



T
620.82
CAR

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

**"Evaluación Ergonómica de las condiciones de trabajo del
Proceso de Envasado de Cilindros en una Planta Envasadora de
Gas Licuado de Petróleo"**



TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Eduardo Alberto Carranza Santos

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007



AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi padre y a
todas las personas que
de uno u otro modo
colaboraron en la
realización de mi tesis.

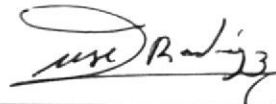
DEDICATORIA

A mi madre

TRIBUNAL DE GRADUACION



Dr. Kleber Barcia V.
DELEGADO DEL DECANO
DE LA FIMCP
VOCAL-PRESIDENTE



Ing. Denise Rodríguez Z.
DIRECTORA DE TESIS



Ing. Marcos Buestán B.
VOCAL



CIB-ESPOL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Eduardo Alberto Carranza Santos

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	III
SIMBOLOGÍA.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE PLANOS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO 1	
1. ANTECEDENTES.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	11
1.2. Objetivos.....	15
1.3. Metodología.....	16
1.4. Estructura de la Tesis.....	16
 CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Estudios de tiempos y movimientos.....	18
2.2. Conceptos básicos de ergonomía.....	32
2.3. Herramientas de Análisis Ergonómico.....	34
2.4. Normativas Locales e Internacionales.....	69
 CAPÍTULO 3	
3. DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE ENVASADO.....	72



CIB-ESPOL

3.1. Diagramas de flujo de proceso.....	72
3.2. Tiempos estándares de operación.....	79

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN ERGONÓMICA.....	96
4.1. Análisis de la postura de trabajo.....	104
4.2. Evaluación del gasto energético y la capacidad de trabajo físico.....	118
4.3. Evaluación del nivel de ruido.....	132
4.4. Evaluación del nivel de iluminación.....	138
4.5. Análisis de microclima laboral.....	141

CAPÍTULO 5

5. MEJORAS.....	149
5.1. Presentación de mejoras.....	149
5.2. Evaluación de mejoras.....	156

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	162
--	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

g	Gramo
Kg	Kilogramo
U	Unidad
Sg	Segundo
Min	Minuto
J	Joule
J/Sg	Joule/Segundo
KJ	Kilojoule
Kcal	Kilocalorías
W	Watt
W/m ²	Watt por metro cuadrado



CIB-ESPOL

SIMBOLOGÍA

A	Área
L	Longitud
F	Frecuencia
E	Energía

INDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1	Número de empleados por localidad.....11
TABLA 2	Número de empleados que renuncian en planta Guayaquil.....12
TABLA 3	Gastos asociados a las liquidaciones de personal.....13
TABLA 4	Simbología utilizada en la creación de diagramas.....21
TABLA 5	Información de diagrama.....22
TABLA 6	Selección de técnica para determinación de estándares de tiempo.....31
TABLA 7	Comparación de métodos de análisis de riesgos postulares.....37
TABLA 8	Puntajes de relación de brazo y antebrazo con la posición de la muñeca.....39
TABLA 9	Puntajes de relación tronco, cintura y piernas.....39
TABLA 10	Determinación de puntaje final.....43
TABLA 11	Interpretación de resultados – método rula.....44
TABLA 12	Comparación de métodos de valoración de esfuerzos Físicos.....47
TABLA 13	Datos requeridos para la ejecución del programa e-Niosh.....50
TABLA 14	Interpretación de los resultados del programa e-Niosh.....51
TABLA 15	Coeficientes de penosidad.....54
TABLA 16	Evaluación del gasto energético basado en la medición de la frecuencia cardíaca.....56
TABLA 17	Datos estándares de una persona típica.....57
TABLA 18	Factor de corrección de la capacidad de trabajo físico debido a la edad.....60
TABLA 19	Niveles máximos permisibles de acuerdo a la duración de la jornada laboral.....62
TABLA 20	Descripción del filtro “A”.....63
TABLA 21	Niveles mínimos de iluminación.....65
TABLA 22	Selección de la técnica para determinación de estándar de tiempo.....79
TABLA 23	Estimación de expertos.....80
TABLA 24	Estándar de tiempo por estimación de expertos.....81
TABLA 25	Tamaño de muestra para estudio con cronómetro.....82
TABLA 26	Planificación de toma de muestra para estudio con Cronómetro.....84
TABLA 27	Tiempos promedio de operación.....85
TABLA 28	Calificación de desempeño durante la realización del estudio de tiempo.....86
TABLA 29	Valoración del desempeño durante estudio.....87

TABLA 30	Obtención de los niveles de fatiga por estudio de tiempo con cronómetro.....	87
TABLA 31	Estándar de tiempo por estudio con cronómetro.....	88
TABLA 32	Tamaño de muestra para muestreo de trabajo.....	90
TABLA 33	Planificación de toma de muestras por muestreo de trabajo.....	91
TABLA 34	Tiempo promedio de actividad por muestreo de trabajo.....	91
TABLA 35	Obtención de los niveles de fatiga por muestreo de trabajo.....	92
TABLA 36	Estándar de tiempo por muestreo de trabajo.....	92
TABLA 37	Estándares de tiempo del proceso de envasado de cilindro.....	93
TABLA 38	Estándar de tiempo de tiempo de primer turno.....	94
TABLA 39	Estándar de tiempo de tiempo de segundo turno.....	95
TABLA 40	Evaluaciones específicas requeridas.....	103
TABLA 41	Descripción de postura 1.....	105
TABLA 42	Descripción de postura 2.....	107
TABLA 43	Descripción primer elemento – recepción de cilindros.....	110
TABLA 44	Descripción tercer elemento – recepción de cilindros.....	112
TABLA 45	Resultados obtenidos – método e-Niosh – recepción de cilindros.....	113
TABLA 46	Descripción primer elemento – apilamiento de cilindro lleno.....	114
TABLA 47	Descripción tercer elemento – apilamiento de cilindro lleno.....	116
TABLA 48	Resultados obtenidos – método e-Niosh – apilamiento de cilindro lleno.....	118
TABLA 49	Control de frecuencia cardiaca.....	120
TABLA 50	Determinación de coeficientes de penosidad.....	121
TABLA 51	Detalle de jornada laboral – recepción de cilindro.....	122
TABLA 52	Estimación de gasto energético – recepción de cilindro.....	123
TABLA 53	Determinación de gasto energético – recepción de cilindros.....	124
TABLA 54	Detalle de jornada laboral – apilamiento de cilindro lleno.....	125
TABLA 55	Estimación de gasto energético – apilamiento de cilindro.....	126
TABLA 56	Determinación de gasto energético – apilamiento de cilindro lleno.....	127
TABLA 57	Datos generales del operario.....	128
TABLA 58	Control de frecuencia durante análisis.....	129
TABLA 59	Datos generales – segundo operario.....	130
TABLA 60	Control de frecuencia durante análisis – segundo operario.....	131
TABLA 61	Control de niveles de ruido – primer turno.....	134
TABLA 62	Control de niveles de ruido – segundo turno.....	136
TABLA 63	Mediciones de iluminación del primer turno.....	138
TABLA 64	Mediciones de iluminación del segundo turno.....	140
TABLA 65	Medición de factores climáticos.....	142
TABLA 66	Determinación de presión parcial de agua (Pva).....	143
TABLA 67	Determinación del índice de sobre carga calorica (ISC).....	144
TABLA 68	Alternativas de solución para el mejoramiento de las actuales condiciones de trabajo.....	156
TABLA 69	Evaluación de alternativas.....	159

RESUMEN



CIB-ESPOL

La empresa sede de este estudio comercializa Gas Licuado del Petróleo (G.L.P.) en el Ecuador, por estos días es líder en el mercado ecuatoriano posee plantas y centros logísticos en las tres regiones del país para realizar sus operaciones y llegar con su producto a sus clientes, la mayor planta se encuentra en la ciudad de Guayaquil es la única de la plantas y centros logísticos que labora las 24 horas del día durante 6 días a la semana, actualmente la empresa le pertenece a una transnacional.

Sus operaciones son apoyadas por tecnología de punta sin embargo presenta altos niveles de rotación de personal operativo, disminuciones de productividad y costos asociados por las liquidaciones de personal. Se cree que la rotación actual del personal operativo se debe a las malas condiciones de los puestos de trabajo.

El objeto general de esta tesis es la evaluación de las condiciones ergonómicas del proceso de envasado de cilindros de la planta Guayaquil, en donde los resultados de esta evaluación podrán ser utilizados para el resto de plantas y centro logísticos de la organización.

Para la evaluación ergonómica es necesario describir el proceso de envasado de cilindro, levantar los correspondientes diagramas de flujo de proceso, determinar los tiempos estándares de operación, determinar las

condiciones ergonómicas del proceso como nivel de iluminación, nivel de sonido, régimen de trabajo, gasto energético, capacidad de trabajo físico, micro clima laboral. Finalmente se propondrá mejoras y se evaluará la mejor alternativa.

Con el desarrollo de esta tesis se busca evitar enfermedades laborales en los empleados, disminuir los niveles de rotación de personal, aumentar la productividad y disminuir los costos asociados por liquidación de personal.

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1.1	Abastecimiento de producto.....8
FIGURA 1.2	Distribución de producto.....10
FIGURA 1.3	Salida de personal por área de trabajo.....13
FIGURA 2.1	Valoración del desempeño.....28
FIGURA 2.2	Ventana de ejecución del programa e-Rula.....45
FIGURA 2.3	Ventana de ejecución del programa e-Niosh.....49
FIGURA 2.4	Sonidos comunes.....63
FIGURA 2.5	Valoración del ambiente térmico.....69
FIGURA 3.1	Descripción de un tanque.....72
FIGURA 3.2	Diagrama de proceso.....76
FIGURA 3.3	Diagrama de recorrido.....77
FIGURA 3.4	Relación entre las actividades y el tipo de actividad.....78
FIGURA 3.5	Determinación de elementos de actividad recepción de cilindros en carrusel de carga.....89
FIGURA 3.6	Determinación de elementos de actividad apilamiento de cilindro en vehículo.....90
FIGURA 4.1	Torre de control – acceso a planta.....97
FIGURA 4.2	Vehículo que transporta cilindro a nave de envasado.....97
FIGURA 4.3	Recepción de cilindro en carrusel de carga.....98
FIGURA 4.4	Verificación de superficie y enderezamiento de asa.....98
FIGURA 4.5	Tabulación de la tara del cilindro.....99
FIGURA 4.6	Llenado de cilindro.....100
FIGURA 4.7	Verificación de peso.....100
FIGURA 4.8	Verificación de fuga.....101
FIGURA 4.9	Colocación de sello de seguridad.....101
FIGURA 4.10	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo.....102
FIGURA 4.11	Transporte a la torre de control.....102
FIGURA 4.12	Postura 1 – tabulación de tara.....105
FIGURA 4.13	Puntuación final – Postura 1.....106
FIGURA 4.14	Postura 2 – Tabulación de tara.....107
FIGURA 4.15	Puntuación final – Postura 2.....108
FIGURA 4.16	Primer elemento – recepción de cilindro.....109
FIGURA 4.17	Aplicación e-Niosh – Primer elemento – Recepción de cilindros.....110
FIGURA 4.18	Tercer elemento – Recepción de cilindro.....111
FIGURA 4.19	Aplicación e-Niosh – Tercer elemento – Recepción de cilindros.....112
FIGURA 4.20	Primer elemento – Apilamiento de cilindro lleno.....114

FIGURA 4.21	Aplicación e-Niosh – Primer elemento – Apilamiento de cilindro lleno.....	115
FIGURA 4.22	Apilamiento de cilindro lleno.....	116
FIGURA 4.23	Aplicación e-Niosh – Tercer elemento – apilamiento de cilindro lleno.....	117
FIGURA 4.24	Instrumento de medición de frecuencia cardiaca.....	120
FIGURA 4.25	Determinación de frecuencia cardiaca.....	128
FIGURA 4.26	Determinación de frecuencia cardiaca – segundo Operario.....	130
FIGURA 4.27	Puntos de medición de niveles de ruido.....	133
FIGURA 4.28	Mapa de ruido del primer turno.....	135
FIGURA 4.29	Mapa de ruido del segundo turno.....	137
FIGURA 4.30	Gráfico de superficie primer turno.....	139
FIGURA 4.31	Gráfico de superficie segundo turno.....	140
FIGURA 5.1	Manipulación de cilindros con jaula de carga.....	152
FIGURA 5.2	Implementación de lamina de caucho.....	153
FIGURA 5.3	Nuevo envase para gas.....	154



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

INTRODUCCION



El presente trabajo trata de la realización de una evaluación ergonómica de las condiciones de trabajo del proceso de envasado de gas licuado de petróleo, la empresa sede del estudio posee 12 localidades en todo el país, la planta mas grande es la que esta ubicada en la ciudad de Guayaquil. Actualmente la organización presenta altos índices de rotación de personal, se cree que se debe a sus actuales condiciones de trabajo

Para la evaluación ergonómica se describe el proceso de envasado de cilindro, se realiza el levantamiento de los correspondientes diagramas de flujo de proceso, se determinan los tiempos estándares de operación, se determinan las condiciones actuales del proceso como nivel de iluminación, nivel de sonido, régimen de trabajo, gasto energético, capacidad de trabajo físico, micro clima laboral. Finalmente se propondrá mejoras y se evaluará las mejores alternativas. Los resultados de esta evaluación podrán ser utilizados para el resto de plantas y centro logísticos de la organización.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES

En este capítulo se detallan los antecedentes de la empresa, los objetivos generales y específicos de la tesis, se menciona la metodología a utilizar y se realiza una pequeña estructura del cuerpo de la tesis

La empresa sede de este estudio a la que de ahora en adelante llamaremos empresa XYZ inicia sus actividades en 1956 comercializando Gas Licuado del Petróleo (G.L.P.) en el Ecuador. El G.L.P. se le denomina a un pequeño número de hidrocarburos que a temperatura ambiente y presión atmosférica se encuentran en estado gaseoso y que al ser sometidos a una presión relativamente baja pasan al estado líquido. Los principales componentes son el propano y butano, cuya mezcla en aproximadamente 70% y 30%,

respectivamente, en el país se comercializa el producto envasado en cilindros. Algunas de las características fisicoquímicas más importantes de este producto son las siguientes:

- El G.L.P. en su estado natural no tienen olor ni color y, a fin de que sea detectada su presencia, se agregan, en mínimo porcentaje, sales de azufre que le confiere el olor característico.
- El G.L.P. es inflamable al mezclarlo en proporciones adecuadas con el aire y arden al aplicar un punto de ignición. Para que una mezcla de gas propano y aire sea inflamable debe tener un rango de concentración del 2.2% al 9.5 %. La mezcla que se encuentre fuera de estas proporciones no es inflamable.
- El propano y el butano son, en estado líquido, más ligeros que el agua y, en estado gaseoso, son más pesados que el aire. Por ello, cuando existe una fuga de GLP, éste se deposita en las partes más bajas.

En sus inicios la empresa XYZ era de carácter privado, hasta que en julio de 1998 una transnacional a la que de ahora en adelante llamaremos empresa petrolera adquirió el 75% de la empresa, y en 1999 la petrolera se convirtió en dueña del 100% de la misma. Desde ese entonces se han incorporado avances tecnológicos y administrativos que le han dado un nuevo impulso a la empresa

XYZ comercializando gas envasado a través de cilindros amarillos de 15 y 45 kilogramos.

Desde sus inicios XYZ lideró el mercado local y llegó a poseer el 80% de la participación, actualmente es parte de una línea de negocio de la operación que la empresa petrolera realiza en el país y su participación es del 45% del mercado sin embargo sigue siendo líder en Ecuador. Como toda empresa extranjera los lineamientos presentados en el país de origen deben ser acogidos en todos los países donde la empresa realiza operaciones, Ecuador no es la excepción y como tal debe acogerse a todo lo dispuesto por la matriz. A continuación se detalla la misión, valores y compromisos:

La Visión de petrolera es:



CIB-ESPOL

“Ser una empresa internacional petrolera y gasista integrada, admirada, orientada al cliente y a la creación de valor”

Con esta redacción de tan pocas palabras se busca que cada una de ellas englobe todo un concepto. Petrolera quiere ser:

- Una empresa: única y unida.
- Internacional, pues nuestro ámbito se expande por la geografía mundial.

- Petrolera y gasista integrada: con vocación de integración en la cadena de valor de sus negocios.
- Queremos ser una empresa admirada en los ámbitos en los que actuamos: Reconocida en ellos, por el alto valor añadido, la excelencia en la gestión empresarial, la cultura organizacional y la calidad de su administración.
- Orientada al cliente que constituye el centro de todas nuestras acciones, lo que ha de permitir crear valor para todas las actividades.

Los valores de petrolera son:

a) Integridad

Mantener un comportamiento intachable, necesariamente alineado con la rectitud y la honestidad. Promover una rigurosa coherencia entre las prácticas corporativas y los valores.

b) Transparencia

Supone la difusión de información adecuada y fiel de lo que se hace. Una información veraz y contrastable. Una comunicación clara y oportuna, tanto interna como externamente

c) Responsabilidad

Asumir responsabilidades y actuar conforme a ellas, comprometiendo todas las capacidades para cumplir el objetivo.

d) Seguridad

Velar por brindar unas condiciones de trabajo óptimas en cuanto a salubridad y seguridad. Exigir un alto nivel de seguridad en procesos, instalaciones y servicios, prestando especial atención a la protección de los empleados, contratistas, clientes y entorno local, y transmitir este principio de actuación a toda la Organización.

Los compromisos de petrolera son:**a) Compromiso con los accionistas**

Ofrecer a los accionistas una creación sostenida de valor, garantizando la transparencia en la gestión y el buen gobierno corporativo.

b) Compromiso con nuestros clientes

Satisfacer adecuadamente las expectativas de nuestros clientes, con un esfuerzo de anticipación y conocimiento de sus necesidades.



c) Compromiso con nuestros socios y proveedores

Establecer relaciones inspiradas en la aportación recíproca y el respeto mutuo con socios y proveedores, y sobretodo, basadas en la confianza y la calidad de los productos y servicios.

d) Compromiso con empleados

Captar, motivar y retener a los mejores profesionales, ofreciendo un lugar atractivo para trabajar. Garantizar y promover oportunidades de desarrollo profesional en una empresa líder. La base para el desarrollo de esa carrera profesional será la valoración objetiva de los méritos profesionales, dentro de un marco de no discriminación, generando el orgullo de ser parte de la organización.

e) Compromiso con la sociedad

Contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad, y asumir un firme compromiso de apoyo a las comunidades en las que realizamos nuestra actividad. El cuidado del entorno, la seguridad y el compromiso medioambiental y el respeto de los derechos humanos están presentes en la estrategia, y orientan el crecimiento de los negocios de manera compatible con los principios del desarrollo sostenido.

El giro de negocio de la empresa XYZ es envasar G.L.P. en tanques de 15 Kg. y 45 Kg. o comercializarlo al granel (es la distribución denominada para llevar el producto a las diferentes industrias o clientes que así lo requieran a través de autotankers o tanques cisternas). El producto es adquirido de las refinerías estatales las cuales a su vez reciben el producto importado vía barco en los distintos puertos del país. El esquema operativo se lo detalla en la siguiente figura:

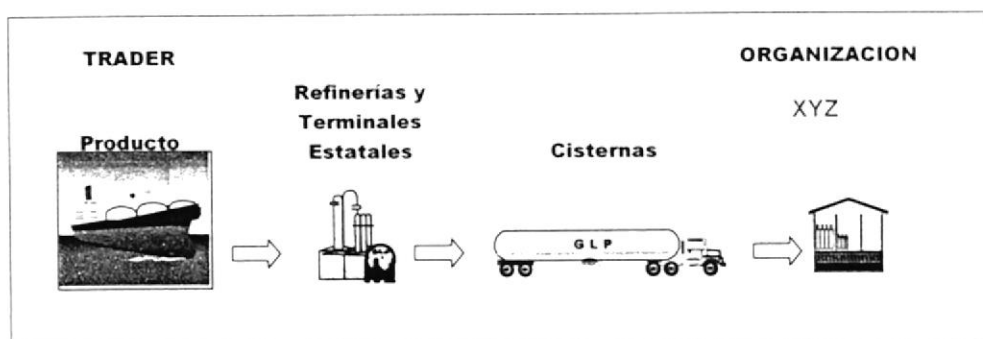


FIGURA 1.1. ABASTECIMIENTO DE PRODUCTO

Para la realización de la operación XYZ cuenta con 5 plantas y 7 centros logísticos distribuidos en diferentes puntos del país detallados a continuación:



Plantas Envasadoras de G.L.P.

- Guayaquil
- Montecristi
- Santo Domingo
- Bellavista
- Pifo

Centros Logísticos:

- Durán
- Cuenca
- Esmeraldas
- Shushufindi
- Pifo Sur
- Santo Domingo
- Loja

A continuación se describe el esquema de distribución de su producto en el mercado ecuatoriano:



FIGURA 1.2. DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTO



1.1 Planteamiento del problema

A continuación se detalla el número de empleados de XYZ a finales del mes de septiembre de 2006:

TABLA 1
NÚMERO DE EMPLEADOS POR LOCALIDAD

PLANTAS ENVASADORAS DE G.L.P.	
Localidad	# de Empleados
Santo Domingo	18
Bellavista	20
Montecristi	19
Pifo	21
Guayaquil	179
CENTROS LOGÍSTICOS	
Localidad	# de Empleados
DURAN	8
CUENCA	10
LOJA	5
SHUSHUFINDI	5
ESMERALDA	5
QUITO - SUR	5
AMBATO	5

Como se aprecia en la tabla anterior la Planta Guayaquil es la que posee el mayor número de empleados.

Actualmente XYZ presenta altos índices de rotación en el personal operativo, se toma como referencia la planta Guayaquil por ser la de mayor número de empleados, a continuación se detalla la salida del personal de la planta en los 8 últimos meses:

TABLA 2
NÚMERO DE EMPLEADOS QUE RENUNCIAN
EN PLANTA GUAYAQUIL

	Área de Mantenimiento	Área de Envasado	Otras Áreas
Ene-06	1	5	1
Feb-06	2	6	0
Mar-06	3	8	0
Abr-06	0	14	1
May-06	0	8	0
Jun-06	1	5	3
Jul-06	0	7	5
Ago-06	0	10	0



CIB-ESPOL

Como se muestra existe un promedio de 10 personas por mes que salen de planta Guayaquil, y el área que más salidas tiene es el área de envasado tal como se detalla la siguiente figura.

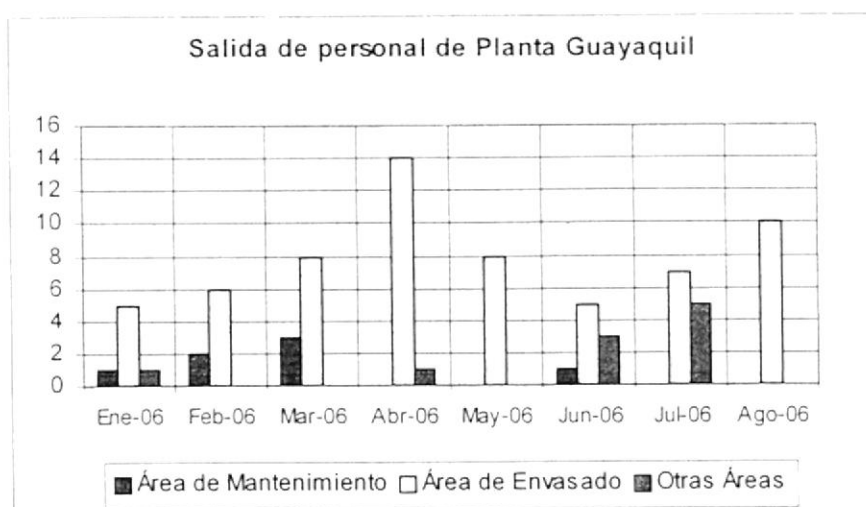


FIGURA 1.3. SALIDA DE PERSONAL POR ÁREA DE TRABAJO

Como se demuestra en el gráfico el área de mayor salida es el área de envasado. Los costos asociados por estas salidas se detallan a continuación:

**TABLA 3
GASTOS ASOCIADOS A LIQUIDACIONES DE
PERSONAL**

	# de personas	Liquidaciones de personal
Ene-06	7	\$ 4.489,00
Feb-06	8	\$ 5.001,00
Mar-06	11	\$ 6.005,00
Abr-06	15	\$ 11.894,00
May-06	8	\$ 1.800,00
Jun-06	9	\$ 3.000,00
Jul-06	12	\$ 3.913,00
Ago-06	10	\$ 500,00
Promedio mensual		\$ 4.575,25

**CIB-ESPOL**

Como se detalla en la anterior tabla la empresa incurre en 4500\$ mensuales aproximadamente por liquidaciones asociadas a las salidas del personal, lo que significa que anualmente se gasta 54000\$ por este tema.

Actualmente no existen registros de las causas de la salida de personal sin embargo consultando con el departamento de Recursos Humanos consideran que en la mayoría de las ocasiones se debe a la percepción de un exceso de trabajo de ser así el personal operativo correría riesgos de lesiones o posibles enfermedades profesionales. Además estos altos niveles de rotación generan una disminución en la productividad por el tiempo de transición entre la salida del personal y la incorporación del nuevo personal, además existen riesgos de accidentes laborales durante el tiempo de inducción, entre otros.

Petrolera como menciona en su visión, valores y compromisos es una organización preocupada por la creación de valor agregado a sus procesos, responsable ante la sociedad, clientes y empleados por cualquier situación generada por su operación, con un claro deseo de brindar un ambiente seguro a sus empleados.

Por tanto para evitar cualquier inconveniente futuro por enfermedades laborales en el personal operativo, disminuciones de los indicadores de productividad y gastos periódicos por liquidaciones de personal es

necesario realizar una evaluación ergonómica de las condiciones de trabajo del proceso de envasado de cilindros en la planta Guayaquil.

1.2 Objetivos

Objetivo General:

El objetivo general de la tesis es evaluar las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo del proceso de envasado de cilindros en la planta Guayaquil y en base a esto, proponer mejoras que eviten a la empresa incurrir en gastos.

Objetivos Específicos:

Entre los objetivos específicos de la tesis se encuentran:

- a) Realizar el levantamiento de los diagramas de flujo del proceso de envasado.
- b) Determinar los tiempos estándares de las actividades involucradas en el proceso de envasado de cilindros.
- c) Determinar la carga de trabajo de los puestos de mayor esfuerzo físico.
- d) Evaluar las condiciones ergonómicas del proceso de envasado de cilindros.

- e) Definir alternativas de mejora y escoger entre ellas las que se obtengan mejores resultados.
- f) Realizar un análisis de los resultados para explicar los beneficios que se obtendrán.

1.3 Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo de esta tesis se detalla en los siguientes pasos:

1. Descripción del proceso de envasado.
2. Realizar estudio de tiempos y movimientos.
3. Realizar una evaluación ergonómica del proceso de envasado.
4. Identificación del problema.
5. Determinar las causas de la problemática
6. Proponer mejoras.
7. Evaluar el posible resultado.
8. Conclusiones y recomendaciones.



1.4 Estructura de la tesis

Capítulo 1

Se elaborará un primer capítulo en el cual se incluirán los antecedentes de la empresa, su historia, la visión, valores y compromisos de la organización, además en cada una de las partes

en que consta la tesis se realizará un resumen de los aspectos más importantes de cada capítulo. En esta parte también se encontrarán los objetivos de la tesis así como un resumen de la metodología.

Capítulo 2

Se redactará el marco teórico de donde se obtendrán criterios para las evaluaciones, análisis y conclusiones, además se presentarán algunas normativas locales e internacionales.

Capítulo 3

En este capítulo se describirá la operación del proceso de envasado de cilindros, se determinará los correspondientes diagramas de flujo y los tiempos estándares de las operaciones.

Capítulo 4

En este capítulo se describirá la evaluación ergonómica del proceso de envasado de cilindros.

Capítulo 5

Se presentarán propuestas de mejora sobre el proceso de envasado.

Capítulo 6

Se mostrarán las conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir de los estudios realizados.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se redactará el marco teórico de donde se obtendrán criterios para las evaluaciones, análisis y conclusiones, además se presentarán algunas normativas locales e internacionales.

2.1 Estudios De Tiempos y Movimientos

Antes de entrar a hablar sobre los estudios de tiempos y movimientos es necesario recordar la definición de ingeniería de métodos, la cual se expresa de la siguiente manera:

Ingeniería de métodos es el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que éste sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida. Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa. Niebel B. W. (1).

Como parte de la ingeniería de métodos encontramos a: los estudios de movimientos, las técnicas de medición de trabajo, los programas de incentivos, entre otros.

Los estudios de tiempos y movimientos son dos temas deferentes, cada uno con su propio conjunto de técnicas, los estudios de movimientos ofrecen un gran potencial de ahorro en cualquier empresa, mediante estos estudios se puede reorganizar los elementos de una tarea para facilitarla, A continuación se describirá las principales técnicas de los estudios de movimientos:

- Diagramas de operaciones de proceso.
- Diagramas de flujo de procesos.
- Diagrama de recorrido del operario.
- Diagramas de actividades múltiples.
- Diagrama bimanual o de lugar de trabajo.

Además se presentan la definición de alguna de estas técnicas.

Diagrama de operaciones de proceso.

Un diagrama de operaciones de proceso es la representación gráfica del punto en donde los materiales se integran al proceso y de la secuencia de inspecciones y todas las demás operaciones, excepto aquellas que se relacionan con el manejo de materiales. También incluye toda la información necesaria para su análisis como el tiempo requerido. Maynard, H.B.(2).

Diagrama de flujo de procesos.

Un diagrama de flujo de proceso F.P.C. (Flow Process Chart) es la representación gráfica de la secuencia: de todas las operaciones, del transporte, de la inspección, de las demoras y de almacenamiento que se efectúa en un proceso. La característica principal es que presenta el proceso desde el punto de vista de los sucesos por los que pasa el material. Maynard, H.B.(3).



TABLA 4
SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LA CREACIÓN DE DIAGRAMAS

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Operación	Ejecución de trabajo
	Transporte	Movimiento de material o pieza
	Inspección	Actividades de control
	Demora	Retrasos existentes
	Almacenamiento	Almacenamiento temporal de pieza o material
	Actividad combinada	Actividades inherentes a cada proceso

La utilización de cada diagrama depende de la información que el analista requiera y de los fines del proceso de mejora, tal como lo muestra la tabla 5.

TABLA 5
INFORMACIÓN DE DIAGRAMA

DIAGRAMAS	INFORMACION CENTRADA EN	UTILIZADOS EN PROYECTOS DE
Diagramas de operaciones de proceso	Flujo de materiales	Mejoramiento de cadena de suministros
		Mejoramiento de metodos de trabajo
Diagramas de flujo de procesos	Descripción de actividades de proceso	Mejoramiento de metodos de trabajo
		Mejoramiento de eficiencia de linea
Diagrama de recorrido del operario	Descripción de ruta de material y recorrido de operario	Mejoramiento de flujos de informacion y materiales
		Mejoramiento de cadena de suministros
Diagramas de actividades multiples	Descripción de la Relacion Operario - Maquina - Entorno	Mejoramiento de eficiencia de linea
		Mejoramiento de metodos de trabajo
Diagrama bimanual o de lugar de trabajo	Descripción de las actividades de las manos del operario	Mejoramiento de metodos de trabajo

Para fines de desarrollo de esta tesis se utilizará el diagrama de flujo de procesos debido a que se requiere describir los métodos de trabajo del proceso y evaluar las condiciones actuales sobre las que se desenvuelve el mismo para posteriormente presentar alternativas de mejoras.



Los estudios de tiempos son parte de las técnicas de medición de trabajo y se definen de la siguiente forma:

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado. Maynard, H.B.

A continuación se describirán algunas técnicas de los estudios de tiempo. Fred E. Meyers.(4):

- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Estándares de tiempo por muestreo de trabajo.
- Sistema de estándares de tiempos predeterminados.
- Estándares de tiempo de opinión expertos y datos históricos.
- Estándares de tiempo de fórmulas de datos estandarizados.

Estudios de tiempos con cronómetro

Los estudios de tiempo se pueden definir como el proceso requerido para determinar el tiempo que requiere un operador diestro y bien capacitado, trabajando a un ritmo normal, para hacer una tarea específica. Fred E. Meyers (5).

El reloj es la herramienta más importante en el estudio de tiempos, hay dos tipos de cronómetros disponibles:

- ❖ Modo de vuelta a cero: el reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento.
- ❖ Modo acumulativo (modo continuo): el reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento.

La principal ventaja del método acumulativo es la mostrar el tiempo total exacto, la del método de vuelta a cero es la de ahorrar cálculos al no tener que restar. Como desventajas respectivamente se puede mencionar las demoras generan confusión y si son los primeros análisis del analista es susceptible al error humano. Para el desarrollo de los estudios de tiempo se utilizará el método de vuelta a cero.

Procedimiento del estudio de tiempos con cronómetro



CIB-ESPOL

Una vez estandarizada las condiciones y los operarios se han capacitado para seguir el método aprobado se debe seguir la siguiente secuencia para la realización del estudio de tiempos por cronómetro:

- Selección del operario, debe ser alguien que trabaje con buena habilidad y esfuerzo, y que use el método aprobado.
- Muestre el método de trabajo y las lecturas del estudio de tiempos, los estudio de tiempo deben ser un registro exacto de datos informativos, los resultados completos del estudio deben

mostrarse al operario, supervisor y representante de sindicato, todos los detalles se deben discutir con ellos y en caso de requerirlo se deben realizar estudios de comprobación, los estudios no deben ser considerado como un documento secreto.

- Explicación al operario y al supervisor en línea, el analista debe ser sincero y cortés al momento de abordar al operario esto es importante para el estudio, ya que debe de ser capaz de explicar el estudio en términos claros y sin tecnicismos, la ubicación del analista nunca debe ser atrás del operario pues genera inquietud, recelo y si el operario no está acostumbrado a esta clase de estudios puede ocasionar que la tarea se realice a un ritmo no común.
- Selección de los elementos, para los propósitos del estudio de tiempos, el trabajo desempeñado por un operario se divide en elementos, un elemento es una parte constitutiva y propia de una actividad o tarea específica, el elemento debe indicar un inicio, el trabajo incluido y el punto final.
- Número de observaciones, el número de observaciones o tamaño de muestra depende del nivel de confiabilidad deseado, a continuación la siguiente formula utilizada para determinar el tamaño de la muestra a partir de un muestreo aleatorio simple:

$$n = \left[\frac{Z_{\alpha/2} \sigma}{B} \right]^2$$

Donde:

n= Número de observaciones o tamaño de muestra.

Z = Número de desviaciones estándar requeridas para el nivel de confianza dado.

σ = Desviación estándar

B= Exactitud deseada o error planteado por el analista para el desarrollo del estudio.

Además se debe garantizar aleatoriedad en la muestra seleccionada y demostrar que los datos provienen de una distribución normal.

- Valoración del desempeño, la valoración del desempeño se requiere cuando se establecen estándares de tiempo por medio de estudios de tiempo con cronómetros, el objetivo es encontrar la cantidad de tiempo necesario para realizar una unidad de trabajo siguiendo un método específico a un ritmo deseado. Por tanto el analista debe valorar el desempeño del operario al momento de realizar el estudio.

Existen dos tipos en cuanto a nivel de desempeño: el esfuerzo dedicado y el esfuerzo normal. El esfuerzo normal es con frecuencia 20% que el esfuerzo dedicado. La principal ventaja del esfuerzo promedio es la facilidad de aceptación entre los empleados, la principal ventaja del tiempo dedicado es que en el

análisis de la tarea permite visualizar la habilidad y esfuerzo del operario permitiendo esta realidad conocer los márgenes necesarios para un correcto diseño de plan de incentivos. El método a utilizar para la nivelación de desempeño en el desarrollo de los estudios va a ser el tiempo dedicado por considerar un aporte necesario conocer el esfuerzo impuesto en la realización de las tareas dentro del proceso.

- Nivelación del desempeño, el analista debe considerar dos criterios de nivelación al momento de valorar el desempeño del operario, su habilidad para realizar la tarea analizada y el esfuerzo mostrado por el operario al momento de la realización del estudio, por tanto el tiempo base de la tarea analizada debe ser nivelada de acuerdo a la valoración del desempeño que analista realiza, este factor de nivelación es la suma de 1 más la suma algebraica de los valores positivos o negativos seleccionados de la figura 2.1.



TABLA 2.1 Tabla de valoración del desempeño para nivelación

Habilidad			Esfuerzo		
+0.15 +0.13	A1 A2	Super-habilidad	+0.13 +0.12	A1 A2	Excesivo
+0.11 +0.08	B1 B2	Excelente	+0.10 +0.08	B1 B2	Excelente
+0.06 +0.03	C1 C2	Buena	+0.05 +0.02	C1 C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05 -0.10	E1 E2	Regular	-0.04 -0.08	E1 E2	Regular
-0.16 -0.22	F1 F2	Pobre	-0.12 -0.17	F1 F2	Pobre

Fuente: S. M. Lowry, H. B. Maynard y G. J. Stegemerton, *Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentive*, 3a. ed., McGraw Hill, New York, 1940, p. 233

FIGURA 2.1. VALORACIÓN DEL DESEMPEÑO

- Tolerancias administrativas, finalmente las tolerancias se agregan al tiempo nivelado y se obtiene el tiempo estándar de la tarea, las principales tolerancias son:
- Tolerancias de la jornada diaria.
 - Tolerancias por incentivos.
 - Necesidades personales, fatigas y demoras varias (N.P.D.F.)

Las tolerancias por N.P.D.F. presentan un porcentaje acostumbrado de la siguiente manera:

- Necesidades personales, 3 a 5%
- Fatiga, 3 a 5%
- Demora varias, 3 a 5%



CIB-ESPOL

Para la realización de este estudio se determinará el % en base al criterio del analista para las necesidades personales y demoras varias, sin embargo para el nivel de fatiga se procederá a obtener el valor de acuerdo a cada actividad.

Estándares de tiempo por muestreo de trabajo

El muestreo de trabajo es el proceso de observar al azar el desenvolvimiento de los empleados para determinar cómo aprovechan su tiempo, esta técnica se basa en la ley de probabilidad y en la aleatoriedad de las observaciones involucradas. El muestreo de trabajo se divide en tres técnicas:

- Estudio de razones o proporciones elementales
- Estudio de muestreo de desempeño
- Estudio para el establecimiento de estándares de tiempo.

Para el desarrollo de esta tesis utilizaremos solo la última técnica dado que se desea obtener estándares de tiempo.

Procedimiento del estudio para el establecimiento de estándares de tiempo por muestreo de trabajo.

- Identificar el objetivo del estudio
- Establecer el propósito y la meta del estudio
- Identificar los elementos

- Estimar los porcentajes de razón de los elemento
- Determinar el nivel de exactitud y confianza del estudio. La exactitud y nivel de confianza es fijado por el analista.
- Determinar el número de observaciones

La determinación de las observaciones conllevan a un cálculo del tamaño de muestra resumido en la siguiente formula:

$$N = \frac{Z^2 (1-p)}{(p)(A^2)}$$

Donde:

N= Número de observaciones necesarias.

Z = Número de desviaciones estándares requeridas para el nivel de confianza propuesto para el estudio.

p = Porcentaje del tiempo total en que los empleados ejecutan un elemento de trabajo, valor del elemento mas pequeño..

A = Exactitud propuesta para el estudio

- ❖ Programar las observaciones
- ❖ Hablar con los participantes
- ❖ Reunir los datos
- ❖ Resumir y enunciar las conclusiones

Estándares de tiempo de opinión expertos y datos históricos

Esta técnica consiste en una estimación hecha por una persona con mucha experiencia del tiempo requerido para hacer un trabajo específico.

Para la determinación de la técnica para la obtención de un estándar de tiempo es necesario considerar el tiempo del ciclo y el volumen de producción Fred E, Meyers (6). tal como se muestra en la tabla 6

TABLA 6
SELECCIÓN DE TÉCNICA PARA DETERMINACIÓN DE
ESTÁNDARES DE TIEMPO

VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN				
		ALTOS	MEDIOS	BAJOS
TIEMPO DE CICLO	LARGO	MUESTREO DE TRABAJO	MUESTREO DE TRABAJO	OPINIÓN DE EXPERTO Y TIEMPOS HISTÓRICOS
		-	ESTUDIO CON CRONÓMETRO	MUESTREO DE TRABAJO
	MEDIO	MUESTREO DE TRABAJO	MUESTREO DE TRABAJO	OPINIÓN DE EXPERTO Y TIEMPOS HISTÓRICOS
		ESTUDIO CON CRONÓMETRO	ESTUDIO CON CRONÓMETRO	ESTUDIO CON CRONÓMETRO
		SISTEMA DE TIEMPOS PREDETERMINADOS	-	
	CORTO	SISTEMA DE TIEMPOS PREDETERMINADOS	SISTEMA DE TIEMPOS PREDETERMINADOS	ESTUDIO CON CRONÓMETRO
		-	ESTUDIO CON CRONÓMETRO	OPINIÓN DE EXPERTO Y TIEMPOS HISTÓRICOS

La técnica de estándares de tiempo formulados de datos estandarizados se pueden aplicar en cualquier situación.

Para cada actividad del proceso se analizará los volúmenes de producción y el tiempo de ciclo para determinar la técnica adecuada.

2.2 Conceptos Básicos De Ergonomía

A partir de 1949 se funda la primera sociedad de ergonomía la llamada "Ergonomics Research Society", la cual fue promovida por Murrell, y se definió a la ergonomía en ese entonces de la siguiente manera *"El conjunto de los estudios científicos de la interacción entre el hombre y su entorno de trabajo"*

Posteriormente la I.S.O. en 1961 define a la ergonomía como *"La aplicación de las ciencias biológicas del hombre, junto con las ciencias de ingeniería, para lograr la adaptación mutua óptima del hombre y su trabajo."*

Y en 1995 la Asociación Internacional de Ergonomía la define como un *"Conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona"*.

Condiciones de trabajo

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), *"salud es el estado de bienestar físico, mental y social completo y no meramente la ausencia de enfermedad"*. La búsqueda de este bienestar completo quizás haga que se considere el puesto de trabajo como un lugar que deba cumplir condiciones básicas de seguridad y de comodidad.

Legalmente, y de cara a la prevención, los empresarios están obligados a informar a los trabajadores sobre los posibles riesgos de su trabajo y a ofrecerles medidas de prevención y protección.

Carga física

De acuerdo al autor Osborne D en su libro (Ergonomía en Acción. La adaptación del medio de trabajo al hombre, Editorial Limusa, 1990)

“Es toda actividad física que relaciona un consumo energético susceptible de ser medido, su determinación se realiza en base de la producción de calor metabólico que genera el individuo”.

Tipo de estudios ergonómicos

De acuerdo a la Phd. Marisol Góngora Calderón en el desarrollo de análisis ergonómicos encontraremos estudios como:

- Antropometría
- Biomecánica y fisiología
- Ergonomía ambiental
- Ergonomía cognitiva
- Ergonomía de diseño y evaluación
- Ergonomía de necesidades específicas
- Ergonomía preventiva

La aplicación de cada estudio dependerá del objetivo del proyecto y del tipo de sistema que se analiza, los principales sistemas son: manuales, mecánicos, semi automáticos y automáticos.

Antropometría

Antropometría es la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano, los conocimientos y técnicas para llevar a cabo las mediciones, así como su tratamiento estadístico.

Biomecánica

La biomecánica es la disciplina dedicada al estudio del cuerpo humano, considerando este como una estructura que funcionan según las leyes mecánicas de Newton y las leyes de la Biología.

2.3 Herramientas de análisis ergonómico

Existe una variedad de herramientas para el análisis ergonómico, éstas se orientan frecuentemente a un tipo específico de trabajo. Por ejemplo, el manejo manual de materiales o de una sección particular del cuerpo ya sea la muñeca, el codo, el hombro o el cuello.

Estas técnicas también pueden variar en sus conclusiones, pueden dar prioridad al trabajo cuantificando las actividades asociadas con el



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

aumento de riesgos de lesiones o de límites de peso recomendados para levantar.

El analista determina que tipo de evaluación y técnica es mejor para evaluar los riesgos de lesiones laborales basados en un conocimiento de las aplicaciones de determinada herramienta, gusto o facilidad por alguna de ella. Una buena técnica puede ofrecer una buena aproximación de los grados de riesgo, variaciones en la fisiología individual, historia de la lesión, métodos de trabajo y otros factores que influyen en una persona para que presente una lesión.

Herramientas de evaluación de riesgos postulares

Estas herramientas ergonómicas ofrecen un método estándar para analizar razonable y objetivamente los riesgos de trabajo. Entre las técnicas usadas actualmente para los análisis ergonómicos se encuentran las siguientes:

- ❖ RULA - Rapid Upper Limb Assessment. - Evaluación rápida de miembros superiores, para investigar los riesgos de trauma acumulativo como la postura, la fuerza y el análisis del uso de músculos.
- ❖ Renault - Método para la evaluación de puestos de trabajo, basado en cuatro factores ergonómicos (seguridad, entorno físico, carga

física, carga nerviosa) y cuatro factores psicológicos y sociológicos (autonomía, relaciones, repetibilidad, contenido del trabajo).

❖ OWAS.- Owako Working posture Analysis System. OWAS es un método para la evaluación de la carga postural durante el trabajo. El método de OWAS se basa en una clasificación simple y sistemática de las posturas de trabajo combinadas con observaciones de las tareas de trabajo. El método se puede aplicar, por ejemplo, en las siguientes áreas:

1. Desarrollo de una estación de trabajo o de un método del trabajo, reducir su carga muscular y hacerla más segura y productiva.
2. Planeamiento de un nuevo método del lugar de trabajo o del trabajo
3. Exámenes ergonómicos
4. Encuestas sobre medicina del trabajo
5. Investigación y desarrollo

En la tabla 7 se muestra la comparación de los métodos anteriormente descritos:

TABLA 7
COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE ANÁLISIS DE RIESGOS
POSTULARES

	RULA	RENAULT	OWAS
Nivel de conocimiento de personal recolector de datos	Conocimiento básico	Alto conocimiento técnico de análisis	Conocimiento básico
Tiempo aproximado de observación	30 min.	2 - 3 Horas	1 Horas
Valoración puntuaciones de condiciones de trabajo	Valoración en 5 niveles	Valoración en 5 niveles	Valoración en 5 niveles
Aplicaciones	Puestos fijos	Puestos en cadena, de montaje trabajos repetitivos y de ciclos cortos	Puestos fijos
Comentarios	De fácil aplicación, evaluación de esfuerzos en función de posturas, función muscular y las fuerzas que se ejercen	Es susceptible de ser adaptado y modificado para analizar otras características	Evaluación sistemática de posturas de trabajo y solo énfasis en posturas inadecuadas

Dada esta comparación para el desarrollo de los análisis de evaluación de los riesgos posturales de los puestos de trabajo del proceso de envasado de cilindro se utilizará el método Rula.

Método de RULA



CIB-ESPOL

El método de RULA (Rapid Upper Limb Assessment) fue desarrollado para investigar la exposición de los trabajadores de manera individual a los factores de riesgo asociados con desórdenes de los miembros superiores del cuerpo, que estén relacionados con el trabajo. Parte de dicho desarrollo se llevó a cabo en la industria de fabricación de prendas de vestir donde el estudio se hizo con operadores que

realizaban diversas tareas como cortar mientras se encontraban parados en un área definida para la actividad de corte con guillotina, en el área de manejo de máquinas, en la cual se usaba una gran variedad de máquinas para coser, en el área de corte manual con tijeras, así como en las áreas en que se efectuaban las operaciones de inspección y empaque. RULA también fue desarrollado a través de la evaluación de las posturas adoptadas, las fuerzas requeridas y las acciones musculares de los operadores que realizaban diversas variedades de tareas de manufactura donde los factores de riesgo asociados a los desórdenes de los miembros superiores del cuerpo humano podían estar presentes.

Los factores de riesgo bajo investigación son aquellos descritos por Mc Phee como factores externos de carga.

Estos factores incluyen:

- a. Número de movimientos
- b. Posturas de trabajo determinadas por el equipo y el mobiliario
- c. Trabajo estático muscular
- d. Fuerza



CIB-ESPOL

El método usa diagramas de las posturas del cuerpo y de las tablas 8-9-10, en donde se encuentran la puntuación que proveen la evaluación de la exposición a los factores de riesgo.

TABLA 8
PUNTAJES DE RELACIÓN DE BRAZO Y ANTEBRAZO CON
LA POSICIÓN DE LA MUÑECA

Extremidades superiores - puntuación postura					
Hombro	Codo	Postura Muñeca			
		1	2	3	4
		Giro		Giro	
		1	2	1	2
1	1	1	2	2	2
	2	2	2	2	2
	3	2	3	3	3
2	1	2	3	3	3
	2	3	3	3	3
	3	3	4	4	4
3	1	3	3	4	4
	2	3	4	4	4
	3	4	4	4	4
4	1	4	4	4	4
	2	4	4	4	4
	3	4	4	4	5
5	1	5	5	5	5
	2	5	6	6	6
	3	6	6	6	7
6	1	7	7	7	7
	2	8	8	8	8
	3	9	9	9	9

TABLA 9
PUNTAJES DE RELACIÓN TRONCO, CINTURA Y PIERNAS

Cuello, tronco, extremidades inferiores - Puntuación postura													
Cuello	Tronco												
	1		2		3		4		5		6		
	Ext. Inf.		Ext. Inf.		Ext. Inf.		Ext. Inf.		Ext. Inf.		Ext. Inf.		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7	
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8	
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	

Los rangos de movimiento para el antebrazo fueron establecidos en base a los descubrimientos de los estudios realizados por Tichauer, Chaffin, Herberts, Hagberg, Schuldt y Larsson-Ringdahl. Los puntajes son:

- 1 de 20 pulgadas de extensión a 20 pulgadas de flexión
- 2 de extensión mayor a 20 pulgadas o de 20-45 grados de flexión
- 3 para 45-90 grados de flexión
- 4 para 90 grados o más de flexión

Si el hombro es elevado, la puntuación de postura derivada como se indica arriba es incrementada en 1. Si el antebrazo se gira, el puntaje se ve incrementado en 1. Si la persona está apoyado o el peso de su brazo está soportado por algo, entonces el puntaje de postura se disminuye en 1. Los rangos para el brazo se desarrollaron a partir del trabajo de Grandjean y Tichauer. Los puntajes son:

- 1 de 60-100 grados de flexión
- 2 para menos de 60 pulgadas o más de 100 grados de flexión.

Si el brazo está trabajando atravesando la línea media del cuerpo o de lado entonces el puntaje de postura se incrementa en 1. Las especificaciones para el puntaje de la muñeca señaladas por la Health and Safety Executive son usadas para determinar los siguientes puntajes:

1 si se encuentra en posición neutral

- 2 para 0-15 pulgadas ya sea en flexión o extensión
- 3 para 15 pulgadas o más en flexión o extensión

Si la muñeca se encuentra con desviación radial al realizar el movimiento, entonces el puntaje por postura se incrementa en 1. Los giros de la muñeca son definidos alrededor de la postura neutral. Los puntajes son:

- 1 si la muñeca está en el rango medio de giro
- 2 si la muñeca se encuentra en o cerca del término del rango de giro.

Los rangos de postura para el cuello están basados en estudios de Chaffin y Kilbom. Los puntajes y los rangos son:

- 1 de 0-10 pulgadas de flexión
- 2 de 10-20 pulgadas de flexión
- 3 de 20 o más pulgadas de flexión
- 4 si es en extensión



Si el cuello se encuentra girado estos puntajes son incrementados en 1. Si el cuello está en movimiento forzado, ya sea inclinado frontal o lateral, entonces el puntaje se incrementa en 1. Los rangos para el tronco son los siguientes:

- 1 estando sentado o con buen soporte con un ángulo de 90 pulgadas o más
- 2 de 0-20 pulgadas de flexión
- 3 de 20-60 pulgadas de flexión
- 4 de 60 pulgadas o más de flexión

Si la cintura se encuentra girando, el puntaje se incrementa en 1. Si la cintura está forzada en movimiento frontal o lateral, el puntaje se incrementa en 1. Los puntajes para las diferentes posturas de las piernas son definidos por:

- 1 si las piernas y los pies están debidamente apoyados cuando uno se encuentra sentado con el peso correctamente balanceado
- 2 si las piernas y los pies no están debidamente apoyados o si el peso no está correctamente balanceado



CIB-ESPOL

TABLA 10
DETERMINACIÓN DE PUNTAJE FINAL

Puntuación final							
Cuello, tronco, extremidad inferior							
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Para una puntuación final de 1 o 2, la postura de trabajo debió haber sumado 2 o menos por cada grupo. Posturas de trabajo y acciones que tengan un puntaje final de 1 y 2 son consideradas aceptables si no se mantiene o repiten por períodos largos. Un puntaje final de 3 o 4 será dado a posturas de trabajo las cuales están fuera de rangos razonables de movimiento como definido en la literatura, también será dado este puntaje final a posturas de trabajo que están dentro de rangos de movimiento razonables pero donde se requiere de acciones repetitivas, cargas estáticas o exceso de fuerza. Se requiere de mayores investigaciones y quizás sea necesario realizar ciertos cambios. Un puntaje final de 5 o 6 indica aquellas posturas de trabajo que no se encuentran dentro de los rangos de movimiento convenientes: se requiere que la persona que realiza movimientos

repetitivos y/o trabajo muscular estático y puede ser necesario el uso de exceso de fuerza. Se sugiere que estas operaciones sean investigadas rápidamente y que sean realizados cambios a corto plazo mientras se planean cambios a largo plazo que reduzcan los niveles de exposición a los factores de riesgo. Un puntaje final de 7 será dado a cualquier postura de trabajo que se encuentre en o cerca del final del rango de movimiento y donde también se tienen movimientos repetitivos y acciones estáticas. Cualquier postura donde las fuerzas o cargas sean excesivas también se incluye en este grupo. Investigaciones y modificaciones de estas operaciones son requeridas de inmediato para reducir la excesiva carga al sistema músculo-esquelético y el riesgo de lesiones a la persona.

Finalmente las necesidades de acción en las cuales es dividido el puntaje final se indican en la tabla 11 de interpretación de resultados:

TABLA 11
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS – MÉTODO RULA

Nivel 1	Puntos 1-2	Postura aceptable si no se repita o mantiene durante largos periodos
Nivel 2	Puntos 3-4	Investigar, posibilidad de requerir cambios
Nivel 3	Puntos 5-6	Investigar, realizar cambios rápidamente
Nivel 4	Puntos 7 +	Realizar cambios de manera inmediata



CIB-ESPOL

En base a los fundamentos se ha desarrollado el programa e-Rula, versión 1.1, cuyos autores son: José Diego Más, Mercedes Chiner y Sabina Cuesta, de tal manera permite la fácil aplicación del método Niosh, en la figura 2.2. se muestra la ejecución del programa.

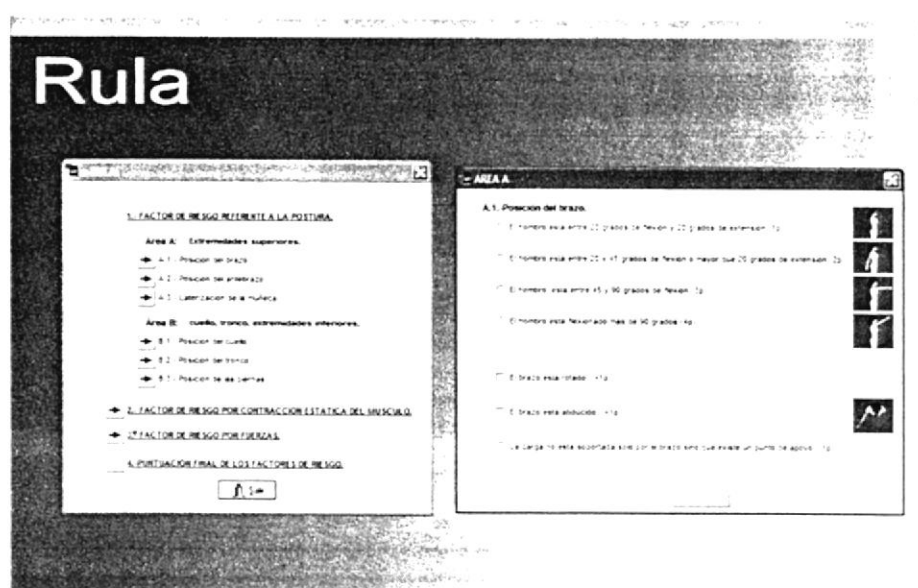


FIGURA 2.2 VENTANA DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA e-Rula

Herramientas de valoración de esfuerzos por levantamiento de carga

De acuerdo a R. Mondelo, Gregori, Blasco, Barrau en su libro Diseño de puestos de trabajo 2ª Edición enuncia los métodos más usuales para la valoración de esfuerzo:

- Método AFNOR, es desarrollado por la Association Francaise de Normalisation, da los límites de esfuerzos recomendados por la

acción sobre los controles, herramientas o útiles, esta normativa analiza las fuerzas pero de formas escasa los momentos de giro.

- Método NIOSH, es desarrollado por el Nacional Institute of Safety and Health de los Estados Unidos, realiza una revisión de la metodología sobre la manipulación de cargas y levantamiento de pesos, este método ha sido desarrollado por prevenir lesiones, establece límites según conceptos de biomecánicos, fisiológicos o psicofísicos estableciendo la carga máxima.
- Método REFA (Siemenes), desarrollado por una fundación alemana en 1924 fue redactado contemplando las leyes, normas o códigos vigentes para los diferentes temas, no se suponen conocimientos de fisiología.

La comparación de estos métodos se lo muestra a continuación.



CIB-ESPOL

TABLA 12
COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE VALORACIÓN DE
ESFUERZOS FÍSICOS

	AFNOR	NIOSH	REFA
Consideraciones de Fuerzas	Si	Si	Si
Consideraciones de Momentos			Si
Consideraciones de Levantamientos		Si	Si
Variable - Posición			Si
Variable - Postura	Si	Si	Si
Variable - Duración		Si	Si
Variable - Frecuencia	Si	Si	Si
Tiempo de desarrollo	30 min	45 min	1-2 H
Nivel de Conocimientos	Medio	Básicos	Avanzados
Ciencias Involucradas	Fisiología	Biomecánica Fisiología Psicofísica	Físicas Fisiología

De lo mostrado en la tabla 12 se determina que el método utilizado para la valoración de esfuerzos físicos por levantamiento de cargas es el método NIOSH debido a que utiliza más criterios de diferentes ciencias que los demás métodos.

Método de NIOSH

La finalidad de este método es la evaluación de riesgos por levantamiento de cargas identificando los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física y recomendando un límite de peso adecuado para cada tarea analizada. Las guías prácticas de trabajo NIOSH (1981).- Evalúa los riesgos de carga basados en los parámetros de NIOSH. • Ecuación revisada de carga de NIOSH

(1991). El desarrollo de la evaluación se realiza por grupos los pasos a seguir son los siguientes:

- Realizar observaciones del proceso de carga durante el transcurso de la jornada laboral.
- Determinar las posiciones iniciales y finales del proceso.
- Seleccionadas las posiciones se realiza mediciones sobre el trabajador, respaldada en imágenes de la actividad que realiza.
- Con los datos necesarios se procede a la aplicación del método en base a lo solicitado por el programa. En donde se evalúa el manejo de carga por la ecuación:

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

Donde:

RWL, es el límite recomendado

LC, es un valor constante de 23 Kg y el restos son factores correctores geométricos, temporales y de agarre'

HM, es el incremento de la distancia horizontal de la carga a la columna, $HM = 25 // H$

VM, es el incremento vertical de carga desde el suelo,

$$VM = (1 - (0,003 \text{ abs } (V - 75)))$$

DM, es el desplazamiento de la carga, $DM = 0,82 - 4,5 / D$

AM, es el desplazamiento en un plano recto de la carga,

$$AM = (1 - (0,0032 A))$$

FM, frecuencia de levantamiento de la carga

CM, Evaluación de los agarres de la carga.

Agarres	Bueno	Medio	Pobre
V<75cm	1	0,95	0,90
V>75cm	1	1	0,90

En base a estos fundamentos se ha desarrollado el programa e-Niosh, versión 1.1, cuyos autores son: José Diego Más, Mercedes Chiner y Sabina cuesta, de tal manera permite la fácil aplicación del método Niosh, en la figura 2.3. se muestra la ejecución del programa.

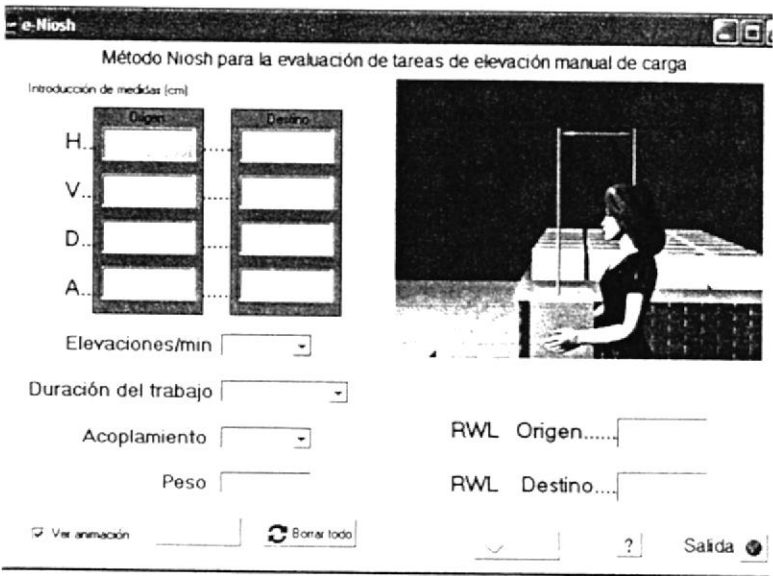


FIGURA 2.3 VENTANA DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA e-Niosh

Para la ejecución de este programa se requiere la determinación de los datos mostradas en la tabla 13:

TABLA 13
DATOS REQUERIDOS PARA LA EJECUCIÓN DEL
PROGRAMA e-Niosh

DATOS	DESCRIPCION
H	Distancia entre el centro de gravedad de la carga vertical y la vertical de la columna vertebral(Zona lumbar) del operario.Se solicita Origen y destino)
V	Distancia entre el suelo y el centro de gravedad de la carga en reposo (antes de ser cargada por el operario). Se solicita origen y destino
D	Distancia entre el centro de gravedad de la carga en reposo y el centro de gravedad de la misma una vez cargada por el operario a la altura de transporte. Se solicita origen y destino.
A	Angulo (en grados) entre el plano sagital del operarios y el centro de gravedad de la carga. Se solicita origen y destino.
Elevaciones por minuto	Número de veces que se repite es proceso de carga cada minuto.
Duración del trabajo	Este valor está tabulado y se debe elegir de entre los existentes en la persiana desplegable
Peso	Peso en Kilogramos de la carga

Finalmente para la interpretación de los resultados es necesario se muestra la tabla 14.

TABLA 14
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROGRAMA
e-Niosh

L1 >1	La tarea actual generará riesgo de dolor
L1 > 3	La tarea actual generará riesgo de lesión

Gasto energético

El gasto energético es la cantidad de energía que el ser humano utiliza para realizar una actividad física, de acuerdo a múltiples autores la realización de actividades extremas como ejercicios altamente dinámicos utiliza tan solo el 25% de la energía en la realización de los mismos el resto se pierde en forma de calor. El gasto esta expresado en:

- Kilocalorías (Kcal.)
- Kilojoule (KJ)
- Joule (J)
- Watt (W)
- Watt por metros cuadrados de superficie corporal.
(W/m²).



El realizar una actividad que exceda los límites de trabajo físico implica una serie de posibles consecuencias sobre el individuo tales como alteración de la conducta, creación de fatiga, dolores al final de la jornada, enfermedades profesionales, entre otros.

El gasto energético varía dependiendo sexo, estatura, el peso y del método de trabajo por tanto es recomendable evaluar las actividades que implique levantamiento de carga pues son las que demandan de mayor gasto energético

Los métodos para la determinación del gasto energético son de dos tipos: calorimetría directa y calorimetría indirecta. La calorimetría directa es poco utilizada por su costo, ya que se requiere que la actividad a evaluar se realice dentro de un calorímetro. La calorimetría indirecta implica la aplicación de los siguientes métodos:

- Control de alimentos que consume el hombre. (requiere controlar su peso y los alimentos que consume durante jornada).
- Medición del consumo de oxígeno. (Requiere determinar el oxígeno consumido durante jornada, además de una alimentación balanceada).
- Medición de la frecuencia cardíaca. (Requiere determinar la relación entre frecuencia cardíaca y el consumo del oxígeno durante jornada).

- Otros métodos. (Utilización de tablas estándares para cada acción realizada durante la jornada laboral)

Los métodos de control de alimentos y medición de consumo de oxígeno requieren que los operarios tengan una alimentación balanceada dada la cultura de ellos es un poco complicado garantizar este requerimiento, el método de medición de frecuencia cardiaca es un método cualitativo, por tanto se utilizará éste método de medición de la frecuencia cardiaca para clasificar el tipo gasto energético que genera una actividad seleccionada, una vez identificada la actividad que demanda de un mayor gasto energético se lo cuantificará,

El método de medición de la frecuencia que utiliza la medición de la frecuencia cardiaca para determinar el gasto energético se detalla a continuación:

Se requiere de la asignación de coeficientes de penosidad (de 1 a 6) a los diferentes criterios cardiacos, donde el 1 corresponde con la menor penosidad y el 6 con la mayor, obtenidos de la tabla 15. La suma de dichos coeficientes permite asignar una puntuación al puesto de trabajo clasificándolo según su penosidad.



TABLA 15
COEFICIENTES DE PENOSIDAD

	1	2	4	5	6
FCM (Pul/min)	90-94	95-99	100-104	105-109	> 110
ΔFC (Pul/min)	20-24	25-29	30-34	35-39	> 40
FC_{máx} (Pul/min)	110-119	120-129	130-139	140-149	> 150
CCA	10	15	20	25	30
CCR	10%	15%	20%	25%	30%

Donde:

FCB: Frecuencia cardiaca basal o de reposo.

FCM: Frecuencia cardiaca media.

FCM máx. t: Frecuencia cardiaca máxima teórica.

FC máx: Frecuencia cardiaca máxima.

Luego se obtiene el Costo Cardiaco relativo (CCR), se utilizará como frecuencia máxima teórica el valor FCM máx. t = (220 - edad), con lo que se asume un error de un 5% con respecto a la real que se determinaría mediante una prueba de esfuerzo.

Calculando:

$$CCR = \frac{CCA}{(FCM_{máx.t} - FCB)}$$

La aceleración de la FC:

$$\Delta FC = FCM_{máx.t} - FCM$$

A partir de todos estos valores, se puede clasificar el puesto de trabajo estudiado según la carga física y calificando el gasto energético. La determinación de la puntuación se efectuará mediante la suma de los coeficientes correspondientes a los cinco factores medidos. (FCM; ΔFC ; FCmáx; CCA; CCR). El resultado obtenido se lo compara con la puntuación de la tabla 16 y se concluirá que tipo de gasto energético se genera por la realización de actividades en el puesto de trabajo.

El método para la cuantificación del gasto energético estará dado por la utilización de tablas de estimación a partir de valores estándares para ello es necesario considerar los siguientes factores:

- Régimen metabólico basal
- El componente por la postura
- El componente por tipo de trabajo
- El componente por el movimiento del cuerpo relativo a la velocidad del trabajo.



TABLA 16
EVALUACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO BASADO EN LA
MEDICIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA

Puntuación final	
25 PUNTOS	<i>Extremadamente duro</i>
24 PUNTOS	<i>Muy duro</i>
22 PUNTOS	<i>Duro</i>
20 PUNTOS	<i>Penoso</i>
18 PUNTOS	<i>Soportable</i>
14 PUNTOS	<i>Ligero</i>
12 PUNTOS	<i>Muy ligero</i>
≤ 10 PUNTOS	<i>Carga física mínima</i>

Este método consiste en obtener el gasto energético de los componentes de la actividad analizada durante la jornada laboral para cada uno de los factores anteriormente expuesto.

El metabolismo basal es el régimen metabólico de una persona acostada en descanso bajo condiciones definidas y está en función del peso, estatura, edad y el sexo de la tabla 17 se obtiene que el metabolismo basal es de 44 w/m² para los hombres y 41 w/m² para mujeres pueden ser usados como una buena aproximación.

TABLA 17
DATOS ESTÁNDARES DE UNA PERSONA TÍPICA

Datos	Masculino	Femenino
Altura del cuerpo, Hb en metros	1,7	1,6
Peso del cuerpo, Wb en Kilogramos	70	60
Superficie del cuerpo, Adu, en metros cuadrados	1,8	1,6
Edad, A, en años	35	35
Valores de metabolismo basal, en watts por metro cuadrado	44	41

Fuente, Norma ISO 8996, 1990

Para obtener el valor referente a la postura del cuerpo se toma en cuenta los datos obtenidos en el Anexo A. De la misma manera en lo referente a lo del tipo de movimiento y movimiento del cuerpo relativo a la velocidad de trabajo se utiliza los valores obtenidos de los anexos B y C respectivamente. Con la determinación de estos valores para cada elemento de la actividad se realiza la sumatoria de consumo energético demandado obteniendo el gasto energético generado por la realización de la actividad analizada.



Capacidad de trabajo físico

La capacidad de trabajo físico es la cantidad de oxígeno que un individuo puede procesar, se puede medir sometiendo a un individuo a condiciones ambientales determinadas, además depende de factores como el sexo, edad, condiciones ambientales, estados emocionales, etc.

Los métodos para determinar la capacidad de trabajo físico son:

- Regresión Lineal
- Ecuaciones empíricas
- Pruebas del escalón.



El método de regresión lineal requiere de una serie de experimentos y la determinación de una ecuación, es poco práctica debido a que existe una serie de variables que son en ocasiones omitidas al momento de la formulación matemática y al no ser tomadas en cuenta en ocasiones concluyen una mala determinación.

El método de las ecuaciones empíricas requiere de un análisis exhaustivo de las posturas de trabajo, en nuestro caso requiere de muchas suposiciones puesto que las actividades realizadas son poco estudiadas.

La prueba de escalón es muy usada debido a la experimentación real de actividades físicas el monitoreo de algunos signos vitales del operario que realiza la actividad, por ello se la va a utilizar este método.

La prueba de escalón consiste en determinar la capacidad de trabajo físico mediante la estimación del consumo máximo de oxígeno, aplicando tres cargas físicas escalonadas en un banco a un ritmo de subida y bajada específico y controlando la frecuencia cardíaca como indicador del esfuerzo.

Primero se parte del cálculo de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) y del límite de carga o frecuencia cardíaca de referencia (FC_{ref}), la misma que se describe a continuación.

- $FC_{\text{máx}} = 220 - \text{edad (en años)}$
- $FC_{\text{ref}} = 65 \% (FC_{\text{máx}})$



CIB-ESPOL

Para realizar la prueba debe utilizarse un banco de 50cm de altura con dos escalones de 25cm de altura cada uno. La secuencia de subida y bajada es a razón de 5 pasos por cada vez y el sujeto debe apoyar los dos pies en el peldaño al subir y en el suelo al bajar. En el momento que el operario alcanza o sobrepasa la FC_{ref}, se detiene la prueba y con esa referencia se acude a la tabla dependiendo de la carga y a partir de la frecuencia que detuvo la prueba y el peso corporal se

determina el consumo de oxígeno máximo o capacidad de trabajo físico, las tablas referentes a este método se encuentran en los ANEXOS D, E y F.

Con el valor del consumo de oxígeno máximo ($VO_{2\text{máx}}$) se procede a rectificar de acuerdo a la edad del sujeto, el valor de corrección que aparece en la tabla 18 a continuación:

TABLA 18
FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE TRABAJO
FÍSICO DEBIDO A LA EDAD

Edad	$VO_{2\text{máx}}$
17-30	1,00
31-35	0,99
36-40	0,94
41-45	0,89
46-50	0,85
51-55	0,80
56-60	0,76
61-65	0,71
66-70	0,67
71-75	0,62
76-80	0,58

Muchos autores recomiendan que el gasto energético no deba sobrepasar el 30% de VO₂ máx. para evitar que el operario presente sobrecarga de trabajo. Considerando lo mencionado se procede a comparar que el 30% de la capacidad de trabajo sea mayor que el gasto energético de la actividad analizada durante la jornada laboral.

Evaluación de niveles de ruido

La evaluación de los niveles de ruido comienza por la determinación del rango permisible de exposición de un trabajador al realizar una actividad dentro de las instalaciones internas de una industria. Para ello es necesario citar lo dispuesto en la ley.

Por tratarse de una zona industrial y de conformidad con lo estipulado en el Anexo 5 del Libro VI de la Calidad Ambiental del actual Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, publicado en el Registro Oficial No. 725 del 16 de diciembre de 2002, en este tipo de zona, para un período laboral de 06H00 a 20H00 el nivel máximo permitido en exteriores es de 70 dBA (decibeles en ponderación A) y de 20H00 a 06H00 es de 65 dBA. En el ambiente interno de las instalaciones, por condiciones de Salud Ocupacional, el nivel máximo de ruido permitido es de **85 dBA**.



Además dentro de la legislación laboral se consideran los niveles máximos de exposición a niveles de ruido, dependiendo también del tipo de actividad que se realiza. Para el caso de la legislación ecuatoriana: "Art. 55. RUIDOS Y VIBRACIONES".

(Reformado por el Art. 34 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88)

Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla 19.

TABLA 19
NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO A LA
DURACIÓN DE LA JORANDA LABORAL

<i>Nivel Sonoro (dB)</i>	<i>Tiempo de exposición por jornada (hora)</i>
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

El filtro "A" al que se refiere la ley se detalla en la tabla 20.

TABLA 20
DESCRIPCIÓN DE FILTRO "A"

Ponderaciones de frecuencia	Caracterización
A	Es la red de ponderación más comúnmente utilizada para la valoración de daño auditivo e inteligibilidad de la palabra. Empleada inicialmente para analizar sonidos de baja intensidad, es hoy, prácticamente, la referencia que utilizan las leyes y reglamentos contra el ruido producido a cualquier nivel. El nivel de presión sonora se expresa en dB(A).

Para tener una mejor idea de los niveles de ruido ver figura 2.4.

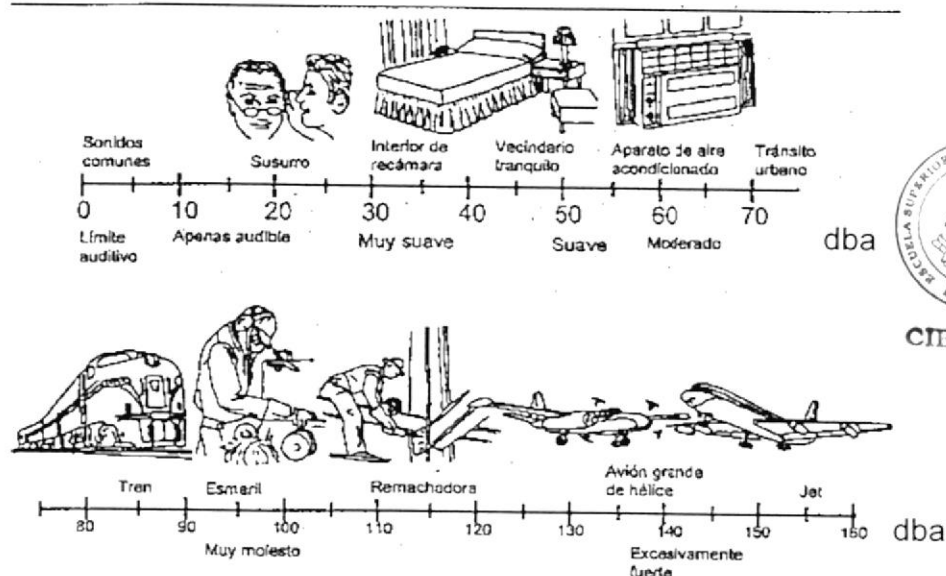


FIGURA 2.4 SONIDOS COMUNES

La herramienta que nos permite la evaluación del nivel de presión sonora es el sonómetro.

Para realizar esta medición es necesario determinar los niveles de presión en diferentes puntos relacionados dentro del proceso de envasado.

Evaluación de niveles de iluminación

La normativa ecuatoriana sobre los niveles de iluminación establece en el código de trabajo dentro del cual en el artículo 56 referente "niveles mínimos de iluminación" determina que para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para el trabajador el patrono debe asegurarse que los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial. Para la determinación de los niveles mínimos de iluminación es necesario considerar el tipo de actividad que se realiza tal como se muestra en la tabla 21.



CIB-ESPOL

TABLA 21
NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial, como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como manejo de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de piezas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con creación artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónica

Para el proceso de envasado es necesario asegurarse un nivel mínimo es de 300 luxes.



CIB-ESPOL

Evaluación de microclima laboral

El microclima laboral es un verdadero factor incidente sobre las condiciones del trabajador, se ha comprobado que esta variable puede causar deshidratación, aumento de las enfermedades de las vías respiratorias, reducción en el rendimiento físico, irritabilidad,

incrementos de errores, bajo rendimiento mental, incomodidad por sudar, etc.

Los factores que definen al ambiente térmico son:

- La temperatura del aire o seca (t_a - °C.)
- El contenido de vapor de agua en la atmósfera, puede expresarse como humedad relativa H_r (%)
- La temperatura radiante media, TRM (°C)
- La velocidad del aire V_a (m / Sg.)

Los métodos de evaluación del microclima pueden ser:

- Índice de Temperatura de bulbo húmedo y de globo
- Índice Temperatura Efectiva
- Índice de Sobrecarga Calórica ISC

El índice de temperatura de bulbo húmedo y de globo es un indicador utilizado con poca frecuencia debido a que se requiere una vigilancia continua sobre la sobrecarga térmica de cada una de las actividades que se realizan en el área de trabajo, además no considera factores como la velocidad del aire en el transcurso del tiempo.

El índice de temperatura efectiva es poco práctico para este análisis por que requiere de la utilización de nomogramas que a su vez

considera actividades poco comunes y requeriría de muchas asunciones.

El índice de sobrecarga calórico es muy completo debido a que parte de la ecuación de balance térmico en donde se determina el ambiente térmico a través de la temperatura y velocidad de aire, temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo factores que definen el ambiente térmico, además es fácil aplicación, establece la relación entre la cantidad de energía en forma de calor que se necesita para la realización de cierta actividad en condiciones ambientales dadas y la energía máxima que es posible eliminar a través de la evaporación del sudor en esas condiciones. Este método se detalla a continuación:

Considerar a un operario promedio, obtener:



- La superficie corporal SC definida en la siguiente fórmula:

$$SC = 0202 (Pc)^{0.425} (H)^{0.725}$$

Pc = Peso corporal (Kg)

H = Altura (m)

M = La generación de metabólica de calor (W/m^2)

- El intercambio de calor C (w/m^2)

C = Intercambio de calor por convección

$$C = 4,6V_a^{0,6}(t_s - 35)$$

V_a =Velocidad de aire

T_s =Temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$)

- El intercambio de calor R (w/m^2)

R =Intercambio de calor por radiación

$$R = 4,4(TMR-35)$$

TMR = Temperatura media radiante ($^{\circ}\text{C}$)

$$(TMR+273)^4 = (t_g + 273)^4 + 1,4 \sqrt{V_a} (t_g - t_s) 10^8$$

T_g = Temperatura de globo ($^{\circ}\text{C}$)

T_s = Temperatura de bulbo seca ($^{\circ}\text{C}$)

V_a = Velocidad del aires (m/s)



CIB-ESPOL

Finalmente para obtener la presión parcial de vapor de agua a partir se toma en cuenta la temperatura de bulbo seco, la temperatura de bulbo húmedo y el la humedad relativa del medio, con estos valores se acude a la tabla psicrométrica mostrada en el anexo G.

Con la obtención de estos datos se procede a determinar la evaporación requerida (E_{req}) y la evaporación máxima (E_{max}) definidas a continuación:

$$E_{req} = M + R + C$$

$$E_{max} = 7 V_a^{0.6} (56 - P_{va}) < 390 \text{ w/m}^2$$

Con estos datos se debe determinar el índice de sobrecarga calórica
ISC

$$\text{ISC} = E_{\text{req}} / E_{\text{MAX}} * 100\%$$

Evaluar el índice obtenido para determinar el ambiente térmico en base a la figura 2.4:

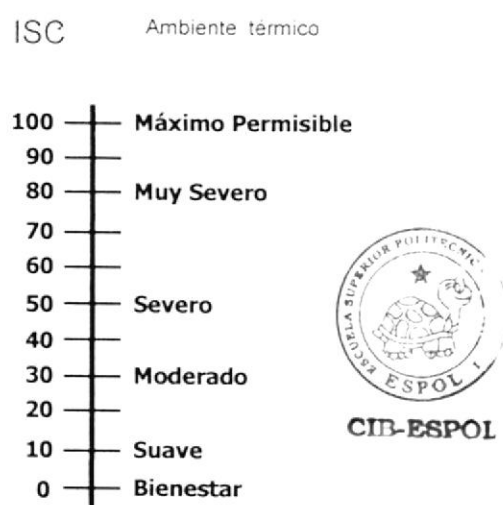


FIGURA 2.5 VALORACIÓN DEL AMBIENTE TÉRMICO

2.4 Normativas Locales e internacionales

La determinación de condiciones de laborales para el sector industrial en el país está regida por lo dispuesto en el código de trabajo en donde se da especificaciones sobre las condiciones físicas en las que el trabajador realizará las actividades por las que fue contratado por el patrono.

A manera general en esta normativa se trata de garantizar una relación justa entre el patrono y el empleado, como se demostró existen condiciones claras establecidas como la de iluminación y sonido, además existe el grado de responsabilidad que tiene el patrono por las enfermedades profesionales causadas por las actividades por las que contrato al empleado.

Revisando las normativas internacionales encontramos la ley 31 emitida en el año de 1995 y que sigue en vigencia dada por instituto de seguridad e higiene del gobierno español en el artículo 14 estipula que es obligación del patrono medir las posibles consecuencias de las actividades que pudieran ocasionar riesgos laborales que atente contra la salud de empleado, específicamente obliga a evaluar los posibles riesgos de lesiones antes de contratar a alguien y dejar asentado por escrito los parámetros máximos de realización de las actividades riesgosas.

En América latina los temas de condiciones de trabajo van de la mano con el empuje que la ergonomía le da a las organizaciones por controlar variables sobre el desenvolvimiento del trabajador en la organización, es así que en Chile se habla dentro del código de trabajo de adaptaciones ergonómicas de puestos en donde exigen al patrono



realizar adaptaciones a los puestos de trabajo para disminuir los riesgo de lesiones y evitar el estrés laboral.

En general los temas de condiciones de trabajo están en pleno desarrollo pues la adaptación del entorno al hombre es muy complejo debido a la infinidad de alternativas de método de trabajo que se están descubriendo.



CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCION DE PROCESO DE ENVASADO

En este capítulo se describirá el proceso de envasado de cilindros, se obtendrán el diagrama de proceso y los tiempos estándares de operación.

3.1 Diagramas de flujo del proceso

Antes de describir el flujo se mencionan algunos términos que describen los componentes físicos de un cilindro, ver figura 3.1.

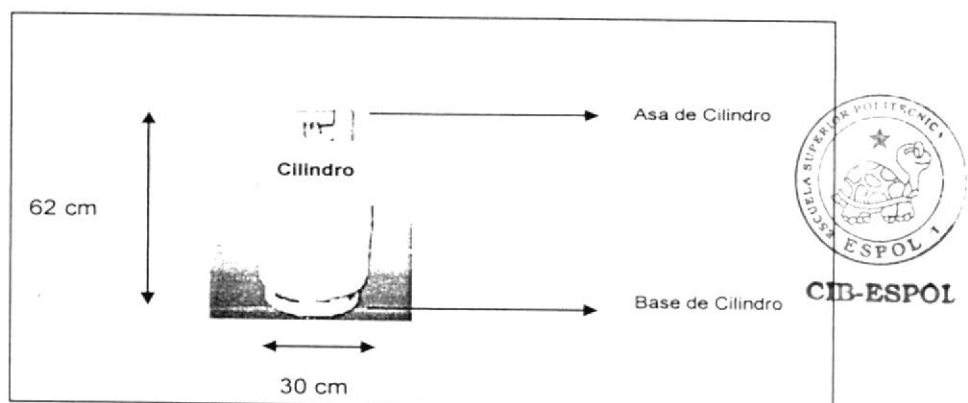


FIGURA 3.1. DESCRIPCION DE UN TANQUE DE CILINDROS

Las actividades involucradas en el proceso de envasado son las siguientes:

- **Inspección de cilindros ingresados a planta**

El despachador de la torre de control verifica la cantidad exacta de cilindros ingresados a planta.

- **Transporte a la nave de envasado**

Después de la autorización del despachador, el vehículo del cliente se dirige a la nave de envasado.

- **Recepción de cilindros en carrusel de carga**

A la llegada a la nave de envasado los cilindros son descargados manualmente del vehículo en los carruseles de carga.

- **Verificación de superficie y enderezamiento de la asa**

Sobre los carruseles de carga se inspecciona la superficie del cilindro y además verifica el estado de la asa de tal manera que el boquete no genere problemas en el llenado del cilindro y en caso de presentar problemas con la ayuda de una herramienta metálica se endereza la asa.

- **Tabulación de la tara del cilindro**

Antes de llegar al punto de llenado del carrusel un operario ingresa la tara del cilindro (tara es la denominación del peso del cilindro vacío) a la mesa de control.



- **Llenado de cilindro**

Con el ingreso de la tara a la mesa de control, se procede de manera automática a envasar el gas (G.L.P.) al cilindro

- **Verificación de peso**

Después del llenado se traslada al cilindro a una balanza de control en donde el operador verifica que el peso sea el correcto.

- **Verificación de fuga**

La verificación consiste en someter al cilindro a una revisión de la válvula en la máquina detectora de fugas.

- **Colocación del sello de seguridad**

Uno de los pasos finales del proceso de llenado es la colocación del sello de seguridad esto se lo realiza de manera manual sobre el carrusel de carga.

- **Apilamiento del cilindro lleno**

Finalmente completado el proceso de llenado el cilindro lleno es retirado del carrusel de carga y apilado manualmente sobre el vehículo del cliente.

- **Transporte a la torre de control**

El vehículo se retira de la nave de envasado y se dirige a la torre de control.



- **Inspección de cilindros despachados**

El despachador de la torre de control verifica la cantidad exacta de cilindros despachados por la nave de envasado, posterior a esta verificación se autoriza la salida del vehículo de la planta.

En la planta Guayaquil existe un fondo de maniobras de cilindros de 90.000 cilindros de 15 Kg. y de 216 cilindros de 45 Kg. lo que soporta las actividades operativas, el principal movimiento operativo lo realizan los cilindros de 15 kg. debido a eso se realizará el análisis sobre el proceso de envasado de estos cilindros. A continuación se procede al levantamiento de los correspondientes diagramas de flujo, ver figura 3.2 y figura 3.3.



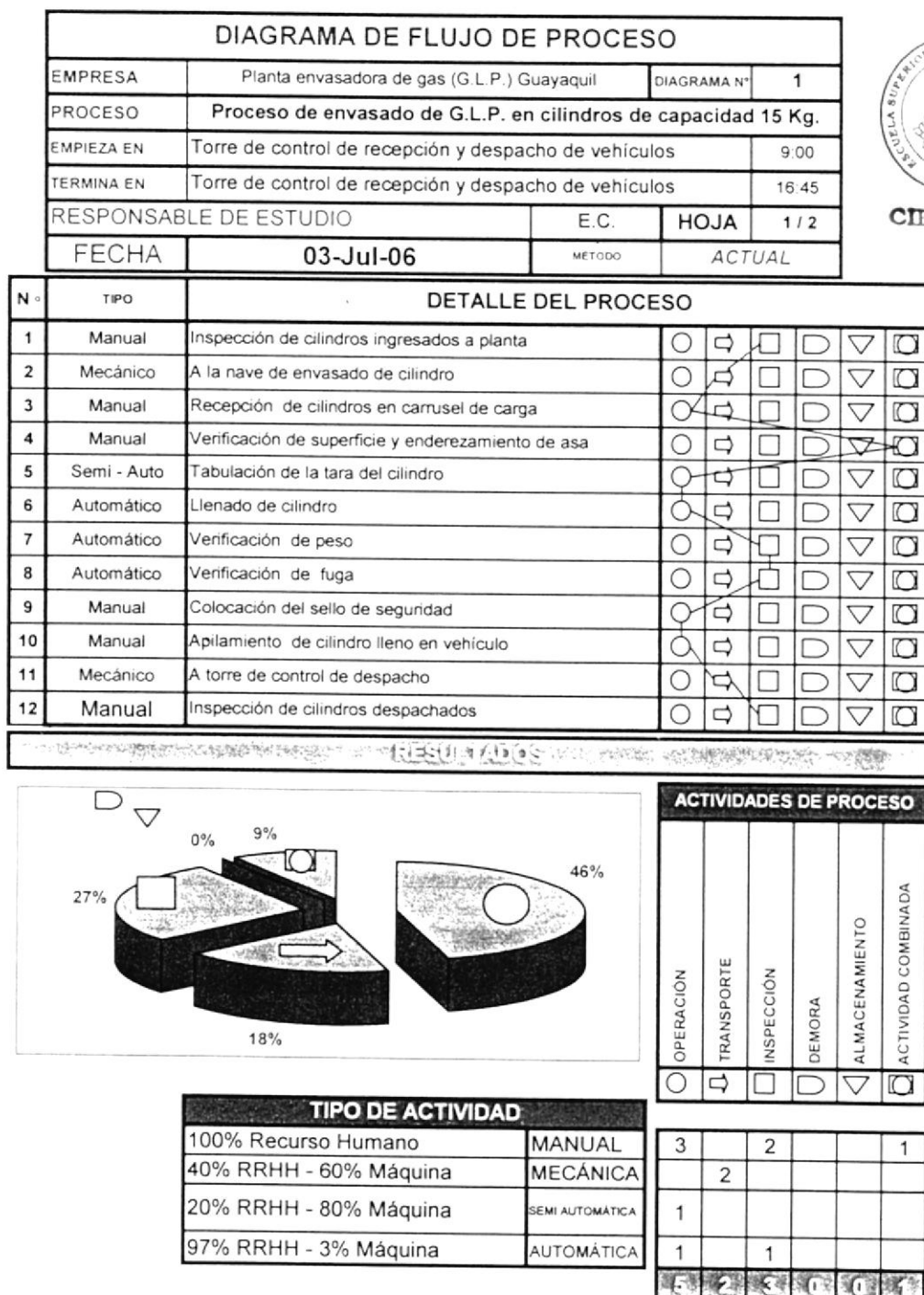


FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE PROCESO

DIAGRAMA DE RECORRIDO			
EMPRESA	Planta envasadora de gas (G.L.P.) Guayaquil	DIAGRAMA Nº	1
PROCESO	Proceso de envasado de G.L.P. en cilindros de capacidad 15 Kg.		
EMPIEZA EN	Torre de control de recepción y despacho de vehículos		9:00
TERMINA EN	Torre de control de recepción y despacho de vehículos		16:45
RESPONSABLE DE ESTUDIO		E.C.	HOJA
FECHA		MÉTODO	
03-Jul-06		ACTUAL	

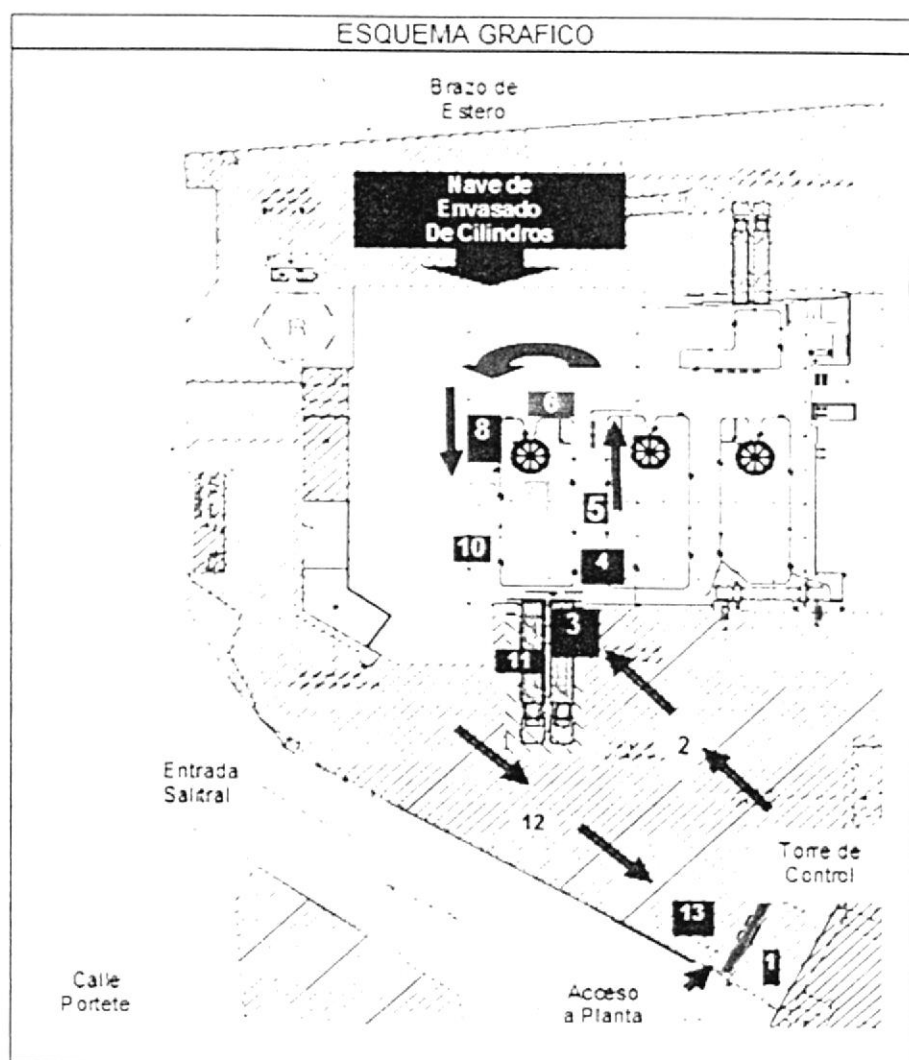


FIGURA 3.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO

Como se puede observar en el diagrama de flujo el 46% de las actividades operativas, el 27% son actividades de inspección y el resto son actividades de transporte y combinadas.

La figura 3.4 muestra la relación existente entre las actividades del proceso y el tipo de actividades del mismo:

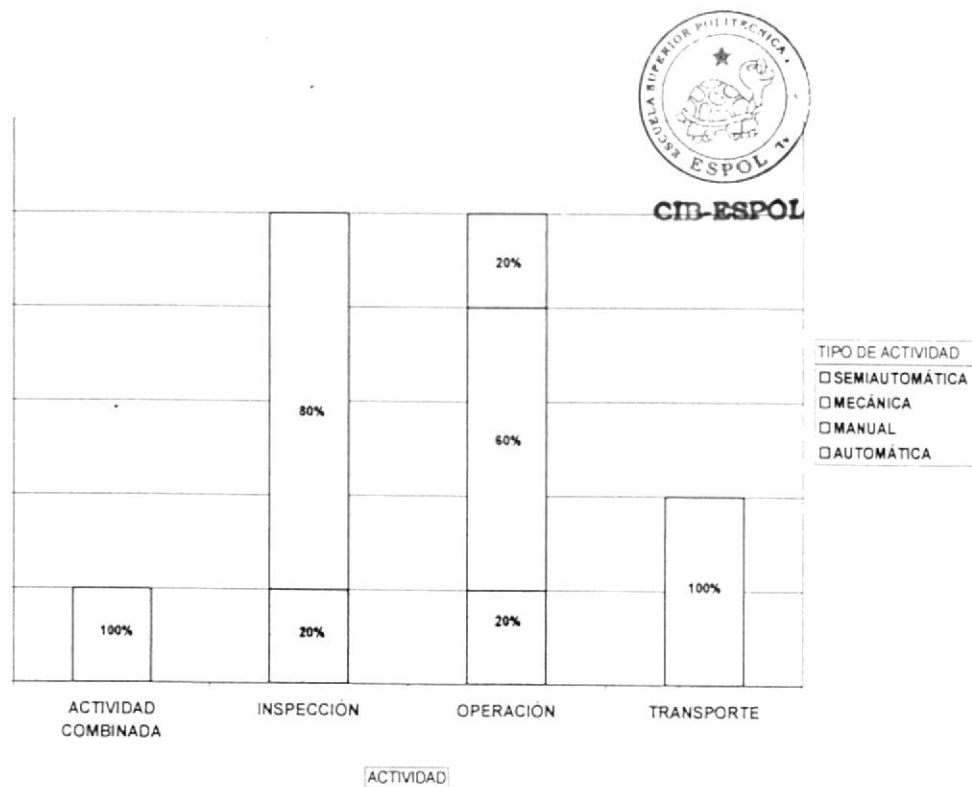


FIGURA 3.4. RELACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES Y EL TIPO DE ACTIVIDAD

De lo que se puede apreciar el 60% de las actividades operativas son manuales, de la misma manera el 80% de las actividades de inspección son manuales

Finalmente se concluye que las principales actividades del proceso de envasado de cilindro son actividades operativas y de inspección y más del 60% de estas actividades son del tipo manual.



3.2 Tiempos estándares de operación

Para la obtención de los estándares de operación es necesario la realización de estudios de tiempos sobre el proceso, de acuerdo a lo expuesto en el capítulo 2 en la tabla 6 la selección de la técnica para la obtención del estándar de tiempo depende de las variables volumen de producción y tiempo de ciclo de cada actividad involucrada en el proceso, en la tabla 22 se determinan las técnicas seleccionadas.

TABLA 22
SELECCIÓN DE TÉCNICA PARA DETERMINACIÓN DE
ESTÁNDAR DE TIEMPO

ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO		TIEMPO DE CICLO	VOLUMEN	TÉCNICA SELECCIONADA
1	Inspección de cilindros ingresados a planta	LARGO	BAJO	OPINIÓN DE EXPERTO - TIEMPOS HISTORICOS
2	A la nave de envasado de cilindro	CORTO	BAJO	OPINIÓN DE EXPERTO - TIEMPOS HISTORICOS
3	Recepción de cilindros en carrusel de carga	LARGO	ALTO	MUESTREO DE TRABAJO
4	Verificación de superficie y enderezamiento de asa	MEDIO	ALTO	ESTUDIO CON CRONOMETRO
5	Tabulación de la tara del cilindro	CORTO	ALTO	ESTUDIO CON CRONOMETRO
6	Llenado de cilindro	MEDIO	ALTO	ESTUDIO CON CRONOMETRO
7	Verificación de peso	CORTO	ALTO	ESTUDIO CON CRONOMETRO
8	Verificación de fuga	CORTO	ALTO	ESTUDIO CON CRONOMETRO
9	Colocación del sello de seguridad	MEDIO	ALTO	ESTUDIO CON CRONOMETRO
10	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo	CORTO	ALTO	MUESTREO DE TRABAJO
11	A torre de control de despacho	LARGO	ALTO	OPINIÓN DE EXPERTO - TIEMPOS HISTORICOS
12	Inspección de cilindros despachados	CORTO	BAJO	OPINIÓN DE EXPERTO - TIEMPOS HISTORICOS

Como se observa en la tabla anterior se utilizará 3 técnicas para la determinación de los estándares de tiempo del proceso:

- Opinión de experto –Tiempos históricos
- Estudio con cronómetro
- Muestreo de trabajo

Para la realización de estos estudios se ha planteado un exactitud del 10% y trabajar con un nivel de confianza del 95%.

Opinión de experto – Tiempos históricos

Para la obtención de estos tiempos se consulto con los despachadores de la torre, el líder de la planta y el supervisor de planta personas que están muy involucradas con estas actividades dentro del proceso, además son personas que están más de dos años en el puesto de trabajo, en la tabla 23 se muestra las estimaciones.

**TABLA 23
ESTIMACIÓN DE EXPERTOS**

	ACTIVIDADES DEL PROCESO	Despachador 1	Despachador 2	Líder de planta	Supervisión de Producción
1	Inspección de cilindros ingresados a planta	5 min/veh	4 min/veh	4 min/veh	10 min/veh
2	A la nave de envasado de cilindro	2 min	4 min	4 min	6 min
11	A torre de control de despacho	3 min	4 min	4 min	4 min
12	Inspección de cilindros despachados	8 min/veh	7 min/veh	8 min/veh	7 min/veh

Se realizó un seguimiento sobre los datos obtenidos y se los comparó con el promedio de la estimación obtenida presentando diferencias casi nulas entre las estimaciones y el seguimientos, por tanto los estándares de tiempos dados para estas actividades se los muestra en la tabla 24.

TABLA 24
ESTÁNDAR DE TIEMPO POR ESTIMACIÓN DE EXPERTOS

ACTIVIDADES DEL PROCESO		Tiempo Estándar
1	Inspección de cilindros ingresados a planta	6 min veh
2	A la nave de envasado de cilindro	4 min veh
11	A torre de control de despacho	4 min veh
12	Inspección de cilindros despachados	8 min veh

Estudio con cronómetro

Para la realización del estudio se tomaron 25 muestras de las actividades 4 hasta la 9 del proceso de envasado de cilindro. Las observaciones se muestran en el ANEXO H.



A partir de las muestras se obtiene el tamaño de muestra tal como se observa en el tabla 25:

TABLA 25
TAMAÑO DE MUESTRA PARA ESTUDIO CON CRÓNOMETRO

ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO		Obtención del tamaño de muestra				
		Observaciones	Desviación Estándar	Exactitud	Z $\alpha/2$	n
4	Verificación de superficie y enderezamiento de asa	25	0,74	10%	1.96	210
5	Tabulación de la tara del cilindro	25	0,71	10%	1.96	194
6	Llenado de cilindro	25	0,59	10%	1.96	134
7	Verificación de peso	25	0,37	10%	1.96	53
8	Verificación de fuga	25	0,52	10%	1.96	104
9	Colocación del sello de seguridad	25	0,64	10%	1.96	157

Con la obtención del tamaño de muestra se planificó la realización de la toma de las muestras en 4 periodos durante el día, dos durante el primer turno y dos durante el segundo turno, ver tabla 26.

TABLA 26
PLANIFICACIÓN DE TOMA DE MUESTRAS PARA ESTUDIO CON CRÓNOMETRO

ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO		1 Periodo			2 Periodo			3 Periodo			4 Periodo		
		9:00	10:00	11:00	14:00	15:00	16:00	20:00	21:00	22:00	1:00	2:00	3:00
4	Verificación de superficie y enderezamiento de asa	53			53			53			51		
5	Tabulación de la tara del cilindro	50			48			48			48		
6	Llenado de cilindro	35			33			33			33		
7	Verificación de peso	14			13			13			13		
8	Verificación de fuga	26			26			26			26		
9	Colocación del sello de seguridad	40			39			39			39		



Con la definición de los períodos se procede a obtener las lecturas de tiempo para cada actividad y en cada período ver ANEXO I, ANEXO J, ANEXO K, ANEXO L.

A continuación se procede a comprobar la normalidad de los datos en cada período utilizando del utilitario minitab versión 14, la comprobación de los datos del primer período se muestran en el ANEXO M, dado que el p - value es mayor que 0,15 no existe evidencia para rechazar H_0 , por tanto se concluye con los datos provienen de una población normal.

A los datos obtenidos en el segundo período también se le realizó la prueba de normalidad ver ANEXO N, dado que el p -value es mayor que 0,15 no existe evidencia para rechazar H_0 , por tanto se concluye con los datos provienen de una población normal.

La prueba de normalidad para los datos obtenidos en el tercer período se muestra en el ANEXO O, dado que el p -value es mayor que 0,15 no existe evidencia para rechazar H_0 , por tanto se concluye con los datos provienen de una población normal.



Finalmente la prueba de normalidad realizada a los datos del cuarto período se muestran en el ANEXO P, dado que el p-value es mayor que 0,15 no existe evidencia para rechazar H_0 , por tanto se concluye con los datos provienen de una población normal.

Por tanto los tiempos promedios de las actividades analizadas se muestran en la tabla 27

TABLA 27
TIEMPOS PROMEDIOS DE OPERACIÓN

		ACTIVIDADES DEL PROCESO					
		4	5	6	7	8	9
PRIMER TURNO	PRIMER PERÍODO	2,81 Sg / U	3,01 Sg / U	2,93 Sg / U	2,76 Sg / U	2,80 Sg / U	2,92 Sg / U
	SEGUNDO PERÍODO	2,92 Sg / U	3,21 Sg / U	3,00 Sg / U	3,09 Sg / U	2,81 Sg / U	3,06 Sg / U
SEGUNDO TURNO	TERCER PERÍODO	3,01 Sg / U	3,30 Sg / U	3,02 Sg / U	3,07 Sg / U	2,95 Sg / U	2,86 Sg / U
	CUARTO PERÍODO	3,22 Sg / U	3,52 Sg / U	3,39 Sg / U	3,07 Sg / U	3,13 Sg / U	2,94 Sg / U



CIB-ESPOL

En la tabla 28 se muestra la calificación dada por el analista sobre el desempeño de los operarios al momento de realizar la toma de tiempo:

TABLA 28
CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO DURANTE LA
REALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPO

		Primer Turno		Segundo Turno	
		Habilidad	Esfuerzo	Habilidad	Esfuerzo
ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO	4	D	D	C2	C2
	5	C2	C2	C2	D
	6	D	C2	E1	C2
	7	D	D	C2	C2
	8	C2	D	D	E1
	9	D	C2	D	D

De la figura 2.1 mostrada en el capítulo dos se obtiene la valoración del desempeño, ver tabla 29.



TABLA 29
VALORACIÓN DE DESEMPEÑO DURANTE ESTUDIO

		Primer Turno		Segundo Turno	
		Habilidad	Esfuerzo	Habilidad	Esfuerzo
ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO	4	0	0	0,03	0,03
	5	0,03	0,03	0,03	0
	6	0	0,03	-0,05	0,03
	7	0	0	0,03	0,03
	8	0,03	0	0	-0,05
	9	0	0,03	0	0

A partir de la lectura de tiempo tomada para cada actividad y en cada período mostradas en la tabla 27 se procede a calcular la fatiga, para ello verificamos el incremento de tiempo de una actividad determinada para cada turno, por ejemplo el incremento de la actividad 4 durante el primer turno es de 0,11 Sg / U resultado de la resta entre 2,92 Sg / U menos 2,81 Sg / U, se divide el incremento para el tiempo registrado del primer período y se obtiene 3,9%, de la misma manera se procedió con el resto de actividades en los dos turnos, ver tabla 30.



CIB-ESPOL

TABLA 30
OBTENCIÓN DE LOS NIVELES DE FATIGA POR ESTUDIO
DE TIEMPO CON CRONÓMETRO

ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO					
4	5	6	7	8	9

Primer Turno	1º Periodo	2,81 Sg / U	3,01 Sg / U	2,93 Sg / U	2,76 Sg / U	2,80 Sg / U	2,92 Sg / U
	2º Periodo	2,92 Sg / U	3,21 Sg / U	3,00 Sg / U	3,09 Sg / U	2,81 Sg / U	3,06 Sg / U

Fatiga del primer Turno	3,9%	6,6%	2,3%	11,9%	0,5%	4,9%
-------------------------	------	------	------	-------	------	------

Segundo Turno	3º Periodo	3,01 Sg / U	3,30 Sg / U	3,02 Sg / U	3,07 Sg / U	2,77 Sg / U	2,86 Sg / U
	4º Periodo	3,22 Sg / U	3,52 Sg / U	3,39 Sg / U	3,07 Sg / U	3,13 Sg / U	2,94 Sg / U

Fatiga del segundo Turno	7,0%	6,6%	12,3%	0,2%	12,9%	2,7%
--------------------------	------	------	-------	------	-------	------

Como parte del procedimiento del estudio de tiempos con cronómetro es necesario determinar el porcentaje de tolerancia sobre los tiempos de actividad debido a las necesidades personales y demoras varias del personal operativo, se determina un 5% debido a que durante la realización del estudio se observó la necesidad del personal de agua helada y el dispensador de agua no se encuentra en el área de trabajo sino en el área de taller de mantenimiento a uno 40 m de la nave de envasado, de la misma manera los baños operativos se encuentran a una distancia aproximada de 15m. Finalmente con la valoración del desempeño y la obtención de la

fatiga se procede a la obtención del estándar de tiempo para cada turno tal como se muestra en la tabla 31.

TABLA 31
ESTÁNDAR DE TIEMPO POR ESTUDIO CON CRONÓMETRO

		Tiempo promedio	Valoración de desempeño		Tiempo Nivelado	N.P.D.F			Tiempo estándar	
			Habilidad	Esfuerzo		Necesidades personales	Demoras	Fatiga		
ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO	Verificación de superficie y enderezamiento de asa	1º TURNO	2,87	0	0	2,87	5%	5%	3,90%	3,26 Sg/U
		2º TURNO	3,12	0,03	0,03	3,30	5%	5%	7%	3,86 Sg/U
	Tabulación de la tara del cilindro	1º TURNO	3,11	0,03	0,03	3,30	5%	5%	6,60%	3,84 Sg/U
		2º TURNO	3,41	0,03	0	3,51	5%	5%	6,60%	4,10 Sg/U
	Llenado de cilindro	1º TURNO	2,97	0	0,03	3,05	5%	5%	2,30%	3,43 Sg/U
		2º TURNO	3,21	-0,05	0,03	3,14	5%	5%	12,30%	3,84 Sg/U
	Verificación de peso	1º TURNO	2,93	0	0	2,93	5%	5%	11,90%	3,57 Sg/U
		2º TURNO	3,07	0,03	0,03	3,25	5%	5%	0,20%	3,59 Sg/U
	Verificación de fuga	1º TURNO	2,81	0,03	0	2,89	5%	5%	0,50%	3,19 Sg/U
		2º TURNO	2,95	0	-0,05	2,80	5%	5%	6,00%	3,25 Sg/U
	Colocación del sello de seguridad	1º TURNO	2,99	0	0,03	3,08	5%	5%	4,90%	3,54 Sg/U
		2º TURNO	2,45	0	0	2,45	5%	5%	2,70%	2,76 Sg/U

Muestreo de trabajo

El objetivo de este estudio de muestreo de trabajo es la determinación de los estándares de tiempo de dos de las actividades del proceso de envasado de cilindro, la recepción del cilindro en carrusel de carga y la actividad de apilar el cilindro lleno sobre vehículo, inicialmente se determino los elementos para cada actividad, además se tomo 156 y 167 observaciones respectivamente, ver figura 3.5 y figura 3.6.

Muestreo de trabajo				
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.			
Proceso:	Envasado de cilindros			
Actividad:	Recepción de cilindros en carrusel de carga			
Fecha:	20 de Diciembre de 2006	Hora:	11:00	

# Elemento	Descripción del elemento	Observaciones	Porcentaje	Razón del elemento
1	Asir cilindro vacío apilado en plataforma	48	30,8%	Productivo
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	42	26,9%	Productivo
3	Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	42	26,9%	Productivo
4	Descanso	6	3,8%	Improductivo (5% incluido en N.P.)
5	Cambio de postura	12	7,7%	Improductivo (5% incluido en N.P.)
6	Tiempo oso	6	3,8%	Improductivo (5% incluido en N.P.)
TOTAL		156		

Tiempo analizado	48 min
Cilindros descargados de plataforma	790 Unid
Número de operario realizando actividad	4

FIGURA 3.5 DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD RECEPCIÓN DE CILINDROS EN CARRUSEL DE CARGA



Muestreo de trabajo				
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.			
Proceso:	Apilamiento de cilindro lleno en vehiculo			
Actividad:	Apilamiento de cilindro lleno en vehiculo			
Fecha:	19 de Diciembre de 2006	Hora:	11:00	

# Elemento	Descripción del elemento	Observaciones	Porcentaje	Razón del elemento
1	Retirar el cilindro del camusel de carga	42	25,1%	Productivo
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	41	24,6%	Productivo
3	Apilar el cilindro sobre la plataforma	60	35,9%	Productivo
4	Descanso	6	3,6%	Improductivo (5% incluido en N.P.)
5	Cambio de postura	12	7,2%	Improductivo (5% incluido en N.P.)
6	Tiempo ocio	6	3,6%	Improductivo (5% incluido en N.P.)
TOTAL		167		

Tiempo analizado	50 min
Cilindros descargados de plataforma	720 Unid
Número de operario realizando actividad	4



FIGURA 3.6. DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD APILAMIENTO DE CILINDRO EN VEHÍCULO

Para la realización de este estudio se ha planteado trabajar con una exactitud del 10% y un nivel de confianza del 95%.

La determinación del tamaño de la muestra se muestra en la tabla32

TABLA 32
TAMAÑO DE MUESTRA PARA MUESTREO DE TRABAJO

ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO		Obtención del tamaño de muestra				
		Observaciones	Exactitud	Z a/2	p	n
3	Recepción de cilindros en carrusel de carga	156	10%	1,96	3,80%	9725
10	Apilamiento de cilindro lleno en vehiculo	167	10%	1,96	3,60%	10287

La determinación de los periodos del día en lo que se procederá a obtener las muestras se detallan en la tabla 33.

TABLA 33
PLANIFICACIÓN DE TOMA DE MUESTRAS POR MUESTREO DE TRABAJO

		1 Periodo			2 Periodo			3 Periodo			4 Periodo			
ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO		n	9:00	10:00	11:00	14:00	15:00	16:00	20:00	21:00	22:00	1:00	2:00	3:00
3	Recepción de cilindros en carrusel de carga	9725	2432			2431			2431			2431		
10	Apilamiento de cilindro lleno en vehiculo	10287	2571			2572			2572			2572		

Las observaciones tomadas para el primer período se muestran en el ANEXO Q. De la misma manera la observaciones para el segundo, tercer y cuarto período se detallan en el ANEXO R, ANEXO S, ANEXO T, respectivamente.

Por tanto el tiempo promedio de las actividades para cada período se muestra en la tabla 34.

TABLA 34
TIEMPO PROMEDIO DE ACTIVIDAD POR MUESTREO DE TRABAJO

		ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO	
		Recepción de cilindros en carrusel de carga	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo
Primer Turno	1 • Período	14 Unid / min	14,9 Unid / min
	2 • Período	16,48 Unid / min	16,57 Unid / min
Segundo Turno	3 • Período	15 Unid / min	18 Unid / min
	4 • Período	17 Unid / min	20 Unid / min



A continuación se obtiene el porcentaje de fatiga para cada turno tal como lo detalla la tabla 35.

TABLA 35
OBTENCIÓN DE LOS NIVELES DE FATIGA POR MUESTREO DE TRABAJO

ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO			
Recepción de cilindros en carrusel de carga		Apilamiento de cilindro lleno en vehículo	
Primer Turno	1º Periodo	14 Unid / min	14,9 Unid / min
	2º Periodo	16,48 Unid / min	16,57 Unid / min
Fatiga del primer Turno		17,7%	11,2%
Segundo Turno	3º Periodo	15 Unid / min	18 Unid / min
	4º Periodo	17 Unid / min	20 Unid / min
Fatiga del segundo Turno		13,3%	11,1%

Con la determinación del porcentaje de fatiga se procede a la determinación del estándar de tiempo como se indica en la tabla 36.

TABLA 36
ESTÁNDAR DE TIEMPO POR MUESTREO DE TRABAJO

		Tiempo Nivelado	Fatiga	Tiempo estándar	
ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO	Recepción de cilindros en carrusel de carga	1º TURNO	15,24	17,70%	17,94 Unid / min
		2º TURNO	16,00	13%	18,13 Unid / min
	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo	1º TURNO	15,74	11,20%	17,50 Unid / min
		2º TURNO	19,00	11,10%	21,11 Unid / min

Los estándares de tiempo para el proceso de envasado de cilindro se muestran en la tabla 37.

TABLA 37
ESTÁNDARES DE TIEMPO DEL PROCESO DE ENVASADO
DE CILINDRO

Actividades del proceso de envasado de cilindros			Tiempo estándar	
1	Inspección de cilindros ingresados a planta		6 min/veh	0,37 Sg/U
2	A la nave de envasado de cilindro		4 min/veh	0,25 Sg/U
3	Recepción de cilindros en carrusel de carga	1º TURNO	17,94 Unid / min	3,34 Sg/U
		2º TURNO	18,13 Unid / min	3,31 Sg/U
4	Verificación de superficie y enderezamiento de asa	1º TURNO	3,26 Sg/U	3,26 Sg/U
		2º TURNO	3,86 Sg/U	3,86 Sg/U
5	Tabulación de la tara del cilindro	1º TURNO	3,84 Sg/U	3,84 Sg/U
		2º TURNO	4,10 Sg/U	4,10 Sg/U
6	Llenado de cilindro	1º TURNO	3,43 Sg/U	3,43 Sg/U
		2º TURNO	3,84 Sg/U	3,84 Sg/U
7	Verificación de peso	1º TURNO	3,57 Sg/U	3,57 Sg/U
		2º TURNO	3,59 Sg/U	3,59 Sg/U
8	Verificación de fuga	1º TURNO	3,19 Sg/U	3,19 Sg/U
		2º TURNO	3,25 Sg/U	3,25 Sg/U
9	Colocación del sello de seguridad	1º TURNO	3,54 Sg/U	3,54 Sg/U
		2º TURNO	2,76 Sg/U	2,76 Sg/U
10	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo	1º TURNO	17,50 Unid / min	3,43 Sg/U
		2º TURNO	21,11 Unid / min	2,84 Sg/U
11	A torre de control de despacho		4 min/veh	0,25 Sg/U
12	Inspección de cilindros despachados		8 min/veh	0,50 Sg/U



Los estándares para el primer turno se muestran en la tabla 38

TABLA 38
ESTÁNDAR DE TIEMPO DE PRIMER TURNO

Actividades del proceso de envasado de cilindros		Tiempo estándar
1	Inspección de cilindros ingresados a planta	0,37 Sg/U
2	A la nave de envasado de cilindro	0,25 Sg/U
3	Recepción de cilindros en carrusel de carga	3,34 Sg/U
4	Verificación de superficie y enderezamiento de asa	3,26 Sg/U
5	Tabulación de la tara del cilindro	3,84 Sg/U
6	Llenado de cilindro	3,43 Sg/U
7	Verificación de peso	3,57 Sg/U
8	Verificación de fuga	3,19 Sg/U
9	Colocación del sello de seguridad	3,54 Sg/U
10	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo	3,43 Sg/U
11	A torre de control de despacho	0,25 Sg/U
12	Inspección de cilindros despachados	0,50 Sg/U
TOTAL		28,97 Sg/U



CIB-ESPOL

Para concluir este capítulo, los estándares de tiempo para el segundo turno se muestran en la tabla 39.

TABLA 39
ESTÁNDAR DE TIEMPO DE SEGUNDO TURNO

Actividades del proceso de envasado de cilindros		Tiempo estándar
1	Inspección de cilindros ingresados a planta	0,37 Sg/U
2	A la nave de envasado de cilindro	0,25 Sg/U
3	Recepción de cilindros en carrusel de carga	3,31 Sg/U
4	Verificación de superficie y enderezamiento de asa	3,86 Sg/U
5	Tabulación de la tara del cilindro	4,10 Sg/U
6	Llenado de cilindro	3,84 Sg/U
7	Verificación de peso	3,59 Sg/U
8	Verificación de fuga	3,25 Sg/U
9	Colocación del sello de seguridad	2,76 Sg/U
10	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo	2,84 Sg/U
11	A torre de control de despacho	0,25 Sg/U
12	Inspección de cilindros despachados	0,50 Sg/U
TOTAL		28,92 Sg/U



CIM-ESPOL

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN ERGONÓMICA

En este capítulo se detallará la evaluación ergonómica realizada al proceso de envasado de cilindro.

Para comenzar la evaluación es necesario realizar un bosquejo de las actuales condiciones de trabajo del proceso, este análisis esta basado en la observación de los puestos de trabajo, a continuación se determinará solo las evaluaciones específicas y al final se determinará los estudios generales a realizar sobre los puestos de trabajo:

Inspección de cilindros ingresados a planta



FIGURA 4.1 TORRE DE CONTROL - ACCESO A PLANTA

Tal como se detalla en la figura 4.1 la torre de control es un puesto de inspección por tanto es indispensable garantizar el nivel de iluminación, por disposiciones de jefatura de planta no debe ingresar vehículos cerrados, todo vehículo debe presentar la facilidades para su inspección, tal como se ve en la figura 4.2.

Transporte a la nave de envasado

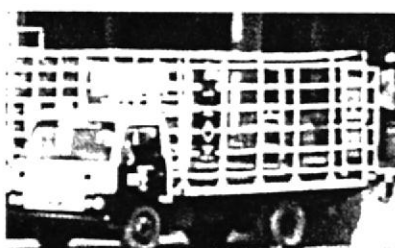


FIGURA 4.2 VEHÍCULO QUE TRANSPORTA CILINDRO A NAVE DE ENVASADO



CIB-ESPOL

No se requiere evaluación específica, pues es una actividad mecánica realizada por un equipo automotriz que no agrega valor al proceso.

Recepción de cilindros en carrusel de carga



FIGURA 4.3. RECEPCIÓN DE CILINDRO EN CARRUSEL DE CARGA

Como se evidencia en la figura 4.3 esta actividad requiere de una valoración de esfuerzo físico por levantamiento de carga.

Verificación de superficie y enderezamiento de la asa



FIGURA 4.4. VERIFICACIÓN DE SUPERFICIE Y ENDEREZAMIENTO DE ASA

No se requiere evaluación específica, pues los esfuerzos son esporádicos, además el operario tiene la opción de estar de pie o sentarse en su puesto de trabajo mientras el carrusel esta abastecido.

Tabulación de la tara del cilindro



FIGURA 4.5. TABULACIÓN DE LA TARA DEL CILINDRO

Se requiere de una evaluación de riesgos posturales, ya que como se evidencia en la figura 4.5. la pantalla de control del puesto esta a la altura del ombligo del operador y este a su vez esta sentado lo que genera una mala postura de trabajo durante la realización de las actividades del puesto.

Llenado de cilindros

No se requiere evaluación específica, debido a que es una actividad automática en donde el operario solo supervisa los acoples de las

válvulas de llenado, no es un puesto de posición fija ni que implica el levantamiento de cargas de trabajo.



FIGURA 4.6. LLENADO DE CILINDRO

Verificación de peso

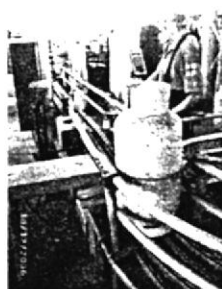


FIGURA 4.7. VERIFICACIÓN DE PESO

No se requiere evaluación específica, al igual que el llenado de cilindro la verificación de peso es una actividad automática en donde la intervención del operario se requiere solo cuando el cilindro no cumple con el peso de carga programada, por tanto no existen malas posturas o levantamientos de carga.

Verificación de fuga

No se requiere evaluación específica, es una actividad automática.

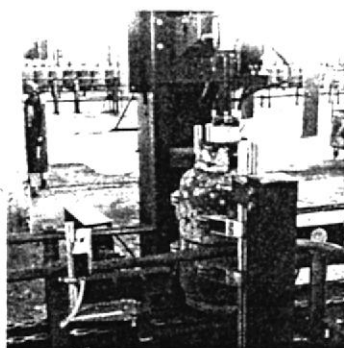


FIGURA 4.8. VERIFICACIÓN DE FUGA



Colocación del sello de seguridad



FIGURA 4.9. COLOCACIÓN DE SELLO
DE SEGURIDAD

No se requiere evaluación específica, tal como se ve en la figura 4.9. no existe levantamiento de carga, y en la mayoría del tiempo el operario pasa de pie realizando actividades sin posturas de riesgo.

Apilamiento del cilindro lleno en vehículo



FIGURA 4.10. APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO EN VEHÍCULO

Como se muestra en la figura 4.10 al igual que la actividad recepción de los cilindros se requiere de una valoración de esfuerzo físico por levantamiento de carga.

Transporte a la torre de control



FIGURA 4.11. TRANSPORTE A LA TORRE DE CONTROL

No se requiere evaluación específica, por ser una actividad mecánica.

Inspección de cilindros despachados

Se requiere evaluar el nivel de iluminación, ver figura 4.1.

Es de mencionar que como política del área de operaciones los supervisores de turno tienen la obligación de rotar al personal en diferentes puestos de trabajo cada dos horas solo en los puestos que se encuentran relacionados con el carrusel de carga, es decir desde la verificación de superficie y enderezamiento de asas hasta la colocación del sello de seguridad

Por tanto de la observación realizada al proceso se determinó la necesidad de realizar las evaluaciones mostradas en la tabla 40.

TABLA 40
EVALUACIONES ESPECÍFICAS REQUERIDAS

ACTIVIDADES DEL PROCESO		Evaluación Específica
1	Inspección de cilindros ingresados a planta	No aplica
2	A la nave de envasado de cilindro	No aplica
3	Recepción de cilindros en carrusel de carga	Valoración de esfuerzos
4	Verificación de superficie y enderezamiento de asa	No aplica
5	Tabulación de la tara del cilindro	Riesgo postulares
6	Llenado de cilindro	No aplica
7	Verificación de peso	No aplica
8	Verificación de fuga	No aplica
9	Colocación del sello de seguridad	No aplica
10	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo	Valoración de esfuerzos
11	A torre de control de despacho	No aplica
12	Inspección de cilindros despachados	No aplica



Además de estos estudios para completar la evaluación de las condiciones de trabajo del proceso es necesario realizar:

- Evaluación de gasto energético y capacidad de trabajo
- Evaluación de los niveles de iluminación
- Evaluación de niveles de ruido
- Evaluación de microclima laboral

4.1 Análisis de la postura de trabajo

Para la evaluación de riesgo posturales se va a utilizar el método Rula de acuerdo a lo analizado en el capítulo dos, la actividad a ser analizada es la de tabulación de la tara del cilindro. Esta actividad tiene dos posturas:

Postura 1, cuando el operario utilizando su mano derecha hace rotar el cilindro en su mismo eje sobre el carrusel de carga para visualizar la tara.



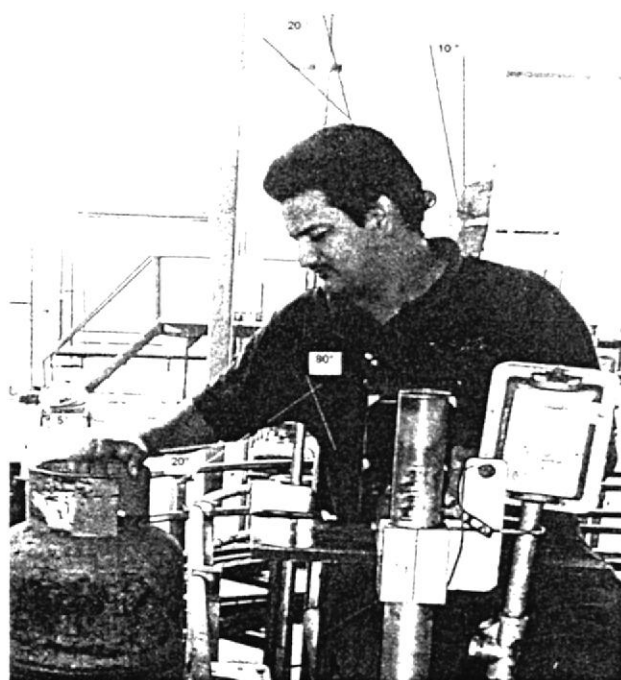


FIGURA 4.12. POSTURA 1 – TABULACIÓN DE TARA

De lo expuesto en la figura 4.12 se obtiene la tabla 41:

**TABLA 41
DESCRIPCIÓN DE POSTURA 1**

AREA A	ANGULO
BRAZO DERECHO	80°
ANTEBRAZO	10°
MUÑECA	5°
AREA B	ANGULO
CUELLO	20°
TRONCO	10°
PIERNAS	-

En base a esto se procede con el ingreso de los datos en el programa e-Rula, referentes a las 4 áreas de riesgo.

- Factor de riesgo referente a la postura, ver ANEXO U.
- Factor de riesgo por contracción estática del músculo, de la tabla 37 del capítulo dos el estándar de tiempo para la actividad tabulación de tara es de 3,84 Sg / Unidad en el primer turno y de 4,10 Sg / Unidad en el segundo turno, por tanto en el programa se detalla que esta actividad que requiere un tiempo menor a un minuto / Unidad, ver ANEXO V.
- Factor de riesgo por fuerzas, ver ANEXO W

Finalmente la puntuación final de los factores de riesgo se presenta en la figura 4.13

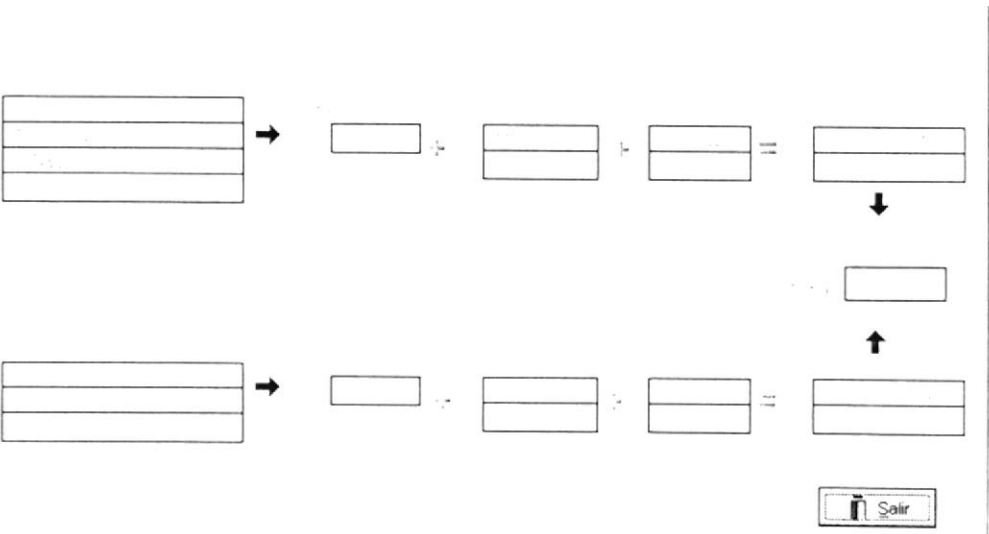


FIGURA 4.13. PUNTUACIÓN FINAL – POSTURA 1

La puntuación final obtenida es de 7, de acuerdo a la tabla 11 descrita en el capítulo dos, se debe realizar cambios de manera inmediata en el puesto de trabajo.

Postura 2, cuando el operario ingreso los datos en la pantalla de control del carrusel de carga.



FIGURA 4.14. POSTURA 2 – TABULACIÓN DE TARA

De lo expuesto en la figura 4.14 se obtiene la tabla 42.

TABLA 42
DESCRIPCIÓN DE POSTURA 2

AREA A	ANGULO
BRAZO	36°
ANTEBRAZO	25°
MUÑECA	5°
AREA B	ANGULO
CUELLO	15°
TRONCO	25°
PIERNAS	-

De la misma manera que en la evaluación de la postura anterior se procede a ingresar datos para evaluar los 4 factores de riesgo.

- Factor de riesgo referente a la postura, ver ANEXO X
- Factor de riesgo por contracción estática del músculo, ver ANEXO Y
- Factor de riesgo por fuerzas, ver ANEXO Z



Finalmente la puntuación final de los factores se ~~presenta~~ ^{presenta} en la figura 4.15

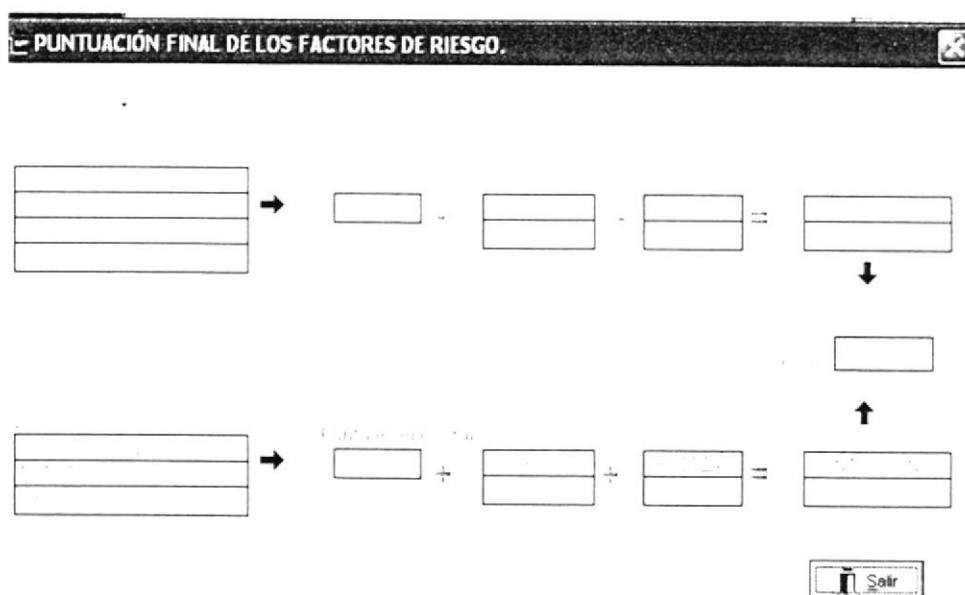


FIGURA 4.15. PUNTUACIÓN FINAL – POSTURA 2

La puntuación final obtenida es de 3, de acuerdo a la tabla de interpretación de resultados se requiere investigar nuevas opciones de trabajo ya que existe la posibilidad de requerir cambios en futuro.

La evaluación del puesto en el que se desarrolla la actividad de tabular la tara del cilindro obtuvo puntaje de 7 y 3 en las posturas 1 y 2 respectivamente lo que da a entender que el puesto de trabajo es poco adecuado y se deben introducir cambios para mejorarlos.

Evaluación de esfuerzos físicos por levantamiento de carga

De acuerdo a la observación realizada sobre el proceso es necesario valorar los esfuerzos físicos del personal por realizar las actividades de recepción de cilindros en carrusel de carga y apilamiento de cilindro lleno en vehículo. Para realizar se utilizará en método Niosh tal como se menciona en el capítulo dos. A continuación se presenta la valoración:

Recepción de cilindro en carrusel de carga.



Esta actividad cuenta con 3 elementos tal como se detalla:

El primer elemento ocurre cuando el operario que coge los cilindros apilados y los deja rodar sobre la plataforma del vehículo. Ver figura 4.16.

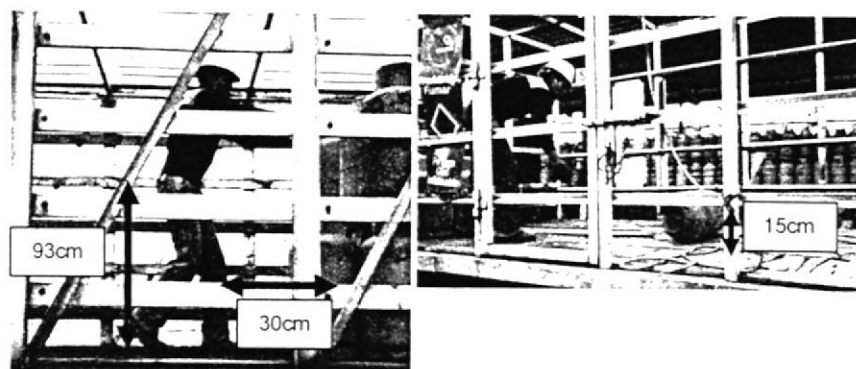


FIGURA 4.16. PRIMER ELEMENTO – RECEPCIÓN DE CILINDRO

De lo expuesto se obtiene la tabla 43.

TABLA 43
DESCRIPCIÓN PRIMER ELEMENTO –
RECEPCIÓN DE CILINDROS

Requerimientos de programa	Origen	Destino
H	30 cm	30 cm
V	93 cm	93 cm
D	93 cm	15 cm
A	0 °	45 °
Elevaciones por minuto	5,5 Unid / min	
Agarre de la carga	Bueno	
Duración del trabajo	8 H	
Peso	15 Kg	

A partir de la descripción del primer elemento se procede a la aplicación del programa e-Niosh tal como se muestra en la figura 4.17.

The screenshot shows the 'e-Niosh' software window. The title bar reads 'e-Niosh'. Below the title bar, the text 'Método Niosh para la evaluación de tareas de elevación manual de carga' is displayed. The main area is titled 'Introducción de medidas (cm)'. It contains two columns of input fields: 'Origen' and 'Destino'. The 'Origen' column has fields for H (30), V (93), D (93), and A (0). The 'Destino' column has fields for H (30), V (93), D (15), and A (45). Below these fields are dropdown menus for 'Elevaciones/min' (set to 6), 'Duración del trabajo' (set to 'menos de 8 horas'), 'Acoplamiento' (set to 'Bueno'), and 'Peso' (set to 15). To the right of these fields is a 3D illustration of a person lifting a box from a pallet. Below the illustration, the calculated 'RWL' values are shown: 'RWL Origen.....3,777469' and 'RWL Destino.....2,179107'. At the bottom of the window, there are buttons for 'Ver animación', 'OK', 'Borrar todo', 'Informe', '?', and 'Salida'.

FIGURA 4.17. APLICACIÓN e-Niosh – PRIMER ELEMENTO-RECEPCIÓN DE CILINDROS

El resultado de la aplicación del programa se muestra en el ANEXO A A.

- El segundo elemento de esta actividad es cuando el operario empuja el cilindro para que continúe rodando, en muchos de los casos se lo empuja con el pie y en ocasiones lo hacen con las manos, este elemento no requiere evaluación ya que no existe levantamiento de carga.
- El tercer elemento de esta actividad es cuando el operario coloca el cilindro sobre el carrusel de carga, ver figura 4.18.



**FIGURA 4.18. TERCER ELEMENTO –
RECEPCIÓN DE CILINDRO**

De lo expuesto se obtiene la tabla 44.

TABLA 44
DESCRIPCIÓN TERCER ELEMENTO –
RECEPCIÓN DE CILINDROS

Requerimientos de programa	Origen	Destino
H	15 cm	15 cm
V	18 cm	18 cm
D	18 cm	15 cm
A	0°	0°
Elevaciones por minuto	5,5 Unid / min	
Agarre de la carga	Bueno	
Duración del trabajo	8 H	
Peso	15 Kg	



CIB-ESPOL

A partir de la descripción del primer elemento se procede a la aplicación del programa e-Niosh tal como se muestra en la figura 4.9.

e-Niosh

Método Niosh para la evaluación de tareas de elevación manual de carga

Introducción de medidas (cm)

	Origen	Destino
H.	15	15
V.	18	18
D.	18	15
A.	0	0

Elevaciones/min

Duración del trabajo

Acoplamiento

Peso

RWL Origen.....4.890685

RWL Destino....4.461678

☒ Ver animación

FIGURA 4.19. APLICACIÓN e-Niosh – TERCER ELEMENTO- RECEPCIÓN DE CILINDROS

El resultado de la aplicación del programa se muestra en el ANEXO AB.

Finalmente los resultados obtenidos se muestran en la tabla 45.

TABLA 45
RESULTADOS OBTENIDOS –
MÉTODO e-Nios-RECEPCIÓN DE CILINDROS

# Elemento	Descripción del elemento	Índice de carga Origen	Índice de carga Destino
1	Asir cilindro vacío apilado en plataforma	3,971	6,884
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	-	-
3	Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	3,067	3,362

Dado a los resultados obtenidos en base a la tabla 14 del capítulo dos, se concluye, la realización de la actividad recepción de cilindros en carrusel de carga causa un riesgo de dolor sobre el operario al final de la jornada laboral y además una posible lesión en un futuro no muy lejano, de los tres elementos de esta actividad el primera presenta mayores riesgo dado los índices de carga mostrados en la tabla 45, y tiene lógica debido a que este elemento implicación una manipulación de carga desde una altura vertical superior a la del tercer elemento y su actividad en si es dar impulso al cilindro lo que implica de una mayor aplicación de energía mientras que el tercer

elemento simplemente recepta el cilindro y aprovecha su impulso para colocarlo sobre el carrusel.

Apilamiento de cilindro lleno en vehículo

Esta actividad cuenta con 3 elementos los cuales son:

El primer elemento ocurre cuando el operario retira el cilindro lleno del carrusel de carga, ver figura 4.20.



FIGURA 4.20. PRIMER ELEMENTO – APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO

De lo expuesto se obtiene la tabla 46.

**TABLA 46
DESCRIPCIÓN PRIMER ELEMENTO –
APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO**

Requerimientos de programa	Origen	Destino
H	15 cm	15 cm
V	31 cm	31 cm
D	31 cm	41 cm
A	0 °	45 °
Elevaciones por minuto	3,1 Unid / min	
Agarre de la carga	Bueno	
Duración del trabajo	8 H	
Peso	30 Kg	

A partir de la descripción del primer elemento se procede a la aplicación del programa e-Niosh tal como se muestra en la figura 4.17:

FIGURA 4.21. APLICACIÓN e-Niosh – PRIMER ELEMENTO- APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO

El resultado de la aplicación del programa se muestra en el ANEXO A C.

El segundo elemento de esta actividad es cuando el operario empuja el cilindro lleno sobre el piso del vehículo, este elemento no implica evaluación alguno puesto no se realiza levantamiento de carga alguna.



Finalmente el tercer elemento de esta actividad es cuando el operario apila los cilindros sobre la plataforma del vehículo, ver figura 4.22:



FIGURA 4.22. APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO

De lo expuesto se obtiene la tabla 47.

TABLA 47
DESCRIPCIÓN TERCER ELEMENTO –
APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO



Requerimientos de programa	Origen	Destino
H	20 cm	20 cm
V	15 cm	15 cm
D	15 cm	93 cm
A	0 °	180 °
Elevaciones por minuto	3,1 Unid / min	
Agarre de la carga	Bueno	
Duración del trabajo	8 H	
Peso	30 Kg	

A partir de la descripción del tercer elemento se procede a la aplicación del programa e-Niosh tal como se muestra en la figura 4.23.

The screenshot shows the 'e-Niosh' application window titled 'Método Niosh para la evaluación de tareas de elevación manual de carga'. It contains two columns of input fields for 'Origen' and 'Destino' measurements, a section for task parameters, and a 3D illustration of a worker lifting a box.

Introducción de medidas (cm)	
Origen	Destino
H... 20	20
V... 15	15
D... 15	93
A... 0	180

Elevaciones/min: 3
 Duración del trabajo: menos de 8 horas
 Acoplamiento: Bueno
 Peso: 30

RWL Origen.....6.74245
 RWL Destino.....4.242088

Buttons: Ver animación, OK, Borrar todo, Informe, ? (Help), Salida (Exit).

FIGURA 4.23. APLICACIÓN e-Niosh –TERCER ELEMENTO – APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO

El resultado de la aplicación del programa se muestra en el ANEXO AD.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 48.



TABLA 48
RESULTADOS OBTENIDOS –
MÉTODO e-Niosh – APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO

# Elemento	Descripción del elemento	Índice de carga Origen	Índice de carga Destino
1	Retirar el cilindro del carrusel de carga	2,429	2,696
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	-	-
3	Apilar el cilindro sobre la plataforma	4,449	7,072

Dados los resultado obtenidos en la tabla 48, los dos informes obtenidos afirman que la ejecución de la actividad de apilamiento de cilindro causa en los operarios posibles dolores al final de la jornada laboral y es muy probable que acareara lesiones futuras, de la misma manera se afirma en base a los índices de carga de la tabla 48 que el elemento apilar cilindro sobre plataforma esta propenso a generar riesgos de dolores y lesiones en el personal debido a que la altura vertical de manipulación de la carga es superior a la del primer elemento, por tanto es necesario investigar una posible alternativa a la realización de esta actividad o mejoramiento del puesto de trabajo.

4.2 Evaluación del gasto energético y la capacidad de trabajo físico

Gasto energético

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo dos se requiere evaluar el gasto energético sobre las actividades que involucren levantamiento de carga, estas actividades son las de recepción de cilindros en

carrusel de carga y apilamiento de cilindro lleno sobre vehículo, de las dos la más representativa es la segunda debido a que la actividad de recepción de cilindro manipula una carga de 15 Kg cuando el cilindro esta vacío y el apilamiento implica una manipulación de carga aproxima de 30 Kg. para este análisis se realizó el comportamiento de un operador durante el primer turno (25 años) y otro para el segundo turno (26 años).

Se determinó una calificación cualitativa del gasto energético de acuerdo al método de medición de la frecuencia cardiaca obteniendo de esta manera el grado de penosidad de la actividad.

La aplicación de este método comenzó con el monitoreo de la frecuencia cardiaca de cada operador cada 30 min con la ayuda de un instrumento electrónico de medición de pulsaciones cardiacas, ver figura 4.24. Al inicio de la jornada registraron un frecuencia cardiaca de 80 y 78 respectivamente pul / min.



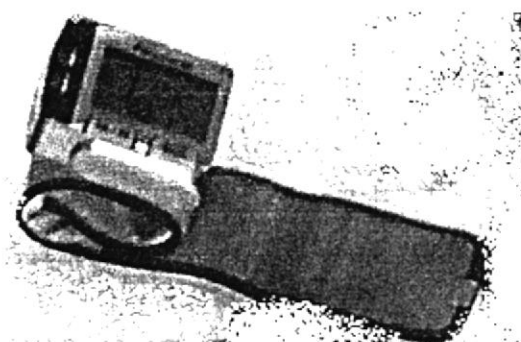


FIGURA 4.24. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE FRECUENCIA CARDIACA

El monitoreo de la frecuencia cardiaca se observa en la tabla 49, a partir de estos datos se obtiene la frecuencia cardiaca media (FCM) y la frecuencia cardiaca máxima (FC max):

**TABLA 49
CONTROL DE FRECUENCIA CARDIACA**

Ritmo cardiaco - Operador Primer turno (pul/min)	8:00	124
	8:30	125
	9:00	81
	9:30	130
	10:00	135
	10:30	132
	11:00	138
	11:30	140
	12:00	120
	12:30	82
	13:00	88
	13:30	100
	14:00	110
	14:30	120
	15:00	129
	15:30	130
	16:00	120
	16:30	100
	17:00	99
FCM		116
FCmax		140
Ritmo cardiaco - Operador Segundo turno (pul/min)	19:30	120
	20:00	116
	20:30	119
	21:00	85
	21:30	115
	22:00	120
	22:30	125
	23:00	114
	23:30	100
	0:00	85
	0:30	90
	1:00	98
	1:30	103
	2:00	104
	2:30	120
	3:00	105
	3:30	116
	4:00	101
	4:30	85
FCM		106
FCmax		125



Ahora se procede a obtener los coeficientes de penosidad, ver tabla 50.

TABLA 50
DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES DE PENOSIDAD

Operador del primer turno			Operador del segundo turno		
Edad =	25	Años	Edad =	26	Años
FC max t =	195	pul / min	FC max t =	194	pul / min
FC basal =	80	pul / min	FC basal =	78	pul / min
FCB	80	pul / min	FCB	78	pul / min
Fc max t	195	pul / min	Fc max t	194	pul / min
FCM	116	Coeficiente de penosidad	FCM	106	Coeficiente de penosidad
AFC	24		AFC	19	
FCmax	140		FCmax	125	
CCA	36		CCA	28	
CCR	0,31		CCR	0,24	
Puntuación	24	T Duro	Puntuación	20	T Penoso
Valoración			Valoración		

Dadas las puntuaciones se demuestra que la actividad de apilamiento de cilindros llenos sobre vehículo implica la realización de un trabajo muy duro para el operador y que en el primer turno existe un mayor gasto energético que en el segundo turno. Por tanto para la cuantificación del gasto energético se deberá analizar las actividades del primer turno.



Para proceder a la cuantificación del gasto energético se utilizó el método de utilización de tabla de valores estándares tal como se lo determinó en el capítulo dos, la primera actividad analizada es la recepción de cilindros en carrusel de carga, el tiempo estándar de esta actividad es de 17,94 unidades / Sg, la jornada laboral es de 8 horas y poseen un receso de 15 min en la mañana y 45 min para almorzar por lo que se determina un régimen de descanso de 1 hora o 3600 Sg, los elementos de la actividad se muestran en la tabla 51.

TABLA 51
DETALLE DE JORNADA LABORAL – RECEPCIÓN DE CILINDRO

# Elemento	Descripción del elemento	Porcentaje	Jornada
1	Asir cilindro vacío apilado en plataforma	30,8%	7754 Sg
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	20,3%	5101 Sg
3	Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	26,9%	6785 Sg
4	Necesidades personales y fatiga	15,4%	3881 Sg
	Descanso		3600 Sg
TOTAL			36000 Sg

A continuación se procede a determinar la superficie corporal SC

$$SC = 0.202(Pc)^{0.425}(H)^{0.725}$$

Dado que el peso del operario (PC) es de 65 Kg y la altura (H) es de 1,7 m, se obtiene un SC equivalente a 1,75 m². Las recomendaciones descritas en el capítulo dos establecen la consideración un metabolismo basal de un persona típica



equivalente a $44 \text{ W} / \text{m}^2$ por tanto el régimen metabólico basal es igual al metabolismo basal por la superficie corporal equivalente a $77,48 \text{ W}$.

Los movimientos que se realizan sobre la plataforma del vehículo la distancia aproximada de cada plataforma es de 10 m , de esta actividad los elementos que tiene movimiento son asir cilindro vacío apilado en plataforma y empujar el cilindro sobre plataforma, es decir conforme se vaya vaciando la plataforma llena de cilindros vacíos el operario camina lentamente, la capacidad de las plataformas son 966 cilindros, en base al estándar de la actividad se determina el tiempo que se utiliza para el llenado equivalente a $53,84 \text{ min}$, por lo que la velocidad de trabajo es de $0,185 \text{ m} / \text{min}$ o $0,00005 \text{ m} / \text{Sg}$. Ahora se estima el gasto energético para cada elemento, ver tabla 52.

TABLA 52
ESTIMACIÓN DE GASTO ENERGÉTICO – RECEPCIÓN DE
CILINDRO

Actividad	Postura w/m^2	Tipo de trabajo w/m^2	Veloc. Trab. (w/m^2) / (m/s)
Asir cilindro vacío apilado en plataforma	20	105	
Empujar el cilindro sobre la plataforma	30	125	110
Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	30	85	110
Necesidades personales y fatiga	10		
Descanso	10		

En la tabla 53 se determina el gasto energético a partir del metabolismo basal, componentes de la postura, del tipo de trabajo y de la velocidad de la actividad, ver tabla 53.

TABLA 53
DETERMINACION DE GASTO ENERGÉTICO – RECEPCIÓN DE CILINDROS

Actividad	MB (W)	GE de Postura (W)	GE del Tipo de trabajo (W)	Veloc. Trab. (m/seg)	GE de la Veloc. Trab. (W)	GE (W)
Asir cilindro vacío apilado en plataforma	76,98	34,99	183,70			295,67
Empujar el cilindro sobre la plataforma	76,98	52,49	218,69	0,00005	0,01	348,16
Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	76,98	52,49	148,71	0,00005	0,01	278,18
Necesidades personales y fatiga	76,98	17,50	0,00		0,00	94,47
Descanso	76,98	17,50	0,00		0,00	94,47

Actividad	Duración total (seg)	GE (J/seg)	GE (J)
Asir cilindro vacío apilado en plataforma	7753,8	295,67	2292550,4
Empujar el cilindro sobre la plataforma	6781,0	348,16	2360881,7
Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	6784,6	278,18	1887351,9
Necesidades personales y fatiga	3880,8	94,47	366631,7
Descanso	3600,0	94,47	340103,6
Total			7247519,3

Por tanto el gasto energético para la actividad de recepción de cilindros en carrusel de carga es de 7247519,3 J o 287,60 J / Sg o su equivalente 164,39 W /m² para la jornada laboral actual.



CIB-ESPOL

Ahora con la ayuda del segundo operario se cuantificará el gasto energético para la actividad de apilamiento de cilindro lleno en vehículo durante el primer turno, a esta actividad se le determinó un estándar de tiempo de 17,50 unidades / Sg, los elementos de la actividad se muestran en la siguiente tabla 54:

TABLA 54
DETALLE DE JORNADA LABORAL – APILAMIENTO DE
CILINDRO LLENO

# Elemento	Descripción del elemento	Porcentaje	Jornada
1	Retirar el cilindro del carrusel de carga	25,1%	6338 Sg
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	24,6%	6180 Sg
3	Apilar el cilindro sobre la plataforma	35,9%	9054 Sg
4	Necesidades personales y fatiga	14,4%	3629 Sg
	Descanso		3600 Sg
TOTAL			28800 Sg

A continuación se procede a determinar la superficie corporal SC,

$$\mathbf{SC = 0.202(Pc)^{0.425}(H)^{0.725}}$$

Dado que el peso del operador (PC) es de 66 Kg y la altura (H) es de 1,7 m. se obtiene un SC equivalente a 1,76 m²

El metabolismo basal es de 44 W / m². Por tanto el régimen metabólico basal es igual al metabolismo basal por la superficie corporal equivalente a 77,48 W.



Los movimientos que se realizan sobre la plataforma del vehículo la distancia aproximada de cada plataforma es de 10 m, no se realizan movimientos sin carga, cada movimiento es con carga y se realiza conforme se llena la plataforma, la capacidad de las plataformas son 966 cilindros, en base al estándar de la actividad se determina el tiempo que se utiliza para el llenado equivalente a 55,2 min, por lo que la velocidad de trabajo es de 0,18 m / min o 0,00005 m/Sg.

Con la determinación de estos parámetros se procede a determinar las estimaciones en función de las tablas de valores estándares, los resultados se muestran en la tabla:

TABLA 55
ESTIMACIÓN DE GASTO ENERGÉTICO – APILAMIENTO DE
CILINDRO LLENO

Actividad	Postura w/m ²	Tipo de trabajo w/m ²	Veloc. Trab. (w/m ²) / (m/s)
Retirar el cilindro del carrusel de carga	20	105	
Empujar el cilindro sobre la plataforma	30	125	
Apilar el cilindro sobre la plataforma	30	105	110
Necesidades personales y fatiga	10		
Descanso	10		



CIB-ESPOL

Ahora se procede a determinar el gasto energético, mostrado en la tabla 56:

TABLA 56
DETERMINACIÓN DE GASTO ENERGÉTICO – APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO

Actividad	MB (W)	GE de Postura (W)	GE del Tipo de trabajo (W)	Veloc. Trab. (m/seg)	GE de la Veloc. Trab. (W)	GE (W)
Retirar el cilindro del carrusel de carga	77,48	35,22	184,89			297,59
Empujar el cilindro sobre la plataforma	77,48	52,83	220,11	0,00005	0,01	350,43
Apilar el cilindro sobre la plataforma	77,48	52,83	184,89	0,00005	0,01	315,21
Necesidades personales y fatiga	77,48	17,61	0,00		0,00	95,09
Descanso	77,48	17,61	0,00		0,00	95,09

Actividad	Duración total (seg)	GE (J/seg)	GE (J)
Retirar el cilindro del carrusel de carga	6338,0	297,59	1886131,4
Empujar el cilindro sobre la plataforma	6180,0	350,43	2165641,9
Apilar el cilindro sobre la plataforma	9054,0	315,21	2853907,9
Necesidades personales y fatiga	3629,0	95,09	345075,2
Descanso	3600,0	95,09	342317,6
Total			7593074,1

Por tanto el gasto energético es de 7593074,1 J, conociendo que la jornada laboral es de 8 horas se concluye que el gasto energético para la actividad de apilamiento de cilindros llenos es de 301,31 J / Sg o su equivalente de 171,11 W/ m2



Capacidad de trabajo físico

Para determinar la capacidad de trabajo físico se utiliza la prueba escalón descrita en el capítulo dos, este análisis se lo realizó en durante la jornada del primer turno y los datos del primer operario se muestran en la tabla 57:

TABLA 57
DATOS GENERALES DEL OPERARIO

	Datos
Edad	27
Estatura (m)	1,70
Peso (kg)	65
Metabolismo Basal (W/m ²)	44



Ahora se determina las frecuencias cardíacas de referencia ver figura 4.25 .

$$\begin{aligned}
 FC_{\max} &= 220 - \text{edad} \\
 \text{Edad} &= 27 \\
 FC_{\max} &= 193 \quad \text{pul / min}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 FC_{\text{ref}} &= 65\% (FC_{\max}) \\
 FC_{\text{ref}} &= 125 \quad \text{pul / min}
 \end{aligned}$$

$$\text{Factor de Corrección} = \boxed{1}$$

FIGURA 4.25. DETERMINACIÓN DE FRECUENCIA CARDÍACA

Posterior a ello se realiza la prueba y se detiene inmediatamente después de que la frecuencia cardíaca supera la frecuencia de referencia, las mediciones obtenidas a partir de las cargas realizadas se muestran en la tabla 58:

TABLA 58
CONTROL DE FRECUENCIA DURANTE ANÁLISIS

FC max	193 pul / min
FC ref	125 pul / min
Factor de Corrección	1
FC Inicial	88 pul / min
FC a 17 veces/min	119 pul / min
FC a 26 veces/min	128 pul / min



La prueba se detuvo luego de realizar la tercera carga de trabajo sobre el operario debido a que en ese momento el medidor de frecuencia cardíaca registro 128 pul / min superando la frecuencia de referencia de 125 pul / min. Ahora a partir de la tabla mostrada en el ANEXO F se determina la capacidad máxima de trabajo equivalente a 3.33 litros / minuto a 634,5 W / m²

Ahora es necesario comparar el gasto energético del operario realizando la actividad recepción de cilindros en carrusel de carga equivalente a 164,39 W / m² frente al 30% de la capacidad máxima de trabajo 190,34 W / m² demostrando que la carga de trabajo genera un esfuerzo físico grande al operario pero no supera los límites permisibles, afirmando aun mas la evaluación del gasto

energético realizada con el método de medición de frecuencia cardiaca en donde se indica que el gasto energético es muy severo tanto así que bordea los límites permisibles.

Antes de comenzar con la determinación de la capacidad de carga de trabajo con la ayuda del segundo operario realizando la actividad de apilamiento de cilindro lleno en vehículo se detallan la descripción del operario, ver tabla 59.

TABLA 59
DATOS GENERALES – SEGUNDO OPERARIO

	Datos
Edad	25
Estatura (m)	1,70
Peso (kg)	66
Metabolismo Basal (W/m2)	44

Ahora se procede al cálculo de frecuencias cardiacas de referencia, ver figura 4.26.

$$\begin{aligned} \text{FCmax} &= 220 - \text{edad} \\ \text{Edad} &= 25 \\ \text{FCmax} &= 195 \quad \text{pul / min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FCref} &= 65\% (\text{FCmax}) \\ \text{FCref} &= 127 \quad \text{pul / min} \end{aligned}$$

$$\text{Factor de Corrección} = \boxed{1}$$

FIGURA 4.26. DETERMINACIÓN DE FRECUENCIA
CARDIACA – SEGUNDO OPERARIO

Se realiza la prueba escalón y los resultados se muestran en la tabla:

TABLA 60
CONTROL DE FRECUENCIA DURANTE ANÁLISIS –
SEGUNDO OPERARIO

FC max	195 pul / min
FC ref	127 pul / min
Factor de Corrección	1
FC Inicial	89 pul / min
FC a 17 veces/min	117 pul / min
FC a 26 veces/min	125 pul / min
FC a 34 veces/min	138 pul / min



Como se observa la prueba se detuvo al momento que el operario se le sometió la tercera carga. Con este resultado se busca el valor de consumo máximo de energía en el ANEXO F de lo que se extrae que el valor máximo de oxígeno que puede consumir es 3,67 litros / minuto o su equivalente a $694,7 \text{ W} / \text{m}^2$

Es de recordar que el gasto energético no debe sobre pasar el 30% de la capacidad máxima de trabajo físico, en nuestro caso el gasto energético es de $171,11 \text{ W} / \text{m}^2$ y el 30% de la capacidad de trabajo físico es $208,42 \text{ W} / \text{m}^2$. Lo que significa que la realización de esta actividad esta dentro de los límites permisibles de realización de actividades físicas a pesar de ser una carga de trabajo muy severa.

4.3 Evaluación del nivel de ruido

El monitoreo de ruido en la planta se realizó durante los días 18 y 19 de enero de 2007, los puntos evaluados fueron:

R1 : En el centro de los carrusel 1 de carga

R2 : En el centro de los carrusel 2 de carga

R3 : En el centro de los carrusel 3 de carga

R4 : En área de descarga provisional

R5 : En frente de los tanques estacionarios

R6 : En el centro del patio de maniobra

R8: En el área de intertizado

R7: En la torre de control

Tal como se lo muestra en la figura 4.27.



CIB-ESPOL

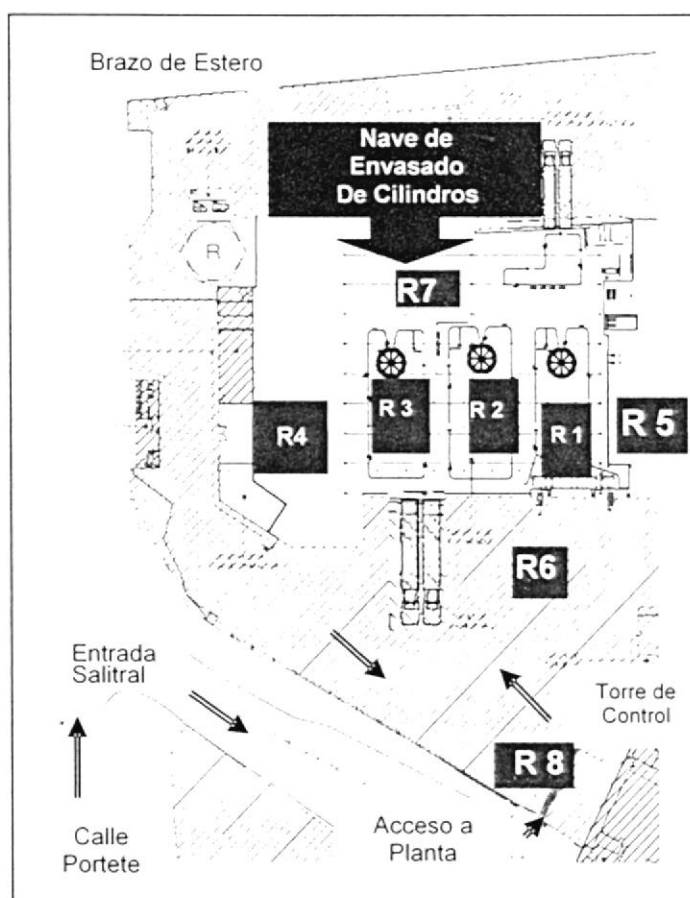


FIGURA 4.27. PUNTOS DE MEDICIÓN DE NIVELES DE RUIDO

La medición se realizó en un período de 8 horas para cada turno, a fin de registrar los niveles de ruido en un día normal de labores de la planta, ver tabla 61.

TABLA 61
CONTROL DE NIVELES DE RUIDO – PRIMER TURNO

		Niveles máximo de ruido durante el primer turno							
		Carrusel 1	Carrusel 2	Carrusel 3	Provisional	Estacionario	Patio	Intertizado	Torre
Hora		R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8
Primer turno	8:00	90	92	89	80	72	81	82	69
	9:00	89	89	88	78	70	77	77	69
	10:00	90	91	90	77	71	80	79	70
	11:00	88	89	90	72	69	79	78	68
	12:00	89	90	90	78	67	79	80	50
	13:00	80	78	82	77	60	70	71	65
	14:00	90	91	85	78	60	80	78	54
	15:00	90	88	89	80	70	78	79	64
	16:00	88	89	88	79	78	77	80	67
	Promedio	88,11	88,56	87,89	77,67	69,56	77,89	78,22	62,89

Para una mejor interpretación de los resultados se elabora un e mapa de ruido, ver figura 4.25.

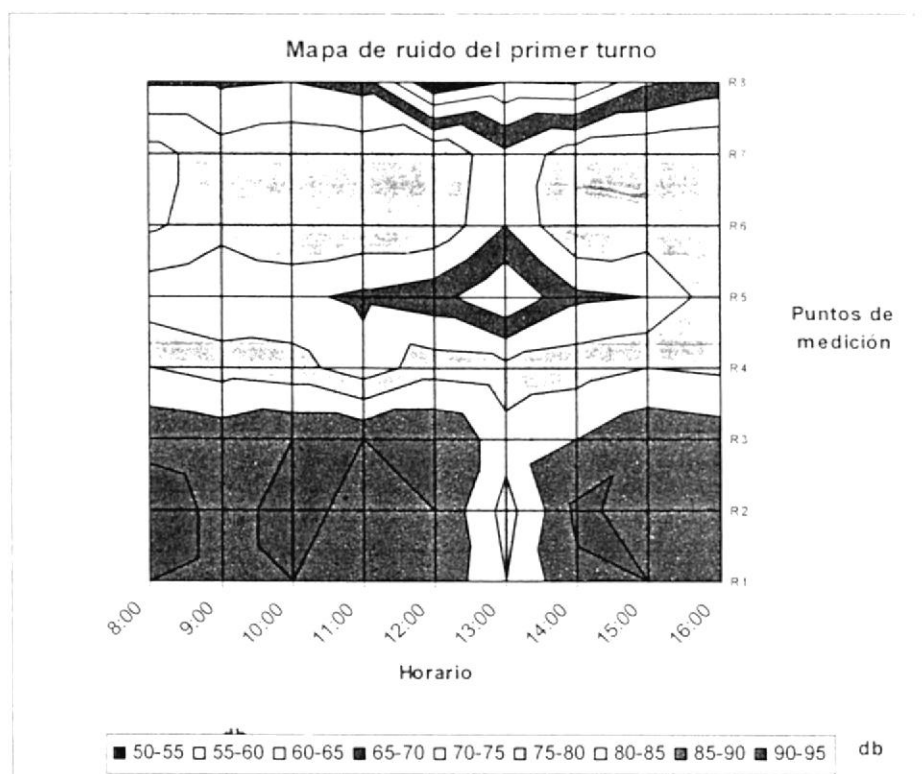


FIGURA 4.28. MAPA DE RUIDO DEL PRIMER TURNO

Como se observa los puntos en donde no se cumple con la normativa del artículo 55 referente a niveles de ruido (85 db máximo permitido) son los puntos R1, R2, R3 (carruseles de carga) en donde los niveles máximos registrados son 90 db , 92db, 90db respectivamente. De la misma manera se observa que en los carruseles de carga solo durante el período de las 12:00 hasta las 14:00 los niveles de ruido están por debajo de los 85 db, el resto del día se registran niveles superiores a los 85 db tal como se muestra en el mapa de ruido (colores verdes y rojo).

Con respecto a los otros puntos de medición los resultados del monitoreo nos muestran que los niveles de ruido son menores a los 85 db, sin embargo en promedio el personal que se encuentra a los alrededores de la nave de envasado en promedio está expuesto a un nivel de ruido de 78db en promedio que si bien es permitido por la ley es un nivel alto.

De lo estudiado durante el segundo turno los niveles de ruido se muestran en la tabla 62.

TABLA 62
CONTROL DE NIVELES DE RUIDO – SEGUNDO TURNO

		Niveles máximo de ruido durante el segundo turno							
		Carrusel 1	Carrusel 2	Carrusel 3	Provisional	Estacionario	Patio	Intertizado	Torre
Hora		R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8
Segundo turno	19:00	88	85	88	75	66	78	74	67
	20:00	88	89	89	72	69	79	78	68
	21:00	89	88	87	78	67	79	80	50
	22:00	80	86	89	79	65	75	73	64
	23:00	85	89	88	77	71	77	79	67
	0:00	83	89	85	72	69	79	78	68
	1:00	89	90	84	78	67	69	80	50
	2:00	78	78	82	77	60	70	71	55
	3:00	84	78	86	74	63	77	74	66
	Promedio	84,89	85,78	86,44	75,78	66,33	75,89	76,33	61,67

Para la interpretación de los resultados mostramos el mapa de ruido.

ver figura 4 20



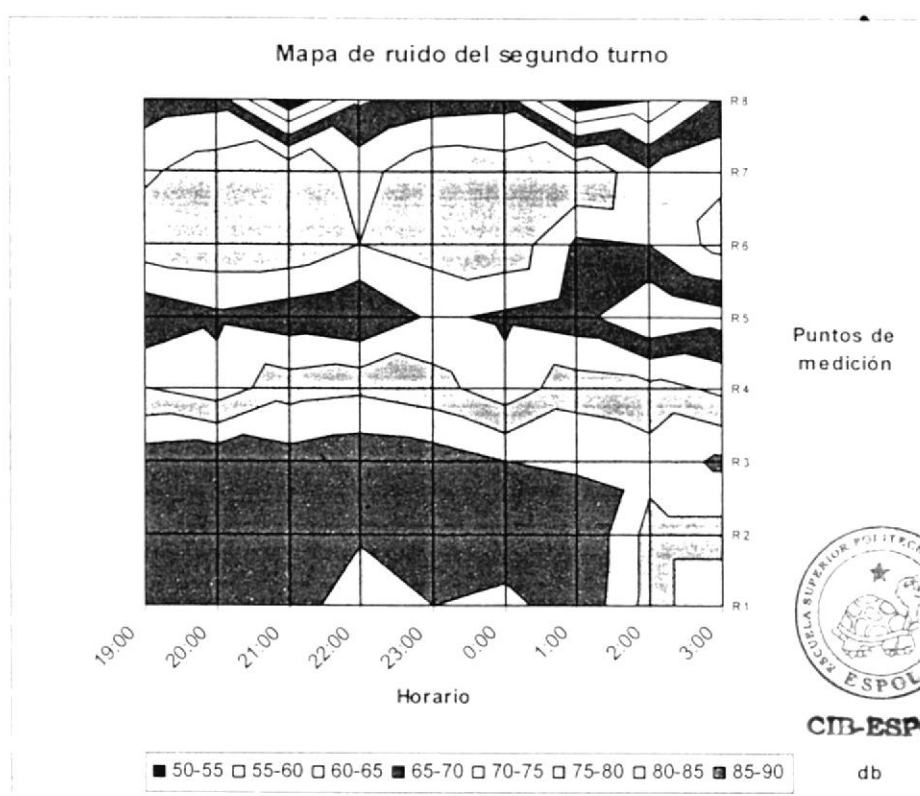


FIGURA 4.29. MAPA DE RUIDO DEL SEGUNDO TURNO

De acuerdo a este mapa de ruido los puntos que superan el máximo permitido (85db) son los puntos R1, R2, R3 (carruseles de carga) en donde los niveles máximos son 89 db , 90db, 89db respectivamente esto se registra desde que comienza el segundo turno hasta las 01:00 aproximadamente, el resto de la jornada registran niveles por debajo del nivel permitido.

El resto de los puntos de medición presentan niveles por debajo de los 85 db y presentan en promedio un nivel de exposición de ruido de 76 db.

4.4 Evaluación del nivel de iluminación

Para evaluar los niveles de intensidad luminosa se empleó un luxómetro, realizando medidas puntuales en los puestos de trabajo durante el primero y segundo turno

El resultado de las mediciones realizadas dentro de la nave de envasado durante el primer turno se muestra en tabla 63.

TABLA 63
MEDICIONES DE ILUMINACIÓN DEL PRIMER TURNO
(LUXES)

	Carrusel 1	Carrusel 2	Carrusel 3
Enderezado de esas	899	310	980
Tabulación de tara	650	290	870
Llenado	560	285	270
Pesado	386	340	850
Verificación de fuga	356	360	560
Colocación de sello	360	390	600

Los puestos referentes a la torre de control, recepción de cilindros y apilamiento de cilindros están abastecidos por la luz natural, su medición excede los 600 luxes. Las mediciones de este turno se muestran en el gráfico de superficies de la figura 4.30.

TABLA 64
MEDICIONES DE ILUMINACIÓN DEL PRIMER TURNO
(LUXES)

	Carrusel 1	Carrusel 2	Carrusel 3
Enderezado de esas	899	310	980
Tabulación de tara	650	290	870
Llenado	560	285	270
Pesado	386	340	850
Verificación de fuga	356	360	560
Colocación de sello	360	390	600

La representación de los datos se muestra en un gráfico de superficies.

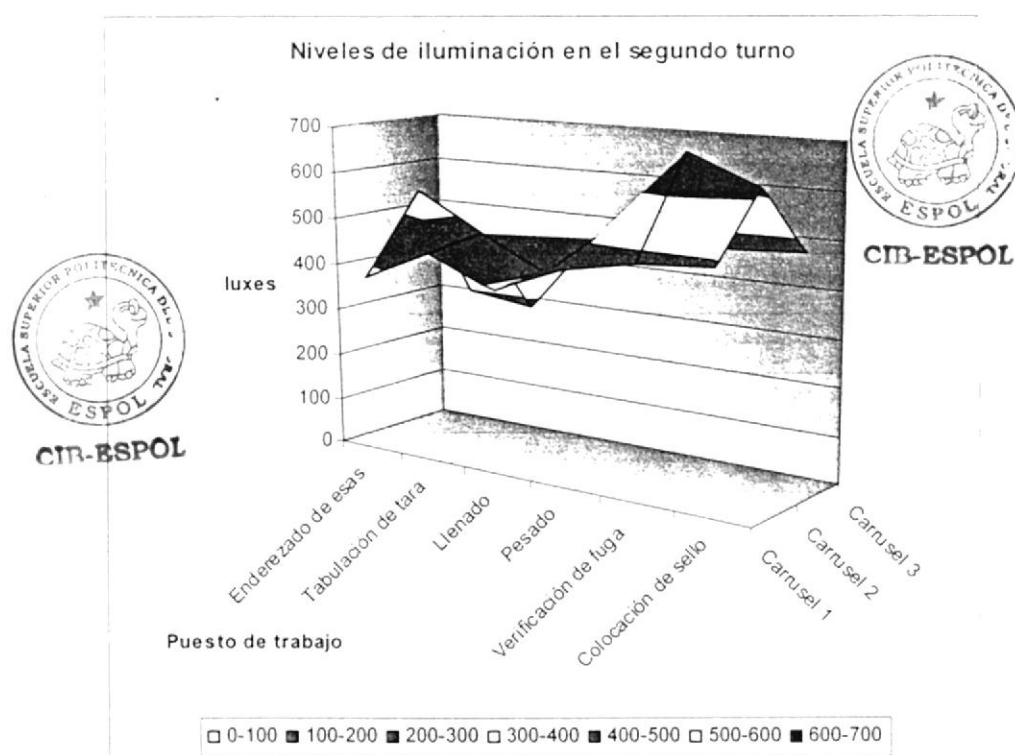


FIGURA 4.31. GRÁFICO DE SUPERFICIE SEGUNDO TURNO

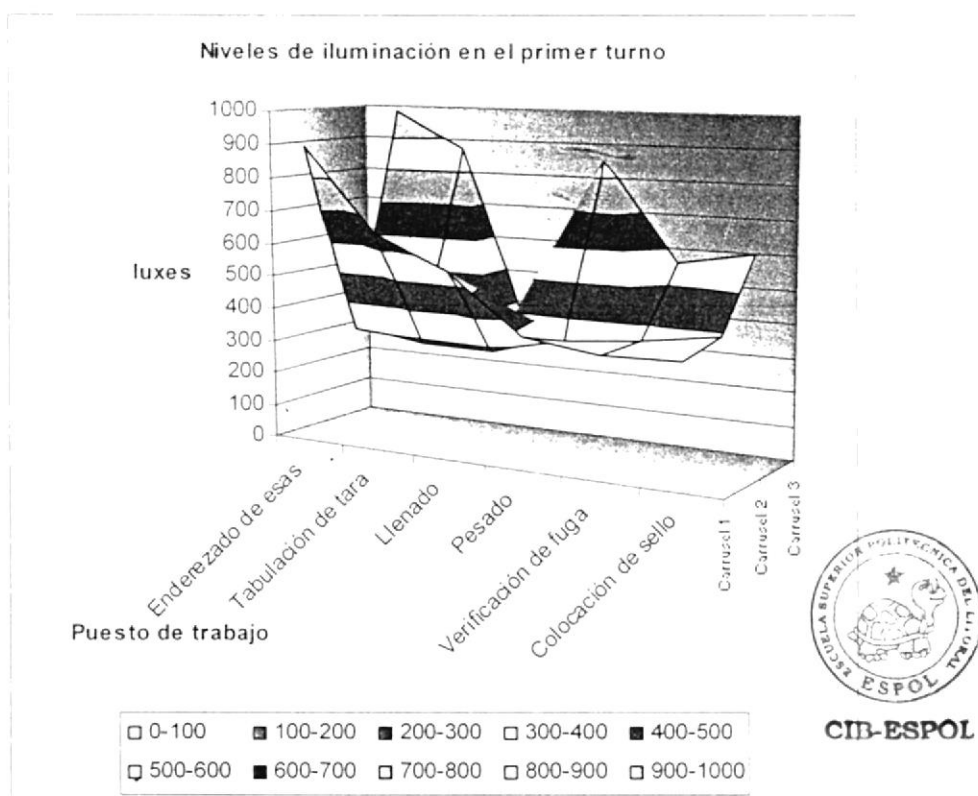


FIGURA 4.30. GRÁFICO DE SUPERFICIE PRIMER TURNO

Como se observa durante el primer turno existen 3 puestos que no cumplen con el mínimo requerido como son tabulación, llenado y pesado del carrusel 2, el resto de puestos de trabajo superan los 300 luxes descritos en el capítulo dos.

Las mediciones realizadas para el segundo turno se muestran en la siguiente tabla 64.

- ❖ Fabricar e implementa el nuevo diseño, se estima una inversión de 900\$ y su tiempo de ejecución será dos meses.
- ❖ Evaluar los resultados, se estima en una semana.

Alternativas para las actividades de recepción de cilindros en carrusel de carga y apilamiento de cilindros llenos en el vehículo.

El personal que realiza esta actividad no rota de puesto de trabajo su jornada es de 8 horas y la manipulación de la carga genera riesgos de dolor al final de la jornada y riesgos de lesión en el operario, por lo que presentan las siguientes alternativas:

- Realizar una campaña preventiva de seguridad y salud ocupacional cuyo objetivo se crear conciencia en el personal sobre lo peligroso de las malas posturas de trabajo sobre todo al momento de levantar cargas, esta campaña incluirá una charla dictada por un experto en temas de seguridad y salud ocupacional, duración 2 horas, se estima un valor de 200\$ por charla.
- Implementar 3 turnos de trabajo solo para el grupo que realiza la recepción de cilindros, actualmente existen 36 operarios para estas actividades, 18 por turno, el costo por operario de acuerdo

a lo que determina la nomina es de 245\$ por mes (incluye el salario del empleado, seguro, alimentación, transporte, etc).

- Implementar jaula de carga, eliminando la manipulación manual de cilindros, transformando esta actividad de una actividad manual a una actividad mecánica, ver figura 5.1.



**FUGURA 5.1 MANIPULACIÓN DE
CILINDROS CON JAULA DE CARGA**



Se estima la adquisición de 750 jaulas, a un costo de 85 \$, incluido el seguro anual, modificaciones sobre los vehículos de los clientes, son 134 vehículos a 500\$, finalmente adquisición de montacargas estimados en 120000\$ por realizar este cambio.

Control de niveles de ruido en el proceso de envasado

Los niveles de ruido en los carruseles de carga superan el límite permisible 85 db, la principal causa por lo que esto sucede es el choque constante de los cilindros metálicos en el carrusel de carga y la poca lubricación de las cadenas que forman parte del carrusel de carga, para evitar que esto continúe se propone:

- Colocar una banda de caucho de espesor de 1mm y ancho de 10 cm sobre la parte central del cilindro, el fondo de maniobra de planta Guayaquil es 91000 cilindros, el valor de esta banda se estima en 5\$ por unidad (valor incluye costo de banda, pegamento requerido para utilizarlos sobre metal y maquila). Ver figura 5.2.

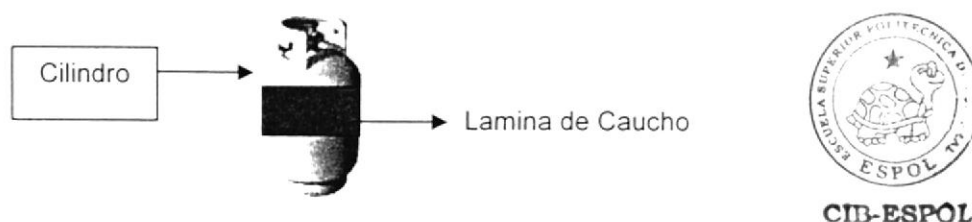


FIGURA 5.2 IMPLEMENTACIÓN DE LAMINA DE CAUCHO

- Existe en la industria envasadora de gas de México sobre todo en la ciudad de Puebla una propuesta sobre un prototipo de envase de material tipo PET (Polietileno de alta densidad) para gas licuado de petróleo, ver figura 5.3. El prototipo tiene gran aceptación de los expertos sin embargo el inconveniente que presenta es que las pruebas realizadas sobre la válvula reguladora de caudal del gas no resiste la presión suficiente para el llenado después de las 5 ocasiones de ser llenada, el precio del envase se estima en 21\$ para un pedido de un millón de unidades, el fabricante de las válvulas para este tipo de envases

esta realizando pruebas para determinar los componentes del tipo de material de la válvula y que en un periodo de 6 meses obtendrá la válvula que soporte a este prototipo de envase y cuya vida útil sea superior a las 50 veces de llenado, el valor de esta válvula lo estima en 12\$ para un pedido de un millón de unidades. El valor de la máquina de llenado de gas licuado se estima en 900.000\$.



FIGURA 5.3. NUEVO ENVASE PARA GAS

- Implementar mecanismo de lubricación permanente sobre las cadenas de los carruseles, se estima un costo de 15000\$ por carrusel.
- Adquirir un sonómetro para controlar una vez a la semana los niveles de ruido del proceso, el costo de un equipo sencillo se estima en el mercado en 400\$.



Niveles de iluminación en la nave de envasado

Sobre el carrusel existen registros de niveles de iluminación por debajo de lo permitido durante el primer turno, esto se debe a que está en el centro de la nave de envasado, de la misma manera se registraron sobre el carrusel 3 de carga se registraron niveles por debajo de lo permitido (es de mencionar que sobre este carrusel existía dos iluminarias quemadas al momento del levantamiento de la información), para contrarrestar estos inconvenientes se plantea:

- Colocar tejas traslucidas sobre el carrusel 2 de carga, se requiere de 8 tejas traslucidas colocada una pasando otra metálica, el valor de la inversión se estima en 200\$ incluida la mano de obra por instalación

Control del ambiente térmico

Durante el primer turno se determinó que existe tensión térmica que influye sobre el proceso y supera los límites permisibles, por lo que se recomienda:

- Incorporar 4 ventiladores de tipo industrial sobre las aristas de la nave de envasado de tal manera que disminuye los factores que influyen para la determinación del ambiente térmico como lo son

la velocidad del aire y temperatura del aire, estos ventiladores se los encuentra en el mercado en 400 \$ la unidad.

5.2 Evaluación de mejoras

En la tabla 68 resumen las alternativas planteadas para mejorar las actuales condiciones de trabajo.

TABLA 68
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE
LAS ACTUALES CONDICIONES DE TRABAJO

ALTERNATIVAS A IMPLEMENTAR	TIEMPO DE EJECUCION	INVERSION
Rediseño del puesto de tabulación de tara	4,5 meses	1100\$
Campaña preventiva de seguridad y salud ocupacional	2 meses	200
Implementación de 3 turnos para el personal de recepción de cilindros y apilamiento de cilindro lleno en vehículo	1 mes	52920\$ / año
Implementación de jaulas de carga	6 meses	250750\$
Implementación de banda de caucho a cilindros	1 año	455000\$
Cambio de cilindro metálico por envase de PET	1,5 año	3903000\$
Mecanismo de lubricación de los carruseles	9 meses	45000\$
Adquisición de sonómetro para control de niveles de ruido	Inmediato	200\$
Implementación de tejas traslucidas sobre carrusel 2 de carga	2 semanas	200\$
Colocación de ventiladores industriales en nave de envasado	2 semanas	1600\$



Para evaluar las alternativas planteadas es necesario determinar los criterios que se utilizarán para la selección las posibles soluciones que contribuyan al mejoramiento de las condiciones del proceso de envasado, para ello se determino lo siguiente:

- Grado de inversión para la implementación de la alternativa (GI), siendo:
 - 0 si es que se requiere mas de 10001\$
 - 1 si es que se requiere entre 1001\$ y 10000\$
 - 2 si es que se requiere entre 1 y 1000\$
 - 3 si es que no se requiere de inversión alguna
- Tiempo de ejecución de la alternativa (TE), siendo:
 - 0 si es que la alternativa requiere mas de 1año
 - 1 si es que requiere entre 6 y 12 meses
 - 2 si que requiere hasta 6 meses
 - 3 si que se puede ejecutar de inmediato
- Mejoramiento de algún factor que influya sobre un mejoramiento de las condiciones actuales del proceso de envasado (MC), siendo:
 - 0 si no mejora nada
 - 1 si es que la mejora existe pero influye poco
 - 2 si es que la mejora es percibida favorablemente



CIB-ESPOL

- 3 si es que elimina la causa raíz del factor que influye negativamente sobre alguna condición de trabajo.
- Implicación de cambios en la organización, en el proceso o en el producto (IC), considerando que siempre se evita realizar cambios sobre la organización, siendo:
 - 0 si es que el cambio implica algún cambio total o parcial sobre la organización.
 - 1 si es que el cambio implica algún cambio total o parcial sobre el producto.
 - 2 si es que el cambio implica algún cambio total o parcial sobre el proceso.
 - 3 si es que no implica ningún cambio sobre la organización, el producto o proceso.
- Implicaciones sobre la percepción del cliente (IPC)
 - 0 si es que los cambios son percibidos de manera negativa por el cliente.
 - 1 si es que los cambios le implique molestias al principio.
 - 2 si es que los cambios ni le molesta ni le es indiferente.



CIB-ESPOL

- 3 si es que los cambios le es completamente indiferente.

Dado los niveles de evaluación se escogerán aquellas alternativas que superen el puntaje promedio obtenido en la evaluación.

En la tabla 69 se evaluó las alternativas planteadas.



TABLA 69
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

ALTERNATIVAS	GI	TE	MC	IC	IPC	TOTAL
Rediseño del puesto de tabulación de tara	1	2	3	2	3	11
Campaña preventiva de seguridad y salud ocupacional	2	2	1	3	3	11
Implementación de 3 turnos para el personal de recepción de cilindros y apilamiento de cilindro lleno en vehículo	0	2	2	0	3	7
Implementación de jaulas de carga	0	2	2	2	1	7
Implementación de banda de caucho a cilindros	0	1	3	1	3	8
Cambio de cilindro metálico por envase de PET	0	1	3	1	0	5
Mecanismo de lubricación de los carruseles	0	1	3	3	3	10
Adquisición de luxómetro para control de niveles de ruido	2	3	0	3	3	11
Implementación de tejas traslucidas sobre carrusel 2 de carga	2	2	3	3	3	13
Colocación de ventiladores industriales en nave de envasado	1	2	3	3	3	12
Promedio						9,5

Se selecciona todas las alternativas que superan el promedio de la puntuación total, por tanto las alternativas a implementar serán:

1. Rediseño del puesto de tabulación de tara
2. Campaña preventiva de seguridad y salud ocupacional
3. Mecanismo de lubricación de los carruseles

4. Adquisición de sonómetro para control de niveles de ruido
5. Implementación de tejas traslucidas sobre carrusel 2 de carga
6. Colocación de ventiladores industriales en nave de envasado

Con la implementación de estas alternativas se estima obtener los siguientes beneficios:

1. Evitar riesgo posturales en el personal que labora en el puesto de tabulación de tara, disminuyendo los riesgos de dolor o posibles lesiones en la platilla operativa involucrada en el proceso de envasado de cilindro.
2. Crear un ambiente de seguridad y salud enfocado en la prevención.
3. Disminuir los niveles de ruido y estar por debajo de los 85 db nivel máximo de ruido y además disminuir los niveles de ruido en los alrededores del proceso de envasado.
4. Con la adquisición de un equipo de control como el sonómetro se garantiza un mejor control de todas las actividades generadoras de ruido de tal manera que cada se genere mejoras continuas en pro de bajar los niveles de ruido del proceso y por ende la planta.
5. Mejorar los niveles de iluminación en los puestos donde no cumplan con los 300 luxes mínimos requeridos para el desarrollo de este tipo de actividades.

Como se muestra en la figura 4.31 existe un puesto que no cumple el mínimo permitido por la ley y es el puesto de tabulación de la tara de cilindro en el carrusel 3, sin embargo este bajo nivel se debe a que la iluminaría que se encuentra sobre su puesto de trabajo no está funcionando al momento de la evaluación, a pesar de ello el puesto de trabajo 20 luxes menos que lo permitido, el resto de puesto de trabajo cuentan con un nivel superior a los 300 luxes mínimos requeridos para la realización de este tipo de tareas, y en promedio los puestos cuentan con 400 luxes.

4.5 Análisis de microclima laboral

Se estableció un control de los factores que inciden en la determinación del ambiente térmico, las mediciones se realizaron en los dos turno, para el primer turno se consideró dos períodos el de la mañana y el de la tarde, ver tabla 65.



TABLA 65
MEDICIÓN DE FACTORES CLIMÁTICOS

Microclima Primer turno - Mañana				
Hora	V aire	Tb. Seca	Tb. Húmeda	Humedad
	m/s	°C	°C	%
10:00	0,5	29	27	30
11:00	0,5	29	26	30,5

Microclima Primer turno - Tarde				
Hora	V aire	Tb. Seca	Tb. Húmeda	Humedad
	m/s	°C	°C	%
12:00	0,5	30	29	58
13:00	0,5	32	28	60

Microclima Segundo Turno				
Hora	V aire	Tb. Seca	Tb. Húmeda	Humedad
	m/s	°C	°C	%
20:00	0,5	26	23	24
21:00	0,5	25	22	25
22:00	0,5	24	20	24,5
23:00	0,5	25	20	24,5

Posterior a ello se determino la presión parcial del agua (Pva) a través de la carta Psicrométrica, ver ANEXO G, los resultados se muestran en la tabla 66.



CIB-ESPOL

TABLA 66
DETERMINACIÓN DE PRESIÓN PARCIAL DE AGUA (Pva)

Microclima Primer turno - Mañana								
Hora	Estatura (m)	Peso(Kg)	M (W)	tbs (°C)	tbh(°C)	tg(°C)	Va(m/s)	Pva (hPa)
10:00	1,7	66,00	301,31	29	27	32,5	0,5	28
11:00	1,7	66,00	301,31	29	26	32	0,5	29

Microclima Primer turno - Tarde								
Hora	Estatura (m)	Peso(Kg)	M (W)	tbs (°C)	tbh(°C)	tg(°C)	Va(m/s)	Pva (hPa)
12:00	1,7	66,00	301,31	30	29	31	0,5	36
13:00	1,7	66,00	301,31	32	28	32	0,5	33

Microclima Primer turno - Noche								
Hora	Estatura (m)	Peso(Kg)	M (W)	tbs (°C)	tbh(°C)	tg(°C)	Va(m/s)	Pva (hPa)
20:00	1,65	59	301,31	26	23	26	0,5	22
21:00	1,65	59	301,31	25	22	25	0,5	25
22:00	1,65	59	301,31	24	20	25	0,5	19
23:00	1,65	59	301,31	25	20	25,5	0,5	19

Luego se determinó los valores de evaporación requerida y evaporación máxima para finalmente determinar el ISC, ver tabla 67.

TABLA 67
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SOBRE CARGA
CALORICA (ISC)

Microclima Primer turno - Tarde						
Hora	C (w/m ²)	R (w/m ²)	M (W/m ²)	E req (w/m ²)	E max (w/m ²)	ISC
10:00	-18,21	2,17	171,11	155,08	129,31	120
11:00	-18,21	-1,83	171,11	151,07	124,69	121

Microclima Primer turno - Tarde						
Hora	C (w/m ²)	R (w/m ²)	M (W/m ²)	E req (w/m ²)	E max (w/m ²)	ISC
12:00	-15,17	-13,74	171,11	142,20	92,37	154
13:00	-9,10	-13,20	171,11	148,81	106,22	140

Microclima Segundo turno						
Hora	C (w/m ²)	R (w/m ²)	M (W/m ²)	E req (w/m ²)	E max (w/m ²)	ISC
20:00	-27,31	-39,60	183,39	116,48	157,02	74
21:00	-30,35	-44,00	183,39	109,04	143,17	76
22:00	-33,38	-39,90	183,39	110,10	170,88	64
23:00	-30,35	-39,76	183,39	113,28	170,88	66

Con la obtención del indicador ISC se concluye que existe sobrecarga calórica sobre el personal en el primer turno y esta a su vez es mayor en los horario de la tarde después del medio día superando los límites permisibles, en el segundo turno encontramos un ISC en promedio de unos 71 que demuestra que el personal operativo se encuentra laborando en un ambiente severo.



Como resultado de la evaluación ergonómica realizada al proceso de envasado de cilindro de la planta envasadora de gas licuado de petróleo (G.L.P.) ubicada en la ciudad de Guayaquil de XYZ se determinó:

- En el puesto de tabulación de tara se debe realizar cambios de manera inmediata, estos cambios básicamente implican un posible rediseño del puesto de trabajo.
- En el puesto de recepción de cilindros existe riesgo de dolores al final de la jornada laboral y posibilidad de lesión para el operario en un futuro.
- El gasto energético es mayor en el primer turno es mayor que en el segundo turno.
- La actividad de recepción de cilindros en carrusel de carga es una actividad que demanda de un esfuerzo enorme al operario dado la jornada y las condiciones actuales de trabajo, sin embargo el gasto energético (GE) para esta actividad supera no supera el 30% de la capacidad de trabajo físico (CTP) concluyendo que esta dentro de los límites tolerables.

Turno	Segundo turno
164,39 w / m ²	190,34 w / m ²



- La actividad de apilamiento de cilindros llenos en vehículo es una actividad que demanda de un esfuerzo enorme al operario dado la jornada y las condiciones actuales de trabajo, el gasto energético (GE) para esta actividad no supera el 30% de la capacidad de trabajo físico (CTP) por tanto esta dentro de los límites permisibles.

171,1 w / m ²	208,417 w / m ²
--------------------------	----------------------------



- Los niveles de ruido en los carruseles de carga superan los 85 db (nivel máximo de ruido) en los dos turnos, sin embargo en el resto de puntos donde se realizó el control de los niveles de ruido alrededor de la nave de envasado si bien es cierto se registraron niveles por debajo de los 85 db en promedio se registraron niveles de 70 db valores muy altos de ruido para un área de trabajo.
- Los niveles de iluminación en el carrusel 2 de carga durante el primer turno están por debajo de los límites permitidos en los puestos de tabulación de tara y llenado de cilindro. Y en el segundo turno en el carrusel 3 de carga también presenta niveles inferiores a lo permitido.

- El ambiente térmico en el primer turno ha superado los límites permisibles tanto en la mañana como en la tarde.

Hora	ISC
10:00	120
11:00	121
12:00	154
13:00	140

- El ambiente térmico para el segundo turno esta dentro de los límites permisibles sin embargo se clasifica como un ambiente severo debido a que los niveles del ISC están elevados.

Hora	ISC
20:00	74
21:00	76
22:00	64
23:00	66



CIB-ESPOL

Con la evaluación de las condiciones de trabajo del proceso de envasado descrito en este capítulo es necesario se encontró evidencia para concluir que el personal operativo del proceso de envasado esta sujeto a condiciones severas de trabajo dentro de la jornada laboral y esto a su vez influye de manera significativa en los altos índices de rotación de personal, por ello es necesario buscar y

evaluar alternativas de solución que mejoren las presentes condiciones de trabajo.

CAPÍTULO 5

5. MEJORAS



En este capítulo se presentan propuestas de mejora sobre el proceso de envasado.

5.1 Presentación de mejoras

Las mejoras presentadas a continuación tienen como objetivo cambiar las actuales condiciones en el que se desenvuelve el proceso de envasado:

Rediseño del puesto

Como se demostró en el capítulo 4 el puesto de tabulación de la tara origina un riesgo postural, ya a que los operadores de los 3 carruseles de cargas presentan posturas inadecuadas de trabajo debido a que la altura del asiento fijo hace que trabaje

solo el lado derecho de cuerpo al momento de visualizar la tara y el monitor de control esta por debajo del rango de visión de la persona ubicado en posición de atención. En la evaluación de riesgo postulares en el puesto de tabulación de la tara se evaluó las dos posturas de trabajo que el personal operativo toma durante la realización de la actividad, los resultados de la aplicación del método rula sobre las posturas fue de 7 y 3 respectivamente. Es de recordar que el personal que se encuentra en los puestos sobre el carrusel de carga rota de puesto cada dos horas en cualquiera de los turnos.



CIB-ESPOL

Para realizar el rediseño se debe:

- ❖ Realizar un levantamiento antropométrico de las dimensiones del personal de envasado que rota por el puesto de tabulación de tara, se estima una inversión de 200\$ y tiempo de ejecución de 1 mes.
- ❖ Determinar el porcentaje de la población que será incluida en el diseño, se estima una semana en su determinación.
- ❖ Calcular las dimensiones del puesto de trabajo, se estima en dos semanas.
- ❖ Ajustar el nuevo diseño, se estima en tres semanas.

6. Disminuir la tensión térmica existente en el proceso de tal manera que el personal no se vea afectado físicamente durante la jornada laboral.
7. Mejorar las condiciones de trabajo del proceso de envasado disminuyendo los niveles de rotación de 10 personas por mes a 5 personas por mes de tal manera que la empresa ahorraría 27000\$ al año por gastos asociados por liquidaciones de personal.



CTB-ESPOL

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

CONCLUSIONES

- El levantamiento de los diagramas de flujo permitió visualizar 12 operaciones involucradas en el proceso de envasado de las cuales más de 60% de ellas son actividades manuales.
- El puesto de trabajo de mayor esfuerzo es el de apilamiento de cilindros llenos y existe un mayor nivel de energía por la realización de esa actividad en el primer turno.
- El proceso de envasado de cilindro presenta es un proceso que demanda de gran esfuerzo por parte de los operarios que están involucrados en sus actividades, existen niveles excesivos de

ruido, en dos puestos del carrusel dos y en ciertos horarios no se cumple con los niveles mínimo de iluminación, existe una tensión térmica que afecta las actividades del proceso, todo es evidencia para concluir que las condiciones actuales son severas y afirman lo supuesto por el personal de recursos humanos en que es la principal razón de los niveles altos de rotación de personal.

- El puesto de tabulador de tara en los carruseles presenta riesgos posturales debido a la mala postura que toma el personal por la altura del asiento y la posición de la pantalla de control.
- Las actividades de manipulación de carga en el proceso de envasado, recepción de cilindros en carrusel de carga y apilamiento de cilindros llenos en vehículo causan posibles dolores al final de la jornada laboral y posibles lesiones futuras.
- El gasto energético es mayor en el primer turno que en el segundo turno.
- A pesar de que el gasto energético es alto y se considera como trabajo muy duro a las actividades de recepción de cilindro en carrusel de carga y apilamiento de cilindro lleno en vehículo, se encuentra dentro de los límites permisibles de realización de actividad física ya que no supera el 30% de la capacidad de trabajo físico.
- Existe una sobrecarga térmica en el primer turno superior a los límites permisibles y en el segundo a pesar de no sobrepasar los niveles



permisibles existe un ambiente severo para la realización de las actividades del proceso de envasado.

RECOMENDACIONES



CIB-ESPOL

- Realizar un levantamiento antropométrico del personal operativo del proceso de envasado para los turnos.
- Diseñar el puesto de trabajo de tabulación de tara para los carruseles de carga.
- Determinar las características físicas del personal apropiado para el levantamiento de carga de tal manera que jamás exceda el 30% de la capacidad máxima de trabajo.
- Realizar una campaña de seguridad y salud ocupacional para el personal operativo de tal manera que se prevengan las posibles enfermedades por riesgos posturales y levantamiento de carga.
- Implementar mecanismo de lubricación permanente sobre los carruseles de carga para disminuir los niveles de ruido en la nave de envasado.
- Adquirir un sonómetro para el control de los niveles de ruido del proceso de envasado y de la planta.
- Implementar tejas translúcidas sobre el carrusel dos de la nave de envasado para mejorar los niveles de iluminación.

- Colocar ventiladores industriales en la nave de envasado para disminuir la tensión térmica del primer turno.
- Con la implantación de mejoras planteadas en el capítulo cinco se mejorará las actuales condiciones de trabajo del personal operativo del proceso de envasado disminuyendo los niveles de rotación del área y aumentando la productividad en un 5%.



CIB-ESPOL

ANEXO A

VALORES DE METABOLISMO SEGÚN POSTURA DEL CUERPO, EXCLUYENDO EL METABOLISMO BASAL

Postura del cuerpo	Metabolismo (w/m^2)
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
Parado	25
Parado en atención	30



CIB-ESPOL

ANEXO A A

RESULTADO – PRIMER ELEMENTO - RECEPCIÓN DE CILINDROS

Evaluación de tareas de elevación manual de carga por el método Illosh				
Datos introducidos		<u>Origen</u>	<u>Destino</u>	
Distancia de agarre horizontal:		30	30	cm.
Altura vertical:		93	93	cm.
Desnivel vertical:		93	15	cm.
Asimetría:			45	grados
Frecuencia:	6 veces/min.	Duración del trabajo: menos de 8 horas		
Acoplamiento:	Bueno		Peso:	15 Kg.

Resultados	LC: 23 Kg	<u>Origen</u>	<u>Destino</u>	
RML		3,777	2,179	 CIB-ESPOL
HML		,833	,833	
VML		,946	,946	
DML		,772	,52	
AML		1	,856	
CML		1	1	
RM:	,27			
Índice de carga en origen: 3,971		Índice de carga en destino: 6,884		

CRITERIO:	
Índice de carga > 1	Riesgo de dolor
Índice de carga > 3	Riesgo de lesión

ANEXO A B

RESULTADO – TERCER ELEMENTO - RECEPCIÓN DE CILINDROS

Evaluación de tareas de elevación manual de carga por el método NIOSH				
Datos introducidos		Origen	Destino	
Distancia de agarre horizontal		15	15	cm
Altura vertical		13	13	cm
Distancia vertical		15	15	cm
Asimetría				grados
Frecuencia		6 veces/min	Duración de trabajo	menos de 3 horas
Acondicionamiento		Bueno	Peso	15 kg

Resultados	LD 33 kg	Origen	Destino
FDL		4.891	4.462
LD		1.667	1.667
MT		.329	.329
DT		.57	.52
AT		1	1
OT		1	1
FDL 33%			
Índice de carga en origen: 3.067		Índice de carga en destino: 3.362	

CRITERIO:	
Índice de carga < 3	Respuesta: SI
Índice de carga > 3	Respuesta: NO

ANEXO A C

RESULTADO –PRIMER ELEMENTO-APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO

Evaluación de tareas de elevación manual de carga por el método NIOSH				
Datos introducidos				
	Origen	Destino		
Distancia de agarre horizontal:	15	15	cm.	
Altura vertical:	31	31	cm.	
Desnivel vertical:	31	41	cm.	
Asimetría:		45	grados	
Frecuencia: 3	veces/min.	Duración del trabajo: menos de 8 horas		
Acoplamiento: Bueno		Peso: 30	Kg.	
Resultados				
LC: 23 Kg	Origen	Destino		
RML:	12,35	11,126		
HM:	1,667	1,667		
VM:	,868	,868		
DM:	,675	,71		
AM:	1	,856		
CM:	1	1		
FM: ,55				
Índice de carga en origen: 2,429	Índice de carga en destino: 2,696			
CRITERIO:				
	Índice de carga > 1	Riesgo de dolor		
	Índice de carga > 3	Riesgo de lesión		

ANEXO A D

RESULTADO –TERCER ELEMENTO - APILAMIENTO DE CILINDRO LLENO

Evaluación de tareas de elevación manual de carga por el método NIOSH				
Datos introducidos		<u>Origen</u>	<u>Destino</u>	
Distancia de agarre horizontal:	20	20		cm.
Altura vertical:	15	15		cm.
Desnivel vertical:	15	93		cm.
Asimetría:		180		grados
Frecuencia: 3	veces/min.	Duración del trabajo: menos de 8 horas		
Acoplamiento: Bueno		Peso: 30		Kg.

Resultados	LC: 23 Kg	<u>Origen</u>	<u>Destino</u>	
RMVL		6,742	42,42	 CIB-ESPOL
HM:		1,25	1,25	
VM:		,82	,82	
DM:		,52	,772	
AM:		1	,424	
CM:		1	1	
FM: ,55				
Índice de carga en origen: 4,449		Índice de carga en destino: 7,072		

CRITERIO:	
Índice de carga > 1	Riesgo de dolor
Índice de carga > 3	Riesgo de lesión

ANEXO B

VALORES DE METABOLISMO POR TIPO DE TRABAJO, EXCLUYENDO EL METABOLISMO BASAL

Tipo de trabajo	Valores de metabolismo (w/m ²)	
	Valor medio	Rango
Trabajo manual		
Ligero	15	< 20
Moderado	30	20 a 35
Pesado	40	> 35
Trabajo con un brazo		
Ligero	35	< 45
Moderado	55	45 a 65
Pesado	75	> 65
Trabajo con dos brazos		
Ligero	65	< 75
Moderado	85	75 a 95
Pesado	105	> 95
Trabajo con el tronco		
Ligero	125	< 155
Moderado	190	155 a 230
Pesado	280	230 a 330
Muy pesado	390	> 330



CIB-ESPOL

ANEXO C

VALORES DE METABOLISMO POR VELOCIDAD DE TRABAJO, EXCLUYENDO EL METABOLISMO BASAL

Tabla 3D Valores de metabolismo relativos a la velocidad de trabajo excluyendo el metabolismo basal	
Tipo de trabajo	Valores de metabolismo relativos a la velocidad de trabajo (w/m ²) / (m/s)
Velocidad de trabajo relativa a la distancia	
Caminando entre 2 a 5 Km/h	110
Caminando pendiente arriba entre 2 a 5 Km/h	
Inclinación 5°	210
Inclinación 10°	360
Caminando pendiente abajo a 5 Km/h	
Pendiente 5°	60
Pendiente 10°	50
Caminando con carga sobre la espalda a 4 Km/h	
10 Kg de carga	125
30 Kg de carga	185
50 Kg de carga	285
Velocidad de trabajo relativa a la altura	
Subir escalera	1725
Bajar escalera	480
Escalera de peldaño (del tipo utilizado por los eléctricos)	
Sin carga	1660
Con 10 Kg de carga	1870
Con 50 Kg de carga	3320
Escalera vertical	
Sin carga	2030
Con 10 Kg de carga	2335
Con 50 Kg de carga	4750

ANEXO D

ESTIMACIÓN DE VALOR DE CAPACIDAD DE TRABAJO FÍSICO, SEGÚN LA PRUEBA ESCALÓN, PRIMERA CARGA (17 VECES/MINUTO)

Sexo	FRECUENCIA CARDIACA SUBMAXIMA (lat/min)															
Hombre	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	
Mujer	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	
Peso (kg)	CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO (l/min)															
	VO ₂ max															
	VO ₂ submax l/min															
40-44	370	310	270	240	210	195	180	165	155	140	132	125	118	112	106	068
45-49	400	340	290	260	230	215	198	180	168	157	146	138	132	125	118	072
50-54	419	360	310	285	250	230	210	195	180	169	157	149	141	134	128	077
55-59	446	390	330	301	268	245	225	209	193	180	168	158	152	144	136	082
60-64	473	397	349	320	286	260	240	220	205	190	178	169	160	153	145	087
65-69	500	419	370	335	300	278	253	233	217	203	189	178	170	161	154	092
70-74	522	438	390	350	316	290	270	243	228	214	199	188	179	171	162	095
75-79	549	460	401	369	330	305	282	260	240	226	210	199	189	180	172	101
80-84	577	483	421	385	341	320	296	275	252	235	219	208	198	188	178	106
85-89	600	506	441	392	360	332	310	288	267	249	232	219	209	198	188	111
90-94	-	529	460	409	375	343	323	300	279	259	241	228	218	207	197	116
95-99	-	547	475	423	390	359	333	311	289	270	251	238	227	216	205	120
100-104	-	570	496	441	386	370	342	322	300	280	260	248	235	223	213	125
105-109	-	593	517	459	401	389	359	333	312	292	275	259	247	234	222	130
110-114	-	-	535	476	417	400	369	341	321	301	281	268	253	241	228	135

ANEXO E

ESTIMACIÓN DE VALOR DE CAPACIDAD DE TRABAJO FÍSICO, SEGÚN LA PRUEBA ESCALÓN, SEGUNDA CARGA (26 VECES/MINUTO)

Sexo	FRECUENCIA CARDIACA SUBMAXIMA (lat/min)															
Hombre	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	
Mujer	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	
Peso (kg)	CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO (l/min)															
	VO ₂ max															
40-44	326	303	280	259	240	225	213	203	193	184	175	167	160	154	148	108
45-49	431	321	299	277	258	240	227	217	207	195	186	178	172	164	158	115
50-54	361	337	316	293	274	255	240	229	218	208	198	189	182	175	168	122
55-59	389	359	335	313	294	275	258	247	233	222	212	203	196	188	180	130
60-64	416	375	348	328	308	288	270	258	245	233	221	213	205	197	188	137
65-69	437	398	366	339	322	302	286	272	258	246	233	223	213	208	199	144
70-74	458	424	380	354	333	315	298	285	270	257	244	233	225	213	208	151
75-79	483	446	415	370	348	328	311	299	284	270	257	246	237	227	218	159
80-84	504	466	433	389	361	339	324	310	297	281	268	256	247	237	227	166
85-89	525	485	452	416	376	351	334	322	308	292	279	267	257	247	247	173
90-94	547	505	470	433	403	377	358	342	325	307	297	280	270	257	247	180
95-99	571	527	491	452	421	393	374	357	339	320	310	292	282	268	258	188
100-104	592	547	509	469	437	408	388	370	352	332	321	303	292	278	267	195
105-109	-	588	520	479	446	416	396	378	359	339	328	309	298	284	273	199
110-114	-	586	546	503	468	437	416	397	377	356	344	325	313	298	286	209



CIB-ESPOL

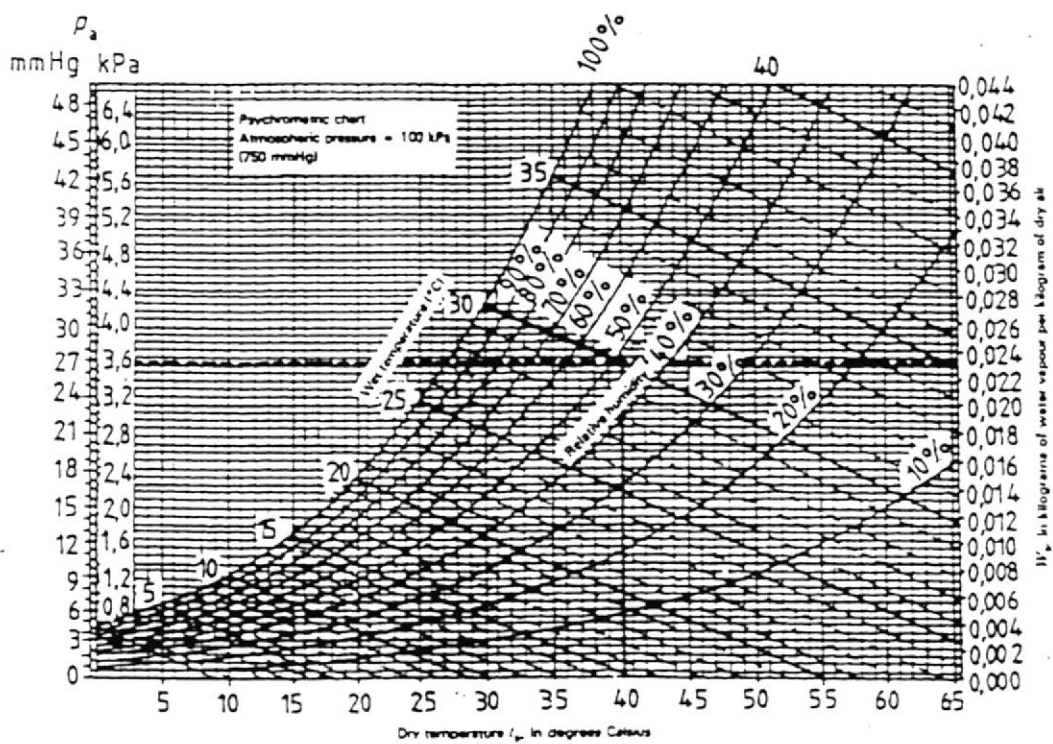
ANEXO F

ESTIMACIÓN DE VALOR DE CAPACIDAD DE TRABAJO FÍSICO, SEGÚN LA PRUEBA ESCALÓN, TERCERA CARGA (34VECES/MINUTO)

Sexo	FRECUENCIA CARDIACA SUBMAXIMA (lat/min)															
Hombre	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	
Mujer	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184	
Peso (kg)	CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO (l/min)															
	VO ₂ max															
	VO ₂ submax															
40-44	365	340	322	301	285	272	258	246	233	224	215	208	199	191	184	174
45-49	388	359	337	319	301	289	274	260	248	237	228	219	210	202	197	183
50-54	411	378	351	333	318	303	289	275	261	250	240	230	222	210	203	182
55-59	436	400	370	350	331	320	306	290	277	265	254	243	234	225	218	192
60-64	459	417	405	378	358	342	324	305	293	281	271	261	250	240	231	181
65-69	482	448	425	397	376	359	340	324	307	295	285	274	262	252	243	189
70-74	504	470	445	415	394	376	356	340	322	305	298	287	275	264	254	199
75-79	530	493	464	437	414	395	374	357	338	325	313	302	289	277	267	209
80-84	552	515	487	456	431	412	390	372	353	339	327	315	301	289	278	219
85-89	575	536	507	474	449	429	407	388	367	353	340	328	314	301	290	227
90-94	598	557	528	493	467	446	423	403	382	367	354	341	326	313	301	236
95-99	-	581	550	514	487	465	441	420	398	383	369	355	340	326	314	246
100-104	-	600	570	533	505	482	457	436	413	396	382	368	352	338	325	255
105-109	-	-	590	552	522	499	473	451	427	411	396	381	365	350	337	264
110-114	-	-	-	571	540	515	489	466	442	425	410	394	377	362	349	273

ANEXO G

CARTA PSICROMÉTRICA



ANEXO H

MUESTRAS TOMADOS DEL PROCESO DE ENVASADO DE CILINDRO EN UNA JORNADA NORMAL DE TRABAJO A NOVIEMBRE 2006

ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO						
4	5	6	7	8	9	
Lecturas						
	2,77	2,76	2,65	2,5	2,6	3,67
	4,82	2,82	2,95	2,64	2,08	3,38
	2,69	4,33	2,46	2,75	2,92	3,16
	3,38	3,83	2,98	2,87	2,49	4,67
	3,35	3,62	3,18	3,1	2,36	3,94
	2,06	2,96	2,65	3,12	3,19	3,77
	2,17	3,24	2,97	2,46	2,8	3,66
	4,61	2,74	2,81	2,35	3,78	3,19
	3,43	2,55	2,75	2,27	2,84	3,26
	3,25	2,59	2,99	2,73	2,68	3,05
	3,64	3,76	2,76	2,98	2,98	3,13
	2,97	2,16	2,72	2,38	2,87	3,07
	2,63	3,78	3,33	2,5	2,72	3
	3,59	3	2,36	2,74	3,24	3,53
	2,68	2,9	3,87	2,77	3,06	2,14
	2,56	3,99	2,81	2,47	3,48	3,66
	2,21	2,24	3,09	2,95	2,94	2,86
	2,54	4,4	3,2	3,3	2,68	2,16
	2,08	2	4,52	2,81	2,94	3,67
	2,29	2,8	3,16	3,3	3	3,53
	2,34	3,22	2,76	3,54	4,82	3,12
	2,53	3,23	4,52	3,4	2,64	1,91
	2,21	2	4,3	3,11	3,12	3,77
	2,26	3,4	2,76	2,98	3,02	3,36
	3,16	2	2,84	3,44	3,05	2,09
Promedio	2,89 Sg / U	3,05 Sg / U	3,10 Sg / U	2,86 Sg / U	2,97 Sg / U	3,23 Sg / U
Desviación	0,74	0,71	0,59	0,37	0,52	0,64

ANEXO I

MUESTRAS OBTENIDAS EN EL PRIMER PERÍODO

PROCESO		Envasado de cilindro		FECHA	03/01/2007	HORA	10:00
		ACTIVIDADES DEL PROCESO					
		4	5	6	7	8	9
LECTURA DE TIEMPO	1	2,8	2,79	2,5	2,75	2,83	3,32
	2	2,856	3,04	2,92	2,81	2,74	3,09
	3	2,94	3,15	3	2,84	2,49	2,94
	4	2,79	3,12	2,72	3,27	2,83	3,37
	5	2,97	2,75	2,75	2,27	2,84	3,05
	6	2,86	2,9	2,99	2,73	2,78	3,13
	7	2,69	3,18	2,76	2,98	2,98	3,07
	8	2,77	2,86	2,72	2,38	2,87	2,9
	9	2,7	3,08	3,33	2,5	2,72	3,09
	10	2,76	3,22	2,36	2,74	3,14	3,18
	11	2,75	3,05	3,39	2,97	2,69	2,81
	12	2,54	2,76	3,2	3,45	2,4	2,48
	13	2,76	3,33	3,43	3	2,96	2,52
	14	2,92	3,07	3,41	2	2,75	2,33
	15	2,67	3,37	2,93		3	2,4
	16	2,9	3,06	3,1		2,83	2,89
	17	2,68	2,81	2,73		2,65	2,72
	18	2,59	3,08	2,83		2,75	2,51
	19	2,68	2,92	2,59		2,56	2,62
	20	2,756	3,27	2,65		3	2,59
	21	2,75	3,1	2,91		2,7	2,94
	22	2,88	3,79	3,28		2,9	2,99
	23	2,84	2,83	3,75		2,8	3
	24	3,02	2,7	2,34		2,79	3,19
	25	2,97	3,16	3,73		2,71	2,92
	26	2,63	2,97	3,59		3,01	3,29
	27	2,77	2,63	3,09			2,62
	28	2,78	2,91	1,85			3,32
	29	2,86	3,01	2,46			3,3
	30	2,76	3,05	3,07			3,01
	31	2,97	2,7	2,54			2,98
	32	2,86	3,08	2,96			2,88
	33	2,77	2,9	2,64			3,21
	34	2,85	2,76	3			3
	35	2,84	3,03	3,18			3,01
	36	2,85	2,69				2,77
	37	2,8	2,91				2,84
	38	2,77	3,02				2,5
	39	2,67	3,07				2,98
	40	2,9	3,05				3,46
	41	2,7	3,226				
	42	2,69	3,05				
	43	2,59	2,9				
	44	3,02	2,86				
	45	2,77	3				
	46	2,76	3,08				
	47	2,969	3,2				
	48	2,791	3,226				
	49	2,96	3,08				
	50	2,8	2,66				
	51	2,87					
	52	2,97					
	53	2,86					
Promedio		2,81 Sg / U	3,01 Sg / U	2,93 Sg / U	2,76 Sg / U	2,80 Sg / U	2,92 Sg / U



ESPOL

CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

ANEXO J

MUESTRAS OBTENIDAS EN EL SEGUNDO PERÍODO

PROCESO		Envasado de cilindro		FECHA	04/01/2007	HORA	15:00
		ACTIVIDADES DEL PROCESO					
		4	5	6	7	8	9
LECTURA DE TIEMPO	1	2,86	2,39	2,85	2,75	2,73	3,32
	2	2,96	3,64	2,92	2,81	2,64	3,19
	3	2,76	3,15	3	2,84	2,9	2,94
	4	2,88	3,12	2,72	3,27	2,83	3,37
	5	3,00	3,28	2,87	2,93	2,77	2,75
	6	2,79	2,64	2,97	3,26	2,86	2,77
	7	3,00	2,99	2,92	3,13	2,68	3,22
	8	2,88	3,71	2,96	3,09	2,7	2,9
	9	2,76	3,41	3,09	3,4	2,9	3,39
	10	3,02	3,88	3,43	3,49	2,88	3,78
	11	2,87	3,24	3,39	2,97	2,39	3,31
	12	3,11	2,76	3,29	3,25	3	2,48
	13	2,90	5,91	3,33	3	2,56	2,52
	14	2,89	3,77	3,21		2,95	3,33
	15	3,19	3,67	2,93		2,56	3,23
	16	2,68	4,11	3,1		2,63	2,89
	17	2,76	2,81	2,73		2,85	2,72
	18	3,08	3,58	2,83		2,85	2,79
	19	2,90	2,92	2,89		3,25	2,62
	20	2,89	3,48	2,65		2,54	2,99
	21	2,74	3,1	2,91		2,75	2,94
	22	2,88	3,79	3,28		2,79	2,86
	23	3,09	2,88	3,75		3,4	3
	24	3,05	2,67	2,34		2,7	3,29
	25	2,70	3,86	3,33		2,78	3,22
	26	3,02	2,97	3,29		3,22	3,29
	27	3,05	2,63	3,09			2,92
	28	2,84	2,37	2,85			3,32
	29	2,88	3,03	2,46			3,3
	30	2,89	3,05	3,07			3,11
	31	3,03	2,07	2,84			2,98
	32	3,08	3,4	2,96			2,88
	33	2,91	2,9	2,84			3,21
	34	3,08	2,76				3
	35	3,03	3,03				3,01
	36	2,77	2,74				2,77
	37	3,09	2,91				3,24
	38	2,80	3,02				3,5
	39	2,87	3,53				2,98
	40	2,76	3,234				
	41	2,96	3,226				
	42	2,84	3,26				
	43	3	2,9				
	44	2,94	2,86				
	45	2,89	3,38				
	46	2,95	3,18				
	47	2,8	3,46				
	48	3,02	3,34				
	49	2,9					
	50	2,84					
	51	2,85					
	52	2,93					
	53	2,84					
Promedio		2,9259	3,2157	3,0901	3,0501	2,7584	3,2501



CIB-ESPOL

ANEXO K

MUESTRAS OBTENIDAS EN EL TERCER PERÍODO

PROCESO	Envasado de cilindro		FECHA	04/01/2007	HORA	21:00	
ACTIVIDADES DEL PROCESO							
	4	5	6	7	8	9	
LECTURA DE TIEMPO	1	3,28	2,39	2,75	2,75	2,9	3,32
	2	2,91	3,64	2,92	2,81	2,94	3,09
	3	3,08	3,15	3	2,84	2,99	2,94
	4	2,73	3,12	2,72	3,17	3,08	3,37
	5	2,87	3,28	2,87	2,93	3,07	2
	6	3,09	2,64	2,57	3,16	2,96	2,67
	7	2,54	2,99	2,92	3,13	2,98	3,22
	8	2,68	3,71	2,96	3,39	2,97	2,08
	9	2,69	4,41	3,09	3,4	3,1	3,59
	10	2,74	2,88	3,53	3,19	2,88	2,78
	11	2,83	3,24	3,39	2,97	2,99	2,55
	12	2,59	2,76	3,2	3,15	2,89	2,48
	13	2,7	3,91	3,13	3	2,96	2,52
	14	2,69	3,77	3,41		2,95	2,33
	15	2,79	4,67	2,93		2,86	2,4
	16	2,87	3,11	3,1		2,83	2,89
	17	3,05	2,81	2,73		2,95	2,72
	18	3,15	3,58	2,83		2,95	2,51
	19	2,95	3,32	2,59		2,96	2,62
	20	2,84	5,18	2,65		2,85	2,59
	21	3,18	3,1	2,91		2,97	2,94
	22	3,05	3,79	3,28		2,99	2,44
	23	3,15	2,43	3,45		2,88	3
	24	2,95	2,67	2,74		2,99	3,59
	25	2,95	3,86	3,43		2,91	2,22
	26	3,16	2,97	3,39		3,01	3,29
	27	3,73	2,63	3,09			2,62
	28	2,96	2,37	3,85			3,32
	29	3,18	6,03	2,46			3,3
	30	3,04	3,05	3,07			3,01
	31	2,85	2,07	2,84			2,98
	32	2,79	4	2,96			2,88
	33	2,94	2,9	2,74			3,21
	34	2,86	3,56	3			3
	35	2,95	3,03	3,18			3,01
	36	3,03	2	2,82			2,77
	37	3,35	2,91	2,79			3,84
	38	3,01	3,02	2,66			2,66
	39	3,21	3,53	3,18			2,98
	40	3,35	3,734	3,17			
	41	3,31	3,226	2,78			
	42	3,05	3,26	3,11			
	43	3,63	3,49	2,86			
	44	3,27	2,86	3,01			
	45	2,94	3,38	3,1			
	46	3,33	3,08	3,37			
	47	3,05	3,46	3,12			
	48	2,95	3,64	3,07			
	49	3,05					
	50	2,95					
	51	3,05					
	52	2,95					
	53	2,97					
Promedio	3,01 Sg / U	3,30 Sg / U	3,02 Sg / U	3,07 Sg / U	2,95 Sg / U	2,86 Sg / U	

ANEXO L

MUESTRAS OBTENIDAS EN EL CUARTO PERÍODO

PROCESO	Envasado de cilindro	FECHA	04/01/2007	HORA	1:00
---------	----------------------	-------	------------	------	------

ACTIVIDADES DEL PROCESO					
4	5	6	7	8	9

LECTURA DE TIEMPO	1	4,12	3,44	3,18	2,49	3,41	3,21
	2	3,15	3,29	3,69	3,25	3,35	2,68
	3	2,54	3,62	3,9	2,91	2,9	2,52
	4	2,79	3,12	3,83	3,13	3,33	3,33
	5	2,82	3,28	3,34	3,78	2,84	2,4
	6	4,61	3,44	2,85	2,53	3,31	2,33
	7	3,43	3	3,77	3,35	3,29	2,77
	8	3,25	3,71	3,16	2,91	3,46	2,89
	9	3,64	3,41	3,14	3,57	2,89	2,72
	10	2,50	3,88	2,75	2,46	3,63	3,56
	11	3,12	3,24	2,91	3,65	3,25	3
	12	3,15	3,76	3,75	3,23	2,91	2,59
	13	3,01	3,61	3,34	2,7	3,32	2,66
	14	3,21	3,77	3,45		3,66	2,7
	15	3,95	3,57	3,4		2,49	2,65
	16	3,31	3,11	3,31		2,52	3
	17	3,82	3,41	3,5		3	3,45
	18	2,69	3,58	3,32		3,1	2,89
	19	3,38	3,55	3,08		2,6	2,66
	20	3,03	3,17	3,34		3	3,62
	21	3,38	3,51	3,49		2,8	2,59
	22	2,91	3,79	3,34		2,99	3,17
	23	3,25	3,65	3,46		3,8	2,65
	24	3,64	3,67	3,18		2,85	3,16
	25	2,50	3,86	3,33		3,32	2,87
	26	3,12	3,67	3,59		3,4	2,65
	27	2,96	3,63	3,35			3,22
	28	3,75	3,37	3,58			2,87
	29	3,4	3,63	3,41			3,39
	30	2,98	3,45	3,66			3,54
	31	3,61	3,38	3,27			2,89
	32	3,43	3,47	3,66			2,88
	33	3,25	3,49	3,4			3,15
	34	2,56	3,58				3,27
	35	3,38	3,03				2,85
	36	2,80	3,48				2,95
	37	3,56	3,41				3,14
	38	3,78	3,42				3
	39	2,86	3,53				2,87
	40	2,87	3,734				
	41	3,26	3,47				
	42	3,65	3,88				
	43	2,85	3,46				
	44	3,18	3,9				
	45	2,95	3,41				
	46	3,33	3,99				
	47	3,04	3,78				
	48	2,7	3,42				
	49	3,28					
	50	2,95					
	51	3,33					

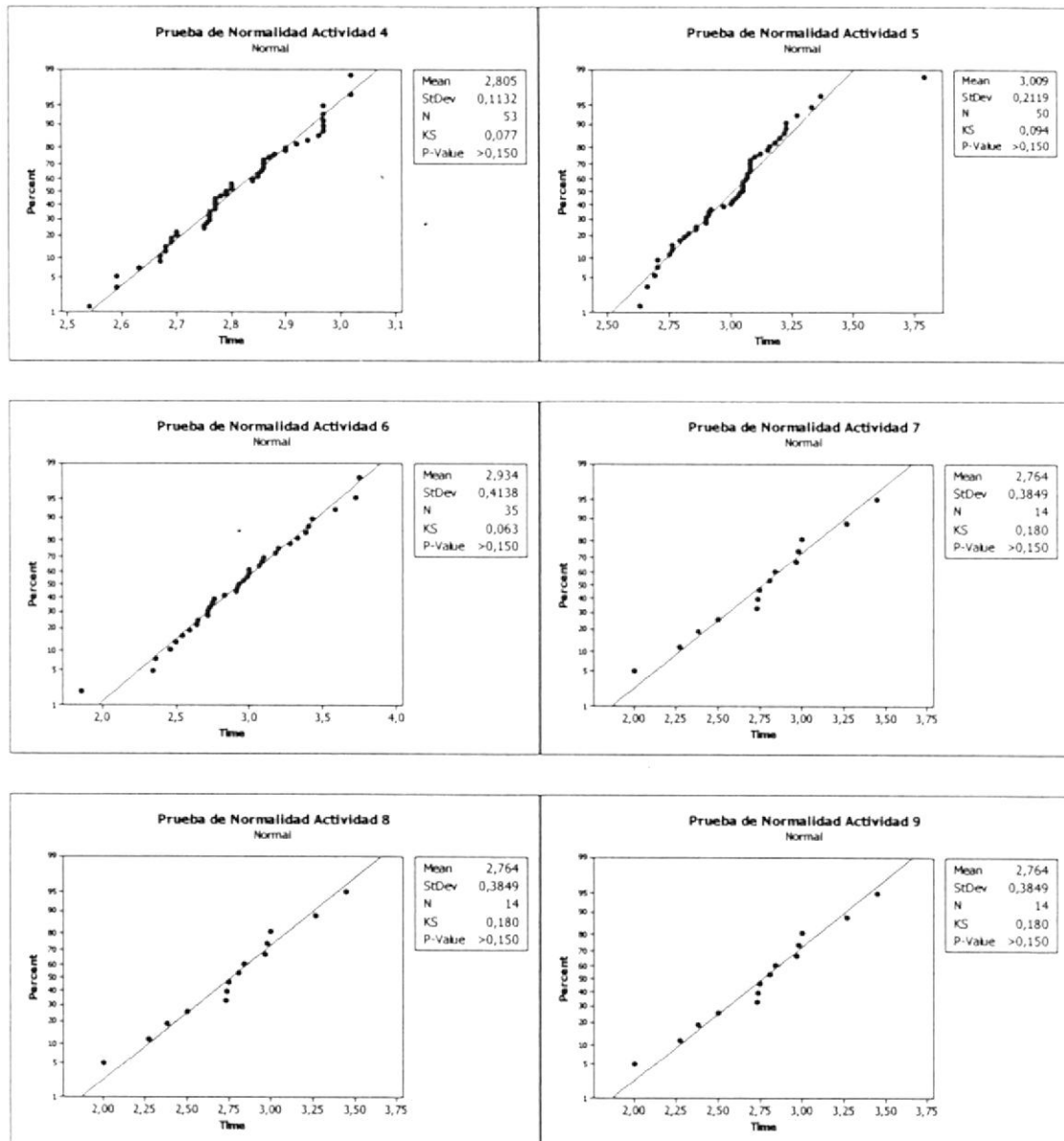


CIB-ESPOL

Promedio	3,22	3,49	3,41	3,07	3,45	3,43
----------	------	------	------	------	------	------

ANEXO M

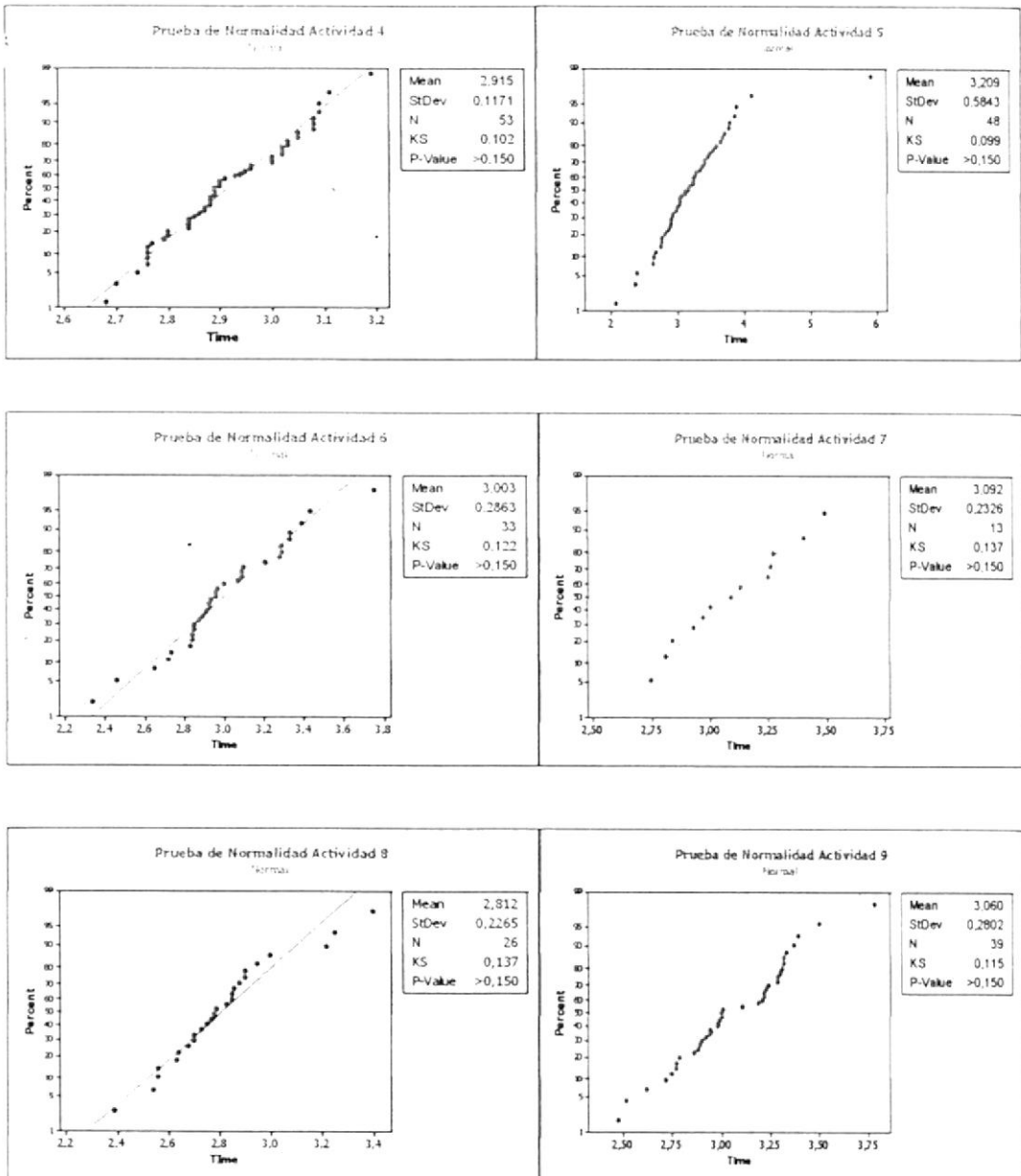
PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL PRIMER PERÍODO



CIB-ESPOL

ANEXO N

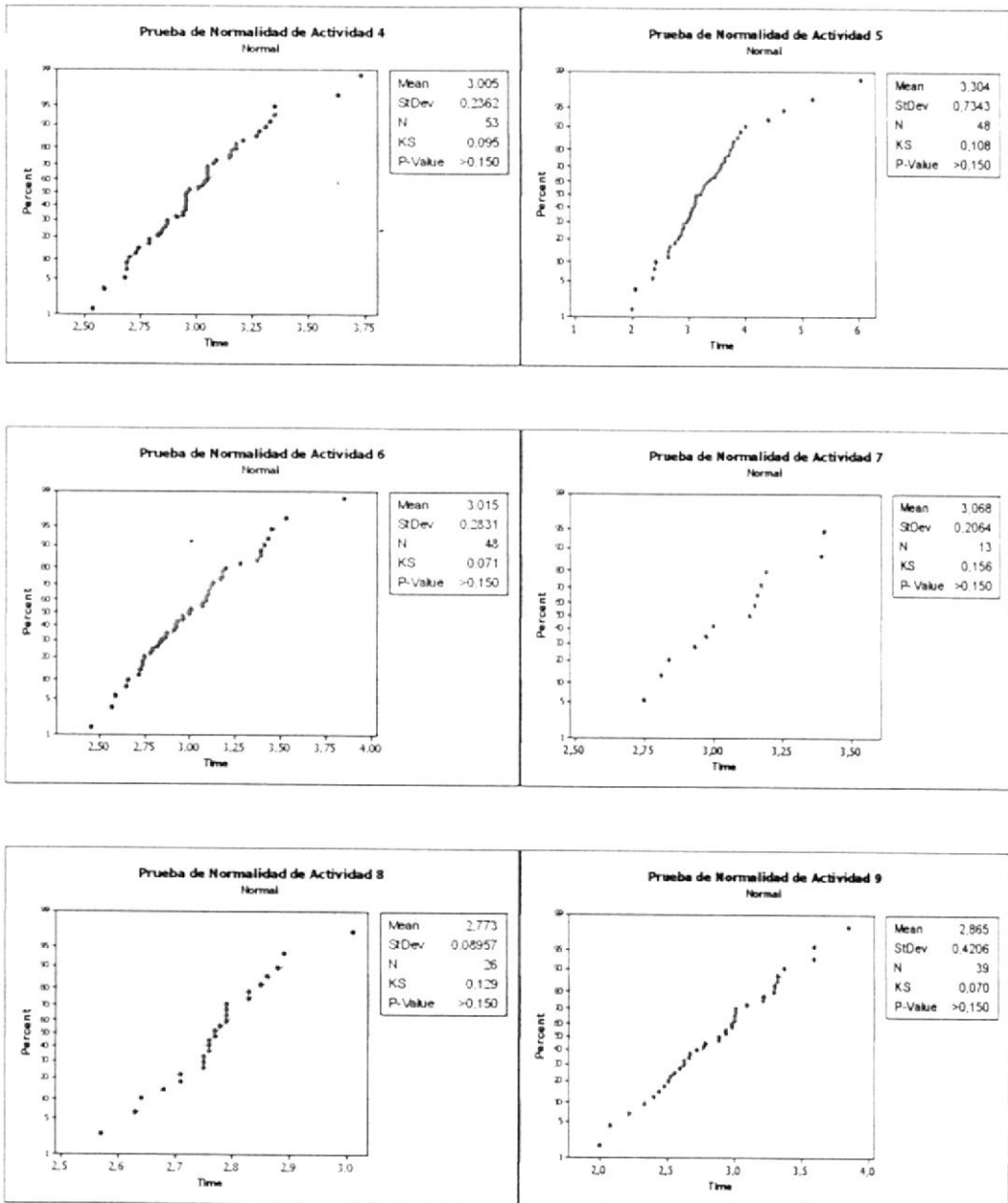
PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL SEGUNDO PERÍODO



CIB-ESPOL

ANEXO O

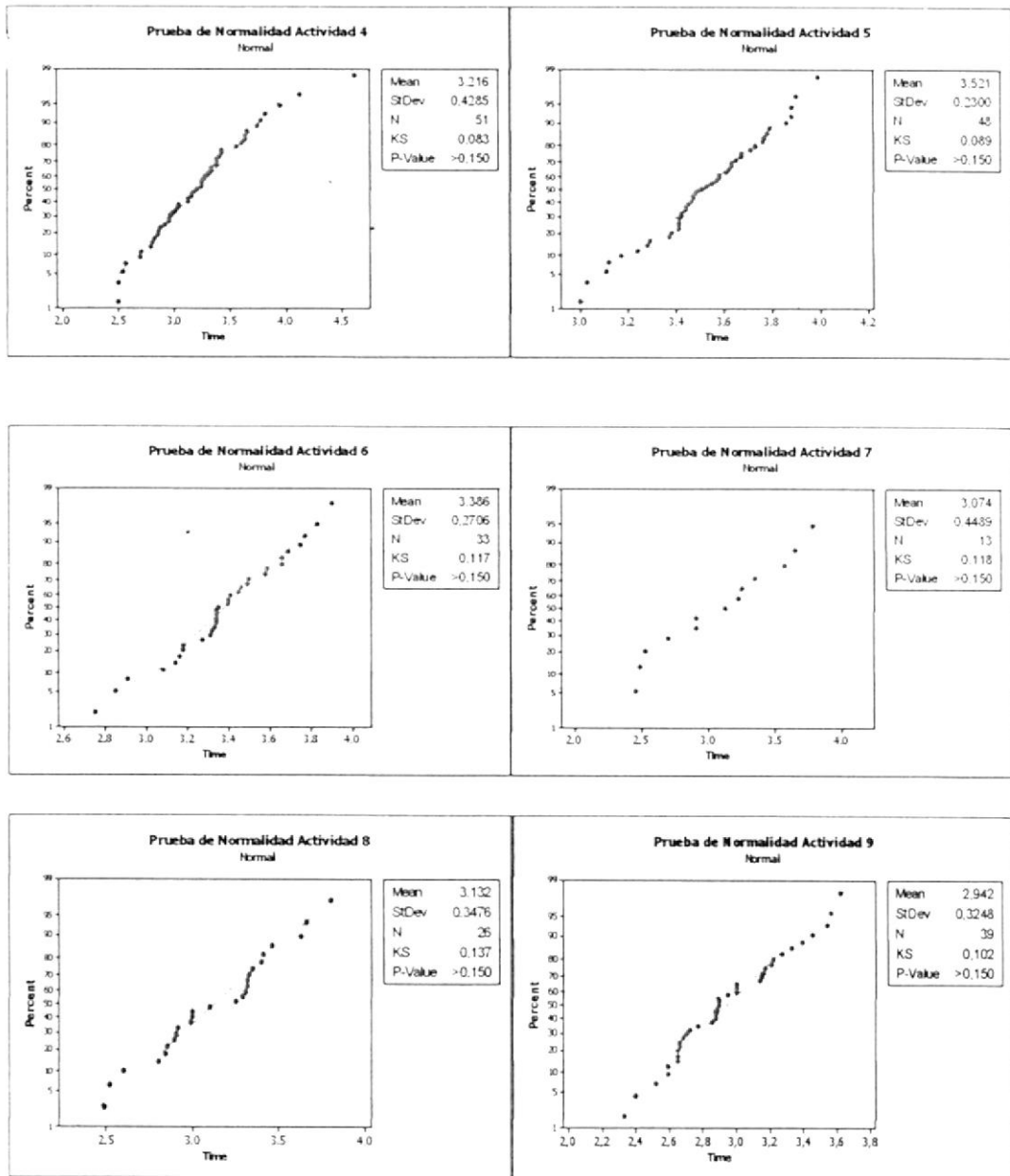
PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL TERCER PERÍODO



CIB-ESPOL

ANEXO P

PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL CUARTO PERÍODO



ANEXO Q

OBSERVACIONES TOMADAS EN EL PRIMER PERÍODO

Muestreo de trabajo				
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.			
Proceso:	Envasado de cilindros			
Actividad:	Recepción de cilindros en carrusel de carga			
Período:	Primero	20/12/2006	21/12/2006	22/12/2006

# Elemento	Descripción del elemento	Observac.	Observac.	Observac.	Total	Relación	Time	Time / elem.
1	Asir cilindro vacío apilado en plataforma	234	220	220	674	27,7%	147,7 min	0,01995 min
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	220	260	250	730	30,0%	160 min	0,02161 min
3	Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	262	372	196	830	34,1%	181,9 min	0,02457 min
4	Descanso	20	14	18	52	2,1%	11,4 min	0,00154 min
5	Cambio de postura	19	41	61	121	5,0%	26,52 min	0,00358 min
6	Tiempo ocio	10	10	5	25	1,0%	5,479 min	0,00074 min
TOTAL					2432			0,072 min

Cilindros descargados de plataforma	2202 Unid	2923 Unid	2278 Unid	7403 Unid
Tiempo de estudio	164 min	197 min	172 min	533 min
# Operarios	4	4	4	

Unidad/min	14 Unid/min
------------	-------------

Muestreo de trabajo				
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.			
Proceso:	Envasado de cilindros			
Actividad:	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo			
Período:	Primero	20/12/2006	21/12/2006	22/12/2006

# Elemento	Descripción del elemento	Observac.	Observac.	Observac.	Total	Relación	Time	Time / elem.
1	Retirar el cilindro del carrusel de carga	254	210	215	679	27,9%	95,21 min	0,01772 min
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	270	260	245	775	31,9%	108,7 min	0,02022 min
3	Apilar el cilindro	292	362	196	850	35,0%	119,2 min	0,02218 min
4	Descanso	30	34	18	82	3,4%	11,5 min	0,00214 min
5	Cambio de postura	29	41	61	131	5,4%	18,37 min	0,00342 min
6	Tiempo ocio	19	20	15	54	2,2%	7,572 min	0,00141 min
TOTAL					2671			0,06709 min

Cilindros cargados en plataforma	1578 Unid	1890 Unid	1905 Unid	5373 Unid
Tiempo de estudio	102 min	116 min	123 min	341 min
# Operarios	5	5	5	

Unidad/min	15 Unid/min
------------	-------------



CTB-ESPOL

ANEXO R

OBSERVACIONES TOMADAS EN EL SEGUNDO PERÍODO

Muestreo de trabajo				
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.			
Proceso:	Envasado de cilindros			
Actividad:	Recepción de cilindros en carrusel de carga			
Periodo:	Segundo	18/12/2006	19/12/2006	29/12/2006

# Elemento	Descripción del elemento	Observac.	Observac.	Observac.	Total	Relación	Time	Time / elem
1	Asir cilindro vacío apilado en plataforma	198	213	212	623	25,6%	94,53 min	0,01554 min
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	256	267	258	781	32,1%	118,5 min	0,01948 min
3	Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	267	372	196	835	34,3%	126,7 min	0,02083 min
4	Descanso	15	8	29	52	2,1%	7,89 min	0,0013 min
5	Cambio de postura	24	46	41	111	4,6%	16,84 min	0,00277 min
6	Tiempo ocio	5	11	14	30	1,2%	4,552 min	0,00075 min
TOTAL					2432			0,06066 min

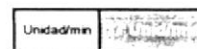
Cilindros descargados de plataforma	1998 Unid	2181 Unid	1904 Unid	6083 Unid
Tiempo de estudio	120 min	137 min	112 min	369 min
# Operarios	4	4	4	



Muestreo de trabajo				
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.			
Proceso:	Envasado de cilindros			
Actividad:	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo			
Periodo:	Segundo	20/12/2006	21/12/2006	22/12/2006

# Elemento	Descripción del elemento	Observac.	Observac.	Observac.	Total	Relación	Time	Time / elem
1	Retirar el cilindro del carrusel de carga	204	205	185	594	24,4%	53,25 min	0,01393 min
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	260	240	205	705	29,0%	63,19 min	0,01653 min
3	Apilar el cilindro	302	382	266	950	39,1%	85,16 min	0,02228 min
4	Descanso	80	35	18	133	5,5%	11,92 min	0,00312 min
5	Cambio de postura	29	41	61	131	5,4%	11,74 min	0,00307 min
6	Tiempo ocio	19	25	15	59	2,4%	5,289 min	0,00138 min
TOTAL					2572			0,06032 min

Cilindros cargados en plataforma	1566 Unid	1034 Unid	1222 Unid	3822 Unid
Tiempo de estudio	82 min	62 min	74 min	218 min
# Operarios	5	5	5	



CIB-ESPOL

ANEXO S

OBSERVACIONES TOMADAS EN EL TERCER PERÍODO

Muestreo de trabajo			
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.		
Proceso:	Envasado de cilindros		
Actividad:	Recepción de cilindros en carrusel de carga		
Período:	Tercero	18/12/2006	19/12/2006 29/12/2006

# Elemento	Descripción del elemento	Observac.	Observac.	Observac.	Total	Relación	Time	Time / elem.
1	Asir cilindro vacío apilado en plataforma	244	205	200	649	26,7%	125,2 min	0,01749 min
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	220	265	240	725	29,8%	139,8 min	0,01954 min
3	Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	242	372	216	830	34,1%	160,1 min	0,02237 min
4	Descanso	20	14	28	62	2,5%	11,96 min	0,00167 min
5	Cambio de postura	9	41	63	113	4,6%	21,79 min	0,00305 min
6	Tiempo osio	30	20	3	53	2,2%	10,22 min	0,00143 min
TOTAL					2432			0,06554 min

Cilindros descargados de plataforma	2204 Unid	2904 Unid	2048 Unid	7156 Unid
Tiempo de estudio	139 min	184 min	146 min	469 min
# Operarios	4	4	4	

Unidad/min	
------------	---

Muestreo de trabajo			
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.		
Proceso:	Envasado de cilindros		
Actividad:	Apilamiento de cilindro lleno en vehiculo		
Período:	Tercer	03/01/2007	04/01/2007 05/01/2007

# Elemento	Descripción del elemento	Observac.	Observac.	Observac.	Total	Relación	Time	Time / elem.
1	Retirar el cilindro del carrusel de carga	204	205	205	614	25,2%	38,12 min	0,01359 min
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	260	280	215	755	31,0%	46,88 min	0,01671 min
3	Apilar el cilindro	282	382	256	920	37,8%	57,12 min	0,02036 min
4	Descanso	40	35	18	93	3,8%	5,774 min	0,00206 min
5	Cambio de postura	29	21	41	91	3,7%	5,65 min	0,00201 min
6	Tiempo osio	19	45	35	99	4,1%	6,147 min	0,00219 min
TOTAL					2572			0,05693 min

Cilindros cargados en plataforma	906 Unid	956 Unid	944 Unid	2806 Unid
Tiempo de estudio	48 min	53 min	50 min	151 min
# Operarios	5	5	5	

Unidad/min	
------------	---

ANEXO T

OBSERVACIONES TOMADAS EN EL CUARTO PERÍODO



Muestreo de trabajo				
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.			
Proceso:	Envasado de cilindros			
Actividad:	Recepción de cilindros en carrusel de carga			
Periodo:	Cuarto	03/01/2007	04/01/2007	05/01/2007

# Elemento	Descripción del elemento	Observac.	Observac.	Observac.	Total	Relación	Time	Time / elem.
1	Asir cilindro vacío apilado en plataforma	234	195	190	619	25,5%	96,46 min	0,01484 min
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	215	265	220	700	28,8%	109,1 min	0,01678 min
3	Colocar el cilindro sobre el carrusel de carga	246	372	206	824	33,9%	128,4 min	0,01975 min
4	Descanso	25	24	38	87	3,6%	13,56 min	0,00209 min
5	Cambio de postura	15	41	63	119	4,9%	18,54 min	0,00285 min
6	Tiempo ocio	30	40	13	83	3,4%	12,93 min	0,00199 min
TOTAL					2432			0,0583 min

Cilindros descargados de plataforma	1908 Unid	2589 Unid	2004 Unid	6501 Unid
Tiempo de estudio	109 min	144 min	126 min	379 min
# Operarios	4	4	4	

Unidad/min	
------------	--

Muestreo de trabajo				
Planta:	Envasadora de gas G.L.P.			
Proceso:	Envasado de cilindros			
Actividad:	Apilamiento de cilindro lleno en vehículo			
Periodo:	Tercer	03/01/2007	04/01/2007	05/01/2007

# Elemento	Descripción del elemento	Observac.	Observac.	Observac.	Total	Relación	Time	Time / elem.
1	Retirar el cilindro del carrusel de carga	194	195	185	574	23,6%	36,11 min	0,01132 min
2	Empujar el cilindro sobre la plataforma	280	290	205	775	31,9%	48,76 min	0,01528 min
3	Apilar el cilindro	292	392	271	955	39,3%	60,08 min	0,01883 min
4	Descanso	20	35	28	83	3,4%	5,222 min	0,00164 min
5	Cambio de postura	29	21	41	91	3,7%	5,725 min	0,00179 min
6	Tiempo ocio	9	45	40	94	3,9%	5,914 min	0,00185 min
TOTAL					2572			0,05072 min

Cilindros cargados en plataforma	935 Unid	1275 Unid	980 Unid	3190 Unid
Tiempo de estudio	45 min	68 min	40 min	153 min
# Operarios	5	5	5	

Unidad/min	
------------	--

ANEXO V

APLICACIÓN PROGRAMA RULA – POSTURA 1- FACTORES DE RIESGO POR CONTRACCIÓN ESTÁTICA DEL MÚSCULO

CONTRACCIÓN ESTÁTICA DEL MÚSCULO.

FACTOR 2:

☐ Postura principalmente Estática [mantenida más de un minuto] (Ep)

☒ Postura principalmente Dinámica [no es mantenida más de un minuto] (Dp)

 Salir



CIB-ESPOL

ANEXO W

APLICACIÓN PROGRAMA RULA – POSTURA 1- FACTORES DE RIESGO POR FUERZAS

RIESGO POR FUERZAS.



FACTOR 3:

- ☐ 2 Kgs. o menos y mantenida intermitentemente (0p.)
- ☐ Entre 2 y 10 Kgs. y mantenida intermitentemente (1p.)
- ☐ Entre 2 y 10 Kgs. y requiere una postura estática [mantenida más de un minuto] o requiere movimientos repetitivos [más de 4 veces por minuto] (2p.)
- ☒ Mayor de 10 Kgs. aplicada intermitentemente (2p.)
- ☐ Mayor de 10 Kgs. requiriendo postura estática o movimientos repetitivos (3p.)
- ☐ Experimentado a través de una rápida construcción o golpe (3p.)

 Salir



CIB-ESPOL

ANEXO X

APLICACIÓN PROGRAMA RULA – POSTURA 2- FACTORES DE RIESGO REFERENTE A LA POSTURA

ÁREA A

A.1.- Posición del brazo.

- ☐ El hombro está entre 20 grados de flexión y 22 grados de extensión (1p)
- ☐ El hombro está entre 28 y 45 grados de flexión o mayor que 22 grados de extensión (2p)
- ☒ El hombro está entre 45 y 90 grados de flexión (3p)
- ☐ El hombro está flexionado más de 90 grados (4p)
- ☐ El brazo está rotado (1p)
- ☒ El brazo está abducido (1p)
- ☐ La carga no está soportada solo por el brazo sino que existe un punto de apoyo (1p)









ÁREA A

A.2.- Posición del antebrazo.

- ☐ El codo está entre 60 y 100 grados de flexión (1p)
- ☒ El codo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados (2p)
- ☐ El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste (1p)








ÁREA A

A.3.1.- Puntación de la muñeca.

- ☐ La muñeca está en posición neutra (1p)
- ☒ La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión (2p)
- ☐ La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados (3p)
- ☐ La muñeca está en flexión radial o cubital (1p a la puntuación de la muñeca)






A.3.2.- Laterización de la muñeca.

- ☐ La muñeca está en posición de pronación o supinación en un rango extremo (2p)
- ☒ La muñeca está en posición de pronación o supinación en un rango medio (1p)






ÁREA B

B.1.- Posición del cuello.

- ☐ El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión
- ☒ El cuello está entre 10 y 20 grados de flexión
- ☐ El cuello está flexionado por encima de 20 grados
- ☐ El cuello está en posición extendida
- ☐ El cuello está lateralizado
- ☐ El cuello está rotado









ÁREA B

B.2.- Posición del tronco.

- ☐ Postura sentada y tronco bien apoyado con inclinación de 90 grados o más (1p)
- ☒ Tronco flexionado entre 0 y 20 grados (2p)
- ☐ Tronco flexionado entre 20 y 60 grados (3p)
- ☐ Tronco flexionado más de 60 grados (4p)
- ☐ Tronco rotado (1p)
- ☐ Tronco lateralizado (1p)









ÁREA B

B.3.- Posición de las piernas.

- ☒ Si el trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados (1p)
- ☐ Si el trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas (1p)
- ☐ Si las piernas y pies no están apoyados en posición de pie o sentado (2p)







ANEXO Y

APLICACIÓN PROGRAMA RULA – POSTURA 2- FACTORES DE RIESGO POR CONTRACCIÓN ESTÁTICA DEL MÚSCULO

CONTRACCIÓN ESTÁTICA DEL MÚSCULO.

FACTOR 2:

- ☐ Postura principalmente Estática [mantenida más de un minuto] (1p.)
- ☒ Postura principalmente Dinámica [no es mantenida más de un minuto] (0p.)

 Salir



CIB-ESPOL

ANEXO Z

APLICACIÓN PROGRAMA RULA – POSTURA 2- FACTORES DE RIESGO POR FUERZAS

RIESGO POR FUERZAS.

FACTOR 3:

- ☒ 2 Kgs. o menos y mantenido intermitentemente (10p.)
- ☐ Entre 2 y 10 Kgs. y mantenido intermitentemente (1p.)
- ☐ Entre 2 y 10 Kgs. y requiere una postura estática [mantenido más de un minuto] o requiere movimientos repetitivos [más de 4 veces por minuto] (2p.)
- ☐ Mayor de 10 Kgs. aplicada intermitentemente (2p.)
- ☐ Mayor de 10 Kgs. requiriendo postura estática o movimientos repetitivos (3p.)
- ☐ Experimentado a través de una rápida construcción o golpe (3p.)

 Save



CID-ESPOL

BIBLIOGRAFÍA

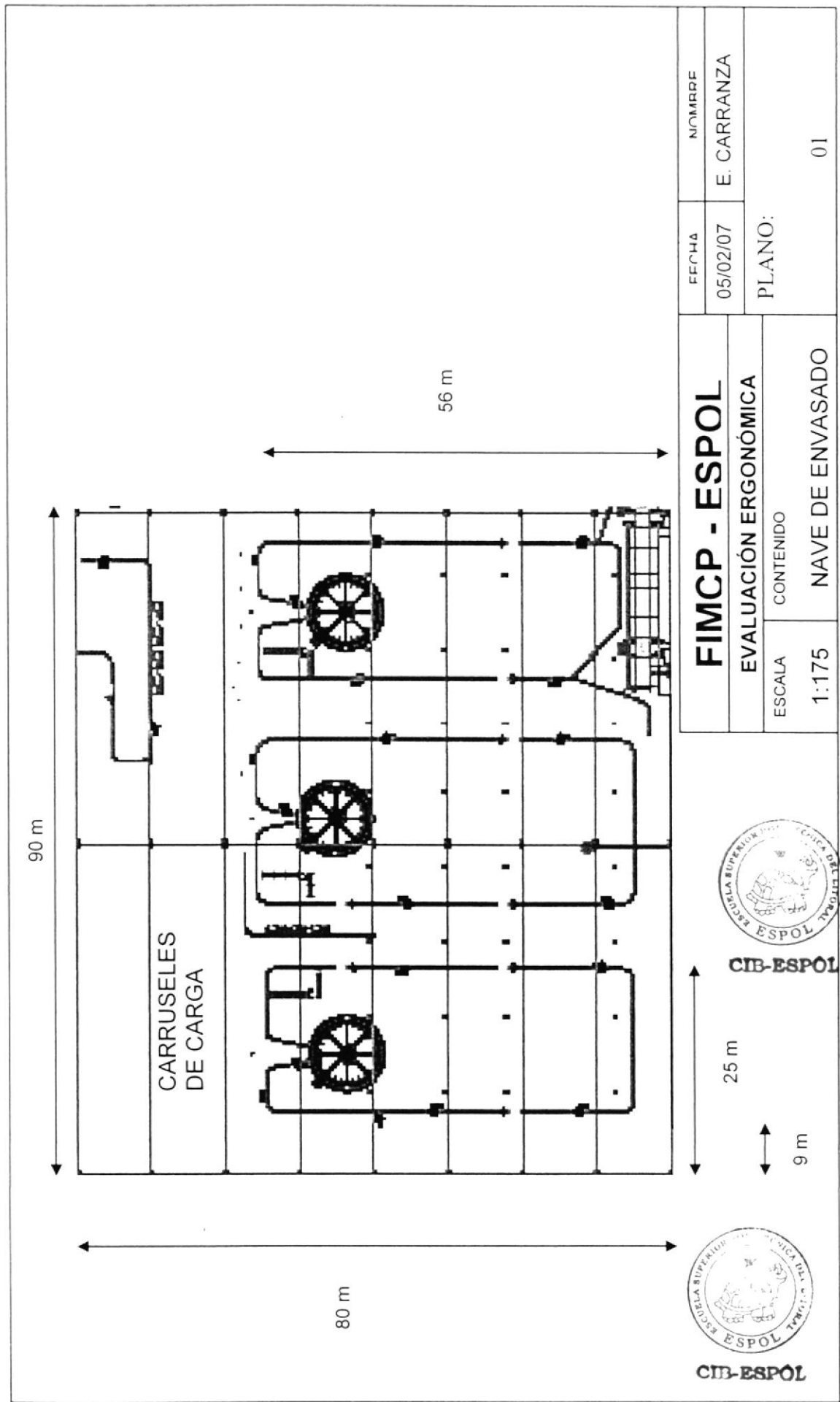
1. K. ZANDIN, Manual del Ingeniero Industrial, Tomo I, Mc Graw Hill, 2005.
2. K. ZANDIN, Manual del Ingeniero Industrial, Tomo II, Mc Graw Hill, 2005.
3. FRED E. MEYER, Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfaomega, 1999.
4. ALONSO, A., Factores Ergonómicos en el trabajo con computadoras personales, ISBN 959-261-136-1 Cuba, 2003.
5. MERCEDES CHINER D, Laboratorio de ergonomía, Editorial Alfaomega, 2004.
6. PEDRO R. MONDELO, Fundamentos, Ergonomía 1, Editorial Alfaomega, 2000.
7. www.iea.cc/ergonomics/index.cf
8. www.ergo.human.cornell.edu



CIB-ESPOL



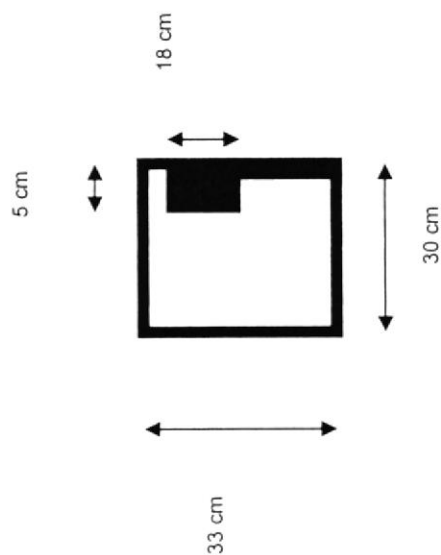
CIB-ESPOL



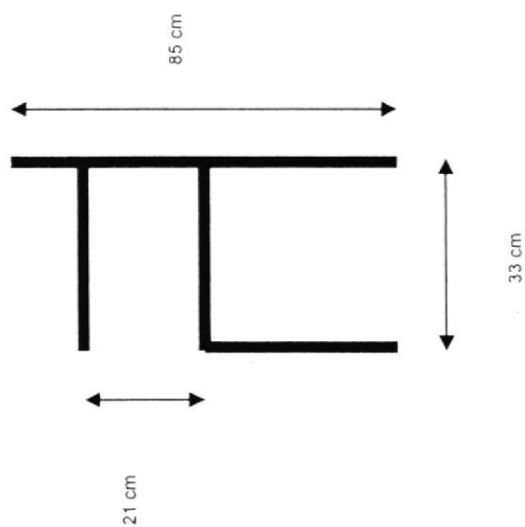
FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
EVALUACIÓN ERGONOMICA		05/02/07	E. CARRANZA
ESCALA	CONTENIDO	PLANO:	
1:175	NAVE DE ENVASADO	01	



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
SILLA DE TRABAJO		05/02/07	E. CARRANZA
ESCALA	CONTENIDO	PLANO:	
1:200	TABULACIÓN DE TARA	01	

