

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO PARA LA  
INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA



WILSON ALBEIRO CASTRO  
CÉSAR AUGUSTO GARCÍA LOZADA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
POPAYÁN  
2003

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO PARA LA  
INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA

Informe final de pasantía para optar el título de Ingeniero Físico  
WILSON ALBEIRO CASTRO  
CÉSAR AUGUSTO GARCÍA LOZADA

Director  
Mg. HERMES SANDOVAL GALLARDO  
Jefe del Grupo de Investigación y Desarrollo de la  
Universidad del Cauca

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
POPAYÁN  
2003

Nota de aceptación

---

---

---

---

Director (E): Germán Bacca

---

Mag. Edgar Matallana

---

Ing. Javier E. Cajas

Popayán, 15 de diciembre de 2003

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Sus padres y familiares por el apoyo brindado durante todo este tiempo.

Al aporte realizado en vida del Mg. Hermes Sandoval, director de la pasantía.

Germán Bacca, ingeniero mecánico y asesor de la pasantía por parte de la Universidad del Cauca, por su apoyo y gratos consejos.

Jaime Humberto Mendoza, Ingeniero Industrial y asesor de la pasantía por parte de la Industria Licorera del Cauca, por su apoyo constante e invaluable colaboración y también a todos los Ingenieros de la Industria Licorera del Cauca.

A la Industria Licorera de Cauca y cada una de las personas que facilitaron el desarrollo de este proyecto.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. TÍTULO DE LA PASANTÍA	15
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER	16
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. OBJETIVOS	19
4.1 GENERAL	19
4.2 ESPECÍFICOS	19
5. MARCO TEORICO	20
5.1 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	20
5.2 LÍMITES DE TOLERANCIA NATURAL	20

5.2.1	Límites de tolerancia bilaterales	21
5.3	DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD	23
5.4	CELIDAS DE CARGA	23
5.4.1	Transductores de carga	23
5.4.2	Tipo de celda de carga	24
5.4.3	Celdas de carga tipo Shear Beam (ó de esfuerzo cortante)	26
5.4.4	Agentes externos que afectan el funcionamiento de las celdas de carga	28
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	29
7	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL ÁREA DE ENVASADO	31
8.	SECCIÓN DE EMPACADO Y ARRUME DE CAJAS	34
9.	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO A PESAR	35
9.1	MATERIAL DE EMBALAJE	36
9.2	BOTELLAS	36
9.3	CAJAS	38

10.	DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE TOLERANCIA BILATERALES	40
10.1	LÍMITES DE TOLERANCIA BILATERALES PARA LAS CAJAS EN PRESENTACIÓN DE 375 cc, 750 cc y 1500 cc	40
10.2	LÍMITES DE TOLERANCIA BILATERALES PARA LAS BOTELLAS EN PRESENTACIÓN DE 375 cc, 750 cc y 1500 cc	41
11	FACTORES QUE SE CONSIDERARON PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO ADECUADO PARA LLEVAR A CABO LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO	43
11.1	SELECCIÓN DE LA COMPAÑÍA PARA LA ADQUISICION DEL SISTEMA DE PESAJE	43
11.2	INSTRUMENTACIÓN ADQUIRIDA	43
11.2.1	Bandas transportadoras	43
11.2.2	Sistemas de alarma	44
11.2.3	Sistemas de alarma.	45
11.3	CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS	45
11.3.1	Controlador programable modelo 777	45

11.3.2 Moto reductores	46
12 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO	47
12.1 RECUPERACIÓN Y ADECUACION DE UN SISTEMA TRANSPORTADOR	47
12.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	50
12.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	50
12.4 ACOPLA DE LOS SISTEMAS TRANSPORTADORES DE CAJAS CON LA BASCULA DE PESO DINÁMICO	50
12.4 SISTEMA DE RECHAZO DE CAJAS	51
12.5 SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO	52
12.6 PRUEBAS REALIZADAS	52
13. CONCLUSIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	59



## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Capacidades de estibado de producto terminado	32
Tabla 2. Ficha técnica para las tapas de aguardiente Caucano	36
Tabla 3. Ficha técnica para las etiquetas de aguardiente	37
Tabla 4. Características generales de los envases en presentación de 375 cc, 750 cc y 1500 cc	37
Tabla 5. Características de las cajas en sus tres presentación de cuerdo a la ficha técnica del fabricante	39
Tabla 6. Dimensiones de las cajas incluyendo separadores y la totalidad de botellas llenas para cada variedad	39
Tabla 7. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las cajas en presentación de 375 cc	41
Tabla 8. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las cajas en presentación de 750 cc	41
Tabla 9. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las cajas en presentación de 1500 cc	41
Tabla 10. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las botellas en presentación de 375 cc	42
Tabla 11. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las botellas en presentación de 750 cc	42
Tabla 12. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las botellas en presentación de 1500 cc	42

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de las galgas extensiométricas en diferentes elementos	24
Figura 2. Esquema de tipos de celdas de carga	26
Figura 3. Celdas de carga tipo Shear Beam (ò de esfuerzo cortante)	28
Figura 4. Seccion de envasado	33
Figura 5. Secciones de empackado y arrume de cajas	34
Figura 6. Separadores dispuestos dentro de las cajas de cartón para las presentaciones de 375 cc, 1500 cc y 750 cc	35
Figura 7. Botellas en las tres presentación	38
Figura 8. Controlador programable modelo 777	46
Figura 9. Moto reductor	47
Figura 10. Banda transportadora recuperada	48
Figura 11. Moto reductor instalado en la banda trasportadora	49
Figura 12 Montaje del sistema de pesaje dinámico	51

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A . Cajas de producto terminado	60
Anexo B . Plano del envase para la presentación de 375 cc	61
Anexo C . Plano del envase para la presentación de 750 cc	62
Anexo D . Plano del envase para la presentación de 1500 cc	63
Anexo E . Etiquetas para las tres presentaciones	64
Anexo F. Histogramas para el peso de las cajas de 375 cc, 750 cc y 1500 cc	65
Anexo G. Histogramas para el peso de botellas de 375 cc, 750 cc y 1500 cc	67
Anexo H. Banda transportadora recuperada en la I.L.C	68
Anexo I. Manual de operación	70
Anexo J. Plano de la banda transportadora recuperada	71

## GLOSARIO

**CELDA DE CARGA:** Dispositivo que convierte una fuerza en una señal eléctrica que representa el peso de un cuerpo.

**ESTIBA:** Estructura generalmente de madera que sirve para ubicar y transportar objetos adecuadamente organizados en su parte superior.

**SEPARADOR:** estructuras de cartón en forma de panales que se colocan dentro de las cajas en cuyas casillas se ubican las botellas, la función de los separadores es evitar el contacto entre botellas debido al movimiento de las cajas.

**BANDA TRANSPORTADORA:** Sistema electromecánico que mueve una correa y transporta objetos a lo largo suyo.

**RIEL:** Sistema mecánico que consta de rodamientos por los cuales circulan objetos.

**BAJAS:** Productos que son rechazados ó que son considerados como perdidas.

## INTRODUCCIÓN

Muchas de las fabricas que realizan producción en línea tienen la necesidad de ejercer algún tipo de supervisión sobre el peso de sus productos; como es sabido ningún producto es exactamente igual a otro que se haya producido a través de un mismo proceso; en la mayoría de las ocasiones la determinación del peso de un bien manufacturado o producido es el indicador principal de la falta de material componente del elemento fabricado. Cuando se trata de producción a mediana y a gran escala se debe detectar el peso del producto cuando se encuentra en movimiento sobre un sistema transportador utilizado para evacuar dichos materiales; el peso del producto sirve para ejercer algún tipo de supervisión para descartar y rechazar aquellos que no cumplan con los límites establecidos por la empresa mediante sus especificaciones.

Debido a esto es posible implementar sistemas que cumplan con la función de pesaje de los productos a través de cintas transportadoras montadas adecuadamente sobre celdas de carga especiales, las cuales entregan información del peso del producto a un controlador quien es el encargado de tomar decisiones, activando alarmas para que aquellos productos que no cumplen las normas de peso establecidas sean rechazados automática o manualmente.

Para realizar una buena implementación de estos sistemas se tienen en cuenta factores de tipo estadístico, dimensional, condiciones de trabajo de los operarios en la planta donde se va a llevar a cabo dicha implementación, el espacio físico disponible, aspectos relacionados con la forma de rechazo o control del peso y lógicamente temas asociados con la instrumentación industrial. El desarrollo de estos sistemas denominados comúnmente sistemas de pesaje dinámico se ve reflejado en una disminución de las pérdidas para las industrias.

## 1. TÍTULO DE LA PASANTÍA

Diseño e implementación de un sistema de pesaje dinámico para la Industria Licorera del Cauca.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER

La Industria Licorera del Cauca produce aguardiente en tres presentaciones que corresponden a 375 cc, 750 cc y 1500 cc; las botellas de estas variedades son empacadas manualmente en sus respectivas cajas, las cuales se encuentran sobre una banda transportadora con capacidad para 10 cajas. Mediante el movimiento de esta banda transportadora las cajas son enviadas a través de un riel inclinado en donde son organizadas adecuadamente en estibas para luego ser llevadas a las bodegas de esta fábrica y posteriormente realizar su respectiva comercialización. Cada tipo de caja tiene un número definido de botellas correspondientes a cada presentación de 24, 12 y 6 botellas para 375 cc, 750 cc y 1500 cc respectivamente, pero frecuentemente el número de botellas llenas que se encuentran en las cajas después del proceso de empacado manual es inferior a su capacidad. Este problema es ocasionado principalmente por el cansancio físico, distracción de los operarios y también por la presencia de separadores defectuosos o mal organizados dentro de las cajas. Esta falencia no es identificada a tiempo, afectando económicamente al cliente y al área de producción de la Licorera del Cauca. Cuando el comprador detecta la falta de botellas en las cajas fuera de la entidad no tiene la posibilidad de efectuar reclamos al respecto; por este motivo esta obligado en muchas ocasiones a realizar una revisión manual junto con los operarios encargados para tener la seguridad de que la caja esta completa al momento de la compra.

Teniendo en cuenta lo anterior es posible implementar un sistema de monitoreo de peso dinámico que alerte a los operarios de la sección de envasado de cajas, indicando la falta de botellas dentro de las mismas.



La implementación de un sistema de monitoreo de peso permitirá disminuir los desperdicios en el área de producción de la Industria Licorera del Cauca, evitando además las revisiones manuales a todas las cajas que salen de las bodegas.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta la forma de trabajo que posee en la actualidad la Industria Licorera del Cauca, se hace necesario la implementación de sistemas capaces de detectar las falencias que afectan la producción de esta empresa, uno de estos aspectos es el relacionado con los faltantes de producto en las cajas después de ser empacadas manualmente; por ello se propone un sistema de pesaje dinámico que verifique la cantidad de producto final empacado.

El desarrollo de este sistema permitirá identificar de forma oportuna y segura las cajas incompletas en cuanto al contenido de botellas llenas. En este aspecto se integra el conocimiento aplicado que posee el Ingeniero Físico dentro del campo empresarial, ofreciendo soluciones prácticas ante problemas industriales reales.

La Industria Licorera del Cauca mejorará económicamente al minimizar las bajas a las que actualmente se ve sometida debido a los faltantes, disminuyendo además los procesos de revisión a los que en la actualidad se ven sometidos todos los productos que son comercializados.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 GENERAL

Diseñar e implementar en la Industria Licorera del Cauca un sistema de pesaje dinámico que detecte la presencia de cajas incompletas correspondientes al número de botellas llenas estipuladas para las presentaciones de 375 cc , 750 cc y 1.500 cc.

### 4.2 ESPECÍFICOS

Diseñar el sistema de pesaje dinámico utilizando como variable física fundamental el peso asociado a un cuerpo definido.

- Seleccionar los sensores, dispositivos electrónicos, eléctricos y mecánicos necesarios para el desarrollo adecuado del sistema.
  
- Implementar el dispositivo en la Industria Licorera del Cauca tomando como base el comportamiento dinámico del proceso de producción y la estructura física que actualmente posee esta empresa para llevar a cabo el manejo de cajas de sus tres presentaciones.
  
- Complementar la formación del ingeniero dentro de los procesos industriales reales a los que se debe enfrentar un ingeniero con formación en física.

## 5. MARCO TEÓRICO

Un proceso de fabricación es un conjunto de equipos, materiales, personas y métodos de trabajo que generan un producto fabricado.

### 5.1 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

“Para analizar el comportamiento del proceso, se toman muestras del producto fabricado y se realizan ensayos para determinar la calidad de una característica seleccionada previamente; en este caso la variable aleatoria continua es el peso de las cajas de producto final. La fluctuación natural de un proceso puede cuantificarse a través del cálculo de los Límites de Tolerancia Natural del Proceso. Se debe insistir en que estos límites no pueden fijarse voluntariamente sino que dependen del proceso y de las variables no controlables del mismo”.<sup>1</sup>

### 5.2 LÍMITES DE TOLERANCIA NATURAL

En la industria generalmente es importante determinar el lugar donde se encuentra la mayor

---

<sup>1</sup> Miller, Irwin; Freund, John; Johnson, Richard; “ Probabilidad y estadística para Ingenieros”, 4ª edición, 1992, editorial: Prentice may Hispanoamericana, pág 500

parte de los valores de una variable aleatoria de calidad, para ello se utilizan los límites de tolerancia natural no paramétricos.

En muchos procesos industriales es necesario tener en cuenta el tamaño de la muestra de forma que una porción fija de esta población caiga dentro de la observación mas grande y que representa la tendencia de la muestra.

### 5.2.1 Límites de tolerancia bilaterales.

Para cualquier distribución de mediciones, un límite de tolerancia bilateral se determina mediante la observación mas pequeña y la mas grande, en una muestra de tamaño  $n$ , donde  $n$  se determina de modo que se pueda asegurar con

$$(1 - \alpha) 100 \% \quad [1]$$

de confianza que al menos la porción

$$P = 1 - \gamma \quad [2]$$

de la distribución se encontrará dentro de los límites de la muestra.

Donde:

$\alpha$  es el factor de tolerancia.

$\gamma$  es factor de porción de la muestra.

“ Es posible basar límites de tolerancia no paramétricos en los valores extremos de una muestra aleatoria de tamaño  $n$  tomada de cualquier población continua. La siguiente ecuación relaciona las cantidades  $n$ ,  $P$ ,  $\alpha$ , donde  $P$  es la porción mínima de la población contenida entre las observaciones mas pequeñas y mas grandes con

$$(1 - \alpha) 100 \% \quad [3]$$

de confianza.

$$\alpha = nP^{n-1} - (n-1)P^n \quad [4]$$

Una solución aproximada de  $n$  esta dada por

$$n = \frac{1}{2} + \left( \frac{1+P}{1-P} \right) \frac{\chi_\alpha^2}{4} \quad [5]$$

Donde  $\chi_\alpha^2$  es el valor de ji cuadrada para 4 grados de libertad ”.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> MILLER y FREUND. *Probabilidad y estadística para ingenieros*, 5ª edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, SA.. México. 1997. Pág. 534

### 5.3 DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

“El énfasis moderno de calidad industrial desarrollado por la experiencia se ha trasladado a un punto de carácter ingenieril, donde se trata de detectar a tiempo los defectos de los productos que afectan económicamente a las empresas; el control se debe realizar durante el proceso de producción y no esperar al final para determinar que el producto se encuentre defectuoso por determinación de los operarios o las quejas comerciales en el proceso de venta.”<sup>3</sup>

### 5.4 CELDAS DE CARGA

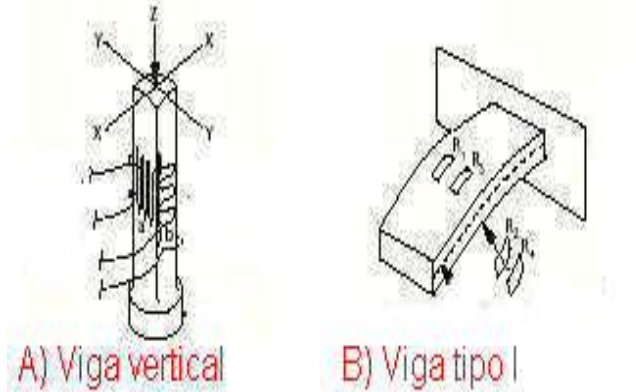
5.4.1 Transductores de carga. Las galgas extensiométricas son uno de los medios mas ampliamente usados para la detección y medición de desplazamientos, fuerza, carga, presión, torque o peso. Las galgas extensiométricas modernas usualmente emplean una rejilla de cuatro elementos de tensión eléctricamente conectados para formar un puente de Wheatstone.

---

<sup>3</sup> MILLER y FREUND. *Probabilidad y estadística para ingenieros*, 5ª edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, SA.. México. 1997. Pág. 570

Las galgas extensiométricas pueden ser unidas a una columna vertical para medir la fuerza que actúa en el eje vertical ó a un voladizo metálico elástico para la medida de fuerzas de flexión.

Figura 1. Ubicación de las galgas extensiométricas en diferentes elementos



En la figura 1-B las galgas extensiométricas montada en la parte superior de la viga experimenta tensión, mientras que las galgas en la parte inferior experimenta compresión. Los transductores son conectados a un puente de Wheatstone y es usado para determinar la cantidad de fuerza aplicada a las vigas.

Las galgas extensiométricas también son usados ampliamente como transmisores industriales de presión.

5.4.2 Tipo de celdas de carga. Antes que las galgas extensiométricas se usaran en la industria para la aplicación en la medida del peso, palancas metálicas eran ampliamente



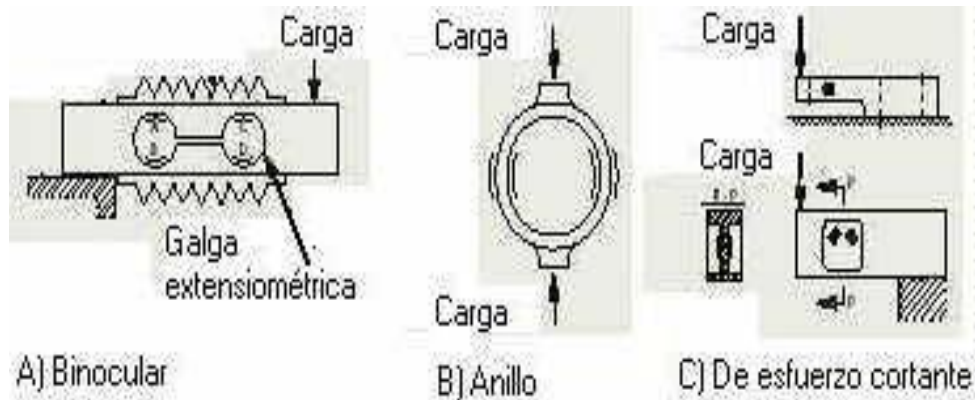
usadas, escalas metálicas podían pesar todo, desde píldoras hasta vagones ferroviarios y podían ser precisos y confiables si eran apropiadamente calibradas y mantenidas.

Las primeras galgas extensiométricas fueron desarrolladas en la década de los cuarenta, pero no fueron ampliamente usadas hasta que la nueva tecnología se convirtió técnicamente y económicamente viable; desde ese tiempo las galgas extensiométricas sin embargo han proliferado tanto como componentes de escalas mecánicas así como parte esencial para las celdas de carga.

Los diseños de las celdas de carga pueden ser distinguidas de acuerdo a el tipo de señal de salida que genera ya sea neumática, mecánica o eléctrica o de acuerdo a la forma de detectar el peso (por torsión, esquileo, compresión, tensión, etc.)

Los elementos metálicos elásticos en una celda de carga puede responder al esfuerzo directo, torsión o esquileo. Ellos usualmente son llamados por nombres como: Bending Beam (viga de flexión), Shear Beam (viga de esquileo ó cortante), de columna, canister, etc. Ver figura 2. Los dos diseños mas populares para aplicaciones industriales de pesaje son las celdas Bending Beam y las Shear Beam.

Figura 2. Esquema de tipos de celdas de carga



5.4.3 Celdas de carga tipo Shear Beam (ò de esfuerzo cortante). Estos sensores miden el esquiileo ó esfuerzo cortante causado por una carga. Un sensor tipo Bending Beam (viga de torsión) no puede medir esquiileos, porque los esfuerzos cortantes cambian a lo largo de la sección de la celda. En un sensor construido en viga tipo I produce un esfuerzo cortante uniforme que puede ser medido aproximadamente por galgas extensiométricas ubicadas correctamente. Un sensor de este tipo y provisto con un par de galgas extensiométricas (marcas negras) instaladas a cada lado de la viga orientadas a lo largo del eje principal está representado en la figura 5c. Las ventajas de este tipo de sensor es que puede manipular mejor las cargas laterales y las fuerzas dinámicas así como un rápido regreso a cero.

Solo en una estructura de viga tipo I la mayoría del esfuerzo cortante expuesto por la carga es llevado por la membrana, mientras que el momento a flexión es resistido por los bordes superiores e inferiores. En el eje neutral donde el esfuerzo de flexión es despreciable, el esfuerzo en la membrana es esfuerzo cortante puro en el sentido vertical y horizontal.

Como resultado, el eje principal del esfuerzo cortante está a  $45^\circ$  del eje longitudinal de la viga, y los esfuerzos principales son de igual magnitud y sentido opuesto. El par de galgas

son instaladas en ambos lados de la membrana y conectadas en un circuito puente para la medida de carga. Aunque es mas difícil instalar las galgas extensiométricas en algunas formas de huecos, ellas pueden rápidamente ser selladas y protegidas contra efectos del medio ambiente. En la figuras 3 se pueden apreciar algunos tipos de celda de carga shear beam.

Figura 3. Celdas de carga tipo Shear Beam (ò de esfuerzo cortante)



Las celdas de carga Shear Beam de baja capacidad son difíciles de producir porque ellas requieren un muy delgada membrana para obtener los niveles de esfuerzo necesarios.

La celdas de carga Shear Beam de gran capacidad están usualmente basadas en un dúo de membranas en una configuración de viga, una viga de único extremo (ó voladizo) se convierte en costoso y engorroso para su montaje.

Las celdas de carga Shear Beam son relativamente insensibles al punto de carga y ofrecen una buena resistencia a las cargas transversales. Su simplicidad permite que sean usadas en muchas aplicaciones de pesaje. Su parada mecánica son menos factibles por causa de su mínima deflexión.

5.4.4 Agentes externos que afectan el funcionamiento de las celdas de carga. El funcionamiento de los sistemas de pesaje es afectado por muchos factores incluyendo :

temperatura, vibración, movimientos estructurales, medio ambiente y mantenimiento. La compensación de la temperatura es usualmente provista por la mayoría de los sistemas y su rango excedería la expectativa de rango del medio ambiente y la variación de la temperatura de operación.

## 6. DISEÑO METODOLÓGICO

Para desarrollar de manera eficiente el presente proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Se realizó un proceso de observación directa del proceso y funcionamiento del área de envasado; también se analizó la forma de trabajo en la sección de empaclado y arrume de cajas.
  
- Se tuvo en cuenta aspectos de comodidad y de salud ocupacional para la operación del sistema de pesaje dinámico que involucra directamente a los operarios.

Para llevar a cabo la selección del equipo mas adecuado se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Dimensiones de todas las cajas que pasan por las báscula dinámica.
  
- Pesos de las cajas y envases llenos.
  
- Consulta de las fichas técnicas de las cajas, envases, etiquetas y tapas en las fuentes de información de la Sección de Producción de la Industria Licorera del Cauca.

- Tipo de rechazo de cajas.
  
- Espacio físico disponible para la instalación del equipo.
  
- Se consultaron diferentes compañías especializadas en el pesaje dinámico para realizar la mejor adquisición instrumental.
  
- Para llevar a cabo la instalación se tuvo en cuenta recomendaciones hechas por la compañía distribuidora Autopeso Ltda.

## 7. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL ÁREA DE ENVASADO

La zona de envasado esta determinada por el desempeño de una máquina de fabricación Argentina que opera en forma automática, siendo vigiladas algunas de sus tareas de funcionamiento por los operarios.

El proceso de envasado en forma general empieza con el suministro de los envases vacíos de cada presentación ubicados en las estibas, dichos envases son suministrados a un transportador para que los organice en fila, luego existe un sistema que realiza un espaciado a los envases para que estos pasen a través de un visor donde se detectan los posibles defectos del envase, después de esta operación se llenan con la cantidad de licor de acuerdo al tipo de presentación que se esta produciendo; esta labor es realizada por una máquina de llenado, mas adelante a los envases llenos se les coloca la tapa ( tarea realizada por el equipo denominado tapadora ) y se realiza una verificación del nivel por medio de un segundo visor, a continuación una máquina etiquetadora es la encargada de pegar la etiqueta respectiva, después de esto las botellas son transportadas hasta la mesa de botellas llenas donde son empacadas manualmente en las cajas que han sido previamente armadas con sus respectivos separadores, después de tener aproximadamente 10 cajas llenas sobre la banda transportadora de empacado estas son entregadas a un riel transportador, dicho riel es el encargado de hacer llegar por gravedad las cajas hasta la zona de arrumado, aquí se ubican sobre las estibas para finalmente ser llevadas a la sección de productos terminados. La cantidad de cajas de las tres presentaciones por estiba se encuentran en la tabla 1



Tabla 1. Capacidades de estibado de producto terminado

Presentación de caja	Botellas por caja	Cajas por tendido	Tendidos por estiba	Cajas por estiba
375 cc	24	12	6	72
750 cc	12	15	5	75
1500 cc	6	12	5	60

Fuente: Sección de Producción. Industria Licorera del Cauca. 2003

Para tener una idea de la sección de envasado ver figura 4.

Figura 4. Sección de envasado



## 8. SECCIÓN DE EMPACADO Y ARRUMADO DE CAJAS

Las áreas de empaqueo y armado de cajas fueron los sitios más importantes para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto.

En la zona de empaqueo existen cinco personas que introducen las botellas con licor en sus respectivas cajas y las cierran, una de estas personas es la encargada al mismo tiempo de encender o apagar el motor de la banda de empaqueo; en cuanto al área de armado de cajas existen dos personas que organizan las cajas en sus estibas.

La estructura física de estas secciones se aprecian en la figura 5.

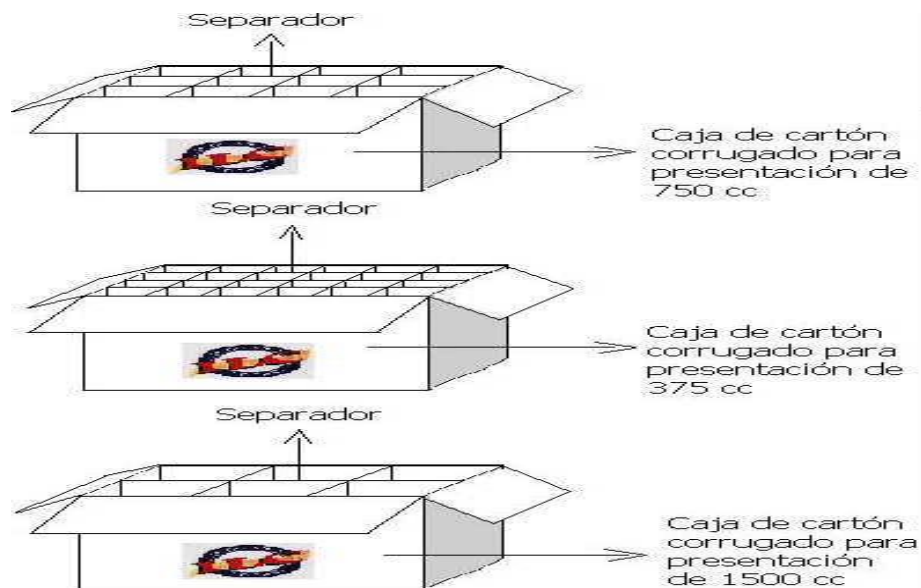
Figura 5. Secciones de empaqueo y armado de cajas



## 9. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO A PESAR

Los productos que serán pesados a través de la báscula chequeadora de peso en movimiento son las cajas de las tres presentaciones de aguardiente Caucaño; cada una de las cuales contienen dentro de ellas los separadores respectivos para cada presentación ( ver figura 6 ) y la cantidad de envases con licor. Las cajas para las tres variedades tienen forma exterior de paralelepípedo, donde se destaca en su parte lateral una leyenda que indica el número de unidades que deben contener, el logotipo de la Industria Licorera del Cauca y la presentación del aguardiente que se produce en esta fábrica, en una de las partes frontales se indica el peso neto de cada tipo de caja ( ver anexo A ).

Figura 6. Separadores dispuestos dentro de las cajas de cartón para las presentaciones de 375 cc, 1500 cc y 750 cc



### 9.1 MATERIAL DE EMBALAJE

El material de embalaje esta conformado por los materiales de cartón corrugado utilizados para la elaboración de las cajas que contendrán el producto terminado, los separadores son estructuras en forma de colmena que se encuentran dentro de las cajas, en cuyas casillas se ubican las botellas llenas de licor, dichos separadores evitan el contacto entre los envases de vidrio y brindan mayor protección contra los choques horizontales entre botellas. Las cajas son armadas manualmente y dentro de ellas se colocan los separadores respectivos para cada presentación. El cartón corrugado es el material encargado de amortiguar los golpes durante el proceso de transporte y manipulación de las cajas.

## 9.2 BOTELLAS

Este tipo de elemento esta conformado para cada presentación por el envase de vidrio, el contenido de licor adecuado, la tapa y la etiqueta respectiva. En las tabla 2, 3 y 4 se pueden apreciar las características técnicas de cada uno de los constituyentes de las botellas asociados a las tapas, etiquetas y envases que conforman las tres variedades de producción principal de la Industria Licorera del Cauca.

Las formas y dimensiones de las presentaciones de 375 cc, 750 cc y 1500 cc se pueden apreciar los anexos 2, 3, 4 y el anexo 5 respectivamente.

Tabla 2. Ficha técnica para las tapas de aguardiente Caucano.

Tapa	Material	Diámetro ( mm )	Espesor ( mm )	Altura ( mm )	Color
Envase de 375 cc y 750 cc	Aluminio	28	0,22	17	Dorado
Envase de 1500 cc	Aluminio	38	0,22	17	Dorado

Tabla 3. Ficha técnica para las etiquetas de aguardiente.

Presentación	Papel ( Propalcote )	Dimensiones	
		Largo ( cm )	Ancho ( cm )
375 cc	90 gr / m <sup>2</sup>	9,0	7,2
750 cc	90 gr / m <sup>2</sup>	11,0	8,7
1500 cc	90 gr / m <sup>2</sup>	9,4	9,4

Fuente : Sección de Producción. Industria Licorera del Cauca. 2003

Tabla 4. Características generales de los envases para las tres presentaciones.

Envase	Peso ( gr )	Diámetro ( cm )	Altura ( cm )	Color
375 cc	295 +/- 14	6,03 +/- 0,12	23,18 +/- 0,16	Flint
750 cc	437 +/- 18	7,66 +/- 0,16	26,04 +/- 0,16	Flint
1500 cc	720 +/- 28	11,82 +/- 0,2	28,00 +/- 0,16	<i>Flint</i>

Fuente: Sección de Producción. Industria Licorera del cauca. 2003

En la figura 7 se muestran los diferentes tipos de botellas con aguardiente.

Figura 7. Botellas en las tre presentación



### 9.3 CAJAS

Las principales características de las cajas vacías fueron proporcionados por el fabricante y los datos obtenidos al encontrarse llenas se encuentran consignados en las tablas 5 y 6.

Tabla 5. Características de las cajas en sus tres presentaciones de acuerdo a la ficha técnica del fabricante

Tipo de cartón	Descripción	Capacidad en envases	Peso neto ( Kg )	Dimensiones ( cm )		
				Largo	Ancho	Alto
Craft	375 cc	24	18	38,2	25,4	23
Craft	750 cc	12	15	31,8	23,8	26
Craft	1500 cc	6	15,5	37	24,6	27,2

Fuente: Sección de Producción. Industria Licorera del Cauca. 2003

Tabla 6. Dimensiones de las cajas en incluyendo separadores y la totalidad de botellas llenas para cada variedad

Tipo de cartón	Descripción	Capacidad en envases	Dimensiones ( cm )		
			largo	Ancho	Alto
Craft	Media botella	24	39,3	26,8	24,8
Craft	Botella	12	35,7	25,4	27,4
Craft	Garrafa	6	37,8	25,4	28,5

## 10. DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE TOLERANCIA BILATERALES

Los límites de tolerancia natural dependen del proceso y nos indican el rango, límite inferior o superior de una característica de calidad de un producto seleccionada previamente y que se desea estudiar. Los límites de tolerancia natural bilaterales que se calculan en esta ocasión corresponden a un 99.5 % de confianza de al menos una porción  $P = 0.95$  de la población futura del peso de las cajas, incluyendo separador y la totalidad de botellas llenas estipuladas para cada variedad y, las botellas que se encuentran dentro de dichos límites.

De acuerdo a la información anterior se seleccionaron los siguientes parámetros para determinar el número adecuado de muestras a tomar:

$$\alpha = 0.005 \text{ ( 99.5\% de confianza )}$$

$$\gamma = 0.05 \text{ ( P = 0.95 )}$$

Empleando la ecuación ( 2 ) y con un valor de  $\chi^2_{\alpha} = 14,860$ ; se tiene:

$n = 145,385$  muestras, aproximando al entero mayor tenemos 146 muestras para cumplir los parámetros propuestos .

### 10.1 LÍMITES DE TOLERANCIA BILATERALES PARA LAS CAJAS EN PRESENTACIÓN DE 375 cc, 750 cc y 1500 cc

Con base al resultado para  $n$  ( número de muestras para límites bilaterales ) se procedió a tomar un total de 146 muestras para las cajas de las tres presentaciones ( incluyendo dentro



de las cajas los separadores y número correcto de botellas llenas ). En los tablas 7, 8 y 9 se aprecian los resultados de este análisis. Los histogramas de los peso de las cajas para las tres presentaciones se encuentran en el anexo F donde se puede apreciar una tendencia central de las mediciones.

Tabla 7. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las cajas en presentación de 375 cc

Promedio ( kg )	Valor mínimo de la muestra ( Kg )	Valor máximo de la muestra ( Kg )	Rango ( kg )	Numero de mediciones
16.2264	16.1492	16.3012	0.1520	146

Tabla 8. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las cajas en presentación de 750 cc

Promedio ( kg )	Valor mínimo de la muestra ( Kg )	Valor máximo de la muestra ( Kg )	Rango ( kg )	Numero de mediciones
14,1242	14,0710	14,1689	0,0979	146

Tabla 9. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las cajas en presentación de 1500 cc

Promedio ( kg )	Valor mínimo de la muestra ( Kg )	Valor máximo de la muestra ( Kg )	Rango ( kg )	Numero de mediciones
13.5958	13.5360	13.6690	0.1330	146

## 10.2 LÍMITES DE TOLERANCIA BILATERALES PARA LAS BOTELLAS EN PRESENTACIÓN DE 375 cc, 750 cc y 1500 cc

Al igual que las cajas con su contenido total de botellas llenas de cada presentación, para las botellas llenas de estas tres presentaciones se tomaron un total de 146 muestras del peso de cada variedad de botella; los resultados se presentan a continuación en las tablas 10, 11 y 12. Los histogramas de los peso para las botellas en sus tres presentaciones se encuentran en el anexo G.

Tabla 10. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las botellas en presentación de 375 cc

Promedio ( kg )	Valor mínimo de la muestra ( Kg )	Valor máximo de la muestra ( Kg )	Rango ( kg )	Numero de mediciones
0,6501	0,6474	0,6566	0,0092	146

Tabla 11. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las botellas en presentación de 750 cc

Promedio ( kg )	Valor mínimo de la muestra ( Kg )	Valor máximo de la muestra ( Kg )	Rango ( kg )	Numero de mediciones
1,1384	1,1319	1,1456	0,0137	146

Tabla 12. Límites de tolerancia naturales bilaterales para las botellas en presentación de 1500 cc

Promedio ( kg )	Valor mínimo de la muestra ( Kg )	Valor máximo de la muestra ( Kg )	Rango ( kg )	Numero de mediciones
2.1842	2.1700	2.2125	0.0425	146

## 11. FACTORES QUE SE CONSIDERARON PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO ADECUADO PARA LLEVAR A CABO LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

- a. Las dimensiones de las cajas
- b. Reportes estadísticos que tiene que generar el sistema.
- c. Forma de trabajo en el área de envasado
- d. Peso de las cajas en sus tres presentaciones
- e. Tipo de material de construcción de las cajas
- f. Estructura física de la sección de envasado

### 11.1 SELECCIÓN DE LA COMPAÑÍA PARA LA ADQUISICIÓN DEL SISTEMA

Se tuvo en cuenta aspectos como:

Experiencia en el campo del pesaje, marca del equipo, empresas a las cuales se les hubieran vendido dichos sistemas, servicio de garantía, venta de repuestos y costos del equipo.

### 11.2 INSTRUMENTACIÓN ADQUIRIDA

Se han escogido los siguientes equipos y dispositivos que fueron adquiridos en su totalidad a la compañía AUTOPESO con sede en Envigado ( Antioquia ) para el desarrollo del proyecto:

#### 11.2.1 Báscula chequeadora de peso en movimiento.

Marca: Autopeso – Cardinal USA.

Modelo: CIM 100 A / 777.

Capacidad máxima: 25 Kg.

Estructura construida en acero al carbono, altura 80 cm, ajustable  $\pm$  8cm, para asegurar la nivelación.

Una Banda de rodamiento de 80 cm ( largo ) X 35 cm ( ancho ).

Topes de protección contra sobrecargas, para la protección del sistema.

Dos sensores fotoeléctricos, para la supervisión de entrada y salida de las cajas a la báscula.

Cuatro celdas de carga, modelo CB6, Cardinal tipo Shear Beam, diseñadas exclusivamente para aplicaciones de pesaje dinámico.

Una caja de conexiones o Junction Box, construida en acero inoxidable modelo SB – 4 Cardinal, para realizar el ajuste de las celdas.

Un controlador programable, modelo 777 Cardinal.

Una botonera industrial ( On / Off ) para el manejo directo del operador.

Un sistema I / O, modelo 7781 Cardinal, para el control directo de los motores, sensores, etc.

#### 11.2.2 Bandas transportadoras.

Banda transportadora de entrada de las cajas, con dimensiones totales de 80 cm ( largo ) X 35 cm ( ancho ) X 80 cm ( alto ), construida en acero al carbono pintado y banda de rodamiento en poliéster antiestático, incluye motor de velocidad variable.

Banda transportadora de salida de las cajas, con dimensiones totales de 80 cm ( largo ) X 35 cm ( ancho ) X 80 cm ( alto ), construida en acero al carbono pintado y banda de rodamiento en poliéster antiestático, incluye motor de velocidad fija.

### 11.2.3 Sistemas de alarma.

Semáforo o luces indicadoras de dos zonas.  
Alarma sonora, para alertar al operador

## 11.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

### 11.3.1 Controlador programable modelo 777

Modelo: 777

Marca: Cardinal

Dimensiones: ancho: 28 cm; alto: 24.5 cm; fondo: 22 cm.

Display de 4 líneas, 80 caracteres. LCD.

Frente en acero inoxidable.

8 teclas de funciones estándar

4 teclas programables

teclado alfanumérico de 43 teclas

Energía: 90 – 260 V AC 50 / 60 Hz

Rango de temperatura para operación: - 10 a + 40 °C

Dos Puertos RS – 232 bi-direccionales

Siete ranuras de expansión PCI.

Entrada para teclado de 101 teclas.

Ver figura 8.

Figura 8. Controlador programable modelo 777



11.3.2 Moto reductores. Los tres moto reductores de la banda de espaciamento, pesaje y de salida tienen las siguientes características:

Referencia: SK1 S140 714 – L4

Fabricante: NORD ALEMANIA (Importado)

Potencia: 0.37Kw

Voltaje: 220 3 – Fases

Rpm de salida: 85

Rpm de entrada: 17000

Tipo: Sinfín – Corona

Lubricación: Aceite sintético

Tipo montaje: Pendular

Ver figura 9.

Figura 9. Moto reductor



## 12. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

El sistema necesito del montaje de algunos equipos mecánicos, eléctricos y de la nivelación del piso.

### 12.1 RECUPERACIÓN Y ADECUACIÓN DE UN SISTEMA TRANSPORTADOR.

La estructura del transportador fue limpiada y pintada, se le instalaron 17 rodillos previamente lubricados sobre los cuales se colocó la cinta transportadora.

Para que este sistema suministre las cajas a la banda de separación en forma ordenada y alineada requirió del diseño e implementación de un sistema de guías que se ubicaron a los lados del recorrido de las cajas, estas guías las centran con respecto a la cinta transportadora y las ubican de tal forma que los lados laterales de las cajas queden paralelas a los lados de la estructura del transportador. Ver figura 10.

Figura 10. Banda transportadora recuperada





También fue instalado un moto-reductor el cuál transmite movimiento a la banda.

El moto-reductor tiene las siguiente características:

Marca: Electrical Motors

Potencia: 1.2 Hp

Frecuencia de alimentación eléctrica: 60 Hz

Revoluciones por minuto: 45

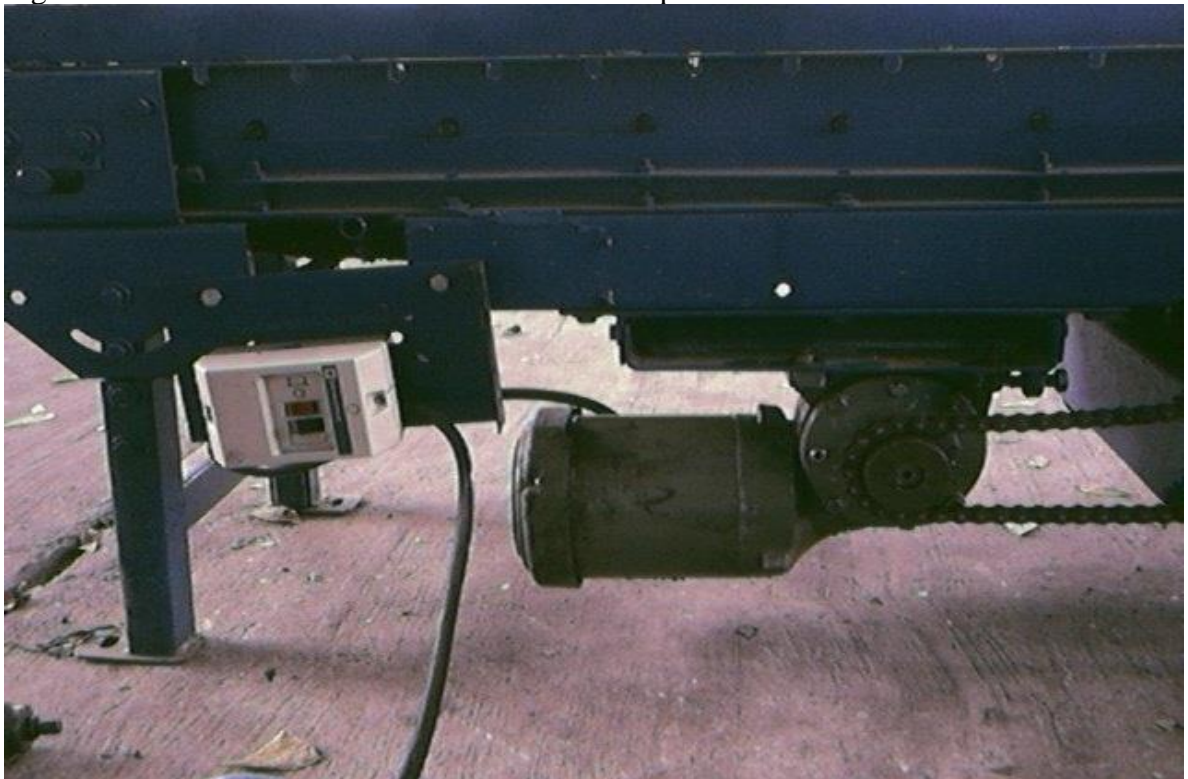
Voltaje de alimentación: 220 ac

Número de fases: 3

La velocidad de la cinta transportadora es de 0.4 m/s.

El moto-reductor adecuado a la banda trasportadora se observa en la siguiente figura 11.

Figura 11. Moto reductor instalado en la banda trasportadora



## 12.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Para alimentar eléctricamente todo el equipo de pesaje se llevó a cabo el tendido de una acometida trifásica y monofásica.

Para la protección del sistema se instalaron los siguientes elementos:

- 4 Breakers independientes para el manejo de cada motor, con un voltaje de 220 voltios.
- Un Breaker Conectado a 110 Voltios con polo a tierra y voltaje.
- Un regulador de voltaje de 2000 vatios.

## 12.3 ACOPLA DE LOS SISTEMAS TRANSPORTADORES DE CAJAS CON LA BASCULA DE PESO DINAMICO

La primera de las bandas transportadoras que se instaló fue la banda de suministro que es la encargada de entregar las cajas en forma ordenada. Después de esta se ubicó la banda espaciadora, su función es separar adecuadamente las cajas para que pasen una a una a la bascula chequeadora para que tenga el tiempo y espacio suficiente para pesar la caja. A continuación se instaló el sistema de pesaje, después de esta se colocó la banda de salida que es la encargada de entregar las cajas pesadas a los operarios. En la figura siguiente se puede ver el montaje.

Figura 12. Montaje del sistema de pesaje dinámico



#### 12.4 SISTEMA DE RECHAZO DE CAJAS

Una vez el peso de las cajas haya sido adquirido y analizado por el controlador de la bascula y determine que hay faltante de peso espera que esta esté sobre la banda de salida y envía una orden para detener las cuatro bandas activando las alarmas visuales y sonoras indicando de esta forma que la caja debe ser revisada para corregido el error de peso.

Este sistema de rechazo fue propuesto por los autores de este proyecto, ya que el los sistemas convencionales también se realiza rechazo por exceso de peso.

## 12.5 SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

Una vez las botellas han sido empacadas en las cajas y enviadas a través de un riel inclinado, llegan a la primera banda transportadora que entrega las cajas de forma continua y centrada a la banda de separación quien es la encargada de espaciar operación a todas las cajas para que sean pesadas en la cinta transportadora que contiene el equipo de pesaje; en esta sección el controlador 777 es el encargado de verificar el peso y tomar la operación más apropiada de acuerdo al mínimo peso programado. Si el peso es inferior al establecido el controlador envía una señal de tal forma que detiene los motores de las bandas transportadoras, activando la alarma visual y sonora cuando la caja incompleta se encuentre en la banda de salida. Después de esto un operario verificará el contenido de la caja y corregirá el error, para activar el sistema de pesaje de forma manual.

## 12.6 PRUEBAS REALIZADAS

Contó de los siguientes pasos:

- a. Se dispusieron las tres bandas junto con la chequeadora de peso de acuerdo a la forma de operación del sistema de pesaje dinámico. La altura del sistema de pesaje es de 84 cm, esta altura es de acuerdo a las condiciones laborales impuestas por la dependencia de salud ocupacional de la I.L.C.
- b. El motoreductor de la banda de separación y el de la banda de pesaje se conectaron a los respectivos variadores de frecuencia, estos se programaron para que entreguen la misma frecuencia de salida las bandas se muevan a la misma velocidad.

- c. El motoreductor de la banda de suministro y el de la banda de salida se conectaron a los respectivos contactores.
  
- d. Se verifico que las bandas tuvieran las velocidades adecuadas para lograr la separación necesaria que permitiera un buen sensado de las cajas y una correcta acción de rechazo.

Las velocidades son las siguientes:

- Banda de suministro de cajas: 0.40m/s
- Banda de separación: 0.70m/s
- Banda de pesaje : 0.70m/s
- Banda de rechazo: 0.60m/s

- e. Los pesos mínimos de las cajas en sus respectivas presentaciones se programaron en el controlador del sistema para que este pueda verificar el peso, compararlo con el programado y ejecutar la acción de rechazo.

Los peso introducidos son:

- Para cajas de medias 16 kg
- Para cajas de botellas 13.9 kg
- Para cajas de garrafa 11.5 kg

- f. Utilizando cajas se puso todo el sistema a funcionar, para verificar que cumpliera con los requerimientos exigidos, en esta etapa se depuró el software de control y de monitoreo. También se hicieron dos pruebas metrológicas al sistema de pesado. Estas consistieron en prender el equipo y verificar que el peso que mostraba en la pantalla fuera de 0kg cuando estaba sin carga, luego se con un pesa patrón de 20kg se hizo la prueba de centricidad que consiste en poner esta carga en las cuatro esquinas y en el centro de la banda, verificando que en la pantalla apareciera siempre el mismo peso.
  
- g. Una vez hechas las correcciones anteriores se procedió nuevamente a hacer las pruebas con las cajas verificando que el sistema funcionaba correctamente de acuerdo con los requerimientos establecidos por la I.L.C.

Todas la pruebas se realizaron teniendo en cuenta las condiciones técnicas del área de envasado y con la presencia del ingeniero encargado del mantenimiento, como también de los electricistas, el representante de la compañía que vendió el equipo se encargó de realizar los respectivos ajustes de software.

## CONCLUSIONES

- El proyecto permite adquirir el conocimiento industrial que no se obtiene en la academia; posibilitando la obtención de mayor destreza en la solución de problemas relacionados con el sector industrial.
  
- La implementación del sistema de pesaje le permite a la Industria Licorera del Cauca iniciarse en los procesos de automatización para ser mas competitiva.
  
- Si la Industria Licorera del Cauca busca la certificación NTC-ISO 9000 es necesario que implemente nuevos y mejores sistemas en el área de producción para lograr una buena gestión de la calidad .
  
- La I.L.C se encuentra en constante búsqueda de los medios adecuados para lograr, un producto de parámetros internacionales de alta calidad, dando así plena confianza a los posibles clientes.
  
- Con la certificación de la gestión de la calidad la Industria Licorera del Cauca, podrá expandir sus fronteras tanto en el territorio Colombiano como a nivel internacional, para - la exportación y comercialización de sus licores haciendo que la empresa crezca y pueda competir en igualdades de condiciones contra otras industrias del mismo ramo.

- Este proyecto permite vincular la educación superior al sector industrial, proponiendo soluciones prácticas a situaciones reales, permitiendo motivar a los futuros estudiantes del programa de Ingeniería Física.
  
- La practica profesional genera un aporte del ingeniero físico a empresas regionales.



## BIBLIOGRAFÍA

CARULLA, Miguel y LLADONOSA, Vicent. Circuitos básicos de neumática, prácticas de automatismos. Editorial Alfaomega. Barcelona, España. 1993, p 53 – 90.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de Normas Técnicas Colombianas sobre Documentación. Santa fé de Bogotá D. C. ICONTEC. 2003, p 5 – 44. NTC 1486.

MILLER Y FREUND. Probabilidad y estadística para Ingenieros, 5° Edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México. 1997, p 531 – 534.

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y Diseño del Trabajo. Editorial Alfaomega. México D.F. 2001, p 66 – 69.

OVIEDO, Juan Ignacio y DE LA ROSA, Gonzalo Andrés. Formulación de un Plan de Manejo para Almacenamiento de Material de Empaque, Embalaje y Producto terminado en la Industria Licorera del Cauca. Universidad del Cauca. Popayán 2003. p 66 – 69.

OGATA, Katsuhiko. Ingeniería de Control moderna. Tercera Edición- Prentice Hall. México. 1998.

KUO . C. "Sistemas de Control Automático". . Prentice-Hall. Bogotá 1996.

KLOEFFLER, Gerald. Electrónica Industrial y control. CECSA. Editorial continental. México 1984.

BORRIERTOS A. y otros. "Control de Sistemas Continuos". McGraw-Hill. Bogotá. 1996.

DORF , R.C "Sistemas Automáticos de Control". Addison-Wesley. 1992

Disponible en Internet: <http://www.ingenieroambiental.com/inf/introduccioncalidad.htm>

Disponible en Internet: <http://www.adatech.com.mx/pdf/a3.pdf>

Disponible en Internet: <http://ldaps.arc.nasa.gov/Spanish/DataAcq/dataacq.html>

Disponible en Internet: [www.aname.org/laboratorio/balanzas/indus\\_d.htm](http://www.aname.org/laboratorio/balanzas/indus_d.htm)

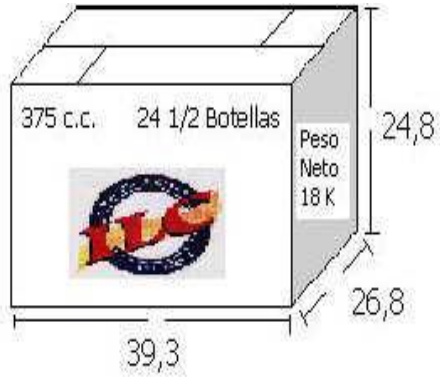
Disponible en Internet: [www.icob.net/industrial.htm](http://www.icob.net/industrial.htm)

Disponible en Internet: <http://www.electrosistema.com.ar/Home/Novedades/Noticias.htm>

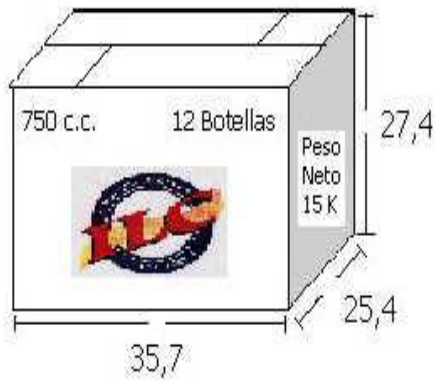
## **ANEXOS**

Anexo A. Cajas de producto terminado

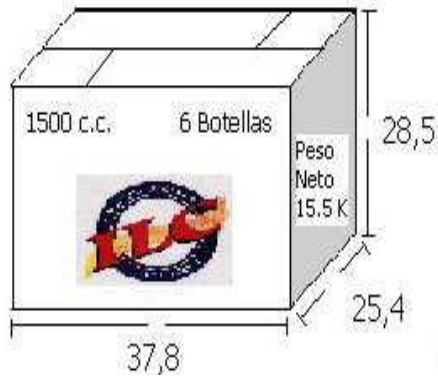
Caja para presentación de 375 cc



Caja para presentación de 750 cc

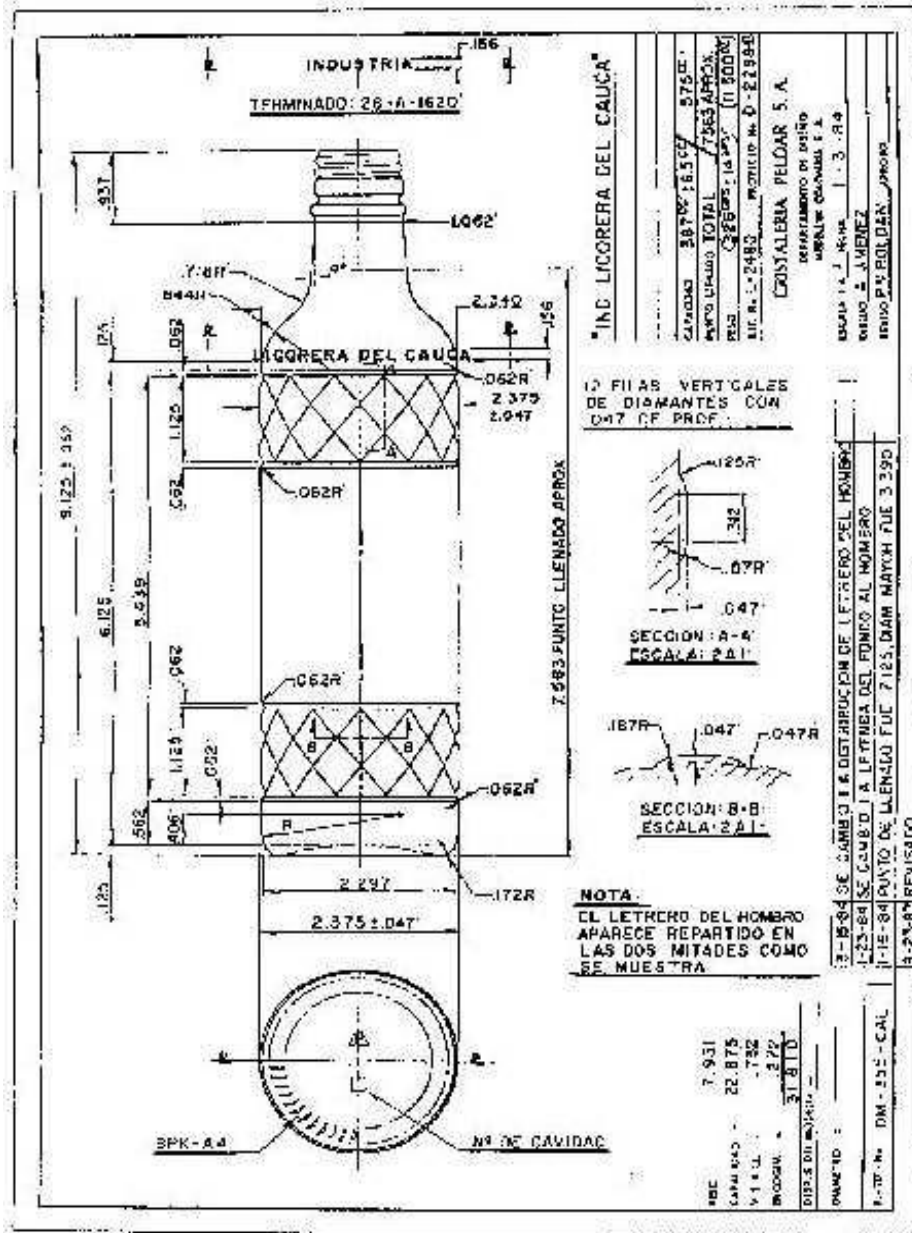


Caja para presentación de 1500 cc



medidas en centímetros

Anexo B. Plano del envase para la presentación de 375 cc

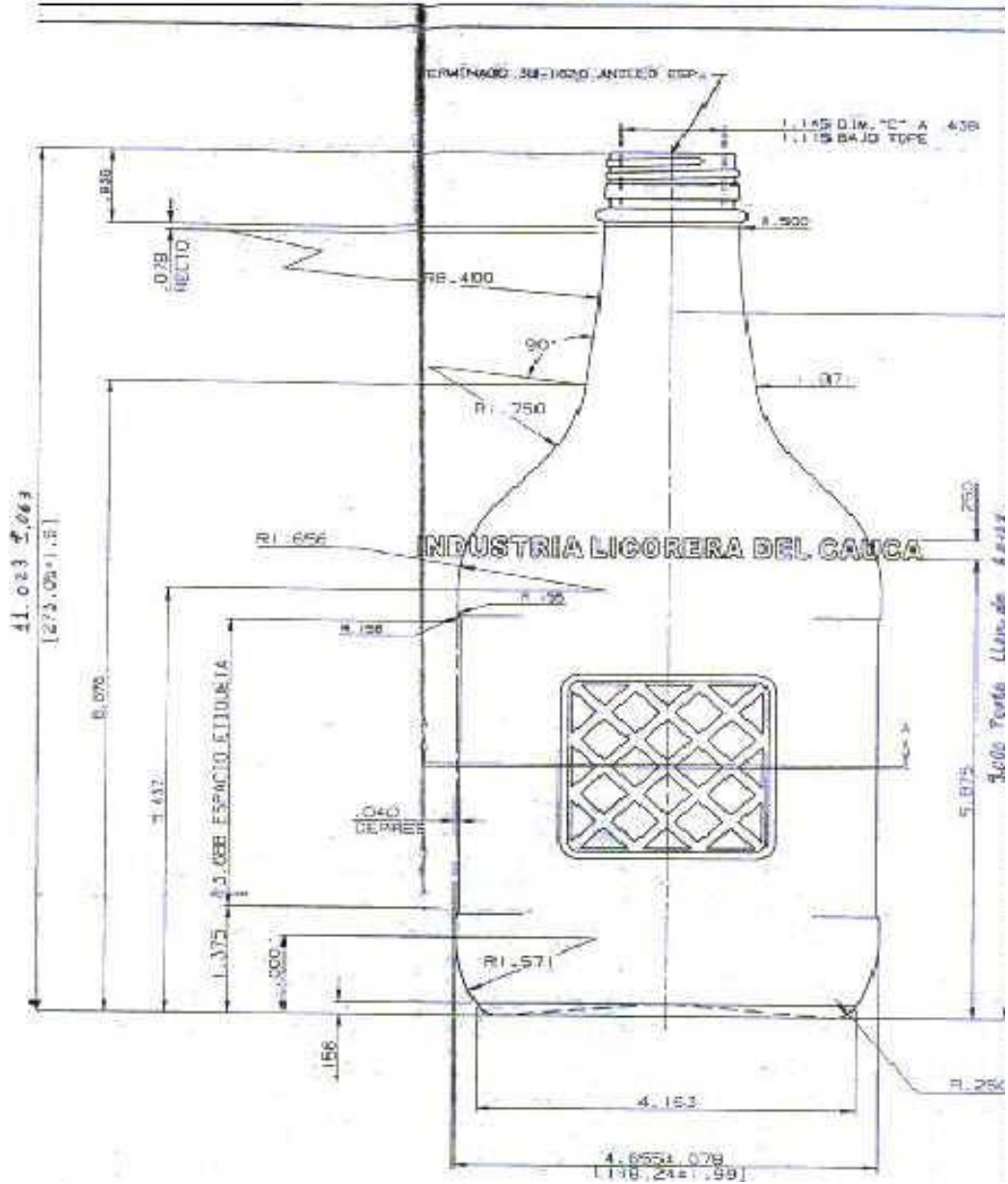


Medidas en pulgadas

Fuente: Sección Producción. Industria Licorera del Cauca. 2003



Anexo D. Plano del envase para la presentación de 1500 cc



Medidas en pulgadas

Fuente: Sección Producción. Industria Licorera del Cauca. 2003

Anexo E. Etiquetas para las tres presentaciones

Etiqueta para presentación de 375 cc



Etiqueta para presentación de 750 cc



Etiqueta para presentación de 1500 cc



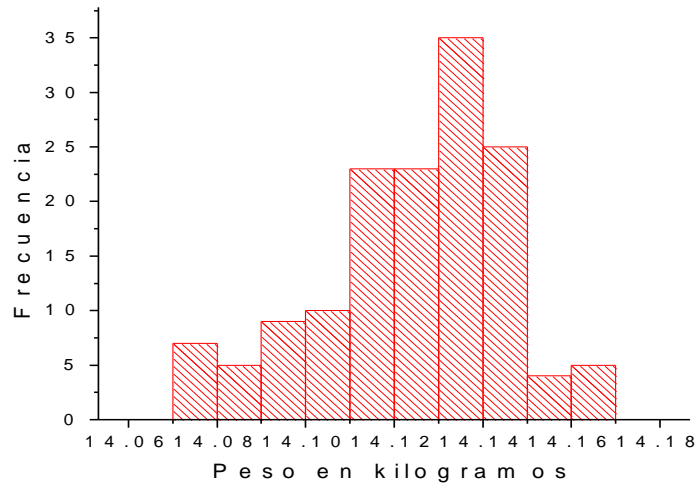
Medidas en centímetros

Fuente: Sección Producción. Industria Licorera del Cauca. 2003

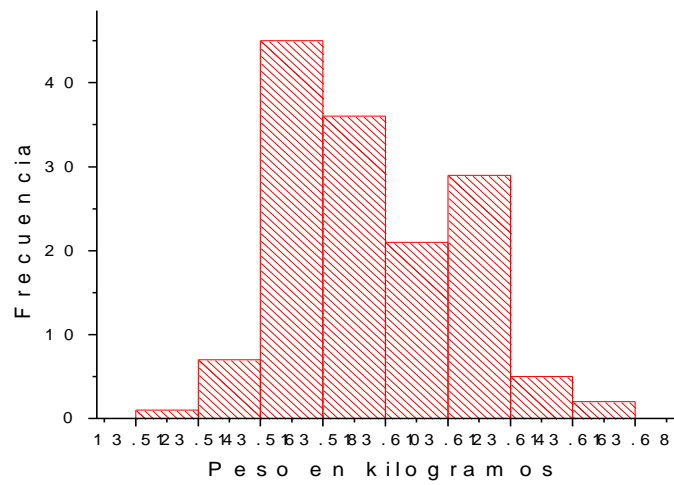


Anexo F. Histogramas para el peso de las cajas en sus tres variedades

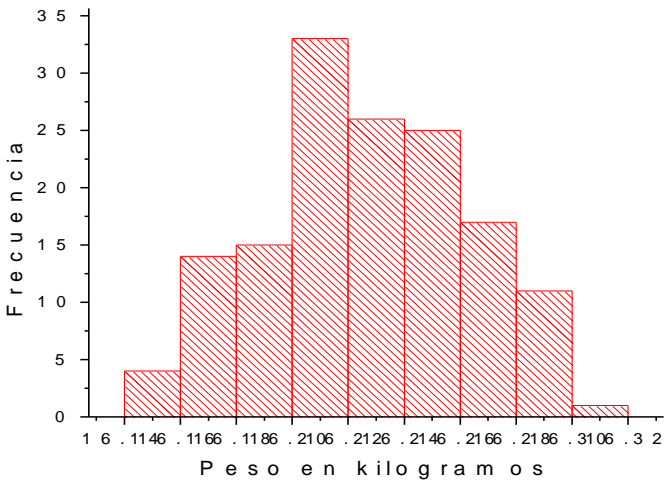
Histograma del peso de las cajas de 750cc



Histograma del peso de las cajas de 1500 cc

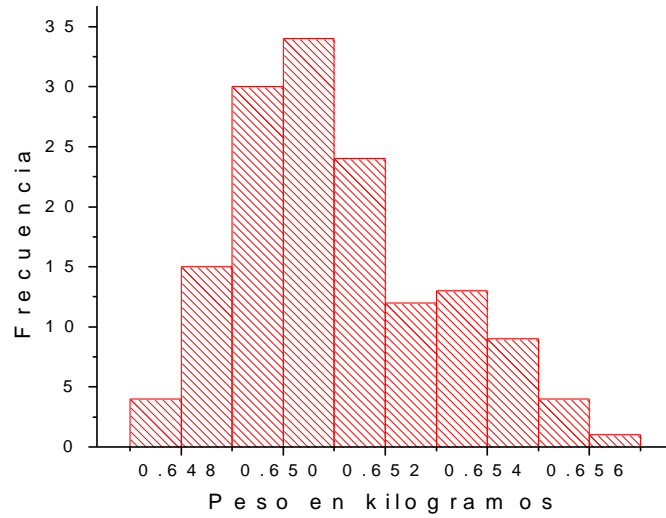


Histograma del peso de las cajas de 375 cc

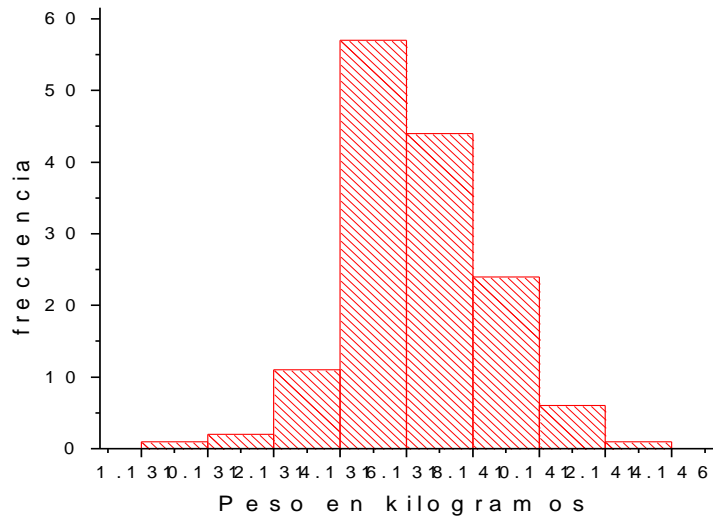


Anexo G. Histogramas para el peso de botellas

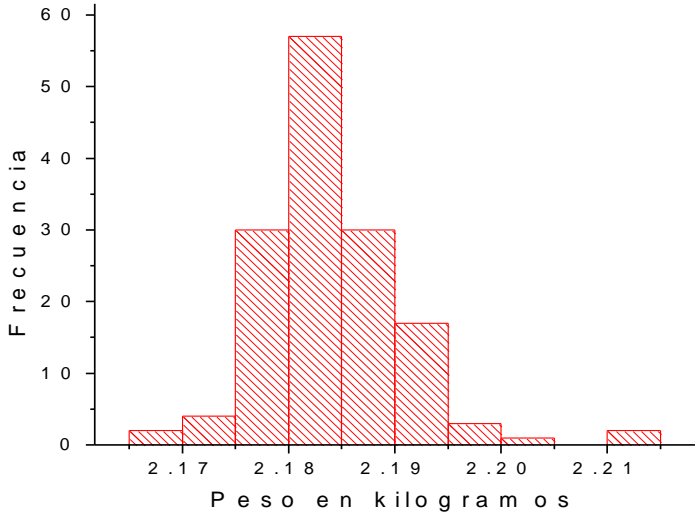
Histograma del peso de las botellas de 375 cc



Histograma del peso de las botellas de 750 cc



Histograma del peso de las botellas de 750 cc



Anexo H. Banda transportadora recuperada en la I.L.C



Anexo I. Manual de operación

Ver documento adjunto.

Anexo J. Plano de la banda transportadora recuperada en la I.L.C

Ver plano adjunto.