

30  
2ei



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGÓN

**“REDISTRIBUCIÓN Y APLICACIÓN DE  
TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN UNA  
PLANTA INDUSTRIAL”.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

**MAURILIO MUJICA HERNANDEZ**

**ASESOR: ADRIAN ISLAS ARGUELLO**

México

1999

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

276123



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
CAMPUS ARAGÓN  
JEFATURA DE AREA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA II  
MEXICO

LIC. CARLOS E. LEVY VAZQUEZ  
DIRECTOR DE LA ESCUELA NACIONAL DE  
ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
PRESENTE

San Juan de Aragón, Edo de México a 11 de Marzo de 1999

Con motivo de haber acreditado la totalidad de materias del Plan de Estudios Vigente en la Carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, solicito tenga a bien autorizar al C  
ING. ADRIAN ISLAS ARGUELLO

como Director de Tesis cuyo Título y Capitulado anexo a la presente

Esta Designación la hago en virtud de haber cumplido con el plan de estudios de la carrera de INGENIERIA MECANICA ELECTRICA, para el desarrollo de el trabajo de tesis presente con el capitulado anexo.

No dudando que me será favorecido en mi solicitud, agradezco la atención que se sirva prestar a la presente

ATENTAMENTE:

Nombre:	Maurilio Mújica Hernández
Número de Cuenta:	8812357-8
Ira Inscripción	91-1
Ultima inscripción	98-1
Fecha en que acredite la última as. gatura	98-2
Firma del alumno	

DOY GRACIAS A DIOS.

Por brindarme la vida como un don  
muy especial, y por darme la bendición  
de tener unos padres maravillosos,  
y por darme la oportunidad de realizarme  
en la vida.

A LOS PROFESORES.

Por brindarme sus conocimientos,  
su amistad y comprensión, dentro de una  
familia que formamos todos de alguna  
manera dentro de la UNIVERSIDAD  
durante nuestra vida académica dentro  
de ella.  
GRACIAS.

A LA UNIVERSIDAD.

Por brindarme un lugar dentro de sus aulas  
para que en ellas desempeñara mi vida  
académica y pudiera realizar una carrera.

## CAPITULADO

	pag.
1) INTRODUCCION	4
1.1) LOS ANTECEDENTES GENERALES Y EL ENTORNO A LA COMPANÍA.	7
1.2) LOS ANTECEDENTES DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION.	9
2) TECNICAS Y PROCESOS.	15
2.1) MATERIA PRIMA.	15
2.2) PROCESOS QUE SE REALIZAN.	16
2.3) PROCESO DE IMPRESION.	16
2.4) PROCESO DE LAMINACION.	16
2.5) PROCESO PARA EFECTUAR LAQUEADO.	21
2.6) PROCESO PARA ENCERAR.	21
2.7) PROCESO DE CORTE.	23
2.8) PROCESO PARA REALIZAR EL REALZADO.	24
3) METODO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS APLICADOS AL PROBLEMA.	25
3.1) ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTO.	25
3.2) ELEMENTOS PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE DEMORAS.	29
3.3) COMO MEDIR EL PORCENTAJE DE UTILIZACION.	34
3.4) MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD.	35
3.5) METODOLOGIA DE LAS TECNICAS.	36
3.6) EJEMPLO SOBRE UNA MAQUINA DE IMPRESION.	39
3.7) EJEMPLO SOBRE UNA MAQUINA DE CORTE Y GRABADO.	55
3.8) EJEMPLO SOBRE UNA MAQUINA DE CORTE SIMPLE.	68

	3
	pag.
4) REDISTRIBUCION DE LA PLANTA .	78
4.1) TECNICAS UTILIZADAS DE DISTRIBUCION DE PLANTAS.	78
4.3) REDISTRIBUCION DE LA PLANTA.	85
4.4) PROPUESTA DE REDISTRIBUCION NUM. 1.	87
4.5) PROPUESTA DE REDISTRIBUCION NUM. 2.	89
4.6) PROPUESTA DE REDISTRIBUCION NUM. 3.	91
4.7) ELECCION DE PROPUESTA.	93
4.8) COMENTARIOS HECHOS POR PERSONAL OBRERO.	95
5 ) CONCLUSIONES.	99
A P E N D I C E.	102
B I B L I O G R A F I A.	127

## REDISTRIBUCION Y APLICACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN UNA PLANTA INDUSTRIAL.

### 1) INTRODUCCION:

Cuando se establece un propósito principal como es el de realizar un trabajo de esta naturaleza, que es el de brindar a una comunidad un bien o servicio que de tal forma a su vez resuelva un problema que en ella se presenta como en este caso se hace presente en una planta industrial.

Y cuando se ha elegido este tema de trabajo, se efectúa con el fin de mejorar las condiciones actuales de un conjunto de productos, que teniendo una buena calidad y manteniendo un costo adecuado para la situación que actualmente se hace presente, podrán tener una mejor aceptación en el mercado ya que podrán ser adquiridos por un mayor número de personas.

Como es bien sabido en la actualidad la industria mexicana atraviesa por una etapa muy difícil, ya que la apertura comercial que se ha establecido últimamente obliga a elaborar productos con mayor calidad a un menor costo. Y una de las herramientas principales que tendrán que utilizar los empresarios para lograrlo, será el implementar nuevas técnicas de producción.

Comenzaremos por hablar del departamento de papel convertido de la industria ALMEXA, ya que en esta se tienen deficiencias notables en lo que a métodos de producción se refiere: el recorrido del material es excesivo en algunas de las rutas de producción; la distribución de la planta que actualmente tiene y en especial el área de producción se debe principalmente a una subsecuente serie de ampliaciones, las cuales se han efectuado debido al incremento en la demanda del producto, desafortunadamente estas expansiones no se planearon para establecerse en forma definitiva, sino que únicamente para solventar el problema que en ese momento se presentaba; los métodos de trabajo que se realizan no son los adecuados y cada operador trabaja conforme

a su experiencia que en mayor parte es empírica y a conocimientos adquiridos en otras empresas.

Efectuando un análisis minucioso de lo que ocurre en la planta se desprende que visiblemente esos son solo algunos de los problemas serios con los que cuenta la empresa, debido a que los problemas mas pequeños deben ser resueltos inmediatamente por los encargados del área en que estos se presenten.

Los fines principales de este trabajo son dar alternativas que sean factibles, es decir que al hacer uso de ellos se eliminarían los problemas de los cuales se hace mención en este trabajo, aun cuando cabe mencionar que dichas soluciones quedan expuestas a análisis, debido a que se debe considerar tiempo que se lleva en efectuar los cambios y costos de los mismos.

En el capítulo 1, se presenta una reseña de los antecedentes de la compañía así como la correspondiente a la del departamento de producción.

En el capítulo 2, se efectúa una descripción de las técnicas de producción que se realizan en este departamento, y se da una descripción detallada de las características de la materia prima principal para elaborar el producto del papel convertido como comúnmente se le conoce en esta empresa por los trabajadores.

En el capítulo 3, se presentan las diversas técnicas de las que ocupan los ingenieros en la industria y que se utilizaron, para lograr los objetivos planteados al principio de esta tesis. Se anexan dos ejemplos reales donde se aplican estas técnicas.

En el capítulo 4, se refiere la distribución actual que presenta la planta, y a las aplicaciones reales de distribución que se proponen para mejorarlas. Y también en este capítulo, se realiza una breve semblanza de la experiencia de uno de los trabajadores que laboran en esa industria, en dicha semblanza nos habla de su trato con personal sindicalizado y personal de la gerencia.



Y finalmente el capítulo 5, refiere a las conclusiones referentes a la elaboración de este trabajo.

Yo creo que esta tesis puede ser de gran utilidad para muchos compañeros que no han tenido la oportunidad de trabajar en el campo de la ingeniería industrial y que de alguna forma somos la mayoría, cabe señalar que con este trabajo realizado a forma de proyecto para la materia de PROYECTOS DE INSTALACIONES INDUSTRIALES y de la materia de SEMINARIO DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA, me dio una visión más amplia de lo que implica ser ingeniero por las constantes investigaciones recopilación de información y de la observación directa en que se lleva acabo la producción en ALMEXA.

*Objetivos:*

- *Elevar la productividad.*
  
- \* *Reducir el manejo de materiales en base a una nueva distribución de planta.*
  
- \* *Establecer nuevos métodos de trabajo y o mejorar los ya existentes.*

## 1.1) LOS ANTECEDENTES GENERALES Y EL ENTORNO DE LA COMPAÑÍA.

Este trabajo de tesis se aplicará en un departamento de producción que pertenece a la compañía ALMEXA S.A., y dicho departamento se denomina "PAPEL CONVERTIDO".

Esta empresa denominada ALMEXA, pertenece al grupo aluminio S.A. de C.V.; el cual se creó en los primeros meses del año de 1985, tras la compra de las acciones del grupo "ALCAN ALUMINIO S.A. de C.V."; dichas acciones del grupo aluminio pertenecen en su mayoría, a inversionistas mexicanos, el resto de las acciones se encuentran en poder de la compañía "ALCOA" (Aluminium Company of América).

El grupo aluminio, es del tipo de empresas denominadas "HOLDING", las cuales usualmente no cuentan con personal, sino que únicamente son poseedoras de acciones. El grupo se dedica principalmente, a la transformación de aluminio en bienes elaborados y semielaborados y, consecuentemente, a la venta y distribución de estos mismos, en el mercado nacional principalmente y, en menor escala, en mercados Centroamericanos del Caribe y de los Estados Unidos.

El grupo aluminio está formado por varias empresas como son:

- \* ALUMINIO S.A. de C.V. (ALUMSA), la cual se encuentra localizada en Jalapa Veracruz.
- \* ALMEXA ALUMINIO S.A. de C.V. (ALMEXA), la cual se encuentra en Tlaxpetlac, en el Estado de México.
- \* Otra de las empresas es ALUMEX S.A. de C.V., ubicada en el estado de Puebla.
- \* También esta la empresa ALUPAK, la cual se localiza en Tlalnepantla, en el estado de México.

- Y, por último, la empresa NELTZA (ALUVAN), localizada en Atizapan de Zaragoza, en el estado de México.

La empresa, que actualmente se le denomina ALMEXA, fue fundada en el año de 1944, con la razón social de Aluminio Industrial Mexicano. En el año de 1947, se dio inicio a la operación del nuevo departamento de Alpaste, en donde se fabrican los pigmentos de aluminio para las pinturas y se lamina el primer lingote. En 1953, se llevo a cabo la primera extrusión de un perfil.

La primera expansión de la compañía, se realizó en el año de 1960, ya que se instalaron hornos de refusión, de laminadores en caliente, de molinos laminadores para calibres más pequeños, así, como la instalación de una prensa de extrusión.

En el año de 1968, en la compañía se llevo a cabo un cambio de accionistas, por lo que se tuvo como consecuencia una segunda expansión, se instalaron líneas de soldadura en los laminadores y, se incremento en núm. de máquinas laminadores, laqueadoras e impresoras del departamento de "papel convertido".

En el año de 1979, se logró la instalación de dos máquinas más, en el mismo departamento. Pero, el cambio más reciente que se efectuó en la compañía fue en el año de 1986, que fue el traslado del departamento de refusión a la planta que esta ubicada en Veracruz (ALUMSA), y del departamento de extrusión a la planta de Puebla (ALUMEX).

Para darnos una idea del entorno económico de la compañía, observaremos el estado de origen y aplicación de recursos (el llamado también flujo de efectivo o en inglés CASH FLOW), de periodo comprendido entre septiembre y diciembre de 1989.

Este estado de aplicación y origen de recursos, muestra en donde y por qué concepto se generaron los fondos o dinero con que cuenta la compañía, así, como las aplicaciones que se hicieron de esos fondos y dineros.

Para poder hablar de donde provienen los recursos tenemos que hacer mención de el origen de ellos: como es de las ventas netas del cual se obtuvo hablando en porcentajes de un (94%), las inversiones que se realizaron en la empresa (5%), prestamos de bancos e instituciones financieras(1%), las aportaciones de los accionistas (menos del 1%), de ventas de muebles, equipo de desuso y desperdicios (menos del 1%), es decir en cuanto al total de una generación global de efectivo se tuvo 174,759 millones de pesos (100%).

Y teniendo en cuenta el efectivo de salida, es decir los egresos en cuanto a los costos de ventas, los pagos de impuestos, gastos administrativos, ventas y asistencias técnicas, así como el movimiento neto de capital de trabajo que incluye cuentas por cobrar, inventarios y otros activos, además las inversiones de activos fijos, pagos de prestamos, diferencias en tipos de cambios por deudas hicieron un total de 175,989 millones de pesos, y como consecuencia se tuvo que al cabo de fin de periodo al efectuar las deferencias se tenía un total de 63,636 millones de pesos.

## 1.2) ANTECEDENTES DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION.

El dicho " papel convertido ", es el papel de aluminio con un aporte de material, ya sea de papel, cera laca, tinta, poliestireno, etc. El papel de aluminio fino, es el papel aluminio con un espesor desde 7.5 hasta 51 micras.

Al principio de sus operaciones, el departamento de, que denominaremos solamente de "convertido", se encontraba en la misma nave que el departamento del " papel natural ", pues se contaba con muy pocas máquinas

para trabajar el papel convertido, entre las cuales se encontraba una máquina laqueadora y laminador, al igual que una enceradora.

Cuando empezaron las operaciones de convertido, solamente se utilizaban lacas, ya que la tinta aun no era utilizada en el proceso. Estas lacas estaban preparadas para ser utilizadas solamente en un lapso de tiempo que comprendía las 24 horas siguientes, pues los programas también de producción eran muy cortos, y a lo máximo se preparaban para ser utilizado en los tres turnos siguientes, para lo cual, se contaba con un laboratorio para el análisis de las lacas, pero, no se tenía un jefe o encargado de laboratorio, para esto, era necesaria la asesoría de una persona, que no era exactamente perteneciente a la empresa la que se encargaba de inspeccionar que las lacas tuvieran las características adecuadas para el tipo de producto que se fuera a realizar. Está claro que esta política no era muy costeable para la empresa ya que la mayoría de las ocasiones de las ocasiones el asesor era de origen extranjero, ya que su conocimiento en la materia era muy estimado, hablando en cuanto a su preparación y a su capacidad de trabajo que éste desempeñaba.

Cuando se empezó a laminar el aluminio con papel, éste último tenía que ser adquirido con parafina en una de sus caras, de ésta forma al realizar la laminación solamente se aplicaba calor, así fue como se inició la utilización del papel para la envoltura de los chocolates.

Posteriormente, en el departamento de papel natural, se adquirieron dos molinos con mayor capacidad de trabajo ( cabe hacer la aclaración que con frecuencia se hará mención, del departamento de papel natural, ya que es el proveedor de materia prima para el convertido ), por lo que se tuvo que adquirir una enceradora con un rango de trabajo mayor y, que además encerará el papel al mismo tiempo que lo laminaba con el aluminio, éste trajo como consecuencia la reducción en el costo de la materia prima, ya que no se tenía que adquirir encerada.

Esto fue la pauta, para la adquisición de una maquina laqueadora - grabadora y, de una máquina laqueadora sencilla.

En el principio de las actividades de "convertido", no se contaba con grúas, polipastos, montacargas, ni con ningún tipo de dispositivo mecánico que realizaría el movimiento de materiales, por lo que todos los movimientos se tenían que realizar de forma manual. Por esta razón las dimensiones de los rollos que se manejaban a decir bien del material en cuanto a su ancho y a su diámetro de los rollos eran muy reducidos, por lo tanto lo anterior traía como consecuencia un descenso considerable en cuanto a productividad.

También, se carecía de racks y de cajas de madera, que facilitarían y asegurarían un óptimo transporte del material. Este material se transportaba en plataformas y con una protección de lamina de aluminio, por lo que el material tenía que estar expuesto con alto riesgo de sufrir daños, por lo que se visualizaba de manera irremediable la necesidad de la adquisición de un montacargas de mediana capacidad por lo menos.

Este fue posteriormente el que permitió a la empresa, mediante su obtención, el permitirse aumentar el tamaño de los rollos de material con que se laboraba.

Como algunos de los calibres, que se utilizaban en convertido, son muy pequeños, para poderlos laminar en los molinos, se tienen que pasar por doble papel a una misma vez por los rodillos, como consecuencia al salir de los molinos, el material se tiene que pasar por una máquina separadora, pues este tipo de máquina separa el papel en dos bobinas independientes: antes sólo se contaba con dos separadoras, una vertical y otra horizontal.

En los inicios del departamento, se elaboraba un papel que se le denominaba "papel deslizante", este material se envolvía en laminas de aluminio, y al meterse al horno se colocaban papas en los costados, los gases que se desprendían de las papas con el calor ayudaban a dar el acabado y las características adecuadas a este material, en los últimos tiempos ya se dejó de efectuar este tipo de proceso y con estos materiales para el papel convertido.

En convertido se tenía la posibilidad de contar con el trabajo de mujeres, en las máquinas hendedoras (cortadoras), en donde se cortaba principalmente el papel para cigarros.

Así pues, el ancho de trabajo era de solo 500 milímetros, por lo que no eran muy pesados o difíciles de manejar, lo cual, hacía factible que trabajaran mujeres en estas máquinas.

#### AMPLIACION POSTERIOR.

Conforme fue pasando el tiempo, la demanda de productos de papel convertido fue creciendo paulatinamente, lo que hacía necesaria la expansión del departamento en todos los aspectos, pero, con la infraestructura con que se contaba no se podía dar abasto a la demanda, por esta razón, se fueron adquiriendo máquinas con una tecnología más avanzada y con mayor capacidad, cosa que hizo, que se separarán los departamentos de papel convertido y el de papel natural.

En el nuevo departamento de convertido, se instalaron polipastos y se utilizaban montacargas, se adquirieron máquinas con mayor capacidad y, se comenzó a dar una nueva visión al departamento. Esto trajo como consecuencia que los anchos y los diámetros de los rollos fueran mayores, cosa que repercutió en un inmediato aumento de la productividad y una mayor eficiencia de los trabajadores. Así, se adquirieron máquinas impresoras y laqueadoras con una tecnología más avanzada.

Al principio se tuvo que contar con una asistencia técnica de extranjeros para poder hacer las primeras impresiones, ya que no se contaba con personal capacitado para realizar tales operaciones. Lógicamente al paso del tiempo, el personal de dicha planta fue adquiriendo el conocimiento necesario de tal actividad hasta que la asesoría de los extranjeros ya no fue necesaria.

En lo que respecta al personal, no es mucha la diferencia, en cuanto al número de trabajadores al iniciar el departamento, así pues a hoy en día, en un principio se tenía en convertido, 70 trabajadores de planta y 20 eventuales aproximadamente; en la actualidad se tienen 91 de planta y 40 eventuales.

En lo que se refiere a supervisores, se tenían dos supervisores para el turno vespertino y para el turno matutino y, uno para el turno de la noche, actualmente se tiene un supervisor para cada turno.

Desde la expansión del departamento se tiene en la mayoría de las máquinas a un operador con su ayudante, a excepción de las laqueadoras e impresoras, en las que se tiene a un operador con dos ayudantes.

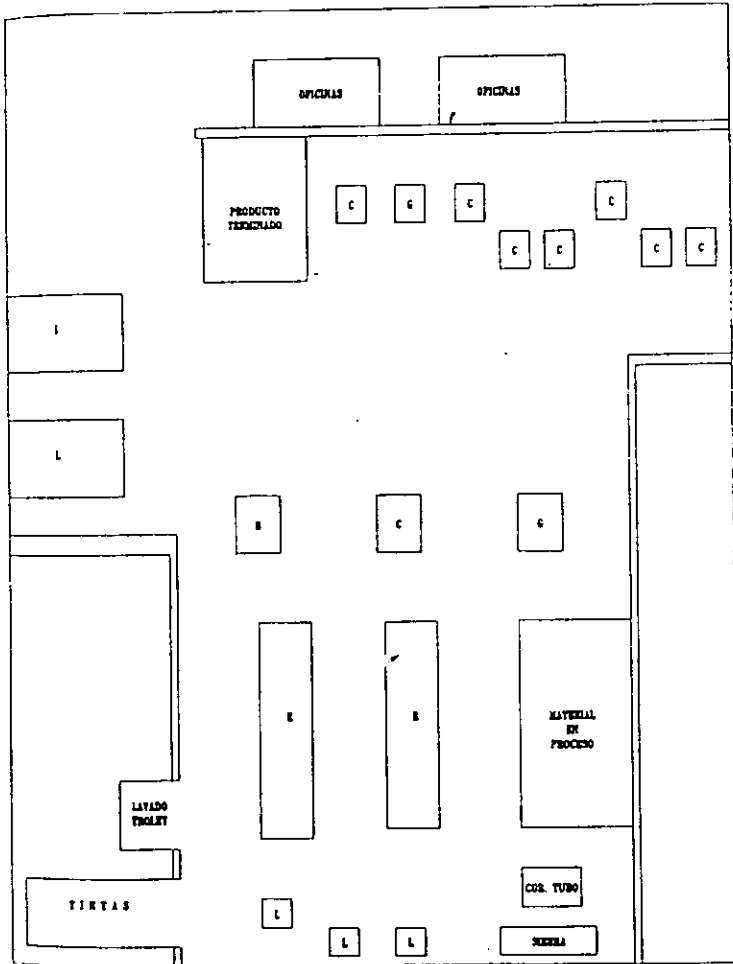
La distribución aproximada, que tenía el departamento después de esta expansión, es la que se muestra en el siguiente diagrama (fig.1.2); las abreviaturas que a continuación se muestra con su significado son las siguientes:

- E = máquina de encerado;
- C = máquina de corte;
- G = máquina de grabado;
- L = máquina de laqueado.

#### NOTAS:

- 1.1) Estos datos fueron tomados de la revista " Grupo Aluminio ", la cual es una revista interna publicada mensualmente, Enero - Febrero 1996.





## CAPITULO 2.

### TECNICAS Y PROCESOS.

#### 2.1) MATERIA PRIMA.

Como el papel de aluminio es la materia prima primordial del departamento de convertido, haremos una descripción detallada de sus características.

El papel de aluminio se puede encontrar en aleaciones suaves, semisuaves y duras. Las aleaciones suaves, son las que se utilizan en papel convertido, el papel se puede encontrar solo y combinado con varios tipos de películas plásticas, papel o cartulinas; utilizando adhesivos, ceras o plásticos para laminarlo.

El papel de aluminio se obtiene por medio de la laminación de lingotes. Estos lingotes pasan por diferentes tipos de laminación y molinos que lo van haciendo cada vez más delgado hasta llegar al calibre en que se va a utilizar.

Para calibres muy delgados, se pasan al tiempo dos hojas de papel por entre los rodillos para poder ser laminadas, en este proceso se utiliza como lubricante la gasolina, que evita que las dos hojas de papel se solden, por la temperatura de trabajo y por los calibres tan delgados. Esto provoca que cada hoja tenga un lado brillante (es el que tiene el contacto con los rodillos), y un lado opaco o mate (este lado es el que esta en contacto con la otra hoja de aluminio). Para separar las dos hojas, se pasa la cavidad por una máquina separadora, que separa el papel en rollos independientes para poder ser trabajados.

La superficie del aluminio se oxida inmediatamente al ser expuesta al aire, formando una capa transparente y muy delgada, y prácticamente monomolecular, que impide que el aluminio se siga oxidando. Es sobre esta

capa que se lava, lamina e imprime el papel. El aluminio tiene características muy especiales: ya que no es absorbente, es inodoro, no es

tóxico, no es afectado por la mayoría de los solventes, aceites, grasas, ceras, alimentos, gases, etc.; que lo hacen un material ideal para la elaboración de empaques y tapas adheribles, que son los productos principales de "convertido".

## 2.2) PROCESOS QUE SE REALIZAN.

Los procesos y técnicas que se realizan en este departamento son:

- \* EL PROCESO DE IMPRESION.
- \* EL PROCESO DE LAMINACION.
- \* EL PROCESO DE LAQUEADO.
- \* EL PROCESO DE ENCERADO.
- \* EL PROCESO DE CORTE.
- \* EL PROCESO DE GRABADO.

A continuación se da una descripción más amplia de cada uno de los procesos .

## 2.3) PROCESO DE IMPRESION.

El tipo de impresión que se realiza en el departamento es el rotograbado. La parte de la superficie del cilindro que hará la impresión, son grabados que al microscopio parecen celdas similares a copitas, mientras que las áreas de no impresión permanecen inalteradas.

Ordinariamente el original de línea, tales como para textos y colores sólidos, son celdas grabadas de diferentes tamaños y profundidades. Las tintas que se utilizan son muy delgadas y fluidas y son formuladas de resinas reducibles con solvente o agua.

A medida que el rodillo grabador es entintado, ya sea por un rodillo dosificador o por que el rodillo mismo gire dentro del trolley, las celdas se llenan de tinta, toda la tinta adherida a la superficie del cilindro es retirado por una cuchilla, dejando tinta únicamente en el interior de las celdas, cuando el cilindro de impresión entra en contacto con el papel, soportado por un rodillo de caucho (contraestampa), la tinta de las celdas es transferida al papel por capilaridad, (ver fig. 2.1).

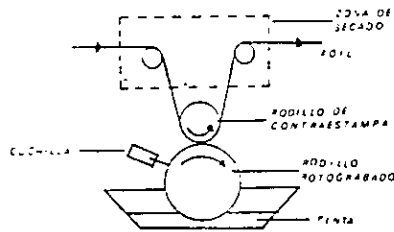


FIG. 2.1 ESTACION DE ROTOGRAVADO

El rotograbado es empleado en la impresión de líneas y medios tonos a altas velocidades y en tirajes de millones de copias.

En "convertido", el proceso de impresión que se realiza es el siguiente. De acuerdo al grabado que tenga el rodillo, al pasar el material por la estación de trabajo se le imprimirá una capa de tinta del color de la estación y con la forma o figura que tenga grabada el rodillo. De aquí pasa por la zona de secado de la estación y se dirige a la estación siguiente, en donde se le aplicará el color correspondiente y así sucesivamente hasta pasar por todas las estaciones de trabajo, en algunas zonas de la impresión los colores quedarán tal cual son.

pero en otras partes se mezclarán y formarán nuevos tonos y colores, a partir de los colores base.

La sincronización entre las estaciones de trabajo es muy importante, ya que si una sola estación se sale de registro, la impresión será defectuosa. Para conservar el registro, el operador se auxilia con unas marcas que van dejando los rodillos grabadores en las orillas del papel

Generalmente, para la impresión del papel de aluminio, se utilizan tintas reducibles en alcohol, aunque, también se usan tintas de poliamidas cuando la resistencia al calor y la grasa no son muy importantes. Con el brillo y la apariencia metálica son uno de los mayores atractivos del papel de aluminio, se recomienda utilizar tintas con mucho brillo y transparencia, para mantener retenida o incrementar esta apariencia. Los solventes más comúnmente utilizados son: el alcohol desnaturalizado con propiedades anhidratadas, propanol, y en pequeñas cantidades ésteres e hidrocarburos alifáticos.

En la impresión del papel de aluminio solo ( sin laminar), el principal problema es tratar de que no se arrugue ni se rompa al pasar por la prensa, la tensión en la impresora debe ser muy controlada, así, como la temperatura de las estaciones de trabajo.

#### 2.4) PROCESO DE LAMINACION.

En el departamento de convertido se utiliza el tipo de laminación en línea. La laminación de película en los empaques flexibles han tenido un crecimiento muy notorio en los últimos años y a sido realizado este crecimiento por convertidores que fueron impresores flexográficos anteriormente.

El primer desarrollo fue el agregar un convertidor térmico (calor y presión), al extremo de salida de la prensa y, combinar dos cintas de celofán recubierto con saran, a medida que entraron más películas al campo de los empaques

flexibles y fue creciendo la necesidad de aumentar la velocidad de producción, se fueron utilizando adhesivos a base de solventes, para la laminación de películas, tanto en un proceso de línea como en los procesos de línea los adhesivos son aplicados en la última unidad impresora de la prensa, y luego se eleva su temperatura en un túnel de secado.

En el siguiente dibujo se puede observar el proceso de laminación en línea

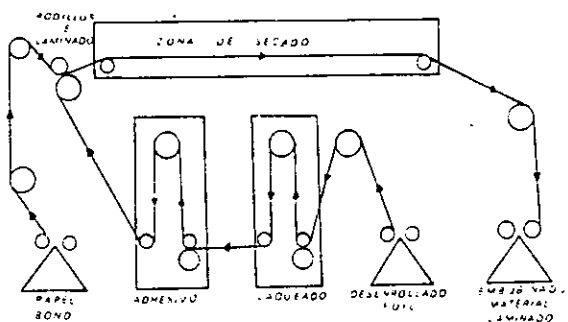


FIG. 2.2 MAQUINA LAMINADORA

El proceso de laminación en "convertido", se realiza de la forma siguiente: el material primario (papel de aluminio), parte del desbobinador y pasa por una estación de trabajo donde se aplica una laca por rotograbado y continúa por una zona de secado. En la siguiente estación de trabajo se le aplica el adhesivo 2.1.

Una vez aplicado el adhesivo, el material secundario ( papel bond, polyetileno de diferentes gramajes, terfane, cartón, papel tissue, etc. ), y ya laminado el material, pasa por una larga zona de secado donde se eliminan las arrugas y se seca completamente el adhesivo, finalmente, el material se recoge en el embobinador de la máquina.

Se pueden laminar tres o mas materiales, realizando varios pases del material por la máquina, esto es, una vez hecha la primera laminación, se pone esta bobina en un desenrollador y se repite esta operación agregando el nuevo material secundario.

Cuando se lamina papel de aluminio, es indistinto sobre qué cara se va a laminar, pero, regularmente se lamina del lado mate, ya que tiene un poco más de rugosidad y esto permite una mayor adherencia.

Para que la laminación sea hecha con una mayor precisión, se requiere de un rodillo recubierto de caucho, para suministrar la presión de laminación, este rodillo debe tener el diámetro de 6", recubierto por una pulgada de caucho con dureza de 80 - 85. El rodillo podrá ser operado hidráulicamente o mecánicamente para aplicar una presión de laminación variable de hasta 100 Psi., y estará ubicado de tal manera que la cinta se envuelva después de laminación un mínimo de 90 grados en el rodillo de acero.

Con la aparición de adhesivos con 100% de sólidos para la laminación de películas, se a incrementado considerablemente el interés por la laminación en línea, usando adhesivos 100% sólidos (sin solventes), se elimina la necesidad de secador y consecuentemente se reduce la longitud de la máquina, también se puede obtener una mayor velocidad de impresión y laminación puesto que se elimina el problema de secado insuficiente o retención de solventes.

Actualmente se cuenta con cuatro máquinas laminadores en el departamento de convertido, cada una con diferentes capacidades y tecnologías.

## 2.5) PROCESO PARA EFECTUAR EL LAQUEADO.

El laqueado es un proceso muy parecido a la impresión pero mucho más simple. También se realiza por rotograbado. El papel de aluminio se pasa por la estación de trabajo donde al entrar en contacto con el rodillo de impresión, se le aplica una capa uniforme de laca, de la misma forma en que la impresión, también pasara por una zona de secado y finalmente se enrollará en la embobinadora.

El laqueado se puede realizar por una o por las dos caras del papel, cuando es por una sola cara, por lo general, se realiza por el lado brillante.

Para realizar el laqueado por las dos caras, el material pasa por dos estaciones de trabajo diferentes, en las cuales se tienen las lacas.

El mayor cuidado que debe tenerse en el laqueado, es que la capa de tinta sea uniforme; esto se logra ajustando con precisión la cuchilla limpiadora del rodillo.

## 2.6) PROCESO PARA ENCERAR.

El encerado es el proceso que se le da a algunos productos ( sobre todo tapas para empaque ), a los cuales se le aplicará calor en un proceso posterior. La cera que se aplica al papel es una cera termosellante, la cual, al aplicarle calor, actúa como un adhesivo entre el aluminio y el material del empaque.

Estos productos se hacen principalmente para las compañías que se dedican al ramo de los lácteos ( yogurths, gelatinas, etc. ), por ejemplo: la tapa del yogurths, se adhiere al envase de plástico por medio de la cera termosellante que tiene el papel de aluminio.



Los pasos que se siguen en el departamento de convertido, son los siguientes: se monta el material, ya impreso, en la maquina enceradora, donde la cera se encuentra en estado liquido a una temperatura de 100 a 120 grados centigrados.

Al pasar el material por la máquina se sumerge en la cera, impregnandose de esta, al entrar la cera con el medio ambiente se solidifica y se adhiere al aluminio para finalmente pasar al embobinador.

El proceso completo se puede observar en el dibujo siguiente

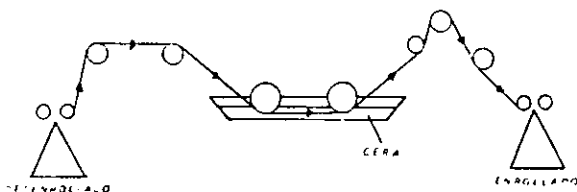


FIG. 2.3 MAQUINA ENCRADORA

El control de calidad de este proceso, es muy importante ya que si no este bien aplicada la cera, el cliente tiene muchos problemas en sus procesos, por lo

que se efectúa un seguimiento muy estricto en cuanto concierne a estos productos.

## 2.7) PROCESO DE CORTE

El corte de material en convertido, se efectúa por medio de máquinas hendedoras o sleeter, y dentro del departamento existen diferentes tipos de estas máquinas, pero todas funcionan con el mismo principio.

Estas máquinas cortan el material por medio de cuchillas de forma circular, las cuchillas se colocan en una flecha y a una distancia determinada entre si para cada producto, esta distancia será el ancho de las cavidades en que se corta el producto - final del proceso.

Los pasos que se siguen para el corte de los materiales son los siguientes: se monta el rollo en el desenrollado de la maquina. Se enhebra el material por entre varios rodillos, para que durante el corte tenga la presión adecuada, después, el material pasa a través de las cuchillas y finalmente se adhiere a las flechas en donde se embobinarán las cavidades. fig 2.4.

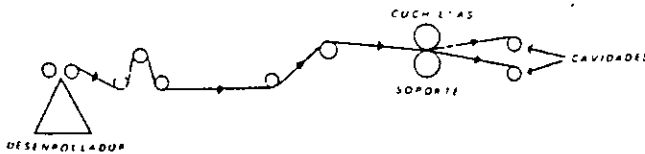


FIG. 2.4 PROCESO DE CORTE

## 2.8) PROCESO PARA REALIZAR EL REALZADO.

Algunos productos de convertido, tienen que llevar un relieve en su presentación. Este relieve se logra con un proceso de realzado o grabado.

Esta operación consiste en pasar el material por entre los rodillos de acero ( uno es el rodillo grabador y otro es el rodillo de apoyo ), el rodillo grabador tendrá sobre su superficie un bajo relieve con la figura o logotipo elegidos por el cliente, el cual se grabará en el material por la presión ejercida sobre éste, por los dos rodillos.

Este proceso se puede realizar ( y de hecho así se efectúa normalmente ), durante los procesos de corte o laqueado, esto es, que en las máquinas cortadoras y laqueadoras se cuentan con dispositivos que permiten montar los rollos y realizar el grabado.

### NOTAS:

2.1) Los adhesivos que se utilizan en el departamento de convertido son:

- adhesivo 200.
- adhesivo ASSN.
- adhesivo AHMS

Todos son base agua, excepto el AHMS al cual se le agrega un catalizador para hacerlo más flexible.

## CAPITULO 3.

### 3) METODO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

#### 3.1) ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

Existen muchas definiciones e interpretaciones de lo que es un estudio de movimientos y tiempos, pero en esencia, todas conducen a un mismo, que es el de el incremento de la productividad.

Si comparamos la definiciones de NIEBEL: “ Es el estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para ejecutar una operación laboral determinada, con la mira de mejorarla, eliminando los movimientos innecesarios, y simplificando los necesarios, y estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia mayor o máxima.” (3.1)

Con la de ANNE G. SHAW: “ El estudio de movimientos comprende la investigación y medida de los movimientos necesarios para la ejecución de cualquier trabajo, su subsiguiente perfeccionamiento y la aplicación de métodos más productivos y más fáciles”. (3.2)

Podemos notar claramente tres factores fundamentales del estudio de tiempos y movimientos:

- a) Análisis de una operación productiva.- Esté análisis se realiza por medio de la observación directa de la actividad y por su descomposición en elementos medibles y fácilmente identificables.

- b) Mejoramiento de la actividad productiva.- Estas mejoras se realizan eliminando todos aquellos elementos extraños o innecesarios y simplificando los necesarios. Además, de agregar si es posible, elementos que mejoren la operación.
- c) Establecer un método mejorado para la realización de la operación, se debe establecer la secuencia que deberán seguir para lograrlo con un máximo de eficiencia.

Estos factores son la parte medular del estudio de movimientos. La eliminación de algunos de ellos implicaría estudios incompletos de poca o casi nula confiabilidad.

El campo de aplicación de estos estudios es muy amplio ya que se pueden utilizar tanto en las diferentes formas de movimientos de materiales a través de una fábrica, como la actividad de un operario en un banco de trabajo o en las actividades de una oficina. Es obvio que estos problemas se atacan con técnicas diferentes, pero el planteamiento fundamental y su análisis son siempre los mismos.

El equipo con que se debe contar para la realización de un estudio es muy variado y va en acorde al tipo de operación que se va a analizar. Pero, en términos generales debe incluir lo siguiente:

- **Cronómetro.-** El tipo de cronómetro a utilizar dependerá del tamaño de los elementos a medir. En la práctica, los más utilizados comúnmente son los de carátula dividida en décimas de minuto y los de centésimas de minuto.
- **Formatos.-** Estos formatos facilitan al analista la recopilación de información a la hora del estudio y en su posterior depuración. La habilidad de hacer formatos prácticos y útiles se adquiere a través de la práctica y es responsabilidad del analista, la creación y el uso de estos formatos.

- **Tabla con sujetador de cronómetro y hojas.-** Esta tabla nos facilitará las cosas al hacer las observaciones de la operación. Deberá de ser de un material ligero pero resistente y tendrá que estar diseñada de tal forma que se amolde al cuerpo humano.
  
- **Flexómetro.-** En muchas ocasiones es necesario efectuar mediciones de diámetros, anchos, alturas, etc. Esta operación es facilitada con un flexómetro práctico y poco pesado ( normalmente uno de tres metros es más que suficiente ).

Los pasos a seguir para la realización de un estudio de tiempos y de movimientos son los siguientes:

- 1) Inspeccionar si existen estudios anteriores sobre esta actividad, y si es así, analizar los factores que se tomaron en cuenta para realizarlo.
- 2) Estudiar los elementos que intervienen en la operación (maquinaria, herramientas, productos, etc.), para analizarlos y entender que importancia tienen para la actividad productiva.
- 3) Efectuar las observaciones que sean necesarias de la actividad, hasta entenderla totalmente.
- 4) Dividir la operación en elementos bien definidos en su inicio y en su fin para poder ser medidos con el cronómetro.
- 5) Tomar todos los datos (con cronómetro), que sean necesarios de cada elemento, así como de todas las demoras y actividades extrañas que se presenten durante la realización del estudio.
- 6) Depurar toda la información obtenida en el estudio.
- 7) Hacer los diagramas, tablas de resumen, lista de sugerencias y gráficas, etc., que se crean convenientes para la entrega del estudio.

8) Cuando se presenta el estudio al responsable del área, se rechazan y se aprueban algunas sugerencias. Cuando se han puesto en marcha estas sugerencias aceptadas, se deberá hacer una revisión para comprobar que se alcanzaron los objetivos que se planearon o de lo contrario, efectuar los cambios que sean necesarios.

Esta secuencia de pasos podrá ser modificada por el analista, dependiendo de su experiencia o del tipo de operación que se va a analizar.

Actualmente, una de las barreras más difíciles de romper para el ingeniero de métodos, es la renuencia al cambio en las actividades. Esta renuencia no sólo es por parte del personal sindicalizado, sino también, por la gerencia de la empresa.

Para muchos trabajadores un estudio de tiempos y movimientos equivale a ser apresurados o forzados en el trabajo, o, en su defecto, que el incremento de la productividad repercutirá en menor salario. Es por esto, que una labor fundamental del analista es de convencer al trabajador de que el incremento de la productividad traerá como consecuencia una reducción en los costos de producción y una gran ampliación del mercado de consumo.

En la industria mexicana, cada vez debe ser mayor el grado de aceptación de los estudios de tiempos y de movimientos, así, como de la ingeniería de métodos en general. Ya que sólo de esta manera se podrá incrementar la productividad y, enfrentar la inflación y la lucha competitiva en el mercado. De lo contrario, muchas empresas, sobre todo medianas y pequeñas, se verán en serios problemas para sobrevivir y el problema del desempleo tendrá un incremento a un mayor de lo que se presenta actualmente.

### 3.2) ELEMENTOS PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE DEMORAS.

“El objeto del análisis y mejora de métodos, es fijar y modificar, perfeccionándolas, las normas de ejecución”. 3.3. Es un procedimiento empleado por el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos, de una actividad con vistas a mejorarla.

Como se vio en el inciso anterior, existen operaciones que aun cuando parezcan perfectas, presentan fallas en los elementos que la componen. Lo que realiza la ingeniería de métodos, es analizar esta operación para “limpiarla” de elementos innecesarios, y depurar los elementos necesarios. Y de esta forma, mejorar la operación.

La experiencia ha demostrado que casi todas las operaciones pueden mejorarse, si se estudian suficientemente. Y, se puede asegurar, que la ingeniería de métodos se puede aplicar a todos los tipos de industria, inclusive las de giro administrativo y de servicios, ya sea, en una planta de operación o en un nuevo proyecto.

El ingeniero de métodos debe tener a su disposición, las herramientas o los medios que lo ayuden a efectuar un buen trabajo en el menor tiempo posible. Uno de estos instrumentos es el Diagrama de proceso.

El diagrama de proceso, es una representación gráfica relativa del proceso o de un proceso industrial o administrativo. Existen diferentes tipos de diagramas de proceso, algunos de ellos son:

- DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN.
- DIAGRAMA DE PROCESO RECORRIDO.



Existen muchos otros tipos de diagramas de proceso, pero para los objetivos de este trabajo de tesis, estos dos son los que más nos interesan.

**DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN.** Se puede definir este diagrama como la “representación gráfica” de todas las operaciones, inspecciones y entradas de material, que tiene lugar en un proceso determinado; indicando las conexiones de los subconjuntos con el conjunto principal mostrado, además, el tiempo y sus tolerancias para cada operación o inspección.

En este diagrama (fig. 3.1), una operación se presenta con un círculo, y tiene lugar cuando intencionalmente se alteran las características de un objeto, ya sean físicas o químicas, o bien, cuando el objeto es estudiado y planeado antes de que se desarrolle un trabajo sobre el.

Una inspección se representa mediante un cuadro, tiene lugar cuando un objeto es examinado para identificarlo, o bien, verificar la cantidad o la calidad de algunas de sus características, es decir, si está de acuerdo con el standard establecido.

Para representar las entradas de material se utilizan una línea horizontal sobre la que generalmente se coloca el nombre del material o su descripción.

Cuando indicamos alguna operación o inspección, se pondrá, a la derecha del símbolo; una descripción breve y específica de la actividad. A la izquierda del símbolo se indica el tiempo que se requiere para llevarla a acabo, y en la parte inferior el herramental y/o la maquinaria se utilizará.

Para indicar las conexiones de los subconjuntos con el conjunto principal, se utilizan líneas horizontales.

Una ventaja del diagrama de flujo de la operación, es que indica cronológicamente toda la secuencia de eventos, para llevar a acabo un proceso, por lo que todas las operaciones e inspecciones se enumeran,

conforme se van sucediendo dentro del proceso. Las operaciones con una serie de números dentro del proceso, y las inspecciones con otra serie. La numeración comienza con el conjunto principal y continúa conforme se van intercalando los subconjuntos.

Un diagrama de este tipo se realiza cuando se requiere registrar todos los detalles de un trabajo o proceso industrial.

Su utilidad estriba en que al tener todas las operaciones e inspecciones en forma gráfica, estas se pueden analizar, con el fin de eliminar todos los elementos innecesarios, cambiar el orden de los elementos para hacer más fluida la actividad y simplificar las operaciones y las inspecciones para realizarlas más fácilmente.



Con este tipo de diagramas, se pueden proponer mejores procesos, basados en mejores métodos o para introducir mejoras en un proceso ya existente en cualquier tipo de industria.

**DIAGRAMA DEL PROCESO DE RECORRIDO.** Este diagrama muestra además de todas las operaciones e inspecciones, todos los transportes, almacenamientos y demoras. En el diagrama, podemos visualizar inmediatamente, que estos tres componentes añaden costos al proceso, ya que una operación agrega valor al producto, así, como una inspección agrega dinero, pero va en favor del valor del producto.

El de proceso de recorrido contiene en general, mucho más detalles que el diagrama de proceso de la operación. Por lo tanto no se adopta como un todo a ensambles complicados, se aplica sobre todo, a un componente de ensamble, para lograr un mayor número de ahorros al fabricar en particular ese componente (fig. 3.2).

Para la elaboración de este diagrama, se utiliza la símbolos siguientes:

○ operación, □ inspección, ⇨ transporte (sucede cuando se desplaza un objeto, de un lugar a otro, excepto, cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección), D demora (sucede cuando las condiciones no permiten la ejecución inmediata sobre el objeto en la estación

de trabajo siguiente),  almacenamiento (sucede cuando un objeto se guarda y protege de trabajos no autorizados);  operación combinada (sucede cuando un operador realiza una operación sobre el objeto y a la vez una inspección).

Este diagrama, también, incluye las informaciones que se consideren convenientes para el análisis, tiempo necesario y las distancias recorridas por el material.

Podemos realizar dos tipos diferentes de diagramas de recorrido.

- El diagrama de tipo de material, presenta el proceso a través de las eventualidades que le ocurren al material.
- El diagrama tipo hombre, presenta el proceso a través de las actividades del hombre.

En general cuando se sospeche que se tiene un número bastante grande de transportes, almacenamiento y demoras en el proceso, es necesario realizar un diagrama de proceso del recorrido con el fin, de visualizar y de reducir el mayor número posible de ellos. A continuación se presentan ejemplos de estos diagramas: VER APENDICE FIG. 3.1, 3.2

## ANALISIS DE DEMORAS.

Una demora o retraso, es una suspensión de la actividad laboral, que no ocurre en un ciclo típico de trabajo. Existen muchos tipos de demoras, entre las más comunes podemos mencionar:

- Demora por balanceo del cuerpo.- Es la suspensión del trabajo productivo, hecho por un miembro del cuerpo, como resultado de la operación de otro, durante el proceso de trabajo útil. Esto es, por ejemplo, cuando un operario este alimentando a mano un torno, estará utilizando la mano derecha, mientras la izquierda permanece inactiva.
- Demoras evitables.- Son las suspensiones del trabajo productivo, debido, por completo, al operador y que no ocurren en un ciclo de trabajo normal. También, se consideran en esta clasificación las operaciones en que incurre un trabajador por falta de un método de trabajo adecuado.
- Demoras inevitables.- Son todos aquellos retrasos que ocurren en la actividad productiva y que están fuera del control del operario. En este tipo de demoras se incluyen las necesidades personales y de fatiga.

Para realizar el análisis de las demoras, observadas en un estudio de tiempos y movimientos, es necesario recopilar en un cuadro todos estos retrasos. Esta cuadro tendrá características especiales que faciliten el análisis de los retrasos, estas características, irán de acuerdo al tipo de operación que se estudió y al giro de la compañía.

Generalmente este cuadro tendrá los datos siguientes:

- Descripción de la demora.
- Símbolo.
- Clasificación (evitable, inevitable, balanceo del cuerpo).
- Frecuencia con que ocurrió.
- Tiempo promedio de retraso.
- Tiempo total de la demora durante el estudio.

Una vez que se haya obtenido este cuadro, nos será más fácil analizar las demoras y tomar las acciones que sean necesarias para reducir al máximo posible estos retrasos. En los ejemplos de estudios de tiempos y movimientos que se presentan en este trabajo se podrá comprender mejor este análisis.

### 3.3) COMO MEDIR EL PORCENTAJE DE UTILIZACION.

El concepto de porcentaje de utilización, es un indicador de el grado de utilización "real" de la maquinaria con que se cuenta en una planta productiva, este porcentaje se obtiene, relacionando el tiempo total productivo con el tiempo perdido en demoras:

$$\% \text{ UTILIZACION} = \frac{\text{T. PRODUCTIVO} - \text{T. DEMORAS}}{\text{T. PRODUCTIVO}} (100)$$

Como se puede observar en este modelo matemático, mientras más pequeño sea el tiempo perdido por demoras, más grande será el porcentaje de utilización. Esto repercutirá en un mejor aprovechamiento de la mano de obra y de los materiales.

Es obvio, que un porcentaje de utilización de 100 %, sería el ideal, pero, definitivamente en la práctica esto es imposible. En la actualidad este porcentaje oscila entre el 70 y el 80 % en el departamento del papel convertido.

Este indicativo de productividad se puede aplicar tanto al trabajo realizado por una máquina, como al trabajo que realice una persona.

### 3.4) MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD.

La palabra **productividad**, se define de muy diversas formas o maneras, sin embargo, existe un acuerdo relativo acerca de ella:

$$\text{PRODUCTIVIDAD.} = \frac{\text{( resultados) TRABAJO PRODUCIDO}}{\text{RECURSOS UTILIZADOS (materiales, humanos, etc.)}}$$

Pero, si en el concepto no existe aun una opinión general. la situación se torna más difícil cuando se necesita establecer las acciones más convenientes para mejorar la productividad.

Aquí es donde el ingeniero industrial, tiene que aplicar todos sus conocimientos y experiencias, para determinar las acciones a seguir en una determinada empresa. Se tiene que analizar todos los factores productivos que intervienen, para poder decidir en cuáles de ellos se aplicarán los cambios para lograr un incremento de la productividad.

Para poder aprovechar todos los recursos en una empresa, es necesario lograr las siguientes condiciones:

- 1.) Integración de la totalidad del personal
- 2.) Mejorar las condiciones obrero - patronales.
- 3.) Una adecuada distribución de la planta.
- 4.) Dirección de técnicas modernas.
- 5.) Buenas condiciones de higiene y seguridad en el trabajo.

6.) Capacitación a todos los niveles.

7.) Utilizar al máximo posible la capacidad instalada.

Logrando esta condición de trabajo, necesariamente tendremos un incremento en la productividad, ya que estaremos trabajando en condiciones agradables y motivantes para que el trabajador rinda y de lo mejor de sí.

Los objetivos que se persiguen al tratar de aumentar la productividad son:

- a) AUMENTO DE MERCADOS.- Al aumentar la productividad, se tendrá un aumento de la producción y una reducción en los costos, de esta forma, el bien o servicio, estará al alcance de un mayor número de consumidores y tendrá una mayor oferta en el mercado.
- b) MEJORAR SALARIOS.- Al tener una mayor productividad, el abatimiento de los costos de producción se reflejará en un aumento de las utilidades de la compañía. De esta forma, la compañía tendrá una mayor posibilidad de brindar mejores salarios a sus trabajadores.
- c) AUMENTAR LA PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS.- Con la utilización de mejores técnicas de métodos y otras técnicas de la ingeniería industrial, se podrá ofrecer un mayor número de productos o servicios.
- d) AUMENTO DEL NIVEL DE VIDA.- Al producir más y mejores satisfactores de necesidades, se tendrán mejores condiciones de vida.

Existen diferentes tipos de productividades, entre las más comunes podemos mencionar:

- **PRODUCTIVIDAD DE PRODUCCION:** Es la relación que existe entre los productos y los insumos que se utilizaron para realizarlos.

$$\text{PRODUCTIVIDAD DE PRODUCCION} = \frac{\text{PRODUCTOS ELABOR.}}{\text{INSUMOS}}$$

- **PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO.-** Es la relación entre las unidades producidas y las horas - hombre empleadas en su realización.

$$\text{PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO} = \frac{\text{UNIDADES PRODUCIDAS}}{\text{HORAS - HOMBRE}}$$

- **PRODUCTIVIDAD ECONOMICA.-** Es la relación que existe entre el costo de fabricación por cada unidad producida, con el costo por la mano de obra.

$$\text{PRODUCTIVIDAD ECONOMICA} = \frac{\text{(unidades producidas)} \times \text{COSTO DE FABRICACION}}{\text{COSTO DE LAS HR - HOMBRE}}$$

- **PRODUCTIVIDAD MIXTA.-** La obtenemos cuando relacionamos el precio de venta con el costo de los insumos.

$$\text{PRODUCTIVIDAD MIXTA} = \frac{\text{PRECIO DE VENTA}}{\text{COSTO DE LOS INSUMOS}}$$

- **PRODUCTIVIDAD TOTAL.-** Es la suma de todas las productividades.

$$\text{PROD. TOTAL} = \text{PROD. PROD.} + \text{PROD. TRAB.} + \text{PROD. ECON.} + \text{PROD. MIXTA.}$$

Por todo lo anterior, podemos resumir que: Para que una empresa cualquiera pueda expandirse y aumentar sus utilidades, necesita incrementar



su productividad y, el instrumento fundamental que crea una mayor productividad, es la utilización de métodos óptimos de trabajo.

### 3.5) METODOLIGIA DE LAS TECNICAS.

Para dar un mayor entendimiento y una mejor idea de todo lo visto anteriormente en este capitulado, se presenta en este inciso, ejemplos reales de estudios de tiempos y movimientos. En estos estudios se incluyen también, ingeniería de métodos, análisis de demoras, porcentaje de utilización y productividad, tal información fue proporcionada por la misma empresa para utilizarlo como material de apoyo en la elaboración de este trabajo.

### 3.6) EJEMPLO APLICADO A UNA MAQUINA IMPRESORA.

#### INDICE.

- OBJETIVO.
- INTRODUCCION.
- CALCULO DE TIEMPO.
- CALCULO DE TIEMPOS PRODUCCION.
- CALCULO DEL PORCENTAJE DE UTILIZACION
- PORCENTAJE DE RECUPERACION DEL MATERIAL.
- ANALISIS DE DEMORAS.
- MEDIDAS PROMEDIO DEL MATERIAL.
- ERRORES Y SUGERENCIAS PARA CORREGIRLOS.
- CONCLUSIONES.

**OBJETIVO:**

ANALIZAR LAS CONDICIONES ACTUALES DE FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA IMPRESORA CON SU ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

**INTRODUCCION:**

*La máquina IMPRESORA, es actualmente de las mas importantes en el departamento de papel convertido. Esto se debe al gran auge que existe en el mercado de los productos que se pueden elaborar en ella. De aquí, se desprende la importancia del presente estudio.*

**DESARROLLO:**

**CALCULO DE TIEMPO.-** Los tiempos estándar que se presentan en el siguiente cuadro, son los correspondientes a las operaciones más comunes o que con mayor frecuencia se presentan durante la elaboración de los diferentes productos.

Todos estos tiempos (a excepción de los correspondientes a carga y descarga), están dados por una estación de trabajo.

Por lo tanto, para obtener el tiempo global de cada operación, bastará con multiplicar este tiempo por el número de estaciones involucradas.

VER APENDICE FIG. 3.3, 3.4, 3.5

**NOTA:** Cuando se realice la carga y la descarga simultáneamente se tomará como base el tiempo de descarga.

### CALCULO DEL PORCENTAJE DE UTILIZACION:

El número total de horas observadas durante el estudio fue de 752.5. Si el total de demoras es de 174.5 horas; tenemos que el porcentaje de demoras es de 23.19%, por lo tanto, el porcentaje de utilización de la máquina es de 76.81 %.

Del total del tiempo de demoras: 68.82 % (120.1 horas), son inevitables; por lo que si se logra eliminar todas las demoras evitables, el porcentaje de utilización de la máquina se elevaría al 84.04 %.

### CALCULO DEL PORCENTAJE DE RECUPERACION:

El porcentaje de recuperación de los productos observados es el siguiente:

PRODUCTO.	% RECUPERACION
<i>Familia. 120.</i>	96.6.
<i>Familia. 107.</i>	78.6.
<i>Familia. 120-1.</i>	93.19.
<i>Familia. 133.</i>	89.59.
<i>Familia. 168.</i>	99.24.
<i>Familia. 168-1.</i>	95.65.
<i>Familia. 168-2.</i>	95.65.
<i>Familia. 168-3.</i>	91.61.
<i>Familia. 188.</i>	93.11.
<i>Familia. 334.</i>	89.32.

Es necesario hacer notar que estos factores de recuperación no son reales, ya que la mayoría del desperdicio se queda en los rollos del producto. Esto es a consecuencia de todas las sincronizaciones de lacas que se tienen que hacer al parar la máquina.

Si se quisiera obtener con exactitud el factor de recuperación de un determinado producto, se tendría que considerar todo el desperdicio (a excepción del desorillado), que se genere en la máquina hendedora donde se corte este producto.

#### ANALISIS DE DEMORAS:

A continuación, se presenta un resumen de las demoras observadas durante la realización del estudio. En el resumen podemos notar la frecuencia con que sucedieron cada una, así, como el tiempo promedio que se pierde por cada tipo de demora. VER APENDICE FIG. 3.6, 3.7, 3.8, 3.9

Como podemos observar, la mayor parte de las demoras son originadas en el departamento de producción.

PRODUCCION.	MANTENIMIENTO.	PLANEACION.
DEMORAS INEVITABLES	42.	7.
DEMORAS EVITABLES	44.	10.
		3.

En gran parte, esto es provocado por falta de supervisión. Existen muchas operaciones que podrían realizarse simultáneamente si el operador distribuyera más eficientemente el trabajo.

Sería conveniente que se establecieran métodos de trabajo para cada una de las operaciones. Actualmente los operadores de los diferentes turnos realizan actividades diferentes para una misma operación. Sería muy benéfico unificar criterios y hacer que se respeten y se realicen los métodos de trabajo.

#### MEDIDAS PROMEDIO DEL MATERIAL.

Durante la realización del estudio se observó que en varias ocasiones se utilizaron rollos de carga con una altura muy inferior a la establecida por planeación. Esto trae como consecuencia un gran aumento en el tiempo de demoras, así, como la reducción de la productividad de la máquina y de las siguientes máquinas involucradas en el proceso del producto.

Es necesario que "*planeación.*", trate de proveer a la máquina con rollos de una altura superior a los 300 mm. como mínimo. De esta forma se podrá incrementar la eficiencia y la productividad.

Otro de los problemas que se tuvo con el material, fue que para un mismo producto se utilizaron diferentes calibres y anchos. Esto trae como consecuencia ajustes en tensión, así, como en el centrado de estos rollos que entran con diferente calibre y ya teniendo predispuesto uno. También, de aquí se desprende que se utilicen rollos de altura corta para completar la orden de trabajo.

Es necesario por parte de "*planeación*.", procurar que exista el material suficiente en un "*stock*.", que evite al máximo que se presenten estas situaciones.

El siguiente cuadro es un resumen de los rollos de entrada y salida de los diferentes productos observados durante el estudio. VER APENDICE FIG. 3.10

## ERRORES Y SUGERENCIAS PARA CORREGIRLOS.

A continuación detallamos las principales fallas encontradas, y al mismo tiempo proponemos posibles soluciones para evitar en lo posible que se incurra en estas fallas.

a) Error: Utilización de abrazaderas para la fijación de las manguera la bomba y escurrideras en las estaciones.

Sugerencia: Reemplazar las abrazaderas por conexiones rápidas.

b) Error: Ajuste del tono de las tintas en forma manual, lo que crea grandes cantidades de material fuera de tono, así como un exceso de tiempo en realizar este ajuste.

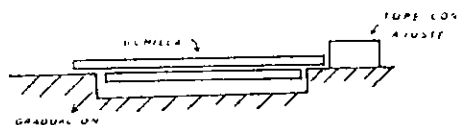
Sugerencia: Utilizar un analizador de color óptico. En la revista Reportero Industrial Mexicano del mes de marzo de 1996, se publica un producto que se cree es ideal para llevar a cabo esta actividad, el código es RIM 048 y el proveedor es:

**Casa Roca, S. A. de C.V.**  
**Distrito 136 No. 145 Col. Leones**  
**Monterrey, N. L. C.P. 64600**  
**Tel.: 918-348-95-62, 33-06-48.**



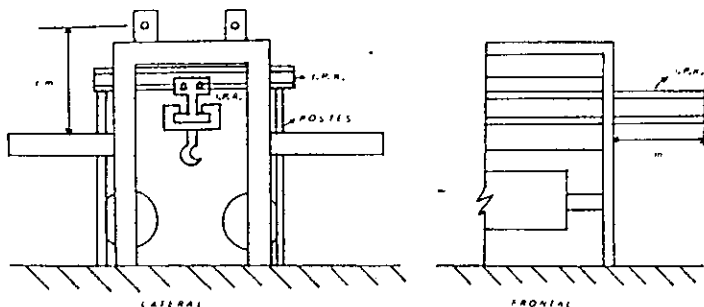
c) Error: No tener cuchillas preparadas para cambio.

Sugerencia: Durante el tiempo de contacto del producto, preparar las cuchillas con el ajuste - saliente adecuado para el producto. De esta forma se evitará perder el tiempo en preparar la cuchilla mientras se encuentra parada la máquina. Además sería conveniente hacer un dispositivo para el ajuste de la cuchilla en el porta cuchillas de una forma más rápida y exacta



d) Error: Carga y descarga de material en la parte central de la máquina con alto riesgo y dificultad.

Sugerencia: Modificar la parte central de la máquina, colocar una grúa puente para la carga y descarga del material en una forma segura (ver la fig sig.)



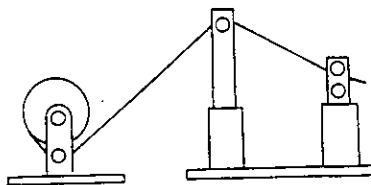
e) Error: Utilizar una sola flecha para la carga y para la descarga.

Sugerencia: Disponer de dos flechas para ambas operaciones, de esta forma se tendrá listo el siguiente rollo de carga y se tendrá listo el tambor receptor de material con el consiguiente ahorro de tiempo.

f) Error: Tener que parar la máquina en cada carga y descarga.

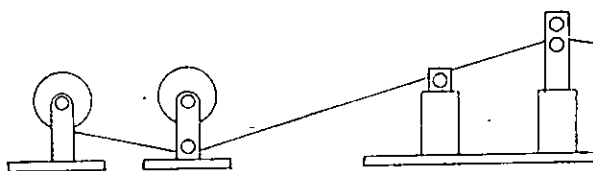
Sugerencia: Efectuar un dispositivo a base de dos rodillos neumaticos que funcionen en forma independiente. La idea es la sig

- 1) Suben los dos rodillos a una altura determinada.  
El primer rodillo tendrá un rodillo planchador para mantener la tensión en el material.
- 2) El rodillo más alto baja rápidamente, el operador jala el material y el siguiente rodillo baja lentamente para mantener la tensión.
- 3) El operador pega el material en el siguiente rollo que ya está preparado en el segundo desenrollador
- 4) La máquina continúa trabajando normalmente sin parar



5) La descarga será en la misma forma.

Estos dos dispositivos nos darían un gran ahorro de material y de tiempo, por cada vez para la máquina, se tardan los operadores de 12 a 15 minutos en sincronizar los registros. Además del tiempo, se desperdicia material (300 metros por registro aproximadamente).



g) Error: En el arranque de la máquina intervienen dos personas por la ubicación de los controles.

Sugerencias: Centralizar los controles para que en un solo tablero se puedan realizar las operaciones de arranque de la máquina.

h) Error: Esperar hasta terminar el producto para tener las lacas, rodillos y aditamentos del nuevo proceso.

Sugerencia: Que el supervisor o el operador den la orden de traer estos elementos antes de terminar un producto, para que de esta forma al terminar el proceso ya se tengan listos los rodillos, lacas e implementos (Estamos hablando de un ahorro de más de 60 minutos por cada cambio de proceso con esta sugerencia).

i) Error: Falta de vapor en la máquina. Origina que se tenga que bajar la velocidad o incluso para la máquina.

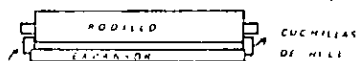
Sugerencia: Tratar en la medida de lo posible que la máquina siempre cuente con el suministro de vapor para su funcionamiento.

j) Error: Problemas para sincronizar los registros.

Sugerencia: Cambiar periódicamente los bujes de la palanca y el rodillo del sincronizador.

k) Error: Problemas para cambiar las caras laterales de los rodillos de grabado.

Sugerencia: Adaptar dos cuchillas a el expansor para que de esta forma no se pegue la tinta en las caras del rodillo.



l) Error: Hacer otras actividades antes de dejar funcionando perfectamente la máquina.

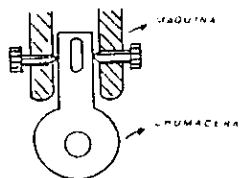
Sugerencia: Sincronizar primero los registros de las estaciones y ya después pesar el rollo descargado, checar spot, checar material, etc.

m) Error: El sistema neumático que eleva los trolley en las estaciones tiene fugas.

Sugerencia: Reparar el sistema neumático. Los operadores tienen que subir manualmente el trolley, lo que provoca que la presión no sea constante a lo largo de todo el rodillo.

n) Error: Problemas para ajustar los rodillos de contraestampa.

Sugerencia: Actualmente, los operadores utilizan laines para ajustar la chumacera, esto es muy tardado y de gran dificultad. Se propone para este caso que se adapten dos tornillos centradores a cada una de las chumaceras de los rodillos de contraestampa

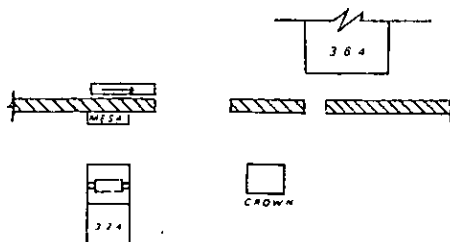


o) Error: Se presenta un desajuste en el tren principal de engranes

Sugerencia: Rectificar todos los engranes dañados, cambiar bujes y baleros  
Mantener un programa de mantenimiento constante.

p) Error: Se tiene que ir por el Crown al otro extremo de la máquina para la descarga.

Sugerencia: Colocar el Crown en la zona cercana a la descarga. Será necesario instalar un toma corriente para la carga del Crown



q) Error: Errores en los colores indicados en las ordenes de producción.

Sugerencia: En ocasiones el color indicado en la orden de Producción por parte de planeación no es el correcto o no da el tono deseado. Producción manda traer otra laca y obtiene el tono, pero esta información no es retroalimentada a planeación, lo que provoca que se cometa el error nuevamente. El supervisor tendrá que avisar a planeación de los cambios que se hagan.

r) Error: Hacer el refile del producto 188 en la máquina 324. Esto trae como consecuencia: Instalar un dispositivo para instalar el desorillador, baja velocidad, problemas por atorarse el desorillador en el rollo de descarga, instalar navajas para corte, etc.

Sugerencia: Hacer este desorillado en la máquina impresora

s) Error: Banderas en el producto 188.

Sugerencia: Los operadores del segundo y tercer turno paran la máquina en cada bandera del rollo de carga, esto representa tiempo para: Retirar material, pegarlo, arrancar máquina, etc., el operador del primer turno no para la máquina, sólo baja un poco la velocidad. Sería conveniente que los tres operadores no pararán la máquina, definitivamente se pierde menos tiempo y material.

t) Error: Utilizar en forma constante solamente 7 Trolley.

Sugerencia: Existen 5 troleys que no se utilizan. Según el supervisor de mantenimiento, se encuentra en buen estado, solamente a algunos les faltan unas piezas, pero se pueden hacer o mandar a hacer. Se sugiere que se manden a reparar estos trolley y que se utilicen normalmente. La idea que se pretende es que tenga preparado el trolley con el rodillo grabador antes de

terminar el proceso. Esto traería un ahorro en tiempo de por lo menos 22.0 min. por cada estación en cada cambio de proceso.

u) Error: No traer preparado el rollo de carga.

Sugerencia: Quitar el cartón protector y acercar el rollo a el desenrollador (si se acepta tener dos flechas, tener la flecha ya montada en el rollo) antes de que se termine el rollo ya montado.

v) Error: Utilizar rollos de carga con una altura inferior a 300mm.

Sugerencia: Utilizar solamente rollos mayores a 300mm. de altura, para evitar aumentar el número de cargas y operaciones innecesarias.

w) Error: Falta de rodillos de contraestampa.

Sugerencia: Tener en stock un mayor número de rodillos de contraestampa para evitar tener que buscar o utilizar rodillos en malas condiciones.

x) Error: Válvula de paso del aire de la pluma de la zona de carga norte.

Sugerencia: Cambiar la válvula a un lugar más adecuado, ya que los operadores son de baja estatura y tiene que hacer peripecias para abrir o cerrar la válvula, lo que podría causar un accidente.

y) Error: No utilizar la botonera para registro en la estación No.5.

Sugerencia: Presionar a la supervisión para que se opere esta botonera, de esta forma se sincronizarían los registros y se utilizarían únicamente 2 operadores, en lugar de 4 que son los que lo hacen actualmente.

z) Error: El almacén de rodillos de grabado está mal diseñado, se tienen problemas para acomodar y seleccionar las cajas. Debido a esto se pueden dañar los rodillos o accidentar los trabajadores.

Sugerencia: Realizar un Lay - Out de este almacén.

aa) Error: Parar la máquina para la carga y descarga.

Sugerencia: Que la carga de la máquina se haga con un sistema de dos flechas giratorio (similar al utilizado en la máquina polytype pero no tan sofisticado). Como la velocidad de la máquina es muy baja, se podría adaptar un motor reductor para el giro.

bb) Error: Buscar llaves Allen y/o guantes.

Sugerencia: Que cada operador y su ayudante cuenten con la herramienta necesaria y que se les haga incapié en que siempre deben tener a la mano: los guantes.



## CONCLUSIONES:

Después del estudio realizado a los diferentes procesos que se realizan en esta máquina, así como a sus condiciones de operación; se llega a las siguientes conclusiones:

- El utilizar energía calorífica a base de vapor es obsoleto . Es necesario que vean la posibilidad de utilizar otro tipo de tecnología más sofisticada.
- Por el gran auge que están teniendo en el mercado los diferentes productos que se realizan en esta máquina y tomando en cuenta la capacidad de producción que tiene, sería muy rentable la adquisición de una máquina con mayor capacidad, que diera abasto a la demanda que se tiene actualmente.
- No sería conveniente hacer modificaciones costosas a esta máquina, ya que ni de esta forma, se lograría obtener los resultados a los que se pretende llegar para cubrir la demanda presente.
- Es necesario una supervisión más estrecha para no desaprovechar los recursos con los que cuenta la empresa.
- Sería muy benéfico unificar los criterios de los supervisores y los operadores de los tres turnos, es decir con una comunicación adecuada y libre, la situación de la empresa mejoraría sorprendentemente.

### 3.7) EJEMPLO SOBRE UNA MAQUINA DE GRABADO SIMPLE.

#### INDICE.

- OBJETIVOS.
- INTRODUCCION.
- CALCULO DE TIEMPOS.
- CALCULO DE TIEMPOS DE PRODUCCION.
- RESULTADO DE LA COMPARACION DE VELOCIDADES.
- ANALISIS DE DEMORAS.
- CALCULO DEL PORCENTAJE DE UTILIZACION
- ERRORES Y SUGERENCIAS PARA RESOLVERLOS.
- CONCLUSIONES.
- EJEMPLO DE LLENADO DE REPORTES.

## OBJETIVOS:

- ANALIZAR LOS METODOS DE TRABAJO QUE SE REALIZAN EN ESTA MAQUINA, PARA RECOMENDAR MEJORAS EN EL METODO O EN SU DEFECTO, PROPONER NUEVOS METODOS PARA EL MEJOR APROVECHANIENTO DE LOS RECURSOS
- OBTENER LOS TIEMPOS ESTANDART PARA LAS DIFERENTES FAMILIAS QUE SE PROCESAN EN ESTA MAQUINA.

## INTRODUCCION:

*Actualmente en el departamento de papel convertido, se tiene un deficit en la capacidad de corte. Las máquinas cortadoras con las que se cuenta, no dan abasto a las máquinas impresoras y laqueadoras. Por todo esto, es necesario optimizar los métodos de trabajo, así, como aprovechar al máximo los recursos que se involucran en esta máquina.*

*Es muy común encontrarse con situaciones en las que para realizar una misma actividad, cada operador d la máquina realiza diferentes operaciones, lo que causa un aumento de tiempo en el proceso de las familias que se trabajan. Esto se debe, en gran parte, a la falta de capacitación de los operadores y a que no se ha implantado un método de trabajo.*

## CALCULO DE TIEMPOS.

Los tiempos estandar para la carga, descarga y roturas ya están incluidos en los tiempos productivos para cada familia, esto es, con el fin, de que el operador en su reporte sólo indique los kilómetros producidos y las demoras en que se incurrieron (al final de este estudio se mostrará un ejemplo de la forma en que será llenado el reporte para evitar confusiones a este respecto), en el siguiente cuadro se muestran los tiempos promedio para cada carga, descarga y rotura.

CARGA	8.01	MINUTOS.
DESCARGA:	3.08	MINUTOS
ROTURAS:	4.58	MINUTOS

Hay que hacer la aclaración, de que no se promediaron los tiempos correspondientes a los productos: 334, 50 y 107; por tener características de entrada y salida muy diferentes al resto de las familias.

Para el cambio de proceso, se tiene un tiempo promedio estandar de: 44.50 minutos. Como se puede notar, en el siguiente desglose de operaciones, en el cambio de proceso el operador y el ayudante realizan al mismo tiempo una sola operación, que podría ser hecha por uno sólo de los dos.

<u>A C T I V I D A D</u>	<u>T I E M P O</u>	
AJUSTAR CUCHILLAS EN POSICION	12.19	① OPER. Y AYUD.
RETIRAR SOBRANTE DE ROLLO	2.13	② AYUDANTE
CARGAR MAQUINA	6.81	③ OPER. Y AYUD.
CHECAR SPOT (NO SIEMPRE)	0.50	④ OPER. Y AYUD.
ENHEBRAR MATERIAL	3.47	⑤ OPER. Y AYUD.
CORRER MATERIAL PARA ALINEARLO	5.67	⑥ OPER. Y AYUD.
PREPARAR SEPARADORES DE FLECHAS	7.38	⑦ OPERADOR
AJUSTAR TENSION Y PRESION FLECHA	2.23	⑧ OPERADOR
PEGAR MATERIAL Y ARRANCAR MAQ.	4.12	⑨ OPER. Y AYUD.

Proponemos que se establezca un método más eficaz y, que haga que se aprovechen mejor los recursos con que se cuenta, el método que se propone es el siguiente.

<u>A C T I V I D A D</u>	<u>T I E M P O</u> OPÉRADOR	<u>T I E M P O</u> AYUDANTE
AJUSTAR CUCHILLAS EN POSICION	12.19 (1)	
RETIRAR SOBRENTE DE ROLLO		2.13 (1)
CARGAR MAQUINA		6.81 (2)
CHECAR SPOT (NO SIEMPRE)		0.50 (1)
ENHEBRAR MATERIAL	0.72 (2)	3.17 (3)
CORRER MATERIAL PARA ALINEARLO	5.67 (3)	
PREPARA SEPARADORES DE FLECHAS	7.38 (4)	
AJUSTAR TENSION Y PRESION FLECHA	2.23 (5)	
PEGAR MATERIAL Y ARRANCAR MAQ.	2.12 (6)	2.00 (4)
	<hr/>	
	30.31 MIN.	

De esta forma, al hacer un mejor uso de los elementos con que se cuenta, se logra una reducción en el tiempo del 31.89 %, esto es, la tercera parte del tiempo que actualmente se utiliza.

## CALCULO DE TIEMPOS EN PRODUCCION:

En la siguiente tabla se muestran las características de entrada y salida de las familias que se observaron durante el estudio, así, como sus tiempos productivos. VER APENDICE FIG. 3.11

Estas productividades se obtuvieron en base a la velocidad promedio de las lecturas observadas, si hacemos un comparativo de estas velocidades promedio, con las marcadas en las prácticas normales del papel convertido, y con las velocidades que propone este trabajo teniendo como base las observaciones hechas en este estudio, tenemos la siguiente tabla:

F A M I L I A	PROMEDIO		PRAC. VEL M/M	NORM PRO K/H	PROPUES.	
	VEL M/M	PRO K/H			VEL M/M	PRO K/H
120	46.3	127	50	133	65	148
115	27.6	79	50	109	45	104
115	26.7	74	50	104	40	93
120	17.8	90	50	168	50	168
334	16.8	45	50	71	30	60
50	36.8	168	--	202	45	190
107	21.4	94	50	131	30	110
188	29.1	107	50	129	45	125
120	70.7	82	50	71	70	82
139	75.3	58	50	47	80	59
140	64.2	39	50	33	70	40
192	65.7	63	50	54	80	69
192	35.1	44	50	56	35	46

Aplicando todos estos valores obtenemos las gráficas mostradas:

- Sólo en tres familias la velocidad promedio fue mayor a la establecida en las prácticas normales de papel convertido.
- Si se trabajara la máquina con las velocidades establecidas en las prácticas normales, se tendría aumento en la productividad en un 25 %.
- Si se trabajará con las velocidades propuestas, se aumentaría en promedio un 27 % la productividad. VER APENDICE FIG. 3.12, 3.13

Estas velocidades propuestas, son reales y factibles de trabajarse, ya que fueron tomadas durante el estudio y no causarían ningún problema a la máquina ni al material.

## ANALISIS DE DEMORAS:

El total de tiempo perdido en demoras, durante el estudio, fue de 1.407.9 (el 73.89 %), son demoras inevitables: el restante 367.6 minutos ( 26.11 % ), son demoras evitables.

Las paginas siguientes son un resumen de las demoras observadas durante el estudio.

Como puede observarse la mayoría de las demoras son imputables al departamento de producción y, el resto a otros departamentos

	EVITABLES	INEVITABLES	TOTAL	%
PRODUCCION	340 MINUTOS	698 7 MINUTOS	1039 1 MINUTOS	73 80
MANTENIMIENT		334 5 MINUTOS	334 5 MINUTOS	23 76
INGENIERIAS	72 2 MINUTOS		27 2 MINUTOS	1 93
SERV. MEDICOS		7 1 MINUTOS	7 1 MINUTOS	0 51

NOTA: Las demoras que se cargan al departamento de ingeniería industrial, se generaron al pedir a los operadores que pasaran algunos rollos para poder obtener el porcentaje de recuperación. VER APENDICE FIG. 3.14, 3.15



## CALCULO DEL PORCENTAJE DE UTILIZACION:

El tiempo total de tiempo observados durante el transcurso del estudio fue de:

4,643.0 minutos.

Si tenemos un total de tiempo de demoras de 1,407.9 minutos, entonces, tenemos un porcentaje de utilización de:

69.68 %

Si se eliminan las demoras consideradas como evitables, el porcentaje de utilización se elevaría al:

77.6 %.

## ERRORES Y SUGERENCIAS PARA CORREGIRLOS.

a) Error: No funcionan correctamente los instrumentos en el tablero, el tablero, el control de velocidad falla constantemente, la máquina esta trabajando y se para sola, lo que provoca que se corra o que se rompa el material.

Sugerencia: Dar mantenimiento correctivo al tablero y checar todo el sistema eléctrico.

b) Error: Retirar el sobrante del rollo de carga estando montado en la máquina.

Sugerencia: Cargar la máquina y ponerla a funcionar y, ya trabajando, que el ayudante retire el sobrante del tambor.

c) Error: No utilizar el sistema de paro automático.

Sugerencia: Los operadores aseguran que si lo utilizan, el material se corre. Durante el estudio se utilizó en por lo menos tres familias y trabajo perfectamente. Sería conveniente capacitar a los operadores en lo referente a la tensión, para evitar que se corra el material cuando se use el paro automático.

d) Error: Arrugas en algunos materiales (por ejemplo producto 334).

Sugerencia: Colocar un rodillo planchador en el rodillo que está junto al desenrollador.

e) Error: Problemas para ajustar el ojo electrónico del desenrollador, como se puede ver en el resumen de demoras, es la que más veces se repite y la que más tiempo consume, además de que produce mucho desperdicio de material.

Sugerencia: Checar que el ojo se encuentre en buenas condiciones, capacitar a los operadores para que lleven a cabo su uso correcto (no es muy bueno su conocimiento sobre los detalles y operación, así como de mantenimiento del ojo electrónico), y tratar de que la línea que sirve de guía en algunos productos no tenga fallas en su impresión.

f) Error: A medida que va aumentando la altura de la cavidad, la máquina va reduciendo su velocidad.

Sugerencia: Checar el estado de su condición del clutch, y repararlo si es necesario.

g) Error: El rollo de carga no trae banderas, esto provoca que se rompa y que se desperdicie el material, que se pierda tiempo etc.

Sugerencia: Hacer hincapié a los operadores de las laqueadoras e impresoras para que se pongan las banderas en los rollos, cuando en material tenga mala impresión, roturas, empalmes, medias lunas, etc. Hacerles ver todo el problema que causan al no colocar las banderas.

h) Error: Cuando se procesan algunas familias (productos 501, 334 ) al hacer el cambio de proceso y empezar el nuevo producto, se tienen muchas fallas en el clutch, esto se debe a que el peso de las cavidades de salida de estos productos es muy elevado para esta máquina.

Sugerencia: Que se descarguen las cavidades con un peso menor o que se procesen estas familias en otra máquina, el producto 50 en la máquina 353; los productos 334 y 107, en la máquina 336, etc.

i) Error: En ocasiones se utiliza un ancho de 446 mm., para el producto 120, esto provoca que se tenga un desorillado de 30mm. por lado.

Sugerencia: Tratar de evitar, en la medida de lo posible, utilizar material con un ancho superior al establecido en las prácticas normales de convertido. Hacer que planeación programe el material suficiente con el ancho adecuado para evitar tanto desperdicio de material.

j) Error: No se cuenta con flechas de expansión neumática suficientes.

Sugerencia: Adquirir flechas de expansión para esta máquina. Utilizar más la flecha (de descarga), con que se cuenta actualmente. Se ahorraría el tiempo de preparar los separadores de flechas y se ahorraría el tiempo de descarga.

k) Error: Retirar material mal embobinado o defectuoso de las cavidades estando parada la máquina.

Sugerencia: En ocasiones es más recomendable descargar estas cavidades y poner centros nuevos en las flechas, se pierde menos el tiempo. Hay que tratar que el trabajador aplique en lo posible su criterio.

l) Error: El operador y el ayudante realizan juntos operaciones que debería ser hechas por una sola persona.

Sugerencia: Hacer que se lleve a cabo los métodos de trajo que se mencionan en este estudio, y realizar una supervisión más estrecha.

m) Error: Al empezar el turno de trabajo, el operador que entra, empieza a mover los controles (tensión, ojo electrónico, etc. ), sin importar que las máquinas hallan estado trabajando bien. Esto trae como consecuencia pérdidas de tiempo y de material por los ajustes que se tienen que hacer.

Sugerencias: Concientizar a los operadores para que sean más prácticos y no utilicen tanto su "feeling". Hacer una supervisión más estrecha a este respecto.

n) Error: Cada operador trabaja con la velocidad que más le acomoda.

Sugerencia: Colocar un listado con las velocidades recomendables para cada familia, y que el supervisor cheque que se trabaje a esta velocidad y, si no esta trabajando a esta velocidad, investigar la causa y procurar los ajustes necesarios (colocar un tacómetro a la máquina).

NOTA: Por las necesidades de producción y, por los programas de planeación, no se pudieron obtener los datos de todas las familias que se procesan en esta máquina, por lo tanto, este estandar queda abierto, a medida que se vayan observando las familias restantes, se irán anexando al estandar.

## CONCLUSIONES:

Después de realizar un estudio de tiempos y movimientos, saltan a la vista muchas fallas y problemas, tanto en el funcionamiento de la máquina como en los métodos de trabajo.

Lo importante no es en esencial descubrir estas fallas, sino, investigar las causas y llevar a cabo todas las acciones necesarias para eliminarlas.

Se pretende sugerir que es muy necesaria una supervisión más estrecha y que se debe de proporcionar capacitación a los operadores de las máquinas en lo relacionado a su reparación y mantenimiento (hablamos del mantenimiento y funcionamiento del ojo electrónico y de las tensiones adecuadas para cada material).

Se espera que con el desarrollo de este trabajo se obtenga una solución optima y que en teoría de la respuesta a todas las cuestiones que se presentan en la compañía ALMEXA.

### 3.8) EJEMPLO SOBRE UNA MAQUINA CORTADORA SIMPLE.

INDICE:

- INTRODUCCION.
- OBJETIVOS.
- MOTIVOS DEL CAMBIO DE PROCESO.
- CALCULO DEL TIEMPOS ESTANDARD.
- CALCULO DE TIEMPOS EN PRODUCCION.
- RESULTADO DE COMPARACION DE VELOCIDADES.
- RESULTADO DE LA COMPARACION DE PRODUCTIVIDADES.
- ANALISIS DE DEMORAS.
- CALCULO DEL PORCENTAJE DE UTILIZACION.
- ERRORES Y SUGERENCIAS PARA SOLUCIONARLOS.
- CONCLUSIONES.
- ANALISIS FINAL DE RIESGOS.

## INTRODUCCION.

*Actualmente el departamento de "papel convertido", tiene notables diferencias en cuanto a capacidades de impresión y de corte, por lo que es necesario optimizar recursos y aumentar la productividad de las maquinas hendedoras.*

*Es por esto, que el departamento de Ingeniería Industrial estableció dentro de sus objetivos anuales, el estudio de casi la totalidad de las maquinas hendedoras con que se cuenta actualmente en el departamento de "papel convertido".*

## OBJETIVOS.

- MEJORAR O ESTABLECER METODOS DE TRABAJO ADECUADOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD.
  
- INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MAQUINA, MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE VELOCIDADES DE TRABAJO ADECUADAS PARA LAS DIFERENTES FAMILIAS QUE SE PROCESAN.
  
- OBTENER TIEMPOS ESTANDARD PARA LAS DIFERENTES FAMILIAS.



## DESARROLLO

## MOTIVO DEL CAMBIO DE PROCESO

LA OPERACIÓN DE CAMBIO DE PROCESO, SE HA DIVIDIDO EN 11 PASOS O ELEMENTOS ESTO SE EFECTUO, CON LA FINALIDAD DE ESTABLECER EL METODO DE TRABAJO ADECUADO Y LA ELIMINACION DE DEMORAS INECESARIAS. LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL CAMBIO DE PROCESO SON LOS SIGUIENTES:

1) CORTAR EL MATERIAL Y RETIRAR EL ENHEBRADO	1.20 MIN.	①
2) RETIRAR PROTECCION DE CUCHILLAS	0.99 MIN.	②
3) AFLOJAR LAS CUCHILLAS Y RETIRAR LA FLECHA	2.57 MIN.	③
4) SACAR FLECHAS CON GUIAS DE CUCHILLAS Y RETIRAR LAS GUIAS DE LA FLECHA	3.19 MIN.	④
5) PONER GUIAS DE NUEVO PRODUCTO EN FLECHA	19.48 MIN.	⑤
6) LIMPIAR SEPARADORES, GUIAS Y RODILLOS	2.90 MIN.	⑥
7) PONER FLECHA DE GUIAS EN MAQUINA	1.55 MIN.	⑦
8) PONER FLECHA CON CUCHILLAS Y PONERLAS EN POSICION	8.30 MIN.	⑧
9) RETIRAR MATERIAL DE SUPERFICIE Y ENHEBRAR	2.79 MIN.	⑨
10) PONER CUCHILLAS EN CONTACTO CON EL MATERIAL	2.92 MIN.	⑩
11) COLOCAR FLECHAS Y AJUSTAR MEDIDAS ENTRE LOS CORAZONES DE CARTON	5.63 MIN.	⑪
12) CORRER MATERIAL Y AJUSTAR TENSION	1.99 MIN.	⑫
	<hr/>	
	53.41 MIN.	

Nota Importante: El ayudante retirará el sobrante del rollo y montará el nuevo producto mientras el operador realiza estas operaciones

## CALCULO DE TIEMPOS .

Los tiempos estandar para carga y descarga y roturas son:

MOVIMIENTO.	TIEMPO.
CARGA.	9.5 MINUTOS
DESCARGA.	4.2 MINUTOS.
ROTURAS.	4.1 MINUTOS.

Para el calculo del incentivo, estos tiempos ya estarán incluidos en el factor correspondiente a cada familia, por lo que el operador solo reportará los kilogramos producidos.

## CALCULO DE TIEMPOS PRODUCCION:

En la tabla siguiente se muestran los tiempos productivos para las diferentes familias observadas, así, como también se muestran sus características de entrada y de salida, los tiempos productivos que se muestran en esta tabla son en base a sus velocidades promedio (ver tabla). APENDICE FIG. 3.16

Cotejando la siguiente tabla comparativa de velocidades, podemos observar lo siguiente:

FAMILIAS.	PROMEDIO.	P. NORMALES.	PROPUESTA.
083	38.3	50.0	100.0
101	33.0	50.0	80.0
113	97.1	50.0	110.0
113	70.8	50.0	110.0
113	57.2	50.0	110.0
120	24.9	50.0	60.0
165	29.0	50.0	60.0
168	50.8	50.0	100.0
200	43.7	50.0	100.0
201	85.8	50.0	100.0
235	135.0	50.0	100.0
280	69.1	50.0	150.0
281	64.2	50.0	100.0

- El 43% de las velocidades promedio está por debajo de las velocidades establecidas en las practicas normales (ver gráficas). APENDICE FIG.3.17, 3.18
- El 100% de las velocidades propuestas están arriba de las establecidas en las practicas normales, son velocidades que se observaron en el transcurso del estudio y, por lo tanto, pueden ser llevadas a la practica (ver gráficas).  
VER APENDICE FIG.3.17, 3.18
- Si se estableció que las velocidades propuestas, como las de trabajo, se llevarán a cabo es decir si se efectuarán, se incrementaría la productividad de la maquina en un 40% (ver gráficas). APENDICE FIG.3.17 , 3.18

## ANALISIS DE DEMORAS:

Durante el transcurso de este estudio, se observaron un total de demoras que equivale a 960.6 minutos del proceso, de los cuales el 56.2% o sea (539.4 minutos) fueron demoras inevitables y el 43.8% o sea (421.2 minutos) fueron demoras evitables.

Como es lógico, la mayoría de las demoras son imputables al departamento de producción y el resto a otros departamentos.

## RESUMEN DE DEMORAS.

Departamento.	Evitable.	Inevitable.	Total.	%
Producción.	361.2 min.	374.3 min.	735.5 min.	76.6
Mantenimient.	55.0 min.	165.1 min.	220.1 min.	22.9
Planeación.	5.0 min.	0.0 min.	5.0 min.	0.1

El desglose de las demoras se muestra en la lista siguiente:

VER APENDICE FIG. 3.19 , 3.20

## CALCULO DEL PORCENTAJE DE UTILIZACION:

El total del tiempo observado durante estudio fue de:

4,928.0 minutos.

Si el total del tiempo perdido, en demoras fue de 906.6 minutos., por lo tanto, el porcentaje de utilización fue del:

80.5%

Si logramos eliminar las demoras consideradas como evitables, el porcentaje de utilización se elevaría al 89.1%.

## ERRORE Y SUGERENCIASPARA CORREGIRLOS:

a) Error: Desperdiciar los insumos con que se labora en la empresa (dejar prendido el soplador durante la hora de comida.

Sugerencia: Concientizar al personal y a los supervisores, hacer que comprendan que estos gastos son nocivos para la empresa y que se pueden evitar de una forma muy sencilla.

b) Error: Existen productos que se trabajan con una sola flecha y la otra no se utiliza.

Sugerencia: Tener preparada la otra flecha, con el fin de reducir el tiempo de la descarga y, aumentar la productividad de la maquina.

c) Error: Tener que bajar la velocidad de la maquina, cuando se va a llegar a la bandera, o que se pase la bandera sin que el operador haya parado la maquina.

Sugerencia: Hacer que los operadores de las impresoras y la laqueadora pongan banderas de un color específico un poco después de la bandera que marque la falla en el material, de esta forma el operador solo bajara la velocidad o parará la maquina cuando la bandera del color especial pase.

d) Error: Los corazones del cartón traen diferentes diámetros.

Sugerencia: Hablar con el proveedor para corregir estas diferencias y establecer una tolerancia para la diferencia de diámetros

e) Error: Montar mal el rollo por no saber en qué forma deberá ir embobinada la cavidad.

Sugerencia: Que en la orden de producción venga señalada la forma en que se embobinará el material (como se efectúa en las ordenes de la maquina cortadora).

f) Error: Golpear la flecha en el piso para apretar los centros de cartón y los tubos separadores.

Sugerencia: Colocar una tabla forrada con goma en el área de trabajo, para golpear las flechas sobre esta tabla y así no se deterioren tan rápidamente las flechas.

g) Error: Cada operador trabaja a la velocidad que más le conviene, lo que disminuye la productividad.

Sugerencia: Colocar una lista de las velocidades de trabajo para cada familia (ver las velocidades propuestas) y, procurar que se trabaje en dichos rangos propuestos.

h) Error: No cambiar de orden de trabajo cuando el material, esta saliendo defectuoso.

Sugerencia: Ya que existe una maquina para recuperar material, trabajar el material defectuoso en dicha maquina, de esta forma no se afectará la productividad de la maquina y el departamento.

i) Error: En ocasiones el desorillado del material es demasiado delgado y ocasiona problemas al operador y al producto, haciendo necesario bajar la velocidad por ejemplo (tener producto al 200% y su capacidad de utilización en el proceso a un 40%).

Sugerencia: Efectuar una coordinación con el departamento de planeación, y efectuar estudios que proporcionen la posibilidad de aumentar el ancho de los productos.

j) Error: Falta de corazones de cartón.

Sugerencia: Planear con anticipación el corte de los corazones a la medida

## CONCLUSIONES:

Definitivamente se cree que es posible aumentar la productividad de esta maquina, si se toman en cuenta las mejoras que alguien que proponga soluciones similares a las que en este trabajo se proponen: este trabajo sugiere mejoras de una aplicación sencilla y que no implican un gran gasto para la compañía, si es que se estuviera en la posibilidad de que la empresa pudiera dar su veredicto y visto bueno a este sencillo trabajo de investigación que lo único que pretende es demostrar que las materias cursadas en la carrera si son aplicables aun régimen corporativo como lo es almexa y otros tantos

Las demoras consideradas como evitables, son provocadas por descuidos o distracciones de los operadores, por lo que, es posible eliminarlas para el mejor rendimiento de la maquina.

Si se implementarán las velocidades adecuadas por no mencionar las propuestas, se tendría un notable incremento en la productividad de la maquina.

Nota: Este estandar queda abierto hasta que puedan ser observadas las familias faltantes estén en estudio.

## ANÁLISIS DE RIESGOS SOBRE LA IMPRESORA

*LOS RIESGOS EN LOS QUE INCURREN EN ESTA MÁQUINA LOS TRABAJADORES SON:*

A) En ocasiones los trabajadores se distraen por platicar, jugar o por hacer actividades extrañas al proceso. Esto puede traer como consecuencia algún accidente. Sería conveniente hablar con los operadores para evitar que incurran en este tipo de anomalías que perjudican el proceso y puede llegar a perjudicarlos a ellos.

B) Cuando se atora el desorillador entre los rodillos, en ocasiones, el operador no para la máquina. Esto puede provocar que los rodillos le atrapen la mano al operario.

Lo más conveniente, es que el operador pare la máquina en su totalidad, para poder retirar el desorillador.

Notas:

- W. Niebel. Ingeniería Industrial, México 1980.  
pagina 13. Editorial representaciones y Servicios de Ing. S.A.
- H. B. Maynard. Manual de la Ing. de la producción Industrial.  
España 1980. paginas 2 - 58.  
Editorial Reverte, S. A.
- H. B. Maynard. Manual de la Ingeniería de la producción  
España 1980. pagina 2 - 5.  
Editorial Reverte, S. A.



## CAPITULO 4.

### DISTRIBUCION DE LA PLANTA. ACTUAL Y PROPUESTAS.

#### 4.1) TECNICAS UTILIZADAS DE DISTRIBUCION DE LA PLANTAS

La distribución de la planta, es la disposición física de los elementos productivos. Esta disposición incluye los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, mano de obra y servicios. Puede ser aplicada a una instalación ya existente, un proyecto o un trabajo.

La distribución tiene como objetivo, lograr la disposición del equipo y del área de trabajo que sea lo más económica, pero a la vez, segura y satisfactoria para los empleados.

Existen varios tipos de distribución de planta, todos ellos van a acorde al tipo de proceso que se realice o se vaya a realizar en la planta productiva. Pero, son tres los más utilizados o que comúnmente se utilizan: La distribución por disposición fija del material; la distribución por proceso y la distribución por producto.

- En la distribución por posición fija del material, el componente principal permanece en un lugar fijo. Todas las herramientas, la maquinaria, personal y demás componentes, tienen que moverse hasta el lugar donde se encuentre. Un ejemplo clásico de este tipo de distribuciones son los astilleros y los edificios en construcción. Es un tipo de distribución flexible, ya que no requiere una técnica muy sofisticada o costosa o muy organizada, ni planeamiento de producción o previsiones contra la rotura de la continuidad del trabajo.

- En el tipo de distribución por proceso, se agrupan en áreas todas las operaciones del mismo tipo de proceso, por ejemplo, las operaciones de armado de un área, las de trazo y habilitado en otra, etc. Este tipo de distribución, presenta la ventaja de que se adapta a una gran variedad de productos y, a cambios frecuentes en la secuencia de operaciones. Es fácil mantener la continuidad de la producción en el caso d fallas en la maquinaria y por falta de material o de personal.
  
- Cuando el material se tiene que mover a través de toda la planta, se tiene que adoptar la forma de distribución por producto, en este tipo se tiene cada operación inmediatamente adyacente a la siguiente. Algunas de las ventajas de esta distribución son:
  - reducción en la distribución del material.
  - mejor aprovechamiento de la mano de obra por: especialización, facilidad de entrenamiento y por el mayor suministro de la misma
  - control de producción más simplificado.
  - reducción del material en proceso.

Esta distribución se utiliza, cuando tenemos el volumen de producción muy grande y el producto esta normalizado. En "convertido" tienen este tipo de distribución por producto.

Existen muchos factores que intervienen en el planteamiento de una distribución, estos son: material, maquinaria, movimiento, espera, servicios, edificio y el factor cambio. Pero definitivamente, dos son los factores básicos en el planteamiento de la distribución:

- 1) El producto o material, que debe fabricarse o producirse
- 2) La cantidad o volumen, que cantidad se produce de producto o por producto.

Estos dos elementos son previos a todas las demás condiciones, directa o indirectamente, en cualquier estudio de distribución.

Lo que entendemos por producto es : los satisfactores de las necesidades, elaborados por una empresa o taller, las materias primas o las piezas compradas, los productos terminados o semiterminados, los cuales pueden clasificarse en : artículos, modelos, subgrupos, grupos y por especificaciones.

En “convertido”, los productos se tienen agrupados por familias, éstas, están formadas por los productos con ciertas características parecidas entre sí, estas características son:

- a) Espesor y ancho del material.
- b) Lacas de impresión.
- c) Acabados del producto.

Es tan grande la variedad de productos que se realizan en este departamento, que el número de familias es muy alto, por lo tanto, para el estudio de la distribución se considero a los productos con mayor producción anual.

Se entiende por cantidad, el volumen de productos fabricados o materiales empleados. Las cantidades pueden ser valoradas por un número de piezas, toneladas, metros cúbicos y por el producto que se ha vendido

En "convertido", se mide esta cantidad, por las toneladas producidas de cada producto, esta cantidad es muy variable y va de acuerdo a las características de las familias de los productos.

Para la realización del estudio de distribución, se deben recopilar datos "tipo" de producción, por un lado, y de ventas o estudios de mercado, por el otro. Esto implica que el planteamiento del estudio no empieza solamente en la empresa, sino que es imperativo obtener los datos producto - cantidad

Existen varias técnicas para el estudio de una distribución de planta, este trabajo fue realizado bajo el método de "SYSTEMATIC LAYOUT PLANING", de Richard Muther. Este sistema se divide en cuatro fases para el planeamiento de la distribución:

La primera fase, es seleccionar la ubicación de la distribución a efectuar; no es necesario que sea una ubicación nueva, a menudo, es preciso determinar si la nueva distribución ocupará el mismo lugar que abarca actualmente, o si requiere de menor o mayor espacio.

La segunda fase, es un planteamiento general, es preciso disponer globalmente de toda la superficie en que se realiza la distribución, para ello, se analizan los sectores y los recorridos de forma que la disposición general, los enlaces y el aspecto general, de cada sector importante queden determinados.

La tercera fase, es el planteamiento detallado; aquí se analiza la ubicación de todas las máquinas y el equipo, a lo largo de esta fase, se determina la ubicación más recomendable de cada elemento físico en la zona de distribución.

La última fase, es la instalación; esta comprende la preparación de la instalación, la obtención de la aceptación de la dirección y los movimientos o traslados indispensables de maquinaria y equipo.

Estas cuatro fases deberán sucederse una a continuación de la otra y, para obtener un mejor resultado, tendrán que irse traslapando cada una con la siguiente.

En el siguiente esquema, se puede apreciar estas fases y el proceso a seguir para preparar la distribución. "La mejor distribución, no es más que una solución de compromiso, entre diversos factores, consideraciones, objetivos y tipos de la distribución. Para seleccionar la mejor distribución, se preparan propuestas alternativas, estas se irán eliminando en base a una evaluación de acuerdo a los pros y a los contras, ventajas y desventajas de cada una de ellas".

VER APENDICE FIG. 4.1

No importa el número de distribuciones consideradas, ya que ninguna resolverá completamente todos los problemas que se presenten, para llegar a un resultado positivo, se desarrollarán las alternativas, se valorarán y se considerará la que parezca más adecuada

## DISTRIBUCION DE LA PLANTA ACTUAL.

Como se pudo ver en el primer capítulo de este trabajo, el crecimiento de "convertido" se ha realizado conforme a sus necesidades de producción y de maquinaria. Esto trajo como consecuencia que este crecimiento se haya dado en forma desordenada y sin una secuencia lógica.

Al ir aumentando la demanda de producto en este departamento, se fue adquiriendo maquinaria y se fue colocando en un lugar disponible que existiera en este momento, esto resolvió momentáneamente el aumento de la demanda de producto, pero con el tiempo el problema se fue haciendo cada vez más grave.

En el plano presentado en un principio se puede observar la distribución actual de la planta y de papel "convertido. Salta a la vista que el departamento, se encuentra dividido en dos secciones bastante retiradas entre si. Esto trae como consecuencia varios factores que van en retrasando la productividad, entre los principales se puede mencionar los siguientes:

- En algunas rutas de proceso el manejo de materiales es excesivo. En el diagrama de recorrido de material se puede observar distancias de hasta 182 metros. Estas distancias de recorrido, son perjudiciales para el nivel de productividad de cualquier departamento.
- Se aumentan los costos de producción. Estos recorridos tan largos del material aumentan los costos de mano de obra, depreciación de maquinaria (montacargas), combustible, etc.
- Aumentar el riesgo de deterioro del material. Entre mayor sea la distancia recorrida por cualquier material, mayor será la posibilidad de que sufra algún deterioro.
- La supervisión no puede controlar eficientemente las dos áreas de trabajo. Como las dos secciones en que esta dividido el departamento están muy separadas entre sí, al estar el supervisor en alguna de las secciones, la otra queda sin supervisión y viceversa. Esto puede provocar una eficiencia muy baja de los trabajadores.

Otra de las situaciones muy notoria en esta distribución, es que se tienen muchos cruces de material. Esta situación debe tratar de evitarse lo más posible, como lo marcan los principios de la ingeniería industrial.

Las zonas de stocks de material son muy reducidas, por lo que en ocasiones se tiene que colocar el material, en lugares donde puede sufrir algún daño o estorbar el flujo de proceso.

Una de las familias con mayor producción, es la que mayor distancia recorre (de la maquina 364 a la 329). Esto implica un gran costo en el manejo de material y una gran disminución de la productividad.

Por todo lo anterior, es necesario planear una nueva distribución del departamento, que mejore las condiciones actuales de operación y que permita incrementar la productividad.

Se hace la aclaración, que se tiene el proyecto (de hecho ya hicieron el pedido), de adquirir una nueva impresora. Esto se considero en las alternativas de distribución que se proponen en este trabajo

VER APENDICE FIG.4.2

## 4.2) REDISTRIBUCION DE PLANTA.

La parte medular de cualquier distribución es la secuencia de operaciones, debido, a que es la base de recorrido del material. Por lo que la modificación de la distribución debe iniciarse reuniendo los datos del flujo del material.

Como norma general, conviene comenzar cualquier distribución de la planta con un diagrama de proceso para cada producto. Con esta información se puede pensar en una distribución independiente para cada una, o bien, se puede considerar una distribución combinada para todos. En el caso de "papel convertido", se utiliza una especie de hoja de ruta, la cual, puede hacer las veces de diagrama de flujo. Esta hoja recibe el nombre de "prácticas normales de papel convertido".

Estas prácticas normales, nos servirán de base para la modificación de las distribución; además de los siguientes factores:

- Los productos y las cantidades promedio de producción.
- El área disponible.
- El manejo de material y los implementos con que se cuenta (grúas puente, polipastos, montacargas, etc.).
- Tratar de mover, en la medida de lo posible, solo la maquinaria mas pequeña que no requiera instalación especial.
- Que el recorrido del material sea el menor posible para cada ruta de proceso.

Todos estos factores son determinantes para obtener alternativas lógicas y viables para la modificación LAY OUT.



La información en la que se basan las alternativas siguientes, es un resumen de producción de un periodo, así como también, se obtuvo información del departamento de PLANEACION y del manual de practicas normales de papel convertido, (cómo los productos que se utilizan en convertido son muy variados y con características muy diferentes, son más de 1000 productos solo se consideran para este trabajo los productos más característicos y con mayor producción anual).

Como resultado de la recopilación y análisis de estos datos, se tiene, que existen 7 rutas características. Esto es, las rutas con mayor frecuencia y con mayor número de toneladas producidas. Estas rutas se encuentran en la tabla siguiente:

RUTAS DE PROCESO						Núm. de familia
Maquin as.	Maquin as.	Maquin as.	Maquin as.	Maquin as.	Maquin as.	
364	328					28.
353	338	336				9.
364	329					7.
324	363					7.
364	328	324	363			5.
354	326	322	318	309	336	5
353	367	338				3.

Por lo tanto, estas son las rutas que se tomaron en cuenta para las alternativas de distribución de la planta que se proponen en este trabajo.

#### 4.3) PROPUESTA DE REDISTRIBUCION No.1.

Para lograr esta alternativa de distribución, solo se tienen que cambiar la posición de 4 máquinas, 3 cortadoras y una enceradora. Estas máquinas son pequeñas en tamaño y no necesitan instalación ni cimentación especial. Se consideran también la ubicación de la nueva impresora

##### VENTAJAS.

- Se tiene un flujo lógico del material y se aprovecha más el área disponible.
- Se tienen dos áreas más de corte bien definidas y ubicadas
- Se aumenta el área para el stock del material.
- Se aprovecha una grúa puente para dos máquinas (máquina 324 y la nueva impresora).

VER APENDICE FIG. 4.3

##### DESVENTAJAS.

- Continúa el departamento dividido en dos secciones.
- Cerrar un andén de carga y mover, a inspección y embarques papel a otra área.
- Tener dos máquinas con alto riesgo por estar muy juntas (máquina 364 y la nueva impresora).

## EVALUACION APROXIMADA DEL COSTO DE LA PROPUESTA No.1.

Costo aproximado para el cambio de distribución:

■ Mover maquinas cortadoras.	\$21,000,000.00
■ Mover maquina enceradora.	\$ 7,000,000.00
■ Cerrar anden de embarques.	<u>\$10,000,000.00</u>
■ Total.	\$38,000,000.00

#### 4.4) PROPUESTA DE REDISTRIBUCION No.2.

En esta alternativa se tienen dos áreas de corte y en un area de encerado. Con respecto a la distribución actual solo se cambian 4 maquinas de lugar: una enceradora, una cortadora, y dos cortadoras de centros de las bobinas (aluminio y cartón). se tiene también a los rodillos de impresion, en una area más cercana a las impresoras:

##### VENTAJAS.

- Se agrupan las actividades de un mismo tipo, dando así, una secuencia lógica a el proceso.
- No se tienen que mover maquinas complejas ni voluminosas
- Se aprovecha mejor el área disponible.
- Aumenta el área para stock..

VER APENDICE FIG. 4.4

##### DESVENTAJAS.

- Manejo excesivo de materiales para encerado y corte.
- Supervisión poco efectiva.
- Se sigue teniendo a el departamento en dos áreas muy separadas entre si.

## EVALUACION APROXIMADA DEL COSTO DE LA PROPUESTA No.2.

Costo aproximado por el cambio de distribución:

■ Mover maquina enceradora	\$7,000,000.00
■ Mover maquina cortadora	\$7,000,000.00.
■ Mover maquinas (2) cortadoras	<u>\$4,000,000.00.</u>
■ de centros de cartón y de aluminio.	
■ Total	\$18,000,000.00.

#### 4.4) PROPUESTA DE REDISTRIBUCION DE PLANTA No. 3.

En esta alternativa se tiene al departamento en un solo bloque. Son varios los movimientos que se tienen que efectuar, entre los principales tenemos: Mover inspección de papel a otra área, cerrar un andén de carga y mover cuatro máquinas cortadoras y dos enceradoras.

##### VENTAJAS.

- Se tiene al departamento en un solo bloque.
- Se tiene un máximo aprovechamiento del área productiva.
- Se tienen los flujos lógicos de proceso y recorrido de materiales cortos.
- Se cuenta con un área mayor para el stock de material.
- La supervisión puede llevarse a cabo con mayor eficiencia.
- Se agrupan las actividades de un mismo tipo.

VER APENDICE FIG. 4.5

##### DESVENTAJAS.

- Mover andén de carga y al departamento de inspección de papel a otra área.
- Desaparecer las oficinas de planeación y embarques para colocar máquinas (planeación y embarques se colocarían en otras oficinas ya existentes).

## EVALUACION APROXIMADA DEL COSTO DE LA PROPUESTA No.3.

Costo aproximado por el cambio de distribución:

■ Cerrar anden de embarques	\$ 10,000,000.00
■ Mover maquinas (4) cortadoras	\$ 28,000,000.00
■ Mover maquina enceradora chica	\$ 7,000,000.00
■ Mover maquina enceradora mediana	<u>\$ 11,000,000.00</u>
■ Total	\$ 65,000,000.00

## 4.5) ELECCION DE PROPUESTA.

Como se pudo observar en las alternativas anteriores, siempre se podrán tener ventajas con una nueva distribución de planta, pero no se podrán evitar completamente los problemas.

En la tabla siguiente se puede observar las distancias recorridas por el material en las alternativas de distribución que se proponen

Rutas características	Promedio anual. kilos	Núm. familias	Actual m.	Alt. 1 m	Alt. 2. m.	Alt. 3. m.
364 328	305,830	28	54	54	57	54
353 338	308,663	9	78	93	58	120
364 329	544,119	7	211	211	202	87
324 363	65,247	7	54	54	65	54
Nva. Imp. 363	--	--	--	87	100	87
364 328	3,839	5	160	160	173	160
324 363						
364 328	--	--	--	187	205	187
Nva. 363						
354 326	106,920	5	198	248	315	134
318 309						
336						
354 322	106,920	5	295	363	328	116
318 309						
336						
353 367	62,562	3	238	237	208	161
338						



Definitivamente la propuesta No.3, es la más viable para mejorar la estructura de convertido. Se tienen un mayor número de ventajas que de desventajas y provoca una notable reducción en los costos por manejo de materiales, que es lo que definitivamente se persigue.

El costo para llevar a cabo esta nueva distribución se recuperaría rápidamente por lo antes mencionado.

En la actualidad, la industria mexicana se tienen muchos problemas con el manejo de materiales, ALMEXA no es la excepción. de aquí se desprende lo importante, que puede ser una buena distribución de planta

Notas:

- 4.1) Muther, Richard. Planeación y proyectos de la empresa industrial  
Pagina 28. México 1980. Editado por la compañía Phillips
- 4.2) Estos costos fueron calculados en base a factores establecidos por el departamento de ingeniería de proyectos.

## COMENTARIOS HECHOS POR EL PERSONAL .

La importancia de las relaciones obrero - patronales es reconocida en todas las empresas importantes. Cuando las teorías y prácticas de la medición del trabajo son aplicadas adecuadamente pueden promover las buenas relaciones entre los trabajadores y la empresa.

Antes de realizar algún estudio relacionado con los estudios de tiempos y movimientos, es importante informar a todas aquellas personas que tengan alguna relación con el estudio, ya sean, directivos, supervisores o trabajadores. De esta forma, con una pequeña explicación sobre los propósitos del estudio se podrá asegurar una buena cooperación de todos ellos, el estudio no solamente se llevará más tiempo del que debería, sino también existe la posibilidad de que su resultado falle totalmente.

Al realizar este trabajo, no lo niego, recibí mucha ayuda por parte del personal del departamento de proyectos, y gracias a algunos analistas es que se pudo llevar a cabo la recopilación de toda la información, ya que esta información está restringida sola y únicamente a personal autorizado de la empresa, en cuanto a las aseveraciones que a continuación se darán son gracias a la experiencia de una de las personas que más me ayudó, cuando este trabajo empezó como un trabajo de proyecto que tenía que elaborarse para algunas de las asignaturas ya mencionadas al principio de este trabajo, y las gracias son para el Ing. J. M. Islas Santacolomba.

Esta persona asegura que a través del tiempo que lleva de laborar en el área de Ing. Industrial, ha tenido la oportunidad de relacionarse con todo tipo de personas. Desde directores y gerentes de planta, hasta trabajadores sindicalizados. Y ha sido a través de esta relación, que tuvo que aprender a tratar a las personas según su nivel educativo y al medio ambiente en que se desenvuelven.

Dice, el contacto con el personal sindicalizado debe hacerse con mucho tacto. De la técnica utilizada por el analista para establecer el contacto con el operario seleccionado dependerá en mucho del éxito del estudio.

Una de las técnicas es la siguiente: Supongamos, por ejemplo, que se tenga que realizar un estudio de tiempos. Se presenta con el trabajador y le manifiesta que le han encomendado realizar un estudio de tiempos. Sugiere que el trabajador siga laborando en su manera habitual y a un ritmo normal, mencionando que se le concederán los tiempos adecuados para tener en cuenta la fatiga, necesidades físicas, etc. A continuación hace una lista de los elementos de trabajo, y antes de empezar a cronometrar la operación, le muestra la lista confeccionada y le pregunta si, según su opinión, es correcta, o si por casualidad ha dejado de incluir algún elemento. Cuando concluye el cronometraje, dirá al trabajador cuanto tiempo le llevo el trabajo, el número de piezas producidas, etc. (5.1)

Otra es presentarse con el operador y le indico los motivos por los cuales se va a realizar el estudio. Posteriormente, se puede platicar con el de cosas irrelevantes, como son, futbol, box, etc.; mientras se realiza la lista de elementos de la operación. La forma más fácil de ganarse la confianza de un obrero, es interesándose en sus platicas, en sus pensamientos, etc.

También nos dice que un error de los más comunes que cometen los analistas jóvenes o inexpertos, es el de tratar con despotismo a los trabajadores sindicalizados. Creen que son personas inferiores a ellos y que no pueden tener ningún trato directo con el operador a menos de que sea de trabajo. Esta idea es totalmente errónea, ya que la mejor manera de ganarse su confianza es tratándolos de buen modo y conviviendo con ellos.

Existe otra más que es, el primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del capataz del departamento o del supervisor de línea. Después de realizar el trabajo en operación, tanto el capataz como el analista deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado. (5.2)

Como se puede notar, lo más importante es el trato cordial y de respeto con los trabajadores.

Pero también existen ocasiones nos dice en que debe tener contacto con personas muy difíciles de tratar. En estos casos lo mejor es agotar todas las posibilidades por el buen camino, pero cuando esto no es posible, no hay que tentarse el corazón para tomar medidas más drásticas. Como por ejemplo, pedir la intervención del departamento de Recursos Humanos. Definitivamente, cree, que estos extremos crean mala fama e imagen del analista para con los demás trabajadores, pero en estas situaciones es cuando debe de entrar en juego la pericia y habilidad del analista

El temor de que el aumento de la productividad conduzca al desempleo, es uno de los mayores obstáculos a los que se debe enfrentar el analista para obtener la cooperación activa de los trabajadores. Las medidas encaminadas a aumentar la productividad probablemente tropiecen con dificultades de cooperación, pero éstas se reducirán notablemente cuando los interesados comprendan la naturaleza y motivo de cada medida y participen en su aplicación. Esta es, que para obtener la cooperación activa se deben tomar en cuenta dos factores importantes.

El primer factor es que se debe suministrar toda la información de los objetivos y consecuencias del estudio a lo largo de toda la línea jerárquica. El segundo factor es la habilidad que debe tener el analista para conseguir que el personal permanezca confiado en el estudio.

Nos dice, aun cuando parece extraño el trato con gerentes y jefes de sección es mucho más sencillo que con el personal obrero. En la mayoría de los casos son gente con bastante preparación, con muchos años de experiencia, y se desenvuelven en un medio ambiente tranquilo y sin presiones de tipo económico. A estas personas se les gana fácilmente con trabajos que generen o provoquen un aumento en la productividad, y son personas a las que se les debe hablar sin rodeos.

Cuando se presenta algún informe o trabajo, o al entablar alguna conversación con este tipo de directivos, siempre debe tratarse de ponerse al nivel de ellos, usar su lenguaje y sobre todo centrarse en el meollo del asunto.

Es muy molesto y de muy mal gusto para estas personas el divagar o de hablar de cosas irrelevantes.

El conocimiento del comportamiento humano es esencial en la ingeniería industrial. Todo lo que los seres humanos piensan, todo lo que hacen y como lo hacen, está condicionado por su comportamiento. Un buen ingeniero debe de conocer la situación actual, la forma de pensar y la motivación que debe de darse a cada uno de los subordinados y compañeros de trabajo para poder establecer una buena comunicación y un mejor rendimiento

Siempre habrá problemas de acoplamiento entre compañeros, entre jefes y subordinados, etc. Una gran cantidad de energía se gasta para lograr este acoplamiento así como en el intento para aminorar los conflictos, es que cada uno ceda un poco en su forma de actuar, ya que tomando ideas de los demás se puede formar un mejor equipo.

En alguna ocasión dice que leyó en artículo de el doctor "Duane E. Thompson" que se hace hincapié en deseo de todo ser humano de encontrar satisfacción a sus necesidades mediante las relaciones humanas. Por que el hombre no puede ser concebido como un ente aislado, para su desarrollo y sobrevivencia necesita de otras personas en quien apoyarse y con quien compartir sus triunfos y fracasos. Y esas relaciones interpersonales serán mejor cuando cada participante tenga una misma oportunidad de lograr la satisfacción de sus necesidades".

Para poder ser efectivos en nuestro trato con otras personas debemos conocer y estar consiente de las necesidades de los demás, independientemente de que sean esposas, compañeros, subordinados, clientes, jefes, etc.

Notas:

5.1) H. B. Maynard. Manual de ing. d la producción industrial.

España 1980. Paginas 1 - 67, 1 - 68. Editorial Reverte.

5.2) W. Niebel. Ingeniería industrial, México 1980.

Paginas 288. Edt. Representaciones y servicios de ingeniería S.A

## CAPITULO 5.

### CONCLUSIONES:

La situación actual por la que atraviesa el país (las aperturas comerciales con el exterior), obliga a la industria a ofrecer mejores productos. a menor costo y con mayor calidad.

Y esto se puede lograr, con la implantación de métodos de trabajo óptimos, y con el mejor aprovechamiento de los recursos materiales y humanos de la empresa, esto es. con la ayuda de la Ingeniería.

En México, existe un gran número de empresas que operan sin el apoyo de las técnicas de Ingeniería, esto provoca que tengan costos muy elevados de producción y, que sus productos no puedan competir con los de importación

La compañía en la cual esta basada esta tesis, también tiene serias carencias de Ingeniería, los métodos de trabajo que actualmente se utilizan, deben de ser mejorados y, de esta forma, elevar la eficiencia de sus trabajadores. Debido al potencial económico de la compañía, se pueden desarrollar proyectos que eleven la calidad d sus productos y que le permitan una mayor competitividad en el mercado.

A través del análisis del departamento de "papel convertido" se pudo comprobar que los métodos de trabajo, que actualmente se realizan, pueden ser mejorados, además de que se pueden llevar a cabo acciones que permitan un incremento de la productividad.

Actualmente, el departamento cuenta con maquinaria de nueva tecnología, como de maquinaria muy antigua (sobre todo en corte). Esto trae como consecuencia que se tenga una serie de descompesaciones en cuanto a capacidad de impresión y de corte. Sería conveniente el ir adquiriendo

maquinas cortadoras con mayor capacidad y con una tecnologia que permita una mayor eficiencia del operador.

Definitivamente hace falta una mayor supervisión. Los trabajadores llevan a cabo diferentes métodos de trabajo para realizar una misma operación, y caen en distracciones y descuidos que podrían acarrear un accidente. Sería conveniente hacer que se convenza al trabajador de que debe cumplir con sus obligaciones, y tratar de realizar una supervisión más estrecha.

Con la modificación de la distribución, a la alternativa propuesta, se tendría un mayor control sobre los trabajadores y una supervisión adecuada, ya que se tendría al departamento en un solo bloque.

Definitivamente, pensamos que falta mucho por trabajar para que se pueda cumplir con los objetivos planteados al inicio de este trabajo. Se presentaron propuestas en los estudios de tiempos, que al ser aplicadas elevarían la productividad de las maquinas en por lo menos un 8%. Es bueno hacer notar que estos estudios de tiempos y movimientos fueron presentados a uno de los encargados de Ingeniería, Ingeniero Santacolomba, el cual después de una revisión efectuó algunas observaciones en cuanto al trabajo y comento que después de un estudio más consiente pudiera ser aplicado a la empresa.

En mi forma de ver, creo que la compañía puede obtener grandes beneficios en este departamento, si se aplica efectivamente las técnicas y procedimientos dispuestos para este fin como lo puede ser en su momento la Re - ingeniería y los estudios de tiempos y movimientos. Se reducirían notablemente los costos de producción y se mejorarían las condiciones de trabajo. No es mucho el capital a invertir y sí son muchas las ventajas que se obtendrían, bien vale la pena.

Por último, me gustaria hacer notar, que este, trabajo de tesis, presenta una gran ventaja que en raras ocasiones se presenta en un trabajo de esta naturaleza, y es que tiene ejemplos de practicas reales.

El 80% de este trabajo, son estudios reales. realizados bajo la supervisión del Ingeniero Santacolomba y gracias a esta facilidad proporcionada he tenido

la dicha de obtener una fabulosa experiencia en cuanto a lo que será el desempeño de mi papel como Ingeniero.

Espero que este trabajo quede aprobado por las autoridades de la facultad. ya que este mismo pasará a formar una parte importante de un gran conjunto de volúmenes de trabajo que servirán de ejemplo para las propuestas de proyectos solicitados en muchas de las asignaturas que se llevan en la carrera de INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

*"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU".*



A P E N D I C E .

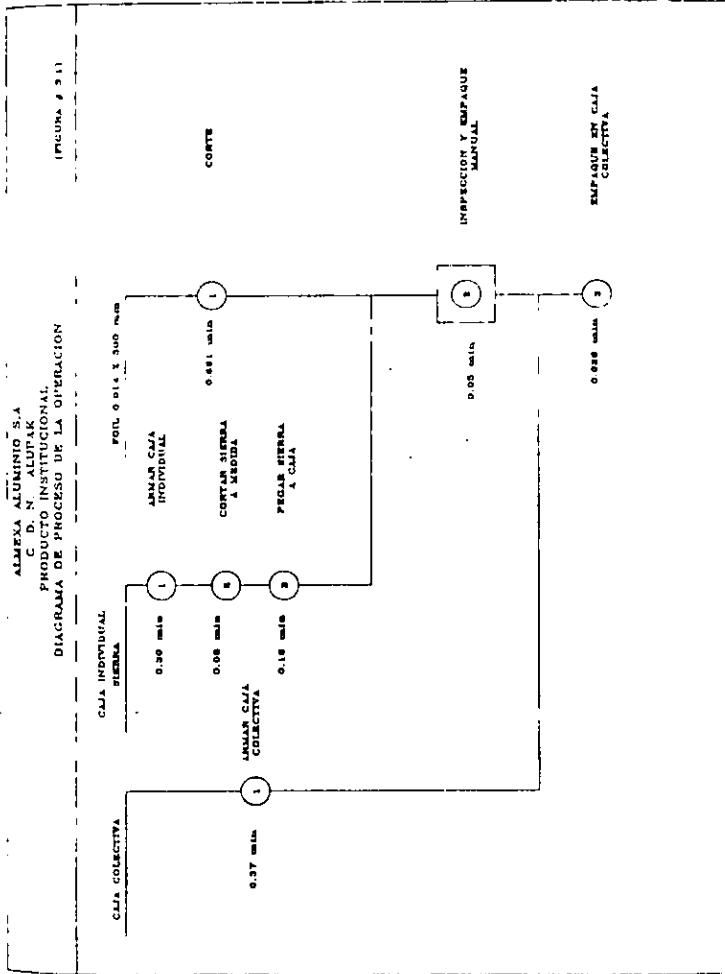


FIG. 3.1

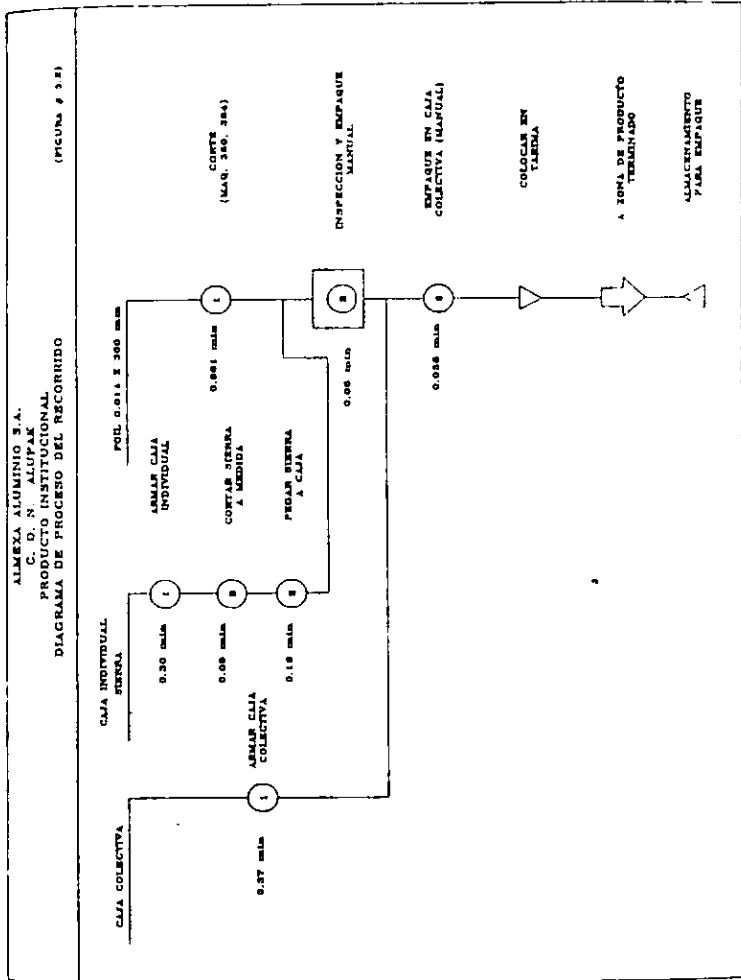


FIG. 3.2

ELEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR
Iniciar un turno de trabajo (Después de un turno sin trabajar la máquina)	11.47 Min.
Término de un turno de trabajo (No se trabajará el turno siguiente)	16.94 "
Cambio de proceso sin cambio de color	41.06 "
Cambio de proceso con cambio de color (Método actual)	43.35 "
Cambio de proceso con cambio de color (Método propuesto)	61.91 "
Cambio de cuchilla	5.86 "
Carga (Lado norte)	6.98 "
Descarga (Lado sur)	5.85 "
Carga (Al centro)	11.23 "
Descarga (Al centro)	8.79 "
Cambio de rodillo de contraestampa	9.32 "

FIG. 3.3

INGENIERIA INDUSTRIAL MEJORA DE METODOS			
OPERACION: <u>CAMBIO DE PROCESO CON CAMBIO DE COLOR</u>		MAQUINA: <u>IMPRESORA 324</u>	
DEPARTAMENTO: <u>PAPEL CONVERTIDO</u>		REALIZO: _____	
		FECHA: _____	
NO.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	METODO	
		ACTUAL OPER AYUDS	PROPUESTO OPER AYUDS
1	VACIAR LACA DEL TROLEY AL TAMBO	①	①
2	LAVAR RODILLO GRABADOR CON SOLVENTE Y TRAPO	②	②
3	AFLOJAR SEGURO Y SACAR TROLEY A MEDIAS	③	③
4	COLOCAR CARRO GUIA Y EXTRAER TROLEY COMPLETAMENTE	④	④
5	LIMPIAR CUCHILLA Y CUBRIRLA CON MASKIN TAPE	⑤	⑤
6	RETIRAR RODILLO, CUBRIRLO Y GUARDARLO EN CAJA	⑥	⑥
7	LAVAR TROLEY CON SOLVENTE	⑦	⑦
8	QUITAR EXPANSOR DE ESTACION	⑧	⑧
9	RETIRAR ACCESORIOS DEL COLOR ANTERIOR Y LLEVARLO A ZONA DE LAVADO	⑨	⑨
10	TRAER ACCESORIOS PARA EL NUEVO COLOR	⑩	⑩
11	LIMPIAR PLATAFORMA DE TROLEY EN ESTACION	⑪	⑪
12	PONER EXPANSOR	⑫	⑫
13	COLOCAR MANGUERA EN BASE DE TROLEY	⑬	⑬
14	SACAR RODILLO DE LA CAJA, QUITARLE PROTECCION Y MONTARLO EN TROLEY	⑭	⑭
15	AJUSTAR Y ATORNILLAR RODILLO EN TROLEY	⑮	⑮
16	METER EL TROLEY A LA MAQUINA	⑯	⑯
17	COLOCAR Y ASEGURAR MANGUERA DE BOMBA DE EXPANSOR	⑰	⑰
18	AJUSTAR EL EXPANSOR EN LA POSICION ADECUADA	⑱	⑱
19	LLENAR DEPOSITO DE BOMBA CON LACA	⑲	⑲
20	RETIRAR PROTECCION DE CUCHILLA Y PONER CUCHILLA EN POSICION	⑳	⑳
21	PONER ALUMINIO EN LOS BORDES DEL EXPANSOR	㉑	㉑
22	PONER RODILLO EN REGISTRO (SINCRONIZAR)	㉒	㉒
23	AJUSTAR PRESION EN RODILLOS DE IMPRESION	㉓	㉓

FIG. 3.4

FABRICA ALUMINIO S.A. DE C.V.  
INGENIERIA INDUSTRIAL  
MADUINA 324

FAMILIA	MATERIAL DE ENTRADA								MATERIAL DE SALINA								TIEMPOS ESTANDAR DE PROCESO																									
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg					
FAMILIA 120	86	226	51	462	217	161	462	0.154	215	6.98	5.05	110.7	26.0	123.5	2,878.2	104.4	9.6	96.6	106.5	9.91																						
FAMILIA 120	86	102	51	427	217	159	427	0.154	195	6.98	5.05	119.4	26.0	132.2	2,965.0	88.5	11.3	93.2	86.5	12.13																						
FAMILIA 132	86	209	39	427	217	180	427	0.121	221	6.98	5.05	105.4	23.0	196.4	4,268.8	64.8	15.0	93.2	127.3	16.06																						
FAMILIA 168	168	216	9	624	217	136	624	0.085	220	6.98	8.79	425.3	32.0	441.1	13,699.4	29.9	33.4	95.3	28.3	34.50																						
FAMILIA 168	152	301	9	500	217	138	500	0.085	189	6.98	8.79	407.2	32.0	423.0	13,030.4	26.8	37.3	91.6	24.6	40.72																						
FAMILIA 168	168	225	9	760	217	130	760	0.085	263	6.98	8.79	434.2	32.0	450.0	13,894.4	35.1	28.5	99.2	34.8	26.75																						
FAMILIA 188	168	263	30	630	217	202	680	0.148	315	11.23	5.05	174.3	24.0	191.4	4,183.2	98.8	10.1	93.1	91.9	10.88																						
FAMILIA 334	152	172	7.6	520	217	130	520	0.078	87	11.23	5.05	159.1	17.0	167.2	2,351.7	31.2	32.0	89.3	27.9	35.86																						
FAMILIA 334	152	222	11	520	217	163	520	0.078	126	11.23	5.05	211.9	19.3	225.6	4,085.7	31.4	31.8	89.3	28.1	35.61																						
FAMILIA 107	100	278	42	782	217	181	782	0.135	207	6.98	5.05	163.3	17.0	176.1	2,776.1	70.5	14.2	78.8	55.6	18.00																						

PESO CON CALIBRE 9 mic Y ANCHO 450 mm  
PAPEL COLORE REALIZO:

FIG. 3.5

INGENIERIA INDUSTRIAL CUADRO DE DEMORAS						
No	DESCRIPCION	DETORA I H	TIEMPO UNITARIO	FREC	TIEMPO TOTAL	X
1	SINCRONIZAR EL REGISTRO DESPUES DE BANDERA O DESCARGA	○ PR	9.25	196	1813.00	
2	AJUSTAR O CAMBIAR CUCHILLAS EN ESTACIONES	○ PR	12.51	66	825.35	
3	DISTRACCION DE LOS OPERADORES (PLATICAR, JUGAR, ETC.)	D PR	3.95	42	166.09	
4	SACAR MUESTRA Y CHECAR CON CONTROL DE CALIDAD	□ PR	5.95	42	245.67	
5	PELIGAR + VISCOSIDAD Y/O TONO DE LACAS	□ PR	10.05	35	351.70	
6	PRUEBAS DE GRABADO DESPUES DE CAMBIO DE LACA, DE TONO O DE PROCESO	○ PR	40.03	45	1801.51	
7	ESPERAR QUE TRASLADEN EL CROWN A LA ZONA DE DESCARGA	D PR	1.57	28	43.86	
8	BUSCAR O PREPARAR HERRAMIENTA (BARRETA, DESARMADOR, FONDANAS, MASKIN TAPE...)	D PR	2.88	25	72.11	
9	CAMBIO DE TURNA (PARA ANTES O EMPEZAR (ESPUES))	D PR	8.86	41	363.40	
10	BANDERA EN ROLLO DE CARGA	○ PR	9.50	21	199.40	
11	CHECAR SPOT DEL MATERIAL	□ PR	2.75	21	57.85	
12	CAMBIAR O AJUSTAR EL RODILLO DE CONTRA ESTAMPA	○ PR	12.51	18	225.13	
13	PREPARAR MATERIAL PARA LA CARGA	D PR	5.46	17	92.78	
14	BUSCAR SUS GUANTES O LLAYES ALLEN	D PR	2.03	14	28.45	
15	PESAR ROLLO DE DESCARGA (PARADA LA MAQUINA)	D PR	3.68	14	51.48	
16	RETIRAR FOIL DEFECTUOSO DEL ROLLO DE CARGA	○ PR	7.37	14	103.24	
17	RETIRAR MATERIAL DEFECTUOSO ROLLO DE CARGA	D PR	5.05	17	85.82	
18	INVLVER A CENTRAL, ACOMODAR O APRETAR CONOS EN EL ROLLO DE CARGA	D PR	3.91	13	50.85	
19	IR POR RODILLOS PARA CAMBIO DE PROCESO	◇ PR	32.66	12	391.90	
20	MOVER CAJAS PARA SACAR RODILLOS DE GRABADO	D PR	3.12	12	37.41	
21	CAMBIAR UNA LACA	D PL	18.40	12	220.85	
22	FALLA EN LA PRESION DEL AIRE	D M	1.91	10	19.09	
23	FALLA ELECTRICA EN LA MAQUINA	D M	40.82	10	408.15	
24	PONTIENDOSE DE ACUERDO OPERADOR Y AYUDANTE	D PR	8.19	8	16.38	

FIG. 3.6

INGENIERIA INDUSTRIAL CUADRO DE DEMORAS							
Nº	DESCRIPCION	DEMORE	TIEMPO UNITARIO	FREC	TIEMPO TOTAL	%	
25	AJUSTAR LOS RODILLOS PARA EL REGISTRO	○ PR	13.10	8	104.76		
26	ENHEBRAR MATERIAL EN ESTACIONES	○ PR	11.08	8	88.62		
27	DERIVARSE TINTA DE LOS TROLEY	○ PR	9.40	7	66.01		
28	FALTA DE MATERIAL	○ PL	16.90	10	109.04		
29	FALTA DE CARTON PROTECTOR PARA ROLLOS	○ PR	1.86	7	13.02		
30	HABLAR OPERADOR CON SUPERVISOR	○ PR	2.20	6	13.58		
31	CHECAR ESTADO DEL RODILLO DE GRABADO	○ PR	5.93	6	35.56		
32	LIMPIAR RODILLO DE GRABADO	○ PR	52.08	6	312.45		
33	ROTURA DEL MATERIAL	○ PR	10.86	6	65.16		
34	SE PASO EL PAPEL SEPARADOR A LAS ESTACIONES (PRODUCTO MAGNOLIA)	○ PR	6.42	7	44.92		
35	REAJUSTAR EL TAMBOR EN LA FLECHA DE DESCARGA	○ PR	3.92	5	19.62		
36	TRAER TINTA O BARNIZ DEL ALMACEN	○ PR	28.06	5	140.31		
37	IR POR GANCIO PARA PLUMA	○ PR	0.87	5	4.33		
38	CHECAR MATERIAL CON SUPERVISOR	○ PR	9.84	4	39.36		
39	LOCALIZAR CARA TERMOSELLANTE EN FOIL	○ PR	6.15	4	24.58		
40	REVISAR EN BITACORA LOS RODILLOS A UTILIZAR Y/O UTILIZADOS	○ PR	9.08	4	36.33		
41	PLATICAS DE SEGURIDAD (SUPERVISOR)	○ PR	22.06	4	88.25		
42	NECESIDADES PERSONALES (W. C.)	○ PR	5.15	4	20.58		
43	CAMBIA EL ROLLO DE CARGA YA MONTADO POR ESTAR DEFECTUOSO	○ PR	8.23	4	32.90		
44	LIMPIAR Y ESCOMBRAR ZONA DE TRAFUJO (PARADA LA MAQUINA)	○ PR	3.33	4	13.32		
45	DESCARGAR ROLLO DE PAPEL SEPARADOR (MAGNOLIA)	○ PR	5.96	4	23.85		
46	REFRIGERIO (PARADA LA MAQUINA)	○ PR	6.61	3	19.83		
47	TOMAR AGUA	○ PR	2.31	3	6.92		
48	DIFICULTADES PARA SACAR O METER TROLEY	○ PR	1.31	3	3.92		
49	REPARAR BOMBA EN ESTACIONES	○ M	38.35	3	115.04		
50	AJUSTAR Y REVISAR TROLEY	○ PR	25.37	3	76.12		
51	REVISAR ENGRANES DE TROLEY	○ PR	2.45	3	7.35		
52	IR POR SOLVENTE	○ PR	3.61	3	10.83		
53	RECTIFICAR CON LIMA LAS PUNTA DE LOS RODILLOS	○ PR	10.45	3	31.35		
54	LIMPIAR RODILLOS DE MAQUINA	○ PR	31.81	3	95.42		

FIG. 3.7

INGENIERIA INDUSTRIAL CUADRO DE DEMORAS							
No	DESCRIPCION	DEMORA I	DEMORA S	TIEMPO UNITARIO	FRAC	TIEMPO TOTAL	Z
50	LEVANTAR TEMPERATURA Y VAPOR	□	M	26.72	2	53.44	
56	REAJUSTAR RODILLO EN TRAXEY (LO PUSIERON MAL)	D		PR	10.08	2	20.15
57	BAJAR RODILLO DE CARGA, CENTRARLO Y MONTARLO NUEVAMENTE	D		PR	3.57	2	7.13
58	IR POR BITALURA	D		PR	3.26	2	6.52
59	ALTA DE VAPOR	O		M	53.44	2	106.87
60	IR A TIRAR SOLVENTE UTILIZADO	D		PR	3.3	2	6.59
61	AJUSTAR RODILLO DE ESTACION	○		M	53.83	2	107.65
62	LEVANTAR LAS MANOS	D		PR	2.91	2	5.82
63	PONER EN PARALELO RODILLOS DE ESTACION	○		M	39.62	2	79.23
64	IR POR REFACCIONES AL ALMACEN	◇		PR	8.18	2	16.35
65	IR A BUSCAR AL SUPERVISOR	D		PR	8.28	2	16.55
66	ROTURA DE UNA UNION DEL MATERIAL	D		PR	30.58	2	61.15
67	ESPERAR AYUDANTE	D		PR	1.13	2	2.26
68	CAMBIO DE CONJUNTO DE DESCARGA SECCION "B"	○		PR	1.66	2	3.31
69	FALTA DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA	○		PR	0.57	2	1.13
70	HALEN MUESCA D INTERIOR PARA CONJO	D		PR	1.64	2	3.27
71	IR POR TACOMETRO	D		PR	1.90	1	1.90
72	PRUEBAS PARA CLIENTE	○		PR	5.85	1	5.85
73	ESPERAR ORDEN DE TRABAJO	D		PL	8.05	1	8.05
74	CAMBIAE TAMBORES DE DESCARGA (MAS CHICO O GRANDE)	D		PR	4.65	1	4.65
75	LEVANTAR HERRAMIENTA	D		PR	2.80	1	2.80
76	AJUSTAR ROLLO DE DESCARGA	○		PR	2.03	1	2.03
77	QUITARLE LA PINTURA A LOS GUANTES	D		PR	1.38	1	1.38
78	CAMBIAE UN BALERO	○		M	15.42	1	15.42
79	CHECAR UN RODILLO EN ESTACION	□		PR	1.15	1	1.15
80	SE DESESPERO EL OPERADOR Y DEJO EL TRABAJO MOMENTANEAMENTE	D		PR	20.70	1	20.70
81	PONER CARTON A RODILLO PLANCHADOR	D		PR	1.80	1	1.80
82	REAJUSTAR LA MANGUERA DE LA BOMBA	D		PR	4.41	1	4.41
83	COLOCAR FIELTRO EN CADA ESTACION	D		PR	5.54	1	5.54
84	AJUSTAR ROLLO DE DESCARGA A CARGA (PARA PRUEBAS)	○		PR	21.80	1	21.80

FIG. 3.8



INGENIERIA INDUSTRIAL CUADRO DE DEMORAS							
No	DESCRIPCION	DEMORA		TIEMPO UNITARIO	PREC	TIEMPO TOTAL	X
		I	E				
85	HACER LAINAS	D	PR	21.90	1	21.90	
86	LIMPIAR TROLEY	○	PR	5.85	1	5.85	
87	PREPARAR CUBETAS PARA SOLVENTE	D	PR	3.64	1	3.64	
88	PROBLEMAS DE REGISTRO DE UNA ESTACION	○	PR	73.30	1	73.30	
89	ESPERAR A MANTENIMIENTO (COMIDA, PLATICA, ETC.)	D	M	80.15	1	80.15	
90	ARREGIAR BRAZO DE CONTROL DE REGISTRO	○	M	33.68	1	33.68	
91	QUITAR SOBRANTE DE ROLLO DE CARGA	D	PR	1.12	1	1.12	
92	CAMBIAR MANGUERA DE PRESION EN RODILLOS	○	M	34.12	1	34.12	
93	NO PUSIERON LAS BANDAS PARA EL MOTOR AL SECCIONAR LA MAQUINA	D	M	10.20	1	10.20	
94	FALLA EN EMBRAGUE NEUMATICO (SECCION "B")	D	M	6.47	1	6.47	
95	AJUSTAR NAVAJA DE CORTE (PRODUCTO 188)	○	PR	4.78	1	4.78	
96	AJUSTAR ARRASTRE FLECHA DE CARGA (SECCION "A")	○	PR	1.13	1	1.13	
97	ESPERAR DESENNROLLADOR PARA $\delta$ INTERIOR MAYOR	D	PR	7.05	1	7.05	
98	INSTALAR DESENNROLLADOR	○	M	46.81	1	46.81	
99	SE SAFO LA MANGUERA DE AIRE DEL DESENNROLLADOR	D	M	19.11	1	19.11	
100	SE TRONO LA MANGUERA (NO ERA LA ADECUADA)	D	M	30.00	1	30.00	
101	HACER GIRAR TAMBOR DE ESTACION NUM. 1	D	M	3.30	1	3.30	
102	EL OPERADOR ROMPIO EL FOIL (DESCUCCO) ENHEBRAR	D	PR	23.05	1	23.05	
103	RETIRAR EL SOBRANTE DE ROLLO DE CARGA (CAMBIO DE PRODUCTO)	○	PR	25.74	1	25.74	
104	RETIRAR IMPLEMENTOS TINTA AZUL	D	PR	11.13	1	11.13	
105	TRAER IMPLEMENTOS PARA TINTA ROJA	D	PR	8.10	1	8.10	
106	AJUSTAR DOSIFICADOR	○	PR	6.25	2	12.49	

PR = PRODUCCION  
 PL = PLANEACION  
 M = MANTENIMIENTO  
 E = EVITABLES  
 I = INEVITABLES

TOTAL 10 472.53  
 total demoras inevitables 7,207.25  
 total demoras evitables 3,265.28

FIG. 3.9

Familia	Dimensiones	Material entrada				Material salida					
		Ancho mm	Altura mm	Peso Kg.	Ø Int. mm	Bandejas	Ancho mm	Altura mm	Peso Kg.	Ø Int. mm	Bandejas
120	51 M X 462	462	226.2	455.5	86	0.56	462	161.2	215	217	3.3
120	51 M X 427	427	182.4	--	86	0.49	427	159.4	195.0	217	3.4
133	39 M X 427	427	208.5	--	86	0.16	427	180.4	220.8	217	3.2
107	90 GR M <sup>2</sup> X 782	782	278.3	--	100	--	782	181.0	207.2	217	3.3
188	30 M X 690	690	263.4	461.2	168	3.09	680	201.5	315.2	217	3.7
334	7.6 M X 520	520	171.5	--	152	1.75	520	129.7	87.3	217	4.7
168	9 M X 624	624	216.0	336	168	--	624	136.0	220.0	217	2.8
168	9 M X 500	500	301.3	546.3	152	--	500	138.3	188.7	217	4.0
168	9 M X 760	760	225.0	--	168	4.0	760	130.0	262.5	217	4.0
334	11 M X 520	520	221.7	147.0	152	2.0	520	163.0	120.0	217	5.0

FIG. 3. 10

FAMILIAS										MATERIAL DE ENTUBAJE										MATERIAL DE SALIDA										TIEMPOS PRODUCTIVOS													
DESCRIPCION		CAL.		ANCHO		ALTAZA		DIA		HIA		ROTU		PESO		CAVIDAD		NO. PESO		TIEMPO		TIEMPO		TIEMPO		CICLO		VELOC.		KILOS		HECTAREAS		MOTOS		MOTOS		MOTOS		MOTOS			
SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.	SEC.	HA.		
FAMILIA	120	51	465	163	216	1	145	199	76	0.50	3.2	2-1	2	27.6	1.24	1.24	1.24	1.24	2.24	4.29	13.01	16.3	17.2	0.471	72.5	32.28	0.658																
FAMILIA	115	17	960	189	86	3	115	179	76	0.25	3.4	4	2	27.2	2.42	2.42	2.42	2.42	4.45	12.43	20.59	27.6	79.38	0.759	79.9	33.36	0.947																
FAMILIA	115	17	816	161	80	2	100	100	76	0.45	3.1	4	2	24.0	1.22	1.22	1.22	1.22	4.61	1.98	12.31	20.42	26.7	74.32	0.607	72.8	54.10	1.109															
FAMILIA	120	51	427	172	216	2	306	396	76	0.90	35.2	1	3	55.3	3.12	3.12	3.12	3.12	3.56	3.49	28.50	36.87	17.8	89.99	0.687	78.6	70.73	0.948															
FAMILIA	134	7.6	485	134	216	5	410	500	76	1.00	46.0	1	1	48.0	2.49	2.49	2.49	2.49	9.09	10.96	33.75	41.29	16.3	85.33	1.132	87.9	38.58	1.516															
FAMILIA	660	15	810	273	168	3	878	113	76	0.65	133.0	3	3	133.0	5.71	5.71	5.71	5.71	8.69	3.12	30.00	47.52	36.8	167.3	0.357	83.1	139.5	0.450															
FAMILIA	107	9	768	275	96	4	744	906	170	1.50	46.0	1	1	46.0	6.56	6.56	6.56	6.56	7.16	13.15	37.03	54.72	21.4	94.79	0.636	96.8	76.19	0.381															
FAMILIA	110	30	680	262	76	6	109	200	76	1.00	1.2	3	2	25.8	0.88	0.88	0.88	0.88	2.54	4.78	5.96	11.48	29.1	106.9	0.581	80.7	94.82	0.633															
FAMILIA	120	51	446	182	217	3	136	201	76	0.1	1.2	2-1	2	3.6	0.57	0.57	0.57	0.57	3.28	0.56	2.59	4.00	70.7	82.25	0.729	96.0	70.76	0.948															
FAMILIA	139	15	610	135	230	8	100	150	76	6.095	0.7	6	3	3.9	0.16	0.16	0.16	0.16	1.43	0.23	1.85	4.07	75.3	57.49	1.044	97.1	55.82	1.375															
FAMILIA	110	15	410	130	210	2	100	161	76	0.10	0.5	4	1	2.8	0.11	0.11	0.11	0.11	1.31	0.36	2.23	4.04	64.2	38.81	1.551	94.8	36.52	1.641															
FAMILIA	192	15	810	126	210	2	100	160	76	0.095	0.7	6	1	4.2	0.13	0.13	0.13	0.13	1.53	0.49	2.08	4.03	65.7	57.53	0.960	97.1	66.71	0.968															
FAMILIA	192	15	972	300	86	3	75	181	76	0.09	0.8	8-5	2	8.8	0.13	0.13	0.13	0.13	4.20	0.31	7.37	12.01	33.1	43.96	1.385	91.3	81.28	1.413															

1 DE UTILIZACION : 83.48

FIG. 3.11

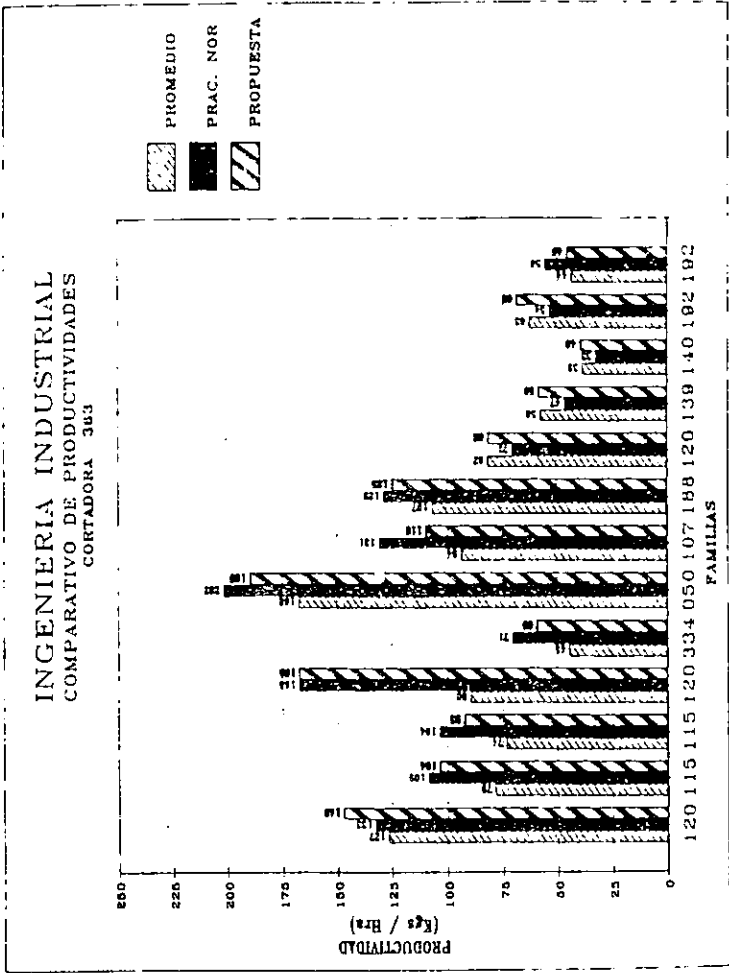


FIG. 3.12

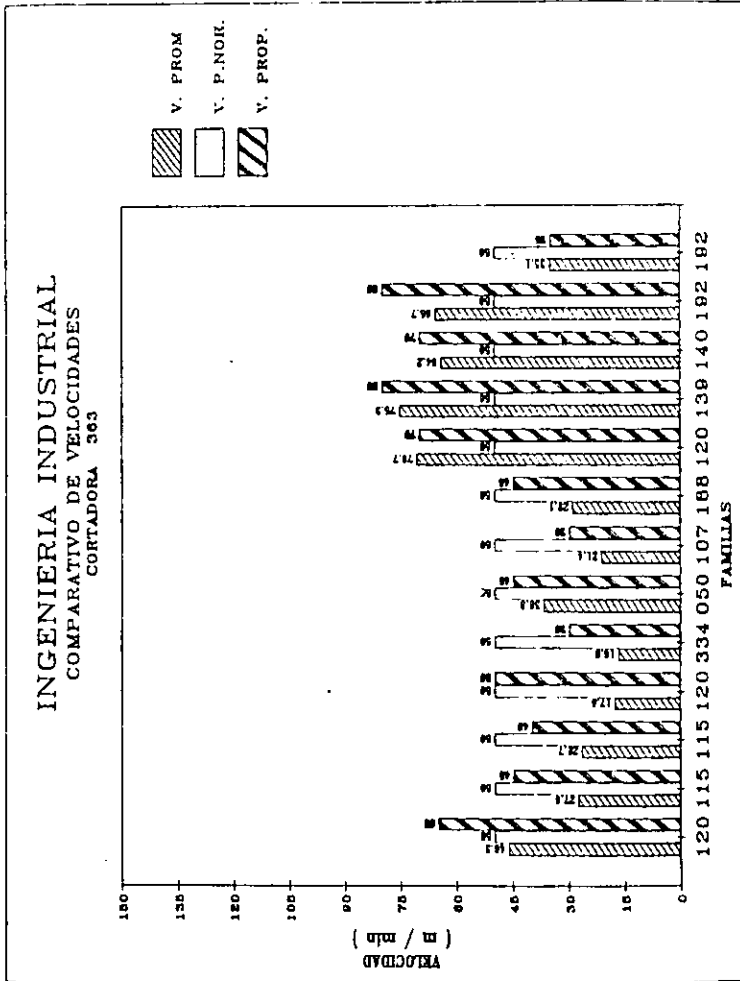


FIG. 3.13

INGENIERIA INDUSTRIAL CUADRO DE DEMORAS						
No	DESCRIPCION	DEMORA I E	TIEMPO UNITARIO	FREC	TIEMPO TOTAL	X
1	Ajustar ojo electrónico de desenrollador	○ P	6.4	45	288.9	
2	Fallas mecánicas	D M	69.7	4	278.6	
3	Retirar material de cavidades (defectuoso o mal embobinado)	U P	5.4	29	156.6	
4	Retirar material de cavidades por ajuste de ojo electrónico.	D P	3.9	25	98.7	
5	No traía bandera el rollo de carga	D P	12.3	5	61.4	
6	Mantenimiento eléctrico	D M	10.4	5	52.0	
7	Preparar rollo para carga	D P	4.6	8	37.0	
8	Rotura del material por no ajustar bien la tensión	D P	4.3	7	29.9	
9	Quitar sobrante de rollo de carga estando montado en la máquina	D P	4.8	6	28.9	
10	Bajar rollo de carga, centrarlo, poner conos y montarlo nuevamente	D P	7.1	4	28.5	
11	Buscar a supervisor para consultarlo	D P	3.7	5	18.5	
12	Se sacó un cono de rollo de carga	U P	18.4	1	18.4	
13	Falta de corazones de cartón para cavidades	D P	3.6	5	18.1	
14	Empezar a trabajar después de inicio de turno	D P	8.5	2	17.0	
15	Ajustar cuchillas porque el material tenía mal las medidas (producto 115)	○ P	16.7	1	16.7	
16	Se corrió el rollo de carga	D P	8.1	2	16.2	
17	Embobinar mal las cavidades (descuidos operador)	D P	3.9	4	15.8	
18	Varios (platicar, jugar, etc.)	D P	1.4	11	15.1	
19	Hacer pruebas con nuevas medidas entre cuchillas	○ P	14.3	1	14.3	
20	Retirar sobrante de rollo de carga y pesarlo	D I.I.	13.6	1	13.6	
21	Pesar rollo de descarga	D I.I.	3.4	4	13.6	
22	Checar material con control de calidad	□ P	2.3	5	11.5	
23	Bajar rollo por estar defectuoso y montar otro	D P	5.8	2	11.6	
24	No paró el operador en la BAndera	D P	3.5	3	10.5	

FIG. 3. 14

INGENIERIA INDUSTRIAL CUADRO DE DEMORAS						
No	DESCRIPCION	DEMORA I E	TIEMPO UNITARIO	FREC	TIEMPO TOTAL	X
25	Se inventó el material	D P	2.4	4	9.6	
26	Esperar al operador o al ayudante	D	P 1.5	6	9.2	
27	Ennebrar máquina	○ P	3.1	3	9.2	
28	Ir a pedir prestada herramienta	D	P 1.3	7	8.8	
29	Junta con supervisor	U P	8.6	1	8.6	
30	Esperar operador (M. C. doctor)	U P	2.9	3	8.8	
31	Ajustar la presión a flecha	○ P	2.5	3	7.4	
32	Problemas para retirar el desorillado (Producto 339)	D	P 7.4	1	7.4	
33	Vacuna	D S.M.	7.1	1	7.1	
34	Pegar material de desorillado (Producto 334)	○ P	6.7	1	6.7	
35	Planchar cavidad con máquina parada	D	P 6.6	1	6.6	
36	Traer conos más grandes para rollo carga	D	P 6.3	1	6.3	
37	Retirar desorillado (parada la máquina)	D	P 2.1	3	6.2	
38	Problemas para sacar flecha de cavidad	D	P 5.2	1	5.2	
39	Buscar rollo para carga (Producto 107)	D	P 4.2	1	4.2	
40	Poner material a tierra	D M	3.9	1	3.9	
41	Hacer pruebas de corte, medidas, etc.	○ P	3.7	1	3.7	
42	Retirar material roto en enhebrado	D P	3.2	1	3.2	
43	Sacar muestra para Spot y checarlo	☒ P	3.0	1	3.0	
44	Traer cartón protector para rollo	D	P 2.4	1	2.4	
45	Preparar diurex (cortar)	D	P 2.2	1	2.2	
46	Mover pluma a zona de descarga	○ P	2.0	1	2.0	
47	Poner cinta para que no patinen los separadores de flechas (Producto 334)	D P	1.8	1	1.8	
48	Cortar sobrante de orilla de bobina	D P	1.7	1	1.7	
49	Otros	D	P 1.3	1	1.3	
P = PRODUCCION M = MANTENIMIENTO I.I. = ING. INDUSTRIAL S.M. = SERVICIO MEDICO						
TOTAL = 1 307.9 MINUTOS						

TOTAL DEMORAS INEVITABLES 1,040.3 MIN. 73.89 %  
 TOTAL DEMORAS EVITABLES 367.6 MIN. 26.11 %

FIG. 3.15

ALUMINIO S.A. DE C.V.  
INGENIERIA INDUSTRIAL  
TIEMPOS ESTIMADOS  
UNIDAD: S2

DESCRIPCION	FAMILIAS		MATERIAL DE ENTRADA		MATERIAL DE SALIDA		TIEMPOS PRODUCTIVE																
	CA	BT	CA	BT	CA	BT	CA	BT	CA	BT	CA	BT	CA	BT	CA	BT	CA	BT					
FAMILIA 081	51	620	285	166	1	60	251	76	0.36	5.3	2	53.0	0.96	5.80	1.65	15.1	27.53	38	172.1	0.44	9.8	130.8	0.45
FAMILIA 104	31	620	285	166	3	60	246	57	0.76	30.6	1	30.6	2.38	2.70	0.00	14.6	19.68	33	177.4	0.30	8.6	113.9	0.27
FAMILIA 112	20	915	285	166	2	192	251	76	0.25	19.3	2-3	91.3	1.66	2.00	1.01	14.9	24.17	97	526.1	0.65	9.4	418.0	0.27
FAMILIA 113	20	915	285	166	1	134	208	76	0.00	11.5	3	35.0	1.9	2.70	0.00	13.9	21.3	71	359.7	0.30	9.7	149.0	0.43
FAMILIA 113	20	915	285	166	3	182	208	76	0.10	10.4	2	60.0	0.95	3.62	0.46	19.6	24.66	57	346.9	0.41	8.4	113.6	0.418
FAMILIA 120	51	625	286	166	1	473	432	76	1.80	179.0	1	328.0	3.00	4.90	2.00	53.5	72.43	25	296.5	0.20	97.0	280.7	0.21
FAMILIA 145	15	878	210	76	6	108	248	76	0.15	2.0	4	16.0	1.07	4.42	0.62	5.3	12.01	29	162.95	0.52	94.8	160.62	0.990
FAMILIA 168	7	125	175	166	9	75	181	76	0.71	4.1	4	22.4	1.46	5.28	1.97	32.6	46.86	51	241.9	1.429	86.0	240.31	1.488
FAMILIA 206	31	878	285	166	1	544	201	76	0.09	26.7	1	54.1	0.86	3.00	0.42	9.2	13.48	44	240.6	0.249	93.8	220.8	0.264
FAMILIA 201	31	825	281	166	2	280	240	76	0.00	18.6	2-4	54.0	1.00	3.21	0.00	6.7	10.91	86	296.9	0.202	87.2	274.6	0.276
FAMILIA 225	9	625	91	210	3	50	183	76	0.89	4.5	3	27.0	1.56	3.10	3.43	15.4	22.49	126	168.96	0.870	91.0	164.8	0.97
FAMILIA 280	25	915	312	166	3	222	201	76	0.37	14.1	2	26.4	1.29	5.30	0.29	13.2	16.04	65	187.5	0.220	94.1	178.5	0.300
FAMILIA 281	25	915	246	166	3	160	241	76	0.57	10.2	4	86.9	0.82	3.90	2.32	26.7	26.00	64	186.2	0.222	97.1	160.6	0.232
FAMILIA 285	15	625	115	166	3	305	198	57	0.67	22.3	1	44.1	2.78	3.36	2.69	18.5	27.27	84	230.12	0.411	97.4	195.77	0.626
FAMILIA 331	15	525	211	76	2	566	243	76	0.00	14.5	1	14.5	2.13	2.46	0.00	20.1	24.63	37	220.35	1.699	90.7	320.10	1.694
FAMILIA 999	--	984	145	166	2	432	203	76	1.09	26.0	1	14	0.91	3.96	0.28	10.6	15.94	42	244.3	0.24	84.1	188.4	0.232

1 DE UTILIZACION : B0.51

• DATOS DE PLANEACION

FIG. 3.16





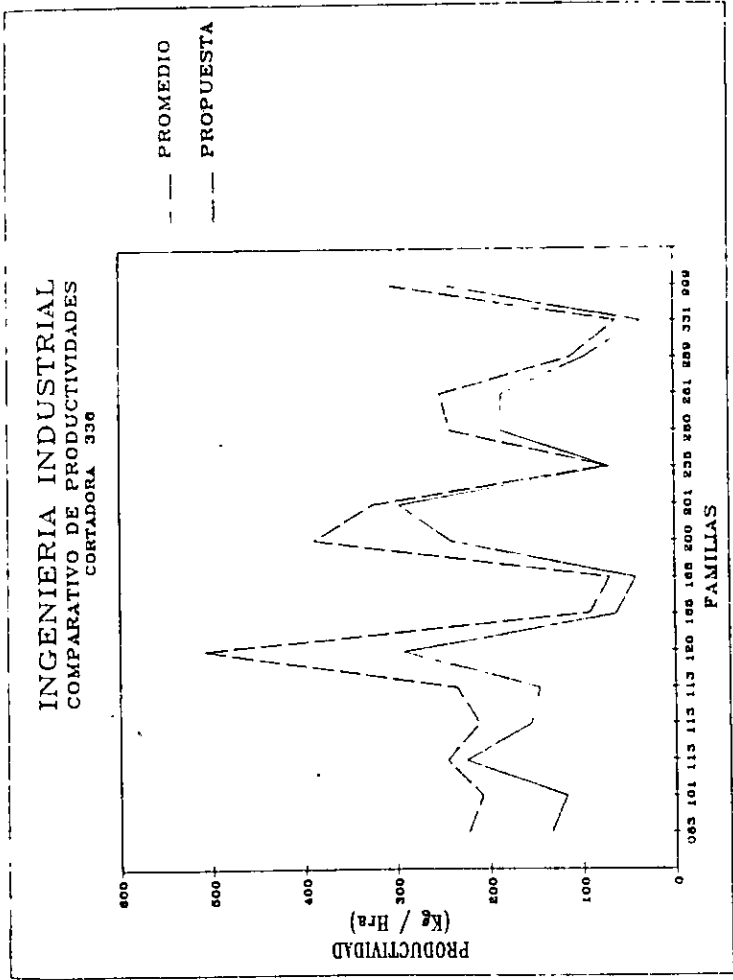


FIG. 3.18

INGENIERIA INDUSTRIAL CUADRO DE DEMORAS							
No	DESCRIPCION	DEMORA		TIEMPO UNITARIO	FREC	TIEMPO TOTAL	X
		I	B				
1	FALLA MECANICA	D	M	21.8	6	130.9	
2	RETIRAR MATERIAL MAL EMBOBINADO DEFECTUOSO	D	P	3.4	36	123.5	
3	FALTA DE CORAZONES DE CANTON (O ESTAN MUY CHICOS)	D	P	6.6	12	79.2	
4	NO PARO LA BANDERA	D	P	15.1	4	60.3	
5	ESPERAR A MANTENIMIENTO	D	M	27.5	2	55.0	
6	SE REVENTO EL MATERIAL (DEFECTUOSO)	D	P	4.2	10	41.9	
7	AJUSTAR DESORILLADO	○	P	1.9	21	40.2	
8	CORRER MATERIAL, CENTRARLO Y AJUSTAR TENSION	○	P	2.7	14	37.7	
9	CAMBIO DE BALATAS	C	M	6.8	5	34.2	
10	CENTRAR ROLLO NUEVAMENTE DURANTE LA CARGA	D	P	6.5	5	32.7	
11	BUSCAR AL SUPERVISOR Y CHECAR MATERIAL	□	P	3.7	8	29.8	
12	CAMBIAR CUCHILLAS POR ESTAR DEFECTUOSAS	D	P	27.0	1	27.0	
13	PREPARAR ROLLO PARA CARGA	D	P	3.2	7	22.0	
14	NO TRATA BANDERA EL ROLLO	D	P	21.1	1	21.1	
15	ESPERAR QUE CORTEN SEPARADORES	D	P	6.1	3	18.2	
16	CAMBIAR ROLLO DE CARGA POR ESTAR FLOJO	D	P	17.9	1	17.9	
17	BUSCAR HERRAMIENTA Y PEDIR PRESTADA	D	P	3.1	5	15.5	
18	CHECAR CUCHILLAS CON SUPERVISOR	□	P	12.9	1	12.9	
19	VARIOS (PLATICAS, DESCUIDOS, ETC.)	D	P	1.6	7	10.9	
20	PONER PROTECCION DE CUCHILLAS	○	P	2.7	4	10.8	
21	CHECAR MATERIAL CONTROL DE CALIDAD	□	P	2.0	5	10.1	
22	CAMBIAR COMO DE DESENROLLADOR	D	P	4.9	2	9.7	
23	PLANTAR CAVIDAD CON MAQUINA PARADA	D	P	4.9	2	9.7	
24	AJUSTAR CUCHILLAS	○	P	1.7	6	9.7	
25	ESPERAR OPERADOR O AYUDANTE	D	P	1.9	5	9.5	
26	PONER PLATO O ROLLO PARA QUE NO SE CORRA	D	P	4.0	2	8.0	
27	TRAER GUIAS DE CUCHILLAS Y TRAPO	○	P	3.7	2	7.4	
28	ROTURA DE MATERIAL (MALA TENSION, MALA UNION, ETC.)	D	P	3.3	2	6.6	
29	AJUSTAR CONTRA PESO DE FLECHA	○	P	2.1	3	6.3	
30	RETIRAR MATERIAL DE CAVIDADES (SE PUDE HACER ANTES)	D	P	3.1	2	6.1	

FIG. 3. 19

INGENIERIA INDUSTRIAL CUADRO DE DEMORAS							
No	DESCRIPCION	DEMORA		TIEMPO UNITARIO	FREC	TIEMPO TOTAL	%
		I	E				
31	MONTARON EL ROLLO AL REVES, VOLTEARLO	D	P	6.0	1	6.0	
32	EMPEZAR DESPUES DE INICIO DE TURNO	D	P	5.9	1	5.9	
33	ESPERAR OPERADOR	D	P	5.7	1	5.7	
34	ESPERAR ORDEN DE PRODUCCION	D	PL	5.0	1	5.0	
35	PEGAR MATERIAL EN CAVIDAD	○	P	5.0	1	5.0	
36	PARAR ANTES DE COMIDA	D	P	5.0	1	5.0	
37	RETIRAR SOBRENTE DE ROLLO ESTANDO MONTADO EN MAQUINA	D	P	2.1	2	4.2	
38	LIMPIAR RODILLO	○	P	1.1	4	4.2	
39	OTROS (ENHEBRAR, CHECAR MEDIDAS, ETC.)	○	P	2.1	5	11.2	
40	OTROS (CORTAR DIUREX, PLATICAR, ETC.)	D	P	1.2	3	3.5	
<p>P = PRODUCCION M = MANTENIMIENTO PL = PLANEACION</p>							
TOTAL: 960.6 MIN.							

TOTAL DEMORAS INEVITABLES 539.4 min.  
TOTAL DEMORAS EVITABLES 421.2 min.

FIG. 3.20

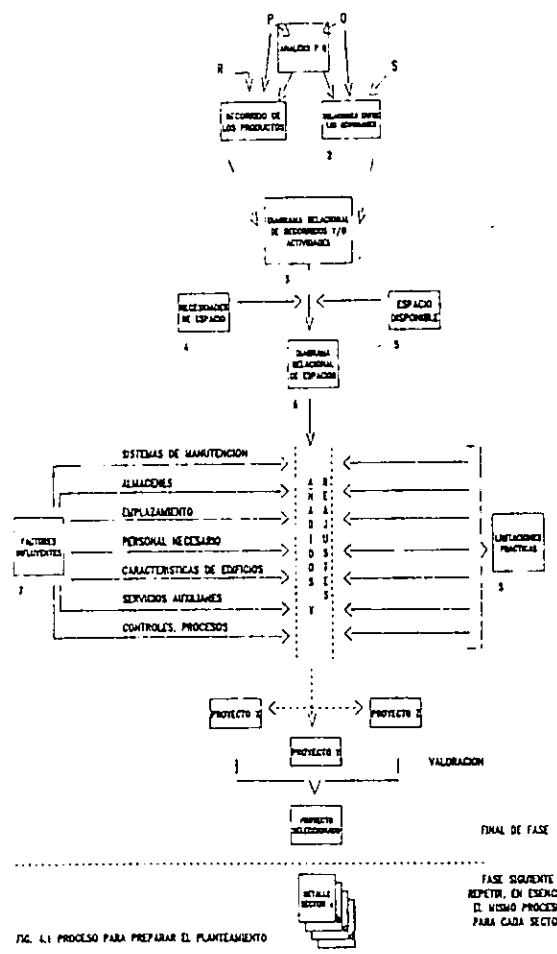


FIG. 4.1 PROCESO PARA PREPARAR EL PLANTEAMIENTO

FIG. 4.1

DISTRIBUCION DE PLANTA  
DISTANCIAS RECORRIDAS POR EL MATERIAL  
ACTUAL

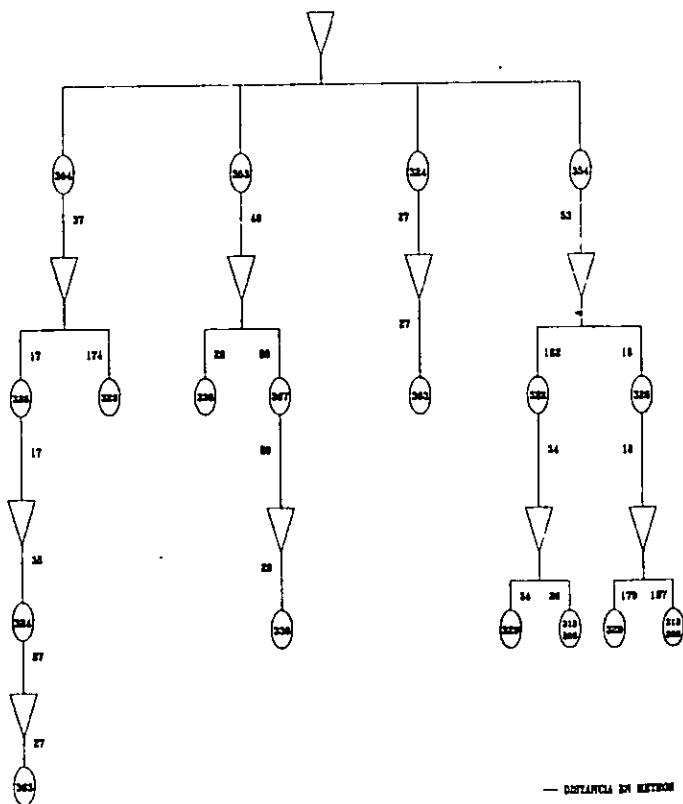


FIG. 4.2

DISTRIBUCION DE PLANTA  
 DISTANCIAS RECORRIDAS POR EL MATERIAL  
 ALTERNATIVA No. 1

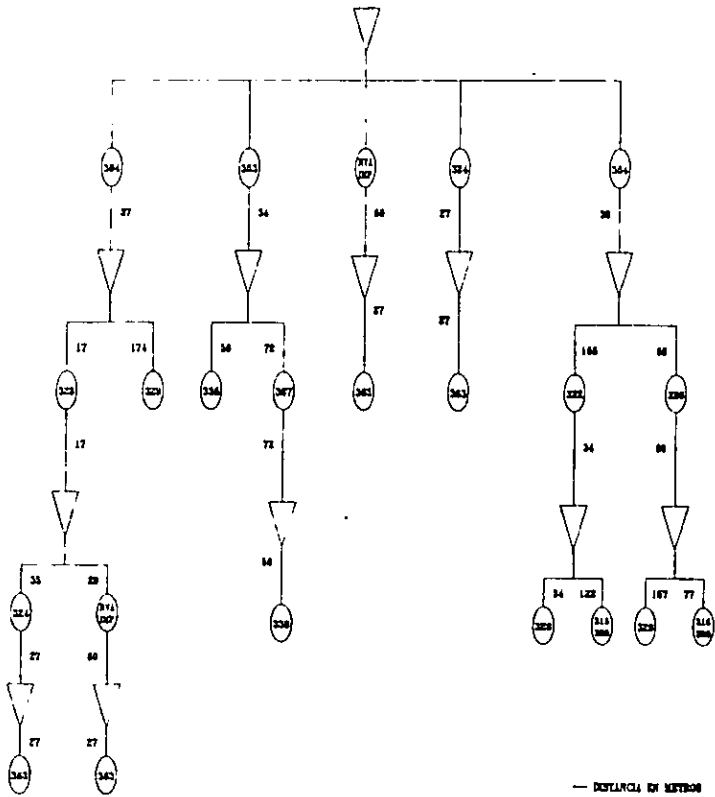


FIG. 4.3

DISTRIBUCION DE PLANTA  
 DISTANCIAS RECORRIDAS POR EL MATERIAL  
 ALTERNATIVA No. 2

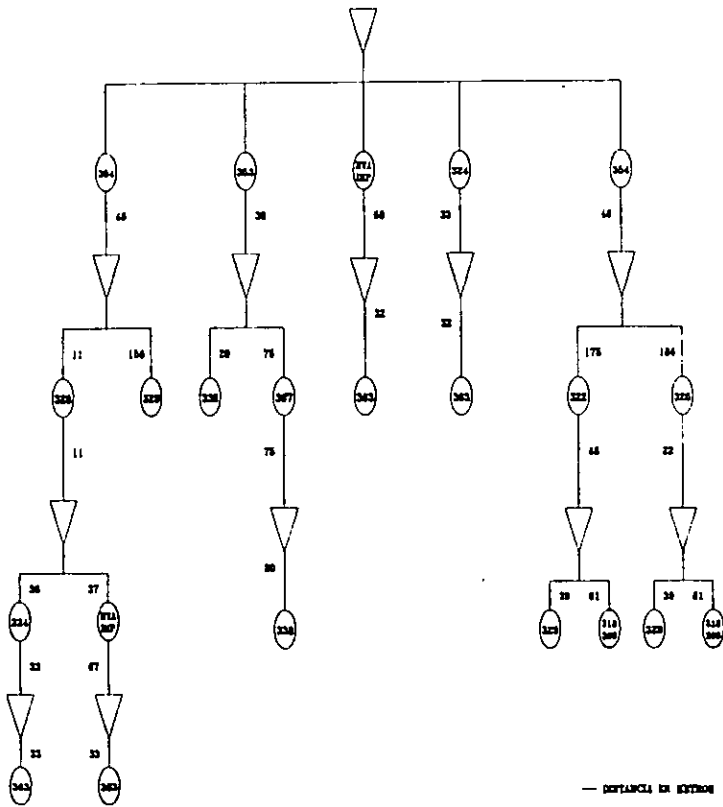


FIG. 4.4



DISTRIBUCION DE PLANTA  
 DISTANCIAS RECORRIDAS POR EL MATERIAL  
 ALTERNATIVA No. 3

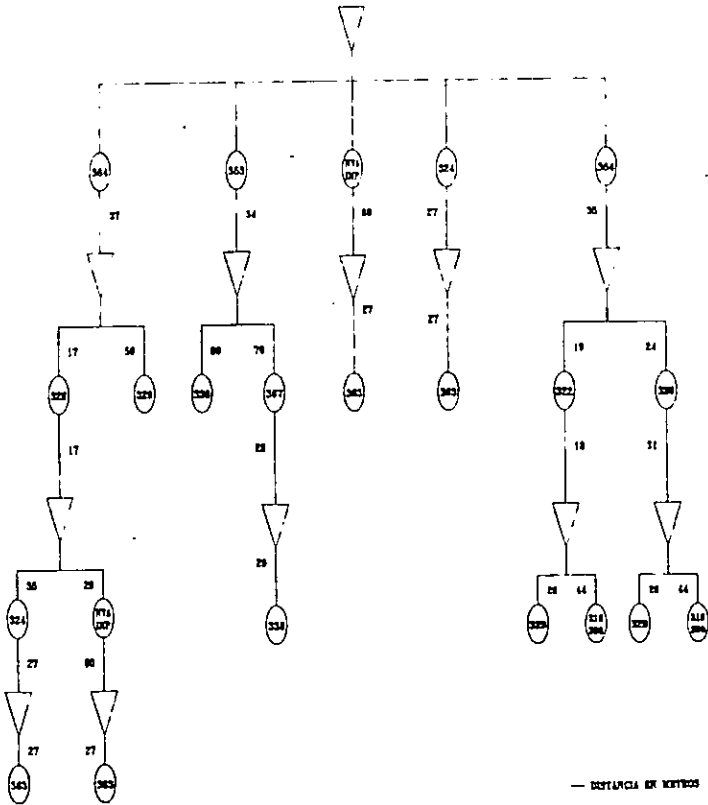


FIG. 4.5

## BIBLIOGRAFIA:

- H. B. Maynard.  
Manual de la Ingeniería de la producción Industrial.  
Editorial Reverte, S. A. España 1980.
- Benjamin W. Niebel.  
Ingeniería Industrial.  
Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería.  
Segunda Edición. México 1980.
- Elwood S. Buffa, William H. Taubert.  
Sistemas de Producción e Inventarios, Planeación y Control  
Editorial Limusa. Tercera Reimpresión. México 1984.
- Richard Muther.  
Planificación y Proyección de la Empresa Industrial.  
(Métodos S. L. P.: Systematic Layout Planing).  
Editores Técnicos Asociados, S. A. España 1978.
- Organización Internacional del Trabajo  
Introducción al Estudio del Trabajo.  
Imprenta SAGRAF. Italia 1977.
- W. Grant Ireson, Eugen L. Grant  
Biblioteca de Ingeniería Industrial Tomo I  
C. E. C. S. A. México 1987.
- George R. Terry  
Lecturas Selectas en Administración  
Editorial C. E. C. S. A. México 1980.
- Flexigrafic Technical Association.  
Flexografía (principios y prácticas).  
Editorial C.E.C.S.A. México 1986.

- W. Gant Ireson, Eugen L. Grant.  
Biblioteca de Ingeniería Industrial.
- Kurt Gleck.  
Manual d Fórmulas Técnicas.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería.  
Edición México 1981.
- Prawda J.  
Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones  
(Modelos Determinísticos).  
Editorial Limusa México 1994.
- Prawda J.  
Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones.  
Modelo Estocástico.  
Editorial Limusa México 1992.