalmente confidencial.

¡Gracias!

1. Edad: _____.

2. Estatura: _____.

3. Peso: _____.

4. ¿Ha tenido usted algún trabajo diferente al que realiza ahora?

_____ Sí

_____ No (pase a la pregunta 6)

5. ¿Cuáles fueron sus funciones en su(s) trabajo(s) anterior(es)?

6. Antes de iniciar a trabajar en el área de Inyección, recibió usted capacitación respecto a: (puede marcar una o varias de las opciones)

_____ Cómo debe hacer su trabajo,

_____Cuál es la forma correcta de usar sus herramientas,

_____ Las medidas de seguridad que debe tomar,

_____ Las posturas de trabajo que debe adoptar durante sus labores.

7. ¿Por cuánto tiempo ha desempeñado su trabajo en el área de Inyección?

- Trabajador con antigüedad en el puesto

_____ Año(s), _____ Mes (es).

- Trabajador de Ingreso Reciente (Menor a un año)

_____ Mes (es), _____ Semana(s).

8. ¿Durante este tiempo, alguna vez ha tenido un accidente, enfermedad o lesión?

_____ Sí

_____ No

9. Si su respuesta fue positiva, por favor indique en que consistió el(los) accidente(s), la(s) enfermedad(es) o la(s) lesión(es).

10. ¿Cómo trabaja usted generalmente?

- De Pie
 Sentado
 De Pie y Sentado

11. ¿Su trabajo le permite estar cambiando de posición a lo largo del día teniendo buena movilidad?

- Sí
 No

12. Durante su trabajo debe de: (puede marcar una o varias de las opciones)

- a. Girar su tronco con mucha frecuencia.
b. Agacharse de forma muy repetitiva o estar de cuclillas gran parte del tiempo.
c. Girar su muñeca frecuentemente.
d. Extender sus brazos totalmente para alcanzar herramientas u otros objetos.
e. Levantar alguna carga muy alta en forma manual.

13. La tarea que usted realiza requiere con mucha frecuencia movimientos de: (puede marcar una o varias de las opciones)

- | | |
|----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Cuello | <input type="checkbox"/> Muñecas |
| <input type="checkbox"/> Hombros | <input type="checkbox"/> Los dedos |
| <input type="checkbox"/> Codos | <input type="checkbox"/> Ninguna de las anteriores |

14. ¿Siente usted frecuentemente alguna molestia en la muñeca de la mano o en los dedos con los que manipula la cortadora y la cuchilla?

- Sí
 No (pase a la pregunta 17)

15. ¿Cuál sería la mejor palabra para describir la molestia? (puede marcar más de una opción)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Dolor | <input type="checkbox"/> Hinchazón |
| <input type="checkbox"/> Quemadura | <input type="checkbox"/> Pérdida de movilidad (tiesura) |
| <input type="checkbox"/> Calambre | <input type="checkbox"/> Hormigueo |
| <input type="checkbox"/> Pérdida de color de la piel | <input type="checkbox"/> Debilidad |
| <input type="checkbox"/> Adormecimiento | <input type="checkbox"/> Otra |

16. ¿Con qué frecuencia siente la molestia?

- A diario
 Semanalmente
 Quincenalmente
 Sólo cuando corta ciertos accesorios o para algunos moldes. ¿Cuáles?
-

Otra:

17. Cree usted que alguna molestia que se pudiera presentar durante el trabajo se deba a: (puede marcar una o varias de las opciones)

El material con el que trabaja.

Las herramientas de mano que utiliza.

El puesto de trabajo en el que se encuentra.

Las condiciones que se encuentran en el ambiente (ruido, calor, suciedad).

El accesorio que está cortando.

18. ¿Qué piensa que se podría hacer para mejorar su puesto y su espacio de trabajo?

19. Respecto a las herramientas de mano que utiliza, ¿Considera que son las más adecuadas para realizar su trabajo? ¿Qué opina acerca de ellas?

² Los datos para la elaboración de esta encuesta fueron tomados del documento "Elements of Ergonomics Programs" de NIOSH.

Apéndice 2

Lista de Verificación para Condiciones de la Cortadora

Marque con un check (✓) o una equis (X) de acuerdo al cumplimiento o incumplimiento de cada una de las opciones que se presentan en esta lista.

Puesto: _____ **Trabajador:**
_____.

Características de la Herramienta

- | | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | La herramienta utilizada es ideal para el trabajo. |
| <input type="checkbox"/> | La herramienta es utilizada con un propósito específico. |
| <input type="checkbox"/> | La herramienta puede ser utilizada tanto con la mano derecha como con la izquierda. |
| <input type="checkbox"/> | La herramienta no es tan pesada como para forzar el brazo y el hombro. |
| <input type="checkbox"/> | Su uso no hace que la muñeca se extienda totalmente. |
| <input type="checkbox"/> | Su uso no produce una gran desviación cubital. |
| <input type="checkbox"/> | La longitud de los mangos es mayor a la parte más ancha de la mano y permite un adecuado apalancamiento. |
| <input type="checkbox"/> | El mango de la herramienta posee un recubrimiento de material suave y posee fricción suficiente para un agarre adecuado. |
| <input type="checkbox"/> | Se encuentra diseñada para que el mango no genere molestias por presión de contacto en la palma de la mano. |
| <input type="checkbox"/> | Los mangos de la cortadora presentan una abertura que va de 2 a 3,5 pulgadas entre ellos. |
| <input type="checkbox"/> | Se encuentran los mangos de la cortadora libres de salientes para el acople de los dedos. |
| <input type="checkbox"/> | Vuelven los mangos de la cortadora a abrirse luego de haberse presionado, ya sea por medio de un resorte o por un dispositivo que le ayude a tal fin. |
| <input type="checkbox"/> | Tiene los mangos curvos cuando la fuerza es aplicada horizontalmente y están derechos cuando se aplica la fuerza verticalmente. |

Inspección.

- | | |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | La herramienta se inspecciona diariamente antes de utilizarse respecto a picaduras, deformaciones, desgaste del metal y adecuado funcionamiento. |
| <input type="checkbox"/> | Si se encuentra en mal estado o dañada, se marca y es removida hasta que sea reparada o sea reemplazada. |

EPP.

- | | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | El trabajador siempre utiliza su Equipo de Protección Personal. |
| <input type="checkbox"/> | Se utiliza la <i>adecuada</i> protección para las manos (Factores Ambientales). |

- | | |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | La protección para los dedos o manos (si se utiliza) permite un buen agarre de los mangos de las herramientas. |
| <input type="checkbox"/> | La utilización de protección para dedos o manos (si se utiliza) no implica cansancio para el trabajador. |

Mantenimiento y Almacenamiento.

- | | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | La herramienta se guarda en una bolsa o estuche apropiado cuando no está en uso y no es simplemente depositada donde no se encuentra protegida de agentes que se encuentran en el ambiente. |
| <input type="checkbox"/> | Nunca se deja en lugares que se encuentren por encima de la cabeza. |
| <input type="checkbox"/> | Se protege contra agua, aceite superficies calientes o sustancias químicas que la pueda dañar durante el trabajo. |
| <input type="checkbox"/> | La herramienta se mantiene limpia. |
| <input type="checkbox"/> | La herramienta se mantiene afilada. ³ |

³Modificada de la Lista de Verificación para Herramientas Manuales de NIOSH. Además fueron tomadas consideraciones del documento "A Guide to Selecting Non-Powered Hand Tools".

Apéndice 3

Lista de Verificación para Condiciones de la Cuchilla

Marque con un check (✓) o una equis (X) de acuerdo al cumplimiento o incumplimiento de cada una de las opciones que se presentan en esta lista.

Puesto: _____ . Trabajador: _____ .

Características de la Herramienta

<input type="checkbox"/>	La herramienta utilizada es ideal para el trabajo.
<input type="checkbox"/>	La herramienta es utilizada con un propósito específico.
<input type="checkbox"/>	La herramienta puede ser utilizada tanto con la mano derecha como con la izquierda.
<input type="checkbox"/>	La herramienta no es tan pesada como para forzar el brazo y el hombro.
<input type="checkbox"/>	El uso de la cuchilla permite que la muñeca se encuentre recta.
<input type="checkbox"/>	El uso de la herramienta no hace que la muñeca se extienda totalmente.
<input type="checkbox"/>	El uso de la herramienta no produce una gran desviación cubital.
<input type="checkbox"/>	Se encuentra diseñada para que el mango no genere molestias por presión de contacto en la palma de la mano.
<input type="checkbox"/>	Su mango posee un recubrimiento de material suave.
<input type="checkbox"/>	El mango posee fricción suficiente para un agarre adecuado.
<input type="checkbox"/>	El mango de la cuchilla se adapta bien a la mano y se encuentra libre de salientes.
<input type="checkbox"/>	El diámetro mayor del mango de la cuchilla se encuentra entre 1 y 2 centímetros.

EPP

<input type="checkbox"/>	Los trabajadores siempre utilizan su Equipo de Protección Personal.
<input type="checkbox"/>	Se utiliza la <i>adecuada</i> protección para las manos (Factores Ambientales).
<input type="checkbox"/>	La protección para los dedos o manos permite un buen agarre de los mangos de las herramientas.
<input type="checkbox"/>	Utilización de protección para dedos o manos (si se utiliza) no implica cansancio para el trabajador.

Inspección

	La herramienta se inspecciona diariamente antes de utilizarse respecto a picaduras, deformaciones, desgaste del metal y adecuado funcionamiento.
	Si se encuentra en mal estado o dañada, se marca y es removida hasta que sea reparada o sea reemplazada.

Mantenimiento y Almacenamiento.

	La herramienta se guarda en una bolsa o estuche apropiado cuando no está en uso y no es simplemente depositada donde no se encuentra protegida de agentes que se encuentran en el ambiente.
	Nunca se deja en lugares que se encuentren por encima de la cabeza.
	Se protege contra agua, aceite superficies calientes o sustancias químicas que la pueda dañar durante el trabajo.
	La herramienta se mantiene limpia.
	La herramienta se mantiene afilada.
	La hoja de la cuchilla es suficientemente fuerte para soportar la presión generada por fuerzas excesivas.
	Existe algún parámetro que indique en que condiciones debe ser reemplazada la hoja de la cuchilla. ⁴

⁴Modificada de la Lista de Verificación para Herramientas Manuales de NIOSH. Además fueron tomadas consideraciones del documento “*A Guide to Selecting Non- Powered Hand Tools*”.

Apéndice 4

Obtención y clasificación del índice de masa corporal

Para obtener el índice de masa corporal de la muestra de trabajadores fue utilizada la siguiente fórmula:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso de la persona (Kg.)}}{\text{Estatura}^2 \text{ (m)}}$$

La clasificación del estado de acuerdo con el índice de masa corporal que fue utilizada se puede observar en el Cuadro 9.2.

Cuadro 9.2. Rangos de índice de masa corporal según el estado de la persona

Estado de la persona	Rango de índice de masa corporal
Bajo peso	<20
Normal	20 a 25
Sobrepeso	25 a 30
Obesidad	30 a 40
Predisposición a problemas con el corazón o diabetes.	>40

Fuente. Doctor Marco Antonio García

Por ejemplo, si el trabajador número uno (T1) pesa 59 Kg. y mide 1.78 m de altura, su índice de masa corporal es de:

$$\text{IMC} = \frac{59 \text{ Kg.}}{(1.78\text{m})^2}$$

$$\text{IMC} = 18.62.$$

Para este caso, la persona se encuentra en una situación de bajo peso.

Apéndice 5.
Resultados de la encuesta de síntomas músculo-esqueléticos

Trabajador	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11
T1	24	1,78	59	Sí	Empacador	✓		5 Años	Sí	Corte	De pie	No
T2	32	1,75	72	Sí	Operario		✓	2 Años	No	-	Pie-S.	No
T3	32	1,75	67	No	-	✓		13 Años	Sí	Corte	Pie-S.	Sí
T4	26	1,85	80	Sí	Op., Chofer		✓	4 Meses	No		De pie	No
T5	32	1,6	72	Sí	Operario		✓	2,75 Años	Sí	Aplastamiento	Pie-S.	No
T6	35	1,6	64	Sí	Operario			3 Años	Sí	Corte	Pie-S.	Sí
T7	30	1,78	92	Sí	Operario	✓	✓	1,16 Años	No		De pie	No
T8	29	1,74	93	Sí	Op., Ventas	✓	✓	10 Meses	No		Pie-S.	No
T9	36	1,65	79	Sí	Op., Soldadura	✓	✓	3,66 Años	No		Pie-S.	Sí
T10	37	1,7	85	Sí	Operario	✓	✓	11 Meses	Sí	Corte	Pie-S.	Sí
T11	32	1,7	70	Sí	Operario			2,5 Años	Sí	Corte	Pie-S.	No
T12	39	1,65	63	Sí	Construcción			9,66 Años	Sí	Malestar Cabeza	Pie-S.	No
T13	40	1,7	68	Sí	Operario	✓	✓	5 Meses	No		Pie-S.	Sí
T14	22	1,73	75	Sí	Operario	✓	✓	5 Meses	Sí	Alergia	Pie-S.	No
T15	27	1,8	70	Sí	Asistente Supervisor	✓	✓	3,66 Años	No		Pie-S.	Sí
T16	45	1,73	74	No	-		✓	8,5 Meses	No		Pie-S.	Sí
T17	37	1,72	66	Sí	Inventarios, Bodega	✓	✓	7 Meses	No		Pie-S.	Sí
T18	25	1,7	78	Sí	Varios			5 Años	Sí	Corte	Pie-S.	Sí
T19	21	1,75	62	Sí	Operario		✓	2 Semanas	No		Pie-S.	Sí
T20	33	1,7	74	Sí	Operario		✓	2 Meses	No		Pie-S.	No
T21	42	1,8	62	Sí	Operario			16 Años	Sí	Herida Cabeza	Pie-S.	Sí
T22	39	1,86	82	Sí	Operario		✓	10 Meses	No		Pie-S.	Sí
T23	53	1,8	68	Sí	Operario			8 Años	No		Pie-S.	No
T24	53	1,72	72	Sí	Operario			17 Años	Sí	Lumbalgia	Pie-S.	Sí
T25	34	1,76	77	Sí	Operario			15 Años	No		De pie	No

Trabajador	12			13			14	15			16		17	
T1	✓		✓	✓	✓	✓	Sí	✓				✓		✓
T2	✓		✓				Sí	✓	✓			✓		✓
T3	✓		✓	✓			Sí	✓		✓				✓
T4	✓		✓				Sí	✓				✓		✓
T5	✓	✓	✓	✓			Sí	✓	✓					✓
T6	✓	✓	✓	✓			Sí	✓		✓				✓
T7				✓			Sí	✓		✓				✓
T8	✓	✓	✓	✓			Sí	✓						✓
T9	✓		✓	✓			Sí	✓		✓				✓
T10				✓			Sí	✓						✓
T11	✓	✓	✓	✓			Sí							✓
T12	✓	✓	✓	✓			Sí	✓						✓
T13	✓		✓				Sí	✓		✓				✓
T14	✓		✓				Sí	✓		✓				✓
T15	✓		✓				Sí	✓						✓
T16	✓		✓	✓			Sí	✓						✓
T17	✓	✓	✓	✓			Sí	✓	✓					✓
T18	✓	✓	✓	✓			Sí	✓	✓					✓
T19	✓		✓	✓			Sí	✓						✓
T20				✓			Sí			✓				✓
T21	✓	✓	✓	✓			Sí	✓	✓					✓
T22	✓	✓	✓	✓			Sí			✓				✓
T23		✓	✓	✓			Sí	✓						✓
T24		✓	✓	✓			Sí	✓	✓					✓
T25	✓	✓	✓	✓			No							✓

Fuente. Encuesta de síntomas músculo-esqueléticos

Apéndice 6.

Resultados del Método Strain Index

Puesto	Molde	Intensidad de Esfuerzo	Postura Mano y Muñeca	Velocidad de Trabajo	Duración de Esfuerzo	Frecuencia por minuto	Duración de la Tarea	Factor SI
I-1	301505F66/301507F66/ 301605F66	1,0	1,0	1,5	1	0,5	1,0	0,75
I-2	3023405B	1,0	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	4,50
I-3	43284D	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,0	2,25
I-4	3024025B/3023425B	3,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	4,50
I-5	T-3712DB	3,0	3,0	1,0	1,0	3,0	1,0	27,00
I-6	T-60005CB	3,0	1,5	1,0	2,0	1,0	1,0	9,00
I-7	3024010B	1,0	2,0	1,0	1,0	1,5	1,0	3,00
I-8	3023B20B/302312005B	3,0	1,5	1,0	1,5	1,0	1,0	6,75
I-9	3023807B	3,0	2,0	1,5	1,5	3,0	1,0	40,50
I-10	43043DB	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,0	2,25
I-11	302311005B	3,0	1,5	1,5	1,5	3,0	1,0	30,38
I-12	T-30010TB/T-30015 TB	3,0	1,5	1,0	0,5	0,5	1,0	1,13
I-13	302314020B	3,0	2,0	1,0	0,5	1,0	1,0	3,00
I-14	3023207B	3,0	1,5	1,5	1,5	3,0	1,0	30,38
I-15	T-40005Tb	1,0	2,0	1,0	1,5	2,0	1,0	6,00
I-16	T-300905 TB	1,0	1,5	1,5	2,0	3,0	1,0	13,50
I-17	43012DB	3,0	1,5	1,0	1,5	3,0	1,0	20,25
I-18	43093DB	3,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	4,50
I-19	43093B/43565B	3,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	4,50
I-20	430 14B	3,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,0	6,75
I-21	3023440B	1,0	1,5	1,0	1,0	2,0	1,0	3,00
I-22	3023805B	1,0	1,5	2,0	2,0	3,0	1,0	18,00
I-23	T-300905 A13	1,0	3,0	1,0	2,0	3,0	1,0	18,00
I-24	309253005RB	3,0	1,5	1,5	1,0	1,5	1,0	10,13
I-25	3023005B	3,0	1,5	1,5	2,0	3,0	1,0	40,50

Fuente. Resultados obtenidos de las evaluaciones del Método Strain Index

Apéndice 7

Resultados del Método RULA

Puesto	Accesorio	Resultado Método
I-1	Tapón 1/2 y 3/4, Unión 1/2 (CPVC)	7
I-2	Tee 1/2"	5
I-3	Red. 3" * 2"	4
I-4	Codo 45° 2" y Tee 2"	6
I-5	Curva 2"	7
I-6	Unión Acople 1/2"	6
I-7	Codo 1" 45°	5
I-8	Macho 2"(2) Red. 2 1/2"(1)	7
I-9	Macho 3/4	5
I-10	Codo 45° 3"	5
I-11	Red. Lisa 1" * 1/2"	6
I-12	Tuerca unión de Tope 1 y 1/2	3
I-13	Red. 4" a 2"	4
I-14	Codo 3/4	5
I-15	Tuerca Blanca Llave Chorro	7
I-16	Tuerca Conduit	6
I-17	Codo Delgado 90° 2"	7
I-18	Tee 3"	7
I-19	Tee 3" y Yee Red. 4" a 2"	6
I-20	Codo 4" 90°	6
I-21	Tee 4"	7
I-22	Macho 1/2"	6
I-23	Caja Octogonal	6
I-24	Silleta 3" a 1/2" Roscada	7

Fuente. Resultados obtenidos de las evaluaciones del Método Rula

Apéndice 8 Ejemplo de Aplicación de Método Strain Index

Descripción de su Labor:	Los accesorios son extraídos de forma manual de la máquina inyectora, son colocados dentro de una pileta con agua para su buena solidificación. Luego se extraen de la pileta y, utilizando una cuchilla, el trabajador elimina la rebaba que posee cada accesorio y corta los sprues, para que posteriormente sean colocados en una bolsa, la cual se sella y se deja dentro de un saco.

Código del Trabajador	T-11
N° Puesto	I-16
N° Piezas (Sprue)	16 (18+15 cortes)
Accesorio	Tuerca Conduit
Duración del Ciclo	57 s.
Duración de la Tarea	10 s.
Mano Evaluada	(Der.) Izq. Ambas

Intensidad del Esfuerzo		
Multiplicador	Calificación	% EMA
1	Liviano	<10%
3	Algo pesado	10% a 29%
6	Pesado	30% a 49%
9	Muy pesado	50% a 79%
13	Casi Máximo	>=80%

Duración del Esfuerzo		% D. E.
Multiplicador	0,5	<10
	1	10 a 29
	1,5	30 a 49
	(2)	50 a 79
	3	>=80

Postura de la Mano y Muñeca			
Multiplicador	Calificación	Extensión de Muñeca	Flex. Muñeca
1	Muy Buena	0°-10°	0°-5°
1	Buena	11°-25°	6°-15°
(1,5)	Regular	26°-40°	16°-30°
2	Mala	41°-55°	31°-50°
3	Muy Mala	>60°	>50°

Frecuencia por Minuto		
Multiplicador	0,5	R. P. M. <4
	1	4 a 8
	1,5	9 a 14
	2	15 a 19
	(3)	>=20

Velocidad de Trabajo		
Multiplicador	Calificación	% Velocidad
1	Muy lento	<=80%
1	Lento	81-90%
1	Regular	91-100%
(1,5)	Rápido	101-115%
2	Muy rápido	>115%

Duración de la Tarea	
Multiplicador	0,25
	0,5
	0,75
	(1)
	1,5

Observaciones / Recom.:	dar mejor tratamiento al molde, el accesorio porta mucha rebaba y esto está influyendo en gran medida en el resultado del Factor SI.

Aplicado por:	17 / 08 / 06
<i>Mano: P.Izquierda</i>	
Factor SI Obtenido:	13.5

Adaptada de la Guía de Observación para Recolección de Datos para el Método Strain Index elaborada por la Ing. Bianca Rodríguez.