



12  
2 y  
**Universidad Nacional  
Autónoma de México**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DETERMINACIÓN DE MODELOS  
MATEMÁTICOS PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TIEMPO ESTÁNDAR Y PROPUESTA DE  
MEJORAS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS**

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el título de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**ÁREA INDUSTRIAL**

presentan :

MARÍA DEL ROCÍO AVILA NÚÑEZ  
MARÍA ALICIA CALDERAS VIZCARRA  
ANGEL LEONARDO BAÑUELOS SAUCEDO  
JOSÉ LUIS GARCÍA RESÉNDIZ  
ANGEL MAURICIO MARTÍN PÉREZ  
DAVID ESTEBAN PRZYBYSLAWSKI GARCÍA

**Directoras de Tesis :**

ING. SILVINA HERNÁNDEZ GARCÍA  
ING. MARTHA C. BRITO MARTÍNEZ



MÉXICO, D.F.

1991

**FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

### INTRODUCCION.

I

### CAPITULO I

#### SELLADO, ENGRAPADO Y REVISION.

##### DEPARTAMENTO DE SELLADO Y ENGRAPADO.

1

Descripción y funciones del departamento.

Diagrama de proceso de sellado y engrapado.

Diagramas bimanuales de sellado y engrapado.

Estudio de tiempos y obtención de modelos matemáticos.

Análisis de tiempos.

51

Obtención del número de la muestras.

53

Tiempo estándar de la operación de sellado.

55

Tiempo estándar de la operación de engrapado.

66

Tiempos predeterminados.

74

Diagramas bimanuales (MTM)

##### DEPARTAMENTO DE REVISION.

86

Descripción y funciones del departamento.

Diagrama de proceso de revisión.

Estudio de tiempos y obtención de modelos matemáticos.

Tiempo estándar de la operación de revisión.

91

Balanco de línea propuesto.

99

Diagrama de proceso propuesto.

115

## CAPITULO II

### MORRALLA

#### DEPARTAMENTO DE MORRALLA.

118

Descripción y funciones del departamento.

Diagramas de proceso de entrada de valores actual y propuesto.

Diagramas de proceso de recuento de morralla actual y propuesto.

Diagrama de proceso de empaquetado de morralla.

Diagrama bimanual de colocar paquetes de morralla.

Diagrama de proceso de acomodo de ruta.

Diagrama de proceso de salida de valores actual y propuesto.

Estudios de tiempos y obtención de modelos matemáticos.

Tiempo estándar de la operación de entrada de valores. 140

Tiempo estándar de la operación de salida de valores. 150

Tiempo estándar de la operación de recuento 158

Tiempo estándar para el alimentador. 164

Tiempo estándar de la línea para producir un cartucho. 170

Tiempo para la operación de pegado. 174

Tiempo estándar para la operación de acomodo. 176

Tiempo estándar para el supervisor de máquina. 179

Tiempo estándar para el armado de cajas. 183

Diagrama hombre-máquina de abastecimiento.

## CAPITULO III

### RESGUARDO

#### DEPARTAMENTO DE RESGUARDO.

193

Descripción y funciones del departamento.

Diagrama de proceso de entrada de valores actual y propuesto.	
Diagrama de proceso cuadro físico actual.	
Diagrama bimanual MTM.	
Diagrama de proceso de salida de valores actual.	
Estudio de tiempos y obtención de modelos matemáticos.	
Tiempo estándar de operación de salida de valores.	213
Tiempo estándar para la operación de cuadro físico.	221
Tiempo estándar para la operación de entrada de valores.	226

#### **CAPITULO IV**

##### **UNIDADES BLINDADAS**

DEPARTAMENTO DE UNIDADES BLINDADAS.	230
Descripción y funciones del departamento.	
Diagrama de proceso de transportación de valores actual.	
Análisis.	

##### **CONCLUSIONES Y COMENTARIOS**

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS	237
----------------------------	-----

##### **BIBLIOGRAFIA**

BIBLIOGRAFIA	241
--------------	-----

##### **INDICE TEMATICO**

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCION

La finalidad de este estudio es obtener tiempos estándar y proponer mejoras en los métodos de trabajo actuales en los diferentes departamentos de una empresa de servicios, para aprovechar las instalaciones del área productiva y la capacidad de la mano de obra. El procedimiento está basado en la aplicación de técnicas de Ingeniería Industrial y en particular en los principios del *Estudio del Trabajo*.

El análisis de este trabajo se fundamenta en diferentes técnicas utilizadas para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, y muestreo del trabajo. Cada una de las técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones y es necesario saber cuándo utilizar una cierta técnica llevando a cabo su aplicación juiciosa y correcta.

Este trabajo se escribió para que las personas que lo consulten tengan una idea teórico-práctica de la aplicación de un estudio de tiempos, por lo que el orden en el que aparecen los capítulos es el orden en el que se realizó el estudio. De manera que las herramientas y fundamentos teóricos en los que se basa este trabajo se explican detalladamente la primera vez que se necesitan aplicar, por lo que se recomienda que los capítulos se lean en orden de aparición.

El objetivo fundamental de este proyecto es establecer un tiempo estándar en base a los tiempos obtenidos del método de trabajo actual. Estos datos serán utilizados por la empresa posteriormente para dar una remuneración justa a sus empleados.

Esta empresa es una compañía formada por un grupo de empresarios, que tienen como finalidad establecer servicios de seguridad y traslado de valores, que cubran con la necesidad de seguridad que se manifiesta en el país en esta época.

En este trabajo se analizan cinco de los departamentos de la empresa, y a continuación se explica brevemente la función de cada uno de ellos:

#### *Sellado y Engrapado*

La actividad del departamento inicia al recibir del cliente un listado de la nómina junto con un cheque por el importe de la misma, el cual se procede hacer efectivo en sobres para cada uno de los trabajadores que se especifican en dicha nómina. En éste departamento se lleva un estricto control sobre los recibos que indican la cantidad de dinero que cada trabajador cobrará y que van pegados a los sobres, por lo que se marcan con un sello. Las actividades que se realizan en éste departamento son la de sellar los recibos y la de engrapar el recibo al sobre (bolsa de plástico).

#### *Verificación*

En el proceso explicado en el párrafo anterior antes de meter el dinero al sobre, se verifica que la suma de las cantidades de cada uno de los recibos sea igual al monto total del cheque que ampara el pago de la nómina. En este departamento se lleva a cabo la suma de los recibos ya mencionados.

#### *Morralla*

En este departamento existen los servicios de revisión, empaquetado y custodia.

El servicio de revisión consiste en contar y verificar la cantidad de monedas que el cliente envía, además de envasarlas.

El empaquetado consiste en envasar las monedas

metálicas en cilindros de papel, en cantidades establecidas por la empresa, dependiendo de la denominación de las mismas.

La custodia se refiere al servicio de almacenamiento de morralla que esta empresa ofrece a los clientes.

*Resguardo*

En este departamento se realiza la custodia de cualquier tipo de valor que el cliente desee, estos valores se entregan y reciben de unidades blindadas.

*Unidades Blindadas*

Este departamento se encarga de recoger, retirar o depositar valores tanto en empresas y oficinas como en sucursales que requieran traslado, en un horario previamente acordado por ambos, regularmente se realiza en envases cerrados y sellados.

# **CAPÍTULO I**

## **SELLADO, ENGRAPADO Y**

## **REVISIÓN**

## DEPARTAMENTO DE SELLADO Y ENCRAPADO

El actual entorno industrial ha generado una nueva ideología, y esta empresa integrándose al cambio se dió cuenta que existían fallas internas las cuales deberían atenderse para poner en marcha su modernización. Por lo anterior se recurrió a la ayuda de la Ingeniería Industrial, debido a que dentro de su campo de acción se encuentra el análisis para el establecimiento de tiempos tipo. Esta rama de la ingeniería aplica "ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo que se utilizan para examinar el desempeño humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras", utilizando los conceptos del estudio del trabajo.

Para el establecimiento de tiempos estándar es necesario involucrarse en el ámbito de las operaciones que se van a analizar y en general utilizar el estudio de métodos, el cual consiste en determinar la mejor forma posible de ejecutar una actividad con el fin de simplificar el trabajo, lo anterior se logra con la metodología del estudio de métodos que consiste en: seleccionar, registrar, examinar, idear, definir, implantar y mantener el modelo obtenido.

El desarrollo del análisis del departamento de sellado se realizó siguiendo las pautas antes mencionadas, como se muestra a continuación.

Con el fin de determinar si las actividades de el área se estaban realizando en tiempos adecuados y con el mejor método, se consideró realizar un estudio para analizar el sistema, en caso de ser factible. Por lo anterior fue necesario introducirse al departamento, y de esta forma identificar el método de trabajo utilizado, seleccionando las operaciones que se van a analizar.

En este departamento se analizaron las actividades del proceso de nómina siguiendo la secuencia de operaciones que se realizaban.

La función del departamento de sellado es la de contabilizar, separar, marcar con un sello los recibos de la nómina de una empresa y revisar el monto de la nómina. La nómina consiste en un recibo y copia del recibo de pago de cada trabajador. Además los recibos se engrapan a una bolsa de plástico, formandose así un sobre en el cual se introducirá el monto de percepciones del trabajador (esta última actividad se lleva a cabo en otro departamento).

El servicio de sellado es una de las actividades con las que cuenta la empresa. La actividad se inicia cuando el jefe de recepción de nóminas recibe y registra la nómina proveniente del cliente, para así enviarla al controlista encargado de localizar una placa de metal en la cual se encuentran los datos del cliente que serán impresos en la papelería correspondiente (en caso de que un nuevo cliente sea dado de alta, se elabora su placa). A continuación el controlista clasifica las nóminas de acuerdo a prioridades de entrega en categorías de 1/2, 1, 2 o 3 días. Anota en una etiqueta el tipo de servicio contratado, ya sea "pago personal" o "pago al cliente". El primero consiste en el pago de la nómina por parte de los empleados de la empresa a los trabajadores del cliente. El segundo servicio consiste en llevar la nómina a manos de la empresa solicitante del servicio y que sean ellos quienes entreguen los recibos a sus trabajadores. En caso de que el cliente contrate un servicio urgente, el controlista anota en la papelería de la nómina la clave correspondiente a especial. En base a las prioridades de entrega el controlista anota los números de inicio y término de cada nómina, así como el total de recibos a ser procesados, anexando finalmente la papelería a la nómina. Para facilitar el manejo y mejor control de las nóminas el controlista las lleva dentro de una caja hasta el jefe de sellado, quien a su vez, se encarga de distribuir las nóminas a los selladores, balanceando a su criterio la carga de trabajo. Cuando los selladores reciben las

nóminas (conjunto de recibos), preparan su material de trabajo, le quitan la liga, toman la papelería y anotan en la hoja de registro personal los datos de dicha nómina (esta operación se realiza indistintamente al inicio o al final del proceso). Lo siguiente es separar los recibos de los contrarecibos y quitar el papel carbón de las nóminas que lo requieran. En seguida acomodan la nómina para sellarla con un número consecutivo, formando paquetes de recibos hasta completar la nómina. Es responsabilidad del sellador cotejar el número total de recibos procesados contra el número de recibos enviados por el cliente. En caso de existir un error se tiene que reprocesar la nómina. Si el error persiste el sellador tiene que levantar un acta ante el supervisor, de lo contrario se procede a unir con una liga el paquete con su papelería, el cual se pasa al jefe de sellado o a su auxiliar, quienes distribuyen al personal de engrapado las nóminas de acuerdo a la carga de trabajo.

El engrapador recibe la nómina, la prepara para su proceso quitándole la liga. Separa la papelería, la verifica, distribuye su material (bolsas y engrapadora), y realiza el engrapado de las bolsas a cada uno de los recibos de la nómina. Simultáneamente al engrapado verifica el sello del recibo; al completar un paquete le coloca la liga, llena la papelería de la nómina y registra en su hoja personal la producción. Posteriormente une con una liga la nómina junto con su papelería, y para finalizar hace entrega al jefe del área, quién la registra entregandosela al jefe del departamento de revisión.

Al tener identificado el proceso de la nómina fue necesario utilizar representaciones gráficas, como diagramas analíticos en los cuales se registran las operaciones, inspecciones, entradas de material, demoras, almacenajes que se dan en los procesos, con la finalidad de visualizar la sucesión de actividades, facilitando la toma de tiempos, detectando si era el método correcto o si se podía corregir y/o hacer más productivo.

Para contar con la información de la trayectoria de las

nóminas y recopilar toda la información sobre estas, se utilizó el diagrama de proceso de recorrido, que es una forma de registro muy utilizada en el estudio de métodos.

Para realizar estos diagramas se requiere conocer el proceso estudiado, y creatividad para elaborarlos, de tal forma que contengan la información que permita a toda persona enterarse de las actividades del proceso registrado.

Los diagramas de operaciones están diseñados para ayudar en el análisis de los sistemas de producción, proporcionando las secuencias detalladas de las operaciones ejecutadas. Este diagrama presenta la secuencia de operaciones y los movimientos de la nómina a través del área, con lo cual se pueden visualizar: transportes innecesarios, colocación de equipos que entorpecen las actividades, espacios mal aprovechados, almacenajes de material, entre otras ineficiencias que se traducen en costos afectando al precio del producto. Se utilizan varios símbolos para expresar gráficamente la secuencia de las actividades.

El símbolo  representa una operación. Ocurre una operación cuando un objeto es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características físicas o químicas.

El símbolo  representa transportación. Ocurre una transportación cuando un objeto es movido de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos son parte de una operación, o son causados por el operador en la estación de trabajo durante una operación o una inspección.

El símbolo  representa inspección. La inspección ocurre cuando se examina un objeto para la identificación o es verificado en cuanto a su calidad o cantidad en cualesquiera de sus características.

El símbolo  representa demora. Ocurre una demora a un objeto cuando las condiciones no permitan o requieran la

ejecución inmediata de la siguiente acción planeada, exceptuando las que cambien intencionalmente las características físicas o químicas del objeto.

El símbolo  representa almacenamiento. Ocurre el almacenamiento cuando se guarda y protege un objeto contra un cambio no autorizado.

A continuación se muestra el diagrama de proceso de recorrido de esta área.



## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO AREA : SELLADO Y ENGRAPADO. ACTIVIDAD : SELLADO Y ENGRAPADO DE NOMINA	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL. RESPONSABLE:	HOJA : 2/3				
DESCRIPCION	○	➔	◡	◻	▽	OBSERVACIONES
22. Formar paquetes de recibos.						
23. Cotejar sobres contra recibos.						
24. Si existe diferencia se revisa nómina.						
25. Si el error persiste, levantar acta.						
26. Suspender temporalmente proceso.						
27. Colocar liga al paquete de nómina y papelería						
28. Colocar nóminas en caja de cartón.						
29. Llevar nómina a jefe o auxiliar de salida.						
30. Las nóminas permanecen en la mesa del jefe.						
31. Llevar nómina al personal de engrapado.						
32. Distribuir nómina al personal de engrapado.						
33. Preparar nómina y material.						
34. Engrapar bolsa a cada recibo.						Simultáneamente verifica sello de recibo.
35. Formar paquetes de recibos.						
36. Llenar papelería de nómina.						
37. Colocar liga a nómina con su papelería.						
38. Colocar nómina en caja de cartón.						
39. Llevar nómina al jefe área.						
40. Entregar nóminas al jefe de área.						
41. Las nóminas esperan en mesa de jefe de área.						
42. Entregar nómina al jefe del departamento de revisión.						
43. Almacenar.						Termina operación de sellado de nómina.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO AREA : SELLADO Y ENGRAPADO. ACTIVIDAD : SELLADO Y ENGRAPADO DE NOMINA	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL. RESPONSABLE:	HOJA : 3/3				
DESCRIPCION	○	➡	◡	□	▽	OBSERVACIONES
						Ver resumen de sellado y engrapado de nomina al final de esta hoja.
RESUMEN	○	➡	◡	□	▽	OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	27	9	5	1	1	

Como puede observarse en el diagrama anterior, cada vez que se realiza un proceso diferente a la nómina se genera un transporte, lo cual repercute en una especie de inventarios intermedios de producto en proceso. En la actualidad las producciones en grandes escalas e inventarios de producto en proceso no permiten el ágil desarrollo del sistema, por ello en el proceso anterior deben reducirse las actividades que no agregan valor al producto. Es recomendable tener al inicio del proceso varias nóminas, porque estas representan materia prima con la cual este departamento inicia su funcionamiento, con esto se contaría al final con varias nóminas selladas y engrapadas con el valor agregado que se les aporta en esta área, lo que agilizaría este y los procesos posteriores, ya que se reduciría considerablemente el tiempo. Es muy difícil que esto ocurra, ya que las nóminas llegan a la empresa cuando el cliente desea llevarlas, por lo que la entrada del material a procesar no es continua.

Por otra parte se sugiere que las nóminas que no tienen prioridad de entrega no permanescan almacenadas hasta convertirse en urgentes, sino que se procesen en forma continua conforme su entrada al departamento.

Al realizar los diagramas de proceso se detectó que las actividades manuales que se realizan en esta área son de gran importancia, repetitivas y susceptibles a revisión, por esta razón se utilizó para el registro de ellas el diagrama bimanual, en el cual se anotan las actividades de las extremidades del operario indicando la relación entre las mismas.

Esta herramienta sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, movimientos innecesarios, mejorar los métodos de trabajo de tal forma que el operario realice con menor esfuerzo su trabajo y aumente la productividad, sin descuidar la calidad del producto. Por ello se consideró indispensable realizarlos.

Los símbolos utilizados en los diagramas son los movimientos elementales "Therbligs" que se clasifican de la siguiente

manera:

EFFECTIVOS.- Son los movimientos que deben efectuarse, pero son sujetos a mejoras.

NOMBRE	ABREVIATURA	DESCRIPCION
Alcanzar	AL	Mover la mano vacia hacia su destino.
Mover	M	Transportar un objeto a su destino.
Sujetar	S	Conseguir un suficiente control sobre un objeto con los dedos.
Soltar	SL	Abandonar el control que los dedos ejercen sobre un objeto.
Usar	U	Movimiento para el cual el movimiento anterior ha sido preparatorio.
Ensamblar	E	Unir partes correspondientes
Desensamblar	DE	Romper el contacto entre las partes.
Colocación previa	CP	Preparar el objeto para algún movimiento posterior.

INEFFECTIVOS.- Son movimientos que deben evitarse.

NOMBRE	ABREVIATURA	DESCRIPCION
Buscar	B	Localizar cualquier objeto manual y/o visualmente.
Seleccionar	SE	Escoger entre varios objetos.
Colocar en posición	C	Acomodar y orientar un objeto. en la posición o lugar deseado.
Inspeccionar	I	Examinar un objeto.

Planear	PL	Retraso o vacilación para decidir como proceder en el trabajo.
Retraso inevitable	RI	Demora fuera del control del operario, es decir atribuible al método.
Retraso evitable	RE	Demora atribuible al operario.
Retraso por fatiga	D	Descanso por fatiga.
Sostener	SO	Mantener el control con la mano sobre un objeto mientras se hace un trabajo en él.

Debido a que el personal variaba con frecuencia la forma en que realizaba el trabajo, los diagramas que a continuación se muestran están basados en las operaciones que se presentaban comunmente.



## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO AREA : SELLADO. OPERACION : SELLAR HOJINA.				FECHA : ENERO, 1991 HOJA : 2/5 METODO : ACTUAL RESPONSABLE :					
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
16) Colocar foliadora en posición.									15) Mover vistago hasta foliadora
17) Sostener foliadora									17) Cambiar fecha y número de folio.
22) Sellar foliadora.									18) Mover vistago hasta su lugar.
23) Alcanzar recibo.									19) Soltar vistago.
24) Sujetar recibo.									20) Alcanzar foliadora.
25) Mover al lugar de trabajo.									21) Sujetar foliadora.
26) Colocar recibo.									23) Mover foliadora.
28) Mover recibo foliado al area de PT.									24) Sostener foliadora.
29) Soltar recibo.									26) Mover foliadora.
Repetir ciclo a partir del paso 23 hasta el 29, hasta terminar con paquete de recibos.									27) Folear.
32) Alcanzar paquete de recibos foliados.									28) Sostener foliadora.
									Repetir ciclo a partir del paso 23 hasta el 29, hasta terminar con paquete de recibos.
									30) Llevar foliadora a su lugar.
									31) Soltar foliadora.
									32) Alcanzar paquete de recibos foliados.

## DIAGRAMA BIMUANAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO  
 AREA : SELLADO.  
 OPERACION : SELLAR NOMINA.

FECHA : ENERO, 1991 HOJA : 3/5  
 METODO : ACTUAL  
 RESPONSABLE :

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
33) Sujetar recibos.	S				S				33) Sujetar recibos.
34) Mover recibos.		M				M			34) Mover recibos.
35) Sostener recibos.				SO	CP				35) Acomodar recibos.
					AL				36) Alcanzar liga.
					S				37) Sostener liga.
						M			38) Mover liga hacia mano izquierda.
40) Mover nomina al lado izquierdo de mesa.					E				39) Poner liga a recibos sellados.
41) Soltar paquete.	SL								
42) Alcanzar comprobante y etiqueta en area de papeleria.									
43) Sujetar etiqueta y comprobante.	S								
44) Mover etiqueta y comprobante.		M							
45) Sostener conjunto.				SO					
									46) Buscar pluma.
									47) Alcanzar pluma.
									48) Sujetar pluma.
									49) Mover pluma hasta etiqueta.
									50) Escribir número de de folio de inicio y fin, así como al número de recibos sellados y firma.
					U				

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO  
 AREA : SELLADO  
 OPERACION : SELLAR NOMINA

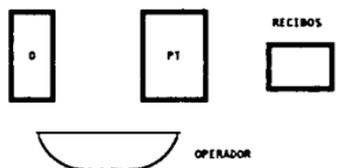
FECHA : ENERO, 1991 NOJA : 4/5  
 METODO : ACTUAL  
 RESPONSABLE :

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
51) Soltar conjunto (etiqueta y comprobante).	SL								51) Mover pluma hacia lado derecho de mesa.
56) Alcanza nmina procesada (sellado).									52) Soltar pluma.
57) Sujeta nmina.	S								53) Alcanzar conjunto.
58) Llevar nmina hacia comprobante.									54) Sujeter conjunto.
59) Sostener nmina.									55) Mover conjunto.
60) Sujeter todo el paquete.	S								56) Sostener conjunto (etiqueta y comprobante).
61) Sostener paquete.									59) Empalmar conjunto y nomina.
66) Pasar paquete a mano derecha.									61) Soltar paquete.
68) Soltar paquete.	SL								62) Alcanzar liga.
									63) Sujeter liga.
									64) Mover liga hacia paquete.
									65) Poner liga al paquete
									67) Sujeter paquete.
									69) Llevar paquete a parte superior de mesa.

## DIAGRAMA BIMUANAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO					FECHA : EHERD, 1991				HOJA : 5/5	
ÁREA : SELLADO					Método : ACTUAL				RESPONSABLE :	
OPERACION : SELLAR NOMINA										
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	▷	▽	○	➔	▷	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA	
Termina operación de sellado de nomina.					SL				70) Sellar paquete.  Ver resumen de sellar nomina al final de esta hoja.	
RESUMEN MANO IZQUIERDA	○	➔	▷	▽		○	➔	▷	▽	RESUMEN MANO DERECHA
TOTAL DE ACTIVIDADES	14	12	0	7	25	24	0	4	TOTAL DE ACTIVIDADES	
OBSERVACIONES		0	INSPECCIONES				0	OBSERVACIONES		

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO  AREA : ENGRAPADO  OPERACION : ENGRAPAR RECIBOS.  FECHA : ENERO, 1991      HOJA : 1/3  METODO: ACTUAL  RESPONSABLE :	DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO  PARTE SUPERIOR DE MESA  <div style="text-align: center;">                     ENGRAPADORA   </div>
---	---

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
3) Acomodar como en el esquema.  4) Soltar recibos.        8) Sujetar recibo    10) Verificar si continus recibo.									1) Alcanzar todos los recibos de la parte superior de mesa.  2) Sujetar recibos.  3) Acomodar como en el esquema.  4) Soltar recibos.  5) Alcanzar un recibo.  6) Tomar un recibo.  7) Llevar a la otra mano.  9) Soltar recibo.  10) Verificar si continua recibo.  11) En caso de ser necesario alcanzar según recibo.  12) Tomar el segundo recibo.  13) Llevar a la otra mano.
		CP							
		SL							
		S				AL			
						CP			
						SL			
						S			
						AL			
						S			
						M			
						SL			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			
						AL			
						S			
						M			
						I			

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO  
 ARIA : ENGRAPADO  
 OPERACION : ENGRAPAR RECIBOS

FECHA : ENERO, 1991 HOJA : 2/3  
 METODO : ACTUAL  
 RESPONSABLE :

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
14) Sujeter recibo.	S				SL				15) Soltar recibo.
16) Empalmar recibos.	CP				CP				16) Empalmar recibos.
17) Llevar recibos hacia engrapadora.		M							18) Alcanzar engrapadora.
18) Colocar recibos.	CP					AL			19) Engrapar.
19) Sostener recibos.				SO	E				
20) Pasar a la otra mano		M			S				21) Sujeter recibos.
22) Soltar.	SL								23) Llevar a lugar de producto terminado.
						M			24) Soltar producto terminado.
					SL				Repetic pasos del 5 al 24 hasta completar el monto total de recibos.
25) Alcanzar producto terminado (PT).									25) Alcanzar producto terminado (PT).
26) Sujeter PT.	S				S				26) Sujeter PT.
27) Acomodar PT.	CP				CP				27) Acomodar PT.
28) Sujeter PT.	S				SL				29) Soltar PT.
									30) Alcanzar liga.
30) Sostener PT.				SO		AL			31) Sujeter liga.
					S				32) Mover liga hacia mano izquierda.
						M			

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO					FECHA : ENERO, 1991				HOJA : 3/3
AREA : SELLADO					METODO : ACTUAL				RESPONSABLE :
OPERACION : ENGRAPAR RECIBOS									
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
37) Introducir recibos en bolsa. 38) Soltar recibos. 39) Mover mano.					E   AL   S   M   SO   S   M				33) Poner liga a PT. 34) Alcanzar bolsa. 35) Sujetar bolsa. 36) Mover bolsa. 37) Sostener bolsa para introducir recibos. 40) Mover bolsa con PT. a parte superior de mesa. 41) Soltar bolsa. Termina operación de engrapado de recibos.
RESUMEN MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	RESUMEN MANO DERECHA
TOTAL DE ACTIVIDADES	12	5	0	3	19	13	0	1	TOTAL DE ACTIVIDADES
OBSERVACIONES		1	INSPECCIONES			1	OBSERVACIONES		

## DIAGRAMA BIMUANAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO  AREA : ENGRAPADO  OPERACION : ENGRAPAR RECIBO CON BOLSA EN BANO.  FECHA : ENERO, 1991 NOJA : 1/4  METODO : ACTUAC  RESPONSABLE :					DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO  PARTE SUPERIOR DE MESA  PAPERERIA <span style="float: right;">MONTRA</span>				
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
1) Alcanzar nmina. 2) Sujetar nmina. 3) Mover nmina. 4) Colocar nmina. 5) Sostener nmina.        12) Acomodar recibos (nmina). 13) Mover recibos segun disposicion de lugar de trabajo indicado. 14) Saltar recibos.	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	5) Llevar hacia mano izquierda. 6) Sujetar liga 7) Quitar liga. 8) Mover liga. 9) Saltar liga. 10) Alcanzar nmina. 11) Sujetar nmina. 12) Acomodar recibos (nmina). 13) Mover recibos segun disposicion de lugar de trabajo indicado. 14) Saltar recibos.

## DIAGRAMA BIMUJUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO  
 AREA : ENGRAPADO  
 OPERACION : ENGRAPAR RECIBO CON BOLSA EN MANO.

FECHA : ENERO, 1991      HOJA : 2/4  
 METODO : ACTUAL  
 RESPONSABLE :

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
19) Alcanzar bolsas de parte superior de mesa.									15) Alcanzar engrapadora.
20) Sujetar bolsas.	S				S				16) Sujetar engrapadora.
21) Mover bolsas a lugar de trabajo.	M				M				17) Mover engrapadora.
22) Colocar bolsas en mano.	CP				CP				18) Colocar en posición según esquema.
23) Poner en posición una bolsa.	CP				CP				22) Ayudar a colocar bolso en mano izquierda.
24) Sostener bolsas.				SO	S				23) Alcanzar un recibo.
26) Examinar recibo y bolsa.	CP				M				24) Sujetar recibo.
27) Colocar en engrapadora.	CP				CP				25) Mover hacia área de trabajo.
28) Sostener recibo y bolsa en posición.	CP			SO	SI				26) Ensamblar recibo y bolsa.
32) Soltar un recibo.	SL				AL				27) Soltar recibo y bolsa.
					E				28) Llevar mano a engrapadora.
					AL				29) Engrapar recibo con bolsa.
					S				30) Alcanzar recibo engrapado.
									31) Sujetar recibo.

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO				FECHA : ENERO, 1991 NOJA : 3/4					
AREA : ENGRAPADO				METODO : ACTUAL					
OPERACION : ENGRAPAR RECIBO CON BOLSA EN MANO.				RESPONSABLE :					
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
33) Sostener las demás bolsas.				33					33) Llevar al área de PT (producto terminado).
Repetir pasos desde el 23 al 33 hasta agotar bolsa en mano izquierda.									Repetir pasos desde el 23 al 33 hasta agotar bolsas en mano izquierda.
Repetir pasos desde el 19 al 33 hasta agotar lote de recibos a procesar									Repetir pasos desde el 19 al 33 hasta agotar lote recibos a procesar.
34) Mover bolsas a papetería si lo sobran en mano.									
35) Soltar bolsas.	SL								
36) Alcanzar producto terminado (sobres).									36) Alcanzar producto terminado (sobres).
37) Sujetar sobres.	S				S				37) Sujetar sobres.
38) Mover al área de trabajo.									38) Mover al área de trabajo.
39) Acmodar sobres.	CP				CP				39) Acmodar sobres.
40) Sujetar sobres.	S								
42) Sostener sobres.				50					42) Soltar sobres.
43) Alcanzar liga.									42) Alcanzar liga.
43) Sujetar liga.					S				43) Sujetar liga.
44) mover liga.									44) mover liga.
45) Poner liga al paquete					E				45) Poner liga al paquete
46) Sujetar paquete.					S				46) Sujetar paquete.
47) Soltar paquete.	SL								47) Soltar paquete.
Termina operación de engrapado de recibo con bolsa en mano.									48) Mover paquete.
					SL				49) Soltar paquete.

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO					FECHA : ENERO, 1991 HOJA : 4/4				
AREA : SELLADO					METODO : ACTUAL				
OPERACION : ENGRAPAR RECIBO CON BOLSA EN MANO					RESPONSABLE :				
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
Ver resumen de engrapar recibo con bolsa en mano al final de esta hoja.									
RESUMEN MANO IZQUIERDA	○	➔	◻	▽					RESUMEN MANO DERECHA
TOTAL DE ACTIVIDADES	15	0	0	5	21	16	0	0	TOTAL DE ACTIVIDADES
OBSERVACIONES		0		INSPECCIONES		0		OBSERVACIONES	

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO  AREA : ENGRAPADO  OPERACION : ENGRAPAR RECIBO Y BOLSA CON PROFAGANDA.  FECHA : ENERO, 1991 HOJA : 1/4  METODO: ACTUAL  RESPONSABLE :					DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO						
					ENGRAPADORA						
						RECIBOS DE NOMINA  PT					
					BOLSA CON PROFAGANDA	OPERADOR					
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA		
1) Alcanzar recibos.											
2) Sujetar recibos.	S										
3) Mover hacia area de trabajo.		M									
4) Sostener recibo.				SO							
7) Mover recibos.											
8) Sellar recibos en su lugar.	SL										
9) Alcanzar bolsa con propaganda.											
10) Sujetar bolsa.	S										
11) Mover al lugar de trabajo.		M									
12) Sujetar bolsa.	S										
					DE				4) Ditar liga.		
						M			5) Mover mano.		
					SL				6) Sellar liga.		
									9) Alcanzar recibo.		
									10) Sujetar recibo.		
									11) Mover hacia mano izquierda.		
									13) Sellar recibo.		
Si existe otro recibo repetir pasos del 9 al 13.											

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO  
 AREA : ENGRAPADO  
 OPERACION : ENGRAPAR RECIBO Y BOLSA CON PROPAGANDA.

FECHA : FEBRO, 1991 HOJA : 2/4  
 METODO : ACTUAL  
 RESPONSABLE :

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA									DESCRIPCION MANO DERECHA
	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	
14) Sostener bolsa.									
15) Acmodar.	CP				CP				15) Acmodar.
16) Inspeccionar.	I				I				16) Inspeccionar.
17) Mover hacia lugar de engrapadora.	M				M				
18) Colocar en posición.	CP				E				18) Alcanzar engrapadora.
20) Mover hacia lugar de trabajo.	M				E				19) Ensamblar.
21) Inspeccionar.	I				I				20) Mover hacia lugar de trabajo.
23) Sellar producto terminado.	SL				S				21) Inspeccionar.
	AL				S				22) Tomar producto terminado (PT).
26) Alcanza recibos en área de PT.	AL				M				24) Mover al lugar de producto terminado.
27) Sujetar recibos (PT).	S				SL				25) Sellar.
28) Mover al área de trabajo.	M				S				Repetir los pasos desde el 9 hasta el 25, hasta completar el monto total de los recibos.
29) Acmodar.	CP				AL				26) Alcanza recibos en área de PT.
30) Contar recibos.	U				S				27) Sujetar recibos (PT).
					M				28) Mover al área de trabajo.
					CP				29) Acmodar.
					U				30) Contar recibos.
					SL				31) Sellar recibos.



## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO  
 AREA : ENGRAPADO  
 OPERACION : ENGRAPAR RECIBO Y BOLSA CON PROPAGANDA.

FECHA : ENERO, 1991 HOJA : 4/4  
 METODO : ACTUAL  
 RESPONSABLE :

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽		○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
										Ver resumen de engrapar recibo y bolsa con propaganda al final de esta hoja.
RESUMEN MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽		○	➔	◩	▽	RESUMEN MANO DERECHA
TOTAL DE ACTIVIDADES	16	9	0	4	20	14	0	0		TOTAL DE ACTIVIDADES
OBSERVACIONES	2			INSPECCIONES			2			OBSERVACIONES

En los diagramas anteriores se visualiza que en unas operaciones las manos comienzan y terminan sus movimientos a destiempo, que éstos no son simétricos y en ocasiones para tomar algún objeto se realizan movimientos de brazo y antebrazo, debido a la inadecuada distribución del lugar de trabajo. El no respetar los principios de economía de movimientos provoca más operaciones de transporte y alcance, para acercar el material al lugar de trabajo se presenta el sostener de manera frecuente y prolongada, lo cual implica que alguna de las manos este inactiva.

Las mejoras de los diagramas bimanuales estan realizadas en base a los principios o leyes de economía de movimientos, estos tienen como finalidad dar los lineamientos a seguir en los siguientes puntos:

- A) Mejor utilización del cuerpo humano.
- B) Mejor distribución y condiciones de trabajo.
- C) Mejor diseño de herramientas.

Los principios para la utilización del cuerpo humano son los siguientes:

- 1.-Ambas manos deben comenzar y terminar sus movimientos a la vez.
- 2.-Los movimientos de las manos deben hacerse simétrica y simultáneamente al alejarse y acercarse al cuerpo.
- 3.-Utilizar el impulso e ímpetu físico como ayuda al operador, siempre y cuando no exista en ello esfuerzo muscular.
- 4.-Son preferibles los movimientos continuos a los rectos en los que existen cambios de dirección.
- 5.-El trabajo que se hace con los pies deberá de ejecutarse al mismo tiempo que el que se hace con las manos.
- 6.-Los movimientos del cuerpo y de las manos deben caer dentro de la "clase" más baja como sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo; según las siguientes clases:

- a) Dedos
- b) Manos y dedos
- c) Antebrazo, manos y dedos
- d) Torso, brazo, antebrazo, manos y dedos.
- e) El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco a menudo.
- f) El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas.
- g) No operar pedales cuando el operario esta de pie.

Los principios y condiciones de trabajo son los siguientes:

- 1.-Debe de haber sitios fijos para cada herramienta y material.
- 2.-Las herramientas y materiales deben colocarse dentro del área de alcance normal (espacio entre el codo y las falanges).
- 3.-Los materiales y herramientas deben disponerse de tal manera que se puedan seguir mejor la secuencia de operaciones.
- 4.-Deben de utilizarse en lo posible dispositivos que permitan al operario dejar caer el trabajo terminado, sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.
- 5.-Proporcionar al área de trabajo adecuada ventilación, iluminación, humedad, etc.
- 6.-Proporcionar silla al operario del tipo y forma adecuada que permitan al operador, trabajar alternativamente parado o sentado.
- 7.-El color de las superficies de trabajo deberá contrastar con la tarea que realice el trabajador para reducir la fatiga de la vista.

En cuanto al tercer rubro, diseño de herramientas se tienen los siguientes principios:

- 1.-El sostener, debe realizarse siempre que sea posible con

dispositivos y no con la mano.

2.-Los mangos de las herramientas deben diseñarse de tal manera que la mayor parte de la mano este en contacto con su superficie.

3.-Las palancas, barras y volantes deben situarse en posición que permitan al operario un mínimo cambio de posición de su cuerpo.

A continuación se muestran diagramas bimanuales en los que se proponen métodos nuevos de trabajo.

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO, ENGRAPADO Y REVISION.  AREA : PROCESO DE NOMINA  OPERACION : SELLAR NOMINA  FECHA : ENERO, 1991 NOJA : 1/4  METODO: PROPUESTO.  RESPONSABLE :	DESPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO  PARTE SUPERIOR DE MESA  PAPELERIA  
---	---

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
1) Alcanzar nmina de lado derecho de la mesa.									1) Alcanzar nmina de lado derecho de la mesa.
2) Sujetar nmina.	S	↘			S	↘			2) Sujetar nmina.
3) Mover nmina hacia area de recibos.		↗				↗			3) Mover nmina hacia area de recibos.
4) Soltar nmina.	SI	↘			SI	↘			4) Soltar nmina.
5) Alcanzar foleadora.		↗				↗			5) Alcanzar vástago.
6) Sujetar la foleadora.	S	↘			S	↘			6) Mover vástago hasta foleadora.
7) Sostener foleadora.				SO				SO	7) Cambiar fecha y número de folio.
8) Colocar foleadora en posición.	CP	↘			CP	↘			8) Mover vástago hasta su lugar.
9) Sostener foleadora en posición.				SO				SO	9) Soltar vástago.
					U	↘			10) Alcanzar foleadora.
						↗			11) Sujetar foleadora.
					SI	↘			
						↗			
					SI	↘			
						↗			
					S	↘			





## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO, ENGRAPADO Y REVISION					FECHA : ENERO, 1991				HOJA : 4/4				
AREA : PROCESO DE NOMINA					METODO : PROPUESTO				RESPONSABLE :				
OPERACION : SELLAR NOMINA													
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA	○	➔	◩	▽
49) Llevar nómina hacia comprobante. 50) Sostener nómina. 51) Sujeter todo al paquete. 52) Sostener paquete.  57) Pasar paquete al lado de la mesa. 58) Soltar paquete.			M				SO		50) Emplomar conjunto y nómina.  52) Sellar paquete. 53) Alcanzar liga. 54) Sujeter liga. 55) Mover liga hacia paquete. 56) Poner liga a paquete.  Termina operación de sellado de nómina.				
					S		SO			CP			
										SL			
										AL			
										S			
										M			
										E			
					SL		M						
RESUMEN MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	RESUMEN MANO DERECHA	○	➔	◩	▽
TOTAL DE ACTIVIDADES	15	14	0	6	18	20	0	4	TOTAL DE ACTIVIDADES				
OBSERVACIONES	0			INSPECCIONES	0			OBSERVACIONES					

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO , ENGRAPADO Y REVISOR.

AREA : PROCESO DE MONTAJE.

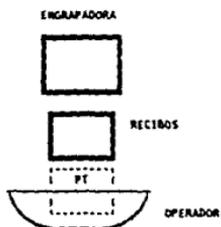
OPERACION : ENGRAPAR RECIBOS.

FECHA : ENERO, 1991 HOJA : 1/3

METODO : PROPUESTO

RESPONSABLE :

DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO

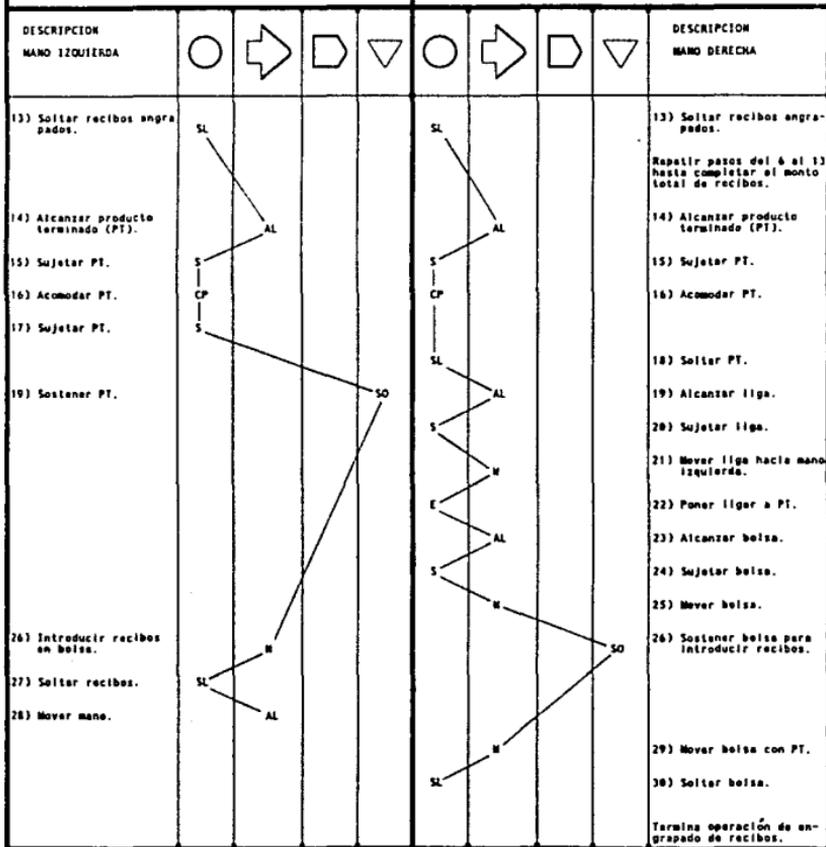


DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
1) Alcanzar todos los recibos de la parte lateral de mesa.									1) Alcanzar todos los recibos de la parte lateral de mesa.
2) Sujetar recibos.	S				S				2) Sujetar recibos.
3) Mover recibos.	M				M				3) Mover recibos.
4) Acomodar como en el esquema.	CP				CP				4) Acomodar como en el esquema.
5) Saltar recibos.	SL				SL				5) Saltar recibos.
6) Alcanzar área de recibos.	AL				AL				6) Alcanzar área de recibos.
7) Sujetar un recibo.	S				S				7) Sujetar un recibo.
8) Verificar si continúa recibo.	I				I				8) Verificar siguiente recibo.
9) En caso de ser necesario empujar recibos.	CP				CP				9) En caso de ser necesario empujar recibos.
10) Colocar recibos en engrapadora.	CP				CP				10) Colocar recibos en engrapadora.
11) Sostener mientras se engrapa con un pedal.	E				E				11) Sostener mientras se engrapa con un pedal.
12) Mover recibos a PT.	M				M				12) Mover recibos a PT.

## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : SELLADO , ENGRAPADO Y REVISION.  
 AREA : PROCESO DE NOMINA.  
 OPERACION : ENGRAPAR RECIBOS

FECHA : ENERO, 1991 HOJA :2/3  
 METODO : PROPUESTO  
 RESPONSABLE :



## DIAGRAMA BIMUANAL

DEPARTAMENTO : SELLADO , ENGRAPADO Y REVISION  
 AREA : PROCESO DE NOMINA  
 OPERACION : ENGRAPAR RECIBOS

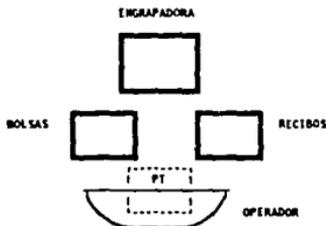
FECHA : ENERO, 1991 HOJA : 3/3  
 METODO : PROPUESTO  
 RESPONSABLE :

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA										DESCRIPCION MANO DERECHA
										Ver resumen de engrapar recibos al final de esta hoja.
RESUMEN MANO IZQUIERDA										RESUMEN MANO DERECHA
TOTAL DE ACTIVIDADES	13	7	0	3		15	10	0	2	TOTAL DE ACTIVIDADES
OBSERVACIONES		1			INSPECCIONES			0		OBSERVACIONES

## DIAGRAMA BIMUANAL

**DEPARTAMENTO :** SELLADO, ENGRAPADO Y REVISION.  
**AREA :** PROCESO DE NOMINA.  
**OPERACION :** ENGRAPAR RECIBO Y BOLSA CON PROPAGANDA  
**FECHA :** ENERO, 1991 HOJA : 1/2  
**METODO:** PROPUESTO  
**RESPONSABLE :**

### DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO



DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▼	○	➔	◩	▼	DESCRIPCION MANO DERECHA
	1) Alcanzar recibos (ndmina).								
2) Sujetar recibos.	S				S				2) Sujetar recibos.
3) Mover según disposición de trabajo.	SL				SL				3) Mover según disposición de trabajo.
4) Soltar recibos.									4) Soltar recibos.
5) Alcanzar una bolsa.	S				S				5) Alcanzar un recibo.
6) Sujetar bolsa.	SL				SL				6) Sujetar recibo.
7) Mover bolsa hacia mano derecha.	CP				CP				7) Mover recibo hacia mano izquierda.
8) Igualar recibo y bolsa.									8) Igualar recibo y bolsa.
9) Mover conjunto hacia engrapadora.	E				E				9) Mover conjunto hacia engrapadora.
10) Colocar conjunto.									10) Colocar conjunto.
11) Sostener mientras se engrapa mediante un pedal.				SO				SO	11) Sostener mientras se engrapa mediante un pedal.
12) Mover recibo y bolsa a área de PT.									12) Mover recibo y bolsa a área de PT.
13) Soltar conjunto.	SL				SL				13) Soltar conjunto.

## DIAGRAMA BIMUANAL

DEPARTAMENTO : SELLADO, ENGRAFADO Y REVISION					FECHA : ENERO, 1991				HOJA : 2/2			
AREA : PROCESO DE NOMINA					METODO : PROPUESTO.				RESPONSABLE :			
OPERACION : ENGRAPAR RECIBO Y BOLSA CON PROPAGANDA.												
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA			
Repetir pasos del 5 al 13 hasta completar monto total de recibos.  (4) Alcanzar PT (sobras) (5) Sujetar PT. (6) Acomodar PT. (7) Mover PT al siguiente puesto de trabajo. (8) Soltar PT.  Termina operación.	○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽	Repetir pasos del 5 al 13 hasta completar monto total de recibos.  (4) Alcanzar PT (sobras) (5) Sujetar PT. (6) Acomodar PT. (7) Mover PT al siguiente puesto de trabajo. (8) Soltar PT.  Termina operación.			
RESUMEN MANO IZQUIERDA	○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽	RESUMEN MANO DERECHA			
TOTAL DE ACTIVIDADES	10	8	0	1	10	8	0	1	TOTAL DE ACTIVIDADES			
OBSERVACIONES	0			INSPECCIONES	0			OBSERVACIONES				

Del diagrama de engrapar recibo con bolsa en mano y del de engrapar recibo y bolsa con propaganda se propone uno sólo, ya que se observó que se realizan los mismos pasos.

Comparando los diagramas bimanuales actuales con los propuestos, es notorio que en los últimos, las actividades se equilibran de tal manera que los movimientos inefectivos se balancean.

En el diagrama de engrapar recibo y bolsa con propaganda tenemos lo siguiente:

Se sugiere un rediseño de la mesa de trabajo, fijándole una engrapadora con pedal para realizar la operación de engrapado con el pie. Otra modificación consiste en ponerle a la mesa un canal en el que se resbale el producto terminado de tal manera que quede acomodado. Esto ayudaría a la mejora de los procesos, a eliminar movimientos innecesarios, además proporciona mejores condiciones para los operarios.

Durante la observación de las operaciones fué claro que debido a la inadecuada distribución del material de trabajo, los operarios realizaban movimientos innecesarios, por eso se proponen nuevas distribuciones de material. La distribución adecuada del material de trabajo es primordial para la eliminación de esfuerzos, como alcanzar, acomodar o mover de forma continua objetos necesarios para la operación.

Para continuar con el estudio se consideró necesario realizar una evaluación de las operaciones y para obtener éstas, se utilizan técnicas que comprende la "medición del trabajo". Primero se realizó el muestreo, tomándose al azar las muestras, y valorando el desempeño de los trabajadores, dependiendo de la rapidez con la que efectuaban el trabajo con respecto a un estándar de valoración.

Conociéndose el plan de muestreo, se planteó la inquietud de cual sería la forma de cronometrar las actividades, y para ésto fue importante llevar a cabo un estudio de tiempos, el cual -es una técnica de medición del trabajo, empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de

una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas. Además sirve para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido en efectuar una tarea según una norma de ejecución preestablecida, es decir un estándar. Para obtener dicho estándar, fue necesario separar en elementos el proceso de la nómina, y antes de iniciar la toma de tiempos se realizaron varias observaciones de las actividades desarrolladas en el departamento, para familiarizarse con los operarios e identificar las operaciones de las cuales podrían obtenerse los tiempos estándar. Las actividades de sellado y pegado fueron seleccionadas porque se realizan en forma continua y repetitiva, ya que dependen directamente del proceso utilizado y de la habilidad del operario.

Al conocer e identificar las actividades del proceso que siguen las nóminas en esta área, se observó que se generan problemas que pueden solucionarse por medio de la medición del trabajo que consiste "en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuandola según una norma de ejecución preestablecida".

Al principio la medición del trabajo fue analizada desde un punto de vista macro, pero profundizando en varios aspectos se analizó hasta llegar a los micromovimientos de las actividades. Para lo anterior primero se seleccionaron las actividades que se consideraron de mayor repetición, y que de alguna manera pudiesen interferir en el adecuado avance de una nómina por el departamento. Para esto fueron determinantes los diagramas de proceso obtenidos a través de la observación directa de las operaciones.

El continuo contacto con los operarios y el ver de manera directa la realización de su trabajo, permitió identificar actividades que requieren lapsos de tiempo muy cortos y que no son posibles de registrar, de tal manera que se optó por unir operaciones para poder tomar el tiempo. Además de establecer un formato para el registro del tiempo. Este examen previo, ayuda a

tener cierto pronóstico de las actividades que fallan y de lo que podría mejorarse.

El propósito del análisis de métodos es determinar la forma más eficiente de efectuar una tarea.

El estudio de tiempos es una actividad mediante la cual se determinan estándares de tiempo. Un estándar de tiempo es el lapso que tomaría a un trabajador calificado en ejecutar determinado trabajo. Por lo general, el estándar se compone de varios elementos: el tiempo real que el empleado dedica al trabajo, tolerancias por demoras personales, por demoras inevitables, y en ocasiones por fatiga. Pero existen muchas facetas en el problema de fijar estándares de tiempo justos.

Algunas de las razones por las cuales se usa el estudio de tiempos en las firmas comerciales son las siguientes: cuando se usa el sistema de incentivos, se necesita establecer alguna base para la tasa de producción y el estudio de tiempos proporciona esta base. Si se desea establecer un sistema de incentivos, se necesita saber cual es la cantidad de productos que puede realizar un trabajador en una jornada, para de esta manera remunerar el excedente que haya realizado de la producción estándar. El sistema de incentivos no es la única aplicación del tiempo estándar, sin embargo su aplicación principal en la rama industrial y en la de servicio consiste en poder evaluar el costo de mano de obra de un artículo.

Por otro lado cuando una empresa quiere estimar el tiempo en el que puede entregar un lote de producción y el costo que éste representa, necesita de los datos del tiempo estándar, o de lo contrario efectuaría una evaluación equivocada, causándole problemas al cliente o pérdidas al estimar su costo de producción.

Para obtener el tiempo estándar de una tarea determinada debe dividirse en actividades, de las cuales se obtiene el tiempo total de ejecución de la tarea al ritmo tipo, "entendiéndose por este último el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la

Jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método específico que se les haya establecido. A ese desempeño corresponde el valor 100% en las escalas de valoración del ritmo y del desempeño".

En la empresa en la que se llevaron a cabo estos estudios se detectó la necesidad de aplicar el estudio de tiempos con cronómetro, por lo que se procedió a la elaboración de un formato de registro de tiempos, el cual contiene nombre de la operación, fecha, valoración, nombre del operario, nombre del analista, observaciones, operaciones seleccionadas y número de productos, de manera tal que se adecuara a las necesidades de este estudio.

Enseguida se presenta el formato de registro de tiempos.



El llenado de la hoja de tiempos se realiza de la siguiente forma: se inicia poniendo la fecha, lugar de trabajo, operación y operador. Después en la sección rayada en diagonal se escriben los elementos que conformen un ciclo de trabajo. Teniendo lo anterior se procede a dar inicio a la toma de tiempos. El primer elemento se registra en la primera columna, y así hasta terminar el ciclo. En caso de que se repita el ciclo, se vuelve a escribir en el renglon siguiente la misma secuencia hasta terminarse la hoja de tiempos. Al final del ciclo tomado se registra el tiempo total y se llena el número de unidades, el tamaño, quién realizó el registro, la técnica que utilizó el operario y la valoración correspondiente.

En caso que durante la toma de tiempos se presente un suceso que no ocurra frecuentemente se anota este dato en la columna de observaciones. El tomador de tiempos al final revisa su hoja de trabajo y firma como responsable.

A continuación se muestra un ejemplo de la forma en la que se registra la información en la hoja del estudio de tiempos.



Con este modelo se realizaron pruebas para que los encargados de la toma de tiempos se familiarizaran y eligieran que tipo de cronometraje se utilizaría. Se usaron "cronómetros de minuto decimal los cuales registran un minuto por vuelta, con esfera graduada en centesimas de minuto" y una manecilla que puede registrar 60 minutos.

Para decidir que tipo de cronometraje sería el adecuado cada tomador de tiempos hizo varias pruebas utilizando tanto el cronometraje acumulativo como el cronometraje con vuelta a cero, el primero de ellos consiste en poner en marcha el cronómetro cuando inicia el ciclo de trabajo y pararlo una vez que termina éste, de esta manera quedan registradas todas las actividades realizadas en la operación, ya sean productivas e improductivas. El segundo consiste en cronometrar cada uno de los elementos de la operación por separado, es decir cada vez que se inicia la toma de un elemento se regresa a cero el cronómetro, sin parar el mecanismo de éste. Se comparó además las ventajas y desventajas que presentan cada tipo de cronometraje.

Al practicar el registro de los tiempos se notaron características en los elementos que no permitían la aplicación adecuada de algún tipo de cronometraje. Por ejemplo las actividades de quitar liga a nómina y registrar en papelería se realizaban tan rápido, que cronometrando a "vuelta cero" se perdía tiempo en observar el cronómetro.

La forma de proceder a tomar el registro de tiempos fue dividir las operaciones en elementos, entendiéndose por estos "partes delimitadas de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis". Además de tomar el tiempo de cada uno de ellos por separado y en forma continua, es decir que la aguja del cronómetro no se regresó a cero hasta terminar el proceso de nómina. Este método es conocido como "cronometraje continuo" y permitió que personas con diferentes habilidades en el registro de tiempos pudiesen tomarlos con confiabilidad después de que registraron una muestra como práctica. Se escogió el cronometraje continuo porque se considera

que es lo más conveniente para las actividades a registrar y es uno de los más exactos y comunes.

En el departamento de engrapado fue notoria la diferencia en los ritmos de trabajo que presentaron los operarios de apoyo y los pertenecientes a ésta área, los primeros eran lentos e inseguros, los segundos se mostraban rápidos, conocedores de las operaciones y no titubeaban en realizar su trabajo.

Lo anterior es normal, por que las personas de apoyo no se encontraban familiarizadas con las actividades, ya que estaban en el principio de la curva de aprendizaje. El registro de los tiempos de este personal tuvo que realizarse debido a que es muy frecuente que el departamento solicite ayuda a otras áreas.

Para establecer un tiempo tipo representativo es necesario cuantificar el desempeño de cada operario que se esta registrando y esto se realiza mediante la técnica de calificación de la actuación, la cuál se utiliza para "determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio". Por lo que se tienen que conocer las características de la actuación de un operario normal, para dar así una calificación que tenga un parámetro de comparación.

Para no obtener resultados incongruentes fue necesario establecer un sistema de calificación que fuese adecuado y consistente, debido a que varias personas tomaban datos para el estudio.

A través del registro de muestras se pudieron observar diferentes ritmos de trabajo de entre los cuales se identificaron velocidades de movimientos rápidos, normales y lentos, de ésta manera se identificaron a los trabajadores muy lentos, que son aquellos que efectúan su actividad con movimientos torpes e inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo. El operario constante es el que desempeña su trabajo sin prisa, resuelto, como un obrero bien dirigido y vigilado, sin presiones, parece lento pero no pierde tiempo al ser observado. Los trabajadores calificados del área, son los que tienen las

aptitudes físicas necesarias, que poseen la requerida inteligencia e instrucción y que han adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad. El empleado muy rápido es aquel que actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, es decir muy por encima del empleado calificado. El trabajador excepcionalmente rápido es aquel que realiza su tarea, con esfuerzo y concentración intensa, sin probabilidad de durar largos periodos; actuación de virtuoso, sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Al distinguir los diferentes desempeños fue necesario aplicar una escala de valoración que "permitiese determinar cual es el tiempo que invierte realmente el operario, observando el tiempo tipo que el trabajador calificado pudiera mantener y que sirviera de base para la realización de este estudio".

#### ESCALA DE VALORACION

MUY LENTO	50%
CONSTANTE	75%
CALIFICADO	100%
MUY RAPIDO	125%
EXCEPCIONALMENTE RAPIDO	150%

Debido a que en la empresa se detectaron los trabajadores antes mencionados, se consideró que un muestreo aleatorio y repetitivo proporcionaría una mayor confiabilidad en los resultados obtenidos.

El método utilizado para las operaciones de esta área no era uniforme. Como ejemplo se tiene la forma de pegar las bolsas a los recibos, debido a que en ocasiones el método especificado por la empresa no se respetaba. Aquí es necesario hacer notar que quién puede ayudar al mejoramiento de los métodos de trabajo es quién desarrolla las actividades en forma continua permitiéndole darse cuenta en que falla o como se le facilitarían las operaciones. Por lo tanto la flexibilidad en la manera de

trabajar, respetando el objetivo de la actividad, permite el desarrollo de la creatividad de los operarios, ayuda al adecuado desempeño del trabajo y genera nuevas formas de realizar el trabajo eficientemente.

El registro de las las operaciones no es sencilla debido a que se trata directamente con personas que se sienten observadas por gente extraña a su departamento, repercutiendo en su desempeño normal. Así mismo es importante entablar una conversación con las personas a observar para que exista un ambiente propicio para la evaluación de los trabajadores y el adecuado desarrollo del registro de tiempos. A continuación se muestran los conceptos necesarios para el análisis de tiempos y la obtención del tiempo estándar para las operaciones de este departamento.

## ANALISIS DE TIEMPOS

Los datos estándar son por lo general tiempos que han mostrado ser útiles y funcionales en las operaciones de elementos, los cuales se clasifican y se archivan para un uso posterior. Cuando los datos estándares se aplican correctamente, permiten establecer el tiempo promedio para una actividad antes de comenzar el trabajo, esto es particularmente importante cuando es necesario estimar el tiempo y el costo de un nuevo trabajo, estos datos también se conocen como tiempos predeterminados.

Sin embargo, esta no es la única forma de obtener tiempos estándar. Otra manera de obtener el tiempo promedio de una operación es el cronometrar la operación desde su inicio hasta el final y procesar los datos obtenidos, buscando encontrar una expresión matemática que represente la relación entre las variables de interés. En un estudio de tiempo, la elaboración de fórmulas comprende el diseño de una expresión matemática (preferentemente algebraica) o un sistema de curvas que permita establecer un estándar de tiempo antes de iniciarse la producción, permitiendo sustituir valores conocidos propios del trabajo en vez de los elementos variables. Una fórmula para estudio de tiempos representa una simplificación de datos estándares y tiene aplicación particular en trabajo no repetitivo en el que es impráctico establecer estándares sobre la base de un estudio de tiempos individual para cada trabajo.

Las fórmulas para determinar el tiempo estándar de una operación, han sido utilizadas con éxito en una gran variedad de operaciones, dentro de las cuales se encuentran trabajos de fundición, de oficina, actividades de mantenimiento, maquinado, pintura, forja, corte de césped, etc. Es posible elaborar una fórmula para una cierta diversidad de trabajos de un tipo determinado, recopilando suficientes información para obtener un estudio confiable.

En la elaboración de fórmulas para un estudio de tiempos, la variable más importante es, precisamente el tiempo y cuando se

obtiene algún tipo de modelo, sin importar el número de variables que en él se involucren, se despeja con respecto a las demás variables, de tal manera que sea la variable dependiente de una ecuación explícita.

Es muy importante en un estudio de tiempos, en el cual se desea obtener un modelo matemático, encontrar cuáles son las variables funcionales o las variables representativas, y qué relación existe entre las variables mencionadas, para separar de una manera correcta aquellos elementos constantes de los elementos variables de la operación que está siendo analizada. En el caso de la operación de sellado el tiempo variable es aquel empleado en el foleado de los recibos de la nómina, y el tiempo constante es el que se emplea en el llenado de la papelería y el ligado de la nómina. Se ve de una manera intuitiva que el tiempo necesario para folear la nómina, depende del número de recibos que ésta contenga, de manera que la variable independiente es el número de recibos. Podría pensarse en otro tipo de variables independientes tales como el tamaño de los recibos de la nómina (sus dimensiones o su área), el tipo de papel con el que están hechos, etc. Sin embargo estas son variables que se pueden despreciar siempre y cuando al obtener el modelo matemático se encuentre una confiabilidad razonable, de lo contrario se deberán analizar todas las variables que intervengan en el estudio.

Para tener una confianza en los resultados obtenidos se requiere de una serie de desarrollos numéricos, basados en la probabilidad y estadística, con el fin de determinar la medida de dispersión que presentan los datos. Otra manera pero no tan confiable, es usando el criterio y experiencia del analista de tiempos, el cual pondera los resultados obtenidos y empleando su juicio determina si los datos son confiables. Puesto que este segundo método es incierto y no se puede demostrar, se recurre en la mayoría de los casos al primero. Para el análisis de los distintos departamentos de este trabajo, se recurre a los dos métodos descritos anteriormente.

Con el objeto de conocer el número de muestras que se deben

de registrar para la obtención del tiempo estándar, se recurre a la teoría conocida como "obtención del número de la muestra", la cual se describe a continuación:

#### OBTENCION DEL NUMERO DE LA MUESTRA

El número de la muestra representa el número de observaciones que deben de realizarse para una actividad con el fin de estimar un valor representativo de la muestra con un intervalo de confianza definido.

La teoría que se utiliza aquí para la obtención del número de la muestra se basa en la teoría elemental del muestreo<sup>1</sup>, la cual dice así:

1. Debe especificarse un intervalo de confianza (I) que represente el valor máximo del error de muestreo tolerable, y un coeficiente de confianza (C), congruente con la naturaleza e importancia de la decisión para la que va a servir de base el resultado del estudio.

2. Deben realizarse las mediciones de tiempos para los ciclos de operación (M), generalmente se se toman 10 datos.

3. Se calcula la desviación estándar de la muestra (s) con el uso de la siguiente fórmula:

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

donde T representa el tiempo de las muestras registradas, y las sumatorias estan valuadas desde 1 hasta M .

4. Se calcula el intervalo de confianza ( $I_M$ ) proporcionado por la muestra de M observaciones, mediante la fórmula:

<sup>1</sup>El desarrollo y demostración de dicha teoría quedan fuera del contexto que persigue este trabajo, para mayores informes consultar: *Canavos, George C.- Probabilidad y Estadística, Aplicaciones y Métodos.*

$$I_M = 2 t_{0.90} \left( \frac{s}{\sqrt{M}} \right)$$

donde  $t_{0.90}$  se obtiene de la tabla de probabilidades para la distribución de probabilidad *t Student*, para  $C = 0.9$  y  $M - 1$  grados de libertad. Para  $M = 10$ , entonces  $t_{0.90} = 1.83$  y la ecuación se reduce a:

$$I_{10} = 1.16 s \quad \dots (2)$$

En el caso de que  $I_M$  sea igual o menor que el intervalo de confianza especificado  $I$ , la muestra de  $M$  observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo. Esto es, si  $I_M \leq I$ , las  $M$  observaciones anteriormente tomadas son adecuadas.

5. Si  $I_M > I$ , se requieren observaciones adicionales, y el número total de observaciones requeridas ( $N$ ) puede estimarse a partir de:

$$I = 2 ( t_{0.90} ) \frac{s}{\sqrt{N}}$$

De donde despejando a  $N$  se obtiene:

$$N = \frac{4 ( t_{0.90} )^2 s^2}{I^2}$$

Si  $M = 10$  y  $C = 0.90$  se tiene  $t_{0.90} = 1.83$ , con lo cual la expresión anterior se reduce a:

$$N = \frac{13.4 s^2}{I^2}$$

El número de observaciones adicionales que deben registrarse es  $N - M$ , y la media se obtiene a partir del número total de observaciones  $N$ .

### TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACION DE SELLADO

Los datos registrados en la primera muestra son los que se presentan a continuación, donde "número de recibos" se refiere al número de recibos de la nómina y "tiempo cronometrado" se refiere al tiempo leído del cronómetro en centésimas de minuto.

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO
1	162	416
2	167	850
3	22	162
4	114	290
5	50	257
6	115	308
7	97	253
8	156	603
9	17	205
10	75	296

Estos datos deben de someterse a una valoración, de acuerdo a las escalas anteriormente explicadas, de esta manera se obtiene:

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO AJUSTADO
1	162	416	0.95	395
2	167	850	0.8	680
3	22	162	1.1	178
4	114	290	1.15	334
5	50	257	0.9	231
6	115	308	1.1	339
7	97	253	1.2	303
8	156	603	1.0	603
9	17	205	0.8	164
10	75	296	1.1	326

El tiempo ajustado es el dato que realmente interesa para realizar el estudio, por lo que se le denominará simplemente tiempo (T). El tiempo ajustado se encuentra redondeado a cifras

enteras, por ser poco representativas las fracciones de centésimas de segundo.

Para calcular en número de observaciones requeridas, es necesario utilizar la teoría descrita en "Obtención del número de la muestra", sin embargo puede observarse que la teoría descrita considera exclusivamente el caso de actividades constantes, para las cuales no debe existir variación, dicho de otra manera, considera el caso de una actividad para la cual no se tienen variables. Sin embargo la actividad de sellado tiene al menos dos variables, el número de recibos y el tiempo. Por esta razón es necesario emplear un artificio matemático con la finalidad de obtener un solo dato que relacione el número de recibos con el tiempo, y esta relación puede ser la velocidad de foleo de recibos (V) definida mediante el cociente de recibos entre el tiempo. Así V representa el número de recibos por centésima de minuto. Tomando esta consideración obtenemos:

MEDICION	RECIBOS	TIEMPO	V	v <sup>2</sup>
1	162	395	0.410126	0.168203
2	167	680	0.245588	0.060313
3	22	178	0.123595	0.015275
4	114	334	0.341317	0.116497
5	50	231	0.216450	0.046850
6	115	339	0.339233	0.115079
7	97	303	0.320132	0.102484
8	156	603	0.258706	0.066929
9	17	164	0.103658	0.010745
10	75	326	0.230061	0.052928

Aplicando la expresión :

$$s = \sqrt{\frac{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{M}}{M - 1}}$$

S1

M = 10

$$\sum_{i=1}^{10} V^2 = 0.755307$$

$$\left( \sum_{i=1}^{10} V \right)^2 = 6.702243$$

se tiene

$$s = \sqrt{\frac{0.755307 - \frac{6.70224}{10}}{10 - 1}}$$

$$s = 0.0972297$$

puesto que  $M = 10$ ,

$$I_{10} = 1.16 s$$

sustituyendo

$$I_{10} = 1.16 (0.0972297)$$

$$I_{10} = 0.1127$$

Considerando un intervalo de confianza ( I ) de 0.05 , se deben de realizar observaciones adicionales puesto que  $I_M > I$  y el número total de observaciones se calcula mediante:

$$N = \frac{13.4 s^2}{I^2}$$

$$N = \frac{13.4 (0.097229)^2}{0.05^2}$$

$$N = 50.67$$

$$N \approx 51$$

Por lo que deben de tomarse un mínimo de 41 (51-10) datos más.

Para esta operación se registraron un total de 61 datos

representativos, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

NÚMERO DE MEDICION	NÚMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO
1	162	416
2	167	850
3	22	162
4	114	290
5	50	257
6	115	308
7	97	253
8	156	603
9	17	205
10	75	296
11	121	625
12	18	125
13	90	230
14	53	400
15	154	1344
16	51	472
17	134	507
18	296	588
19	21	152
20	334	650
21	24	127
22	509	1000
23	90	307
24	124	481
25	290	846
26	120	286
27	32	198
28	274	952
29	92	358
30	14	235
31	239	719
32	44	278
33	96	312
34	276	940
35	36	233
36	17	189
37	102	343
38	55	358
39	13	188
40	97	345
41	43	688
42	233	691
43	24	217
44	327	991
45	42	587
46	237	555
47	99	261

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO
48	102	1269
49	204	1448
50	110	370
51	421	1069
52	517	1703
53	100	326
54	60	431
55	96	829
56	165	600
57	358	1821
58	390	1244
59	500	2222
60	175	1057
61	416	730

Ajustando los tiempos cronometrados mediante el factor de valoración, se tiene:

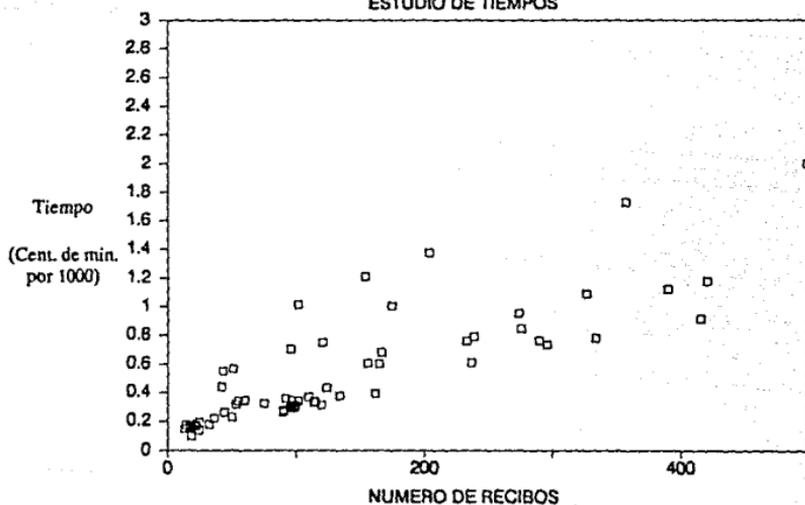
NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO AJUSTADO
1	162	416	0.95	395
2	167	850	0.8	680
3	22	162	1.1	178
4	114	290	1.15	334
5	50	257	0.9	231
6	115	308	1.1	339
7	97	253	1.2	303
8	156	603	1.0	603
9	17	205	0.8	164
10	75	296	1.1	326
11	121	625	1.2	750
12	18	125	0.8	100
13	90	230	1.15	265
14	53	400	0.8	320
15	154	1344	0.9	1210
16	51	472	1.2	566
17	134	507	0.75	380
18	296	588	1.25	735
19	21	152	1.1	167
20	334	650	1.2	780
21	24	127	1.1	140
22	509	1000	1.2	1200
23	90	307	0.9	267
24	124	481	0.9	433
25	290	846	0.9	761
26	120	286	1.1	315
27	32	198	0.9	178
28	274	952	1.0	952

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO AJUSTADO
29	92	358	1.0	358
30	14	235	0.75	176
31	239	719	1.1	791
32	44	278	0.95	264
33	96	312	0.95	296
34	276	940	0.9	846
35	36	233	0.95	221
36	17	189	0.8	151
37	102	343	1.0	343
38	55	358	0.95	340
39	13	188	0.8	150
40	97	345	1.0	345
41	43	688	0.8	550
42	233	691	1.1	760
43	24	217	0.9	195
44	327	991	1.1	1090
45	42	587	0.75	440
46	237	555	1.1	610
47	99	261	1.15	300
48	102	1269	0.8	1015
49	204	1448	0.95	1376
50	110	370	1.0	370
51	421	1069	1.1	1176
52	517	1703	0.9	1533
53	100	326	0.95	310
54	60	431	0.8	345
55	96	829	0.85	705
56	165	600	1.0	600
57	358	1821	0.95	1730
58	390	1244	0.9	1120
59	500	2222	0.9	2000
60	175	1057	0.95	1004
61	416	730	1.25	913

La forma más sencilla de visualizar cual es el modelo matemático de una serie de puntos, cuando se trata de una relación con sólo dos variables, una variable dependiente y otra independiente, es hacer la gráfica de los puntos. El modelo puede ajustarse a varios tipos de curvas, tales como parábolas, hipérbolas, elipses, curvas logarítmicas y exponenciales, líneas rectas y curvas completamente irregulares.

# OPERACION DE SELLADO

ESTUDIO DE TIEMPOS



Como puede observarse, tiene una relación que se aproxima a una línea recta, por lo que se puede tratar de ajustar a una recta. Para ajustar una serie de puntos a la ecuación de una recta, la forma más práctica y segura es utilizar el "método de mínimos cuadrados"<sup>2</sup>, el cual consiste en minimizar la distancia vertical de cada punto a una recta de ecuación  $y = m x + b$ . Donde  $x$  es la variable independiente,  $y$  es la variable dependiente,  $m$  es la pendiente de la recta y  $b$  es la ordenada al origen. Los valores de  $m$  y  $b$  se obtienen mediante las expresiones:

$$m = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{\sum y - m \sum x}{n}$$

Puede obtenerse el coeficiente de correlación  $r$ , el cual nos indica que tanto se aproximan los puntos a una recta; los valores de  $r$  están comprendidos entre  $-1$  y  $1$ , dependiendo si la línea es creciente o decreciente, si  $r$  es mayor de  $0.8$  o menor de  $-0.8$ , puede considerarse que los puntos se aproximan a una recta con un muy buen nivel de confianza. Para una recta perfecta el valor absoluto de  $r$ , tiene el valor de  $1$ . Si el coeficiente de correlación es menor de  $0.3$  en valor absoluto, la serie de puntos no puede aproximarse a una recta.

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

En las expresiones anteriores todas las sumatorias se encuentran valuadas desde  $1$  hasta  $n$ , donde  $n$  es el número de observaciones.

Reacomodando los datos registrados para la operación, se

<sup>2</sup>La teoría sobre el "método de mínimos cuadrados" puede encontrarse en cualquier libro de Métodos Numéricos, o bien de Estadística. Por ejemplo: *Serie Probabilidad y estadística Tomo Regresión y correlación.* - M.I. Antonio Olivera Salazar.

tiene:

NUMERO DE MEDICION	RECIBOS	TIEMPO
1	13	150
2	14	176
3	17	151
4	17	164
5	18	100
6	21	167
7	22	178
8	24	195
9	24	140
10	32	178
11	36	221
12	42	440
13	43	550
14	44	264
15	50	231
16	51	566
17	53	320
18	55	340
19	60	345
20	75	326
21	90	276
22	90	265
23	92	358
24	96	296
25	96	705
26	97	303
27	97	345
28	99	300
29	100	310
30	102	343
31	102	1015
32	110	370
33	114	334
34	115	339
35	120	315
36	121	750
37	124	433
38	134	380
39	154	1210
40	156	603
41	162	395
42	165	600
43	167	680
44	175	1004
45	204	1376
46	233	760
47	237	610
48	239	791
49	274	952

NUMERO DE MEDICION	RECIBOS	TIEMPO
50	276	846
51	290	761
52	296	735
53	327	1090
54	334	780
55	358	1730
56	390	1120
57	416	913
58	421	1176
59	500	2000
60	509	1200
61	517	1533

Utilizando el método de mínimos cuadrados se obtienen los siguientes valores :

$$a = 2.668967$$

$$b = 170.3117$$

$$r = 0.85$$

Puesto que el valor del coeficiente de correlación se aproxima a 1 , se concluye que el modelo si se puede aproximar a una recta, cuya ecuación es:

$$t = 2.67 N + 170.3$$

donde  $t$  representa el tiempo en centésimas de minuto para sellar la nómina compuesta por  $N$  recibos.

La última expresión, representa el tiempo básico, y finalmente para obtener el tiempo estándar debe multiplicarse por una tolerancia que se considere pertinente a juicio del analista. Para el sellado se consideró una tolerancia por suplementos básicos por fatiga y necesidades personales del 15 % , puesto que es una actividad que produce cierto agotamiento físico y que requiere asimismo atención visual en el desarrollo de la actividad.

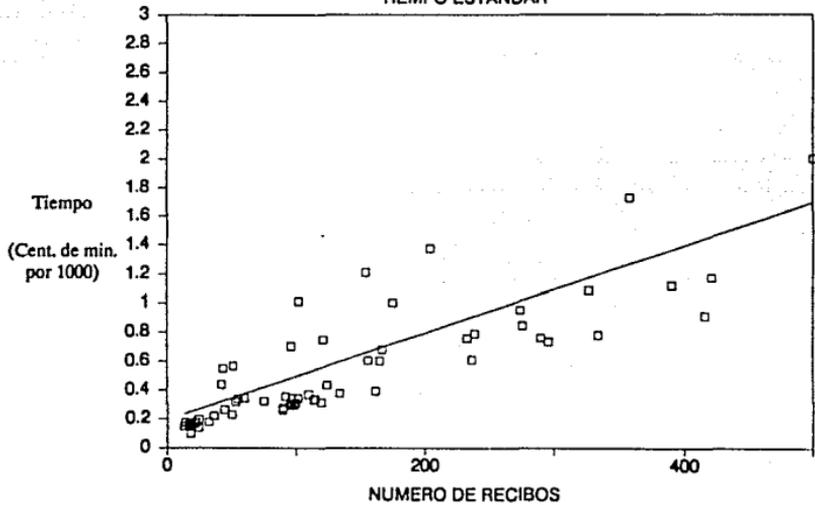
$$T = ( 2.67 N + 170.3 ) \times 1.15$$

$$T = 3 N + 196$$

donde  $T$  representa el tiempo estándar en centésimas de minuto para sellar  $N$  recibos.

# OPERACION DE SELLADO

TIEMPO ESTANDAR



## TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACION DE ENGRAPADO

De la misma forma que para la operación de sellado, en el engrapado se distinguen dos variables funcionales, las cuales son el tiempo y el número de recibos, puesto que es evidente que el tiempo necesario para engrapar una nómina depende del número de recibos que contenga. Así el análisis parte de la relación entre dos variables, una independiente (número de recibos) y otra dependiente (tiempo).

A continuación se muestra la tabla con los primeros datos registrados en el departamento de engrapado, para obtener el número de la muestra. El número de recibos se refiere a la cantidad de recibos a los cuales se les pega la bolsa y tiempo cronometrado es el tiempo que el operador demoró en realizar dicha operación, tomado en centésimas de minuto.

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO
1	100	375
2	137	417
3	150	640
4	124	852
5	403	2918
6	79	284
7	150	280
8	92	939
9	130	896
10	125	477

Al someter el tiempo cronometrado a la valoración se obtiene la siguiente tabla.

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO AJUSTADO
1	100	375	1.1	412
2	137	417	1.15	479
3	150	640	0.9	576
4	124	852	0.85	724
5	403	2918	0.85	2480
6	79	284	1.1	312
7	150	280	1.25	350
8	92	939	0.8	751
9	130	896	0.9	806
10	125	477	1.1	525

El tiempo ajustado se encuentra redondeado a cifras enteras.

Para calcular el número de datos que hacen falta registrarse y obtener una confiabilidad adecuada se aplica la teoría de "número de la muestra".

MEDICION	RECIBOS	TIEMPO	V	V <sup>2</sup>
1	100	412	0.242718	0.058912
2	137	479	0.286012	0.081803
3	150	576	0.260416	0.067816
4	124	724	0.171270	0.029333
5	403	2480	0.1625	0.026406
6	79	312	0.253205	0.064112
7	150	350	0.428571	0.183673
8	92	751	0.122503	0.015007
9	130	806	0.161290	0.026014
10	125	525	0.238095	0.056689

Con esta tabla se obtiene:

$$\sum V = 2.326583$$

$$\sum V^2 = 0.609769$$

Puesto que  $M = 10$ , y aplicando la fórmula (1) para el

cálculo de  $s$  tenemos que :

$$s = 0.087222$$

Aplicando la fórmula (2)

$$I_{10} = 0.101178$$

Considerando un intervalo de confianza de 0.05 , y puesto que  $I_N > I_{10}$  , se calcula el número de observaciones totales mediante la fórmula (3) .

$$N = 40.77782$$

$$N \approx 41$$

Debe realizarse un muestreo con un mínimo de 31 datos más.

Para la operación de engrapado se realizaron un total de 60 mediciones, los cuales se encuentran junto con su valoración y el tiempo ajustado en centésimas de minuto, en la tabla siguiente:

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO AJUSTADO
1	100	375	1.1	412
2	137	417	1.15	479
3	150	640	0.9	576
4	124	852	0.85	724
5	403	2918	0.85	2480
6	79	284	1.1	312
7	150	280	1.25	350
8	92	939	0.8	751
9	130	896	0.9	806
10	125	477	1.1	525
11	97	604	0.9	544
12	144	840	0.9	756
13	452	1325	1.1	1457
14	202	970	1.0	970
15	26	139	0.9	125
16	100	285	1.1	314
17	42	137	1.1	151

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE RECIBOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO AJUSTADO
18	202	1166	0.9	1049
19	49	228	0.9	205
20	44	321	0.9	289
21	258	1289	0.9	1160
22	94	672	0.9	605
23	213	1631	0.8	1305
24	413	2435	0.85	2070
25	52	173	1.1	190
26	100	771	0.9	694
27	100	844	0.9	760
28	536	1157	1.2	1388
29	180	1454	0.8	1163
30	167	1174	0.9	1057
31	290	1727	0.9	1554
32	67	544	0.9	490
33	357	2244	0.9	2020
34	200	1923	0.8	1538
35	137	373	1.1	410
36	56	249	1.0	249
37	124	868	0.85	738
38	100	396	1.0	396
39	100	593	0.9	534
40	100	335	1.1	368
41	172	1067	0.9	960
42	100	1203	0.8	962
43	10	118	0.8	94
44	181	840	1.0	840
45	70	383	0.9	345
46	100	628	0.9	565
47	186	1056	0.9	950
48	100	356	1.1	392
49	350	1227	1.1	1350
50	21	67	1.2	80
51	117	770	0.8	616
52	143	1212	0.75	909
53	165	1065	0.8	852
54	100	569	0.9	512
55	255	2515	0.75	1886
56	55	843	0.75	632
57	136	643	0.9	579
58	100	609	0.9	548
59	100	751	0.8	601
60	120	431	1.1	474

Para facilitar el proceso de la información y poder realizar una gráfica de los datos, éstos se reacomodan de la siguiente forma:

MEDICION	RECIBOS	TIEMPO
1	10	94
2	21	80
3	26	125
4	42	151
5	44	289
6	49	205
7	52	190
8	55	632
9	56	249
10	67	490
11	70	345
12	79	312
13	92	751
14	94	605
15	97	544
16	100	962
17	100	694
18	100	760
19	100	314
20	100	512
21	100	412
22	100	396
23	100	601
24	100	368
25	100	548
26	100	534
27	100	565
28	100	392
29	117	616
30	120	474
31	124	724
32	124	738
33	125	525
34	130	806
35	136	579
36	137	479
37	137	410
38	143	909
39	144	756
40	150	576
41	150	350
42	165	852
43	167	1057
44	172	960
45	180	1163
46	181	840
47	186	950
48	200	1538
49	202	970

MEDICION	RECIBOS	TIEMPO
50	202	1049
51	213	1305
52	255	1886
53	258	1160
54	290	1554
55	350	1350
56	357	2020
57	403	2480
58	413	2070
59	452	1457
60	536	1388

Utilizando el método de mínimos cuadrados se obtienen los siguientes valores :

$$a = 4.106864$$

$$b = 147.4902$$

$$r = 0.86$$

Con lo que se obtiene el siguiente modelo matemático

$$t = 4.1 N + 147.5$$

Donde  $t$  representa el tiempo en centésimas de minuto para engrapar los  $N$  recibos.

Afectando la expresión anterior por el 15 % de suplementos, se obtiene la siguiente ecuación que representa el tiempo estándar para la operación de engrapado.

$$T = ( 4.1 N + 147.5 ) \times 1.15$$

$$T = 4.7 N + 170$$

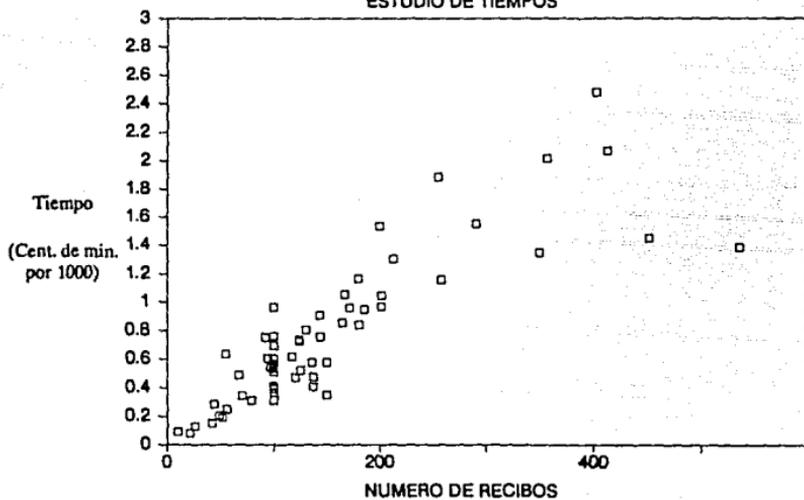

---

Donde  $T$  representa el tiempo estándar en centésimas de minuto para engrapar  $N$  recibos.

La pendiente de la recta, 4.7 , representa el tiempo estándar para engrapar un recibo, mientras que la ordenada al origen equivale al tiempo necesario en quitar la liga de la nómina , llenar la papelería correspondiente y colocar la liga a la nómina.

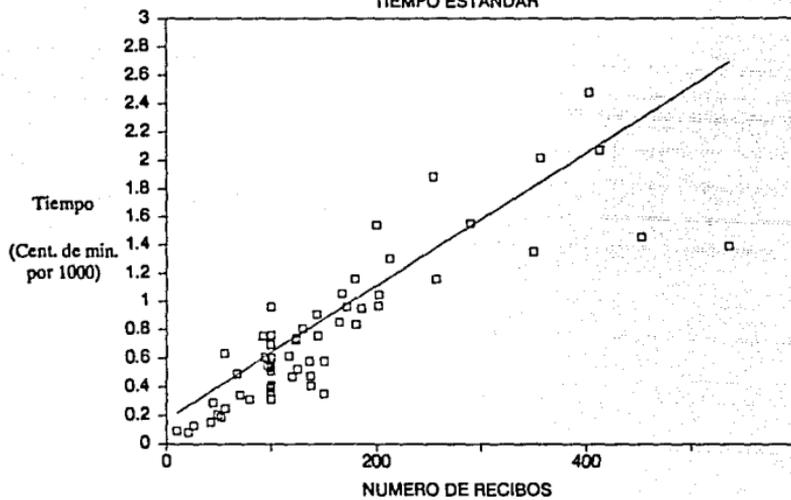
# OPERACION DE ENGRAPADO

## ESTUDIO DE TIEMPOS



# OPERACION DE ENGRAPADO

TIEMPO ESTANDAR



## TIEMPOS PREDETERMINADOS

Como ya se ha observado en éste departamento hay actividades cuyo ciclo es muy corto y se realizan de forma continua, como por ejemplo separar recibos no procesados en la máquina separadora de recibos, separar recibos y contarecibos que tienen papel carbón, en las cuales no es posible cronometrar cada movimiento del operario, por lo que se recurrió al sistema M.T.M. (Medición de Tiempos-Métodos) para la obtención de los tiempo predeterminados. "El sistema MTM es un procedimiento que analiza un método o una operación manual en los movimientos básicos requeridos para su realización , y asigna a cada movimiento un estándar de tiempo predeterminado que se evalúa por la naturaleza del movimiento y las condiciones en las que se lleva a cabo". Estos movimientos básicos se establecieron a partir de un gran número de estudios de cada movimiento, generalmente analizando imagen por imagen en películas dedicadas a una amplia gama de acciones, en las que personas de uno u otro sexo realizaban tareas muy diversas.

Para la aplicación de este sistema se debe conocer el manejo de las tablas que contienen los tiempos estándar de los movimientos básicos, y que se muestran a continuación.

## MEDIDA DEL TIEMPO DE LOS METODOS DATOS DE APLICACION EN TMU

1 TMU = .00001 de hora  
= .0006 de minuto  
= .036 de segundo

**TABLA I - ALCANZAR - R**

Distancia Alcanzada cm.	Tiempo Revelado T M U						CASO Y DESCRIPCION
	A				B		
	A	B	C a D	E	Mano en Movimiento	A	
Zomenos	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	<b>A</b> Alcanzar a un objeto en situación fija, o a un objeto en la otra mano o sobre el cual descansa la otra mano.
4	3.4	3.4	5.1	3.2	3.0	2.4	
6	4.5	4.5	6.5	4.4	3.9	3.1	
8	5.5	5.5	7.5	5.5	4.6	3.7	
10	6.1	6.3	8.4	6.8	4.9	4.3	
12	6.4	7.4	9.1	7.3	5.2	4.8	<b>B</b> Alcanzar a un solo objeto en situación que puede variar ligeramente de un ciclo al siguiente.
14	6.8	8.2	9.7	7.8	5.5	5.4	
16	7.1	8.8	10.3	8.2	5.8	5.9	
18	7.5	9.4	10.8	8.7	6.1	6.5	
20	7.8	10.0	11.4	9.2	6.5	7.1	
22	8.1	10.5	11.9	9.7	6.8	7.7	<b>C</b> Alcanzar a un objeto amontonado con otros en un grupo, de forma que ocurra buscar y seleccionar.
24	8.5	11.1	12.5	10.2	7.1	8.2	
26	8.8	11.7	13.0	10.7	7.4	8.8	
28	9.2	12.2	13.6	11.2	7.7	9.4	
30	9.5	12.8	14.1	11.7	8.0	9.9	
35	10.4	14.2	15.5	12.9	8.8	11.4	<b>D</b> Alcanzar a un objeto muy pequeño o en donde es necesario coger con mucha precisión.
40	11.3	15.6	16.8	14.1	9.6	12.8	
45	12.1	17.0	18.2	15.3	10.4	14.2	
50	13.0	18.4	19.6	16.5	11.2	15.7	
55	13.9	19.8	20.9	17.8	12.0	17.1	
60	14.7	21.2	22.3	19.0	12.8	18.5	<b>E</b> Alcanzar a una situación indefinida para poner la mano en posición de equilibrar el cuerpo o dispuesta para realizar el próximo movimiento, o donde no estorbe.
65	15.6	22.5	23.6	20.2	13.5	19.9	
70	16.5	24.1	25.0	21.4	14.3	21.4	
75	17.3	25.5	26.4	22.6	15.1	22.8	
80	18.2	26.9	27.7	23.9	15.9	24.2	

**TABLA II - MOYER - M**

Distancia Móvil cm.	Tiempo Nivelado T M U				Factor Multiplicador Peso kg.			CASO Y DESCRIPCIÓN
	A	B	C	Manc. en Movimiento B	Hasta	Factor	T M U Constante	
	2 o menos	2.0	2.0	2.0	1.7	1	1.00	
4	3.1	4.0	4.5	2.8	2	1.04	1.6	
6	4.1	5.0	5.8	3.1				
8	5.1	5.9	6.9	3.7	4	1.07	2.8	
10	6.0	6.8	7.9	4.3				
12	6.9	7.7	8.8	4.9	6	1.12	4.3	
14	7.7	8.5	9.9	5.4				
16	8.3	9.2	10.5	6.0	8	1.17	5.8	
18	9.0	9.8	11.1	6.5				
20	9.6	10.5	11.7	7.1	10	1.22	7.3	
22	10.2	11.2	12.4	7.6				
24	10.8	11.8	13.0	8.2	12	1.27	8.8	
26	11.5	12.3	13.7	8.7				
28	12.1	12.8	14.4	9.3	14	1.32	10.4	
30	12.7	13.3	15.1	9.8				
35	14.3	14.5	16.8	11.2	16	1.38	11.9	
40	15.8	15.6	18.5	12.6				
45	17.4	16.8	20.1	14.0	18	1.41	13.4	
50	19.0	18.0	21.8	15.4				
55	20.5	19.2	23.5	16.8	20	1.46	14.9	
60	22.1	20.4	25.2	18.2				
65	23.6	21.6	26.9	19.5	22	1.51	16.4	
70	25.2	22.8	28.6	20.9				
75	26.7	24.0	30.3	22.3	22	1.51	16.4	
80	28.3	25.2	32.0	23.7				

**TABLA III - GIRAR Y APLICAR PRESION - T y AP**

P E S O	Tiempo Nivelado T M U por Grado Grade										
	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
Pequeño — 0—1 kg.	2.8	3.5	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.7	9.4
Mediano — 1.1—5 kg.	4.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6	12.7	13.7	14.8
Grande — 5.1—16 kg.	8.4	10.5	12.3	14.4	16.2	18.3	20.4	22.2	24.3	26.1	28.2
APLICAR PRESION CASO 1		16.2 TMU				APLICAR PRESION CASO 2—10.6 TMU					

**TABLA IV — COGER — 6**

Con	Tamaño Medido T.M.U.	DESCRIPCION
1A	2.0	Coger apretado objetos pequeños, medianos o grandes, esféricos y que se puedan coger fácilmente.
1B	3.5	Objeto muy pequeño o uno poco presion y sobre una superficie plana.
1C <sup>1</sup>	7.3	Coger objetos esféricamente simétricos con interferencia por debajo y 2 en todo. Diámetro mayor que 12 mm.
1C <sup>2</sup>	8.7	Coger objetos esféricamente simétricos con interferencia por debajo y 4 en todo. Diámetro entre 6 mm y 12 mm.
1C <sup>3</sup>	10.8	Coger objetos esféricamente simétricos con interferencia por debajo y 6 en todo. Diámetro menor que 6 mm.
2	5.6	Insertar o coger
3	5.6	Coger por sus extremos.
4A	7.3	Objeto asimétrico con otros en forma que permita buscar y seleccionar. Mayor que 25 x 75 x 75 mm.
4B	9.1	Objeto asimétrico con otros en forma que permita buscar y seleccionar. Largo 6 x 6 x 3 mm y 25 x 25 x 75 mm.
4C	12.9	Objeto asimétrico con otros de forma que permita buscar y seleccionar. Más pequeño que 6 x 6 x 3 mm.
5	0	Coger por contacto, deslizarse, o por gancho.

**TABLA V — POSICIONAR \*—P**

CLASE DE AJUSTE			FACILIDAD DE MANTENIDO		
			SIMETRIA	FACIL D	
1	SUELTO	No hay presión	S	5.6	11.2
			SS	9.1	14.7
			NS	10.4	16.0
2	FLOJO TOCANTE	Se requiere ligera presión	S	16.2	21.8
			SS	19.7	25.3
			NS	21.00	26.6
3	EXACTO	Requiere gran presión	S	43.0	48.6
			SS	46.5	52.1
			NS	47.8	53.4

\* INCLUYE DISTANCIA DE ENCAJE HASTA 2.5 cm.

**TABLA VI — SOLTAR — RL**

Caso	Tiempo Nivelado TMU	DESCRIPCION
1	2.0	Soltar normal ejecutado al separar los dedos como movimiento independiente.
2	0	Soltar el contacto.

**TABLA VII — DESMONTAR — D**

Manejo fácil	Manejo difícil	CLASE DE AJUSTE
4.0	5.7	1.—Suave—Esfuerzo muy pequeño, se usa el movimiento subsiguiente.
7.5	11.8	2.—Flojo—Esfuerzo normal, se trocea ligero.
22.9	34.7	3.—Duro—Esfuerzo considerable, la mano retrocede marcadamente.

**TABLA VIII — TIEMPO RECORRIDO OCULAR Y ENFOQUE OCULAR — ET y EF**

$$\text{Tiempo de recorrido ocular} = 15.2 \times \frac{T}{D} \text{ TMU}$$

donde T = distancia entre los puntos de recorrido ocular.

D = distancia perpendicular desde el ojo a la línea de recorrido T, valor máximo de la fórmula 20TMU

$$\text{Tiempo de enfoque} = 7.1 \text{ TMU}$$

**TABLA IX — MOVIMIENTOS DEL CUERPO, PIERNA Y PIE**

DESCRIPCION	SIMBOLO	DISTANCIA	TIEMPO NIVELADO TMU
Movimiento del pie.—Giro alrededor del tobillo. Con gran presión.	FM	Hasta 10 cm.	8.5
	IMP LM		19.1
Movimiento de la pierna o del muslo		Hasta 15 cm.	7.1
		Cada cm. adicional	0.5
Paso lateral — Caso 1 — Se termina cuando la pierna de salida hace contacto con el suelo.	SS C1	Menos de 30 cm.	Use tiempo de Alcanzar o Mover
		30 cm.	17.0
Caso 2 — La pierna retrasada ha de hacer contacto con el suelo antes que se pueda realizar el siguiente movimiento.	SS C2	Cada cm. adicional	0.2
		30 cm.	34.1
		Cada cm. adicional	0.4
Doblarse agacharse o arrodillarse en una rodilla Levantarse	B, S, KOK AB, AS, AKOK		29.0
			31.9
Arrodillarse en el suelo.—Ambas rodillas Levantarse	ABK ABBK		69.4
			76.7
Sentarse Levantarse desde la posición de sentado Girar el cuerpo 45 a 90 grados	SIT STD		34.7
			43.4
Caso 1 — Termina cuando la pierna de salida hace contacto con el suelo.	TBC1		18.6
			37.2
Caso 2 — La pierna retrasada ha de hacer contacto con el suelo antes de que se pueda realizar el siguiente movimiento.	TBC2		
Andar	W.M	Por metro	17.4
Andar	W.P	Por paso	15.0



### MEDIDA DEL TIEMPO DE LOS METODOS M. T. M.

(Datos de aplicación en TMMs y Centímetros)

No se intente aplicar estos datos en ninguna forma a menos que se esté propiamente entrenado para hacerlo. No se responde por malos resultados.

MTM ASSOCIATION FOR STANDARDS AND RESEARCH  
9-10 SADDLE RIVER ROAD  
FAIR LAWN, N. J., U.S.A. 07410  
NORRIS & ELLIOTT, S.A. MEXICO

1000 TMU  
= 0.01 hora  
= 0.60 minutos  
= 36.0 Seg.

### DATOS SUPLEMENTARIOS

(Suplementos 8 y 9)

TABLA 1 — POSICION — P (centímetros)

CLASE DE AJUSTE	CLASE DE SIMETRIA	ALINEAR únicamente						PROFUNDIDAD DE ENCAJE — E									
		A	0	1	2	3	4										
CLARO	(A)																
21 .381— .889	S	3.0	3.4	6.4	7.2	8.1	9.0										
	SS	3.0	10.3	13.3	14.1	15.0	15.9										
	NS	4.8	15.5	18.5	19.3	20.2	21.1										
22 .064— .380	S	7.2	7.2	11.7	12.6	13.4	14.3										
	SS	8.0	14.9	19.4	20.3	21.1	22.00										
	NS	9.5	20.2	24.7	25.6	26.4	27.3										
23 * .013— .063 INCLUSIVE	S	9.5	9.5	15.8	17.6	19.5	31.4										
	SS	10.4	17.3	23.6	25.4	27.3	29.2										
	NS	12.2	22.9	29.2	31.0	32.9	34.8										

\* ATORONES — Agregue el número observado de "Aps."  
DIFICULTAD DE MANEJO — Agregue número observado de "G2".

(A) Determine la Simetría por las propiedades geométricas.  
Excepción — Use "S" cuando haya orientación previa al "M".

**TABLA 2 — APLICAR PRESION — AP —**

Aplicar Fuerza (AF) = $1.0 + (0.3 \times C / 450)$ gramos TMU's hasta 5.00 Kg. = 4.0 TMU mts. para 5.00 Kg. o más.	
PAUSA, mínimo (DM) = 4.2TMU	SOLTAR FUERZA (RLF) = 3.0 TMU.
AP = AF + PAUSA + RLF	APB = AP + G2

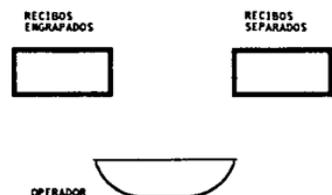
**TABLA — 3 — MANIVELA — C**

MOVIMIENTO CIRCULAR MAYOR A 3/4 de Vuelta			
DIAMETRO centímetros	REVOLUCIONES		FORMULAS
	PRIMERA - Y	ADICIONAL - Z	
10.2*	16.6	11.4	UNA EN UNA
12.7	17.3	12.1	
15.2	17.9	12.7	(YF + K) N = IC
17.8	18.4	13.2	CONTINUAS
20.3	18.8	13.6	
23.0	19.2	14.0	$[Y + (N - IZ)] F + K = C$
25.4	19.6	14.4	N = vueltas
30.5	20.2	15.0	F = resistencia por peso. K = Constante Elástica.
* TOMESE EL VALOR MAS CERCANO			

Conociendo la técnica a utilizar para la medición del tiempo, se avocó principalmente a observar el método de trabajo detalladamente con la finalidad de identificar cada movimiento básico para posteriormente anotar el tiempo de cada uno. Es importante señalar que la unidad de tiempo que utiliza este sistema es el TMU que es equivalente a  $1/100000$  hr (0.00001 hr).

A continuación se muestran los diagramas y tiempos estándar obtenidos en esta área utilizando el sistema MTM.

## DIAGRAMA BIMUANAL (M.T.M)

<p>DEPARTAMENTO :      SELLADO Y ENGRAPADO</p> <p>AREA :                SELLADO Y ENGRAPADO</p> <p>OPERACION :        SEPARAR RECIBOS Y CONTRARECIBOS ENGRAPADOS.</p> <p>REGULARES :        MIN/100 PIEZAS : 4.65</p> <p>ESPECIALES :        PIEZAS/HORA    : 1288.65</p> <p>FECHA :    ENERO, 1991      HOJA : 1/1</p> <p>RESPONSABLE :</p>	<p>DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>RECIBOS ENGRAPADOS</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>RECIBOS SEPARADOS</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">OPERADOR</p>
--	--

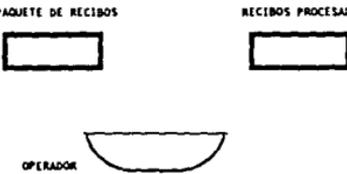
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	F	SIMBOLO	T. M. U	SIMBOLO	F	DESCRIPCION MANO DERECHA
1. Alcanzar recibo.		R600	21.2			
2. Tomar recibo.		G4A	10.0	R200		2. Alcanzar recibo.
			7.3	G4A		3. Tomar recibo.
			1.7	M20		4. Mover recibo.
5. Soltar recibo.		RL1	2.0	DM		5. Pausa.
6. Alcanzar recibo extremo derecho.		R10A	6.1			
7. Tomar recibo.		G1B	3.5			
			10.5	M200		8. Mover pieza con tiron.
9. Mover recibo.		M300	13.3	M300		9. Mover contrarecibo.
10. Soltar recibo.		RL1	2.0	RL1		10. Soltar recibo.
			77.6	T.M.U/1 PIEZAS		

## DIAGRAMA BIMUANAL (M.T.M)

<p>DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAFADO</p> <p>AREA : SELLADO Y ENGRAFADO</p> <p>OPERACION : SEPARAR RECIBOS DE CONTRARECIBOS QUE TIENEN PAPEL CARBON.</p> <p>REGULARES : MIN/100 PIEZAS : 9.78</p> <p>ESPECIALES : PIEZAS/HORA : 613.49</p> <p>FECHA : ENERO, 1991 NOJA : 1/1</p> <p>RESPONSABLE :</p>	<p>DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>RECIBOS CON PAPEL CARBON</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>RECIBOS PROCESADOS</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>OPERADOR</p>  </div> <div style="text-align: center;">  <p>BASURA</p> </div> </div>
---	---

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	F	SIMBOLO	T.M.U	SIMBOLO	F	DESCRIPCION MANO DERECHA
1. Alcanzar recibo.		R60B	21.2			3. Alcanzar recibo.
2. Tomar recibo.		G4A	7.3			4. Tomar recibo.
3. Mover recibo a la otra mano.		M50A	19.0	R30A		5. Mover recibos a la derecha.
			5.6	G3		6. Aplicar fuerza + pausa.
5. Mover recibo a la izquierda.		M26B	12.3	M26B		7. Mover recibos a lugar extremo.
			8.2	AP+DH		8. Sellar recibos.
			11.7	M20C		9. Alcanzar papel calca.
			2.0	RL1		10. Tomar papel calca.
			7.8	R20A		11. Mover con tirón cada pieza.
			5.6	G3		12. Aplicar fuerza.
			10.5	M20B		13. Pausa.
			4.0	AF		14. Mover mano hacia bote de basura
			4.2	DH		15. Sellar papel calca.
			13.3	M30B		Termina operacion de quitar papel carbon.
15. Mover contrarecibo a mesa.		M40B	16.6	RL1		
16. Sellar contrarecibo en mesa		RL1	2.0			
163.0 T.M.U/1 PIEZAS						

## DIAGRAMA BIMUANAL (M.T.M)

DEPARTAMENTO : SELLADO Y ENGRAPADO AREA : SELLADO Y ENGRAPADO. OPERACION : SEPARAR RECIBOS NO PROCESABLES EN MAQUINA, FORMANDO PAQUETES DE 100.  REGULARES : 20 % MIN/100 PIEZAS : 5.04 ESPECIALES : 15 % PIEZAS/HORA : 1184.83  FECHA : ENERO, 1991 NOJA : 1/1 RESPONSABLE :	DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; margin-bottom: 10px;"></div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  </div> OPERADOR
---	--

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	F	SIMBOLO	T.M.U	SIMBOLO	F	DESCRIPCION MANO DERECHA
1. Tomar recibos de contacto.		G5	18.2	R66A		1. Alcanzar recibos.
			26.9	G5 + R66B		2. Tomar recibos de contacto, y mover mano con recibo.
3. Soltar recibos.		G5	8.0	G5		3. Soltar recibos.
4. Alcanzar recibos.		R66B	21.2	R100	5	4. Alcanzar recibos.
5. Tomar recibos de contacto.		G5	8.0	G5	5	5. Tomar recibos de contacto.
6. Aplicar presion menor a 1 Kg		AP2	18.6	AP2	5	6. Aplicar presion menor a 1 Kg
			18.6	AP2	5	7. Mantener presion.
			8.0	G5	5	8. Soltar recibos de contacto.
257.1 T.M.U/5 PIEZAS						
9. Alcanzar un recibo.		R66B	21.2	R66B		9. Alcanzar un recibo.
10. Tomar recibos.		G4A	9.1	G4B	4	10. Tomar recibos.
11. Mover recibos.		M66B	15.6	R66B	4	11. Alcanzar otro recibo.
12. Volver a tomar recibo.		G2	5.6	G2	4	12. Volver a tomar recibo.
13. Soltar recibo.		RL1	2.0			
			18.5	M66C		14. Mover a lugar exacto.
Termina operacion.			2.0	RL1		15. Soltar.
164.9 T.M.U						

## DEPARTAMENTO DE REVISION

De acuerdo a las consideraciones de la empresa el siguiente departamento a analizar fue el de revisión, el cual es el que sigue después del área de sellado, continuando con el proceso de la nómina. La actividad que se realiza es el cuadro de las cantidades a pagar en cada uno de los recibos, comparando contra el cheque de la nómina del cliente, esto es, se suman todos los recibos de la nómina y se verifica que el monto sea el mismo que el que tiene el cheque que ampara dicha nómina.

En un principio se consideró que algunos de los problemas podrían ser semejantes a los que se presentaron en el área de sellado, pero al involucrarse en la mecánica del trabajo de ésta área, se detectaron situaciones que no dependían directamente del personal y que la atmósfera de desenvolvimiento a nivel de toda la empresa era diferente, debido a que este departamento podía tener contacto más directo con el cliente, y la realización del trabajo dependía más de la correcta entrega de la materia prima por parte del cliente.

Por lo anterior fue necesario conocer perfectamente el funcionamiento del departamento; esto abarcó desde procesos a la nómina hasta aspectos motivacionales utilizados en el departamento.

Para llevar a cabo el análisis del departamento, se determinó que se analizaría la trayectoria de las nóminas a través del área, de ésta forma se lograría una información completa para una buena evaluación.

Las actividades que se observaron fueron las siguientes:

Una vez procesadas las nóminas en el Departamento de Sellado, el jefe o auxiliar del área las lleva al Departamento de Revisión, en donde el jefe de dicha área las recibe. Aunque en

algunas ocasiones es necesario que el jefe del área de revisión recoja las nóminas del Departamento de Sellado. En ambos casos se colocan las nóminas en la mesa central del Departamento de Revisión. Posteriormente el Jefe de Revisión reparte las nóminas tratando de equilibrar las cargas de trabajo, sin embargo, si un operador termina la revisión de la última nómina que le fue asignada, él mismo toma otra nómina de la mesa del centro.

Los operarios realizan sus actividades sobre un escritorio individual, donde acomodan su material de trabajo, el cual consiste en: sumadora, rollos de papel, diurex, ligas, plumas, corrector, engrapadora, grapas, hoja de producción personal y en ocasiones sus artículos personales. Cuando el operario recibe o toma una nómina, quita la liga de ésta, y separa la papelería. Algunos anotan los datos de la nómina en su hoja de producción personal, mientras que la mayoría lo hace al final de la revisión. En ambos casos, comienzan a sumar el monto de la nómina, recibo por recibo. Simultáneamente a la suma, verifican que el número de foleo que se puso a cada uno de los recibos en el departamento de sellado este correcto.

Después de realizar la suma de todos los recibos, la cantidad obtenida se compara contra la cantidad dada por el cliente. El operador puede conocer el monto total de la nómina de dos formas: la primera forma se da en caso de que la papelería de la nómina contenga el monto total, y en el segundo caso obtiene el monto preguntándole al auxiliar de revisión. Si el monto es diferente al total obtenido, el operario revisa nuevamente su suma recibo por recibo. En caso de continuar la disparidad, y si es menor el monto del cliente que la suma obtenida, se notifica al jefe del área esta situación para que se encargue del caso, tratándolo directamente con el cliente, suspendiéndose temporalmente el servicio de la nómina. En el caso de que la suma obtenida sea menor que el monto del cheque que envía el cliente, se procede de la misma manera que si coincidieran.

Cuando el total obtenido por el sumador y el monto de la empresa coinciden, se dobla la tira de papel obtenida en la

máquina sumadora, y se engrapa ésta al comprobante de servicio. Posteriormente el operador registra el total obtenido, el número de sobres y el número de foleo en la documentación de la nómina, y los enlaga a la nómina. Por último lleva la nómina al jefe del área, quién la canaliza al siguiente departamento, o simplemente la deja en un almacén temporal (mesa central).

Para registrar lo observado y realizar un análisis similar al del departamento anterior, fue necesario utilizar diagramas de recorrido.

En el diagrama que a continuación se muestra, se puede ver que el proceso de revisión de las nóminas es muy parecido al de sellado y engrapado de éstas.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : REVISOR AREA : REVISION ACTIVIDAD : REVISION DE NOMINA	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE:	HOJA : 1/1				
DESCRIPCION	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
1. Permanecer en almacén (mesa central del departamento).  2. Repartir nóminas a cada operador.  3. Preparar nómina en mesa de trabajo (quita liga y separa papelería).  4. Sumar monto de la nómina recibo por recibo.  5. Comparar la cantidad obtenida contra la dada por el cliente.  6. Si el monto es diferente se revisa recibo por recibo.  7. Si persiste la diferencia se notifica al cliente y se suspende temporalmente el proceso.  8. Cuando el monto coincide o se llega a un acuerdo con el cliente, engrapar comprobante.  9. Llenar papelería final.  10. Colocar nómina en caja de cartón.  11. Llevar nómina al jefe de revisión.  12. Almacenar temporalmente.	○	➔	◩	◻	▽	La nómina llega al Depto. de sellado y engrapado.  Si el operador termina antes va por otra.  Simultáneamente se verifica que el número sellado este correcto.  Esta suspensión tiene un tiempo largo y variable.  Termina operación de revisión de nómina.
RESUMEN	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	5	2	1	2	2	

Como se observa en el diagrama anterior los transportes, así como los almacenajes son generados porque la operación completa de sellado, engrapado y revisión se encuentra dividida.

Por lo anterior algunas actividades que no agregan valor a las nóminas se repiten, provocando así una pérdida de eficiencia en el proceso.

Los métodos utilizados variaban muy frecuentemente dependiendo del operador, por ello fue necesario obtener un método de trabajo que tuviera una mayor planificación y organización, de tal manera que los operarios estuvieran conformes y conscientes de que se pretende disminuir la carga de trabajo. Esto se torno difícil, pues no se contó con el apoyo abierto de gerentes y supervisores para lograr una mayor cooperación por parte de los operarios.

El deseo de realizar un análisis completo llevó a tomar muestras de tiempos en diferentes horarios y por largos lapsos, lo cual sirvió para detectar: diversas cargas de trabajo, horarios en que se presentaban ciertas irregularidades, actividades poco frecuentes o que se realizan en un horario determinado, los métodos de trabajo utilizados, las demoras, los ritmos de trabajo, el control que mantienen los supervisores, etc. Estas observaciones fueron realizados en todos los departamentos analizados de una manera continua debido a que su aplicación en el campo práctico es de forma inmediata.

Para obtener el tiempo estándar en este departamento se tuvo que recurrir al estudio de tiempos y obteniendose los siguientes datos para realizar el análisis.

## TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACION DE REVISION

Análogamente a las actividades anteriores, en la operación de revisión se observa intuitivamente que el tiempo necesario para revisar el monto de los recibos de la nómina, depende del número de éstos. Por lo que se plantea un modelo con las mismas variables que en los casos anteriores.

Al igual que en las operaciones de sellado y engrapado, para la operación de cuadro se registraron datos iniciales para calcular el número total de mediciones. La siguiente tabla contiene los datos de la primera muestra, donde número de sobres se refiere a los sobres que se sumaban para realizar el cuadro con el total de la nómina y tiempo cronometrado se refiere al tiempo que se empleó en realizar la verificación en centésimas de minuto, la columna de valoración es el factor de ajuste del tiempo cronometrado y con el cual se obtiene el tiempo ajustado, también en centésimas de minuto.

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE SOBRES	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO AJUSTADO
1	358	1595	1.1	1755
2	155	705	1.1	775
3	200	2188	0.8	1750
4	317	842	1.2	1010
5	317	1277	1.1	1405
6	358	1495	1.1	1645
7	356	2793	0.8	2234
8	50	2333	0.75	1750
9	50	1594	0.8	1275
10	150	1322	0.9	1190

El tiempo ajustado se encuentra redondeado a cifras enteras.

Con la teoría de "número de la muestra", se determina el número de mediciones que hacen falta para obtener una confianza adecuada. Las columnas de la velocidad (V) en sobres/tiempo en centesimas de minuto, y el cuadrado de la velocidad ( $V^2$ ) se

muestran en la siguiente tabla:

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE SOBRES	TIEMPO [Cent.]	V	V <sup>2</sup>
1	358	1755	0.20398860	0.04161135
2	155	775	0.2	0.04
3	200	1750	0.11428571	0.01306122
4	317	1010	0.31386138	0.09850896
5	317	1405	0.22562277	0.05090563
6	358	1645	0.21762917	0.04736245
7	356	2234	0.15935541	0.02539414
8	50	1750	0.02857142	0.00081632
9	50	1275	0.03921568	0.00153787
10	150	1190	0.12605042	0.01588870

De esta tabla se obtiene:

$$\sum V = 1.62858061$$

$$\sum V^2 = 0.33508669$$

Al igual que en los casos de sellado y engrapado se tiene que  $M = 10$ , y aplicando la fórmula (1) para el cálculo de  $s$ :

$$s = 0.08810297$$

Con el uso de la fórmula (2):

$$I_{10} = 0.10219945$$

Considerando el mismo intervalo de confianza (I) de 0.05 que en los casos anteriores y puesto que nuevamente  $I_M > I$ , se obtiene el número total de observaciones mediante la fórmula (3):

$$N = 41.6050433$$

Por lo que deben de registrarse un mínimo de 32 observaciones más.

En este departamento se registraron un total de 61 datos, los cuales se muestran a continuación, al igual que en tablas anteriores el tiempo se encuentra en centésimas de minuto y los datos se encuentran redondeados a cifras enteras.

NUMERO DE MEDICION	NUMERO DE SOBRES	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO AJUSTADO
1	358	1595	1.1	1755
2	155	705	1.1	775
3	200	2188	0.8	1750
4	317	842	1.2	1010
5	317	1277	1.1	1405
6	358	1495	1.1	1645
7	356	2793	0.8	2234
8	50	2333	0.75	1750
9	50	1594	0.8	1275
10	150	1322	0.9	1190
11	200	1095	0.95	1040
12	50	563	0.8	450
13	150	1278	0.9	1150
14	50	680	0.75	510
15	242	1023	1.1	1125
16	50	594	0.8	475
17	143	1388	0.85	1180
18	109	856	0.8	685
19	200	836	1.1	920
20	59	625	0.8	500
21	50	522	0.9	470
22	50	158	1.25	198
23	50	638	0.8	510
24	50	160	1.2	192
25	433	5493	0.8	4394
26	392	2049	1.1	2254
27	341	1981	1.0	1981
28	201	858	1.1	944
29	68	623	0.9	561
30	63	567	0.85	482
31	50	548	0.8	438
32	50	394	0.85	335
33	21	255	0.75	191

NÚMERO DE MEDICION	NÚMERO DE SOBRES	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO AJUSTADO
34	19	272	0.75	204
35	145	1098	0.9	988
36	123	1259	0.8	1007
37	51	664	0.75	498
38	134	1948	0.75	1461
39	47	1307	0.75	980
40	24	511	0.75	383
41	37	683	0.8	560
42	200	1246	0.9	1121
43	50	162	1.1	178
44	50	200	1.1	220
45	50	153	1.2	184
46	50	366	0.9	329
47	50	240	1.0	240
48	50	136	1.2	163
49	185	1278	0.9	1150
50	95	1069	0.8	855
51	207	3580	0.75	2685
52	50	1640	0.75	1230
53	5	187	0.75	140
54	50	121	1.2	145
55	15	373	0.75	280
56	19	340	0.75	255
57	50	158	1.2	190
58	42	328	0.9	295
59	74	838	0.8	670
60	42	88	1.25	110
61	24	350	0.8	280

Los datos se reordenan para facilitar su proceso y la realización de su gráfica.

MEDICION	SOBRES	TIEMPO
1	5	140
2	15	280
3	19	255
4	19	204
5	21	191
6	24	383
7	24	280
8	37	546
9	42	295
10	42	110
11	47	980
12	50	438

MEDICION	SOBRES	TIEMPO
13	50	510
14	50	335
15	50	192
16	50	190
17	50	329
18	50	145
19	50	184
20	50	163
21	50	220
22	50	470
23	50	178
24	50	510
25	50	1750
26	50	1230
27	50	1275
28	50	198
29	50	240
30	50	475
31	50	450
32	51	498
33	59	500
34	63	482
35	68	561
36	74	670
37	95	855
38	109	685
39	123	1007
40	134	1461
41	143	1180
42	145	988
43	150	1150
44	150	1190
45	155	775
46	185	1150
47	200	920
48	200	1750
49	200	1121
50	200	1040
51	201	944
52	207	2685
53	242	1125
54	317	1010
55	317	1405
56	341	1981
57	356	2234
58	358	1645
59	358	1755
60	392	2254
61	433	4394

Con el empleo del método de mínimos cuadrados se obtienen los siguientes valores para la regresión lineal:

$$a = 5.58522341$$

$$b = 191.337366$$

$$r = 0.81$$

Por lo que el modelo matemático para el tiempo básico queda expresado de la siguiente manera:

$$t = 5.6 N + 191$$

Donde  $t$  representa el tiempo en centésimas de minuto para verificar el monto de los  $N$  sobres.

Aplicando a la expresión anterior el 15 % del tiempo para los suplementos, se obtiene la siguiente ecuación que representa el tiempo estándar para la operación de revisión.

$$T = ( 5.6 N + 191 ) \times 1.15$$

$$T = 6.4 N + 220$$

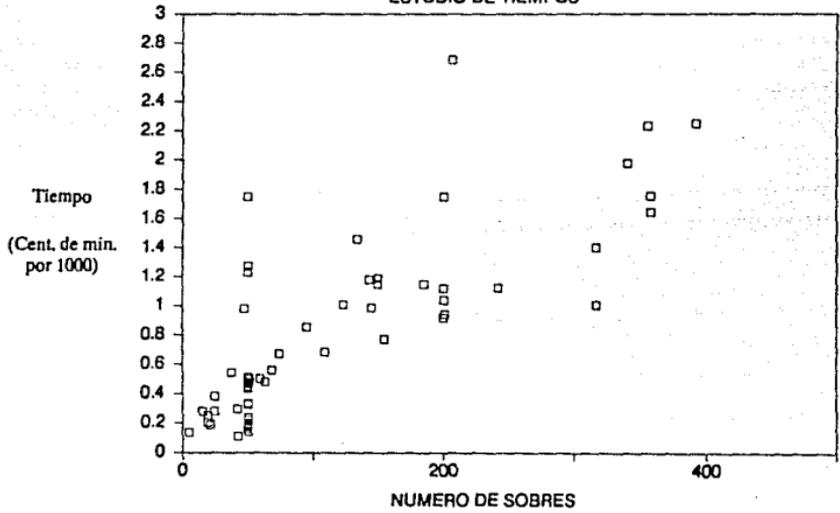
---

Donde  $T$  representa el tiempo estándar en centésimas de minuto para verificar el monto de la nómina con  $N$  sobres.

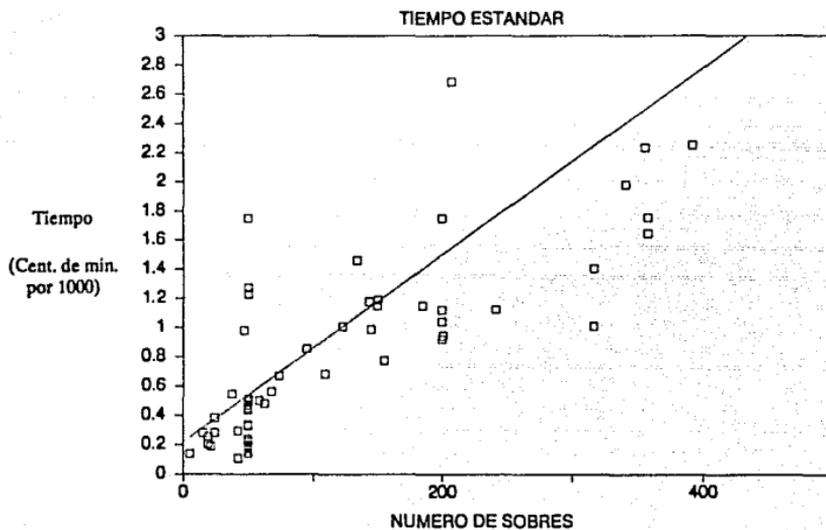
El significado de la pendiente y la ordenada al origen es similar al de los casos anteriores.

# OPERACION DE REVISION

## ESTUDIO DE TIEMPOS



# OPERACION DE REVISION



## BALANCO DE LA LINEA PROPUESTO

Con objeto de eliminar los transportes innecesarios que existen en los Departamentos de Sellado y Revisión, se propone una línea de proceso de nóminas, en la cual la primera operación sea el sellado, a continuación el engrapado de la bolsa al recibo y finalmente la revisión. La secuencia de las operaciones es la misma, pero la distribución del lugar de trabajo debe modificarse a fin de obtener una línea en lugar de módulos independientes.

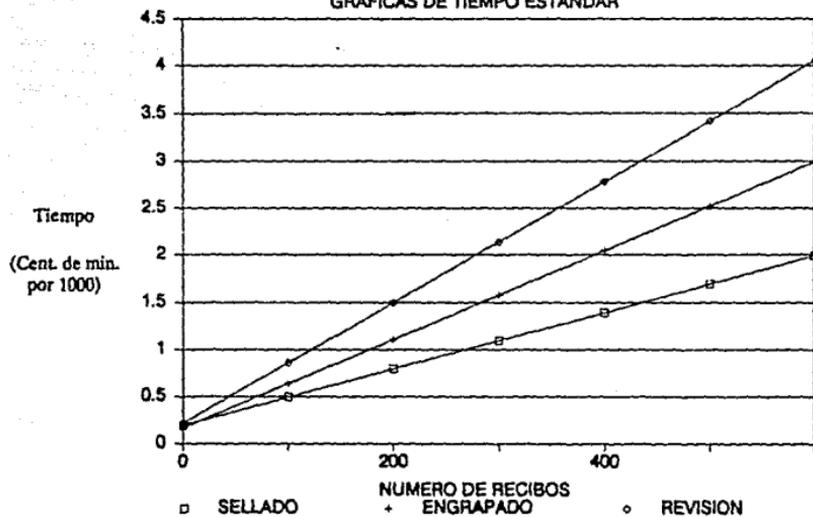
En el departamento analizado, no existe un balanceo de línea adecuado, puesto que la relación que guarda el número de trabajadores para cada operación es prácticamente uno por uno. Actualmente el departamento maneja una producción por lotes y en células de trabajo, en donde no se aprecia con claridad el desbalanceo existente, sin embargo, una vez que se cuenta con las ecuaciones para los tiempos estándar, es muy fácil observar como cada una de las operaciones requiere de diferentes tiempos para llevarse a cabo, por lo que es necesario realizar un balanceo de la línea. En la siguiente hoja se muestra una gráfica de los tiempos estándar obtenidos en el área, la cual se obtiene con la tabulación mostrada a continuación.

### TABULACION DE LOS TIEMPOS ESTANDAR DE LAS OPERACIONES DE SELLADO, ENGRAPADO Y REVISION

RECIBOS	SELLADO	ENGRAPADO	REVISION
0	196	170	220
100	496	640	860
200	796	1110	1500
300	1096	1580	2140
400	1396	2050	2780
500	1696	2520	3420
600	1996	2990	4060

# SELLADO-ENGRAPADO-REVISION

GRAFICAS DE TIEMPO ESTANDAR



El problema principal que se presenta al transformar a una producción en línea, es el número de trabajadores que deben de estar dedicados a cada una de las actividades. Pues al ejecutar los trabajadores operaciones consecutivas, es evidente que la velocidad o tasa de producción será la del operario más lento, en cuyo caso, es precisamente esa operación la que debe de reforzarse para aumentar la velocidad de producción de la línea.

El procedimiento para realizar un balanceo de línea tiene su origen en reducir las diferencias de los tiempos estándares que se tienen para cada una de las operaciones, la forma de reducir dicho tiempo es empleando más trabajadores en las actividades que por sí solas requieran de mayor tiempo, con lo que se disminuye el tiempo estándar permitido para el resto de las operaciones. El siguiente cuadro muestra un resumen de los tiempos estándar obtenidos en el área; así como el tiempo de espera basado en la operación más lenta, que es la diferencia entre la operación más lenta y la operación analizada; y el tiempo estándar permitido, que es el tiempo máximo que se puede emplear en la operación, sin incrementar el tiempo de producción de artículos en la línea.

Operación	Tiempo estándar	Tiempo de espera basado en el operador más lento	Tiempo estándar permitido
Sellado	3 N + 196	3.4 N + 24	6.4 N + 220
Engrapado	4.7 N + 170	1.7 N + 50	6.4 N + 220
Revisión	6.4 N + 220	0	6.4 N + 220

N representa el número de recibos, y el tiempo estándar está dado en centésimas de minuto.

La eficiencia de la línea se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\eta = \frac{\sum TE}{\sum TEP}$$

Donde:  $\eta$  = eficiencia de la línea  
 TE = tiempo estándar por operación.  
 TEP = tiempo estándar permitido por operación.

Puesto que el tiempo estándar para cada una de las operaciones depende del número de sobres que contenga la nómina, la eficiencia dependerá igualmente de ese número. Para obtener una idea de la eficiencia de la línea, se analizan los puntos extremos y el punto medio  $N = 20$ ,  $N = 600$  y  $N = 310$ , respectivamente:

	PENDIENTE	N	ORDENADA	TIEMPO ORIGINAL
SELLADO	3	( 20 )	+ 196	= 256
ENGRAPADO	4.7	( 20 )	+ 170	= 264
REVISION	6.4	( 20 )	+ 220	= 348

Por lo que la eficiencia es:

$$\eta = \frac{256 + 264 + 348}{348 + 348 + 348} = 0.831417$$

Cuando el número de recibos que contiene la nómina es pequeño, se tiene una eficiencia aceptable.

Para  $N = 310$ , se tiene:

	PENDIENTE	N	ORDENADA	TIEMPO ORIGINAL
SELLADO	3	( 310 )	+ 196	= 1126
ENGRAPADO	4.7	( 310 )	+ 170	= 1627
REVISION	6.4	( 310 )	+ 220	= 2204

Por lo que la eficiencia es:

$$\eta = \frac{1126+1627+2204}{2204+2204+2204} = 0.749697$$

Se observa una considerable reducción en la eficiencia de la línea, llegando a valores poco eficientes.

Para  $N = 600$  , se tiene:

	PENDIENTE	N	ORDENADA	TIEMPO ORIGINAL
SELLADO	3	( 600 )	+ 196 =	1996
ENGRAPADO	4.7	( 600 )	+ 170 =	2990
REVISION	6.4	( 600 )	+ 220 =	4060

La eficiencia para este caso es:

$$\eta = \frac{1996+2990+4060}{4060+4060+4060} = 0.742692$$

Estos últimos dos valores obtenidos para la eficiencia demuestran que la línea requiere un balanceo.

Para visualizar de una mejor manera el decremento que se tiene en la eficiencia de la línea, se tabulan una serie de puntos para construir una gráfica de número de sobres contra eficiencia. Los datos y la gráfica se muestran a continuación, con incrementos de 25 recibos.

NUMERO DE RECIBOS	EFICIENCIA	TIEMPOS ORIGINALES		
		SELLADO	ENGRAPADO	REVISION
0	0.887878	196	170	220
25	0.823245	271	287.5	380
50	0.796913	346	405	540
75	0.782619	421	522.5	700
100	0.773643	496	640	860
125	0.767483	571	757.5	1020
150	0.762994	646	875	1180
175	0.759577	721	992.5	1340
200	0.756888	796	1110	1500
225	0.754718	871	1227.5	1660
250	0.752930	946	1345	1820

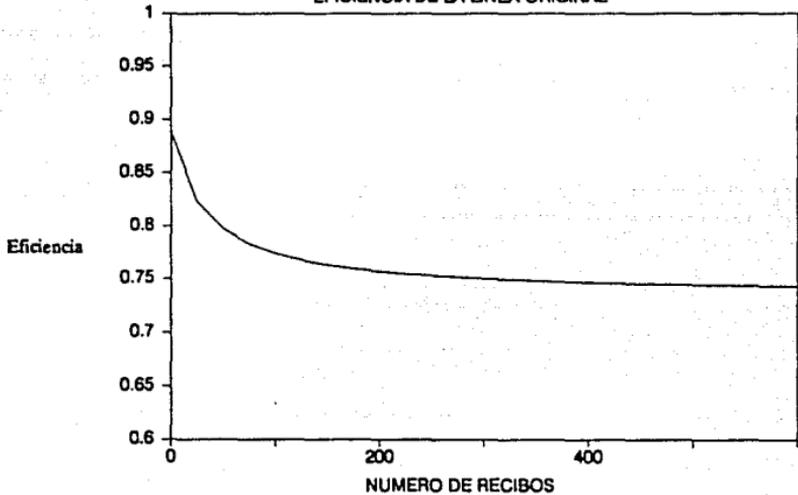
NUMERO DE RECIBOS	EFICIENCIA	TIEMPOS ORIGINALES		
		SELLADO	ENGRAPADO	REVISION
275	0.751430	1021	1462.5	1980
300	0.750155	1096	1580	2140
325	0.749057	1171	1697.5	2300
350	0.748102	1246	1815	2460
375	0.747264	1321	1932.5	2620
400	0.746522	1396	2050	2780
425	0.745861	1471	2167.5	2940
450	0.745268	1546	2285	3100
475	0.744734	1621	2402.5	3260
500	0.744249	1696	2520	3420
525	0.743808	1771	2637.5	3580
550	0.743404	1846	2755	3740
575	0.743034	1921	2872.5	3900
600	0.742692	1996	2990	4060

La eficiencia promedio para estos valores es de:

$$\eta = 0.762579$$

# SELLADO-ENGRAPADO-REVISION

EFICIENCIA DE LA LINEA ORIGINAL



En la gráfica anterior se observa claramente como la eficiencia disminuye al incrementarse el número de recibos.

Con el propósito de aumentar la eficiencia de la línea, se deben de reducir las diferencias que existen entre los tiempos estándares de las operaciones de sellado, engrapado y revisión.

Despreciando los valores de las ordenadas al origen de las ecuaciones de tiempo estándar se tiene:

Sellado	3	N
Engrapado	4.7	N
Revisión	6.4	N

Y se puede obtener fácilmente una relación entre el tiempo menor (Sellado) y los demás.

$$\frac{\text{Revisión}}{\text{Sellado}} = \frac{6.4 N}{3 N} = 2.13$$

$$\frac{\text{Engrapado}}{\text{Sellado}} = \frac{4.7 N}{3 N} = 1.56$$

La relación obtenida significa que por cada operador en sellado, se requieren para aumentar la eficiencia, 1.5 operadores en engrapado, y 2 operadores en revisión. Puesto que no se puede asignar 1.5 de trabajador a la línea, los datos obtenidos se multiplican por 2. Por lo que la línea queda compuesta de la siguiente manera:

Sellado:	2	trabajadores
Engrapado:	3	trabajadores
Revisión:	4	trabajadores

Las ecuaciones de tiempo estándar para la línea balanceada son las siguientes:

$$\begin{array}{lll} \text{Sellado} & ( 3 N + 196 )/2 & = 1.5 N + 98 \\ \text{Engrapado} & ( 4.7 N + 170 )/3 & = 1.56 N + 56.6 \\ \text{Revisión} & ( 6.4 N + 220 )/4 & = 1.6 N + 55 \end{array}$$

Mediante estas ecuaciones se puede obtener la siguiente tabla de valores:

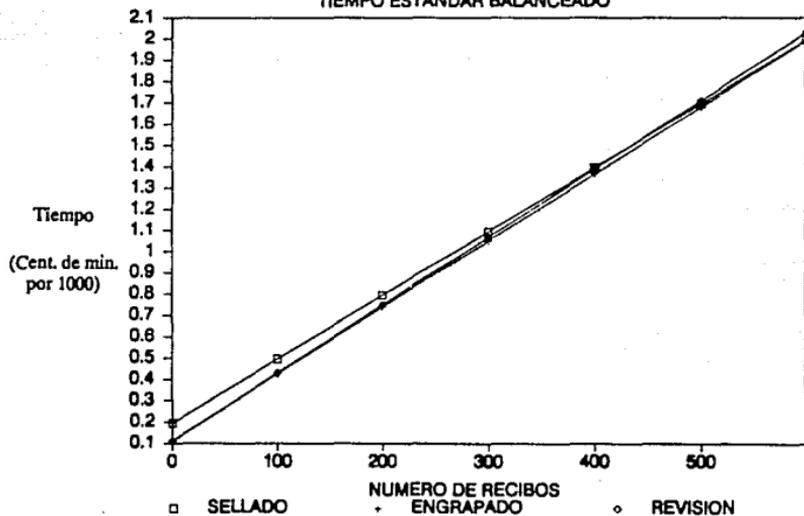
TABULACION DE LOS TIEMPOS ESTANDAR DE LAS OPERACIONES DE  
SELLADO , ENGRAPADO Y REVISION  
PARA LA LINEA BALANCEADA

RECIBOS	SELLADO	ENGRAPADO	REVISION
0	196	113.33	110
100	496	426.66	430
200	796	740	750
300	1096	1053.33	1070
400	1396	1366.66	1390
500	1696	1680	1710
600	1996	1993.33	2030

Y la gráfica se muestra a continuación.

# SELLADO-ENGRAPADO-REVISION

TIEMPO ESTANDAR BALANCEADO



Esta gráfica no es del todo representativa, puesto que, si bien los tiempos son mucho menores que en la gráfica de tiempos original, el número de trabajadores en la línea también se ha incrementado. Para comprobar si es adecuado el balanceo, se debe calcular nuevamente la eficiencia de la línea.

Analizando para los puntos extremos y para un punto medio, N=20, N=310 y N=600 , se tienen los siguientes casos:

Para N = 20 :

	PENDIENTE	N	ORDENADA	TIEMPO	
				LINEA	BALANCEADA
SELLADO	1.5	( 20 )	+ 98	=	128
ENGRAPADO	1.56	( 20 )	+ 56	=	88
REVISION	1.6	( 20 )	+ 55	=	87

$$\eta = \frac{128 + 88 + 87}{128 + 128 + 128} = 0.789062$$

Es una eficiencia baja, apenas aceptable.

Para N = 310 :

	PENDIENTE	N	ORDENADA	TIEMPO	
				LINEA	BALANCEADA
SELLADO	1.5	( 310 )	+ 98	=	563
ENGRAPADO	1.56	( 310 )	+ 56	=	542.3
REVISION	1.6	( 310 )	+ 55	=	551

$$\eta = \frac{563 + 542.3 + 551}{563 + 563 + 563} = 0.980659$$

La eficiencia se ha incrementado considerablemente, llegando prácticamente a su límite máximo.

Ahora para  $N = 600$  :

	PENDIENTE	N	ORDENADA	TIEMPO	LINEA BALANCEADA
SELLADO	1.5	( 600)	+ 98	=	998
ENGRAPADO	1.56	( 600)	+ 56	=	996.6
REVISION	1.6	( 600)	+ 55	=	1015

$$\eta = \frac{998 + 996.6 + 1015}{1015 + 1015 + 1015} = 0.988396$$

La eficiencia se incremento ligeramente, acercandose aún más a su limite superior.

Por último, para visualizar completamente los valores que adquiere la eficiencia para las cantidades de recibos, se realiza la siguiente tabulación para posteriormente construir la gráfica con la línea ajustada y poderlas comparar.

RECIBOS	EFICIENCIA DE LA LINEA BALANCEADA			
	EFICIENCIA AJUSTADA	SELLADO	ENGRAPADO	REVISION
0	0.713151	98	56.66	55
25	0.802788	135.5	95.83	95
50	0.853564	173	135	135
75	0.886249	210.5	174.16	175
100	0.909050	248	213.33	215
125	0.925861	285.5	252.5	255
150	0.938768	323	291.66	295
175	0.948990	360.5	330.83	335
200	0.957286	398	370	375
225	0.964153	435.5	409.16	415
250	0.969931	473	448.33	455
275	0.974861	510.5	487.5	495
300	0.979115	548	526.66	535
325	0.982825	585.5	565.83	575
350	0.986088	623	605	615
375	0.988981	660.5	644.16	655
400	0.991563	698	683.33	695
425	0.993881	735.5	722.5	735

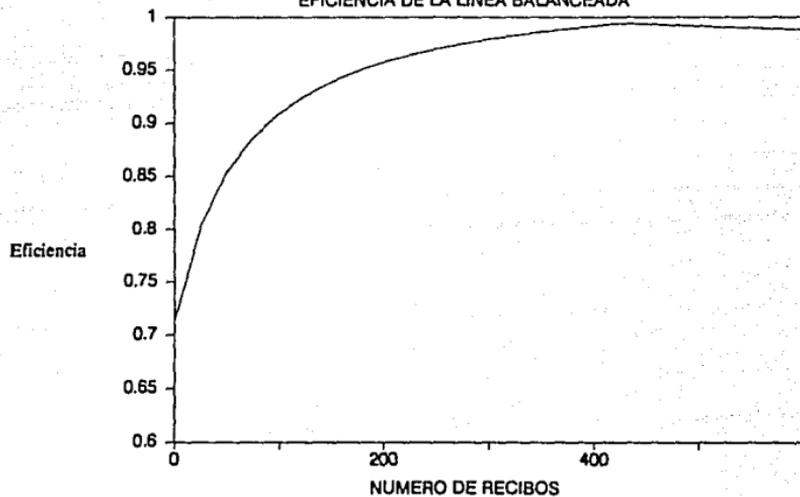
RECIBOS	EFICIENCIA AJUSTADA	SELLADO	ENGRAPADO	REVISION
450	0.993405	773	761.66	775
475	0.992365	810.5	800.83	815
500	0.991423	848	840	855
525	0.990564	885.5	879.16	895
550	0.989780	923	918.33	935
575	0.989059	960.5	957.5	975
600	0.988396	998	996.66	1015

La eficiencia promedio que se obtiene con estos datos es  $\eta=0.948084$ . Valor que supera por mucho la eficiencia obtenida sin el balanceo.

En las siguientes hojas se muestra la gráfica que se obtiene con estos valores, y una gráfica comparativa de la eficiencia antes y después del balanceo. En dichas gráficas se puede observar como la eficiencia de la línea después del balanceo es mucho mejor, y puesto que en el análisis se despreciaron las ordenadas al origen, los valores de la eficiencia mejoran en la medida que aumenta el valor del número de recibos.

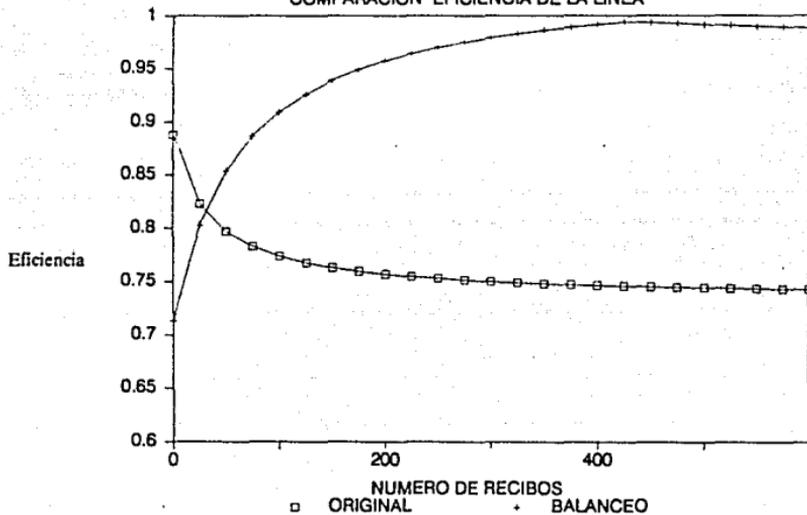
## SELLADO-ENGRAPADO-REVISION

EFICIENCIA DE LA LINEA BALANCEADA



# SELLADO-ENGRAPADO-REVISION

COMPARACION EFICIENCIA DE LA LINEA



Debido a la continuidad que se observa en las actividades de sellado, engrapado y revisión se consideró que una mejora al proceso sería formar una línea de producción. Por lo que los tres departamentos formarían uno solo.

Analizando en conjunto los diagramas actuales de sellado, engrapado y revisión se tiene en resumen :

- 29 Operaciones.
- 11 Transportes.
- 6 Demoras.
- 3 Inspecciones.
- 4 Almacenes.

Uniendo las áreas se reducirían las operaciones, demoras, transportes y almacenes. Por ejemplo, disminuirían los repartos de material a cada operario, siendo sólo necesario pasar las nóminas a la siguiente estación de trabajo que estaría muy cerca, también serían menos las veces que se depositara la nómina en la caja.

El número de personal para ambos departamentos sería menor, debido a que las demoras de los jefes de área serían menos y no sería justificable tener varios jefes, así mismo se necesitaría menos personal para transportar las nóminas de un área a otra, y por último el control de salida y entrada de nóminas estaría custodiado por un encargado, en vez de dos.

A continuación se muestra el diagrama propuesto en el cual se ven claramente las ventajas en reducción de transportes, demoras y almacenes, ya que el resumen de este diagrama contiene:

- 24 Operaciones.
- 5 Transportes.
- 2 Demoras.
- 3 Inspecciones.
- 1 Almacenes.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : SELLADO, ENGRAPADO Y REVISION AREA : PROCESO DE NOMINA. ACTIVIDAD : SELLADO, ENGRAPADO Y REVISION DE NOMINA	FECHA : ENERO, 1991 METODO : PROPUESTO RESPONSABLE:	HOJA : 1/2					
DESCRIPCION	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES	
1. Controlista recibe y registra nómina. 2. Realizar papelería correspondiente. 3. Clasificar nómina . 4. Anotar tipo de servicio contratado (pago personal o pago al cliente). 5. Anotar clave correspondiente a especial. 6. Anotar número de inicio y termino de cada nómina y total de sobres a procesar. 7. Anazar papelería a nómina. 8. Colocar nóminas en caja de cartón. 9. Llevar caja de nóminas a mesa de trabajo. 10. Preparar material de trabajo y nómina. 11. Separar recibos de contrarrecibos 12. Quitar papel carbón de la nómina. 13. Pasar nómina al inicio de la línea de producción. 14. Acomodar y sellar nómina. 15. Formar paquetes de recibos. 16. Cotejar sobres contra recibos. 17. Si existe diferencia se revisa nómina. 18. Si el error persiste, levantar acta. 19. Suspender temporalmente. 20. Pasar al siguiente puesto de trabajo.		En caso de contratar un servicio especial.	De la nómina que así lo requiera.	Primer puesto de trabajo.	Hasta completar nómina	De esa nómina	Segundo puesto de trabajo.



El balanceo en la línea de producción para las operaciones de sellado, engrapado y revisión constituye una gran mejora para dichas actividades.

Se reducen los tiempos improductivos para los trabajadores de estas operaciones, se disminuyen las cargas de trabajo y prácticamente se eliminan los cuellos de botella en el proceso de la nómina. Una ventaja adicional es el hecho de que con el balanceo de la línea se eliminan los transportes, almacenajes y demoras en cada una de las operaciones, visualizándose de una manera práctica y funcional el desarrollo en el proceso de una nómina.

La gráfica sellado-engrapado-revisión del tiempo estándar balanceado, muestra las rectas de tiempo estándar prácticamente sobrepuestas, observándose muy poca diferencia entre cada una de ellas. La eficiencia promedio obtenida con la línea balanceada sufre un considerable aumento en relación con la línea antes de equilibrarla, siendo dicha eficiencia un factor indiscutible de las ventajas obtenidas.

## **CAPÍTULO II**

### **MORRALLA**

## DEPARTAMENTO DE MORRALLA

Este departamento es el encargado de resguardar, empaquetar y contar la morralla que pasa por la empresa, para los distintos clientes que requieren de estos servicios.

Las camionetas de la compañía transportan las monedas, que son recibidas por el personal de morralla, quien a su vez las acomoda y destina a las diferentes áreas, descritas a continuación:

Áreas de proceso, recuento y resguardo.

En el área de proceso, las monedas son acomodadas en cilindros de papel, por denominación, y en el área de recuento se verifica la cantidad de monedas enviadas por el cliente y se depositan en envases estándares, también por denominación. Después de empaquetar o recontar las monedas se resguardan los valores en jaulas destinadas para su custodia.

Una vez procesada la morralla, ésta se distribuye a las diferentes rutas, efectuándose así la entrega de las bolsas y cajas.

La morralla que se recibe en este departamento se recoge en el domicilio del cliente en bolsas de monedas a granel, para ser transportadas en las camionetas blindadas de la empresa, al área de producción en donde serán procesadas o simplemente custodiadas.

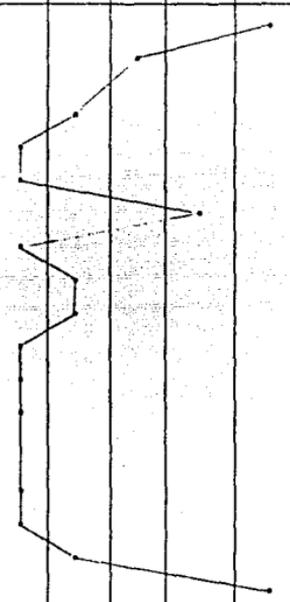
Cuando la camioneta blindada llega a las instalaciones de la empresa, se estaciona en el área de ventanillas y el chofer de la unidad toca en una de ellas con el fin de que sean recibidos los valores de su ruta, en este momento se inicia la "Entrada de valores", la cuál consiste en lo siguiente: el recepcionista abre la ventanilla para preguntar ruta, y verifica la documentación correspondiente, si se encuentra en orden cierra la ventanilla y

va en busca de una tarima para colocarla en la zona de recepción (debido a la capacidad de la tarima generalmente se utilizan varias), abre la ventanilla y recibe los valores. En función del volumen de entrega la operación es realizada por uno o dos recepcionistas.

Al terminar la recepción de bolsas se acomodan y guardan en las jaulas, o se llevan al área de producción, dependiendo del servicio requerido por el cliente.

A continuación se muestra el diagrama de proceso del área de "entrada de valores" :

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : MORRALLA ÁREA : ENTRADA Y SALIDA DE VALORES ACTIVIDAD : ENTRADA DE VALORES	FECHA : ENEO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE :	HOJA : 1/1
DESCRIPCION		OBSERVACIONES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los valores permanecen en almacén (unidad blindada).</li> <li>2. Los valores esperan en la unidad blindada.</li> <li>3. Ir a abrir ventanilla.</li> <li>4. Abrir ventanilla.</li> <li>5. Recibir papelería.</li> <li>6. Verificar papelería correspondiente.</li> <li>7. Cerrar ventanilla.</li> <li>8. Ir por tarima.</li> <li>9. Regresar con tarima.</li> <li>10. Colocar tarima cerca de ventanilla.</li> <li>11. Abrir ventanilla.</li> <li>12. Recibir valores.</li> <li>13. Llenar papelería.</li> <li>14. Cerrar ventanilla.</li> <li>15. Llevar valores al área de almacén.</li> <li>16. Almacenar.</li> </ol>		<p>Mientras tocan en la ventanilla.</p> <p>Mientras se asigna personal a ventanilla por tiempo indefinido.</p> <p>Para preguntar ruta.</p> <p>Algunas veces realizan la operación dos personas. Si son muchas bolsas se repiten los pasos 4, 5, 6, 7 y 8.</p> <p>Con patrón mecánico.</p> <p>Termina operación de entrada de valores.</p>
RESUMEN		OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	8    4    1    1    2	

Del proceso actual de entrada de valores, sobresale que se realizan dos veces las operaciones de abrir y cerrar ventanilla, con lo cual se pierde mucho tiempo. Además el chofer de la unidad blindada espera un tiempo indefinido para ser atendido, ya que los empleados de entrada valores no abren la ventanilla enseguida. Posteriormente se abre la ventanilla, para preguntar la ruta y verificar la papelería, si ésta se encuentra en orden el operador cierra la ventanilla para ir por la tarima indicada según la ruta asignada, trayendo como consecuencia una segunda espera por parte de los empleados de la unidad blindada.

Para hacer más operativo el proceso y eliminar pasos innecesarios se proponen las siguientes modificaciones al proceso:

Primero se sugiere que se cuente con una cabina en la sección en donde se estacionan las camionetas blindadas para que ahí se pregunte por el número de ventanilla en la cual serán atendidos, esto se puede hacer mediante el radio de banda civil que cada camioneta tiene. Para ésta sugerencia puede utilizarse la cabina de entrada, sin necesidad de modificar físicamente el departamento. Al mismo tiempo el jefe de la cabina, indica al departamento, por el radio de banda civil la ventanilla que debe de atender el personal de entrada de valores. Esto permite que la operación sea más rápida y que se eviten los tiempos muertos.

Realizando un análisis acerca del nuevo proceso se logran obtener varias mejoras en las operaciones. Se elimina el tiempo de espera de la unidad blindada, ya que ahora la ventanilla sería abierta enseguida del arribo de la unidad blindada. Además se reducen dos transportes que ocasionan tiempos improductivos. Con lo anterior se eliminan operaciones que son innecesarias y que no son operativas.

A continuación se muestra el diagrama de proceso propuesto de esta área.



Prosiguiendo con las actividades de morralla se tiene el área de proceso donde se realizan dos actividades:

La primera es la de "Recuento de morralla", donde el personal coloca una bolsa nueva en el ducto de salida de una máquina de recuento, después abre una bolsa con monedas de determinada denominación, vacía su contenido dentro de la máquina que automáticamente las cuenta y las expulsa a la bolsa nueva. La máquina tiene una pantalla electrónica donde se observa la cantidad de monedas expulsadas. El operario retira la bolsa llena de la máquina y la cierra con un sello de plomo foleado, posteriormente cuenta el número de bolsas procesadas y registra la producción en la papelería respectiva, así como el nuevo número de plomo y monedas defectuosas o faltantes. Al finalizar las actividades de esta área se pesa cada bolsa para certificar el contenido de las mismas.

A continuación se presenta el diagrama correspondiente al área con su respectivo análisis:

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : MORRALLA AREA : PROCESO ACTIVIDAD : RECUEIRTO DE MORRALLA	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE:	HOJA : 1/2
DESCRIPCION		OBSERVACIONES
1. Las bolsas permanecen en almacén.		
2. Llevar bolsas y material al área de trabajo.		Centro del área.
3. Quitar plomo.		
4. Llevar bolsa cerca de máquina contadora.		En máquina contadora.
5. Poner bolsa vacía en ducto de salida.		Dentro de la boca de la máquina.
6. Vaciar bolsa a ser procesada.		Las monedas contadas caen dentro de bolsa.
7. Conteo automático de monedas.		En pantalla.
8. Revisar número de monedas procesadas.		
9. Retirar bolsa llena de la máquina.		
10. Llevar bolsa al centro de área.		
11. Cerrar bolsa con plomo foliado.		Repetir los pasos del 3 al 11 hasta terminar con lote del cliente.
12. Contar número de bolsas procesadas.		
13. Realizar paperfya parcial.		
14. Sacar bolsas de área de trabajo.		
15. Pesar bolsa por bolsa.		
16. Realizar paperfya final.		
17. Llevar bolsas al almacén.		
18. Almacenar en cajas.		Termina operación de recuento de morralla.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : MORRALLA AREA : PROCESO ACTIVIDAD : RECUEMTO DE MORRALLA	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE:					HOJA : 2/2
DESCRIPCION	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
						Ver resumen de recuento de morrallo al final de esta hoja.
RESUMEN	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	10	5	0	1	2	

Del diagrama se puede observar que existen muchos transportes del producto, debido a la inadecuada distribución del área de trabajo.

Se detectó que no se tiene previsto que ocurra algún error en el conteo de la máquina, sin embargo al final del proceso son pesadas las bolsas para rectificar que el contenido sea el correcto. En caso de que se presente un error registrado por la báscula, se abre la bolsa quitándole el plomo y se vuelve a verificar su contenido. Esta última operación se puede eliminar colocando una báscula entre dos máquinas contadoras y realizar el pesado inmediatamente después del recuento para terminar cerrando la bolsa con un plomo foleado.

Se observó que los envases procesados dentro del área estorban el paso de los operarios y además se crea un almacenaje. Por lo anterior se propone colocar a lo largo del pasillo del área de recuento una banda transportadora, para sacar continuamente las bolsas de la zona de trabajo, eliminando así un almacenaje.

En el diagrama propuesto que se muestra a continuación se observa que existe una reducción en el número de transportes realizados, así como una mejor secuencia en el proceso, permitiéndolo ser más continuo.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : MORRALLA AREA : PROCESO ACTIVIDAD : RECuento DE MORRALLA	FECHA : ENERO, 1991 METODO : PROPUESTO RESPONSABLE :					HOJA : 1/1
DESCRIPCION	○	➡	◡	□	▽	OBSERVACIONES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las bolsas permanecen en almacén.</li> <li>2. Llevar bolsas y material al área de trabajo.</li> <li>3. Quitar plomo.</li> <li>4. Poner bolsa vacía en ducto de salida.</li> <li>5. Vaciar bolsa a ser procesada.</li> <li>6. Conteo automático de monedas.</li> <li>7. Revisar número de monedas procesadas.</li> <li>8. Retirar bolsa llena de la máquina.</li> <li>9. Pesar bolsa por bolsa.</li> <li>10. Cerrar bolsa con plomo forjado.</li> <li>11. Contar número de bolsas procesadas.</li> <li>12. Realizar papelería.</li> <li>13. Llevar bolsas al almacén.</li> <li>14. Almacenar en jaulas.</li> </ol>	○	➡	◡	□	▽	<p>Cerca de máquina contadora.</p> <p>En máquina contadora.</p> <p>Dentro de la boca de la máquina.</p> <p>Las monedas contadas caen dentro de bolsa.</p> <p>En pantalla.</p> <p>Termina operación de recuento de Morralla.</p>
RESUMEN	○	➡	◡	□	▽	OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	9	2	0	1	2	

La segunda actividad es el empaquetado de moralla cuya finalidad es envolver en papel las monedas por denominación y en cantidades previamente determinadas. La línea de producción cuenta con cinco operarios para realizar las actividades de la misma, los cuales son: un encargado de máquina, un alimentador, dos acomodadores, y un pegador.

El alimentador se encarga de vaciar la moralla de la misma denominación a las máquinas empaquetadoras de la línea de producción, las cuales automáticamente cuentan y realizan paquetes con una cantidad determinada de monedas. El supervisor de máquina se encarga de verificar el correcto funcionamiento de las máquinas empaquetadoras.

Una vez procesados los paquetes se expulsan a una banda transportadora, la cual los lleva a la mesa de trabajo donde los acomodadores toman los paquetes para colocarlos dentro de una caja de cartón. El pegador toma la caja para sellarla con una cinta adhesiva y apilarla en una tarima.

La producción realizada en esta área es transportada a las jaulas donde se almacena.

Para continuar con el análisis del área se realizó el siguiente diagrama de proceso, con la finalidad de apreciar mejor las operaciones y aplicando la técnica del interrogatorio simplificar el trabajo.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : MARRALLA AREA : PROCESO ACTIVIDAD : EMPAQUETADO DE MARRALLA	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE:	HOJA : 1/1				
DESCRIPCION	○	➡	◻	□	▽	OBSERVACIONES
1. Los valores permanecen en almacén. 2. Llevar marralla al área de proceso. 3. Abrir bolsa. 4. Alimentar máquina con marralla. 5. Contar y empaquetar marralla. 6. Colocar paquetas en caja de cartón. 7. Sellar caja con cinta adhesiva. 8. Apilar caja en tarima. 9. Poner sello de denominación. 10. Llevar tarima a la bodega (junta). 11. Almacenar.						Bolsas a granel.  Máquina empaquetadora Hasta llenar caja.  Por cada caso.  Se realiza hasta que se acumule el lote.  Termina operación de empaquetado de marralla
RESUMEN	○	➡	◻	□	▽	OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	7	2	0	0	2	

Esta sección no tiene grandes deficiencias, ya que la secuencia de operación es lógica y continua. Pero presenta un problema que afecta directamente a la producción, esto se refiere a que las máquinas empaquetadoras se descomponen continuamente, por lo que repercute en el rendimiento de la producción, ya que existe una frecuente interrupción del proceso a causa del mal estado en que se encuentran las máquinas empaquetadoras, por lo que se propone elaborar un programa de mantenimiento preventivo, o comprar otras máquinas con una tecnología más avanzada y por lo tanto mayor rapidez de procesamiento. Para que estas máquinas funcionen adecuadamente deben de adaptarse a las condiciones de trabajo de nuestro país, pues en el país de origen de dichas máquinas, las monedas (que es la materia prima con la que trabajan) son lavadas antes de ser procesadas, lo que no sucede en nuestro país, ya que no reciben ninguna limpieza previa, además de encontrarse en mal estado. Lo que contribuye al deterioro del equipo utilizado en este departamento.

Para la supervisión de la línea está asignado un maquinista que debe estar al pendiente del correcto funcionamiento de las máquinas, pero por fallas ajenas a él o por distracciones nunca funcionan las seis máquinas que conforman la línea de producción.

Según el análisis realizado en empaquetado se detectó que existe cierta dificultad por parte de los acomodadores al realizar su tarea, por tal motivo se necesitó el apoyo de un gráfico que registrara la sucesión de hechos de las manos y su relación entre sí en forma detallada. Con lo cual se procedió a realizar el siguiente diagrama bimanual:

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA					DESCRIPCION MANO DERECHA				
○	➔	◻	▽	○	➔	◻	▽		
3) Alcanzar caja de cartón. 4) Desdoblar caja. 5) Soltar caja. 6) Alcanzar paquetes de monedas. 7) Sujetar paquetes (dos en esta mano) 8) Mover hacia caja de cartón e inspeccionar. 9) Colocar paquetes en caja. Repetir pasos del 6 al 9 hasta llenado de caja 10) Cerrar caja. 11) Pasar caja a siguiente operador. 12) Soltar caja.					1) Alcanzar caja. 2) Sujetar caja. 3) Llevar caja a centro de mesa. 4) Desdoblar caja. 5) Soltar caja. 6) Alcanzar paquetes de monedas. 7) Sujetar paquetes (tres en esta mano) 8) Mover hacia caja de cartón e inspeccionar. 9) Colocar paquetes en caja. Repetir pasos del 6 al 9 hasta llenado de caja 10) Cerrar caja. 11) Pasar caja a siguiente operador. 12) Soltar caja.				

DEPARTAMENTO : MORRALLA.

AREA : PROCESO

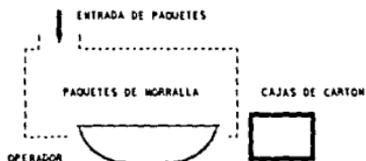
OPERACION : COLOCAR PAQUETES DE MORRALLA EN CAJA DE CARTON

FECHA : ENERO, 1991 HOJA : 1/2

METODO: ACTUAL

RESPONSABLE :

DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO



## DIAGRAMA BIMANUAL

DEPARTAMENTO : MARRALLA AREA : PROCESO OPERACION : COLOCAR PAQUETES DE MARRALLA EN CAJA DE CARTON					FECHA : ENERO, 1991 NOJA : 2/2 METODO : ACTUAL RESPONSABLE :				
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
Termina operacion de colocar paquetes de marralla en caja de carton.									Termina operacion de colocar paquetes de marralla en caja de carton.  Ver resumen de colocar paquetes de marralla en caja de carton al final de esta hoja.
RESUMEN MANO IZQUIERDA	○	➔	◩	▽	○	➔	◩	▽	RESUMEN MANO DERECHA
TOTAL DE ACTIVIDADES	7	4	0	0	8	5	0	0	TOTAL DE ACTIVIDADES
OBSERVACIONES	1			INSPECCIONES				1	OBSERVACIONES

En esta operación se pudo observar que al empleado le cuesta cierto trabajo tomar los paquetes de morralla y colocarlos dentro de la caja de cartón, ya que al tomarlos debe verificar si los cilindros están llenos de monedas o les faltan. Por tal motivo se sugiere instalar una máquina, cuya función sea poner los cartuchos parados facilitando al empleado el tomar los paquetes y presionarlos contra la superficie en la que estén apoyados los cilindros para verificar que estén completos.

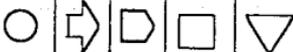
También se observó que la mesa no tiene una buena distribución, ya que uno de los empleados tiene que estirarse para poder tomar los paquetes de morralla. De lo anterior se propone colocar un canal-vía adicional a la salida de la banda transportadora para que lleve los paquetes hasta la mesa de trabajo.

De las propuestas anteriores es obvia la intención de que hay que integrar las dos sugerencias para que puedan funcionar en forma simultánea.

El proceso que se realiza después del empaquetado es el acomodo de la ruta, el cual se inicia cuando el departamento de planeación proporciona la relación de pedidos, con lo cual se procede a realizar el acomodo por ruta. Esta actividad consiste en sacar de la jaula los valores (bolsas y cajas), acomodarlos en tarimas según la relación de pedidos, y llevarlos al pasillo en donde permanecerán hasta que se entreguen los valores.

Al realizar la evaluación del acomodo de ruta se elaboró el siguiente diagrama de proceso:

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : MORRILLA AREA : ACOMODO ACTIVIDAD : ACOMODO DE RUTA.	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE:	HOJA : 1/1			
DESCRIPCION		OBSERVACIONES			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los valores permanecen apilados en tarimas dentro del almacén.</li> <li>2. Transportar tarimas vacías al área de acomodo.</li> <li>3. Acomodar tarimas vacías.</li> <li>4. Ir por valores al área de almacén.</li> <li>5. Traer valores en tarimas.</li> <li>6. Asignar ruta a cada tarima.</li> <li>7. Detener montacargas frente a cada tarima.</li> <li>8. Descargar número de cajas correspondientes a cada denominación y cada ruta.</li> <li>9. Contar número de cajas.</li> <li>10. Cotejar número de cajas contra el número indicado en la papelería.</li> <li>11. Pasar a la siguiente tarima.</li> <li>12. Llevar valores restantes al almacén.</li> <li>13. Descargar valores en almacén.</li> <li>14. Los valores permanecen almacenados en área de acomodo.</li> </ol>		<p>Con la ayuda de montacargas.</p> <p>Dejar papelería correspondiente.</p> <p>Repetir pasos del 7 al 11 hasta completar todas las rutas.</p>			
RESUMEN		OBSERVACIONES			
TOTAL DE ACTIVIDADES	6	5	0	1	2

El proceso actual podría mejorarse si se planeara adecuadamente la relación de pedidos y ordenes conforme a una ruta bien definida por medio de un sistema elaborado por computadora.

El acomodo de ruta consiste en transportar los valores desde el almacén, hasta las tarimas que se encuentran en el pasillo de la entrada, esto con ayuda de un montacargas, el cual se detiene en cada tarima para descargar los valores, la operación es realizada por dos operadores. Lo anterior se puede mejorar con una resbaladilla llamada canaleta.

La última actividad del departamento es la entrega de los valores a las camionetas blindadas, que los llevarán a sus diferentes destinos, ésta actividad recibe el nombre de salida de valores. Siendo ésta, una actividad similar a la de entrada de valores, pero en forma inversa. El chofer de la camioneta blindada toca en la ventanilla para recoger los valores que posteriormente entregará en los domicilios de los clientes. Los empleados del área de salida de valores preguntan por la ruta asignada a la unidad blindada, abren la ventanilla y verifican que la documentación se encuentre en orden, si se encuentra todo correctamente cierra la ventanilla. A continuación buscan las tarimas que corresponden a la ruta de transporte, las acercan a la ventanilla, y la abren para iniciar el despacho.

Los valores son entregadas uno por uno al personal de la unidad de transporte, el cual cuenta el número de bolsas y cajas que salen de las instalaciones, registrando en la papelería el monto total al final de la operación.

Enseguida se muestra el diagrama de proceso y el análisis del área:



El proceso es inverso al de entrada de valores, por lo cual las propuestas que se presentaron en esta última actividad son las mismas.

A continuación se muestra el diagrama de proceso propuesto:



Para realizar el estudio de métodos fue necesario permanecer un tiempo en el área como observadores de tal forma que se lograra identificar cada proceso, además de recabar información proporcionada por el personal del área.

Para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea según una norma de ejecución preestablecida fue necesario apoyarse en la técnica del estudio de tiempos, de la cual se obtuvo lo siguiente:

ANALISIS DE TIEMPOS DEL DEPARTAMENTO DE MORRALLA  
TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACION DE ENTRADA DE VALORES

La entrada de valores consiste en recibir los envases que contienen las monedas, para empaquetarlas, recontarlas o resguardarlas.

El área de entrada de valores, al igual que el área de salida de valores, presenta un problema especial, debido a que la relación para el tiempo estándar no se puede obtener por moneda, puesto que el tamaño de los envases que las contiene varía en cantidad, forma y peso. Debido a estas variaciones, se debe buscar la o las variables que mayor influencia presenten en el tiempo estándar. Una alternativa factible es encontrar una variable intermedia que pueda relacionar todos los tipos de envases. Puesto que para la entrada de valores, cada una de las muestras representa en sí una agrupación de datos, no se realiza la premuestra para determinar posteriormente el número de lecturas que debe contener la muestra, por otro lado, dado que al inicio del muestreo se desconocen las variables independientes, no se puede obtener la premuestra y analizarla.

Puesto que al principio del muestreo se desconocen las variables independientes que determinan el tiempo estándar, se registran todos los datos que se observan para la operación, haciéndose agrupaciones de datos según se realizaba la entrada de valores para una ruta. Los datos se dividen en columnas, la primera indica el número de muestra (Mues.), la segunda indica el número de cajas (Unid.) para la denominación que se muestra en la tercera columna (Denom.), la cuarta columna (Peso) representa el peso en kg de todas las cajas para esa denominación, la columna siguiente indica el tiempo en centésimas de minuto cronometrado para esa muestra, y finalmente la última columna (Observaciones) indica un resumen de las observaciones que se pueden realizar sobre la forma en la que efectuaron la entrada de valores las

personas encargadas de la actividad.

Para la entrada de valores, hay dos personas asignadas por ventanilla, sin embargo pocas veces los dos trabajadores realizan esta actividad en forma simultánea, generalmente sólo una persona realiza la labor, mientras que la otra ayuda intermitentemente, es por eso que en la columna de observaciones se encuentra la nota # TRAB , que representa la valoración de los trabajadores que realizaron la entrada de valores, con la finalidad de obtener un tiempo estándar por persona, es decir, con el factor # TRAB se obtiene un tiempo ajustado por trabajador. Este ajuste (# TRAB) incluye además los tiempos suplementarios, es decir, contiene tanto la valoración como los suplementos, puesto que al ser cada uno de ellos factores del tiempo cronometrado, se agruparon en un solo factor.

Los datos muestreados se encuentran a continuación.

MUES.	UNID.	DENOM.	PESO	T [CENT]	OBSERVACIONES
1	0	\$5,000	0		
	0	\$1,000	0		# TRAB = 1
	194	\$500	1001.816		
	0	\$100	0		Ritmo normal
	45	\$50	182.7		
	0	\$20	0		
			1184.516	1246	
2	0	\$5,000	0		
	0	\$1,000	0		# TRAB = 1.5
	52	\$500	268.528		
		\$100	0		Un trabajador y en ocasiones 2.
	90	\$50	365.4		
		\$20	0		
			633.928	588	
3		\$5,000	0		
	600	\$1,000	4596		# TRAB = 2
	83	\$500	428.612		
		\$100	0		Dos trabajadores a ritmo óptimo.
		\$50	0		
	0	\$20	0		
			5024.612	1203	

MUES.	UNID.	DENOM.	PESO	T [CENT]	OBSERVACIONES
4		\$5,000	0		
	30	\$1,000	229.8		# TRAB = 1
	0	\$500	0		
	19	\$100	226.1		Una y dos personas,
	7	\$50	28.42		sumamente distraidas.
		\$20	0		
			484.32	440	
5		\$5,000	0		
	1020	\$1,000	7813.2		# TRAB = 1.5
	24	\$500	123.936		
	300	\$100	3570		Una y dos personas,
		\$50	0		algo distraidas.
		\$20	0		
			11507.136	5490	
6		\$5,000	0		
	24	\$1,000	183.84		# TRAB = 1.25
		\$500	0		
	20	\$100	238		Dos personas,
	16	\$50	64.96		distraidas
		\$20	0		
			486.8	535	
7		\$5,000	0		
	42	\$1,000	321.72		# TRAB = 1.25
	105	\$500	542.22		
	150	\$100	1785		Dos personas,
		\$50	0		distraidas.
		\$20	0		
			2648.94	2365	
8		\$5,000	0		
	34	\$1,000	260.44		# TRAB = 0.9
		\$500	0		
	20	\$100	238		Una persona.
	8	\$50	32.48		
		\$20	0		
			530.92	1170	
9		\$5,000	0		
		\$1,000	0		# TRAB = 2
		\$500	0		
	100	\$100	1190		Dos trabajadores,
	1296	\$50	5261.76		normales.
	250	\$20	1502.5		
			7954.26	2990	

MUES.	UNID.	DENOM.	PESO	T [CENT]	OBSERVACIONES
10		\$5,000	0		
	16	\$1,000	122.56		# TRAB = 2
		\$500	0		
	10	\$100	119		Dos trabajadores,
	7	\$50	28.42		normales.
		\$20	0		
			269.98	135	
11		\$5,000	0		
	18	\$1,000	137.88		# TRAB = 1.25
		\$500	0		
	10	\$100	119		Dos personas
		\$50	0		muy distraidas.
		\$20	0		
			256.88	370	
12		\$5,000	0		
	12	\$1,000	91.92		# TRAB = 1.25
		\$500	0		
	10	\$100	119		Dos personas
	4	\$50	16.24		muy distraidas.
		\$20	0		
			227.16	145	
13		\$5,000	0		
		\$1,000	0		# TRAB = 1.25
		\$500	0		
	9	\$100	107.1		Dos personas,
		\$50	0		actividad relajada.
		\$20	0		
			107.1	180	
14		\$5,000	0		
	6	\$1,000	45.96		# TRAB = 1.25
		\$500	0		
		\$100	0		Dos personas
	8	\$50	32.48		distraidas.
		\$20	0		
			78.44	250	
15		\$5,000	0		
	18	\$1,000	137.88		# TRAB = 1.25
		\$500	0		
	10	\$100	119		Dos personas,
	8	\$50	32.48		actividad relajada
		\$20	0		
			289.36	240	

MUES.	UNID.	DENOM.	PESO	T [CENT]	OBSERVACIONES
16		\$5,000	0		
	22	\$1,000	168.52		# TRAB = 1.25
		\$500	0		
	10	\$100	119		Dos personas,
	4	\$50	16.24		actividad relajada.
		\$20	0		
			303.76	450	
17		\$5,000	0		
	44	\$1,000	337.04		# TRAB = 1.25
		\$500	0		
	9	\$100	107.1		Dos personas,
	10	\$50	40.6		actividad relajada.
		\$20	0		
			484.74	290	
18		\$5,000	0		
		\$1,000	0		# TRAB = 1.25
	500	\$500	2582		
		\$100	0		Dos personas,
		\$50	0		actividad relajada.
		\$20	0		
			2582	2734	
19		\$5,000	0		
		\$1,000	0		# TRAB = 0.5
	12	\$500	61.968		
	21	\$100	249.9		Una persona,
	1	\$50	4.06		actividad lenta.
		\$20	0		
			315.928	1000	
20	12	\$5,000	63.624		
		\$1,000	0		# TRAB = 1
		\$500	0		
	95	\$100	1130.5		Una persona,
	1	\$50	4.06		operación estándar.
		\$20	0		
			1198.184	1355	

El peso de las cajas fue obtenido mediante la siguiente tabla:

MONEDA	PESO POR CAJA (Kg)	CONTENIDO EN PESOS	CONTENIDO EN MONEDAS
\$5,000	5.302	\$1,500,000	300
\$1,000	7.66	\$500,000	500
\$500	5.164	\$200,000	400
\$100	11.9	\$100,000	1000
\$50	4.06	\$25,000	500
\$20	6.01	\$20,000	1000

Las variables que intervienen en el tiempo estándar son el número de cajas y bolsas de cada una de las denominaciones, por lo que el modelo se complica demasiado si se analiza para todas las variables, debido a esto, con objeto de facilitar la obtención y utilización de una expresión matemática que represente el tiempo estándar, debe obtenerse una variable intermedia que relacione las cantidades anteriores. La variable buscada puede ser el peso, y de esta manera, obtener una relación de peso-tiempo, es decir, dada una cantidad de envases se procede a obtener el peso de dichos envases y posteriormente con el peso se encuentra el tiempo necesario para recibir esa o esas remesas.

Para analizar la relación entre el peso y el tiempo se hace el siguiente resumen de los datos, en el que se incluyen dos columnas nuevas: peso/tiempo, que es el cociente del peso entre el tiempo cronometrado; y Tiempo Ajuste Por Trabajador, que representa el tiempo ajustado según la columna de # TRAB , de la primera tabla.

MUESTRA	PESO	TIEMPO [cent]	TIEMPO AJUSTE	
			PESO/TIEMPO	POR TRABAJADOR [cent]
1	1184.516	1246	0.9506548957	1246
2	633.928	588	1.0781088435	882
3	5024.612	1203	4.1767348296	2406
4	484.32	440	1.1007272727	440
5	11507.136	5490	2.0960174863	8235
6	486.8	535	0.9099065421	668.75
7	2648.94	2365	1.1200591966	2956.25
8	530.92	1170	0.4537777778	1053
9	7954.26	2990	2.6602876254	5980
10	269.98	135	1.9998518519	270
11	256.88	370	0.6942702703	462.5
12	227.16	145	1.5666206897	181.25
13	107.1	180	0.595	225
14	78.44	250	0.31376	312.5
15	289.36	240	1.2056666667	300
16	303.76	450	0.6750222222	562.5
17	484.74	290	1.6715172414	362.5
18	2582	2734	0.944403804	3417.5
19	315.928	1000	0.315928	500
20	1198.184	1355	0.8842686347	1355

Se observa que si existe una relación, la cual se incrementa si se relaciona con el tiempo ajustado, por trabajador.

Con los datos de peso y tiempo ajustado por trabajador se tiene la siguiente regresión lineal:

Ajuste lineal para entrada de valores

$$b = 334.16309176$$

$$a = 0.6872627883$$

$$r = 0.9713095036$$

El coeficiente de correlación ( $r$ ), al ser prácticamente 1, indica que el modelo se aproxima bastante a una línea recta.

Puesto que los datos incluyen la valoración y los suplementos, la expresión matemática que representa el tiempo estándar para la operación de entrada de valores es:

$$T = a P + b$$

$$T = 0.6872 P + 334$$

Donde :

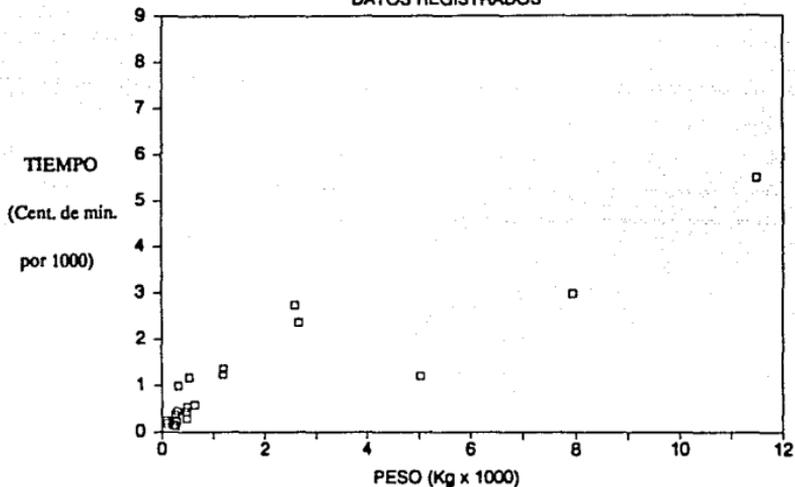
T es el tiempo en realizar el despacho de la remesa, T en centésimas de minuto.

P es el peso en kg de la remesa.

En las siguientes hojas se muestran las gráficas de los puntos obtenidos y la recta de ajuste, en ésta última, puede observarse la gran aproximación entre los puntos registrados y el ajuste lineal obtenido.

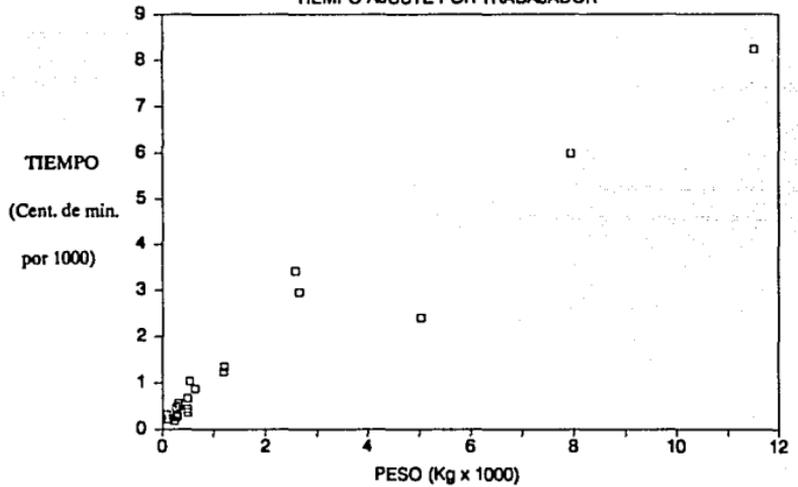
# MORRALLA ENTRADA DE VALORES

DATOS REGISTRADOS



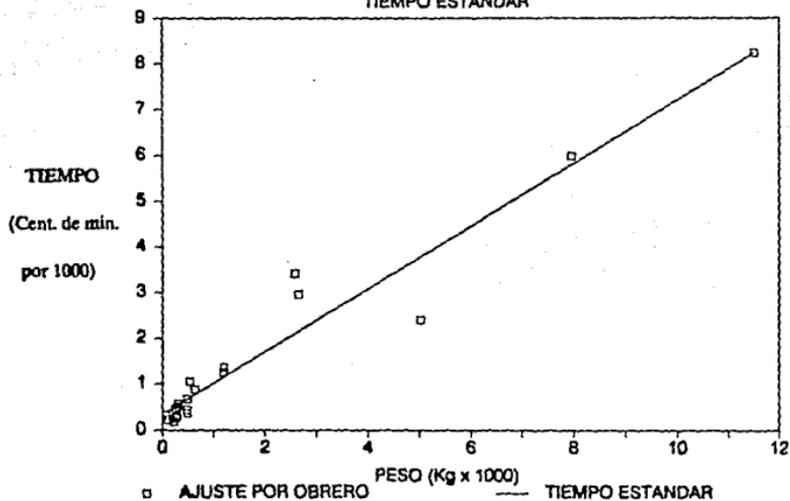
## MORRALLA ENTRADA DE VALORES

TIEMPO AJUSTE POR TRABAJADOR



# MORRALLA ENTRADA DE VALORES

TIEMPO ESTANDAR



TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACION DE SALIDA DE VALORES

La salida de valores es la operación contraria a la entrada de valores. El despacho consiste en entregar los envases a las unidades blindadas. Para realizar el estudio de tiempos de salida de valores, se utilizó la misma mecánica que para la entrada, empleando la misma variable intermedia (Peso en kg).

Los datos tipo de las muestras fueron los siguientes:

MUES.	UNID.	DENOM.	PESO	T [CENT]	OBSERVACIONES
1	0	\$5,000	0		
	21	\$1,000	160.86		# TRAB = 1.25
	54	\$500	278.856		
	55	\$100	654.5		Uno y dos trabajadores
	60	\$50	243.6		a ritmo descansado.
	0	\$20	0		
			1337.816	1350	
2	5	\$5,000	26.51		
	39	\$1,000	298.74		# TRAB = 1
	53	\$500	273.692		
		\$100	0		Un trabajador, a
		\$50	0		ritmo tipo.
		\$20	0		
			598.942	590	
3		\$5,000	0		
	7	\$1,000	53.62		# TRAB = 0.75
	7	\$500	36.148		
		\$100	0		Un trabajador, lento.
		\$50	0		Demora por cajas
	20	\$20	120.2		rotas.
			209.968	1000	
4		\$5,000	0		
	70	\$1,000	536.2		# TRAB = 1.25
	170	\$500	877.88		
	180	\$100	2142		Dos trabajadores
		\$50	0		ritmo lento.
		\$20	0		
			3556.08	3120	

MUES.	UNID.	DENOM.	PESO	T [CENT]	OBSERVACIONES
5		\$5,000		0	
		\$1,000		0	# TRAB = 1.5
		\$500		0	
	152	\$100	1808.8		Dos trabajadores.
		\$50	0		
		\$20		0	
			1808.8	1660	
6		\$5,000		0	
		\$1,000		0	# TRAB = 1
		\$500		0	
	21	\$100	249.9		Un trabajador.
		\$50	0		
		\$20		0	
			249.9	341	
7	39	\$5,000	206.778		
	13	\$1,000	99.58		# TRAB = 1.5
	60	\$500	309.84		
	143	\$100	1701.7		Dos trabajadores.
	90	\$50	365.4		
		\$20	0		
			2683.298	2050	
8		\$5,000		0	
	179	\$1,000	1371.14		# TRAB = 1.5
	100	\$500	516.4		
	244	\$100	2903.6		Dos trabajadores.
	378	\$50	1534.68		
		\$20	60.1		
			6385.92	5900	
9		\$5,000		0	
		\$1,000		0	# TRAB = 1.25
		\$500		0	
		\$100		0	Uno y dos trabajadores
		\$50		0	alternadamente.
110	\$20	661.1			
			661.1	457	
10		\$5,000		0	
	209	\$1,000	1600.94		# TRAB = 1.25
		\$500		0	
		\$100		0	Una persona, muy
		\$50		0	rápida, demora por
		\$20		0	caja rota.
			1600.94	713	

MUES.	UNID.	DENOM.	PESO	T [CENT]	OBSERVACIONES
11		\$5,000	0		
		\$1,000	0		# TRAB = 1
		\$500	0		
		\$100	0		Una persona.
992		\$50	4027.52		
		\$20	0		
			4027.52	3552	
12		\$5,000	0		
		\$1,000	0		# TRAB = 1.75
		\$500	0		
246		\$100	2927.4		Dos personas.
552		\$50	2241.12		Remesa con bolsas exclusivamente.
		\$20	0		
			5168.52	2230	
13		\$5,000	0		
		\$1,000	0		# TRAB = 1.25
		\$500	0		
188		\$100	2237.2		Uno y dos trabajadores a ritmo descansado.
		\$50	0		
		\$20	0		
			2237.2	857	
14		\$5,000	0		
64		\$1,000	490.24		# TRAB = 1.1
4		\$500	20.656		
115		\$100	1368.5		Dos trabajadores.
36		\$50	146.16		Uno prácticamente solo observando.
7.5		\$20	45.075		
			2070.631	5070	
15		\$5,000	0		
26		\$1,000	199.16		# TRAB = 1.1
		\$500	0		
138		\$100	1642.2		Idem anterior.
		\$50	0		
8		\$20	48.08		
			1889.44	2415	
16		\$5,000	0		
		\$1,000	0		# TRAB = 1
		\$500	0		
104		\$100	1237.6		Un trabajador, ritmo óptimo, demora por caja rota.
		\$50	0		
		\$20	0		
			1237.6	1367	

MUES. UNID.	DENOM.	PESO	T [CENT]	OBSERVACIONES
17	\$5,000	0		
	\$1,000	0		# TRAB = 1
	\$500	0		
	253 \$100	3010.7		Un trabajador, ritmo normal, demora por papelería.
	\$50	0		
	\$20	0		
		3010.7	3442	
18	\$5,000	0		
	\$1,000	0		# TRAB = 2
	\$500	0		
	567 \$100	6747.3		Dos trabajadores, buena coordinación, demora por papelería.
	\$50	0		
	\$20	0	3392	
		6747.3	3392	
19	\$5,000	0		
	\$1,000	0		# TRAB = 2
	\$500	0		
	839 \$100	9984.1		Dos trabajadores coordinados.
	\$50	0		
	\$20	0		
		9984.1	3644	
20	\$5,000	0		
	97 \$1,000	743.02		# TRAB = 1
	\$500	490.58		
	\$100	0		Un trabajador.
	108 \$50	438.48		
	\$20	0		
		1672.08	1190	

Dentro de las observaciones, la nota de # TRAB, indica el ajuste que se hace al tiempo cronometrado, para obtener el tiempo por persona y con los tiempos suplementarios incluidos.

El tiempo ajustado se muestra en la siguiente tabla:

MUESTRA	PESO	TIEMPO	PESO/TIEMPO	POR TRABAJADOR TIEMPO AJUSTE
1	1337.816	1350	0.9909748148	1687.5
2	598.942	590	1.0151559322	590
3	209.968	1000	0.209968	750
4	3556.08	3120	1.1397692308	3900
5	1808.8	1660	1.0896385542	2490
6	249.9	341	0.7328445748	341
7	2683.298	2050	1.3089258537	3075

MUESTRA	PESO	TIEMPO	PESO/TIEMPO	POR TRABAJADOR TIEMPO AJUSTE
8	6385.92	5900	1.082359322	8850
9	661.1	457	1.4466083151	571.25
10	1600.94	713	2.2453576438	891.25
11	4027.52	3552	1.1338738739	3552
12	5168.52	2230	2.3177219731	3902.5
13	2237.2	857	2.6105017503	1071.25
14	2070.631	5070	0.4084084813	5577
15	1889.44	2415	0.7823768116	2656.5
16	1237.6	1367	0.9053401609	1367
17	3010.7	3442	0.8746949448	3442
18	6747.3	3392	1.9891804245	6784
19	9984.1	3644	2.7398737651	7288
20	1672.08	1190	1.4051092437	1190

Con los datos obtenidos el ajuste a una recta es el siguiente:

Ajuste lineal para salida de valores

$$b = 565.52989105$$

$$a = 0.8517234709$$

$$r = 0.87$$

Con lo que el modelo matemático que representa el tiempo estándar para la operación de salida de valores queda:

$$T = 0.8517 P + 565.52$$

Donde:

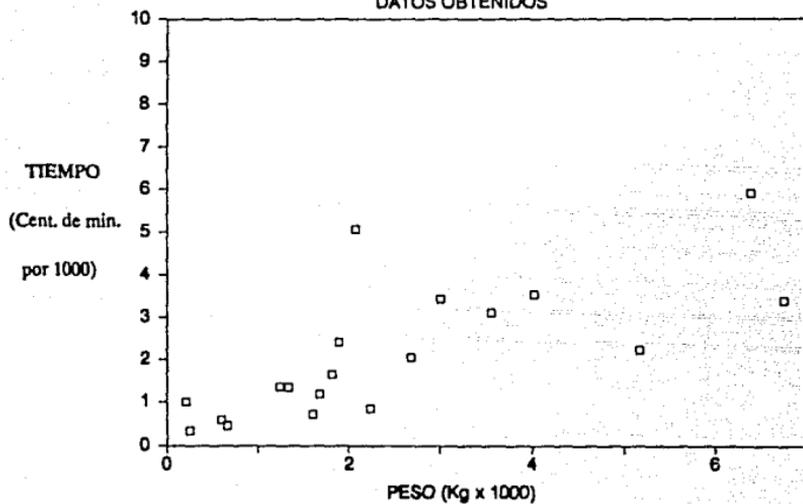
T es el tiempo estándar en centésimas de minuto.

P es el peso de los envases en kg .

En las siguientes hojas se muestran las gráficas de los puntos obtenidos en esta operación, así como la gráfica de los puntos junto con la recta de ajuste que representa el tiempo estándar.

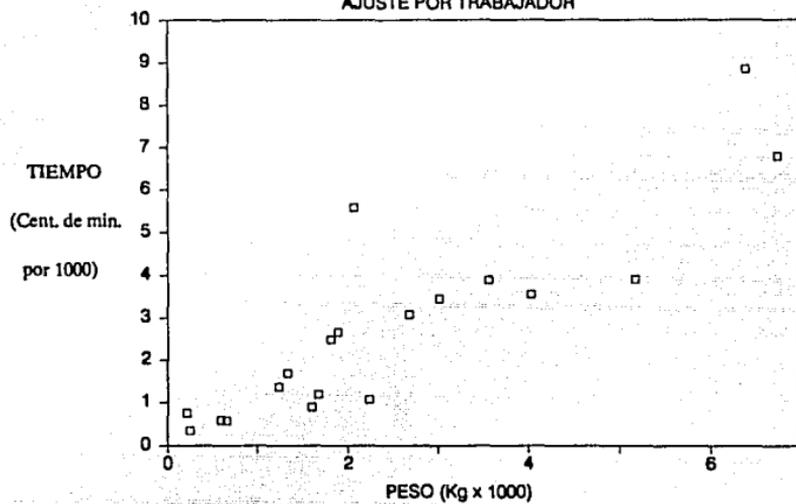
## MORRALLA SALIDA DE VALORES

DATOS OBTENIDOS



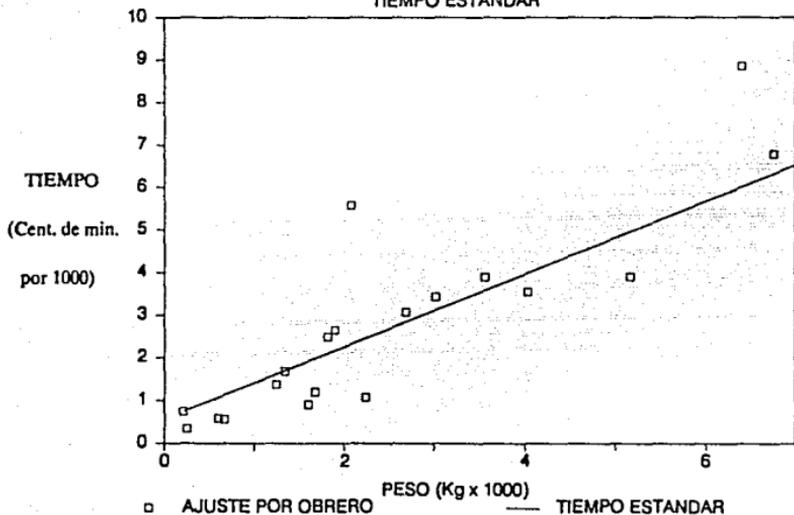
## MORRALLA SALIDA DE VALORES

AJUSTE POR TRABAJADOR



# MORRALLA SALIDA DE VALORES

TIEMPO ESTANDAR



TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACION DE RECUENTO

El recuento consiste en verificar los montos de cada una de las bolsas de los diversos clientes.

A continuación se muestran los datos obtenidos en la toma de tiempos en el área de recuento.

MONEDAS	DENOMINACION	TIEMPO	COMENTARIOS	MONEDAS/TIEMPO [CENTESIMAS]
2000	50	500	1	4
1000	500	235	1	4.255319
2500	20	315	1	7.936507
1000	5000	195	1	5.128205
1700	10	140	1	12.14285
623	50	745	5	0.836241
1000	1000	300	1	3.333333
1000	1000	330	1	3.030303
1000	5000	160	1	6.25
1000	500	225	1	4.444444
2500	20	232	1	10.77586
1000	100	315	1	3.174603
1000	100	300	1	3.333333
1000	500	380	1	2.631578
1000	500	975	3	1.025641
574	1000	910	3	0.630769
322	500	40	1	8.05
219	100	135	1	1.622222
1000	500	173	2	5.780346
1000	500	172	2	5.813953
1000	500	149	2	6.711409
1000	500	147	2	6.802721
1000	500	150	2	6.666666
1000	500	142	2	7.042253
1000	500	148	2	6.756756
1000	500	146	2	6.849315
1000	500	179	2	5.586592
1000	500	173	2	5.780346
1000	500	210	1	4.761904
1000	500	204	1	4.901960
1000	500	191	1	5.235602
1000	1000	241	1	4.149377
1000	1000	229	1	4.366812
1000	1000	309	1	3.236245
1000	1000	286	1	3.496503

MONEDAS	DENOMINACION	TIEMPO [CENTESIMAS]	COMENTARIOS	MONEDAS/TIEMPO
1000	1000	268	1	3.731343
2500	20	257	1	9.727626
2500	20	281	1	8.896797
1000	1000	341	1	2.932551
1000	1000	296	1	3.378378
1000	500	242	1	4.132231
1000	1000	270	2	3.703703
1000	1000	223	2	4.484304
1000	1000	237	2	4.219409
1000	1000	221	2	4.524886
1000	1000	243	2	4.115226
1000	500	199	2	5.025125
1000	500	176	2	5.681818
1000	500	174	2	5.747126
1000	500	184	2	5.434782
1000	500	216	2	4.629629
1000	500	283	2	3.533568
1000	500	219	2	4.566210
1000	100	528	3	1.893939
1000	100	191	2	5.235602
1000	1000	212	2	4.716981
1000	1000	338	2	2.958579
1000	500	170	2	5.882352
1000	500	215	1	4.651162
1000	500	189	2	5.291005
1000	500	221	1	4.524886
1000	100	235	2	4.255319
1000	100	242	2	4.132231
1000	5000	315	3	3.174603
1000	100	120	1	8.333333
1000	100	120	1	8.333333
1000	100	107	1	9.345794
292	100	133	1	2.195488
2500	10	460	4	5.434782
2500	10	350	1	7.142857
1000	1000	220	1	4.545454
1000	500	210	1	4.761904
1000	500	350	1	2.857142
1000	500	160	1	6.25
1000	500	150	1	6.666666
130	500	35	1	3.714285
1000	1000	348	4	2.873563
1000	100	270	4	3.703703
341	500	341	4	1

Como se encuentran demasiados datos disparados, se deben de omitir del estudio, ya que son elementos extraños no dignos de

considerarse, tomando como criterio para su eliminación aquellos que por su relación monedas/tiempo se encuentran muy alejados del resto, y en especial utilizando la columna de comentarios, que se encuentra agrupada de la siguiente manera:

Comentarios :

- 1.- Realiza operaciones simultáneas de papelería
- 2.- Sin papelería
- 3.- Recuenta varias veces las monedas.
- 4.- Separa monedas revueltas de otras denominaciones
- 5.- Problemas con la máquina.

Obteniendose la siguiente tabla de datos seleccionados.

MONEDAS	DENOMINACION	TIEMPO (CENTESIMAS)	MONEDAS/TIEMPO
130	500	35	3.714285
292	100	133	2.195488
322	500	40	8.05
1000	100	191	5.235602
1000	100	242	4.132231
1000	100	315	3.174603
1000	100	235	4.255319
1000	100	270	3.703703
1000	100	300	3.333333
1000	500	146	6.849315
1000	500	350	2.857142
1000	500	380	2.631578
1000	500	160	6.25
1000	500	173	5.780346
1000	500	150	6.666666
1000	500	149	6.711409
1000	500	221	4.524886
1000	500	150	6.666666
1000	500	189	5.291005
1000	500	148	6.756756
1000	500	215	4.651162
1000	500	179	5.586592
1000	500	170	5.882352
1000	500	210	4.761904
1000	500	235	4.255319
1000	500	191	5.235602
1000	500	242	4.132231
1000	500	225	4.444444
1000	500	219	4.566210
1000	500	147	6.802721

MONEDAS	DENOMINACION	TIEMPO [CENTESIMAS]	MONEDAS/TIEMPO
1000	500	283	3.533568
1000	500	176	5.681818
1000	500	216	4.629629
1000	500	204	4.901960
1000	500	184	5.434782
1000	500	172	5.813953
1000	500	174	5.747126
1000	500	173	5.780346
1000	500	142	7.042253
1000	500	210	4.761904
1000	500	199	5.025125
1000	1000	296	3.378378
1000	1000	300	3.333333
1000	1000	220	4.545454
1000	1000	330	3.030303
1000	1000	237	4.219409
1000	1000	268	3.731343
1000	1000	270	3.703703
1000	1000	286	3.496503
1000	1000	212	4.716981
1000	1000	309	3.236245
1000	1000	341	2.932551
1000	1000	243	4.115226
1000	1000	223	4.484304
1000	1000	229	4.366812
1000	1000	338	2.958579
1000	1000	348	2.873563
1000	1000	221	4.524886
1000	1000	241	4.149377
1000	5000	315	3.174603
1000	5000	160	6.25
1000	5000	195	5.128205
2000	50	500	4
2500	10	350	7.142857
2500	10	460	5.434782
2500	20	315	7.936507

El ajuste a una recta por mínimos cuadrados para la operación de recuento viene dado por:

$$b = 88.16130$$

$$m = 0.137648$$

$$r = 0.624078$$

Núm. de observaciones = 66

La expresión obtenida para el tiempo cronometrado es:

$$T.C = 0.1376 N + 88.1613$$

Donde T.C. es el tiempo cronometrado en centésimas de minuto y N el número de monedas procesadas.

Como puede verse, aún después de ajustar los datos se obtiene un coeficiente de correlación de 0.62, el cual no es muy confiable, se puede decir que la expresión matemática es aproximada en un 62%, por lo que se concluye que en esta operación es más complicado establecer un tiempo estándar, debido a lo siguiente:

Se manejan grandes clientes, que a su vez dan servicio a pequeños clientes, con lo que la papelería y el cuadro no se llevan a cabo con la misma frecuencia, y según el lote se omiten o no, por lo que este tiempo incrementa o disminuye notablemente los datos tomados en el estudio, además, como no se realizan las mismas operaciones en forma repetitiva, no se puede obtener un estándar. Esto puede atribuirse principalmente a la forma tan particular en la que se maneja esta operación, ya que no se cuenta con un proceso perfectamente determinado.

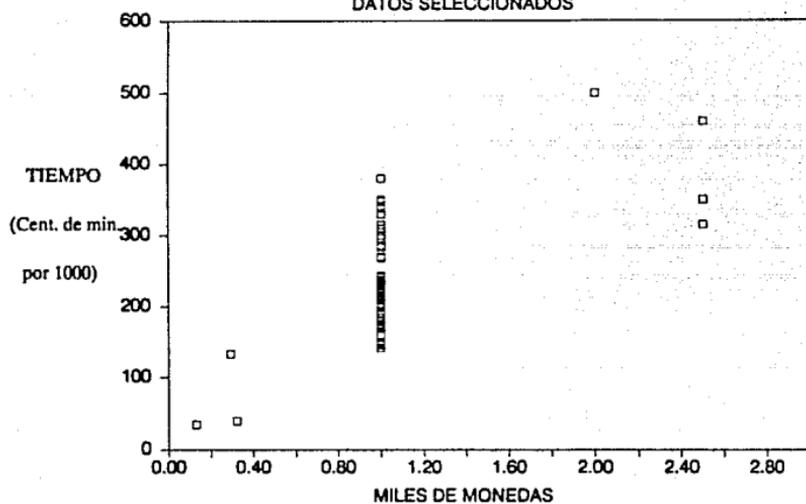
Es importante también tomar en cuenta que el machihembrado (sellar con plomo), y el transporte de envases se realiza en forma colectiva al terminar la operación.

Por último, para esta operación se interrelacionan hombre y máquina, siendo ambos parte importante en la actividad, y es claro que el tiempo estándar dependerá tanto de las habilidades del operador, como de la velocidad de la máquina para realizar el conteo de las monedas, y se observa que las máquinas poseen diversas velocidades, por lo que un tiempo estándar sería poco representativo, existiendo además pequeñas variaciones por el tamaño y la limpieza de las monedas.

En la siguiente hoja se muestra una gráfica con los datos seleccionados, apreciándose claramente una gran dispersión.

# RECuento

DATOS SELECCIONADOS



LINEA DE EMPAQUETADO

TIEMPO ESTANDAR PARA EL ALIMENTADOR

El alimentador es la persona que se encarga de mantener las máquinas de la línea de empaquetado con suficientes monedas para la producción de los cartuchos.

Para obtener el tiempo estándar del abastecedor, se tomaron varias muestras de datos de los tiempos en los que alimentaba a una máquina, los cuales se muestran a continuación.

Los tiempos están en 1/100 min (centésimas de minuto), X representa el promedio de la muestra y R representa el rango.

ALIMENTA  
MAQUINA

Muestra	1	2	3	4	5	6
	8	5	4	10	3	17
	12	5	6	5	15	8
	15	8	15	13	50	15
	20	13	10	10	11	53
	5	11	8	9	10	10
	3	5	10	6	10	25
	3	5	8	13	10	30
	13	5	6	12	35	35
	3	13	3	20	17	30
	3	13	5	25	18	20
	6	11	6	5	14	20
	5	7	30	80	52	15
	5	10	8	17	20	25
	8	12	8	20	10	35
	10	12	12	10	23	25
X =	7.933	9	9.266	17	19.86	24.2
R =	12	8	27	75	49	45

Muestras	7	8	9	10	11	12	13
	22	20	25	8	12	8	22
	17	20	15	10	11	8	8
	16	15	17	8	8	10	10
	10	18	10	10	6	15	30
	4	20	12	7	6	10	15
	4	20	10	6	8	10	8
	4	20	17	6	8	7	9
	3	25	13	8	8	20	8
	48	15	15	55	7	17	8
	10	25	13	30	13	13	10
	10	20	10	15	7	8	7
	20	20	10	15	30	10	25
	15	10	17	14	7	20	15
	25	20	15	6	75	7	7
	15	25	10	15	7	13	12
X =	14.86	19.53	13.933	14.2	14.2	11.73	12.93
R =	45	15	15	49	69	13	23

Muestras	14	15	16	17	18	19
	12	15	11	17	10	30
	18	15	10	40	20	17
	22	8	12	18	5	9
	22	20	10	10	15	12
	12	16	6	12	10	10
	14	10	5	15	10	10
	10	15	15	13	5	12
	20	15	20	18	13	9
	17	10	20	12	10	16
	50	30	85	15	11	9
	13	15	10	15	5	12
	17	18	10	8	10	12
	20	10	15	50	20	23
	10	15	11	13	10	22
	10	23	12	3	10	22
X =	17.8	15.66	16.8	17.26	10.93	15
R =	40	22	80	47	15	21

Para cada muestra de 15 datos se obtiene el promedio parcial ( $\bar{X}$ ) y el rango (R). Con estos datos se obtiene un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ), con el objeto de realizar un gráfico de control "tipo X", el cual se emplea para determinar la dispersión de los datos.

$$\bar{X} = 14.8491$$

$$\bar{R} = 35.2631$$

Con los datos de X se obtienen los siguientes límites de control.

El límite de control inferior se obtiene mediante la expresión:

$$LCI = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

Y el límite de control superior se obtiene:

$$LCS = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

Donde  $\bar{R}$  representa el promedio de los rangos para cada una de las muestras, y  $A_2$  es un factor que se obtiene de tablas para el número de elementos de la muestra, en este caso, para  $n=20$ ,  $A_2 = 0.223$ . Por lo que se tienen los siguientes límites de control.

Límite de control inferior      LCI= 6.98543

Límite de control superior      LCS= 22.7128

Los límites de control sirven para proporcionar unos valores máximos y mínimos dentro de los cuales se encuentran prácticamente todos los datos. Aproximadamente el 99.7% de los valores.

El alimentador realiza además otras funciones, como son quitar los plomos de las bolsas, recoger las bolsas después de

vaciar las monedas en las tolvas de la línea, y otras actividades esporádicas tales como colocar diurex a las bolsas, levantar monedas del piso, transportes de bolsas y rollos de papel etc.

Las actividades secundarias que realiza el alimentador con mayor frecuencia son recoger bolsas y quitar plomos, el resto de sus actividades se agruparon en un solo rubro denominado "otras actividades". Los datos registrados se muestran a continuación.

NUM. MUES.	RECOGE BOLSAS		QUITA PLOMOS		OTRAS ACTIVIDADES	
	Número de bolsas	Tiempo	Número de Bolsas	Tiempo	Número de Bolsas	Tiempo
1	40	160	77	70	40	40
2	6	25	35	25	116	175
3	8	30	85	51	175	210
4	7	31	10	10	194	175
5	13	55	77	85	46	37
6	8	33	38	35	18	15
7	12	53	50	55	166	100
8	16	65	50	45	80	40
9	16	70	45	50	100	90
10	13	60	35	50	55	55
11	15	68	21	30	56	45
12	11	42	42	30	70	70
13	24	91	100	60	231	185
14	8	35	168	135	30	30
15	41	125	262	315	80	105
16	11	45	178	125	46	60
17	7	30	111	89	121	73
18	9	40	16	20	168	135
19	2	12	23	30	128	90
20	18	85	103	145	82	107
21	17	77	33	40	138	83
22	4	18	100	120	138	97
23	4	20	41	54	78	86
24	6	30	16	25	68	82
25	43	170	40	32	65	85
26	2	10	133	120	89	98
27	44	185	59	65	83	92
28	5	25	61	80	72	87
29	5	25	37	45	69	97
30	3	15	14	20	50	35
31	12	60	63	115	543	435
32	4	20	45	50	130	130
33	3	15	28	20	25	30
34	11	45	156	125	45	50
35	10	45	63	70	92	120

NUM. MUES.	RECOGE BOLSAS		QUITA PLOMOS		OTRAS ACTIVIDADES	
	Número de bolsas	Tiempo	Número de Bolsas	Tiempo	Número de Bolsas	Tiempo
36	2	10	50	60	23	40
37	13	60	15	20	40	40
38	6	30	117	165	25	15
39	42	195	40	60	14	10
40	93	438	65	105	35	35
41	48	205	90	100	45	50
42	22	100	61	80	83	100
43	40	175	116	140	23	30
44	33	140	145	160	78	110
45	54	225	80	80	20	31
<b>SUMAS:</b>	<b>811</b>	<b>3493</b>	<b>3194</b>	<b>3406</b>	<b>4073</b>	<b>3905</b>

TIEMPOS PROMEDIO POR BOLSA:

Recoger bolsas	Quitar plomos	Otras actividades
4.30702	1.06637	0.95875

El abastecedor tiene bien mecanizadas sus actividades, por lo que se considera que los tiempos mostrados arriba tienen una valoración de uno, de esta manera, lo único que resta agregarles a los tiempos es un 15% debido a los suplementos.

Finalmente, para las operaciones que realiza el alimentador se tiene el siguiente tiempo estándar por bolsa:

Tiempo en alimentar un envase	17.0
Tiempo en recoger bolsa	4.9
Tiempo en quitar plomos	1.2
Otras actividades	1.1

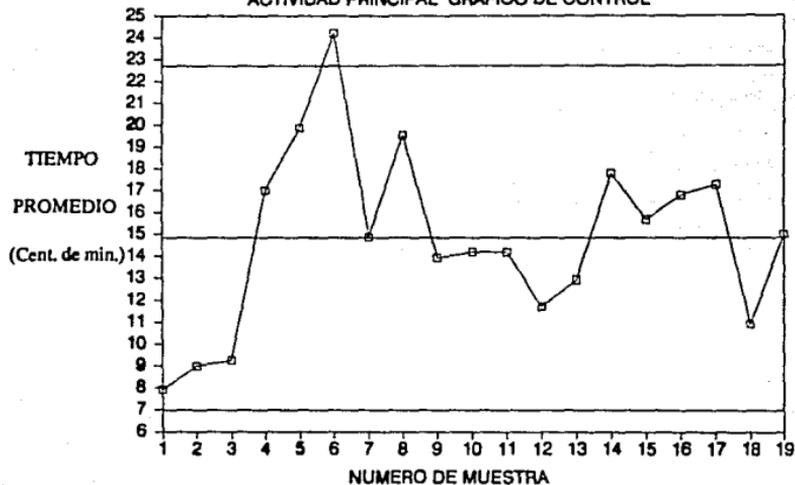
---

Tiempo Estándar en centésimas de minuto 24.2

El alimentador requiere de 24.2 centésimas de minuto para abastecer de una bolsa a la línea, realizando todas las operaciones necesarias para ello.

# MORRALLA ALIMENTADOR

## ACTIVIDAD PRINCIPAL GRAFICO DE CONTROL



## EMPAQUETADO

### TIEMPO ESTANDAR DE LA LINEA PARA PRODUCIR UN CARTUCHO

Para obtener la producción de cartuchos por línea, pueden observarse los cilindros o cartuchos que salen de la misma, obteniendo así el tiempo que se tarda la línea completa de seis máquinas en hacer un cartucho.

Los datos obtenidos para este muestreo se encuentran en la siguiente tabla:

Para Cartuchos con 20 monedas de \$100

CILINDROS	TIEMPO EN CENTESIMAS
101	87.5
100	80
100	90
100	88
90	70
100	85
100	116
100	123
100	70
100	92
100	68
100	70
100	68
100	86
100	72
100	68.5
100	73.5
100	83
100	180
100	77
100	64
100	84
100	85
100	60
100	62
100	70
Suma parcial	2591      2172.5

Tiempo por cartucho 0.8384 centésimas de minuto.

Para Cartuchos con 20 monedas de \$1000

CILINDROS	TIEMPO EN CENTESIMAS
100	89
100	81
100	78
100	77
100	98
100	92
100	90
100	77
Suma parcial 800	682
Tiempo por cartucho	0.8525 centésimas de minuto.

Puesto que no existe una diferencia considerable entre los distintos tipos de monedas, se obtiene un promedio total:

Suma Total 3391	2854.5
Tiempo por cartucho	0.8417 centésimas de minuto.

En promedio, en cada línea de 6 máquinas, se obtiene un cartucho de 20 monedas cada 0.8417 centésimas de minuto.

Con estos datos puede obtenerse el tiempo que tarda la línea en producir una caja de cualquier denominación.

#### TIEMPO POR CAJA

DENOMINACION	CARTUCHOS POR CAJA	MONEDAS POR CARTUCHO	TIEMPO POR CAJA	TIEMPO POR 100 CAJAS
\$5,000	15	20	12.626	1262.68
\$1,000	25	20	21.044	2104.46
\$500	20	20	16.835	1683.57
\$100	50	20	42.089	4208.93

Para comprobar los anteriores datos se hace el análisis con los tiempos de cada una de las máquinas. Obteniendo el tiempo de

máquina, y multiplicandolo por el número de máquinas que trabajen en la línea, siendo esta otra forma de encontrar el tiempo aproximado en el que la línea produce un cartucho. La siguiente tabla muestra el tiempo de producción por máquina.

Cartucho con 20 monedas de \$100

CILINDROS PRODUCIDOS	TIEMPO EN CENTESIMAS
28	100
30	100
28	100
31	100
29	100
30	100
30	100
27	100
30	100
17	57
15	50
30	100
14	60
17	100
30	100
11	40
31	100
30	100
29	100
28	100
25	100
24	100
26	100
26	100
30	100
24	100
21	100
24	100
30	100
26.88	100
28.4	100
25.5	100
27.6	100
30.3	100
29.9	100
30.12	100
25.9	100
29.58	100

CILINDROS PRODUCIDOS	TIEMPO EN CENTESIMAS
29.94	100
27.77	100
29.41	100
18.5	100
16.35	100
29.06	100
24.4	100
19.76	100
28.73	100

Cartucho con 20 monedas de \$1000

CILINDROS PRODUCIDOS	TIEMPO EN CENTESIMAS
26.7	100
27.1	100
29	100
27.6	100
25.1	100
22.42	100
22.93	100
29.1	100
29.41	100
27.62	100
Sumas totales	1490.08
	5507

Una máquina produce un cartucho en 3.695774 centésimas de minuto, entonces si hay 6 máquinas en cada línea, la producción de la línea es de 0.615962 centésimas de minuto por cartucho. Pero considerando que generalmente hay una o dos máquinas descompuestas en la línea, la producción por máquina debe de dividirse entre 5 o entre 4, para obtener la producción de la línea. De donde, la línea produce un cartucho cada 0.739154 centésimas de minuto, considerando 5 máquinas funcionando, si dos máquinas se encuentran descompuestas, entonces se produce un cartucho cada 0.923943 centésimas de minuto.

Estos últimos valores comprueban el tiempo de producción obtenido para la línea, puesto que el tiempo obtenido se encuentra dentro del intervalo encontrado para 5 y 4 máquinas funcionando.

TIEMPO ESTANDAR PARA LA OPERACION DE PEGADO

El pegador es la persona encargada de poner cinta adhesiva tipo diurex a las cajas que contienen los cilindros encartuchados.

A continuación se presentan los datos obtenidos para cada denominación, los tiempos en centésimas de minuto y los promedios de monedas y tiempo.

MONEDA \$100	TIEMPO	MONEDA \$1000	TIEMPO	MONEDA \$20	TIEMPO	MONEDA \$50	TIEMPO
10	387	25	605	34	942	25	370
10	323	20	480	16	350	35	341
10	320	20	332	25	595	35	375
8	254	20	478	25	678	25	364
10	424	20	550	25	705	25	380
10	350	25	601	25	620	25	355
10	329	20	365	25	615	25	382
10	367	20	480	25	602	25	375
10	389	8	188				
10	386	20	450				
13	365	20	398				
13	403	20	520				
13	481	20	513				
7	165	27	740				
13	484	20	501				
13	508						
13	498						
13	394						
13	419						
13	460						
13	479						
13	429						
11.27	391.5	20.33	480	25	638.3	27.5	367.7

Con lo que se obtiene el siguiente consolidado.

Tiempo por caja \$ 100	Tiempo por caja \$ 1000	Tiempo por caja \$ 20	Tiempo por caja \$ 50
34.73387 [Cent]	23.60983 [Cent]	25.535 [Cent]	13.37272 [Cent]

Puesto que el pegado es una actividad física que implica un agotamiento, es necesario aumentar un 15 % del tiempo obtenido, debido a los suplementos, por lo que el tiempo estándar para esta operación es:

Tiempo por caja \$ 100 40.0 [Cent]	Tiempo por caja \$ 1000 27.1 [Cent]	Tiempo por caja \$ 20 29.0 [Cent]	Tiempo por caja \$ 50 15.4 [Cent]
--	---	---	---

Los modelos matemáticos quedan de la siguiente manera:

Para cajas con monedas de \$ 100

$$T = 40 C$$

Para cajas con monedas de \$ 1000

$$T = 27.1 C$$

Para cajas con monedas de \$ 20

$$T = 29 C$$

Y para cajas con monedas de \$ 50

$$T = 15.4 C$$

Donde  $C$  representa el número de cajas y  $T$  el tiempo estándar para pegar dichas cajas en centésimas de minuto.

En primera instancia, puede pensarse que existe una relación lineal entre el tipo de monedas y el coeficiente de cada una de las ecuaciones, sin embargo, el número de cilindros que contienen las cajas de los diferentes tipos de monedas no es el mismo, por lo cual varía el tamaño de la caja y, no puede obtenerse una relación directa entre los coeficientes de las expresiones matemáticas que representan el tiempo estándar y el tipo de monedas.

TIEMPO ESTANDAR PARA LA OPERACION DE ACOMODADO

El acomodador es la persona encargada de guardar los cartuchos de monedas dentro de las cajas.

En la línea hay dos acomodadores, pero los datos mostrados son por persona. Los datos obtenidos y los promedios se muestran a continuación.

DENOMINACION \$100 TIEMPO	DENOMINACION \$50 TIEMPO	DENOMINACION \$1000 TIEMPO
68	68	85
67	34	40
66	33	32
56	28	43
50	26	33
68	36	48
65	40	30
67	31	37
68	34	31
62	28	67
64	35	47
60	39	35
58	41	29
51	27	31
66	31	37
65	28	38
58	36	29
75	28	30
70	39	31
56	32	48
71	26	41
74	32	31
62	30	34
57	22	38
42	29	32
48	29	36
46	35	42
47	37	30
46	23	28
44	29	37
46	30	37
47	25	30
43	28	31

DENOMINACION \$100 TIEMPO	DENOMINACION \$50 TIEMPO	DENOMINACION \$1000 TIEMPO
45	29	44
62	48	28
50	40	34
50	38	32
72	26	33
52	47	35
46	40	33
46		32
43	33.425	32
43		35
45		28
47		35
56.31111		38
		32
		31
		37
		35
		36.44

En promedio, un acomodador llena una caja de monedas de \$100 en 56.31 centésimas de minuto, una caja de monedas de \$50 en 33.42 cent. de min. y una caja de \$1000 en 36.44 cent. de min.

Puesto que el acomodado es una actividad en la cual existe un agotamiento físico, se agrega el 15% del tiempo por suplementos, de manera que las expresiones para el tiempo estándar quedan de la siguiente manera:

Para cajas con monedas de \$ 100

$$T = 64.7 C$$

Para cajas con monedas de \$ 50

$$T = 38.4 C$$

Y para cajas con monedas de \$ 1000

$$T = 42 C$$

Donde  $C$  representa el número de cajas a acomodar y  $T$  el tiempo estándar en centésimas de minuto.

### TIEMPO ESTANDAR PARA EL SUPERVISOR DE MAQUINA

El supervisor de máquina es la persona que se encarga de operar, controlar, poner en marcha y reparar las máquinas de la línea.

Para obtener el tiempo en el que el supervisor de máquina atiende máquinas, y el tiempo en el que realiza otras actividades, como son observar, armar cajas, limpiar y esperar, se obtiene de los datos registrados el porcentaje de tiempo que permanece inactivo, y el tiempo que dedica a la atención de las máquinas.

MAQ 1	MAQ 2	MAQ 3	MAQ 4	MAQ 5	MAQ 6	OBSERVA Y ESPERA
30	30	30	50	40	30	285
35	15	30	30	125	70	35
15	5	15	25	20	65	30
10	50	25	320	56	140	95
40	35	40	160	30	60	85
30	15	30	185	10	10	225
50	13	50	55	15	25	200
95	15	18	28	10	60	55
40	30	35	16	160	20	65
25	10	15	50	5	45	70
5	45	50	25	370	65	60
25	15	15	20	25	10	170
30	40	60	70	25	20	70
40	25	10	90	65	10	110
65	15	35	15	45	55	52
150	40	80	20	20	155	10
30	20	60	22	70	6	90
80	35	225	130	160	145	360
35	50	20	15	25	100	82
95	25	80	15	20	10	30
40	20	28	10	75	5	120
35	25	35	10	10	190	60
135	30	10	56	110	70	130
55	10	125	230	10	15	70
20	15	90	100	35	35	80
20	25	20	75	105	20	255
5	25	55	185	118	15	35
220	25	90	20	30	15	30
30	25	25	12	25	35	55
25	15	30	30	10	25	45
265	30	10	10	10	30	5

MAQ 1	MAQ 2	MAQ 3	MAQ 4	MAQ 5	MAQ 6	OBSERVA Y ESPERA
-------	-------	-------	-------	-------	-------	---------------------

50	20	20	25	10	10	90
10	15	20	75	37	10	35
10	90	65	35	30	15	5
15	45	15	25	55	10	45
80	35	10	20	90	70	70
95	70	5	10	25	40	175
28	15	57	25	45	110	50
30	50	15	15	80	30	25
30	115	10	20	10		55
30	30	10	110	10		15
40	70	10	5	35		35
25	25	45	50	5		60
15	10	30	70	20		30
80	30	45	15	150		105
100	10	40	10	20		20
25	78		45	45		115
35	15		15	30		140
10	5		20			70
20	20		25			20
45	20		35			70
95	60					40
50	130					25
10	25					50
30	10					210
100	15					110
32	40					100
120	55					90
40	20					60
23						20
30						20
23						50
30						19
15						40
30						10
30						55
25						15
40						10
						30
						30
						49
						85
						40
						155
						85
						40
						155

MAQ 1 MAQ 2 MAQ 3 MAQ 4 MAQ 5 MAQ 6 OBSERVA Y  
ESPERA

62

115

30

20

80

10

90

20

55

40

115

70

70

70

55

85

180

20

80

25

75

35

60

50

70

30

30

409

30

25

80

120

100

145

110

50

10

78

135

70

5

40

5

5

70

40

10

95

MAQ 1	MAQ 2	MAQ 3	MAQ 4	MAQ 5	MAQ 6	OBSERVA Y ESPERA
-------	-------	-------	-------	-------	-------	------------------

						47	
						100	
						20	
						20	
						40	
						30	
						15	
						280	
						60	
						240	
						15	
						50	
						43	
						20	
						90	
Sumas	3271	1896	1838	2729	2531	1851	10346
Promedios	48.103	32.135	39.956	53.509	52.729	47.461	73.37

En promedio el tiempo en el que un supervisor atiende su máquina es de 45.6492 centésimas de minuto, esto es, el tiempo en el que desatora monedas, cambia papel, etc.

De los datos tomados se obtiene el siguiente concentrado:

TIEMPO TOTAL	TIEMPO EN MAQUINAS	T EN ESPERA o EN ACTIVIDADES
24462	14116	10346

El tiempo que utiliza el maquinista en atender sus máquinas es el 57.7% y el tiempo que permanece realizando otras actividades es el 42.3%

## TIEMPO ESTANDAR PARA EL ARMADO DE CAJAS

Para obtener el tiempo en el que se arma una caja, se tiene la siguiente tabla, obtenida de maquinistas, que armaban cajas mientras sus máquinas encartuchaban.

CAJAS	TIEMPO CENTESIMAS
-------	----------------------

1	13
1	12
1	18
1	15
1	12
1	15
1	12
1	14
1	13
1	15
1	12
1	9
1	11
1	15
1	18
1	16
1	15
1	10
1	16
1	6
1	27
1	20
1	22
1	10
1	23
1	12
1	18
1	10
1	15
1	20
1	11
1	15
1	29
1	19

	CAJAS	TIEMPO CENTESIMAS
	1	21
	1	19
	1	16
	1	15
	1	10
	1	16
	1	14
	1	17
	1	20
	1	18
	1	20
	1	30
	1	25
Sumas	47	759

En promedio una caja es armada en 16.14893 centésimas de minuto.

Aumentando el 15% del tiempo, se tiene la siguiente expresión para el tiempo estándar:

$$T = 18.57 \text{ Ca}$$

Donde T representa el tiempo estándar en centésimas de minuto en el que se arman las cajas Ca.

Este análisis es considerando que el material ya se encuentra en posición.

Las operaciones de recuento de morralla y empaquetado requieren del trabajo simultáneo de un operador con varias máquinas o viceversa. Para realizar de una manera más eficiente el trabajo del hombre y la máquina, se utilizaron diagramas hombre-máquina, analizando así las estaciones de trabajo. El diagrama hombre-máquina "indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina".

Con la ayuda de este diagrama se logran analizar todas las actividades y de esta manera es posible utilizar mejor el tiempo de los operarios o de las máquinas, cuando se detecta tiempo improductivo. Para la elaboración de éste gráfico se utiliza "una hoja de papel alineado o cuadrículado donde se pueda trazar fácilmente la escala de tiempos".

"Al lado izquierdo de la hoja se indican las operaciones y tiempos correspondientes al operario, y a la derecha del tiempo de éste se muestran gráficamente el tiempo de trabajo y el tiempo muerto de la máquina o máquinas, según sea el caso. El tiempo de trabajo del obrero se representa con una recta vertical continua. La interrupción o discontinuidad de tal línea representa el tiempo muerto del operario. Del mismo modo una recta vertical continua bajo el nombre de cada máquina representa el tiempo de trabajo de máquina, y la interrupción de dichas líneas indica su tiempo muerto. El diagrama completo de hombre máquina muestra claramente las áreas en las que ocurre cierta cantidad de tiempos muertos de máquina y hombre".

Con ayuda de los datos obtenidos en el estudio de tiempos se obtuvo el siguiente diagrama hombre-máquina del abastecedor del área de empaquetado de morralla, y en él se pueden apreciar los tiempos muertos que existen en esta actividad.

### DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA

HOJA 1/2

PROCESO DIAGRAMADO: ABASTECIMIENTO

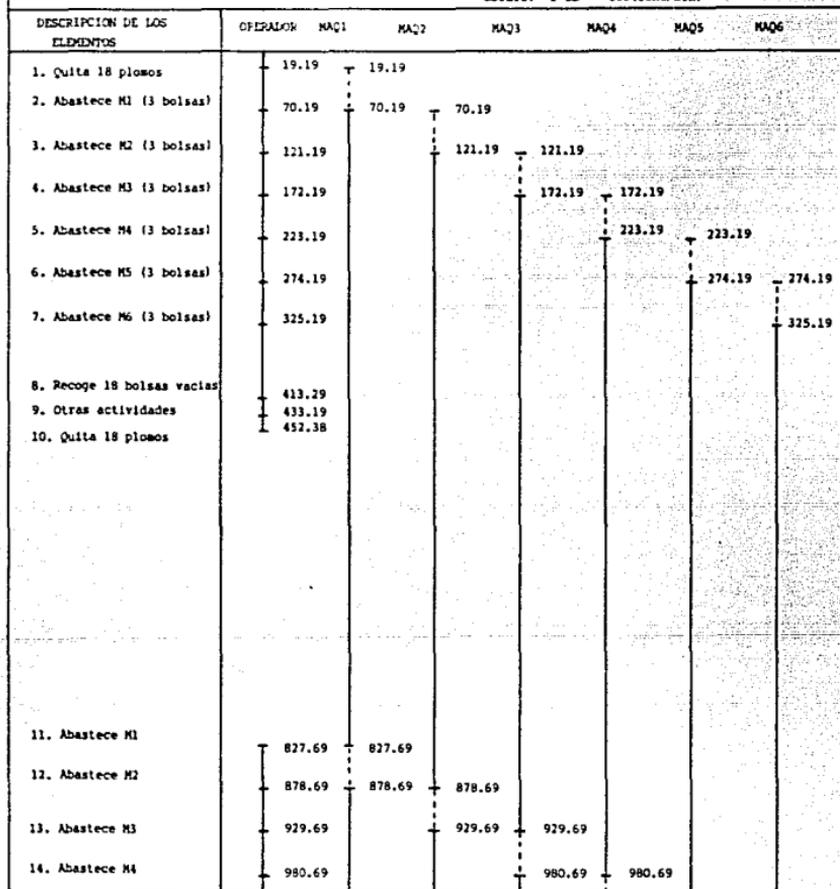
DIAGRAMA INICIA EN: QUITAR PLOMOS A ENVASE

DIAGRAMA TERMINA EN: ABASTECER LAS MAQUINAS EN SU SEGUIDA VEZ DE PROCESO

DIAGRAMADO POR:

FECHA:

Escala: 2 cm = 100(cent/min)



# DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA

HOJA 2/2

PROCESO DIAGRAMADO: ABASTECIMIENTO

continuación

DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	OPERADOR	MAQ1	MAQ2	MAQ3	MAQ4	MAQ5	MAQ6
15. Abastece M5		1031.69				1031.69	1031.69
16. Abastece M6		1082.69					1082.69
17. Abastece M7		1133.69					
18. Recoje 18 bolsas v.		1221.69					
19. Otras actividades		1241.69					
20. Quita 18 plomos		1260.88					
21. Abastece M1		1636.19	1636.19				
22. Abastece M2		1687.19	1687.19	1687.19			
23. Abastece M3		1738.19		1738.19	1738.19		
24. Abastece M4		1789.19			1789.19	1789.19	
25. Abastece M5		1848.19				1840.19	1840.19
26. Abastece M6		1891.19					1840.19
		1942.19					

En el diagrama se observan las seis máquinas que componen la línea de producción, y son:

M1	Máquina 1
M2	Máquina 2
M3	Máquina 3
M4	Máquina 4
M5	Máquina 5
M6	Máquina 6

El resumen de los tiempos de máquina obtenidos en este diagrama es el siguiente:

NUMERO DE MAQUINA	TIEMPO MUERTO	TIEMPO PRODUCTIVO	PORCENTAJE DE UTILIZACION
M1	19.19	1923	99.01
M2	70.19	1872	96.38
M3	121.19	1821	93.76
M4	172.19	1770	91.13
M5	223.19	1719	88.5
M6	274.19	1668	85.88

El resumen de los tiempos del operador obtenidos en este diagrama es el siguiente:

	TIEMPO OCIOSO	TIEMPO PRODUCTIVO	PORCENTAJE DE UTILIZACION
	375.31+375.31		
OPERADOR	750.62	1191.57	61.35

El tiempo de ciclo es 1942.19 centésimas.

Por lo que el operario puede realizar otras actividades mientras las máquinas están en operación.

Para proponer mejoras fue muy importante observar el

desarrollo del trabajo de esta área para poder sugerir con bases firmes nuevos métodos. Las propuestas se amoldaron a las condiciones del departamento, debido a que los directivos aún no se dan cuenta de que hay que invertir un poco para obtener más tarde resultados satisfactorios.

La cultura de obtener resultados a corto plazo se encuentra latente en varios empresarios, por lo tanto al enfrentarse a una forma de pensar a largo plazo, donde se contemplan aspectos que en el momento no parecen trascender pero que en el futuro reduciran costos, mejorarán las condiciones de trabajo y en general permitirán la incursión de las empresas en la competencia, se presenta cierta incertidumbre en estos empresarios que les hace pensar que solo se trata de gastos innecesarios que no traeran resultados inmediatos. Por lo anterior y por sugerencia de la gerencia las ideas de mejoramiento se limitaron a lo que se tiene en el departamento.

Es necesario que en esta época la resistencia al cambio ya no sea tan frecuente, es decir que los empresarios, directores y gerentes sean más flexibles, para así tomar decisiones que coadyuven al mejoramiento de esas empresas.

A continuación se muestran y definen las propuestas:

Antes de almacenar una producción de encartuchado sería más conveniente que se analizaran los pedidos de los clientes, para formar la tarima respectiva sin guardar el producto en las jaulas y posteriormente sacar las cajas, evitandose un proceso más, ya que se acomodarian los paquetes por ruta y estarían listos para la entrega de valores.

En la preparación de los pedidos, se debería dejar suficiente espacio entre las tarimas, con el fin de que las maniobras fueran más fáciles y rápidas, ya sea con patines o con el montacargas, pues en la actualidad cuando se preparan los últimos pedidos el montacargas no es utilizado, ya que no hay espacio para que pase entre las tarimas.

En la salida y entrada de valores, en algunas ocasiones existían demoras debido a que las personas de la unidad blindada

tardaban en recibir, acomodar o dar el pedido, generalmente solo una persona del departamento de unidades blindadas realizaba la salida o entrada de valores, por lo que se sugiere que otra persona más apoye, o que se instale un sistema por medio de una banda para que los paquetes se deslicen por gravedad.

También sería buena idea dar una rotación de inventarios lo más ágil posible, con el fin de evitar el deterioro de las cajas y bolsas.

En caso de ser posible realizar una ampliación de la planta, ya que los pasillos son angostos y la manipulación de los materiales se dificulta. Otra solución a este problema es el estudiar la posibilidad de acomodar las tarimas de las rutas a entregar en celdas para almacenarlas temporalmente, mientras que son entregadas a las unidades blindadas, y así aprovechar el espacio cúbico.

Realizar un estudio de transportes por gravedad para facilitar el manejo del producto, y poderlos transportar de un lugar a otro en forma rápida y sencilla.

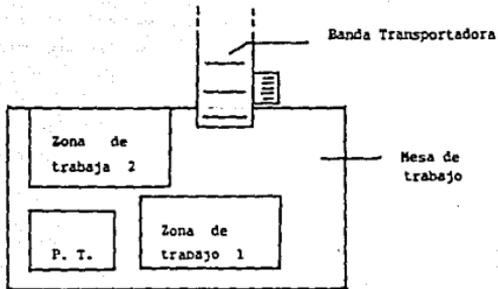
A continuación se mencionan propuestas que se incluyeron en la explicación de los diagramas:

Manejar los pedidos y su distribución mediante un programa por computadora.

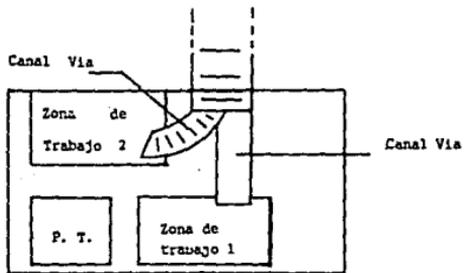
Dar mantenimiento preventivo a las máquinas de encartuchado y verificación.

Solo a uno de los dos acomodadores de la línea, le llegan los cartuchos a su área de trabajo sin problema, pero el otro acomodador debe realizar un mayor esfuerzo para tomar los cartuchos, para evitar esto debe considerarse un canal-vía o desviación, o en su defecto una redistribución de la mesa de trabajo de los acomodadores, como se muestra en los siguientes esquemas.

SITUACION ACTUAL



SITUACION PROPUESTA



Al realizar el estudio de tiempos de este departamento, se observaron situaciones muy interesantes. La primera de ellas se encuentra al analizar las operaciones de entrada y salida de valores en las cuales se obtuvo un modelo matemático para cada operación. Sin embargo, para estudiar a fondo estas actividades y poderlas balancear, es necesario determinar el tiempo estándar para la entrada y salida de valores de los trabajadores que se encuentran dentro de las unidades de transporte. Sin esta mitad de la información es imposible un buen balanceo de las actividades. De esta manera, los tiempos estándares obtenidos representan el tiempo necesario para que los trabajadores del departamento de morralla realicen la entrada y salida de valores, considerando que las personas de las unidades de transporte tienen a lo más, el mismo tiempo estándar, siendo esta hipótesis probablemente errónea, debiendo realizarse un estudio de tiempos para los operadores de las unidades de transporte, a fin de obtener el tiempo estándar de toda la actividad y no solo de los trabajadores del departamento de morralla.

Otro caso interesante radica en la línea de empaquetado, donde también podría pensarse en un balanceo de las actividades (alimentador, pegador, acomodador y supervisor de máquinas), sin embargo, no es conveniente proponerla, puesto que la forma óptima para mejorar la eficiencia de la línea, es renovar la maquinaria y diseñar un dispositivo capaz de acomodar los cilindros de monedas dentro de las cajas. De esta manera el supervisor de máquinas tendría una menor actividad, puesto que el papel para realizar el encartuchado no se atoraría tanto en las máquinas, además los dos acomodadores no serían ya necesarios, y como puede intuirse, todos los tiempos estándares obtenidos para la línea se verían modificados.

## **CAPÍTULO III**

### **RESGUARDO**

## DEPARTAMENTO DE RESGUARDO

Las empresas mexicanas se están dando cuenta de que la productividad, calidad y costos son conceptos que se deben hacer cotidianos, por ello esta empresa seleccionó al igual que los otros departamentos, al departamento de resguardo para el análisis de métodos y la obtención de los tiempos estándar de las diversas actividades, para que en base a este estudio se haga otro que determine un pago justo y aumentar la productividad.

Al igual que en los anteriores departamentos a través de la observación directa se registraron los procesos realizados en el área. Es realmente importante que esta etapa se realice viendo de forma directa la mecánica de la misma, porque los sistemas van creciendo, cambiando y lo que se estableció en un principio al paso del tiempo ya no se aplica provocando, retrasos y lentitud en el logro de los objetivos, tanto en este departamento como en todos los de la empresa.

En este capítulo se analizará el departamento de resguardo, en el cual se realiza el despacho y recepción de los valores que el cliente desea tener en un lugar seguro y custodiado. Esta actividad es apoyada por el departamento de unidades blindadas (del que se hablará en el siguiente capítulo). Los valores son manejados por medio de unidades blindadas que los transportan del cliente hacia el departamento de resguardo, y viceversa.

Debido al trabajo continuo del área no se puede especificar con que actividad inicia o acaba un día de labor, por ello se describirá a continuación el proceso de entrada de valores, para llevar una secuencia del ciclo. La entrada de valores inicia cuando el responsable de la unidad blindada toca la ventanilla que le fue asignada por el departamento de planeación, al

escuchar el encargado de la ventanilla que tocan la abre, recibe los valores, que pueden ser bolsas con billetes, monedas, cajas, etc., y revisa que no se encuentren rotas, e inspeccionan que las bolsas de polietileno así como las cajas de cartón estén en buen estado. En caso de que suceda lo contrario llama a seguridad para reponer la bolsa o caja por una nueva y se levanta un acta en presencia de ellos.

Los valores una vez revisados son colocados en un contenedor, ya terminada la recepción, el operario anota en la papelería correspondiente a la ruta que está atendiendo, el número de envases, cajas, y el monto. Los datos anteriores los va comprobando con el personal de la unidad, si no coinciden, llaman al supervisor de tal manera que se aclare la situación, en caso de que coincidan, ambos operarios (el de resguardo y el responsable de la unidad) firman de entregado y recibido, además anotan la hora en que se realizó tal actividad. Posteriormente el trabajador cierra la ventanilla y espera a que otra ruta pida ser atendida.

Una vez terminada la recepción se cierra la ventanilla y se dirige a la mesa de papelería para estampar un sello de control al reverso de la hoja donde anota algunos datos como son: cantidad de envases recibidos, número de la bóveda donde el dinero será custodiado. Llenada esta hoja se dirige nuevamente hacia la ventanilla para dejar la hoja de control recién sellada junto con los contrarecibos dentro del contenedor, y después empuja el contenedor a la fila correspondiente a la bóveda donde serán guardados.

A continuación se muestra el diagrama de proceso de ésta área para analizar su procedimiento:



## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : RESGUARDO. AREA : ENTRADA Y SALIDA DE VALORES ACTIVIDAD : ENTRADA DE VALORES	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE:	HOJA : 2/2				
DESCRIPCION	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
20. Llevar contenedor a entrada de bodega.  21. Colocar contenedor en posición de entrada a bodega.  22. Almacenar.	○	➔	◩	◻	▽	Termina operación de entrada de valores.
RESUMEN	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	11	5	1	3	2	

En este diagrama puede observarse que la operación de entrada de valores es similar a la que se realiza en el departamento de morralla, por lo que las mejoras que se sugieren en el proceso son parecidas a las del capítulo anterior, como sería el contar con una cabina que sirva como medio de comunicación entre el área de proceso y las unidades blindadas, con la finalidad de eliminar los tiempos muertos y las operaciones repetitivas.

A continuación se muestra el diagrama propuesto:

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : RESGUARDO. AREA : ENTRADA Y SALIDA DE VALORES ACTIVIDAD : ENTRADA DE VALORES	FECHA : ENERO, 1991 METODO : PROPUESTO RESPONSABLE :	HOJA : 1/2
DESCRIPCION		OBSERVACIONES
1. Los valores permanecen en almacén (unidad blindada).		Mientras se realiza la asignación a través de micrófono.
2. Llevar contenedor o tarima a ventanilla asignada.		
3. Abrir ventanilla.		
4. Verificar cantidad y tipo de envases a recibir.		Para seleccionar contenedor o tarima.
5. Recibir y llenar papelería correspondiente.		
6. Recibir envase.		
7. Verificar el llenado de comprobantes de envase.		
8. Verificar envase.		
9. Colocar envase en contenedor o tarima.		
Repetir los pasos del 6 al 9 hasta completar la recepción de los valores.		
10. Firmar de conformidad.		Entre el recepcionista y el operador de la unidad blindada.
11. Cerrar ventanilla.		
12. Llevar contenedor a entrada de bodega.		Con papelería.
13. Colocar contenedor en posición de entrada a bodega.		
14. Almacenar.		
15. Ir a mesa de papelería.		
16. Poner sello.		
17. Llenar papelería final.		Termina operación de entrada de valores.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : RESGUARDO. AREA : ENTRADA Y SALIDA DE VALORES ACTIVIDAD : ENTRADA DE VALORES	FECHA : ENERO, 1991 METODO : PROPUESTO RESPONSABLE:					HOJA : 2/2
DESCRIPCION	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
						Ver resumen de entrada de valores al final de esta hoja.
RESUMEN	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	9	3	8	3	2	

Comparando los diagramas se detecta que se realizan dos transportes menos. La operación de abrir y cerrar ventanilla se realiza una sola vez, y se suprime la espera de los operadores de la unidad blindada.

Después de llenar la hoja de reporte y cotejar los envases con el comprobante de servicio (esta actividad se realiza dos veces para llevar un buen control antes de entrar a bóveda), se llevan los valores dentro de los contenedores al interior de la bóveda, donde se tienen varias jaulas de resguardo que representan el mismo número de rutas.

Cada uno de los envases cuenta con una etiqueta que identifica a quien pertenece, lo cual sirve al personal para conocer el acomodo del envase en la jaula correspondiente a la ruta. Por lo anterior al entrar el contenedor a la bóveda los empleados toman los envases y dependiendo de la etiqueta los guardan en el lugar correspondiente.

Cuando se termina la entrada de envases a la bóveda se procede a realizar el cuadro de envases. Se coteja cada uno de los envases de la jaula contra el comprobante de servicio, si no coincide se llama al personal de seguridad para notificar la falla y corregirla. Si coincide, se cierra la jaula con un plomo foleado y se anota el número en la papelería correspondiente.

Para evaluar esta área se muestra a continuación el diagrama de proceso.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : RESGUARDO ÁREA : CUADRE FISICO ACTIVIDAD : CUADRE FISICO	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE:	HOJA : 1/2				
DESCRIPCION	○	➔	◻	□	▽	OBSERVACIONES
1. Los valores permanecen almacenados en contenedor. 2. Tomar comprobante del contenedor. 3. Ir a palmera. 4. Dejar comprobante en palmera. 5. 1- por contenedor. 6. Transportar contenedor a bodega. Repetir pasos del 1 al 6, 8 veces. 7. Tomar envase(s). 8. Inspeccionar etiqueta de cada envase. 9. Transportar envase a jaula correspondiente. 10. Meter envase(s) en jaula. 11. Regresar hasta contenedor. Repetir pasos del 7 al 11 hasta terminar con los envases de los contenedores. 12. Sacar contenedores vacios de bodega 13. Colocar contenedores vacios en área de ventilillas 14. Regresar por contenedor lleno. Repetir pasos del 1 al 14 hasta completar todas las RMAs. 15. Ir por comprobantes a palmera. 16. Regresar con comprobantes a bodega. 17. Cotejar número de envases por jaula contra el indicado en comprobante. 18. Cerrar jaula con plomo fotoado.	○	➔	◻	□	▽	Asistido por un guardia de seguridad.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : RESGUARDO AREA : CUADRE FISICO ACTIVIDAD : CUADRE FISICO	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE:	NOJA . 2/2				
DESCRIPCION	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
19. Los valores permanecen almacenados en jaulas 20. Ir a patinero. 21. Guardar papelería en gaveta correspondiente.						Termina operación de clasificación de envases.
RESUMEN	○	➔	◩	◻	▽	OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	6	18	8	2	3	

Debido a que el espacio es muy reducido dentro de la bóveda no es factible reorganizar esta actividad. Pero se observó que el personal requiere más capacitación, ya que se detectaron errores en el acomodo de los envases dentro de las jaulas, debido a que son demasiados clientes, además no están bien identificados y asignados a las rutas.

De lo anterior se propone asignarle al cliente una clave según la jaula que le corresponda y que la anote en el extremo derecho de la etiqueta que identifica al envase. Con esto se logra reducir el tiempo de clasificación de envases y el número de errores.

Para la preparación de las rutas se requiere de la presencia de un empleado de seguridad con la finalidad de que junto con el empleado de bóveda ratifiquen y cotejen la cantidad de envases contra el comprobante de servicio. Los envases se colocan en el contenedor y al final se sacan de la bóveda para transportarlos al pasillo de la ventanilla correspondiente para su despacho. Si se presenta alguna falla de cualquier índole el personal de seguridad la registra para su notificación, si los envases presentan alguna avería se cuenta el contenido del mismo y se verifica contra su papelería, si no es exacta se notifica para su averiguación correspondiente, de lo contrario se cierra el envase con un nuevo plomo y se llena la papelería (esta última actividad solo se realiza cuando la rotura o avería es grande y puede presentar la posibilidad de sustraer parte del contenido del envase). Cuando se abre la bóveda, se sacan los valores en los contenedores y se ubican cerca de la ventanilla a la cual llegará la ruta que los recogerá para distribuirlos al cliente correspondiente.

Para realizar un análisis del departameto de resguardo se obtuvo el tiempo de la actividad de preparación de rutas utilizando la técnica de tiempos predeterminados.

A continuación se muestra el diagrama MTM de preparación de rutas:

## DIAGRAMA BIMUANAL (M.T.M)

DEPARTAMENTO : RESGUARDO

AREA : RESGUARDO.

OPERACION : PREPARACION DE RUTA.

REGULARES : MIN/100 PIEZAS : 76.18

ESPECIALES : PIEZAS/HORA : 73.28

FECHA : ENEO. 1991 HOJA : 1/3

RESPONSABLE :

DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO

NOTA :

POR RAZONES DE SEGURIDAD SE

OMITE LA DISPOSICION DEL

LUGAR DE TRABAJO.

DESCRIPCION MARO IZQUIERDA	F	SIMBOLO	T.M.U	SIMBOLO	F	DESCRIPCION MARO DERECHA
2. Alcanzar comprobante.		R30A	18.4	R50B		1. Alcanzar comprobante.
3. Tomar comprobante por transferencia.		G3	9.5	G1B		2. Tomar comprobante.
			19.0	M50A		3. Mover comprobante.
			2.0	RL1		4. Soltar comprobante.
			7.3	EF		5. Realizar enfoque ocular.
			11.4	EF		6. Recorrido ocular D-20 T-15.
7. Soltar comprobante.		RL1	104.4	M6M		7. Caminar hacia contenedor.
8. Alcanzar contenedor.		R35B	14.2	R35B		8. Alcanzar contenedor.
			2.0	G1A		9. Tomar contenedor.
			217.2	M10M		10. Caminar hacia jaula con contenedor.
			10.4	R50B		11. Alcanzar comprobante.
			5.6	G2		12. Tomar comprobante.
13. Alcanzar plomo.		R30B	12.8			
14. Tomar plomo.		G1A	7.3	EF		14. Enfoque ocular.
			19.0	ET		15. Recorrido ocular D-20 T-15.
			7.3	EF		16. Enfoque ocular.

## DIAGRAMA BIMUANAL (M.T.M)

DEPARTAMENTO : RESGUARDO				FECHA : ENERO, 1991				HOJA : 2/3			
AREA : RESGUARDO.				RESPONSABLE :							
OPERACION : PREPARACION DE RUTAS.											
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA		F	SIMBOLO	T. M. U	SIMBOLO	F	DESCRIPCION MANO DERECHA				
				2.0	RL1			17. Soltar comprobante.			
				11.3	R40A			18. Alcanzar navaja.			
				2.0	G1A			19. Tomar navaja.			
				28.6	M70C			20. Mover navaja hacia plomo.			
				10.6	AP 2			21. Aplicar presión.			
				10.0	2+M6B			22. Mover navaja para cortar.			
23. Desprender plomo.			M50B	30.8	M70C			23. Mover navaja a su lugar.			
24. Soltar plomo.			RL1	23.0	R70A			24. Alcanzar puerta de jaula.			
				2.0	G1A			25. Asir puerta de jaula.			
				17.4	M66A			26. Mover puerta de jaula.			
				2.0	RL1			27. Soltar puerta de jaula.			
28. Alcanzar envase.			R80C	27.7	R80C			28. Alcanzar envase.			
29. Tomar envase.			G1A	2.0	G1A			29. Tomar envase			
30. Mover envase.			M60B	30.0	M50B			30. Mover envase.			
				2.0	RL1			31. Soltar envase.			
				11.7	R26B			32. Alcanzar etiqueta.			
				2.0	G1A			33. Tomar etiqueta.			
				7.3	EF			34. Enfoque ocular.			
				1.9	ET			35. Recorrido ocular D-40 I-5.			
				7.3	EF			36. Enfoque ocular.			
				2.0	RL1			37. Soltar etiqueta.			
38. Mover envase al contenedor.			M50B	18.0							

## DIAGRAMA BIMUANAL (M.T.M)

DEPARTAMENTO : RESGUARDO  
 AREA : RESGUARDO.  
 OPERACION : PREPARACION DE RUJA.

FECHA : ENERO, 1991      HOJA : 3/3  
 RESPONSABLE :

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	F	SIMBOLO	T.M.U	SIMBOLO	F	DESCRIPCION MANO DERECHA
39. Soltar envase.		RL1	12.1	R45A		39. Alcanzar comprobante.
40. Alcanzar comprobante.		R38A	9.5	G1A		40. Tomar comprobante.
41. Tomar comprobante.		G3	12.7	M38A		41. Mover comprobante.
			2.0	RL1		42. Soltar comprobante.
43. Mover comprobante.		M25A	11.5	R38A		43. Alcanzar pluma.
			2.0	G1A		44. Tomar pluma.
			11.5	M26A		45. Mover pluma hacia comprobante.
			5.6	P15E		46. Posicionar pluma.
			5.0	M6B		47. Mover pluma para marcar.
			12.1	M28A		48. Mover pluma hacia su lugar.
			2.0	RL1		49. Soltar pluma.
			15.6	R40B		50. Alcanzar contenedor.
51. Abrir contenedor.		G1A	2.0	G1A		51. Abrir contenedor.
52. Caminar hacia despacho con contenedor.		W10M00	268.5			
53. Soltar contenedor.		RL1	2.0			
54. Caminar hacia palomero.		W0M	156.6			
55. Mover mano hacia palomero.		M40A	15.8			
56. Soltar papeleria en palomero.		RL1	2.0			
			1268.4	T.M.U/1	PIEZAS	

Termina operación de preparación de ruja.

En el diagrama anterior se observan los movimientos básicos usados en la preparación de rutas, se analiza el nivel de control que el operador tiene que ejecutar al realizar su trabajo.

La preparación de rutas se analizó mediante tiempos predeterminados debido a la gran cantidad de movimientos que se realizan en muy poco tiempo, y se pueden apreciar en el diagrama todos los pasos que se siguen al realizar la preparación de rutas. Al analizar el diagrama se observa que no se repiten las operaciones y no hay tiempos muertos por lo que se puede concluir que la forma de llevar a cabo esta operación es adecuada.

La siguiente actividad a realizar consiste en entregar al personal de la unidad blindada los valores de la ruta, a ésta labor se le conoce como salida de valores. El proceso anterior inicia cuando el supervisor detecta que un cliente (un camión blindado) toca una ventanilla, en este momento manda a un operador a atender la unidad blindada. Una vez abierta la ventanilla se solicita papelería al personal de la unidad blindada para verificar que los datos contenidos en ésta coincidan con los de la papelería del operador de resguardo. En caso de que la información no coincida o que el personal de las unidades se tarden en revisar los documentos, el operador cierra la ventanilla. Cuando es verificada la papelería y no presenta ningún problema, el operador procede a traer los valores. El personal de la unidad revisa que las bolsas de polietileno y las cajas no se encuentren rotas, por que de ser así piden que se cambien en presencia del personal de seguridad para que sean testigos de tal cambio, además de que se levanta un acta. El operario que despacha los valores tiene el deber de contar el número de bolsas y/o cajas que entrega, anotando este dato en la papelería correspondiente y lo debe comparar con la cantidad que le da el departamento de planeación a las unidades blindadas, de no coincidir los supervisores, el operario de la ventanilla y seguridad se encargan de aclarar la situación, si coinciden el despachador realiza sus anotaciones y firma de recibido, a su vez el personal de la unidad anota la hora de la realización de tal

tarea, el despachador cierra la ventanilla y se dirige a las mesas de llenado de reporte, ahí el operador pone el sello de reporte en una de sus papelerías y procede a llenarlo. Finalmente se dirigen a los estantes en donde son concentrados los despachos para colocar el reporte. Posteriormente abrirá la ventanilla cuando se presente otra ruta o cliente.

De las operaciones anteriormente descritas se obtuvo el siguiente diagrama de proceso:



En el caso de este diagrama no se puede aplicar el mismo sistema que para la entrada, ya que el responsable de la unidad blindada tiene papelería y comprobantes que certifican que él es el encargado de recoger los valores, por lo que debe de mostrarlos y entregarlos al personal de resguardo, con esta papelería se coteja el número de envases que se encuentran dentro de las jaulas. En esta actividad debe tenerse un control estricto de los valores, por lo que si algo inesperado se presenta debe detectarse de inmediato, para resolver el problema de la mejor forma posible. La salida de los valores es responsabilidad directa del departamento de resguardo, por lo que los valores deben de estar sujetos a un sistema de control específico, que permite llevar un seguimiento detallado de las operaciones que se realizan con ellos, sabiendo también en donde se encuentran dentro del departamento y a quien se les entregan. En esta actividad las mejoras estarían enfocadas a agilizar los trámites administrativos, y en simplificar los formatos de salida, además de ampliar el área de trabajo, ya que se detectó que los empleados se estorban unos a otros al desempeñar sus labores.

Debido al excesivo control que se tiene sobre los valores las operaciones desarrolladas en el área son afectadas seriamente por pequeños factores que generan cuellos de botella.

Los valores que se resguardan en la bóveda no necesariamente llegan de las unidades, puede tratarse por ejemplo de nóminas las cuales llegan del departamento de enfajillado, llegando así valores de otros departamentos.

El control y la seguridad en esta área son estrictos, al grado de que si una bolsa se encuentra rasgada pueden presentarse a la observación de tal hecho varias personas, lo cuál representa exceso de personal para tal actividad, además el tiempo que se pierde en ocasiones es muy grande. Un fenómeno que no debería presentarse pero que ocurre frecuentemente, es el que las unidades blindadas que a pesar de recibir en sus documentos el número de ventanilla en donde serán atendidos, se forman en otra y generan un desorden interno, debido a que en la nueva

ventanilla tienen que buscar los documentos de esa unidad y familiarizarse con esa entrega no planeada, incrementándose así el tiempo de servicio. Lo anterior hizo concluir que el funcionamiento de una área no debe depender de éstos sucesos que comunmente ocurren, por ello después de cada diagrama de proceso actual se muestra el método propuesto, para incrementar la eficiencia de esta área.

Las mejoras que pueden proporcionar las nuevas ideas deben ir apoyadas por los departamentos que tienen relación con el departamento de resguardo, tal es el caso de planeación y de las unidades blindadas, que deben procurar que sus actividades se lleven a cabo respetando las políticas de la empresa de manera que todos los departamentos interactúen entre sí armónicamente, para que su funcionamiento sea el adecuado y se pueda ofrecer un servicio con calidad en todo el sistema.

Una vez identificados los procesos que se analizaron en el área de resguardo, se inició el registro de los tiempos. Para lograr el registro confiable de las actividades fué necesario dividir estas en elementos, de tal manera que pudiesen ser anotados, debido a que hay operaciones como las de abrir y cerrar ventanilla que son muy rápidas y no son fáciles de cronometrar.

Para realizar el estudio cronométrico hay que fomentar las buenas relaciones entre los operarios y los tomadores de tiempos, ya que esto permite que el análisis sea más real. Además de que los puntos de vista de los operarios son expresados por ellos mismos, recopilando así una valiosa información ya que ellos conocen mejor su trabajo, y sus comentarios son importantes para lograr resultados que ayuden al adecuado desarrollo de sus labores.

En el estudio de tiempos realizado se utilizó el tipo de cronometraje acumulativo el cual fue muy útil en el registro de tiempos de esta área, debido a que los ciclos de trabajo se veían interrumpidos por situaciones inesperadas que no tenían un tiempo específico de duración y que no dependen directamente del operario que laboró en el departamento de resguardo. Se entiende

por ciclo de trabajo "a la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprendiendo a veces elementos casuales". En esta área un elemento casual es encontrar una bolsa rota y cambiarla por una nueva, pero esto no sucede en cada ciclo de trabajo sino a intervalos irregulares.

Ya que se obtuvieron los diagramas de recorrido de esta área y se conocieron las actividades se continuó con el estudio de tiempos. Para el logro de un adecuado análisis de tiempos fue necesario establecer el formato para registro así como los elementos a cronometrar. En la selección de actividades a registrar se tomó en cuenta que no fuesen difíciles de cronometrar no sólo por facilidad para los analistas, sino por la confiabilidad de los datos, además, se identificaron operaciones que se presentaban de manera esporádica y se delimitaron ciclos regulares de trabajo, lo cual permitía poner mayor atención de los sucesos irregulares para ver en que magnitud afectaban el desarrollo del proceso.

Como se había mencionado, las buenas relaciones entre los analistas, supervisores y operarios son muy importantes para el éxito del estudio de tiempos, pues la colaboración de todos genera intercambio de ideas de las que se obtiene información que a veces no se puede conocer con sólo la observación del área durante un periodo de tiempo corto. Así los comentarios de los empleados sobre sus condiciones de trabajo fueron escuchadas y tomadas en cuenta en este estudio de tiempos. Cabe señalar que en esta área todo el personal, supervisores y operarios colaboraron en una forma excepcional pues realmente estaban interesados en que se realizaran mejoras en su departamento, por ello platicaban continuamente con los analistas exponiéndoles los problemas para que los conocieran los directivos y se tomaran decisiones para resolverlos.

A continuación se muestra el estudio de tiempos.

## ANALISIS DE TIEMPOS DEL DEPARTAMENTO DE RESGUARDO

### TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACION DE SALIDA DE VALORES

La salida de valores es la operación mediante la cual los bienes que son resguardados en el departamento, son entregados a las unidades blndadas para ser transportados a los clientes que lo soliciten.

Para obtener el tiempo estándar de esta operación, es necesario determinar la variables más representativas, y puesto que al inicio del estudio es muy complicado tener la seguridad de cuáles son estas variables, se debe registrar la mayor información posible. A diferencia del departamento de Morralla, donde los valores estan contenidos en bolsas o cajas con geometrias similares y la variable representativa resultó ser una variable intermedia (peso), en el departamento de resguardo, existe una gran variedad de tamaños en bolsas y cajas para contener los valores. Siendo el peso de estos envases muy diferente entre sí. Por lo anterior, se realizó un extenso muestreo de datos y una clasificación de envases en bolsas con billetes o papeles, bolsas con monedas a granel y cajas, dividiendose a su vez las bolsas de papeles en chicas, medianas y grandes; las cajas se agruparon en chicas y grandes; y las bolsas a granel sin subdivisión.

La siguiente tabla contiene los datos de las muestras observadas, donde la columna {T} representa el tiempo cronometrado en centésimas de minuto para realizar la salida de los envases que se indican en la tercera columna (Total Env.), la respectiva clasificación de los envases se muestra en las seis columnas sigüentes, para finalizar con la columna de valoración (Val.) y la columna de observaciones (Obs.). En ésta última columna, se indica una breve descripción sobre la forma en la que se realizó la actividad.

NUM. MUES.	[T]	TOTAL ENV.	MONEDAS							OBS.
			BOLSAS			CAJAS				
			CHIC.	MED.	GRAN.	CHIC.	GRAN.	GRANEL	VAL.	
1	596	30	30							100%
2	347	18	18							100%
3	472	28	28							100%
4	87	1			1					40% Demora
5	180	7			7					90%
6	730	44	33		11					100%
7	785	6	6							25% Problema
8	204	8	6		2					90%
9	575	19	15		1		3			80%
10	445	10	10							75%
11	252	12	10		2					100%
12	320	30	28		2					125%
13	1728	69	53		16					75% Revisa
14	600	31	21		10					100% \papelería
15	426	18	15		3					100%
16	363	27	20		7					100%
17	900	77	64		13					125%
18	246	17	17							100%
19	269	5				3	1	1		50%
20	207	20						20		100%
21	265	5						5		50%
22	577	1			1					25% Prob.
23	250	13		2			11			100%
24	714	15	8		7					50% Lento
25	375	33	14	19						100%
26	83	2			2					75%
27	246	21	13		8					100%
28	693	39	27	5	7					100%
29	253	9			1			8		75%
30	1205	52	18	15	16			3		75% Prob.
31	833	35	19	8	8					100%
32	475	5	3	2						50%
33	293	9	2	4	3					75%
34	1440	14	6	8						50% Envase
35	115	3	2	1						75% \roto
36	294	12	4	8						100%
37	173	9	7	1	1					100%
38	119	1		1						25%
39	775	29	12	8	9					100%
40	272	20	4	7	9					100%
41	458	39	27	11	1					100%
42	626	43	27	3	13					125%
43	985	60	37	8	15					100%
44	584	45	28	14	3					100%
45	1220	29	8	12				9		50% Demor.

NUM. MUES.	[T]	TOTAL ENV.	BOLSAS			MONEDAS CAJAS			BOLSAS VAL.	OBSER.
			CHIC.	MED.	GRAN.	CHIC.	GRAN.	GRANEL		
46	410	16	6	5		2	3		100%	
47	279	21					6	15	100%	
48	75	8	5	3					125% Rápido	
49	362	27	12	14	1				100%	
50	366	4		4					50% Lento	
51	173	7	3	4					100%	
52	2130	47	27	19	1				50% Lento	
53	1010	32	6		26				80%	
54	537	57	43	14					125% Rápido	
55	1089	57	36	19	2				90%	
56	1780	101	81	10	4	2	4		100%	
57	810	31	5	1				25	100%	
58	392	29	16	6	7				100%	
59	490	16	9	4				3	75% Demor.	
60	583	41	27	3		2	3	6	125% Rápido	
61	483	45	37	8					125% Rápido	
62	1988	43	31	12					50% Lento	
63	1305	7	1	3	3				25% Muy lento	
64	430	10		9	1				50% Lento	
65	700	76	62	13	1				100%	
66	484	27	1	11	15				125% Rápido	
67	343	18	10	5			3		100%	
68	1130	69		69					100%	
69	180	14		14					100%	
70	365	13		13					75%	
71	665	20		20					50%	
72	415	43		43					100%	
73	270	23		23					100%	
74	480	37		8		29			100%	
75	590	5		5					25% Demor.	
76	1010	58		54		4			100%	
77	1290	56	56						90%	
78	440	26		26					100%	
79	1140	35		35					75%	
80	560	26		26					100%	
81	515	26	20	6					70%	
82	225	12		12					100%	
83	800	50	37	2	11				90%	
84	1015	41	6				35		90%	
85	80	14		14					120%	
86	305	30	5	2	20	3			100%	
87	1515	35	8	15	4		8		70%	
88	455	23	4	4	6	8	1		90%	
89	220	12	6	6					100%	
90	790	55	18	32	4	1			100%	
91	727	40		29				11	100%	
92	1448	8		8					25% Muy lento	
93	140	5		5					70%	

NUM. MUES.	[T] TOTAL ENV.	MONEDAS						OBSER.
		BOLSAS			CAJAS BOLSAS			
		CHIC.	MED.	GRAN.	CHIC.	GRAND.	GRANEL VAL.	
94	205	6		6				75%
95	782	59	42		17			125%
96	575	51	37		14			125%
97	360	26	19		7			125%
98	308	9	5		4			75%
99	595	9		9				50% Lento
100	355	25	10		3		12	110%

Promedios por columna sin contabilizar los ceros:

[T]	TOTAL ENV.	MONEDAS						
		BOLSAS			CAJAS BOLSAS			
		CHIC.	MED.	GRAN.	CHIC.	GRAND.	GRANEL VAL.	
592.2	27.01	19.57	12.15	6.875	6	7.09	9.833	86%

Promedios por columna contabilizando los ceros:

[T]	TOTAL ENV.	MONEDAS						
		BOLSAS			CAJAS BOLSAS			
		CHIC.	MED.	GRAN.	CHIC.	GRAND.	GRANEL VAL.	
592.2	27.01	13.71	7.9	3.3	0.54	0.78	1.18	86%

Con los promedios obtenidos por columna, especialmente contabilizando los ceros, se observa que la mayoría, de las remesas tienen un mayor porcentaje de bolsas con billetes que de cajas o bolsas con monedas, de manera que se pueden desprestigiar las diferencias de envases, e intentar manejar como variable independiente únicamente el número de envases, realizar el análisis y determinar si el ajuste es correcto.

Con la valoración y las observaciones se obtiene un tiempo ajustado para la salida de los valores, una forma de determinar la relación existente entre el tiempo y el total de envases es realizar el cociente entre ellos. La relación puede obtenerse indistintamente uno o el otro como denominador,

recordando que cada cociente tiene un significado diferente. De esta manera se obtiene la tabla siguiente.

NUM. MUES.	[T]	TOTAL ENVASES	VAL.	T AJUSTE	T/ENV AJUSTE
1	596	30	1	596	19.866
2	347	18	1	347	19.277
3	472	28	1	472	16.857
4	87	1	0.4	34.8	34.8
5	180	7	0.9	162	23.142
6	730	44	1	730	16.590
7	785	6	0.25	196.25	32.708
8	204	8	0.9	183.6	22.95
9	575	19	0.8	460	24.210
10	445	10	0.75	333.75	33.375
11	252	12	1	252	21
12	320	30	1.25	400	13.333
13	1728	69	0.75	1296	18.782
14	600	31	1	600	19.354
15	426	18	1	426	23.666
16	363	27	1	363	13.444
17	900	77	1.25	1125	14.610
18	246	17	1	246	14.470
19	269	5	0.5	134.5	26.9
20	207	20	1	207	10.35
21	265	5	0.5	132.5	26.5
22	577	1	0.25	144.25	144.25
23	250	13	1	250	19.230
24	714	15	0.5	357	23.8
25	375	33	1	375	11.363
26	83	2	0.75	62.25	31.125
27	246	21	1	246	11.714
28	693	39	1	693	17.769
29	253	9	0.75	189.75	21.083
30	1205	52	0.75	903.75	17.379
31	833	35	1	833	23.8
32	475	5	0.5	237.5	47.5
33	293	9	0.75	219.75	24.416
34	1440	14	0.5	720	51.428
35	115	3	0.75	86.25	28.75
36	294	12	1	294	24.5
37	173	9	1	173	19.222
38	119	1	0.25	29.75	29.75
39	775	29	1	775	26.724
40	272	20	1	272	13.6
41	458	39	1	458	11.743
42	626	43	1.25	782.5	18.197
43	985	60	1	985	16.416
44	584	45	1	584	12.977
45	1220	29	0.5	610	21.034
46	410	16	1	410	25.625

NUM. MUES.	(T)	TOTAL ENVASES	T VAL.	T AJUSTE	T/ENV AJUSTE
47	279	21	1	279	13.285
48	75	8	1.25	93.75	11.718
49	362	27	1	362	13.407
50	366	4	0.5	183	45.75
51	173	7	1	173	24.714
52	2130	47	0.5	1065	22.659
53	1010	32	0.8	808	25.25
54	537	57	1.25	671.25	11.776
55	1089	57	0.9	980.1	17.194
56	1780	101	1	1780	17.623
57	810	31	1	810	26.129
58	392	29	1	392	13.517
59	490	16	0.75	367.5	22.968
60	583	41	1.25	728.75	17.774
61	483	45	1.25	603.75	13.416
62	1988	43	0.5	994	23.116
63	1305	7	0.25	326.25	46.607
64	430	10	0.5	215	21.5
65	700	76	1	700	9.2105
66	484	27	1.25	605	22.407
67	343	18	1	343	19.055
68	1130	69	1	1130	16.376
69	180	14	1	180	12.857
70	365	13	0.75	273.75	21.057
71	665	20	0.5	332.5	16.625
72	415	20	1	415	9.6511
73	270	23	1	270	11.739
74	480	37	1	480	12.972
75	590	5	0.25	147.5	29.5
76	1010	58	1	1010	17.413
77	1290	56	0.9	1161	20.732
78	440	26	1	440	16.923
79	1140	35	0.75	855	24.428
80	560	26	1	560	21.538
81	515	26	0.7	360.5	13.865
82	225	12	1	225	18.75
83	800	50	0.9	720	14.4
84	1015	41	0.9	913.5	22.280
85	80	14	1.2	96	6.8571
86	305	30	1	305	10.166
87	1515	35	0.7	1060.5	30.3
88	455	23	0.9	409.5	17.804
89	220	12	1	220	18.333
90	790	55	1	790	14.363
91	727	40	1	727	18.175
92	1448	8	0.25	362	45.25
93	140	5	0.7	98	19.6
94	205	6	0.75	153.75	25.625
95	782	59	1.25	977.5	16.567

NUM. MUES.	[T]	TOTAL ENVASES	VAL.	T AJUSTE	T/ENV AJUSTE
96	575	51	1.25	718.75	14.093
97	360	26	1.25	450	17.307
98	308	5	0.75	231	25.666
99	595	9	0.5	297.5	33.055
100	355	25	1.1	390.5	15.62

Promedios 592.24 508.52 0.8695 486.29 22.085

Con los datos ajustados se procede a una regresión lineal obteniéndose los siguientes valores para la ordenada al origen  $b$ , la pendiente  $m$  y el coeficiente de correlación  $r$ .

$$b = 84.618$$

$$m = 14.871$$

$$r = 0.8961$$

$$\text{No. de Observaciones} = 100$$

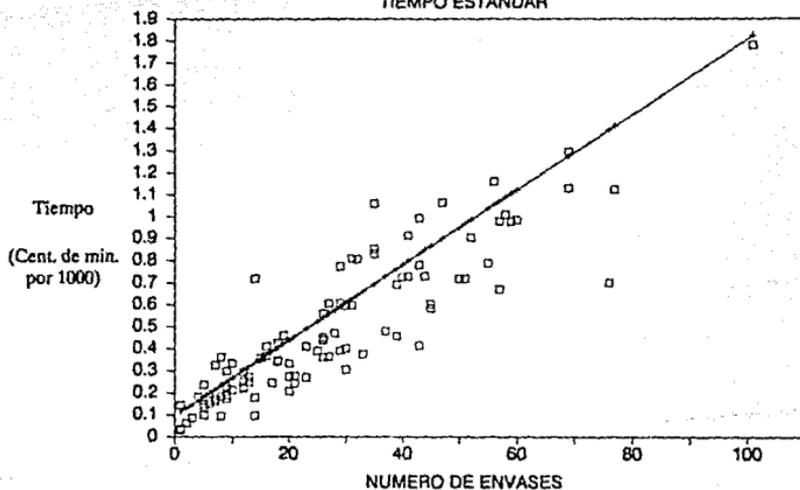
Puesto que el coeficiente de correlación es aproximado a 1, se considera válido el modelo propuesto. Por lo tanto, aumentando un 15% por suplementos, el modelo matemático para el tiempo estándar queda:

$$T = 17.1 E + 97.3$$

Donde T es el tiempo estándar en centésimas de minuto necesarios para dar salida a la remesa con E envases.

## SALIDA DE VALORES

TIEMPO ESTANDAR



## TIEMPO ESTANDAR PARA LA OPERACION DE CUADRE FISICO

El cuadro físico es la operación mediante la cual los trabajadores revisan el monto de la remesa y clasifican los envases por dueños y denominaciones.

Para obtener el tiempo estándar para esta operación, se toma la consideración demostrada en la actividad de salida de valores, en la cual se pudo despreciar el tipo de envase. Sin embargo, puesto que no se tiene la certeza de que dicha consideración sea válida para el cuadro físico, en la toma de datos es necesario separar los diferentes tipos de envases, clasificandose en grandes (G), medianos (M) y chicos (C). De no obtenerse en el análisis una aproximación aceptable, debe de buscarse otra variable independiente.

Por otra parte debe tomarse en cuenta que el tiempo estándar para el cuadro físico depende además de la cantidad de envases, del número de personas que participen en dicha actividad. Es por esto que la siguiente tabla contiene las columnas: número de envases (Envases), empleados que participaron (Empleados), el tiempo cronometrado en centésimas de minuto (Tiempo [cent]), el tipo de envase (Tipo), el tiempo necesario para realizar el mismo cuadro físico por un solo trabajador (Tiempo con un empleado), la relación envases entre personas (Env/Per) y por último la relación tiempo entre personas (T/Per). Con estos datos la tabla es la siguiente:

NUMERO	ENVASES	EMPLEA- DOS	TIEMPO [CENT]	TIPO	TIEMPO CON 1 EMPLEADO	ENV/PER	T/PER
1	34	5	384	G	1920	6.80	76.80
2	27	7	230	G	1610	3.86	32.86
3	21	9	150	G	1350	2.33	16.67
4	33	4	322	G	1288	8.25	80.50
5	55	7	540	G	3780	7.86	77.14
6	83	6	680	G	4080	13.83	113.33
7	49	4	505	G	2020	12.25	126.25
8	19	4	209	G	836	4.75	52.25
9	38	4	484	G	1936	9.50	121.00
10	35	6	321	G	1926	5.83	53.50
11	58	9	555	G	4995	6.44	61.67

NUMERO	ENVASES	EMPLEA- DOS	TIEMPO [CENT]	TIPO	TIEMPO CON 1 EMPLEADO	ENV/PER	T/PER
12	94	7	665	G	4655	13.43	95.00
13	54	8	330	G	2640	6.75	41.25
14	70	9	345	G	3105	7.78	38.33
15	10	8	95	G	760	1.25	11.88
16	45	6	401	G	2406	7.50	66.83
17	38	7	340	G	2380	5.43	48.57
18	51	7	595	G	4165	7.29	85.00 *
19	39	7	351	G	2457	5.57	50.14
20	66	3	660	C	1980	22.00	220.00 *
21	35	6	258	C	1548	5.83	43.00
22	56	6	369	C	2214	9.33	61.50
23	43	5	290	C	1450	8.60	58.00
24	80	8	420	C	3360	10.00	52.50
25	31	8	212	C	1696	3.88	26.50
26	50	9	237	C	2133	5.56	26.33
27	55	9	260	C	2340	6.11	28.89
28	47	9	215	C	1935	5.22	23.89
29	45	8	227	C	1816	5.63	28.38
30	49	8	257	C	2056	6.13	32.13
31	56	9	285	C	2565	6.22	31.67
32	27	8	171	C	1368	3.38	21.38
33	21	8	155	C	1240	2.63	19.38
34	40	6	380	H	2280	6.67	63.33

Debido a la velocidad y destreza con la que los trabajadores realizan el cuadro físico, se consideró para todas las muestras una valoración del 100%, puesto que era prácticamente indetectable la diferencia en la aplicación de los trabajadores.

Los datos marcados con asterisco indican anomalías en el proceso, por lo que es necesario desecharlos antes de realizar el ajuste a una línea recta, la tabla sin los valores queda:

MUESTRA	ENVASES	EMPLEA- DOS	TIEMPO [CENT]	TIPO	TIEMPO CON 1 EMPLEADO	ENV/PER	T/PER
1	34	5	384	G	1920	6.80	76.80
2	27	7	230	G	1610	3.86	32.86
3	21	9	150	G	1350	2.33	16.67
4	33	4	322	G	1288	8.25	80.50
6	83	6	680	G	4080	13.83	113.33
7	49	4	505	G	2020	12.25	126.25
8	19	4	209	G	836	4.75	52.25
9	38	4	484	G	1936	9.50	121.00
10	35	6	321	G	1926	5.83	53.50
12	94	7	665	G	4655	13.43	95.00

NUMERO	ENVASES	EMPLEA- DOS	TIEMPO [CENT]	TIPO	TIEMPO CON 1 EMPLEADO	ENV/PER	T/PER
13	54	8	330	G	2640	6.75	41.25
14	70	9	345	G	3105	7.78	38.33
15	10	8	95	G	760	1.25	11.88
16	45	6	401	G	2406	7.50	66.83
17	38	7	340	G	2380	5.43	48.57
19	39	7	351	G	2457	5.57	50.14
21	35	6	258	C	1548	5.83	43.00
22	56	6	369	C	2214	9.33	61.50
23	43	5	290	C	1450	8.60	58.00
24	80	8	420	C	3360	10.00	52.50
25	31	8	212	C	1696	3.88	26.50
26	50	9	237	C	2133	5.56	26.33
27	55	9	260	C	2340	6.11	28.89
28	47	9	215	C	1935	5.22	23.89
29	45	8	227	C	1816	5.63	28.38
30	49	8	257	C	2056	6.13	32.13
31	56	9	285	C	2565	6.22	31.67
32	27	8	171	C	1368	3.38	21.38
33	21	8	155	C	1240	2.63	19.38
34	40	6	380	M	2280	6.67	63.33

Con estos datos ajustados, se obtiene la siguiente regresión lineal:

$$a = 41.70163$$

$$b = 271.9$$

$$r = 0.93$$

No. de observaciones = 30

El coeficiente de correlación con valor de 0.93, indica que el modelo se aproxima bastante a una línea recta. La ecuación que se obtiene es la siguiente:

$$t = 41.7 E + 271.9$$

Donde E representa el número de envases, y t representa

el tiempo que tarda un empleado en realizar el cuadro físico, por lo que la ecuación debe dividirse entre el número de personas que participan en la actividad, de manera que la expresión queda:

$$t = (41.7 E + 271.9)/NE$$

Donde NE representa el número de empleados que intervienen en el cuadro físico de los E envases, y t representa el tiempo básico para esa actividad.

Considerando un 15% del tiempo debido a los suplementos, la expresión que representa el tiempo estándar para esta operación es:

$$T = 1.15 [ ( 41.7 E + 271.9 ) / NE ]$$

Simplificando:

$$T = 47.95 \frac{E}{NE} + \frac{312.7}{NE}$$

Donde :

NE = Número de empleados participantes.

E = Número de envases.

T = Tiempo estándar en centésimas de minuto.

La expresión obtenida es muy útil, ya que si se desea obtener el número de empleados necesarios para el cuadro físico de envases, teniendo un tiempo disponible determinado y el número de envases, la expresión del tiempo estándar se despeja para el número de trabajadores, obteniéndose:

$$NE = 1.15 [ ( 41.7 E + 271.9 ) / T ]$$

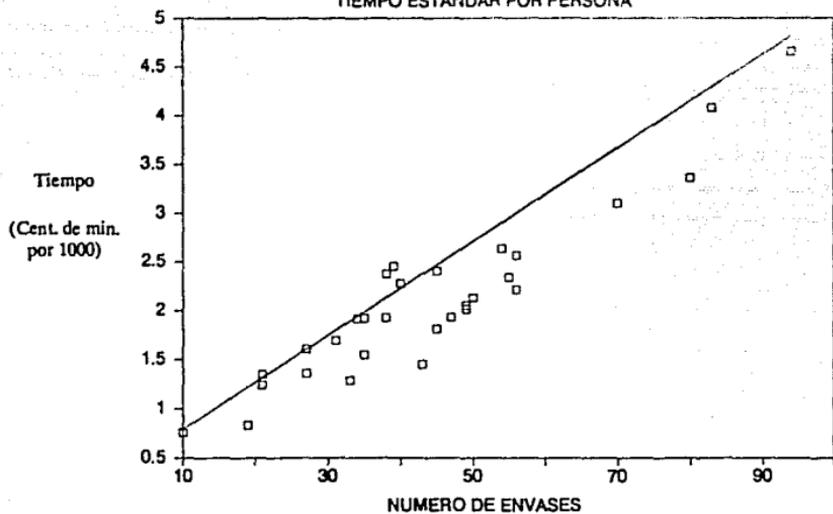
Simplificando:

$$NE = 47.95 \frac{E}{T} + \frac{312.7}{T}$$

Ecuación muy útil para planear el personal necesario, según la carga de trabajo.

# CUADRE FISICO

TIEMPO ESTANDAR POR PERSONA



## TIEMPO ESTANDAR PARA LA OPERACION DE ENTRADA DE VALORES

La entrada de valores es la operación contraria a la salida de valores. La entrada de valores consiste en el ingreso al área de resguardo de los valores de los clientes que desean sean transportados por la empresa. Las unidades de traslado recogen los bienes en el domicilio de los clientes y los llevan a la empresa para resguardarlos.

Con la experiencia de los dos tiempos estándares obtenidos en el área de resguardo, en los cuales la variable independiente fue únicamente el número de envases, se procede a realizar la toma de datos para la entrada de valores. Obteniéndose la siguiente tabla, que contiene el tiempo básico, el número de envases y la relación entre estas dos variables.

MUESTRA	TIEMPO [cent]	ENVASES	T/ENV
1	850	3	283.33
2	6770	124	54.596
3	1250	35	35.714
4	1900	30	63.333
5	660	8	82.5
6	630	44	14.318
7	1425	25	57.0
8	800	18	44.44
9	1800	30	60.0
10	2130	21	101.42
11	694	15	46.26
12	179	1	179.0
13	1790	27	66.29
14	730	54	13.51
15	257	2	128.5
16	749	9	83.22
17	6735	134	50.26
18	496	11	45.09
19	1610	28	57.5
20	5240	53	98.86
21	1657	34	48.73
22	300	3	100.0
23	2300	40	57.5
24	1405	19	73.94
25	2900	32	90.62
26	680	8	85.0
27	1670	20	83.5
28	550	6	91.66

MUESTRA	TIEMPO [cent]	ENVASES	T/ENV
29	900	12	75.0
30	7450	100	74.5
31	1530	20	76.5

Con los datos anteriores se obtiene la siguiente regresión lineal.

$$b = 195.5292$$

$$a = 53.80496$$

$$r = 0.902400$$

No. de observaciones = 31

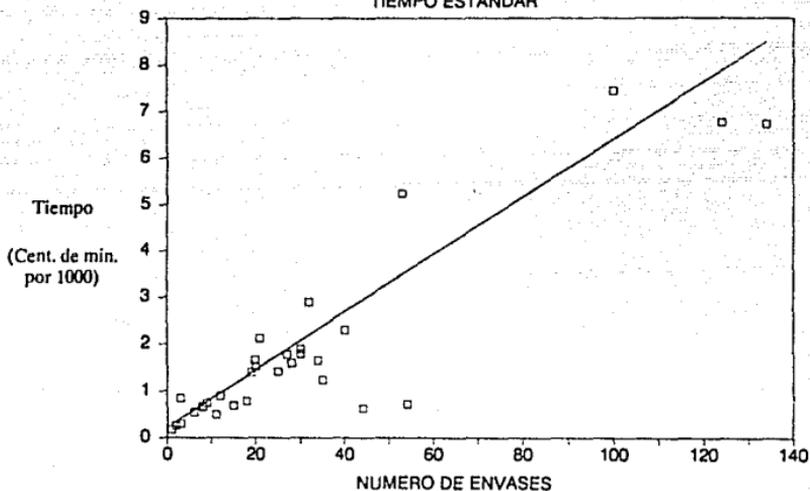
Puesto que el coeficiente de correlación ( $r$ ) es muy cercano a 1, el modelo aproximado mediante la regresión lineal, se considera válido. Agregando el 15% de tiempo para los suplementos tenemos la siguiente expresión para el tiempo estándar:

$$T = 62 E + 225$$

Donde  $T$  es el tiempo estándar en centésimas de minuto necesario para recibir los envases  $E$ .

## ENTRADA DE VALORES

TIEMPO ESTANDAR



En este departamento se obtuvieron tres tiempos estándares cronometrando datos y ajustandolos a modelos lineales.

Podría pensarse que los modelos matemáticos obtenidos en el departamento de resguardo para las operaciones de entrada y salida de valores, deberían ser muy similares a los obtenidos en el departamento de morralla para las mismas operaciones. Sin embargo, tanto los modelos matemáticos como la variable independiente, para obtener el tiempo estándar no son los mismos. La razón que sustenta estas diferencias es la disparidad en los envases manejados en cada uno de los departamentos. Mientras que en el departamento de morralla se manejan bolsas y cajas con monedas, teniendo estas un peso considerado. En el departamento de resguardo la mayoría de los envases son bolsas con billetes, por lo que el peso de los envases es mucho menor. De ahí que la variable independiente no sea la misma para ambos casos. Este aspecto es muy importante, pues se observa que para determinar un modelo que represente el tiempo estándar, no solo es importante la actividad que se realiza, sino las condiciones en las que se lleva a cabo.

Una vez que se determinó la variable independiente para una actividad, es mucho más sencillo analizar las siguientes actividades, puesto que ya se tiene una conclusión sobre las condiciones en que se realiza, es por esto que para las operaciones de cuadro físico y entrada de valores, el muestreo se simplificó al conocer la variable independiente para determinar el tiempo estándar.

## **CAPÍTULO IV**

### **UNIDADES BLINDADAS**

## DEPARTAMENTO DE UNIDADES BLINDADAS

El departamento de unidades blindadas se encarga de trasladar los valores del domicilio del cliente a la empresa y viceversa.

Trasladar valores de un lado a otro en grandes cantidades es riesgoso, por ello, instituciones como bancos, empresas, negocios, escuelas, particulares, etc. requieren del servicio de unidades blindadas para tener seguridad en la custodia de sus capitales.

Este servicio requiere de una gran responsabilidad, seguridad y puntualidad, las cuales se ven afectadas por varios factores circunstanciales que impiden que en ocasiones se entreguen los valores en las condiciones que el cliente propone, dichos factores se mencionarán a lo largo del desarrollo de éste capítulo.

Debido al giro de esta empresa es primordial que cuente con un sistema de transporte de valores adecuado, que ofrezca a sus clientes seguridad y puntualidad en su servicio. Está área es la base estructural de la empresa, sobre la que giran en torno los demás departamentos, entre estos se encuentran nóminas (sellado, engrapado, revisión y enfajillado), protección, facturación, resguardo, morralla, planeación, seguridad, cobranza y atención al cliente. Para conocer mejor cuales son los vínculos entre las diferentes áreas, a continuación se explicará un ejemplo: un nuevo cliente es recibido por el departamento de atención al cliente, el cuál se encarga de promover los diversos servicios que ofrece la empresa, identifica la necesidad, elabora contratos y lo turna al área correspondiente dependiendo del servicio. Las unidades blindadas ofrecen los servicios de pago personal, cajeros automáticos, rutas morralleras, regulares y bancarias.

Conociendo la necesidad a satisfacer, protección realiza la evaluación de los riesgos que se corren por tal servicio, después facturación realiza el estudio económico para obtener el costo. Otro servicio que es supervisado por las unidades blindadas es el de protección constante de efectivo, que consiste en la renta de cajas de seguridad con las cuales se da protección a los valores que el cliente tiene en sus instalaciones, mientras llegan las unidades blindadas a recogerlos para procesarlos dependiendo del servicio solicitado.

Las actividades de estas unidades son múltiples, consecuentemente el departamento de planeación debe elaborar programas adecuados, bien organizados y que sean posibles de cumplir. Pero en la actualidad hay muchos factores que impiden el desarrollo de una buena planeación, ya que esta empresa ha crecido mucho en poco tiempo por la gran demanda de protección que existe en nuestra ciudad.

Los departamentos de unidades blindadas y planeación son dependientes por ello deben trabajar juntos, respetando sus principales funciones y jerarquía en órdenes, para evitar que sus problemas afecten el adecuado desarrollo del funcionamiento de otros departamentos.

El funcionamiento interno y el personal con el que cuenta el departamento de unidades blindadas es el siguiente: un jefe de rutas el cual maneja de 11 a 13 rutas, supervisa que las unidades realicen su trabajo adecuadamente mientras las monitorea por medio de un radio de banda civil, un jefe de servicio encargado de la unidad blindada que designa los puestos de los operarios en dicha unidad. Cada unidad necesita cuando menos un operador, un comandante y un jefe de servicio, por lo que la rotación de actividades es continua. Al inicio de la jornada de trabajo los operarios revisan su unidad, esto se realiza con la finalidad de que se encuentre en buenas condiciones mecánicas y que tenga combustible. Además, recogen su equipo de seguridad formado por chalecos, uniformes, radios y armas.

Las unidades reciben del departamento de planeación la

programación del número de la ventanilla del departamento de morralla o resguardo en donde recogeran los valores a transportar, así como su correspondiente hoja de ruta en la cual se indican las entregas a realizar; ya teniendo lo anterior se dirigen al área de resguardo o morralla en donde reciben los valores, entregan documentos y firman de conformidad si no hay ningún problema. Para las unidades es primordial el tiempo, por ello solo tienen 15 minutos como límite de retraso, el cual no debe excederse. Durante la entrega de valores a los clientes las unidades se reportan a la empresa por medio de un radio de banda civil, dando a conocer cual va siendo su recorrido y que problemas se les han presentado, ésta información la va conociendo el jefe de rutas para auxiliarlos en cualquier inconveniente que surja. Cuando terminan su ruta, es decir cuando terminan de entregar o recoger los valores regresan a la empresa, entregan valores en resguardo o morralla, revisan papelería, entregan su equipo de seguridad, así como también la unidad blindada, dejándola abastecida de combustible.

A continuación se presenta el diagrama de proceso de recorrido de las actividades que se realizan en este departamento.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL PRODUCTO

DEPARTAMENTO : UNIDADES BLINDADAS. AREA : UNIDADES BLINDADAS. ACTIVIDAD : TRANSPORTACION DE VALORES	FECHA : ENERO, 1991 METODO : ACTUAL RESPONSABLE:	HOJA : 1/1
DESCRIPCION		OBSERVACIONES
1. Recoger bitácora de actividades. 2. Ir hacia el área de resguardo a barrallas. 3. Recibir valores. 4. Entregar papelería correspondiente a los valores. 5. Firmar de conformidad. 6. Entregar valores a clientes en su domicilio. 7. Recoger valores de clientes en su domicilio. 8. Regresar a empresa. 9. Entregar valores. 10. Revisar papelería de ruta. 11. Entregar bitácora de actividades. 12. Ir a área de entrega de equipo. 13. Entregar equipo de seguridad y unidad blindada.		A jefe de ruta.     Hasta terminar ruta.  Al finalizar ruta.   Junto con jefe de rutas.    Termina operación de transportación de valores.
RESUMEN		OBSERVACIONES
TOTAL DE ACTIVIDADES	7    5    0    1    0	

Se procura que las jornadas de las rutas tengan una duración de 8:30 hrs., pero hay ocasiones en las que por falta de unidades la jornada se alarga hasta 10:30 hrs., esto se debe al mantenimiento que se les da, como pueden ser afinaciones, sustitución de refacciones, cambios de aceite, alineación, balanceo, etc., también depende de la habilidad de los operarios para las entregas, así como los horarios, las distancias, las zonas de la ciudad, el número de entregas, la cantidad de bolsas y cajas a entregar, situaciones inesperadas con los clientes, embotellamientos, el programa de hoy no circula, días especiales (como los que coinciden con el pago de nóminas de decenas, quincenales, semanales, etc.) en los que las unidades blindadas realizan un mayor número de entregas que las acostumbradas, entre otros problemas.

El recurso humano de la empresa requiere de vacaciones, incapacidades, capacitación, que aunado al fenómeno del ausentismo reduce el número de operarios de tal manera que el área no trabaja a su capacidad de horas-hombre contratadas.

A través de la descripción anterior se pueden visualizar algunos de los problemas a los que se enfrenta esta empresa, por ello al hablar con el personal del área de unidades blindadas que se encuentra diariamente con estas dificultades, se detectaron problemas que pueden solucionarse con las siguientes sugerencias: la descentralización de rutas, es decir que existan varios módulos ubicados en diferentes lugares, de tal manera que el tiempo, distancia e inesperados se reduzcan. Otra sugerencia es el equilibrio de las rutas, es decir disminuir el número de entregas excesivas, para tratar de equilibrar las cargas de trabajo. Otra situación que se ha detectado, es el gasto de combustible, por lo cual se ha pensado crear un control mediante un dispositivo a través del cual se pueda medir distancia contra gasto de gasolina, lo que daría una idea de los recorridos realizados ayudando a establecer el costo del servicio y evitando abusos. Una idea más que se propone es formar grupos de unidades blindadas, y que cada grupo cuente con un mecánico y una ruta de

seguridad que les brinde ayuda y protección durante la jornada de trabajo.

Para lograr que algunas o todas las sugerencias anteriores, se realicen como proyectos es necesario presentar datos, análisis y estudios a los directivos para que puedan comparar la factibilidad de tales ideas y apoyen su realización, por ello el personal del área mencionada requirió del auxilio de la Ingeniería Industrial, para lograr mejoras en el sistema de tal forma que su eficiencia y su productividad aumenten. Pero por el giro de la empresa, mucha de la información necesaria para estos estudios no fue proporcionada por ser confidencial.

El objetivo de este análisis era obtener el tiempo estándar de las rutas, para lo cual se necesitaba el muestreo de estas, obteniéndose con ello un resultado confiable. Como se puede notar en base a la duración de los recorridos y a la cantidad de más de 200 rutas, se requiere de un gran número de muestras para un pequeño grupo de analistas, lo que significaría meses de recolección de información. Por lo que se buscó obtener información de otra fuente, y en este caso se recurrió a la información histórica, para justificar las muestras representativas que se tomaran durante el estudio, sin embargo había que estudiar la confiabilidad de la información, debido a que fue tomada por el personal de la empresa, quienes en muchos casos la alteran, ya que utilizan el tiempo de trabajo para otras actividades ajenas a él.

Después de estudiar estos problemas y tratando de continuar con el análisis se pensó en elaborar un modelo matemático que representara el sistema del departamento de unidades blindadas, para esto es necesario tomar en cuenta todas las variables que intervienen en el transporte de valores, entre las cuales se encuentran la distancia, la cantidad de dinero, el peso del dinero, el número de clientes, el tipo de servicio, la zona, la hora, el día, el tráfico y muchas más que crean un modelo matemático complejo cuya solución tal vez no sería la óptima, además la respuesta al modelo matemático no asegura que pueda ser

la mejor para el sistema real. Lo que llevo a concluir que para realizar este estudio se necesitaria mucho tiempo, muchos recursos humanos y economicos, además de la autorización para conocer toda la información confidencial, por lo que su costo seria muy elevado, y tal vez no se obtendria un tiempo estandar confiable ni una solución óptima a cada uno de los recorridos de las rutas. Se llegó a concluir también que este tema seria parte de otra investigación, por su extensión y complejidad.

El proyecto se mostró ambicioso e interesante, pero sin el apoyo de la empresa no fue posible realizar su estudio.

**CONCLUSIONES**

**Y**

**COMENTARIOS**

## CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

La obtención de modelos matemáticos para determinar el tiempo estándar en cada uno de los departamentos, así como el planteamiento de sugerencias, y propuestas de algunos métodos encaminados a reducir los tiempos actuales, es una labor ardua, debido a que se invirtieron meses en el muestreo de las actividades realizadas. Sin embargo después de meses de trabajo se lograron obtener los datos necesarios para realizar el estudio, que sin tener la intención de ser exhaustivo pretende ser práctico, y además ser un indicador para evaluar la productividad de la empresa, y una herramienta para que posteriormente se establezca un sistema de remuneración justo.

En el estudio se lograron obtener mejoras en los métodos, que permitieron balancear las cargas de trabajo, mejorar la distribución del lugar, eliminar actividades inefectivas, así como también disminuir el esfuerzo físico de los operarios.

El estudio de métodos realizado no se pudo concluir en su totalidad, pues las fases de implantar y mantener en uso no dependieron del grupo de analistas, y sí de la gerencia de la empresa, quien además dejó muy claro el hecho de que las mejoras propuestas debían adaptarse a los recursos ya existentes en los departamentos analizados, por lo que no se contó con el apoyo económico de la empresa, y consecuentemente las mejoras planteadas en este trabajo se limitan a aquellas de bajo presupuesto, es decir, se mencionan como propuestas las que se consideran que representan un menor costo para su implantación.

Las propuestas sobre ergonomía, que se plantearon a la empresa fueron desechadas, por indiferencia hacia las condiciones de trabajo de los empleados, sin embargo se mencionan algunas, aunque la investigación realizada no se enfocó a esta rama de la

Ingeniería Industrial.

El trato directo con la gerencia y con el personal operativo permitió obtener una gran experiencia en el campo de las relaciones laborales y el comportamiento humano. Con referencia a lo anterior se concluye que el Ingeniero Industrial puede ser un lazo que une a la parte operativa con la parte directiva de la empresa.

Esta clase de análisis ayuda a obtener parámetros con los cuales medir el rendimiento de los trabajadores, una de las aplicaciones de la obtención de los rendimientos es el que la productividad en un departamento aumente, sin embargo esto depende de la gerencia, ya que si no dirige y canaliza adecuadamente la información obtenida, no servirá de nada que se tengan establecidos los tiempos estándar y que se hayan realizado las mejoras y propuestas.

Los directivos de la empresa deben involucrarse en los problemas de los trabajadores, proporcionar atención y disposición para mejorar estas situaciones.

El objetivo principal del trabajo no era la mejora de métodos, pero debido a la diversidad de formas para efectuar las actividades y la inquietud de los analistas, fue necesario establecer el método más común para efectos del estudio, y después se plantearon propuestas que involucraran el mínimo de recursos y que mejoraran los métodos actuales, ya que se detectaron aspectos que no respetaban los principios del estudio del trabajo, ni otras técnicas de la Ingeniería Industrial.

Se sugiere que la empresa se someta a un análisis factorial, por que muchos de los problemas de las áreas operativas tienen origen en la parte administrativa, además de que se observa que no existe interacción entre las partes que conforman la empresa.

Los departamentos analizados carecen de una buena planeación, por lo que muchas de las deficiencias detectadas en ellos desaparecerían si ésta estuviera presente, ya que es muy importante para el óptimo funcionamiento de un sistema productivo.

El que se permitiera el acceso a personas externas a la empresa es una actitud positiva, ya que se detectaron de una manera mas sencilla todos los factores que entorpecen el desarrollo de las actividades que se realizan en ella.

La búsqueda de la información fue ardua, ya que se obtuvo por varias fuentes, por que aunque el departamento de recursos humanos quería resultados del estudio, los otros departamentos estaban en contra de la realización del mismo, y los directivos no querían que la información recabada se utilizara con fines delictivos. Ante esta situación los analistas buscaron por todos los medios a su alcance, como son: los operarios, los empleados del área operativa, los empleados de recursos humanos, los gerentes y las muestras obtenidas por los analistas. Otro problema que generó la falta de información y de comunicación fueron las reacciones de los operarios de los departamentos estudiados, ya que al enfrentarse a ellos fue difícil convencerlos del objetivo del estudio, y que permitieran la aplicación del mismo.

La utilización de elementos matemáticos para la obtención de los tiempos estándar ofrecen la seguridad de que si los datos muestreados son confiables, el resultado matemático también lo es. Los modelos matemáticos permiten que éste estudio sirva para obtener el tiempo estándar de un amplio rango de valores, esto significa que el usuario podrá obtener el tiempo en el que se realiza el número de piezas que necesite de una actividad determinada, para programar la producción.

A lo largo del trabajo se observó que tanto el número de muestras como los modelos matemáticos a los que se llegaron son representativos de las actividades estudiadas.

Cuando el trabajo se realiza por hombres y máquinas, la determinación del tiempo estándar depende en gran medida del equipo con el que se desarrollan las operaciones, por tal motivo la empresa debe preocuparse por el mantenimiento y el estado en el que se encuentra el mismo.

Las medidas de seguridad de algunas áreas son excesivas,

pero necesarias, por esta razón se utilizó más tiempo en recabar las muestras. Además, esto limita mucho las propuestas, ya que se realizan operaciones innecesarias para realizar una actividad, pero indispensables para la seguridad en el control de los valores que maneja la empresa.

Al realizar este estudio se detectó que pese a que algunos directivos de la empresa tenían el deseo de mejorar su sistema productivo, existían algunos otros que querían mantener las estructuras de organización ya existentes, lo cual no permitió efectuar modificaciones sustanciales. Este tipo de problemas se presenta hoy en día en muchas empresas, sin embargo, es importante convencerlas y cambiar su mentalidad, para llegar a una modernización que permita el mejor desarrollo del país.

El trabajo desarrollado muestra que toda compañía a pesar de ser líder en el mercado, no siempre trabaja a toda su eficiencia y con su máxima productividad, por lo que siempre será posible desarrollar mejoras, para modificar de manera efectiva las actividades del área productiva, con esto se podrá seguir compitiendo con las otras empresas y continuar siendo líder en su ramo. Lo anterior también servirá para estar preparados ante la futura apertura que se dará con el tratado de libre comercio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFIA

Antis, William; Honeycutt Jr., John; Koch, Edward; "Los Movimientos Básicos del MTM", 3<sup>ra</sup> ed., Editorial Herrero Hermanos, S.A. de C.V., México, 1973.

Hopeman, Richard J., "Administración de Producción y Operaciones. Planeación. Análisis y Control-", 1<sup>ra</sup> ed., Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, 1989.

Krick, Edward V., "Ingeniería de Métodos", 1<sup>ra</sup> ed., Editorial Limusa, S.A., México, 1982.

Molina, Palomares, Carlos; Sánchez, Mejía, Carlos; Hernández García Silvina; "Apuntes de Estudio del Trabajo", Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, México, 1984.

Nievel, Benjamín W., "Ingeniería Industrial Metodos, Tiempos y Movimientos", 3<sup>ra</sup> ed., Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V., México, 1990.

Oficina Internacional del Trabajo Ginebra, "Introducción al Estudio del Trabajo", 3<sup>ra</sup> ed., Editorial Oficina Internacional de Trabajo, Reino Unido, 1986.

Olivera, S., Antonio; Zuñiga, B., Sergio; "Serie de Probabilidad y Estadística No. 7. Regresión y Correlación", 1<sup>ra</sup> ed., IMPOS editores, S.A., México, 1977.

## **INDICE TEMÁTICO**

## INDICE TEMATICO

Análisis de tiempos. Departamentos de sellado y engrapado	51
Balanceo de la línea. Sellado engrapado y revisión	99
Departamento de morralla	118
Departamento de resguardo	193
Departamento de revisión	86
Departamento de sellado y engrapado	1
Departamento de unidades blindadas	230
<b>Diagramas</b>	
Bimanual (MTM). Preparación de ruta	204
Bimanual (MTM). Separar recibos de contrarecibos (papel carbón)	83
Bimanual (MTM). Separar recibos no procesables en máquina	85
Bimanual (MTM). Separar recibos y contarecibos engrapados	82
Bimanual. Colocar paquetes de morralla en cajas de cartón, actual	131
Bimanual. Engrapado recibos con bolsa en mano, actual	20
Bimanual. Engrapado recibos y bolsa con propaganda, actual	24
Bimanual. Engrapado recibos y bolsa con propaganda, propuesto	38
Bimanual. Engrapado recibos, actual	17
Bimanual. Engrapado recibos, propuesto	35
Bimanual. Sellar nómina, actual	12
Bimanual. Sellar nómina, propuesto	31
de Proceso. Acomodo de ruta, actual	134
de Proceso. Cuadre físico, actual	201
de Proceso. Empaquetado de morralla, actual	129
de Proceso. Entrada de valores, actual	195
de Proceso. Entrada de valores, propuesto	198
de Proceso. Entrada y salida de valores (Morralla), actual	120
de Proceso. Entrada y salida de valores (Morralla), propuesto	122
de Proceso. Recuento de morralla, actual	124
de Proceso. Recuento de morralla, propuesto	127
de Proceso. Revisión de nómina.	89
de Proceso. Salida de valores (Morralla), actual	136
de Proceso. Salida de valores (Morralla), propuesto	138
de Proceso. Salida de valores (Resguardo), actual	209
de Proceso. Sellado engrapado y revisión de nómina, propuesto	115

de Proceso. Sellado y engrapado de nómina, actual	6
de Proceso. Transportación de valores, actual	233
Esquema mesa de trabajo de los acomodadores	191
Hombre-Máquina. Abastecimiento	186
Estudio de tiempos	40
Fórmulas del método de mínimos cuadrados	62
Gráficas	
Operación de sellado. Estudio de tiempos	61
Operación de sellado. Tiempo estándar	65
Operación de engrapado. Estudio de tiempos	72
Operación de engrapado. Tiempo estándar	73
Operación de revisión. Estudio de tiempos	97
Operación de revisión. Tiempo estándar	98
Sellado, engrapado, revisión. Gráfica de tiempo estándar	100
Sellado, engrapado, revisión. Eficiencia de la línea original	105
Sellado, engrapado, revisión. Tiempo estándar balanceado	108
Sellado, engrapado, revisión. Eficiencia de la línea balanceada	112
Sellado, engrapado, revisión. Comparación eficiencia de la línea	113
Entrada de valores (Morralla). Datos registrados	147
Entrada de valores (Morralla). Tiempo ajuste por trabajador	148
Entrada de valores (Morralla). Tiempo estándar	149
Salida de valores (Morralla). Datos obtenidos	155
Salida de valores (Morralla). Ajuste por trabajador	156
Salida de valores (Morralla). Tiempo estándar	157
Recuento. Datos seleccionados	163
Alimentador. Actividad principal	164
Salida de valores (Resguardo). Tiempo estándar	220
Cuadre físico. Tiempo estándar por persona	225
Entrada de valores (Resguardo). Tiempo estándar	228
Hoja de estudio de tiempos	44
Llenado de hoja de estudio de tiempos	46
Obtención del número de la muestra	53
Principios de economía de movimientos	28
Tablas de tiempos predeterminados	75
Tiempo estándar de la línea para producir un cartucho	170
Tiempo estándar de la operación de engrapado	66
Tiempo estándar de la operación de entrada de valores (Morralla)	140

Tiempo estándar de la operación de recuento	158
Tiempo estándar de la operación de revisión	91
Tiempo estándar de la operación de salida de valores (Morralla)	150
Tiempo estándar de la operación de salida de valores (Resguardo)	213
Tiempo estándar de la operación de sellado	55
Tiempo estándar para el armado de cajas	183
Tiempo estándar para el supervisor de máquina	179
Tiempo estándar para la operación de acomodo	176
Tiempo estándar para la operación de cuadro	221
Tiempo estándar para la operación de entrada de valores (Resguardo)	226
Tiempo estándar para la operación de pegado	174
Tiempos predeterminados	74
Therbligs	10