

ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN LA EMPRESA Cinsa – GIRON

NATALIA ALEXANDRA GONZÁLEZ GUALDRON

JOSE GABRIEL MORENO ACOSTA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2013

ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN LA EMPRESA CINSA – GIRON

NATALIA ALEXANDRA GONZÁLEZ GUALDRON

JOSE GABRIEL MORENO ACOSTA

Proyecto para optar al título de Ingeniero Industrial

TUTOR:

MARCELA VILLA MARULANDA, Msc.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2013

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis hijos, a mi madre y a mi nona por ser las personas que me han acompañado en todo mi trayecto estudiantil y de vida, a toda mi familia porque siempre confiaron en mí y me dieron todo el apoyo incondicional para culminar esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por brindarme sabiduría, paciencia y perseverancia para culminar con éxito mi carrera.

A mi madre y mi nona por darme todo el apoyo, confianza y comprensión en todo momento.

A mis hijos Miguel Ángel y Julián Esteban que son el motor de mi vida y gestores de mi futuro.

A toda mi familia que de una u otra forma me ayudaron a culminar esta etapa de mi proyecto de vida.

A Ing. Marcela Villa por su tiempo y esfuerzo en la realización de este proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	18
1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	19
1.1 Razón y objeto social.....	19
1.2 Actividad económica.....	19
1.3 Sector económico.....	19
1.4 PRODUCTOS Y SERVICIOS	19
1.5 Número de empleados	20
1.6 Reseña histórica.....	21
1.7 Misión.....	22
1.8 Visión.....	22
2 DIAGNÓSTICO.....	23
3 ANTECEDENTES	25
4 JUSTIFICACIÓN	27
5 OBJETIVOS	28
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	28
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
6 MARCO CONCEPTUAL	29
6.1 Diagrama de operaciones de proceso	29
6.2 Estudio de tiempos.....	30
6.3 Tiempo estándar.....	32
6.4 Balanceo de la celda de trabajo, de la línea de ensamble y de la planta	33
7 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS	35
7.1 Ensamble.....	35
7.1.1 Rolado.....	35
7.1.2 Punteo de cuerpos:	36
7.1.3 Soldadura longitudinal:	37
7.1.4 Ensamble de cilindros:	38

7.1.5	Soldadura circular:	39
7.1.6	Inspección y rotulado:.....	39
7.1.7	Normalizado:	40
7.1.8	Prueba hidrostática:	41
7.1.9	Peso y registro:.....	42
7.1.10	Parcheo:.....	42
7.1.11	Tara:	43
7.1.12	Pintura:.....	43
7.1.13	Valvulado:	44
7.1.14	Prueba neumática:	44
7.1.15	Registro y verificación de seriales:	45
7.2	Adecuación de cilindros	45
7.2.1	Granallado:.....	45
7.2.2	Clasificación:	46
7.2.3	Corte:.....	46
7.2.4	Soldadura:	47
7.2.5	Rotulado:	47
8	ESTUDIO DE TIEMPOS	48
8.1	Cálculo de la muestra.....	48
8.2	Toma de tiempos.....	50
8.3	Calificación del desempeño.....	51
8.4	Suplementos	51
8.5	Tiempo estándar.....	52
8.6	Balanceo de la línea de ensamble	53
9	DIAGRAMAS DE FLUJO DE LOS PROCESOS.....	54
9.1	LÍNEA ENSAMBLE DE CILINDROS.....	55
9.2	Línea adecuación de cilindros.....	69
10	DIAGRAMAS HOMBRE - MÁQUINA.....	74
10.1	ENSAMBLE DE CILINDROS	75
10.1.1	Rolado.....	75

10.1.2	Soldadura Longitudinal.....	76
10.1.3	Soldadura Circular.....	77
10.1.4	Normalizado	79
10.2	ADECUACIÓN DE CILINDROS	80
10.2.1	Granallado	80
	CONCLUSIONES.....	82
	RECOMENDACIONES	84
	BIBLIOGRAFIA.....	85
11	ANEXOS.....	86

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo A: Calculo de la muestra	80
Anexo B: Toma de tiempos	81
Anexo C: Calificación de los procesos	82
Anexo D: Suplementos	83
Anexo E: Suplementos línea de ensamble	84
Anexo F: Suplemento Línea de adecuación	85
Anexo G: Estandarización	86
Anexo H: Balanceo y eficiencia	87

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Capacidad de los cilindros.	15
Tabla 2: Número de empleados de CINSA.	16
Tabla 3: Relación diagrama hombre máquina Rolado	46
Tabla 4: Tiempos diagrama hombre máquina Rolado	47
Tabla 5: Relación diagrama hombre máquina de Soldadura longitudinal	47
Tabla 6: Tiempos diagrama hombre máquina de Soldadura Longitudinal	48
Tabla 7: Relación diagrama hombre máquina de Soldadura circular	48
Tabla 8: Tiempos hombre máquina de Soldadura circular	49
Tabla 9: Relación hombre máquina de Normalizado	49
Tabla 10: Tiempos hombre máquina de Normalizado	49
Tabla 11: Relación hombre máquina de Pintura	50
Tabla 12: Tiempos diagrama hombre máquina de Pintura	50

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Antecedentes	20
Cuadro 2: Actividades utilizadas en el diagrama de proceso	23
Cuadro 3: Descripción de actividades de Rolado	29
Cuadro 4: Descripción de actividades de Punteo de cuerpos	30
Cuadro 5: Descripción de actividades de Soldadura Longitudinal	31
Cuadro 6: Descripción de actividades de Ensamble	32
Cuadro 7: Descripción de actividades de Soldadura circular	33
Cuadro 8: Descripción de actividades de Rotulado	33
Cuadro 9: Descripción de actividades de Normalizado	34
Cuadro 10: Descripción de actividades de Prueba hidrostática	35
Cuadro 11: Descripción de actividades de Peso y registro	36
Cuadro 12: Descripción de actividades de Parcheo	36
Cuadro 13: Descripción de actividades de Tara	37
Cuadro 14: Descripción de actividades de Pintura	37
Cuadro 15: Descripción de actividades de Valvulado	38
Cuadro 16: Descripción de actividades de Prueba neumática	39
Cuadro 17: Descripción de actividades de Registro de seriales	40
Cuadro 18: Descripción de actividades de Granallado	41

Cuadro 19: Descripción de actividades de Inspección y clasificación	42
Cuadro 20: Descripción de actividades de Corte	42
Cuadro 21: Descripción de actividades de Soldadura	43
Cuadro 22: Descripción de actividades de Rotulado	43
Cuadro 23: Diagrama de flujo de Rolado	51
Cuadro 24: Diagrama de flujo de Punteo de cuerpos	52
Cuadro 25: Diagrama de flujo de soldadura longitudinal	53
Cuadro 26: Diagrama de flujo de ensamble	54
Cuadro 27: diagrama de flujo de soldadura circular	55
Cuadro 28: Diagrama de flujo de rotulado	56
Cuadro 29: Diagrama de flujo de normalizado	57
Cuadro 30: Diagrama de flujo de prueba hidrostática	58
Cuadro 31: Diagrama de flujo de peso y registro	59
Cuadro 32: Diagrama de flujo de parcheo	60
Cuadro 33: Diagrama de flujo de tara	61
Cuadro 34: Diagrama de flujo de pintura	62
Cuadro 35: Diagrama de flujo de valvulado	63
Cuadro 36: Diagrama de flujo de prueba neumática	64
Cuadro 37: Diagrama de flujo de registro y verificación de seriales	65
Cuadro 38: Diagrama de flujo de granallado	66

Cuadro 39: Diagrama de flujo de clasificación	67
Cuadro 40: Diagrama de flujo de corte	68
Cuadro 41: Diagrama de flujo de soldadura	69
Cuadro 42: Diagrama de flujo de rotulado	70

RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

TITULO: Estudio de métodos y tiempos en la empresa CINSA-Girón

AUTOR (ES): Natalia Alexandra González Gualdron

José Gabriel Moreno Acosta

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR(A): MARCELA VILLA MARULANDA, Msc.

RESUMEN

El presente trabajo de grado tuvo como propósito principal el desarrollo de un estudio de métodos y tiempos en la planta de la empresa Comercial Industrial Nacional S.A. agencia Girón donde por medio de la observación directa se tomaron los tiempos de las diferentes actividades que componen los procesos de la planta en las líneas de ensamble y mantenimiento de cilindros.

El desarrollo de la metodología inicio con el diagnostico general de la empresa por medio de la observación directa y teniendo como apoyo entrevistas al personal operativo y administrativo de la planta, manual de funciones ya que los procesos están estandarizados, manual de calidad y normatividad vigente como la NTC 522-1, posteriormente se paso a corroborar minuciosamente las actividades de las operaciones y los tiempos y métodos que se estaban empleando.

Para poder recolectar la información para realizar el estudio de métodos y tiempos fue necesario realizar previamente una premuestra ya que la empresa no contaba con datos históricos, se utilizó la distribución t-student para muestras menores a 30 y así poder calcular la muestra que se utilizo en la recolección por medio de un registro de toma de tiempos diligenciado en la labor de campo que se realizo en los meses de Agosto y Octubre de 2012.

Seguidamente se tabulo y registro la información teniendo en cuenta los suplementos y calificaciones que se tomaron durante la toma de tiempos para poder hallar el estándar de cada operación, además se utilizó el diagrama hombre-máquina para determinar el tiempo muerto del operario y de la máquina y así poder tener un óptimo equilibrio del ciclo de trabajo.

Otra herramienta utilizada fue el balance de línea, se utilizó el tiempo estándar obtenido para hallar el número de operarios que requiere cada proceso y la eficiencia de la línea para así establecer conclusiones y plantear recomendaciones.

Palabras clave: Tiempos, capacidad, cilindros, balance de línea.

GENERAL ABSTRACT OF WORK OF DEGREE

TITLE: Study of time and methods in the company CINSA-Girón

AUTHORS: Natalia Alexandra González Gualdron

José Gabriel Moreno Acosta

FACULTY: Industrial Engineering

DIRECTOR: MARCELA VILLA MARULANDA, Msc.

ABSTRACT

This paper degree had as main purpose the development of a study of methods and times on the plant of the National Industrial Comercial S.A. Girón agency where through direct observation times were taken of the different activities that make up the plant processes in assembly lines and maintenance of cylinders.

The development of the methodology beginning with the company's general diagnosis through direct observation and interviews given to support operational and administrative staff of the plant, manual functions and processes are standardized, quality manual and applicable regulations as the NTC 522-1, subsequently thoroughly corroborate step operations activities and the times and methods that were being used.

In order to collect information for the study of methods and time was needed previously one presample as the company did not have historical data, we used the t-student distribution for samples less than 30 and so to calculate the sample that was used in the collection by making a record filled times in field work that was conducted in the months of August and October 2012

.

then tabulated and recorded the information given supplements and ratings taken during the making of times in order to find the standard of each operation, also the diagram was used to determine human machine operator downtime and machine so we can have an optimal balance of the work cycle.

Another tool used was the line balancing, standard time was used obtained to find the number of workers required for each process and the efficiency of the line and draw conclusions and make recommendations.

Keywords: Time, cylinders, capacity, line balance.

INTRODUCCIÓN

La producción de la mayoría de las empresas se ve afectada por diversos factores que existen en el ámbito operativo tales como reprocesos, la inadecuada administración de los recursos y las malas especificaciones del producto, generando costos adicionales dentro del proceso de producción.

Para la ejecución correcta de estos procesos de producción se requiere de un equilibrio entre los recursos físicos, tecnológicos y humanos, así como de las interacciones que se presenten entre ellos. Por lo anterior, las empresas buscan la mejor manera de integrarlos y, con base en estudios de medición de los procesos, tomar referentes para comparar, decidir y aplicar cambios tendientes a incrementar la eficiencia en la producción.

La ingeniería de métodos es una herramienta muy importante que puede servir de aplicación para realizar estudios detallados de los procesos que se llevan a cabo en las empresas, con la finalidad de identificar posibles causas que generen fallas en los mismos y de esta manera proponer una mejor forma de la realización del trabajo que impacte positivamente en la productividad de la empresa.

Por lo tanto, se propone realizar un estudio dentro de los parámetros del manejo adecuado de los métodos y la determinación del tiempo estándar, basado en las actividades del proceso productivo y en la necesidad de la empresa CINSA-Girón de estandarizar sus procesos de producción y el balanceo de sus líneas de ensamble y adecuación de cilindros.

1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 Razón y objeto social

NOMBRE:	Comercial Industrial Nacional S.A. (CINSA)
Nit.:	890.501.073 - 7
TELEFONO:	6461058
DIRECCIÓN:	Kilometro 8 vía a Girón

1.2 Actividad económica

Diseño, fabricación, mantenimiento y comercialización de cilindros y tanques, utilizados en la distribución, transporte y almacenamiento del Gas Licuado de Petróleo (GLP).¹

1.3 Sector económico

Industrial

1.4 PRODUCTOS Y SERVICIOS

- **Productos.** Cilindros para almacenamiento y transporte de GLP:
La capacidad de fabricación de los cilindros de acero es desde 5 kg incluidos hasta 46 kg excluidos.²

¹ CINSA S.A., DCAL-01 Manual de calidad, versión 21, Cúcuta 2011, p.33.

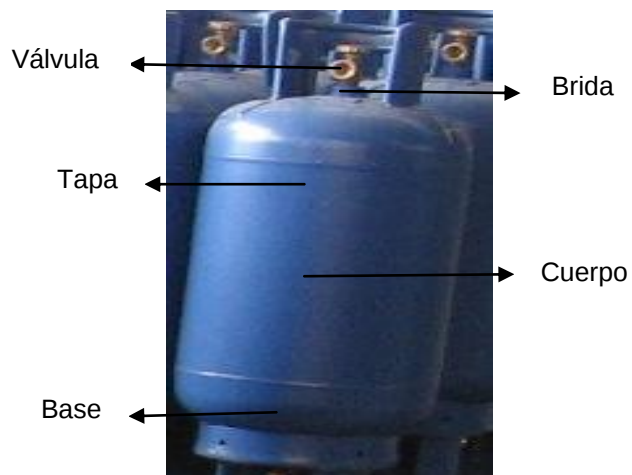
² CINSA S.A., DCAL-01 Manual de calidad, versión 21, Cúcuta 2011, p.19.

Tabla 1: Capacidad de los cilindros

PESO (Kg de GLP)
5
9
15
18
45

Fuente: Manual de calidad CINSA S.A.

Figura 1: Partes del cilindro



Servicios. Mantenimiento de cilindros: Los cilindros de almacenamiento de GLP, que se encuentra en el parque universal, adoptan la marca del distribuidor propietario del cilindro y símbolo GLP, identificador acompañante de la marca de cilindros, por tanto, son sujeto a mantenimiento y marcados según los parámetros establecidos en la NTC-522-2 Primera Actualización y la Resolución 181464 del 3 de septiembre de 2008.³

1.5 Número de empleados

El total de empleados de CINSA son 25 de los cuales 7 son administrativos y 18 operarios de la planta de producción, como se puede observar en la tabla 2 a continuación.

³ CINSA S.A., DCAL-01 Manual de calidad, versión 21, Cúcuta 2011, p.20.

Tabla 2: Número de empleos de Cinsa

AREA	EMPLEADOS
ADMINISTRATIVO	7
PLANTA	18
TOTAL	25

Fuente: Autores

1.6 Reseña histórica⁴

Comercial Industrial Nacional (Cinsa) se constituye el 10 de Agosto de 1971, incursionando en el mercado como una empresa fabricante de recipientes para el almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo (GLP), logrando su reconocimiento por más de 30 años.

Ha intervenido en proyectos del estado como han sido el Programa GLP Rural y el Programa Reposición de Cilindros donde ha logrado una cobertura del 70%. En la actualidad busca incrementar su participación en el mercado internacional, teniendo como objetivo el Grupo Andino y Centro América.

Cinsa se encuentra ubicada con su sede principal en la ciudad de Cúcuta – Norte de Santander; agencias en Mosquera – Cundinamarca, Girón – Santander y un deposito en Cartagena – Bolívar.

⁴ Cinsa S.A., DCAL-01 Manual de calidad, versión 21, Cúcuta 2011, p.30.

1.7 Misión

CINSA es una empresa dedicada al diseño, fabricación, comercialización y mantenimiento de recipientes seguros de alta calidad para el almacenamiento, transporte, distribución domiciliaria y empresarial de Gas Licuado de Petróleo, basados en: el mejoramiento continuo de nuestro sistema de calidad, una infraestructura física apropiada, un recurso humano calificado y capacitado, en función de lograr la permanencia, reconocimiento de la marca, crecimiento en el mercado nacional e internacional; garantizando la satisfacción del cliente, el beneficio social a la comunidad, económico para los accionistas y trabajadores; Fundamentados en valores como: Trabajo en equipo, la eficiencia, el sentido de pertenencia y el liderazgo.⁵

1.8 Visión

Ser una empresa con una sólida estructura organizacional que proporcione bienestar a sus empleados, clientes y proveedores, además de consolidar el liderazgo nacional de nuestra empresa en la línea de mantenimiento de cilindros, además retomar la incursión en el mercado internacional, sosteniendo un crecimiento y mejora integral en nuestra organización proyectando confianza en nuestro trabajo, ofreciendo la mejor calidad, disponibilidad y precio a todos nuestros clientes.

⁵ CINSA S.A., DCAL-01 Manual de calidad, versión 21, Cúcuta 2011, p.31.

2 DIAGNÓSTICO

Debido a la disminución en las ventas, la empresa se vio obligada a prescindir de los servicios de más del 63% de los empleados en la parte administrativa, pasando de 19 a 7 personas y, en el área de producción, se despidió al 47%, pasando de 34 a 18 empleados, contando actualmente con un total de 25 empleados.

La empresa cuenta con dos líneas de producción: La primera, es la línea de ensamble, constituida en 13 procesos iniciando con Rolado y finalizando en el registro y verificación de seriales de los cilindros terminados; la segunda línea es la de mantenimiento de cilindros usados, la cual consta de Granallado, inspección, corte, soldadura y se une a la línea de ensamble en la prueba hidrostática, siguiendo el mismo curso hasta terminar en el registro de seriales de cilindros terminados, todos los procesos están estandarizados ya que cuentan con manual de funciones.

Debido a la modificación de la forma de pago, sueldo a destajo a sueldo fijo, se vio afectada la producción de la planta disminuyendo las unidades producidas diariamente ya que los operarios se limitan al cumplimiento de metas.

El departamento de calidad organiza periódicamente auditorías internas y externas con el fin de implementar mejoras en la producción y capacitaciones sobre higiene y seguridad industrial a los operarios.

Debido a lo anterior se pudo observar que los principales inconvenientes que se presentan en la empresa son: Primero, la ubicación de los cilindros durante el flujo del proceso tanto de ensamble como de adecuación, esto afecta directamente el desenvolvimiento de las actividades en el proceso, causando demoras, interrumpiendo los traslados del material y dificultando el movimiento del operario en su área de trabajo.

Segundo, los tiempos improductivos que generan retrasos en la producción ya que los operarios no tienen un ritmo de trabajo continuo sino intermitente, tienen periodos de trabajo cortos y periodos de descanso largos.

Y tercero, la problemática a la que se enfrenta al programar su producción porque hay mucha rotación de personal, ya sea por ausencia de operarios en la empresa o por ayudar en algunos puestos de trabajo que no han podido alcanzar la meta mensual.

3 ANTECEDENTES

En la empresa Comercial Industrial S. A. ubicada en Girón no se ha realizado ningún tipo de estudio de métodos y tiempos formal para establecer el estándar de cada uno de sus procesos, los operarios de cada puesto de trabajo distribuyen el tiempo de la jornada laboral como mejor les parece con el fin de cumplir una meta diaria, por lo cual, en algunos procesos, los operarios terminan la meta antes de las 8 horas laborales disponiendo de tiempo ocioso.

La administración de CINSÁ Girón realizó un estudio informal de tiempos para establecer la meta diaria de cada proceso y estableció, como incentivo, un sistema de pago de bonos a los operarios que superen la meta mensual en sus procesos. Adicional a esto, se crearon los manuales de trabajo donde se especifica minuciosamente cada paso a realizar en los procesos y se les dio a conocer a los operarios con el fin de que cada uno de ellos pueda manejar varios puestos de trabajo. De esta manera, con la excepción de los operarios de soldaduras y prueba hidrostática, ningún empleado es indispensable y se puede remplazar rápidamente cuando se requiera.

Así mismo, se han realizado diferentes estudios similares en distintas empresas por parte de estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga que han servido como ejemplo y apoyo para la realización de este proyecto. En el cuadro número 1 podemos observar la información más relevante de estos proyectos.

Cuadro 1: Antecedentes

TITULO DEL PROYECTO	Estudio de métodos y tiempos desarrollado en Palmeras de Puerto Wilches S.A.	Estudio de métodos y tiempos en Tejidos de punto Lindalana S.A.	Estudio de Métodos y Tiempos (SALSAN) Practica Empresarial
AUTOR	Angélica María Ospino Arias	Mónica Mayerly Murcia Ballén	Zallen Martha Eloísa Mejía Lora
OBJETIVOS	Fue desarrollado para establecer en qué condiciones actuales se encuentra la empresa y hacer las respectivas recomendaciones fundamentales para el mejoramiento continuo.	Pretende brindar herramientas confiables de análisis de los métodos de trabajo utilizados por sección dentro de la empresa y a su vez determinar los posibles inconvenientes que se están presentando.	Se desea proporcionar a la empresa una medida realista del tiempo necesario para realizar una cantidad definida de trabajo y a su vez mejorar los procedimientos para volverlos más eficientes empleando el mínimo de recursos y obteniendo los mismos o mejores resultados.
MEJORAS	* Se reconocieron los despilfarros. * Disminuyó el tiempo improductivo de la jornada de trabajo. * El mantenimiento de la maquinaria mejoró la producción. * Se mejoró la jornada productiva. * Se adecuaron las distancias en la recepción de la materia prima.	* Se asignó adecuadamente trabajo al operario. * Se evitaron retrasos tanto de las maquinas como de los operarios por recepción de materias primas.	* Se implementó la estrategia de las 5 eses. * Se mejoró los procesos. * Se mejoraron las condiciones de las instalaciones de bienestar social. * Se actualizaron y mejoraron de los manuales de funciones.

Fuente: Autores

4 JUSTIFICACIÓN

Las empresas constantemente están en un proceso de mejora continua en todas sus áreas de trabajo, identificando los problemas y las causas que los generan se pueden solucionar y garantizar la calidad de sus productos y aumentar la productividad, creando confianza en sus clientes y adquiriendo nuevos mercados.

Como se menciona en el diagnostico el departamento de calidad realiza auditorias periódicas para verificar la calidad de los productos y la correcta ejecución de las actividades, y de esta manera poder proponer soluciones para corregir los problemas que se puedan presentar y así ofrecer mejores productos.

Para conseguir esto es necesario ejecutar un estudio de métodos y tiempos en los procesos de ensamble y mantenimiento de la empresa con el fin de determinar tiempos estándar, igualmente analizar los factores que intervienen como son: operarios, máquinas, herramientas, materiales. Con el análisis adecuado de estos factores se podrá encontrar fallas en los procesos como cuellos de botella, condiciones negativas que se puedan mejorar o por el contrario condiciones positivas que puedan fortalecer los procesos, por lo cual la empresa se ve en la necesidad de mejorar su proceso productivo buscando su optimización para lograr mayor rendimiento a través de la determinación de estándares y balanceo de línea, permitiéndole llevar un mejor control de sus procesos, mayor precisión en la programación, disminución de costos y además le permitirá conocer la máxima capacidad de la planta.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un estudio de tiempos y movimientos que permita estimar la capacidad de la planta e identificar los factores relacionados con el control de cada uno de los procesos con el fin de balancear la línea de producción de cilindros en la empresa Cinsa-Girón.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar la situación actual de la planta de ensamble y mantenimiento de cilindros.
- ✓ Describir cada uno de los procesos para el ensamble y mantenimiento de los cilindros.
- ✓ Tomar tiempos e identificar movimientos en todos los procesos que conforman las líneas de ensamble y mantenimiento de cilindros.
- ✓ Estimar el tiempo estándar para cada proceso.
- ✓ Reconocer los tiempos improductivos y movimientos innecesarios en los procesos realizados para el ensamble y mantenimiento de los cilindros.

6 MARCO CONCEPTUAL

6.1 Diagrama de operaciones de proceso⁶

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso productivo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque y almacenamiento del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal.

Los símbolos utilizados en el diagrama de procesos y su significado se presentan en la siguiente tabla.

Cuadro 2: Actividades utilizadas en el diagrama de proceso

ACTIVIDAD	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
Operación		Transformación de la materia prima.
Inspección		Revisión de la calidad de la pieza trabajada.
Transporte		Traslado un material de un lugar a otro.
Demora		Material en espera de ser procesado.
Almacenamiento		Almacenar el producto o materia prima.
Operación e Inspección		Realizar una operación y revisar la calidad.

⁶ Niebel, Freivalds. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11^a edición. México. Alfa omega, 2001, 28 p.

Los siguientes enfoques se aplican, en particular, cuando se estudia el diagrama de operaciones:

1. Propósito de la operación
2. Diseño de la parte o pieza
3. Tolerancias y especificaciones
4. Materiales y herramientas
5. Proceso de fabricación
6. Preparación
7. Condiciones de trabajo
8. Manejo de materiales
9. Distribución de planta
10. Principios de la economía de movimientos

6.2 Estudio de tiempos⁷

Los procedimientos del estudio de tiempos son los únicos métodos conocidos que pueden proporcionar información razonablemente exacta acerca de estándares de tiempos, necesarios para una operación eficiente en cualquier actividad. El estudio de tiempo es una de las formas de trabajo más exigentes e importantes en cualquier organización industrial.

Estudio de tiempos con cronómetro.

El estudio de tiempos con cronómetro se ha reducido a 10 pasos:

1. Seleccionar el trabajo que se va a estudiar.
2. Hacer acopio de la información sobre el trabajo.

⁷ Niebel, Freivalds. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11^a edición. México. Alfaomega, 2001, 335-338 p.

3. Dividir el trabajo en elementos.
4. Efectuar el estudio de tiempos.
5. Hacer la extensión del estudio de tiempos.
6. Determinar el número de ciclos por cronometrar
7. Calificar, nivelar y normalizar el desempeño del operario.
8. Aplicar tolerancias
9. Verificar la lógica
10. Publicar el estándar de tiempos.

El equipo mínimo que se requiere para realizar un estudio de tiempo comprende un cronómetro, una tabla de estudio, formas impresas para el estudio de tiempos y calculadora.

Calificación, nivelación y normalización⁸

La calificación o evaluación es el proceso de ajustar el tiempo que tarda un operador, al que le correspondería a un operador normal. El especialista industrial debe comprender los estándares industriales de lo que es *normal*. La calificación del operador comprende cuatro factores:

1. Destreza
2. Consistencia
3. Condiciones de trabajo
4. Esfuerzo

Tres de estos factores se toman en consideración de otras maneras y tienen poco efecto sobre la calificación. El esfuerzo es el factor más importante y de mayor interés para el estudio.

⁸ Niebel, Freivalds. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11^a edición. México. Alfa omega, 2001, 394-395 p.

Tolerancias⁹

Las tolerancias son tiempo añadido al tiempo normal para hacer que el estándar sea práctico y alcanzable. Ningún gerente o supervisor espera que sus empleados trabajen todos los minutos de cada hora.

Las tolerancias se clasifican en tres categorías:

1. Personales.
2. Por fatiga.
3. Retrasos.

6.3 Tiempo estándar¹⁰

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en un estudio de tiempos.

Para establecer el tiempo estándar (TS) de cada proceso se aplicó la siguiente fórmula:

$$TS = TN * (1 + SUPLEMENTO)$$

Donde TS es el tiempo estándar de cada proceso, TN es el tiempo normal y el SUPLEMENTO es el establecido para cada proceso.

Aplicaciones del tiempo estándar:

⁹ Niebel, Freivalds. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11^a edición. México. Alfa omega, 2001, 434-435 p.

¹⁰ Niebel, Freivalds. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11^a edición. México. Alfa omega, 2001, 543-544 p.

- Para determinar el salario devengable por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.
- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.
- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo

6.4 Balanceo de la celda de trabajo, de la línea de ensamble y de la planta¹¹

¹¹ Niebel, Freivalds. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11^a edición. México. Alfa omega, 2001, 46 p.

La técnica del balanceo es una aplicación del tiempo estándar para fines de:

1. Igualar la carga de trabajo entre personas, celdas y departamentos.
2. Identificar la operación cuello de botella.
3. Establecer la velocidad de la línea de ensamble.
4. Determinar el número de estaciones de trabajo.
5. Ayudar a determinar el costo de la mano de obra.
6. Establecer el porcentaje de carga de cada operario.

7 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

La empresa Cinsa-Girón se encarga del ensamble y mantenimiento de cilindros utilizados en la distribución y almacenamiento del Gas Licuado de Petróleo (GLP). Para efectos del proyecto se tomará como objeto de estudio cilindros de 15 Kg para ensamble y adecuación de cilindros.

7.1 Ensamble

7.1.1 Rolado.

Este proceso consiste en pasar la lámina de acero inoxidable por los rodillos de la máquina roladora para darle forma cilíndrica, en el cuadro 3 se detallan las actividades que se llevan a cabo en este proceso.

Cuadro 3: Descripción de actividades de Rolado

N°	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Alistamiento de la maquina.	6 veces al día	Operación	EPP, Herramientas de ajuste
2	Solicitar al montacargas el suministro de materia prima (Láminas).	1 por día	Operación – Demora	Montacargas
3	Separar láminas para un mejor trabajo.	Cada 3 a 5 placas	Operación – Demora	Platina
5	Voltear lamina a rolar con el fin de observarla.	Repetitiva	Operación	Placa
6	Transportar la lamina a máquina Roladora.	Repetitiva	Transporte	Placa
7	Ubicar la lamina en la maquina Roladora.	Repetitiva	Operación	Roladora
8	Empujar la lamina hacia la maquina y accionar por un momento el pedal que activa el rolado.	Repetitiva	Operación	Roladora
9	Subir la palanca que ajusta los rodillos.	Repetitiva	Operación	Roladora
10	Realizar la operación de rolado por completo activando el pedal.	Repetitiva	Operación	Roladora
11	Desactivar el rolado con el pedal.	Repetitiva	Operación	Roladora
12	Desactivar gato hidráulico y seguro de la maquina por medio de palancas.	Repetitiva	Operación	Roladora
13	Sacar la pieza rolada e inspeccionarla.	Repetitiva	Operación	Pieza Rolada
14	Transportar la pieza rolada a banda transportadora.	Repetitiva	Transporte	Pieza Rolada
15	Inspeccionar la pieza rolada y empujar por la banda transportadora la pieza rolada.	Repetitiva	Inspección – Operación	Pieza Rolada
16	Activar gato hidráulico y seguro de la maquina por medio de palancas.	Repetitiva	Operación	Roladora
17	Asear el área de trabajo.	1 por día	Operación	Escoba
18	Diligenciar el F PRO 08 para entregarlo a jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.2 Punteo de cuerpos:

Este proceso consiste en hacer puntos de soldadura a dos cuerpos ya rolados para poder realizar la soldadura longitudinal, en el cuadro 4 se muestran las actividades de este proceso.

Cuadro 3: Descripción de actividades de Punteo de cuerpos

Nº	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar herramientas y alistarse para iniciar con la actividad	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Seleccionar la primera pieza a soldar	Repetitiva	Operación	Piezas Roladas
3	Ubicar la pieza en el puesto de trabajo	Repetitiva	Transporte	Piezas Roldas
4	Acciona la palanca manual que asegura la pieza.	Repetitiva	Operación	Maquina
5	Golpear con martillo la pieza para un ajuste más preciso.	Repetitiva	Operación	Martillo
6	Agarrar platina, bajar careta de protección, agarrar la antorcha y realizar soldadura en punto superior y en el centro del cilindro.	Repetitiva	Operación	Careta- Antorcha
7	Subir careta de protección y acomodar primer cuerpo a un lado del puesto de trabajo.	Repetitiva	Operación	Careta – Antorcha
8	Seleccionar la segunda pieza a soldar.	Repetitiva	Operación	Piezas Roladas
9	Ubicar la pieza en el puesto de trabajo.	Repetitiva	Operación	Piezas Roladas
10	Acciona la palanca manual que asegura la pieza.	Repetitiva	Operación	Prensa Hidráulica
11	Agarrar platina para realizar soldadura en punto superior.	Repetitiva	Operación	Platina
12	Bajar careta de protección y realizar soldadura en parte superior.	Repetitiva	Operación – Inspección	Careta- Antorcha
13	Subir careta de protección, Soltar la palanca y acomodar los dos cuerpos para unirlos	Repetitiva	Operación	Careta – piezas - Herramientas
14	Bajar careta de protección y realizar soldadura en la mitad de los cuerpos para unirlos.	Repetitiva	Operación	Careta – Antorcha
15	Subir careta de protección y dejar antorcha en su puesto de trabajo	Repetitiva	Operación	Careta – Antorcha
16	Activar y desactivar la palanca para realizar inspección a la pieza.	Repetitiva	Operación – Inspección	Máquina
17	Transportar la pieza y dejarla en la banda transportadora.	Repetitiva	Operación	Piezas Fundidas Banda. Trans.
18	Realizar el aseo de su puesto de trabajo y organizar.	Repetitiva	Operación	Escoba
19	Diligenciar el formato F PRO 08 para entregar a jefe de producción	Repetitiva	Transporte	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.3 Soldadura longitudinal:

Después del punteo de los cuerpos, se pasan por la máquina de soldadura longitudinal para unir la lámina formando así un cilindro, las actividades detalladas se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 4: Descripción de actividades de Soldadura longitudinal

Nº	Actividades - Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Alistamiento y preparación de la máquina para realizar actividad respectiva	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Caminar a banda transportadora que alimenta al proceso, proveniente de punteo de cuerpos	Repetitiva	Transporte	Banda. Transportadora
3	Seleccionar la pieza a soldar, limpiarlo y transportarlo a máquina de soldadura longitudinal	Repetitiva	Operación – Transporte	Piezas Fundidas
4	Ubicar la pieza a soldar en la máquina y alinearla con el carro de soldadura.	Repetitiva	Operación	Piezas Fundidas - Maquina
5	Activar el gato hidráulico con la palanca.	Repetitiva	Operación	Máquina
6	Cuadrar de nuevo la pieza y cuadrar el carro para iniciar.	Repetitiva	Operación	Máquina – Pieza
7	Operar la máquina para realizar la soldadura.	Repetitiva	Operación	Maquina
8	Limpiar maquina y pieza de polvo fundente y escoria.	Repetitiva	Operación	Pieza metálica
9	Desactivar el gato hidráulico por medio de la palanca.	Repetitiva	Operación	Máquina
10	Sacar el cuerpo soldado hasta la punta del rodillo.	Repetitiva	Operación	Máquina – Cuerpo
11	Accionar la palanca para bajar el gato hidráulico.	Repetitiva	Operación	Máquina
12	Cortar punta de la maquina con alicates.	Repetitiva	Operación	Alicate
13	Operar maquina y correrla	Repetitiva	Operación	Maquina
14	Accionar la palanca para subir el gato hidráulico y soltar el cuerpo	Repetitiva	Operación	Máquina
15	Retirar las platinas de sacrificio y separar los cuerpos	Repetitiva	Operación	Alicates
16	Inspección de cuerpos soldados.	Repetitiva	Operación	Manos – Sentidos
17	Transportar los cuerpos a zona de alimentación del proceso de ensamble	Repetitiva	Operación	Cuerpos
18	Alimentar la tolva de la maquina con fundente	Repetitiva	Inspección	Fundente - Máquina
19	Asear el puesto de trabajo y dejarlo organizado	Repetitiva	Transporte	Escoba
20	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	Cada 5 Piezas	Operación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.4 Ensamble de cilindros:

Este proceso consiste en hacer puntos de soldadura para juntar la base y la tapa con el cuerpo del cilindro, en el cuadro 6 se presentan las actividades de este proceso.

Cuadro 5: Descripción de las actividades de Ensamble de cilindros

Nº	Actividades - Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar herramientas para iniciar con las actividades diarias	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Seleccionar cuerpo a soldar	Repetitiva	Operación	Cuerpo
3	Ubicar el cuerpo a soldar en el puesto de trabajo	Repetitiva	Operación – Transporte	Cuerpo
4	Seleccionar parte superior del cilindro y ubicarlo en el puesto de trabajo	Repetitiva	Operación – Transporte	Tapa
5	Seleccionar parte inferior del cilindro y ubicarla en el puesto de trabajo	Repetitiva	Operación – Transporte	Fondo
6	Accionar el gato hidráulico que asegura la pieza	Repetitiva	Operación	Maquina
7	Golpear con martillo las piezas a soldar con el fin de ajustarlas	Repetitiva	Operación	Martillo
8	Agarrar antorcha y bajar careta de seguridad	Repetitiva	Operación	Careta – Antorcha
9	Realizar soldadura de punto en parte inferior y superior	Repetitiva	Operación	Piezas a Ensamblar
10	Desactivar el gato hidráulico	Repetitiva	Operación	Maquina
11	Girar el cilindro y activar el gato hidráulico	Repetitiva	Operación	Cilindro
12	Realizar soldadura de punto en parte inferior y superior	Repetitiva	Operación	Cilindro
13	Desactivar el gato hidráulico	Repetitiva	Operación	Maquina
14	Inspeccionar el cilindro ensamblado y deslizarlo por la banda transportadora	Repetitiva	Inspección – Transporte	Banda Transportadora
15	Organizar y asear su puesto de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
16	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo a jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.5 Soldadura circular:

Después de unida la base y el fondo con el cuerpo del cilindro en el proceso anterior se realiza la soldadura circular para sellar y unir completamente todas las piezas formando el cilindro.

Cuadro 7: Descripción de las actividades de Soldadura circular

Nº	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Alistar la maquina y sus implementos para realizar las actividades diarias	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Seleccionar el cilindro a soldar	Repetitiva	Operación	Cilindro
3	Ubicar el cilindro en la maquina y accionar gato hidráulico por medio de la palanca.	Repetitiva	Operación – Transporte	Cilindro – Maquina
4	Accionar la máquina para que realice la soldadura	Repetitiva	Operación	Maquina
5	Golpear con martillo al cilindro y quitar la escoria del cilindro	Repetitiva	Operación – Transporte	Martillo - Cilindro
6	Desactivar la maquina y liberar el cilindro desactivando el gato hidráulico por medio de la palanca.	Repetitiva	Operación	Maquina
7	Inspeccionar el cilindro y deslizar por la banda transportadora	Repetitiva	Inspección - Transporte	Cilindro
8	Asear su puesto de trabajo y organizar	1 por día	Operación	Escoba
9	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.6 Inspección y rotulado:

Este proceso consiste en inspeccionar la soldadura circular realizada en el proceso anterior y rotular la capacidad en Kg del cilindro, las actividades del proceso de inspección y rotulado se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8: Descripción de las actividades de Inspección y Rotulado

Nº	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Alistar implementos para realizar las actividades diarias	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Seleccionar el cilindro	Repetitiva	Operación	Cilindro
3	Ubicar el cilindro en el puesto de trabajo e inspeccionar el cilindro	Repetitiva	Operación – Transporte	Cilindro – Maquina
4	Agarrar martillo y dados	Repetitiva	Operación	Maquina
5	Marcar la capacidad del cilindro en la tapa	Repetitiva	Operación – Transporte	Martillo - Cilindro
6	Bajar el cilindro y ubicarlo en la zona de normalizado	Repetitiva	Operación	Maquina
7	Asear su puesto de trabajo y organizar	1 por día	Operación	Escoba
8	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe.	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.7 Normalizado:

Este proceso consiste en pasar los cilindros por el horno a una temperatura entre 550°C y 600°C para liberar las tensiones provocadas por las soldaduras, en el cuadro 9 se presentan las actividades de normalizado.

Cuadro 9: Descripción de actividades de Normalizado

Nº	Actividades - Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar las herramientas y alistarse para iniciar con las actividades diarias	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Encender el horno y alistar cilindros a trabajar	1 por día	Operación	Horno – Cilindros
3	Colgar los cilindros en los ganchos que estén disponibles.	Repetitiva	Operación	Cilindros
4	Esperar que los ganchos entren y salgan del horno para desocuparlos y alimentar nuevamente el Horno	Repetitiva	Operación	Cilindros – Horno
5	Ubicar los cilindros en la parte derecha para ser transportados a P.H.	Repetitiva	Operación	Cilindros
6	Apagar el horno	1 por día	Operación	Horno
7	Asear y organizar el área de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
8	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.8 Prueba hidrostática:

Este proceso consiste en identificar defectos en las soldaduras de los cilindros llenándolos con agua y pasando una manguera con aire por todas las juntas, las actividades de este proceso se pueden observar en el cuadro 10.

Cuadro 10: Descripción de actividades de Prueba hidrostática

Nº	Actividades - Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Alistar y preparar el puesto de trabajo y las herramientas para desarrollar las actividades diarias	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Seleccionar cilindro a probar	10 por prueba	Operación	Cilindro
3	Ubicar el cilindro en el puesto de trabajo y activar el seguro hidráulico	10 por prueba	Operación	Cilindro – Máquina
4	Permitir el paso de agua y aire a los cilindros por medio de una manija	10 por prueba	Operación	Máquina
5	Activar la bomba para que los cilindros se llenen de agua y aire	1 por prueba	Operación	Bomba de Agua
6	Esperar que los cilindros se llenen	1 por prueba	Demora	No aplica
7	Apagar la bomba y bloquear las mangueras que permiten la salida de agua de los cilindros por medio de una manija	1 por prueba	Operación	Bomba de agua
8	Martillar los cilindros y observarlos para realizar la prueba	10 por prueba	Operación	Martillo – Cilindro
9	Permitir la salida de aire y agua operando las dos manijas	10 por prueba	Operación	Puesto de Prueba
10	Señalar los cilindros a reparar	10 por prueba	Inspección	Tiza
11	Desactivar la palanca de seguridad y darle la vuelta a la máquina para el desagüe.	1 por prueba	Operación	Máquina
12	Ubicar los cilindros que pasaron la prueba en la rampa que comunica a la zona para el peso y registro del serial.	1 por prueba	Transporte	Cilindros
13	Ubicar los cilindros a reparar en la zona de registro.	1 por prueba	Transporte	Cilindros
14	Asear el área de trabajo y organizar las herramientas	1 por día	Operación	Escoba
15	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción.	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.9 Peso y registro:

Este proceso consiste en pesar los cilindros y registrarlos en el computador, en el cuadro 11 se muestran las actividades de peso y registro.

Cuadro 11: Descripción de actividades de peso y registro

Nº	Actividades - Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar las herramientas y alistarse para iniciar con las actividades diarias	1 por día	Operación	EPP - PC
2	Tomar cilindros conformes de banda transportadora y ponerlos en el peso	Repetitiva	Operación	Peso - Cilindros
3	Registrar los cilindros conformes y marcarlos con el peso	Repetitiva	Operación	Cilindros – PC - tiza
4	Subir los cilindros conformes a la rampa que comunica con tara	Repetitiva	Operación	Cilindros – Rampa
5	Cambiar de PC para registro de los no conformes	Repetitiva	Operación	PC
6	Registrar los cilindros no conformes	Repetitiva	Operación	PC – Cilindros
7	Llevar los cilindros no conformes a Parcheo	Repetitiva	Transporte	Manos
8	Apagar los equipos	1 por día	Operación	PC
9	Asear el puesto de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
10	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.10 Parcheo:

Este proceso consiste en reparar los defectos detectados en la prueba hidrostática, las actividades correspondientes a este proceso se encuentran en el cuadro 12.

Cuadro 12: Descripción de actividades de parcheo

Nº	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar el puesto de trabajo	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Seleccionar el cilindro a reparar	Repetitiva	Operación	Cilindro
3	Transportar y ubicar el cilindro en el puesto de trabajo y observar las partes averiadas	Repetitiva	Operación – Transporte	Cilindro –Maquina
4	Tomar la pulidora y realizar las reparaciones en el cilindro	Repetitiva	Operación	Maquina
5	Cambiar la careta y tomar la antorcha y bajar la careta de protección	Repetitiva	Operación – Transporte	Martillo - Cilindro
6	Realizar soldadura en el cilindro, subir la careta y dejar la antorcha	Repetitiva	Operación	Maquina
7	Cambiar careta, tomar lija y bajar la careta de protección	Repetitiva	Inspección - Transporte	Maquina
8	Lijar la soldadura realizada, quitar careta.	Repetitiva	Operación	Maquina
9	Registrar reparación en el computador	Repetitiva		PC
10	Asear su puesto de trabajo y organizar	1 por día	Operación	Escoba
11	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.11 Tara:

Este proceso consiste en rotular en el cilindro el peso registrado en el proceso anterior, las actividades se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13: Descripción de actividades de tara

Nº	Actividades - Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Alistar herramientas y preparar el puesto de trabajo para desarrollar las actividades diarias	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Seleccionar el cilindro a tarar	Repetitiva	Operación	Cilindro
3	Ubicar el cilindro en el puesto de trabajo	Repetitiva	Transporte	Manos
4	Agarrar martillo y dados para tarar	Repetitiva	Operación	Martillo - Dados
5	Realizar la tara donde se marca el peso	Repetitiva	Operación	Martillo - Dados
7	Bajar el cilindro del puesto de trabajo y dejarlo en la rampa que conduce a Pintura	Repetitiva	Transporte	Cilindro
8	Organizar y asear su puesto de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
9	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Operación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.12 Pintura:

Este proceso consiste en aplicar una capa de pintura al cilindro, en el cuadro 14 se pueden observar las actividades pertenecientes a este proceso.

Cuadro 14: Descripción de actividades de Pintura

Nº	Actividades - Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Alistar las herramientas de trabajo y colocarse los implementos de seguridad	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Seleccionar cilindro a pintar	Repetitiva	Operación	Cilindros
3	Ubicar el cilindro en los ganchos para que entren a la zona de pintura	Repetitiva	Transporte	Cilindros
4	Esperar que el cilindro entre en la zona de pintura			
5	Realizar el proceso de pintado de los cilindros	Repetitiva	Operación	Pistola para pintar
6	Esperar que el cilindro salga de la zona de pintura			
7	Bajar el cilindro del gancho	Repetitiva	Operación	No aplica
8	Transportar cilindro a zona de secado	Repetitiva	Operación	No aplica
9	Asear el puesto de trabajo y asegurar el área	1 por día	Operación	Escoba
10	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.13 Valvulado:

Este proceso consiste en aplicar pegante a la boquilla de la válvula y ajustarla con la máquina Valvuladora, en el cuadro 15 se presentan las actividades de este proceso.

Cuadro 15: Descripción de actividades de valvulado

Nº	Actividades - Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar y alistar el puesto de trabajo y las herramientas	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Solicitar y transportar válvulas para trabajar	De 2 a 3 por día	Transporte	Cilindros
3	Aplicar pegante en la boquilla del cilindro	Repetitiva	Operación	Cilindros - Pegante
4	Ubicar la válvula en la boquilla y dejarle medio puesta	Repetitiva	Operación	Cilindros - Válvula
5	Ubicar el cilindro en la máquina de trabajo	Repetitiva	Operación	Maquina - Cilindro
6	Asegurar el cilindro a la maquina.	Repetitiva	Operación	Maquina
7	Realizar el roscado del cilindro para apretar la válvula	Repetitiva	Operación	Maquina
8	Desasegurar el cilindro.	Repetitiva	Operación	Maquina
9	Bajar el cilindro para realización de Prueba Neumática	Repetitiva	Transporte	Cilindros
10	Asear el puesto de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
11	Diligenciar el FPRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.14 Prueba neumática:

Este proceso consiste en inspeccionar la válvula puesta llenando el cilindro de aire y aplicando solución espumosa, las actividades de este proceso se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16: Descripción de actividades de prueba neumática

Nº	Actividades - Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Alistar y preparar herramientas para desarrollar las actividades diarias	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Abrir la válvula del cilindro.	Repetitiva	Operación	Cilindro
3	Conectar la máquina al cilindro y llenarlo de aire.	Repetitiva	Operación	Cilindro – Máquina
4	Cerrar la válvula y retirar la máquina.	Repetitiva	Operación	Cilindros
5	Aplicar solución espumosa en la válvula para detectar fugas de aire.	Repetitiva	Operación	Solución espuma - Cilindro
6	Observar e inspeccionar que el cilindro está en buen estado	Repetitiva	Inspección	Cilindros
7	Ubicar el cilindro para realizar el registro y ponerle la etiqueta de producto terminado.	Repetitiva	Transporte	Cilindros
8	Asear y organizar el lugar de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
9	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo a jefe.	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: Autores

7.1.15 Registro y verificación de seriales:

Este proceso consiste en registrar los seriales de los cilindros, verificar que la información concuerde con la arrojada por el computador y pegar los códigos de barras, en el cuadro 17 se presentan las actividades de este proceso.

Cuadro 17: Descripción de actividades de registro y verificación

N°	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Alistar implementos para la realización de las labores	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Digitar el serial de los dos cilindros en el computador.	Repetitiva	Documentación Magnética	PC
3	Revisar e imprimir los códigos de barras.	1 cada 2 cilindros	Documentación Magnética	PC – Impresora
4	Pegar los códigos de barras a los cilindros	1 cada 2 cilindros	Inspección – Operación	Etiquetas
5	Apagar el computador y organizar el puesto	Repetitiva	Operación	PC – Escoba
6	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	Repetitiva	Operación	Lapicero

Fuente: Autores

7.2 Adecuación de cilindros

7.2.1 Granallado:

Este proceso consiste en quitar la pintura de los cilindros por medio de la granalladora, las actividades están en el cuadro 18.

Cuadro 18: Descripción de actividades de granallado

N°	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar y alistar herramientas y máquina para el desarrollo de las actividades	1 por día	Operación	EPP - Máquina
2	Seleccionar los cilindros a limpiar en la operación	Repetitiva	Operación	Cilindro
3	Desasegurar con manijas y bajar la puerta de la maquina	2 por proceso	Operación	Maquina
4	Desenganchar 2 varillas para permitir entrada y salida de los cilindros	3 por proceso	Operación	Cilindro - Maquina
5	Introducir cilindros en la máquina para limpiarlos	6 por proceso	Operación	Cilindro - Maquina
6	Asegurar 2 varillas que permiten entrada y salida de cilindros	3 por proceso	Operación	Cilindro - Maquina
7	Subir puerta de la máquina y asegurar con manijas	1 por proceso	Operación	Maquina
8	Activar el proceso de granallado	1 por proceso	Operación	Maquina
9	Esperar a que el proceso termine	1 por proceso	Demora	No Aplica
10	Apagar la máquina	1 por proceso	Operación	Maquina
11	Desasegurar con manijas la máquina y bajar la puerta	2 por proceso	Operación	Maquina
12	Desenganchar 2 varillas que permiten la entrada y salida de cilindros	3 por proceso	Operación	Cilindro - Maquina
13	Bajar los cilindros limpios	1 por proceso	Operación	Cilindro
14	Transportar los cilindros a zona de registro	Repetitiva	Transporte	Rampa
15	Asear y organizar el área de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
16	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe.	1 por día	Documento	Lapicero

Fuente: autores

7.2.2 Clasificación:

Este proceso consiste en clasificar los cilindros según el tipo de reparación que necesite los cilindros, las actividades se presentan en el cuadro 19.

Cuadro 19: Descripción de actividades de clasificación

Nº	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar las herramientas para el desarrollo de actividades	1 por día	Operación	Implementos de Seguridad
2	Tomar el cilindro de la rampa	Repetitiva	Operación	Cilindros
3	Inspeccionar el cilindro	Repetitiva	Inspección	Cilindros
4	Clasificar el cilindro en tipo de reparación (A, B1, B2, B3 ó Destrucción)	Repetitiva	Operación – inspección	Cilindros – Marcador
5	Copiar el serial y tipo de clasificación en el computador	Repetitiva	Documentación Magnética	PC
6	Transportar el cilindro a la respectiva zona según la clasificación	Repetitiva	Operación	Cilindros - Rampa
7	Organizar y asear el área de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
8	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: autores

7.2.3 Corte:

Este proceso consiste en quitar la base y/o la tapa del cilindro a reparar, las actividades de este proceso se presentan en el cuadro 20.

Cuadro 20: Descripción de actividades de corte.

Nº	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar las herramientas y puesto de trabajo para el desarrollo de actividades	1 por día	Operación	EPP – Cortadora
2	Tomar cilindros y subirlos al puesto de trabajo	Repetitivo	Operación	Cilindros
3	Borrar tara de los cilindros tipo B1	Repetitiva	Inspección	Cilindros
4	Cortar la pieza del cilindro que se encuentre dañada.	Repetitiva	Operación	Cilindros – Cortadora
5	Pulir la zona cortada	Repetitiva	Operación	Cortadora
6	Transportar el cilindro a la rampa que comunica este proceso con soldadura	Repetitiva	Operación	Cilindros - Rampa
7	Organizar y asear el área de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
8	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: autores

7.2.4 Soldadura:

Este proceso consiste en soldar la placa y la base o tapa en los cilindros según el tipo de reparación que requiera el cilindro, en el cuadro 21 se presentan las actividades de este proceso.

Cuadro 21: Descripción de actividades de soldadura

Nº	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar las herramientas y puesto de trabajo para el desarrollo de actividades	1 por día	Operación	EPP – Máquina
2	Tomar cilindros de la rampa y ponerlos en el puesto de trabajo	Repetitivo	Operación	Cilindros
3	Soldar fondos y/o tapas	Repetitiva	Operación	Cilindros – Máquina
4	Soldar placa	Repetitiva	Operación	Cilindros – Máquina
5	Transportar el cilindro a la rampa que comunica este proceso con Tara 1	Repetitiva	Operación	Cilindro - Rampa
6	Organizar y asear el área de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
7	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: autores

7.2.5 Rotulado:

Este proceso consiste en marcar el cilindro con la fecha de reparación y el número del taller, las actividades correspondientes a este proceso se muestran en el cuadro 22.

Cuadro 22: Descripción de actividades de Rotulado

Nº	Actividades – Descripción	Frecuencia	Tipo de Actividad	Herramientas - Maquinas
1	Preparar las herramientas y puesto de trabajo para el desarrollo de actividades	1 por día	Operación	EPP – Máquina
2	Tomar cilindros de la rampa y ponerlos en el puesto de trabajo	Repetitivo	Operación	Cilindros
3	Tomar martillo y dado para marcar el cilindro	Repetitiva	Operación	Cilindros – Martillo - Dados
4	Marcar la fecha de reparación y número del taller	Repetitiva	Operación	Cilindros – Martillo - Dados
5	Transportar el cilindro a la rampa que comunica este proceso con P.H.	Repetitiva	Operación	Cilindro - Rampa
6	Organizar y asear el área de trabajo	1 por día	Operación	Escoba
7	Diligenciar el F PRO 08 y entregarlo al jefe de producción	1 por día	Documentación	Lapicero

Fuente: autores

8 ESTUDIO DE TIEMPOS

Se aplicó esta técnica con el fin de establecer un estándar de tiempo válido para realizar los procesos de las líneas. El tiempo de ciclo se determinará de acuerdo con las mediciones que se tomaron y además teniendo en cuenta los suplementos y la calificación de cada proceso.

Para este proyecto aplicado se utilizó un estudio de tiempos con cronómetro, ya que se considera cada detalle del trabajo y su relación con el tiempo normal requerido para realizar el ciclo completo.

8.1 Cálculo de la muestra¹²

Para determinar el número de observaciones a realizar en cada proceso se ha utilizado las siguientes fórmulas estadísticas:

a). Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{M}}{M - 1}}$$

Donde:

S= Desviación estándar

T=Tiempo

m= muestra

b). Intervalo de confianza I_m

$$I_{m=2T_{0.90}\left(\frac{S}{\sqrt{M}}\right)}$$

En donde:

I_m = Intervalo de confianza

¹² Abraham, Camilo. Manual de tiempos y movimientos, ingeniería de métodos, México, Limusa, 2008, 104-105 p.

$T_{0.90}$ = T de student para una confianza del 90%

S= Desviación estándar

c). Intervalo de confianza I

$$I = 2 \times 0.05 \bar{T}$$

I= intervalo de confianza

$\bar{T}$ = promedio de los tiempos

d). La relación I_m, I

Si I_m es igual o menor que I, la muestra de M observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo.

Si I_m es mayor que I, se requiere observaciones adicionales, ósea, calcular N.

e). Número de observaciones requeridas.

$$N = \frac{4(T_{0.90})^2 S^2}{I^2}$$

Para poder aplicar esta fórmula se tomo previamente una premuestra de tiempos de las actividades realizadas en cada proceso, las mismas a observar en la muestra. Las premuestras fueron de 20 observaciones, con estas fórmulas se realizó el cálculo de la muestra para cada proceso. (Ver anexo A).

Se utilizó la distribución t-student ya que el tamaño de la muestra es pequeño, para este caso en particular 20 datos que concuerda con esta característica $n < 30$.

En la distribución t, el intervalo de confianza permite determinar la exactitud, la cual, de acuerdo al uso final de los resultados, puede establecerse del 3% al 10%, para el estudio se determinó un 95% de confianza y el error o porcentaje de error es del 5% para este estudio, tomando en cuenta que no son complementarios la confianza y el error.

8.2 Toma de tiempos

Para el estudio de tiempos empleado en esta empresa se utilizó el método continuo debido a que se adapta mejor a la medición y registro de elementos muy cortos, para el registro de los tiempos de las actividades de cada uno de los procesos se empleó el formato propuesto en el texto de Niebel – Freivalds titulado "Ingeniería Industrial - Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo" Décima edición de la editorial Alfa omega (Ver anexo B).

Se registraron los tiempos de todos los procesos según el número de ciclos dado por el cálculo de la muestra mediante la distribución t-student (ver anexo C).

Los pasos utilizados para realizar este estudio de tiempos son los siguientes (Ver en el anexo B los números correspondientes a estos pasos):

- (1) Sincronizar el cronómetro con el reloj maestro y registrar el tiempo de inicio.
- (2) Caminar al puesto de trabajo e iniciar el estudio. Esta lectura es el Tiempo Transcurrido Antes del Estudio (TTAD).
- (3) Calificar el desempeño del operario y registrar la calificación sencilla o, como se realizó en este proyecto, la calificación global.
- (4) Oprimir el botón del cronómetro al inicio de la siguiente operación y registrarlo en la columna TC dado que es tiempo continuo.
- (5) Para los elementos extraños, indicar con una letra en la columna NOTA y registrar los tiempos en la sección de *elementos extraños*.
- (6) Una vez cronometradas todas las actividades, detener el reloj maestro y registrar el tiempo de terminación.
- (7) Registrar la lectura del Tiempo Transcurrido Después del Estudio (TTDS).
- (8) Sumar (2) y (7) para obtener el tiempo de verificación.

- (9) Restar (6) menos (1) para obtener el tiempo transcurrido.
- (10) Tiempo Normal total se obtiene del producto del tiempo observado total y la calificación.
- (12) suma de todos los totales de los tiempos observados.
- (13) Suma de todos elementos extraños.
- (14) Suma de (8), (12) y (13).
- (15) Resta de (9) menos (14). Usar valor absoluto.
- (16) Dividir (15) entre (9). Se espera un valor menor al 2%

8.3 Calificación del desempeño

Existen 4 métodos para calificar el desempeño de los operarios en las diferentes actividades que realizan en una empresa, Para este proyecto se aplicó el sistema Westinghouse debido a su baja complejidad, alto grado de minucia y, lo más significativo, porque no requiere de observadores expertos, en el tema de calificación de desempeño o en los procesos que se van a calificar, para aplicar este sistema. (Ver anexo 2).

8.4 Suplementos

Las lecturas de cronómetro en un estudio de tiempos se toman en un periodo corto, por lo cual el tiempo normal no incluye demoras inevitables, que no fueron observadas, ni algunos otros tiempos perdidos legítimos. En consecuencia se deben hacer unos ajustes para compensar estas pérdidas.

Según lo que estableció la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en 1957, en los suplementos constantes se tienen en cuenta las necesidades personales a las cuales se les asigna un valor de 5% para tiempo personal, o

cerca de 24 minutos en un turno de 8 horas y suplementos por fatiga básica al cual se asigna el 4% del tiempo normal. Dando un total de 9% de suplemento inicial básico.

Para la asignación de estos factores de calificación en cada uno de los procesos se utilizó la tabla de sistema de suplemento por descanso establecido en el libro de la OIT titulado Introducción al Estudio del Trabajo – Segunda edición (Ver anexo E).

Los suplementos establecidos para cada uno de los procesos de la línea de ensamble se pueden observar en el Anexo F y la calificación de los procesos en la línea de adecuación se pueden observar en el Anexo G.

8.5 Tiempo estándar

Una vez recolectada la información de los tiempos en cada proceso se tabulo la información donde se hallaron el tiempo estándar de cada actividad y el tiempo estándar total de cada proceso, para hallar el tiempo estándar se utilizó la siguiente fórmula:

$$TS = TN * (1 + SUPLEMENTO)$$

Donde:

TS: Tiempo estándar

TN: tiempos normal

De esta manera se estableció un tiempo estándar para realizar cada uno de los procesos tanto en ensamble como en mantenimiento permitiendo establecer las unidades a producir diariamente. (Ver anexo H).

8.6 Balanceo de la línea de ensamble

La producción de la línea de ensamble de cilindros de Cinsa – GIRON es de seiscientos (600) unidades diarias en un turno de ocho (8) horas y de 12.000 unidades al mes, dado que las condiciones de trabajo son normales, es decir, la maquinaria se encuentra en buenas condiciones, existe buen flujo de materia prima y los operarios están capacitados para realizar las tareas que le corresponden, se puede planear una eficiencia del 90% para el cálculo de diferentes factores como el índice de producción (IP) el cual está dado por la siguiente fórmula:

$$IP = \text{La producción de la línea} / \text{tiempo laboral en minutos}$$

Según estos datos se tiene un índice de producción de 1.25 para la línea de ensamble de cilindros.

Teniendo en cuenta los tiempos estándar establecidos previamente para cada proceso se estableció el número de operarios que debe tener cada operación y se obtuvo una eficiencia del 76% en la línea y una holgura del 24%. (Ver anexo H)

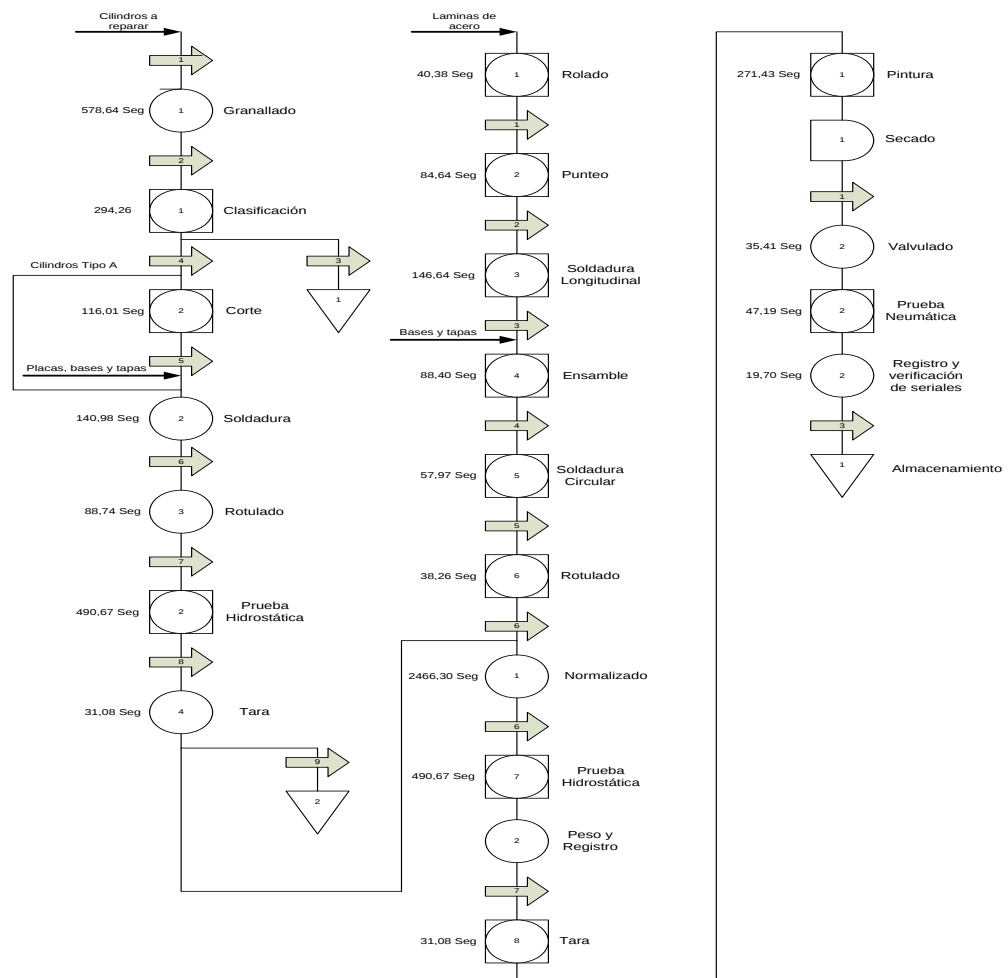
9 DIAGRAMAS DE FLUJO DE LOS PROCESOS

Esta es una herramienta que ayuda a comprender los procesos y a identificar en que tarea se encuentran los problemas. Se presentan de forma gráfica las actividades de la elaboración de un bien o servicio.

Para crear estos diagramas se utilizan los símbolos mencionados en el cuadro número dos ubicado en el segmento 7,1 del marco conceptual.

En la figura 2 se presente de manera general todos los procesos de la línea de ensamble y mantenimiento de cilindros además de en qué punto es la unión de las dos líneas.

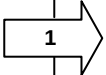
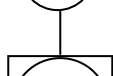
Figura 2: diagrama de flujo de la línea de ensamble y mantenimiento de cilindros



Fuente: Autores

9.1 LÍNEA ENSAMBLE DE CILINDROS

Cuadro 23: Diagrama de flujo de Rolado

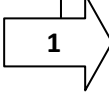
 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Rolado	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA(m)	TIEMPO (S)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
3,95			Materia prima
	301,3		Llevar en el montacargas
	293,3		Abrir paquete de láminas
	52,4		Verificar medidas
	7,2		Separar láminas
	12,6		Tomar y acomodar lámina en máquina
	8,2		Rolado
	6,9		Verificar rolado y poner lámina en rampa
	4,4		Acomodar máquina

Fuente: Autores

En el cuadro 23 se muestra las actividades del proceso de rolado, como se puede observar las actividades previas a la utilización de la máquina o al rolado en si demandan 647 segundos, de los cuales 301,3 segundos de la actividad son llevar el paquete de láminas en el montacargas que se realiza diariamente

y abrir paquete de láminas y verificar medidas que corresponden a 345,7 segundos se realizan 6 o 7 veces al día, ya que cada paquete tienen de 90 a 100 láminas. Para evitar este retraso se sugiere tener un operario para realizar estas actividades previas o realizarlas al principio de la jornada sabiendo que 646 láminas son roladas al día.

Cuadro 24: Diagrama de flujo de Punteo de cuerpos

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Punteo de cuerpos	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	11,9		Ubicar y alinear primer cuerpo
		↓	
	10,7		Puntear primer cuerpo
		↓	
	14,0		Ubicar y alinear segundo cuerpo
		↓	
	10,2		Puntear segundo cuerpo
		↓	
	7,4		Ubicar y alinear los dos cuerpos
		↓	
	8,9		Puntear los dos cuerpos
		↓	
1,30	6,8		Llevar a rampa

Fuente: Autores

En el cuadro 24 que corresponde a las actividades del proceso de punteo de cuerpos se puede observar que es necesario poner el primer cuerpo y después el segundo cuerpo por lo que se sugiere adecuar el banco de trabajo poniendo una segunda palanca para que se puedan puntear ambos cuerpos a la vez.

Cuadro 25: Diagrama de flujo de Soldadura Longitudinal

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Soldadura longitudinal	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	26,2	1	Ubicar y alinear los dos cuerpos con la maquina
	85,2	2	Soldar los cuerpos
	16,8	3	Limpiar soldadura y cortar alambre
	31,0	4	Sacar cuerpos soldados de la máquina y quitar platinas de sacrificio

Fuente: Autores

En el cuadro 25 se presentan las actividades del proceso de soldadura longitudinal, en este caso no se encontró mejoras en cuanto al método ya que el operario cuenta con suficiente experiencia para realizar la labor y hay un acoplamiento hombre-máquina, lo que se sugiere es que ya que la empresa cuenta con una segunda máquina soldadora capacite a un segundo operario y además hacer mantenimiento a la máquina para así ponerla en funcionamiento.

Cuadro 26: Diagrama de flujo de Ensamble de cilindros

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Ensamble de cilindros	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	26,8	1	Ubicar cuerpo, tapa y base en la maquina
	12,3	1	Ajustar tapa y base con el cuerpo
	22,2	3	Unir partes por medio de soldadura
6,0	10,0	1	A soldadura circular

Fuente: Autores

Las actividades del proceso de ensamble de cilindros se presentan en el cuadro 26, para este proceso se sugiere adecuar el banco de trabajo ya que le representa al operario problemas ergonómicos, también mantener las rampas de tapas y fondos llenas para evitar retrasos por falta de material ya que en este proceso trabajan simultáneamente dos operarios.

Cuadro 27: Diagrama de flujo de Soldadura Circular

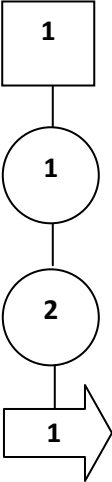
 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Soldadura circular	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	9,5	1	Ubicar cilindro en la maquina
	31,9	2	Soldar cilindro
4,0	6,3	3	Golpearlo y enviarlo por la rampa

Fuente: Autores

En el cuadro 27 se muestran las actividades del proceso de soldadura circular, en este proceso se sugiere reacomodar las herramientas del puesto de trabajo ya que el lugar donde se encuentra el fundente (El fundente sirve primordialmente para disolver las capas de óxidos que se van formando continuamente durante el calentamiento de una pieza y, en términos generales, para proteger el área por soldar contra todas las influencias dañinas procedentes del medio ambiente) ¹³, ya que ocasiona malas posturas en el operario.

¹³ Lary Industrial, "soldadura UTP", 2012, <http://www.empresaslary.com/sitio/funcion-y-propiedades-del-fundente>, [consulta, jueves 3 de octubre de 2013]

Cuadro 28: Diagrama de flujo de Rotulado

	COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3		
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso- análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Rotulado	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
3,0	11,8 17,1 4,6 14,0		Revisar cilindro y quitar escoria de la soldadura Rotular capacidad Ubicar cilindros A normalizado

Fuente: Autores

En el cuadro 28 se muestran las actividades del proceso de rotulado, en este caso no se sugieren ningún cambio en el método ya que las actividades son muy básicas.

Cuadro 29: Diagrama de flujo de Normalizado

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Normalizado	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	6,9		Enganchar cilindro
	646,0		Esperar a que entre al horno
	907,1		Normalizado
	286,1		Esperar a que salga del horno y desenganchar cilindro
	137,4		Esperar a transporte de cilindros
12,0	35,6		A prueba hidrostática

Fuente: Autores

En el cuadro 29 se presentan las actividades de normalizado, para este proceso se sugiere un cambio de máquina, aunque sería a primera vista un costo alto se eliminarían las fugas de calor y de combustible que presentan por el daño del horno, además con otro horno que tengan otras características físicas se podría disminuir el tiempo de las actividades de esperar a que entre y esperar a que salga del horno.

Cuadro 30: Diagrama de flujo de Prueba Hidrostática

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Prueba hidrostática	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
8,24	34,3	1	Ubicar cilindros (4) en máquina
	115,6	2	Llenar con agua los cilindros y revisar soldadura
	131,3	3	Aplicar presión a los y revisar con aire los cilindros
	88,8	4	Vaciar cilindros
	45,8	5	Desmontar cilindros

Fuente: Autores

En el cuadro 30 se presentan las actividades del proceso prueba hidrostática, para este caso se sugiere hacer mantenimiento a la manguera de aire y mejorar las condiciones de temperatura e iluminación del puesto de trabajo ya que afectan el rendimiento de los operarios.

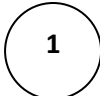
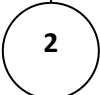
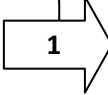
Cuadro 32: Diagrama de flujo de Parcheo

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del hombre	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Gabriel Moreno
OPERACIÓN	Parcheo	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
5,60		1	Ubicar el cilindro en el puesto de trabajo
		2	Pulir con un disco la zona a parchar
		3	Aplicar la soldadura en la zona pulida.
		4	Pulir con un disco de lija la zona soldada
		1	Revisar parcheo
		5	Registrar el cilindro reparado en el sistema
		6	Ubicar cilindro
		1	A normalizado

Fuente: Autores

En el cuadro 31 se muestran las actividades del proceso de parcheo, en este proceso se sugiere agrupar los cilindros que necesitan del mismo arreglo para disminuir el tiempo de pulir, soldar y registrar de los cilindros.

Cuadro 33: Diagrama de flujo de Tara

	COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3		
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Tara	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
9,0	7,3		Ubicar cilindro
	16,9		Tarar peso
	4,6		A pintura

Fuente: Autores

En el cuadro 33 se muestran las actividades del proceso de tara, en este caso no se sugieren ningún cambio en el método ya que las actividades son muy básicas.

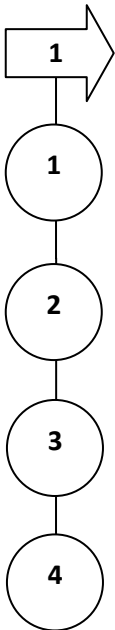
Cuadro 34: Diagrama de flujo de Pintura

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Pintura	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
6,90	13,4	1	Enganchar cilindro
	55,5	2	Esperar a que llegue a la zona de pintura
	69,3	3	Pintar
	37,7	4	Esperar a que salga de la zona de pintura
	16,2	5	Desenganchar cilindros y llevarlos a secado
	24 h	1	Secado

Fuente: Autores

En el cuadro 34 se presentan las actividades del proceso de pintura, se sugiere hacerle mantenimiento al compresor de la pintura ya que presenta taponamiento al momento de pintar los cilindros, además reorganizar el puesto de trabajo ya que se presentan acumulación de cilindros en diferentes zonas del puesto de trabajo y genera retrasos.

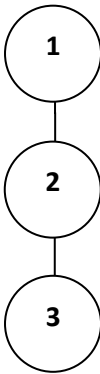
Cuadro 35: Diagrama de flujo de Valvulado

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Natalia González
OPERACIÓN	Valvulado	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
7,85	48,2		A valvulado
	13,9		Enroscar manualmente la válvula
	7,4		Ubicar cilindro en máquina
	14,9		Valvular
	4,9		Bajar cilindro de la máquina

Fuente: Autores

En el cuadro 35 se muestran las actividades del proceso de valvulado, se sugiere pedir al almacén las válvulas que se requieren diariamente ya que se generan retrasos al no tener material disponible.

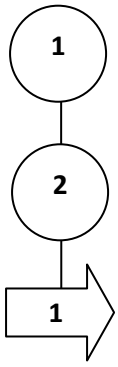
Cuadro 36: Diagrama de flujo de Prueba Neumática

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del hombre	DEPARTAMENTO	Producción
ÉTODO	Original	REALIZADO POR	Gabriel Moreno
OPERACIÓN	Prueba Neumática	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA	TIEMPO	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	21,9		Insertar la maquina y esperar a que alcance los 70 Psi
	5,1		Cerrar la válvula y retirar la máquina
	13,4		Aplicar solución espumosa para inspeccionar

Fuente: Autores

En el cuadro 36 se muestran las actividades del proceso de prueba neumática, en este caso no se sugieren ningún cambio en el método ya que las actividades son muy básicas.

Cuadro 37: Diagrama de flujo de Registro y verificación de seriales

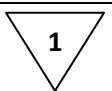
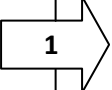
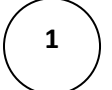
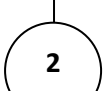
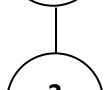
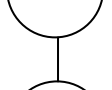
	COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3		
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del hombre	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Gabriel Moreno
OPERACIÓN	Registro y verificación de seriales	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
4,73	13,7 6,0 36,2		Registrar e imprimir los códigos de barras Pegar los códigos y acomodar los cilindros A despacho

Fuente: Autores

En el cuadro 37 se muestran las actividades del proceso de registro y verificación de seriales, en este caso no se sugieren ningún cambio en el método ya que las actividades son muy básicas.

9.2 Línea adecuación de cilindros

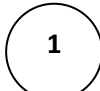
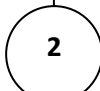
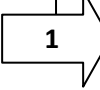
Cuadro 38: Diagrama de flujo de Granallado

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Gabriel Moreno
PERACIÓN	Granallado	FECHA	18-08-2012
DISTANCIA	TIEMPO	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
7,30			Cilindros a reparar
	132,5		A granallado
	89,4		Descargar y cargar máquina
	44,0		Cerrar la puerta y activar la máquina
	276,9		Granallado
	30,1		Desactivar la máquina y abrir la puerta

Fuente: Autores

En el cuadro 38 se muestran las actividades del proceso de granallado, se sugiere tener un mejor espacio para disponer los cilindros antes del proceso ya que se requiere del transporte del área de almacenamiento a la máquina varias veces al día lo que genera retrasos en el proceso.

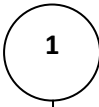
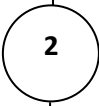
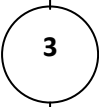
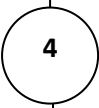
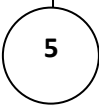
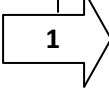
Cuadro 39: Diagrama de flujo de Inspección y clasificación

	COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3		
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Gabriel Moreno
OPERACIÓN	Inspección y clasificación	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
5,40 ó 8,5	75,0		Ubicar y clasificar el cilindro
	128,6		Registrar el cilindro en el sistema
	35,6		A corte o soldadura

Fuente: Autores

En el cuadro 39 se muestran las actividades del proceso de inspección y clasificación, en este caso no se sugieren ningún cambio en el método ya que las actividades son muy básicas.

Cuadro 40: Diagrama de flujo de Corte

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Gabriel Moreno
OPERACIÓN	Corte	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	8,6		Ubicar el cilindro en el puesto de trabajo
	33,3		Cortar tapa
	14,5		Quitar tapa con martillo
	46,1		Cortar fondo
	13,7		Quitar fondo con martillo
8,52	11,8		A soldadura

Fuente: Autores

En el cuadro 40 se presentan las actividades del proceso de corte, se sugiere cambiar el banco de trabajo ya que le presenta problemas ergonómicos al operario además contar con las cantidades suficientes de materiales como discos para evitar retrasos.

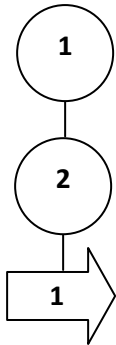
Cuadro 41: Diagrama de flujo de Soldadura

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Gabriel Moreno
OPERACIÓN	Soldadura	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
3,45	9,7	1	Ubicar el cilindro en el puesto de trabajo
	25,5	2	Soldar tapa y/o fondo
	69,7	3	Soldar placa
	8,0	1	A rotulado

Fuente: Autores

En el cuadro 41 se muestran las actividades del proceso de soldadura, se sugiere que en este puesto de trabajo solo haya un operario ya que la cantidad de cilindros que son cortados son insuficientes para los dos operarios que se encuentran trabajando allí.

Cuadro 42: Diagrama de flujo de Rotulado

 COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. NIT: 890.501.073-3			
TIPO DE DIAGRAMA	Diagrama del proceso-análisis del producto	DEPARTAMENTO	Producción
MÉTODO	Original	REALIZADO POR	Gabriel Moreno
OPERACIÓN	Rotulado	FECHA	17-08-2012
DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
5,0	14,0 47,4 6,2		Ubicar el cilindro en puesto de trabajo y borrar tara Rotular cilindro A prueba hidrostática

Fuente: Autores

En el cuadro 42 se muestran las actividades del proceso de rotulado, en este caso no se sugieren ningún cambio en el método ya que las actividades son muy básicas.

10 DIAGRAMAS HOMBRE - MÁQUINA

Para realizar un análisis más detallado de los procesos que lo requieran y así poder contar con resultados concretos y que sirvan como herramienta para llevar a cabo mejoras, se tendrán en cuenta los diagramas hombre – máquina. Este tipo de diagramas indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo del operario y de la máquina a cargo, permitiendo de esta manera una mayor utilización de los tiempos de hombre y máquina, y un mejor equilibrio del ciclo de trabajo. Este análisis se hizo para procesos donde la operación de las máquinas sean automáticos.

Los procesos a los cuales se les realizó dicho diagrama son: Rolado, Soldadura Longitudinal, Soldadura Circular, Normalizado y Granallado. Los procesos a los cuales no se les hizo este diagrama son: Punteo de cuerpos, Ensamble de cilindros, Rotulado, Tara, Registro y Verificación de Seriales, Clasificación, Corte, Prueba hidrostática, pintura, valvulado.

En Punteo de cuerpos, Ensamble de cilindros, Rotulado, Tara, Registro y Verificación de Seriales, Clasificación y Corte el trabajo es solo manual o la máquina es manipulada por el operario por lo tanto este tipo de diagramas no ofrecen resultados que puedan prestar alguna utilidad práctica. El análisis de los diagramas se realizó a partir de los siguientes resultados:

10.1 ENSAMBLE DE CILINDROS

Los datos que se presentan en las siguientes tablas se extraen del anexo (H) el cual contiene los tiempos de todos los procesos tomados en el estudio realizado en CINSa Girón.

10.1.1 Rolado

Tabla 3: Relación diagrama hombre máquina de Rolado

Operación	Tiempo en segundos
Carga	13,7
Maquinado	10,1
Descarga	15,4

Hombre	Máquina	Tiempo en segundos
Carga	Carga	13.7
Inspecciona	Maquinado	23.8
Descarga	Descarga	39.2

Fuente: Autores

El tiempo de ciclo (T_c) corresponde al tiempo total comprendido entre el inicio de la carga y la finalización de la descarga, en este caso el tiempo de la máquina y el del operario es el mismo ya que el operario debe accionar los controles mientras la lámina se está rolado y a su vez inspecciona la actividad. Acorde con la tabla, ese tiempo es de 37.4 segundos por pieza. Por tanto la producción por hora se calcula así:

$$\text{Producción por hora} = \frac{\text{segundos por hora}}{\text{segundos por pieza}} = \frac{3600 \text{ seg/h}}{39,2 \text{ seg/pz}} = 91,84 = 92 \text{ piezas por hora}$$

Tabla 4: Tiempos diagrama hombre máquina de Rolado

ROLADO	TIEMPO TRABAJADO	TIEMPO MUERTO	% TIEMPO MUERTO
Operario	39,2	0	0%
Roladora	39,2	0	0%

Fuente: Autores

Como se puede observar en la tabla 4, el porcentaje de desocupación de la máquina roladora es del 0% debido a que en el cargue y descargue de la máquina está se encuentra en funcionamiento.

10.1.2 Soldadura Longitudinal

Tabla 5: Relación diagrama hombre máquina de Soldadura Longitudinal

Operación	Tiempo en segundos
Carga	25,6
Maquinado	79,2
Descarga	42,5

HOMBRE	MÁQUINA	Tiempo en segundos
Carga	Carga	25,6
Inspecciona	Maquinado	104,8
Descarga	Descarga	147,3

Fuente: Autores

Tabla 6: Tiempos diagrama hombre máquina de Soldadura Longitudinal

SOLDADURA LONGITUDINAL	TIEMPO TRABAJADO (S)	TIEMPO MUERTO (S)	% TIEMPO MUERTO
Operario	147,3	0	
Soldadora	104,8	42,5	28,85

Fuente: Autores

La máquina procesa dos piezas al mismo tiempo por lo que el Tc se debe dividir entre dos.

$$T_c = \frac{147,3}{2} = 73,7 \text{ segundos por pieza}$$

$$\text{Producción por hora} = \frac{\text{segundos por hora}}{\text{segundos por pieza}} = \frac{3600 \text{ seg/h}}{73,7 \text{ seg/pz}} = 48,88 = 49 \text{ piezas por hora}$$

El tiempo muerto presentado en la máquina soldadora no es tan alto como para entrar en cambios operacionales, este tiempo se genera porque el operario debe organizar el material antes y después del trabajo de la máquina.

10.1.3 Soldadura Circular

Tabla 7: Relación diagrama hombre máquina Soldadura Circular

Operación	Tiempo en segundos
Carga	10,4
Maquinado	40,2
Descarga	7,3

HOMBRE	MÁQUINA	Tiempo en segundos
Carga	Carga	10,4
Alistamiento	Maquinado	50,6
Descarga	Descarga	57,9

Fuente: Autores

Tc= 57,9 segundos por pieza

Producción por hora= $\frac{\text{segundos por hora}}{\text{segundos por pieza}} = \frac{3600 \text{ seg/h}}{57,9 \text{ seg/pz}} = 62,18 = 63$ piezas por hora

Tabla 8: Tiempos diagrama hombre máquina de Soldadura Circular

SOLDADURA CIRCULAR	TIEMPO TRABAJADO (s)	TIEMPO MUERTO (s)	% TIEMPO MUERTO
Operario	57,9	0	
Soldadora	50,6	7,3	13,25

Fuente: Autores

En esta sección hay acoplamiento hombre-máquina donde se pueden asignar dos máquinas a un operario, lo cual demanda tener conocimiento de las actividades que se deben llevar a cabo igual que el tiempo para realizarlas.

Se sugiere realizar las asignaciones de acuerdo al estudio de tiempos, donde se presentan el tiempo de trabajo de cada operación lo cual le da las herramientas suficientes al operario para manejar adecuadamente las máquinas sin tener tiempos muertos ni exceso de trabajo.

10.1.4 Normalizado

Tabla 9: Relación diagrama hombre máquina de Normalizado

Operación	Tiempo en segundos
Carga	1024,9
Maquinado	910,1
Descarga	499,7

HOMBRE	MÁQUINA	Tiempo en segundos
Carga	Carga	1024,9
Alistamiento	Maquinado	1935,0
Descarga	Descarga	2434,7

Fuente: Autores

El horno procesa ± 75 cilindros al mismo tiempo por lo que el T_c se debe dividir entre 75.

$$T_c = \frac{2434,7}{75} = 32,46 \text{ segundos por cilindro}$$

$$\text{Producción por hora} = \frac{\text{segundos por hora}}{\text{segundos por pieza}} = \frac{3600 \text{ seg/h}}{32,46 \text{ pz}} = 110,89 = 111 \text{ piezas por hora}$$

Tabla 10: Tiempos diagrama hombre máquina de Normalizado

NORMALIZADO	TIEMPO TRABAJADO	TIEMPO MUERTO	% TIEMPO MUERTO
Operario	2434,7	0	0
Horno	2434,7	0	0

Fuente: Autores

El tiempo muerto del operario en este proceso es del 0% ya que mientras los cilindros están en el horno el operario se encuentra transportando los cilindros desde el proceso anterior que es rotulado o desde el proceso de rotulado de la línea de manteniendo o llevando los que ya salen del proceso al siguiente que es prueba hidrostática.

10.2 ADECUACIÓN DE CILINDROS

10.2.1 Granallado

Tabla 11: Relación diagrama hombre máquina de Granallado

Operación	Tiempo en segundos
Carga	158,4
Maquinado	311,8
Descarga	160,6

HOMBRE	MÁQUINA	Tiempo en segundos
Carga	Carga	158,4
Alistamiento	Maquinado	470,2
Descarga	Descarga	630,8

Fuente: Autores

La máquina procesa seis (6) cilindros al mismo tiempo por lo que el Tc se debe dividir entre 6.

$$T_c = \frac{630,8}{6} = 105,1 \text{ segundos por pieza}$$

$$\text{Producción por hora} = \frac{\text{segundos por hora}}{\text{segundos por pieza}} = \frac{3600 \text{ seg/h}}{105,1 \text{ seg/pz}} = 34,14 = 35 \text{ piezas por hora}$$

Tabla 12: Tiempos diagrama hombre máquina de Granallado

GRANALLADO	TIEMPO TRABAJADO	TIEMPO MUERTO	% TIEMPO MUERTO
Operario	188,8	311,8	49,43
Granalladora	630,8	0	0

Fuente: Autores

Aunque el operario algunas veces en el tiempo de funcionamiento de la máquina transporta cilindros de la zona de almacenamiento hasta el proceso se tomó como porcentaje de tiempo muerto el 49,43 porque hay un operario adicional para ayudar en esta actividad.

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el estudio de métodos y tiempos en la empresa CINSA Girón podemos concluir lo siguiente:

- El estudio de métodos y tiempos es una herramienta adecuada para la valoración de actividades mediante la cual se identificaron las deficiencias presentes en el ensamble y mantenimiento de cilindros para GPL que estaban afectando el rendimiento operacional de la planta. Así mismo, se propusieron modificaciones necesarias que se deben ejecutar para mejorar la productividad.
- Se presenta un cuello de botella en el proceso de soldadura longitudinal debido a que el proceso anterior envía dos cuerpos del cilindro cada 84.64 segundos y el tiempo de realizar la soldadura longitudinal es de 146.84 segundos para dos cuerpos lo cual genera una congestión en la rampa que comunica estos dos procesos causando un tiempo muerto alto para la máquina soldadura, como se observa en los diagramas hombre-máquina, y genera desorden en el lugar de trabajo perdiendo así tiempo en el proceso.
- Se presenta desorden entre los empleados encargados de cargar y descargar la cadena de alimentación del horno para el proceso de normalizado causando que varios ganchos de la cadena entren al horno vacíos, esto genera pérdida de tiempo.

- Las máquinas de prueba hidrostática presentan dificultades con la presión del aire debido a que existe una sola bomba para las dos máquinas y para la prueba neumática causando un déficit de presión, también existen filtraciones de agua en las mangueras de aire, estos defectos entorpecen el trabajo de los operarios.

RECOMENDACIONES

- En la planta de ensamble de cilindros existe una máquina para realizar el proceso de soldadura longitudinal que no está en uso. Se recomienda acondicionar la máquina para que cumpla con las especificaciones de la soldadura y capacitar un operario para que esta máquina entre en funcionamiento y elimine el cuello de botella generado en este proceso. Esto descongestionaría el cuello de botella generado en este proceso y aumentaría la productividad en un 100%, pero para que esto sea efectivo debe existir un flujo constante de cuerpos en proceso fluyendo por la línea.
- Garantizar el funcionamiento constante de los dos ensambladores para que los cuerpos circulen rápidamente evitando congestiones en las rampas de transporte.
- Adecuar el horno de normalizado instalando placas de fibra de vidrio de media pulgada de espesor, con cubierta de foil de aluminio por un lado en la parte superior del horno, para evitar fugas de calor y así crear un mejor entorno laboral, evitando desgaste físico de los operarios. Para este proceso se debe desarrollar un plan de alimentación del horno por lotes o grupos de cilindros.
- Instalar una nueva bomba de presión de aire para alimentar los procesos de prueba hidrostática y prueba neumática evitando contratiempos y generando mayor fluidez de los cilindros.
- Realizar estudios para determinar las razones que generan imperfecciones en las soldaduras longitudinal y circular para disminuir los cilindros defectuosos y evitar que sean reparchados.

BIBLIOGRAFIA

USTATE PACHECO, Elkin Javier, "Estudio de métodos y tiempos en la empresa Metales y Derivados S. A.". Internet: (http://www.bdigital.unal.edu.co/872/1/1128266813_2009.pdf)

GAMBOA TORRES. Pablo Eduardo. "Estudio de métodos, tiempos y movimientos líneas de ensamble de ejes diferenciales y de cardanes Dana Transejes Colombia S. A.". Bucaramanga, 2001. 40 p

MEJÍA LORA. Zailen Martha Eloisa. "Practica empresarial estudio de métodos y tiempos (SALSAN)". Bucaramanga, 2001. 127 p

MURCIA BALLEEN. Mónica Mayerly. "Estudio de métodos y tiempos tejido de punto Lindalana S. A.". Bucaramanga, 2001. 81 p

NIEVEL, FREIVALDS. "Ingeniería Industrial métodos, estándares del trabajo y diseño del trabajo". México. Alfaomega, 2001. 709 p

JANANIA ABRAHAM. Camilo. "Manual de tiempos y movimientos ingeniería de métodos". México. Limusa, 2008. 156 p

11 ANEXOS

Anexo A: Calculo de la muestra.

DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT				
PROCESO	VARIANZA	DESVIACIÓN	INTERVALO	MUESTRA
Rolado	56,29	7,5	3,23	65
Punteo de cuerpos	1031,94	32,12	9,09	149
S. Longitudinal	645,42	25,41	13,15	45
Ensamble	91,7	9,58	5,23	40
S. Circular	46,3	6,8	4,75	25
Rotulado	172,01	13,12	3,17	204
Normalizado	223,33	14,94	5,1	103
Prueba Hidrostática	563,62	23,74	40,77	4
Tara	35,87	5,99	2,15	92
Pintura	630,99	25,12	17,04	26
Valvulado	38,78	6,23	3,39	40
Prueba Neumática				
Registro de Seriales	98,33	9,92	3,64	89
Granallado	14888,17	122,02	48,44	76
Clasificación	529,79	23,02	20,99	14
Corte	327,94	18,11	6,86	83
Soldadura	233,6	15,28	10,4	26
Rotulado 2	59,75	7,73	4,82	31

Anexo B: Toma de tiempos.

		Estudio #:								Fecha:								pagina										
		Operación:								Operario:								Observador:										
ELEMENTO NÚM Y DESCRIPCIÓN																												
NOTA	CILCO	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN			
(5)	1		(4)																									
	2																											
	3																											
	4																											
	5																											
	6																											
	7																											
	8																											
	9																											
	10																											
	11																											
	12																											
	13																											
	14																											
	15																											
	16																											
	17																											
	18																											
	19																											
	20																											
Resumen																												
TO total																												
Calificación		(3)																										
TN total		(10)																										
Núm. De observ																												
TN proedio																												
% de suplementos																												
tiempo est. Element																												
Núm. Ocurrencias																												
Tiempo estándar																												
Total tiempo estándar (suma del tiempo estandar de todos los elementos):.																												
Elementos extraños					Verificación de tiempos										Resumen de suplementos													
	TC1	TC2	TO	Descripción	Tiem terminación					(6)					Necesidades personales													
A					Tiem inicio					(1)					Fatiga básica													
B					Tiem transcurrido					(9)					Fatiga variable													
C					TTAD					(2)					Especial													
D					TTDS					(7)					% suplemento total													
E					Tiempo total					(8)					Observaciones:													
F					Tiempo efectivo					(12)																		
G					Tiempo inefectivo					(13)																		
Verificación de calificación					Tiempo total registrado										(14)													
Tiempo sintético					%										Tiempo no contado					(15)								
Tiempo observado															% de error de riesgo					(16)								

Anexo C: Calificación

CALIFICACIÓN		
SISTEMA WESTINGHOUSE		
PROCESO	PORCENTAJE	CALIFICACIÓN
Rolado	0,26	126
Punteo de cuerpos	0,17	117
Soldadura Longitudinal	0,19	119
Ensamble	0,14	114
Soldadura Circular	0,14	114
Rotulado	0,14	114
Normalizado	0,16	116
Prueba Hidrostática	0,12	102
Tara	0,14	114
Pintura	0,14	114
Valvulado	0,14	114
Prueba Neumática	0,14	114
Registro de Seriales	0,14	114
Granallado	0,14	114
Clasificación	0,41	114
Corte	0,1	110
Soldadura	0,2	120
Rotulado 2	0,14	114

Anexo D: Suplementos

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos¹

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16	0		Trabajo muy monótono	4	4
8	10		J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

¹ Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

Anexo E: Suplementos línea de ensamble de cilindros.

SUPLEMENTOS	PROCESOS														
	ENSAMBLE CILINDROS														
	ROLADO	PUNTEO C.	LONGITUDINAL	ENSAMBLE	CIRCULAR	INSPECCION	NORMALIZADO	P.H.	PARCHEO	TARA	REGISTRO	PINTURA	VALVULADO	P. NEUMATICA	SERIALES
A. SUPLEMENTOS CONSTANTES															
1. Suplemento personal	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
2. Suplemento por fatiga básica	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
B. SUPLEMENTOS VARIABLES															
1. Suplemento por estar de pie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	4%	2%	2%	2%	2%
2. Suplemento por posicion anormal	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
3. Uso de fuerza o energía muscular	2%	5%	5%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	9%	13%	6%	2%	2%
4. Mala iluminación	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5. Condiciones atmosféricas	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6. Atención requerida	0%	2%	2%	2%	2%	0%	0%	2%	2%	5%	0%	2%	0%	0%	0%
7. Nivel de ruido	2%	2%	2%	2%	0%	0%	2%	5%	5%	2%	5%	5%	0%	0%	0%
8. Estrés mental	1%	1%	4%	4%	4%	1%	1%	4%	4%	1%	1%	4%	1%	1%	4%
9. Monotonía	4%	4%	4%	1%	1%	4%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%	1%
10. Tedio	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	5%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
TOTAL	22%	27%	30%	28%	26%	24%	23%	31%	34%	28%	31%	39%	20%	17%	20%

Anexo F: Suplementos línea de adecuación de cilindros.

SUPLEMENTOS	PROCESOS						
	ADECUACIÓN						
	GRANALLADO	CLASIFICACIÓN	CORTE	SOLDADURA	ROTULADO	P.H.	TARA
A. SUPLEMENTOS CONSTANTES							
1. Suplemento personal	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
2. Suplemento por fatiga básica	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
B. SUPLEMENTOS VARIABLES							
1. Suplemento por estar de pie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
2. Suplemento por posición anormal	2%	0%	0%	0%	2%	2%	2%
3. Uso de fuerza o energía muscular	13%	13%	5%	13%	13%	13%	13%
4. Mala iluminación	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5. Condiciones atmosféricas	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6. Atención requerida	0%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
7. Nivel de ruido	5%	5%	2%	2%	2%	5%	2%
8. Estrés mental	1%	4%	4%	4%	1%	4%	4%
9. Monotonía	1%	1%	4%	1%	1%	1%	2%
10. Tédio	5%	0%	2%	2%	2%	2%	2%
TOTAL	38%	36%	30%	35%	34%	40%	38%

Anexo G: Tiempo estándar de los procesos de la línea de ensamble y unidades a producir.

PROCESO	CALIFICACIÓN	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR (Seg)	UNIDADES POR HORA	UNIDADES POR DÍA
ROLADO	126	16%	40,38	89	646
PUNTEO DE CUERPOS	117	20%	84,64	85	660
SOLDADURA LONGITUDINAL	119	21%	146,84	49	380
ENSAMBLE	114	24%	88,4	41	316
SOLDADURA CIRCULAR	114	22%	57,97	62	481
ROTULADO 1	114	21%	38,26	94	729
NORMALIZADO	116	22%	2466,3	111	860
PRUEBA HIDROSTÁTICA	102	18%	490,67	37	284
TARA	114	10%	31,08	116	898
PINTURA	114	23%	271,4	66	514
VALVULADO	114	16%	35,4	102	788
PRUEBA NEUMÁTICA	114	17%	47,2	76	591
REGISTRO Y VERIFICACIÓN DE SERIALES	114	17%	19,7	183	1417
GRANALLADO	114	22%	578,6	37	289
CLASIFICACIÓN	114	21%	294,3	74	569
CORTE	110	23%	116,0	31	240
SOLDADURA	120	24%	141,0	26	198
ROTULADO 2	114	21%	88,7	41	314

Anexo H: Balanceo y eficiencia de la línea de ensamble

Número	OPERACIÓN	TE (MIN)							
1	Rolado	0,7		La producción requerida es de	600	Cilindros			
2	Punteo	0,71		El turno de trabajo es de 8 horas					
3	Longitudinal	1,23		Se planea una eficiencia del	90%				
4	Ensamble	1,5							
5	Circular	0,97		IP	1,25	ÍNDICE DE PRODUCCIÓN			
6	Rotulado	0,64							
7	Normalizado	0,54		NO es el número de operadores					
8	Prueba Hidrostática	1,64							
9	Tara	0,52			TEORICO	REAL	OPERACIÓN	TE (MIN)	MINUTOS ESTÁNDAR ASIGNADOS
10	Pintura	0,65		NO1	0,97222222	2	1	0,35	0,40
11	Valvulado	0,59		NO2	0,97916667	2	2	0,35	0,40
12	Prueba Neumática	0,79		NO3	1,70138889	4	3	0,31	0,40
13	Seriales	0,33		NO4	2,08333333	4	4	0,38	0,40
	TOTAL	10,8		NO5	1,34722222	3	5	0,32	0,40
				NO6	0,88888889	2	6	0,32	0,40
				NO7	0,75109649	2	7	0,27	0,40
EFICIENCIA DE LA LÍNEA				NO8	2,27222222	5	8	0,33	0,40
				NO9	0,72222222	2	9	0,26	0,40
E	82			NO10	0,8968254	2	10	0,32	0,40
				NO11	0,81944444	2	11	0,30	0,40
				NO12	1,09722222	2	12	0,40	0,40
				NO13	0,45833333	1	13	0,33	0,40
					TOTAL	33			