

Incremento de la Producción en Planta de Envasado de Cilindros con GLP por Sistema de Mejora Continua

Manuel Eduardo Abad Matute¹, Ignacio Wiesner Falconí²

²Ingeniero Mecánico; Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción - Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1971, Postgrado México, UNAM - Politécnico de México, Investigador Visitante del CENIM – España y el IPT – Brasil, Profesor de ESPOL desde 1975 Campus Politécnico Prosperina Km. 30.5 Vía Perimetral-Guayaquil, Ecuador, intramet@hotmail.com

Resumen

En la planta DURAGAS Montecristi se mejoró el sistema de llenado de cilindros de gas en base a las técnicas de mejora continua. En primer lugar se establecen las condiciones iniciales por medio de análisis de FODA y se elabora un plan de trabajo para realizar todas las actividades que mejorarán los índices.

La manera que encontramos para superar nuestras debilidades frente a la competencia, fue un mejoramiento continuo en cada una de las operaciones de envasado, el mismo que se convirtió en una política de empresa al estar continuamente buscando procesos donde se puedan generar ahorros.

Para conseguir este objetivo se empieza por revisar el estándar de producción inicial y compararlo con el obtenido a través de un estudio de tiempos y movimientos, logrando así una reducción del personal de manera progresiva, desde 22 empleados hasta quedar finalmente en 16; se plantea también la optimización del uso de las carretillas industriales utilizadas para el transporte de cilindros, mediante una reducción del peso transportado de 360Kg a 240Kg; todo esto se puede apreciar en el capítulo 2 como mejoras implantadas.

Luego se evalúan las mejoras implantadas y mediante los datos de producción recopilados desde el 2001 al 2004, se demuestra en gráficos y tablas que se ha conseguido un mejoramiento de la producción de esta planta,

Finalmente, se comparan los resultados obtenidos en este período de tiempo y se puede apreciar que todos los índices que se plantearon para medir el mejoramiento de la producción, nos indican que las mejoras implantadas nos han dado buenos resultados, como por ejemplo, la productividad mejoró de 6.75 a 3.54 USD/Ton GLP envasada, los rendimientos de producción se incrementaron de 453.55 a 745.24 Kg/hr-hom y los tiempos muertos se redujeron de 9.4 a 5.5% del total de horas trabajadas.

Abstract

In the Duragas-Montecristi plant's the filling system of gas cylinders was improved using like tool the FODA analysis and the techniques of continuous improvement, evaluate the improvements implanted by means of the collected data of production from the 2001 to the 2004.

The obtained results are the following ones:

The productivity improved form 6.75 to 3.54 USD/ton LPG packaged

The production yields were increased from 453.55 to 745 Kg/hr-h and the dead times were reduced from 9.4 to 5.5 % of the total of worked hours

Introducción

La Planta Duragas – Montecristi que abastece el 70% del mercado de Manabí con cilindros con GLP para uso doméstico e industrial, tuvo que enfrentar la competencia de otras comercializadoras como AGIP y Congas, las mismas que poco a poco le restaban participación en el mercado a Duragas, mediante políticas agresivas de reducción de los precios.

La manera que encontramos para superar nuestras debilidades frente a la competencia, fue un mejoramiento continuo en cada una de las operaciones de envasado, el mismo que se convirtió en una política de empresa al estar continuamente buscando procesos donde se puedan generar ahorros.

Básicamente nuestra mejora continua consistía en un incremento de nuestros rendimientos de producción junto con la productividad expresados como objetivos anuales de producción; por lo que era necesario aplicar ciertas políticas de reducción de costos, tales como: reducción de horas de trabajo no productivas, reducción de personal innecesario mediante la reorganización de los puestos de trabajo y concientización de todo el personal en los riesgos en sus puestos de trabajo, para evitar accidentes laborales.

Descripción de la planta

La planta Duragas - Montecristi se encuentra ubicada en el Km. 3 ½ vía Montecristi-Portoviejo y junto con las plantas de Bellavista, Pifo, Santo Domingo y la matriz

Guayaquil, abastecen el 40 % del mercado nacional de cilindros con gas licuado de petróleo (GLP) para uso doméstico e industrial en presentaciones de 15 y 45 Kg respectivamente.



Figural Muelle de carga y descarga de cilindros

Abastece a todos los diferentes cantones de Manabí, para lo cuál utiliza el GLP que le despacha Petrocomercial desde la terminal de El Salitral en Guayaquil, utilizando para ello autotanques de 22 Ton GLP de propiedad de Duragas.

El sistema operativo de la planta está constituido de:

- a) Área de carga y descarga de autotanques
- b) Sala de bombas y compresores de GLP
- c) Zona de tanques de almacenamiento
- d) Plataforma de envasado.

La planta Duragas - Montecristi fue diseñada para un sistema de operación manual, tiene una capacidad de almacenamiento de 60 Ton GLP y un envasado promedio de 100 Ton por día.



Figura 2 Área de descarga de autotanques

El envasado de cilindros es sobre balanzas mecánicas fijas y el acople entre el cilindro y el cabezal de llenado es manual, también lo es la carga y descarga de cilindros en los vehículos de transporte y el movimiento de cilindros desde el muelle de carga hasta las balanzas de llenado se lo hace con carretas empujadas manualmente.



Figura 3 Área de envasado de cilindros

Debido a las características de inflamabilidad del GLP (gas licuado de petróleo) y por cumplir con normas técnicas de operación de plantas de GLP, el mismo personal operativo de ésta planta forma parte de la brigada contra incendios, con quienes se realiza simulacros de evacuación cada tres meses, entrenamiento con personal contratado del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil cada mes.

En varias de estas capacitaciones se incluyen a distribuidores, transportistas, estibadores y guardias de seguridad física de la planta.



Figura 4 Práctica en manejo de extintores de PQS

Condiciones de trabajo en las operaciones de llenado.

En el 2001, la planta de envasado contaba con 22 personas, de las cuales 4 se

dedicaban al llenado de cilindros en las balanzas estáticas, 8 personas se encargaban de la carga y descarga de cilindros y los 10 restantes transportaban cilindros de balanzas a muelle de carga y viceversa; pero muy frecuentemente los estibadores pasaban la mitad de su tiempo parados esperando que un carretillero les entregue o retire cilindros para los vehículos, por lo que éste era un punto donde se producían mucho tiempo muerto.

Otro punto donde teníamos tiempo muerto era cuando por ejemplo, el carretillero que transportaba cilindros vacíos del vehículo a las balanzas de llenado, luego de dejar éstos, no retornaba con cilindros llenos de GLP para cargar otro vehículo, sino regresaba con la carreta vacía para transportar más cilindros vacíos para las balanzas, por lo que por cada viaje de un carretillero, solo producía la mitad de su tiempo, ya que la otra mitad se movía con la carreta vacía de cilindros. La misma observación se debe hacer con el carretillero que transportaba cilindros llenos desde balanzas hasta el muelle de carga.

En la TABLA 1 se puede observar las horas mensuales desde el 2001 al 2004 que se han producido cada mes como tiempos muertos.

| Mes / Año | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | hr | hr | hr | hr |
| Enero | 33.50 | 25.50 | 36.50 | 14.50 |
| Febrero | 43.00 | 09.75 | 34.00 | 08.50 |
| Marzo | 26.00 | 11.25 | 15.00 | 18.50 |
| Abril | 34.00 | 11.75 | 10.50 | 10.50 |
| Mayo | 22.00 | 14.00 | 05.50 | 08.00 |
| Junio | 23.00 | 28.00 | 39.00 | 14.50 |
| Julio | 10.50 | 12.00 | 18.50 | 18.50 |
| Agosto | 12.50 | 08.00 | 07.00 | 06.00 |
| Septiembre | 10.50 | 15.25 | 06.50 | 10.50 |
| Octubre | 21.75 | 27.50 | 05.50 | 17.00 |
| Noviembre | 14.50 | 27.25 | 01.50 | 09.00 |
| Diciembre | 07.25 | 24.00 | 06.50 | 09.50 |
| Total | 258,50 | 214,25 | 186,00 | 145,00 |

Tabla 1 Reporte de tiempos muertos

Otro factor que incidía en el rendimiento de los empleados, era el tamaño y el material del que estaban construidas las carretas para transportar los cilindros.



Figura 5 Carretas utilizadas inicialmente

Dichas carretas, ver Figura 5, estaban inicialmente construidas para transportar de 10 a 12 cilindros cada una, por lo que cada carretillero debía empujar carretas que pesaban 30Kg vacías y 80 Kg llenas, lo que significaba un gran sobreesfuerzo para el operario, haciendo que el mismo se agotara más rápidamente y hasta tuviera dolores de espalda más frecuentes. A esto se debía aumentar el peso excesivo de las carretas vacías, 30 Kg, ya que su estructura era de tubería de 2", lo cuál indicaba un claro sobredimensionamiento de dichas carretas.

Capacidad de producción histórica.

Para el análisis de aplicación de mejora continua en esta planta se ha observado cómo ha evolucionado la producción desde el 2001 hasta el 2004 y tal como se puede observar en el gráfico de producción anual Figura 6, en el año 2001 se alcanzó una producción de 27.554 ton GLP envasadas, empleando para ello 2.660,75 horas trabajadas y ya en el 2004, la producción fue de 31.527 Ton GLP envasadas con 2.644 horas de trabajo, lo que indica un incremento del 14.4% en ese período.

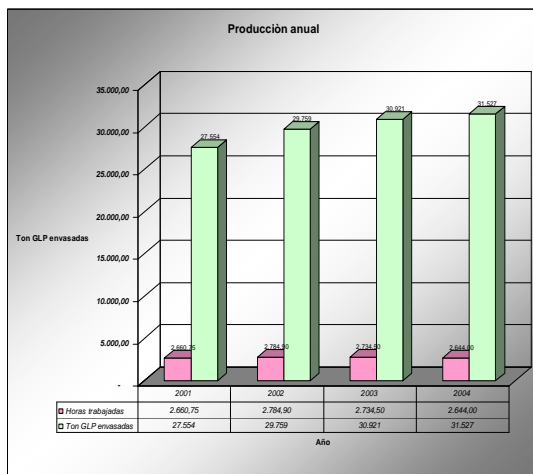


Figura 6 Ton. GLP envasadas anualmente

Establecimiento de los índices de producción Operacionales mensuales iniciales de carga y

Descarga

Para poder cuantificar los beneficios alcanzados con las mejoras implantadas en este estudio, deberemos utilizar algunos indicadores o índices operacionales.

Los índices de producción que utilizaremos serán los siguientes:

Productividad

USD/Ton

Dólares de costo de mano de obra por tonelada de GLP envasada

Con lo que podremos analizar cómo varía la productividad de acuerdo a los gastos anuales en personal y la cantidad total de toneladas de GLP envasados.

Rendimiento de producción (R)

Kg. / hr-hom. Rendimientos de producción

$$R = \frac{\text{Kg GLP}}{\text{Hr - hom. trabajadas}}$$

Donde:

R Rendimiento de producción

Kg GLP Kilos de GLP envasados

Hr-hom Número de horas trabajadas por cada hombre

Este índice de producción nos servirá para que podamos revisar la variación de los Kg. de GLP que se envasan por cada hora-hombre de trabajo en cada año.

Horas trabajadas vs. Sobre tiempos

Aquí podremos observar que las horas de sobre tiempo desde el 2001 al 2004 se reducen, con respecto al total de horas trabajadas, logrando una reducción de costos de mano de obra y evitando así fatigas laborales en el empleado por exceso de jornadas de trabajo.

Índice de frecuencia de accidentes (IF)

$$IF = \frac{\text{No. Acc.} \times 10^6}{\dots}$$

Hr-hom. trabajadas

Donde:

IF Índice de frecuencia de accidentes
No. Acc. Número de accidentes
Hr-hom Número de horas trabajadas por cada hombre

Con este índice podremos demostrar que a pesar de la reducción de personal y del incremento de la producción, el personal ha logrado incrementar su rendimiento y reducir sus accidentes laborales, gracias en gran medida a la concientización del personal, a través de la capacitación continua.

Mejoras implantadas

Reorganización de los puestos de trabajo

El primer punto que se consideró para optimizar la mano de obra en la planta fue la reorganización de los puestos de trabajo.

Para esto se realizó un análisis de los procesos de trabajo con el estudio de tiempos y movimientos, logrando un rediseño de los puestos de trabajo, evitando así movimientos innecesarios de los empleados, eliminando tiempos muertos e incrementando el índice de producción de la planta.

Con el análisis de tiempos y movimientos se determinó que el envasador y el estibador, dejaban de producir porque el carretillero no los abastecía de manera continua y además el mismo carretillero solo era eficiente el 50% de su tiempo, ya que el resto lo empleaba en movilizarse de una área a otra, además se concluyó que considerando un turno de 8 horas de trabajo con 16 personas, alcanzaríamos una producción de 9.033 cilindros envasados diariamente; esto considerando un rendimiento del 100% de la mano de obra.

De acuerdo a nuestros datos reales de producción, tenemos que con 16 personas y un turno de 8 horas, se envasan 6.400 cilindros, lo que nos da una eficiencia del 71%.

Para la reorganización de los puestos de trabajo se consideraron específicamente los siguientes puntos:

a) Eliminación de tiempos muertos

El principal problema a resolver era la reducción de los tiempos muertos, que en el 2001 eran del 9.4%, y el objetivo de la planta era de llegar al 3%.

Si bien es cierto que se logró reducir los tiempos muertos, desde 9.4% en el 2001 a 5.5% en el 2004, aún no se alcanzó la reducción esperada que era del 3% del total de horas trabajadas.

Dichos tiempos muertos ocurrían con los envasadores ya que los carretilleros no los abastecían con cilindros operativos vacíos para ser llenados y tenían que esperar a que les provean cilindros para proceder a llenarlos, con los estibadores se producían también tiempos muertos ya que de igual manera los carretilleros

Entonces, lo primero que se hizo fue reinducir al operador de la carreta de tal manera que de ahora en adelante, si el operador de la carreta transportaba cilindros llenos de balanzas al muelle de carga, al regreso, en vez de venir vacío, transporte cilindros vacíos desde el muelle a las balanzas y así sucesivamente; con esto, el carretillero utilizaba el 100% de su tiempo abasteciendo cilindros, vacíos para las balanzas y llenos para los estibadores de los vehículos en el muelle de carga.

Con este cambio en la manera de trabajar del carretillero se logró reducir los tiempos muertos que en el 2001 estaban por el 9.4% del total de horas trabajadas, hasta llegar a 5.5% en el 2004.

b) Reducción de personal por puestos innecesarios

Notamos que el trabajo que realizaban los estibadores en el muelle de carga y descarga de cilindros podía ser realizado directamente por el mismo carretillero, de tal manera que ya no tendríamos un empleado parado sin hacer nada esperando a ser abastecido por el carretillero; por lo que de ahora en adelante el carretillero trabajaba así:

El carretillero bajaba los cilindros vacíos del vehículo en el muelle, los transportaba hasta las balanzas de llenado, descargaba esos cilindros en dicha área, luego cargaba su carreta con cilindros llenos y los transportaba hasta el muelle de carga para él mismo estibarlos en el vehículo a ser despachado.

De esta manera se logró reducir los 22 empleados que habían en el 2001 y quedar en 16 para el 2004; sin incremento de horas extras y con un incremento del 14.4% en la producción de ese período.

Capacitación del personal

Una vez que se realizó la reorganización de los puestos de trabajo y la reducción del personal, fue necesario cumplir un cronograma de capacitación con todo el personal existente. Primeramente fue necesaria una reinducción a cada empleado en su propio puesto de trabajo, luego se cubrieron temas como:

- Correcto uso de elementos de protección personal
- Propiedades y características del GLP
- Orden y limpieza en área de trabajo
- Seguridad en la manipulación de cilindros con GLP
- Investigación de accidentes
- Planes de emergencia
- Simulacros de evacuación
- Análisis de riesgos en los puestos de trabajo

Estas charlas están incluidas en el programa de capacitación anual que deben recibir los empleados de la planta, cumpliendo el 1.5 % de horas de capacitación vs. Horas trabajadas mínimo, como uno de los objetivos en seguridad y medio ambiente de la compañía.

Para el cálculo del índice de frecuencia de accidentes se utiliza la siguiente fórmula:

$$IF = \frac{\text{No. Accidentes} * 10}{\text{No. Hr - hom}}$$

Donde:

IF Índice de frecuencia de accidentes
No. Accidentes Número de accidentes registrados

No. Hr – hom Número de horas trabajadas por cada hombre

Rediseño de equipo manual para transporte de cilindros.

Para lograr el uso eficiente de las carretas de tal manera que el operario las manipule con el menor esfuerzo posible, y que la inversión sea mínima, se realizaron las siguientes modificaciones:

1.- Se cambiaron los tubos galvanizados de 2 ¼” de toda la estructura, por tubos galvanizados de 1”, logrando reducir un 30% el peso neto de la carreta; así el operario puede maniobrar dicha carreta con menor esfuerzo físico que antes.

2.- Se redujeron las dimensiones de las carretas, inicialmente tenían capacidad para transportar 12 cilindros, ahora se transportan máximo 8 cilindros. Con esto también se logró reducir el sobreesfuerzo que realizaba el operario al empujar la carreta, ya que se redujo el peso transportado de 360 a 240 Kg.

Tabla 2 Producción anual

3.- Inicialmente las garruchas de las carretas funcionaban con bocines, los que se atascaban cuando se llenaban de polvo y agua, haciendo más difícil su manipulación; se decidió cambiar este tipo de garruchas por las que tienen rodamientos, con lo que es más fácil lubricar y más suaves para movilizar las carretas, ya que hay menos fricción.

Incremento de la producción alcanzada con el proyecto

Con los datos obtenidos de los formatos de producción mensual, formamos la Tabla 2, en la que podemos observar la producción mensual durante los años 2001 al 2004.

Análisis comparativo de los índices de

| TONELADAS GLP ENVASADAS MENSUALMENTE | | | | |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Mes | AÑO | | | |
| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
| Enero | 2.069 | 2.370 | 2.528 | 2.961 |
| Febrero | 1.909 | 1.971 | 2.060 | 2.141 |
| Marzo | 2.256 | 2.145 | 2.347 | 2.494 |
| Abril | 2.219 | 2.305 | 2.460 | 2.441 |
| Mayo | 2.420 | 2.683 | 2.579 | 2.524 |
| Junio | 2.395 | 2.430 | 2.446 | 2.555 |
| Julio | 2.343 | 2.610 | 2.837 | 2.709 |
| Agosto | 2.519 | 2.670 | 2.641 | 2.780 |
| Septiembre | 2.363 | 2.581 | 2.832 | 2.674 |
| Octubre | 2.396 | 2.700 | 2.794 | 2.836 |
| Noviembre | 2.380 | 2.654 | 2.760 | 2.607 |
| Diciembre | 2.285 | 2.640 | 2.637 | 2.803 |
| TOTAL TON GLP | 27.554 | 29.759 | 30.921 | 31.527 |

producción actuales e iniciales.

Uno de los índices que debemos comparar para determinar la efectividad del proyecto es el de costos de producción (USD / Ton GLP envasada).

En el 2001 la producción fue de 27.554 Ton GLP envasadas, para lo cual se tenían 22 empleados y se laboraron 2.761,50 horas; luego de las mejoras implantadas se llegó a tener en el 2004 una producción de 31.527 Ton GLP envasadas, con 16 empleados y utilizando para esto 2.644 horas de trabajo.

Con esto se lograron reducir los costos de producción de 6,75 a 3,54 USD / Ton GLP envasada, tal como se puede observar en el gráfico de costos de producción de la Figura 7.

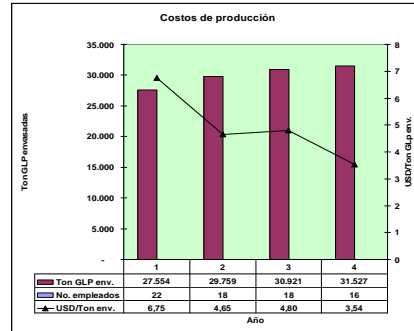


Figura 7 Costos de producción

Otro de los índices de producción es el de rendimiento de envasado, medido en Kg. / hr-hom.

En el gráfico de los rendimientos de producción de la Figura 8, se aprecia que en el 2001 se alcanzó una producción de 453.55 Kg GLP/hr-hom y en el 2004 se llegó a 745.24 Kg GLP/hr-hom, lo que significa un incremento del 64% de los rendimientos en ese período.

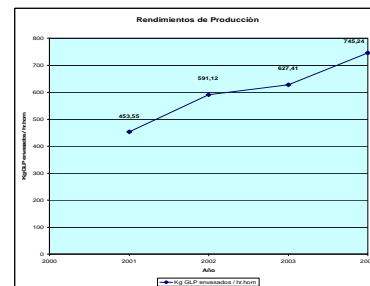


Figura 8 Rendimientos de producción

Con una mejora en el rendimiento de producción, lograríamos también una reducción en los tiempos muertos.

En el gráfico de tiempos muertos, Figura 9, se observa que en el 2001 teníamos 9.4% del total de horas trabajadas como tiempos muertos y en el 2004, se logró tener el 5.5%, aunque el objetivo en este caso era del 3%.

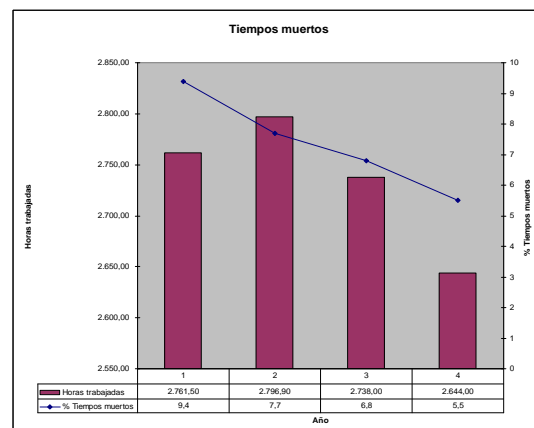


Figura 9 Tiempos muertos

Ahorros por reducción de personal y sobretiempos

Luego de las mejoras implantadas en esta planta podemos indicar lo siguiente:

En el período del 2001 al 2004 se redujo el número de empleados de 22 a 16, es decir una reducción del 37.5 %

Debido a que se redujeron los índices de productividad de 6.75 USD/Ton en el 2001 a 3.54 USD/Ton en el 2004 y como también se redujo el número de empleados de 22 a 16 y la producción se incrementó de 27.554 a 31.527 Ton GLP, los gastos de producción se redujeron de 185.989,50 USD en el 2001 a 111.605,58 USD en el 2004, lo que indica un ahorro del 47.6%

Análisis de los índices de frecuencia de accidentes (IF) actuales e iniciales

Duragas por ser una compañía perteneciente al grupo Repsol YPF, entró en un programa de reducción de accidentes, el mismo que tenía como meta llegar a cero accidentes en Planta Montecristi en el 2005.

A raíz del planteamiento del objetivo de reducción a cero accidentes hasta el 2005, se debió aplicar el programa de capacitación en seguridad y medio ambiente a todo el personal. Gracias a que el personal de planta hizo conciencia de su seguridad y de las instalaciones, se logró reducir de 6 accidentes en el 2001 a cero accidentes en el 2004.

Como podemos observar en el gráfico de índice de frecuencia de accidentes, Figura 10, en el 2001 el IF era de 98.76 y en el 2004 fue de 0, con lo que los accidentes laborales se redujeron de 6 a 0 accidentes en ese mismo período, cumpliendo el objetivo de Duragas.

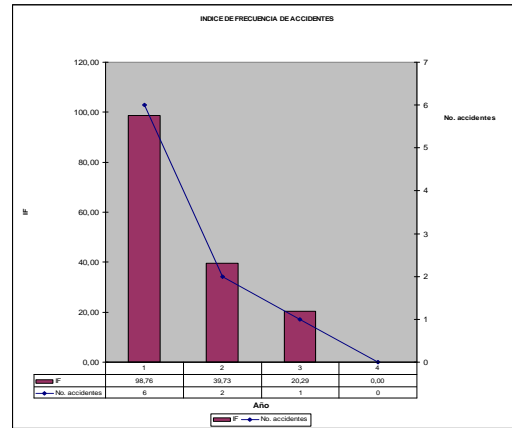


Figura 10 Índices de frecuencia de accidentes

Conclusiones

Los resultados del capítulo anterior se pueden resumir en los siguientes puntos:

- a) Mejoró el índice de productividad, pasando de 6.75 USD/ton a 3.54 USD/ton, lo que significa una reducción del 52.4% en los costos de producción.
- b) Se superó el rendimiento de producción deseado de 705 Kg/hr-hom, ya que en el 2001 era de 453.55 Kg/hr-hom y en el 2004 se llegó a 745.24 Kg/hr-hom.
- c) Con respecto a los tiempos muertos, nuestro objetivo era llegar al 3% del total de horas trabajadas; y pasamos de 9.4% en el 2001 a 5.5% en el 2004, si bien es cierto que no se alcanzó el 3%, la tendencia ha sido a la baja.

Y como conclusiones de esta tesis podemos indicar que:

- 1. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que la metodología utilizada en esta tesis nos ha permitido cumplir los objetivos de producción planteados, ya que se logró incrementar la producción y reducir los costos.
- 2. Se concluye además que solo una correcta administración de los recursos humanos y materiales, mediante procesos eficientes y adecuados procedimientos de control, nos han podido permitir hacer frente a la competencia de otras comercializadoras sin que Duragas sufra una reducción en su

margen de utilidad ni de posicionamiento en el mercado.

3. Podemos concluir también que con la técnica del mejoramiento continuo, hemos podido reducir los tiempos muertos de producción; lo que nos ha permitido ser más eficientes y brindar un mejor servicio a nuestros clientes, ya que se han disminuido también los tiempos de espera en planta de nuestros distribuidores.

4. Con la aplicación de estos programas de capacitación, se observan en los resultados de las auditorías semestrales en SSMA, que el personal de planta está debidamente entrenado y consciente de los riesgos de trabajo a los que está expuesto diariamente, evitando así los accidentes laborales

Recomendaciones

1. Se recomienda cambiar el sistema manual de envasado que actualmente se tiene y utilizar uno como el que existe en la matriz de Guayaquil, en donde se usan carruseles con una producción de 1080 cilindros/hora, con lo que el envasado sería semi - automático.
2. Cargar las plataformas de hasta 966 cilindros de manera transversal en vez de longitudinal, para que el recorrido del carretillero dentro de la plataforma se reduzca de 12 a 2.5 metros.
3. Instalar cadenas transportadoras o de rodillos para el traslado de cilindros desde el muelle de carga hasta las balanzas de llenado y viceversa, para eliminar el transporte manual.

Bibliografía

- 1.- Kayzen – La mejora continua aplicada en la calidad, productividad y reducción de costos. Mauricio León Lefcovich. 2004

- 2.- Manipulación de GLP. Centro Técnico de Automatismos e Investigación. CETAI Repsol Butano. Madrid-España

- 3.- Introducción a la ingeniería industrial. Richard C. Vaughn. 1981

- 4.- Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental. Duragas S.A. 1993

- 5.- Manual de procedimientos de Duragas S.A. Marzo 2002.