

25  
2es.

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA



## **INNOVACION DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN UNA EMPRESA METALMECANICA**

### **TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
(AREA INDUSTRIAL)

PRESENTAN:

FRANCISCO JAVIER BORJA FLORES  
GERARDO MARIN ROJAS  
ADOLFO ISRAEL QUIROZ ALVAREZ

DIRECTORES DE TESIS:

ING. SILVINA HERNANDEZ GARCIA  
M.C. MARCIA GONZALEZ OSUNA



MEXICO, D. F.

266749

1998

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## *Agradecimientos generales*

*A nuestra Alma Mater; por el honor y responsabilidad de representar a tan digna institución.*

*A la Facultad de Ingeniería; con el compromiso de recompensar todo lo que nos brindaste, tu imagen quedará por siempre en nuestro espíritu.*

*A Marcia González Osuna y Silvana Hernández García, por la oportunidad de compartir tantos desvelos que forjaron nuestra visión y aprendizaje; gracias por ser los pilares de nuestra educación profesional.*

*A Marco Antonio Martínez Mejía; por permitirnos enfrentar el reto profesional más importante hasta ese momento y por toda la confianza y apoyo mostrado en todo este tiempo que hemos trabajado contigo.*

*A todos aquellos que intervinieron en este proyecto: profesores, alumnos, prestadores de servicio social y trabajadores de la empresa Nuevas Industrias Rodamex; en especial a Enrique Oliver y Carlos Cortes.*

## *Agradecimientos por Javier Borja*

*A EL por permitirme llegar a esta etapa pudiendo distinguir lo bueno de lo malo.*

*A mis padres por guiarme, apoyarme e inculcarme los valores y principios que aplico en todos los aspectos de mi vida.*

*A mis hermanas, por ser mis compañeras incondicionales.*

*A todas y cada una de las personas que han participado en mi vida para ser lo que soy. Y sobre todo, por que ya es tarde, muy tarde.*

## *Agradecimientos por Gerardo Marín*

*A mi padre, José Marín Contreras (†), el hombre que más extraño; gracias por protegerme e impulsarme en todas las decisiones importantes y por tu calidad humana que es imborrable de mi memoria.*

*A mi madre, Adela Rojas vda. de Marín; la mujer que más admiro por su fortaleza y espíritu, gracias por transmitirme tu pasión hacia la vida y por el valor de educar y mantener unida a nuestra familia.*

*A mis doce hermanos, a los que debo mi educación social y profesional; mi eterna gratitud por su generosidad y por sus palabras y actitudes que fortalecieron mi devoción por lograr mis objetivos.*

*A mis cuñados (as) y sobrinos, de quienes siempre recibí motivación y apoyo; gracias por creer en mí.*

*A Lourdes, por su apoyo y amor incondicional en todos los momentos en los que la desesperación parecía ganar; eres motivo de mi inspiración.*

*A Arturo Méndez Hidalgo, por permitir mi desarrollo profesional y por la confianza otorgada.*

## *Agradecimientos por Adolfo Quiroz*

*A mi madre:*

*Ma. Concepción Alvarez Vda. de Quiroz, la mujer que más amo y admiro, y quien por su carácter e inmenso amor forja día a día mi camino. Y si el amor por los hijos es infinito, éste tiene su fin en mi madre.*

*Gracias por siempre.*

*A mi padre:*

*Alfredo Quiroz Souza, el hombre más inteligente que he conocido, quien a pesar de estar con Dios, siempre te encuentras a mi lado siguiendo tu ejemplo de trabajo, honradez y rectitud. Papá, para mí estás mas vivo que nunca y te ofrezco esta meta personal como muestra de agradecimiento por todo lo que significas en mi vida.*

*A Josefina:*

*Quien gracias a su amor, consejos e impulso he logrado mi desarrollo personal y profesional. Te doy las gracias por tu amor incondicional y por impulsarme a tomar las decisiones más importantes en mi vida y que sin duda, eres la responsable del lugar y del momento en que me encuentro. Sea este trabajo muestra de agradecimiento por todo lo que significas y significarás en mi vida.*

*Te amo.*

*A mis ocho hermanos:*

*Quienes gracias a su apoyo, cariño y ejemplo he logrado la culminación de esta meta. Tomen esta meta como suya y que sirva esta muestra de agradecimiento como soporte para que nuestra unión se mantenga para siempre.*

*A mis sobrinos, cuñada y cuñados:*

*Que por cantidad no puedo mencionarlos en particular, les tengo que agradecer su paciencia y muestras de afecto. Les dedico mi tesis de corazón.*

## CONTENIDO

<b>I</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
I.1	Guía para lectura	4
I.2	Resumen de la tesis	4
I.3	Generalidades de la empresa en estudio	5
I.4	Historia de la empresa	5
<b>II</b>	<b>Diagnóstico</b>	<b>8</b>
II.1	Contacto UNAM	9
II.2	Propuesta de trabajo para el desarrollo del diagnóstico industrial	10
II.3	Justificación del diagnóstico industrial	12
II.3.1	Auditoría de la productividad (análisis factorial)	12
II.3.2	Encuesta de opción múltiple	16
II.3.3	Entrevistas	17
II.3.4	Observaciones	18
II.4	Análisis y resultados de la información	19
II.4.1	Aspectos administrativos	19
II.4.2	Aspectos operativos	19
II.4.3	Aspectos generales	20
II.5	Resultados del diagnóstico industrial y propuesta de trabajo	22
<b>III</b>	<b>Desarrollo del proyecto</b>	<b>33</b>
III.1	Metodología	34
III.1.1	Sensibilización del personal	34
III.1.2	Estudio del producto	37
III.1.3	Estudio del proceso	40
III.1.4	Proceso general para la fabricación de una rodaja	44
III.1.5	Estudio de tiempos	45
III.1.6	Estudio de métodos y movimientos	46
III.2	Análisis de la distribución de planta	49
III.2.1	Departamento de troqueles	50
III.2.2	Departamento de tipo ligero	51
III.2.3	Departamento de tipo pesado	51
III.2.4	Taller mecánico	51
III.2.5	Aspectos generales	51
III.3	Análisis de las políticas y características de producción	52
III.4	Análisis y conclusiones de la etapa 1	54
III.4.1	Características del proceso	54
III.4.2	Distribución de planta	54
III.4.3	Manejo de materiales	54
III.4.4	Métodos y condiciones de trabajo	55
III.4.5	Políticas de producción	56
<b>IV</b>	<b>Diseño del nuevo sistema productivo</b>	<b>57</b>
IV.1	Objetivo	58
IV.2	Nuevos métodos y condiciones de trabajo	58
IV.2.1	Costos del tiempo muerto	61
IV.3	Nueva distribución de planta	63
IV.3.1	Distribución del departamento de troqueles	64
IV.3.1.1	Matriz de prensas vs. Pieza y paso	67



## CONTENIDO

---

IV.3.2	Distribución del departamento de armado	68
IV.3.3	Distribución de departamentos de apoyo	70
IV.4	Políticas de producción	71
IV.4.1	Departamento de troqueles	71
IV.4.2	Departamento de armado	73
IV.5	Resumen de la primera etapa	75
IV.6	Primera etapa del estudio de ingeniería industrial para NIR	76
IV.6.1	Plano de distribución actual con diagrama de recorrido	90
IV.6.2	Plano de distribución propuesto con diagrama de recorrido	91

---

<b>V</b>	<b>Implantación</b>	<b>93</b>
V.1	Implantación del sistema productivo	94
V.2	Desarrollo e implantación de nuevos métodos (Fase I)	94
V.3	Redistribución de planta (Fase II)	95
V.3.1	Análisis de restricciones	95
V.3.2	Logística para la contratación de proveedores	97
V.3.3	Preparativos generales	97
V.3.4	Movimiento especializado	98
V.3.5	Limpieza y detallado de la planta	99
V.4	Complicaciones y modificaciones presentadas durante la redistribución de la planta	99
V.4.1	Complicaciones con los proveedores	99
V.4.2	Errores de diseño	100
V.4.2.1	Plano con distribución final	102
V.5	Implantación de políticas de producción (Fase III)	103
V.5.1	Modificaciones a las políticas de producción	104

---

<b>VI</b>	<b>Resultados finales</b>	<b>106</b>
VI.1	Factores de análisis	107
VI.2	Producción acumulada de NIR	108
VI.3	Resumen comparativo de la producción en NIR	111
VI.4	Resumen comparativo de la facturación en NIR	112
VI.5	Gráficas	113

---

<b>VII</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>115</b>
VII.1	Aspectos específicos	116
VII.2	Aspectos generales	118
VII.3	Conclusiones de la Dirección General de NIR	120

---

<b>VIII</b>	<b>Anexos</b>	<b>122</b>
VIII.1	Formatos para toma de tiempos	
VIII.2	Formatos de control	
VIII.3	Dispositivos diseñados	
VIII.4	Encuesta para personal administrativo	
VIII.5	Encuesta para personal operativo	

---

# CAPITULO I

## Introducción

## **I.1 Guía para el lector**

Esta tesis presenta documentos (en su forma original) que fueron entregados a los directivos de Nuevas Industrias Rodamex (NIR) durante el desarrollo de este proyecto, estos documentos se identificarán con un recuadro y con letra cursiva. El objeto de mostrar estos documentos es el de dar al lector una idea de la forma en que se presenta un estudio a los empresarios, señalando exclusivamente los factores importantes para la toma de decisiones. Los aspectos teóricos y prácticos que fundamentan estas propuestas se presentan con formato de texto normal.

## **I.2 Resumen de la tesis**

Esta tesis tiene por objeto mostrar los beneficios cualitativos y cuantitativos de un estudio de Ingeniería Industrial en una empresa metalmecánica y las ventajas de la relación entre la Universidad Nacional Autónoma de México y la Industria en la formación de ingenieros industriales.

El trabajo presenta diferentes técnicas de Ingeniería Industrial que permiten conocer las causas de los problemas que merman la productividad de una organización, sin embargo se hace hincapié en detalles específicos del problema y de la empresa en estudio, es decir, no pretendemos establecer una metodología única para determinar las causas y las soluciones a un problema de productividad, sino presentar una guía que permita a los lectores visualizar los beneficios de la aplicación de la Ingeniería Industrial en un caso real y su perspectiva para el desarrollo de la industria mexicana.

Estas técnicas son válidas para todos los giros de la industria y se pueden aplicar desde las micro hasta las macroempresas. Como sabemos, México cuenta en su mayoría con pequeñas empresas de origen familiar y con administraciones empíricas, factor que ofrece un campo inagotable para explotar el conocimiento y experiencia de ingenieros que impulsen el desarrollo industrial de este país.

Otra ventaja importante a resaltar en este trabajo, consiste en que la mayoría de las soluciones a los problemas que se presentaron durante su desarrollo no implicaron grandes inversiones, dichas soluciones se fundamentan en conocimientos teóricos generales de Ingeniería Industrial complementados con aspectos tales como: experiencia, sentido común, creatividad, liderazgo y metas bien definidas.

Este proyecto presenta las etapas de diagnóstico, estudio, diseño e implantación de un nuevo sistema productivo; esta última etapa incluye la logística, la ejecución y el control del sistema, fases de las que difícilmente se encuentran referencias específicas y en las que se presentaron diversos

problemas (de planeación, de diseño y los provocados por factores externos) a los que se les tuvo que dar solución inmediata, pues de lo contrario, el proyecto hubiera presentado grandes posibilidades de fracaso, y en caso extremo, desestabilizar negativamente el sistema de la empresa.

Por último se muestran los resultados reales obtenidos por la realización del proyecto en los cuales se comparan y analizan datos de producción y de facturación antes (12 meses) y después (18 meses) de la implantación, lo que da una idea clara del éxito del proyecto.

### 1.3 Generalidades de la empresa en estudio

La empresa en la que se desarrolló este proyecto es Nuevas Industrias Rodamex, S. A. de C.V. (NIR), empresa del ramo metal-mecánico dedicada a la fabricación y comercialización de rodajas de acero en diferentes dimensiones.

Esta empresa forma parte de un grupo de organizaciones industriales (de origen familiar) que se compone de la siguiente forma:

Razón social	Productos	Número de empleados	Antigüedad (Años)
Metálicos Armebe S.A. de C.V.	Recipientes a presión	120	50
Tanques Menher S.A. de C.V.	Recipientes a presión	150	20
Nuevas Industrias Rodamex S.A. de C.V.	Rodajas	68	30
Rodablís S.A. de C.V.	Rodajas y mecanismos	90	19
Industrial Euroamericana S.A. de C.V.	Piezas metálicas inyectadas	40	4
Electroformados S.A. de C.V.	Rejillas para ventiladores	35	3

### 1.4 Historia de la empresa

Fundada en 1960, NIR surge después de analizar la necesidad de la industria mueblera para dotar de movimiento a algunos de sus productos. Así, los inversionistas del grupo desarrollaron el proceso de fabricación del artículo que cubriría esta necesidad. Con el transcurso de los años y al iniciar la década de los 70's, la empresa se convirtió en el líder del mercado mexicano de rodajas.

Después lograr el liderazgo, la empresa dejó de satisfacer la demanda debido al crecimiento del mercado. Durante esta etapa y dado que los ingresos de la empresa se mantenían constantes, NIR no se preocupó por el crecimiento del mercado nacional, este descuido originó la formación de otras empresas mexicanas dedicadas al mismo giro, es decir, NIR no pudo o no quiso abastecer oportunamente la demanda de un mercado en crecimiento, lo que ocasionó la pérdida de liderazgo en este giro. Este acontecimiento condujo a la empresa a serios problemas financieros para el año de 1985 que estuvieron a punto de originar el cierre de la compañía.

Hacia el año de 1989, el Consejo Administrativo de la empresa realizó un plan estratégico que incluía la inyección de capital de trabajo, lo que permitió una rápida recuperación y permanencia en el mercado de NIR con base en la marca, la calidad de los productos y una nueva administración.

Esta administración detectó rápidamente problemas de competencia externa al identificar un cambio sustancial en los requerimientos de sus clientes tradicionales. La mejora de la relación precio, calidad y tiempo de entrega se volvió parte integral de sus necesidades, ya que ahora también existía una comparación con productos importados. Esto originó que la administración de la empresa encauzara la estandarización de sus productos y procesos.

La visión de mejora por parte de la Dirección General y las características que rodeaban a la empresa obliga a buscar los recursos humanos (tanto en el área administrativa como operativa) que le permitan lograr el objetivo de tener una fábrica competitiva. Al analizar las características que tenía RODAMEX se determinó fortalecer el área operativa con herramientas que les permitiera mejorar y medir su eficiencia. De esta manera se inicia una serie de proyectos que concluyen con este proyecto.

Desde su nacimiento, NIR conservaba su sistema productivo inicial y no es sino hasta 1990 cuando se inicia el primer proyecto de Ingeniería Industrial buscando mejorar la administración de la producción principalmente. Este proyecto fue realizado por una empresa de consultoría y proyectos denominada INSPRO, quien entre otros aspectos determinó la capacidad de producción de la planta y capacitó al Gerente de Producción en temas como manejo de personal, análisis de reportes, etc., es decir, esta empresa no realizó innovaciones en el sistema productivo, sino que su labor se limitó a dotar a la Gerencia de Producción con herramientas para medir la eficiencia de su sistema de producción.

En 1995 se inicia un proyecto para realizar un diagnóstico industrial con el Instituto Politécnico Nacional. Durante este diagnóstico se realizaron visitas aisladas por parte de los integrantes de esta institución, sin embargo, el diagnóstico se ve truncado hacia finales de ese año.

A principios de 1996 es contratado un Ingeniero Industrial de planta, mismo que se convierte en el responsable de iniciar un proyecto de Ingeniería Industrial buscando aumentar la productividad de la empresa. Dicho ingeniero reestableció las pláticas con el IPN, sin embargo, éstas se vieron truncadas por la falta de disponibilidad de personal de la institución educativa que se hiciera cargo del proyecto para esta empresa. Al ver la imposibilidad de llevar a cabo el proyecto se determinó buscar otra alternativa, el ingeniero propuso la idea de contactar con la UNAM (de la cual es egresado) para ver la posibilidad de que esta institución se hiciera cargo del proyecto.

# CAPITULO II

## Diagnóstico

## II.1 Contacto UNAM

El contacto entre la UNAM y Nuevas Industrias Rodamex, S.A. de C.V. surge por la perspectiva de su Gerente General de aumentar la productividad en ésta, consciente de la competencia cada vez más fuerte en el mercado nacional y de los tratados internacionales de comercio del país que permiten la entrada de empresas extranjeras del mismo giro.

El primer contacto con el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNAM fue con el objetivo de desarrollar un dispositivo automático que incrementara la capacidad de una actividad del proceso (engrasado y embalado de balineras)\* considerada por la empresa como un cuello de botella. El DII formó un grupo que inicialmente trabajó en el diseño de este dispositivo.

En Julio de 1996 realizamos la primera visita a NIR para conocer las características de la actividad que se pretendía automatizar. En esta visita, el equipo del DII (formado por dos profesores y nosotros) realizó un recorrido general por el área productiva y tras un breve análisis de las observaciones (con base en la experiencia y conceptos académicos de profesores y alumnos) y de los reportes de producción, se observó que la hipótesis de la empresa para lograr un aumento en la producción por medio del dispositivo no era adecuada, por lo que se planteó a los directivos la conveniencia de realizar una investigación de ingeniería industrial<sup>o</sup> antes de tomar la decisión de diseñar el dispositivo automático. De esta manera da inicio la relación entre NUEVAS INDUSTRIAS RODAMEX y la UNAM a través del Departamento de Ingeniería Industrial (DII) con la propuesta para la realización de un diagnóstico industrial, la cual se presenta a continuación.

---

\* Actividad explicada con detalle en el Capítulo III

<sup>o</sup> Agustín Montaño G. Diagnóstico Industrial. Edit. Trillas, México 1978



## **II.2 PROPUESTA DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL**

### **INTRODUCCIÓN**

*La elaboración de esta propuesta es el resultado de la visita realizada por el Departamento de Ingeniería Industrial (DII) a la empresa Nuevas Industrias Rodamex, S. A. de C. V.*

*Durante la visita los directivos de la empresa externaron su deseo de tener un flujo lógico de la producción y de instalar un dispositivo automático que permita el mejoramiento de la productividad.*

*Sin embargo, de la visita realizada y de la información disponible, se desprende lo siguiente:*

- a) Que un dispositivo automático puede no ser la solución óptima para su problema de productividad.*
- b) Que de acuerdo a la información de tiempos que nos proporcionaron, la actividad que es considerada el cuello de botella podría no serlo.*
- c) Que algunos de los problemas de la empresa podrían ser solucionados con un buen control de la producción y una óptima administración del personal*
- d) Que la planeación de la producción no debe estar en función de lo que se puede producir sino de lo que se vende.*

*Para la comprobación de estos planteamientos se propone la realización de un **DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL** dentro de la empresa que permita conocer de manera exacta los problemas que afectan la productividad.*

### **METODOLOGÍA**

*Este diagnóstico se realizará en dos partes. En la primera se efectuarán entrevistas a los integrantes de la empresa, tanto a mandos administrativos como a personal operativo, con el fin de obtener la mayor información posible acerca de las*

*actividades productivas que se realizan; asimismo, se recopilará información directamente por parte del personal del DII.*

*En la segunda, con la información obtenida se realizará un análisis para determinar que factores son los que limitan o, en su caso, fortalecen la consecución de una mayor productividad. Este estudio será la base de un proyecto futuro que logre rediseñar los procesos mediante los cuales la empresa trate de satisfacer las exigencias de sus clientes.*

### **TIEMPO DE TRABAJO**

*La primera etapa se puede realizar en dos días (iniciando en una fecha de común acuerdo). Para el análisis serán necesarios dos días más, luego de los cuales se entregarán los resultados, las conclusiones del diagnóstico y una propuesta para el proyecto siguiente (sea éste de ingeniería industrial o, si fuera necesario, de ingeniería mecánica).*

### **PROYECTO**

*Con este estudio, se procederá a aplicar las técnicas de ingeniería industrial con el fin de ayudar a Nuevas Industrias Rodamex, S.A. de C.V., a conseguir altos objetivos. En caso de que este proyecto se realizara se presentaría la propuesta correspondiente y se firmaría un convenio entre la empresa y el Departamento de Ingeniería Industrial.*

### II.3 Justificación del diagnóstico industrial

“El objetivo de realizar el diagnóstico industrial fue *conocer los factores limitantes que afectan el desarrollo de la empresa\**”, es decir, obtener información de los diferentes aspectos productivos y administrativos que servirían para tener una visión integral de la empresa y poder confirmar la observación mencionada en la introducción de la propuesta anterior.

Para obtener esta información existen diferentes técnicas cualitativas y cuantitativas\*, para este caso particular decidimos utilizar las siguientes técnicas:

#### II.3.1 Auditoría de la productividad\* (análisis factorial)

De acuerdo con el autor consiste en “describir las causas de una baja productividad y conociéndolas, establecer las bases para aumentarla”. Esta nos permite conocer características básicas de aspectos económicos, productivos y operativos de una organización. Se basa en una metodología\* de investigación industrial que evalúa (por medio de un cuestionario) diferentes factores que interactúan en el desarrollo de la empresa. Esta técnica tiene la bondad de adecuarse a las características particulares de cada empresa. Para NIR se diseñó un cuestionario específico\* (ver anexo VIII.4) que mostrara sólo los aspectos que considerábamos importantes para confirmar nuestras hipótesis. Se eligió esta técnica por su facilidad de aplicación, la rapidez con la que se obtiene información y por la fácil interpretación de resultados.

Los factores\* que utilizamos para integrar el cuestionario fueron las siguientes:

- Medio ambiente

Este factor califica los medios por los cuales se lleva a cabo la interrelación Organización – Medio Ambiente, éstos abarcan desde sistemas de información, medios de transporte, ubicación geográfica, servicios, disponibilidad de materia prima, sensibilidad a fluctuaciones económicas, etc.

- Política y dirección

La evaluación de este factor tiene como finalidad determinar si la misión y objetivos de la empresa están definidos y si son compartidos por todas las áreas. Asimismo evalúa la comunicación interna, delimitación de responsabilidades y estructura organizacional.

---

\* Montaña Agustín, *Ibidem*

\* Cabe mencionar que las encuestas eran de carácter confidencial, recalcando este punto textualmente con una leyenda en la página inicial y verbalmente al entregarlas para su llenado.

- Productos y procesos

Analiza las bondades del producto, ingeniería del producto e ingeniería de procesos, la cultura de calidad y que porcentaje de la capacidad instalada satisface la demanda de los productos.

- Financiamiento

Los indicadores de este factor estiman el equilibrio que debe haber en las finanzas de la empresa representado por la disponibilidad de dinero y la oportunidad de pago a los proveedores. Dichos indicadores cuestionan los medios de financiamiento, evaluación de resultados y pronósticos de ventas y gastos.

- Medios de producción

Determina si el *know how* de la manufactura y manejo del producto satisface los requerimientos del mercado; es decir, si los medios (directos e indirectos) de producción no son los adecuados afectarán directamente en el costo del producto y por lo tanto en la competitividad de la empresa.

- Fuerza de trabajo

Analiza los diferentes aspectos que afectan el desarrollo del personal operativo, tales como: motivación, capacitación, estima del trabajo, actitud ante el trabajo, salarios, funciones y actividades operativas específicas, descripción de puestos, etc.

- Suministros

Evalúa el impacto del flujo de materia de prima y servicios en la actividad productora. En este punto se colecta información sobre proveedores y su calidad, niveles de inventario, políticas de compra y almacenaje, etc.

- Actividad productora

Este factor se enfoca a analizar el grado de planeación y control de la producción de la empresa por medio de herramientas de ingeniería industrial (tiempos estándar, balanceo de líneas, plan maestro de producción, etc.).

- Comercialización y mercadeo

Mide la eficiencia de los medios que utiliza la empresa para ofrecer sus productos al mercado y el nivel de aceptación de éstos.

- Contabilidad y estadística

Analiza la recopilación y manejo de datos contables que permiten a la empresa estar informada de los aspectos económicos de sus operaciones.

Dicho cuestionario se aplicó a mandos medios y superiores representados en su totalidad por las siguientes personas:

- ✦ Director General
- ✦ Director Comercial Corporativo
- ✦ Gerente de Producción
- ✦ Gerente de Compras
- ✦ Gerente de Ventas y asistente
- ✦ Ingeniero de planta
- ✦ Contador

Como cualquier técnica, ésta presenta sus ventajas y limitaciones. A continuación se mencionan las más representativas:

### Ventajas\*

- ✓ "Es igualmente aplicable a todas las industrias y a todos los niveles industriales".
- ✓ "El método no sólo puede aplicarse por investigadores profesionales".
- ✓ "El uso de cuadros y diagramas como medio de descripción y consideración de las relaciones entre las partes de lo investigado impulsa a quienes intervienen en las tareas encaminadas a elevar la productividad a una colaboración más intensa y más fértil".

Además de las ventajas descritas por el autor, nosotros agregamos las siguientes:

- ✓ Facilidad de aplicación.

El diseño de la encuesta indica claramente los factores a evaluar, con preguntas sencillas, pero de respuesta amplia<sup>✓</sup>.

Información oportuna.

---

\* Montaña, *Ibidem*

✓ Es importante mencionar que a todos los encuestados se les indicó que si no tenían los elementos e información para contestar alguna pregunta se abstuvieran de hacerlo.

La facilidad para procesar los datos de las encuestas permite obtener información de manera rápida y veraz (por la confidencialidad de la misma) que permite tomar decisiones específicas y proyectar la situación de la empresa a futuro.

### **Limitaciones\***

- × “Aunque ha sido concebido como un método de diagnóstico general, suficiente para conocer las causas fundamentales de las deficiencias de las operaciones industriales, no revela necesariamente todas las fuerzas que afectan las actividades”, es decir proporciona información general y no particular de la actividad. Para poder obtener información más específica es necesario realizar un estudio minucioso de cada factor.
- × “Como cualquier otro instrumento no es un procedimiento infalible que lleve automáticamente a resultados satisfactorios; es solamente un método racional que puede ayudar a la investigación y para la formulación de juicios”.
- × “Como algunos aspectos de las operaciones industriales no pueden medirse ni compararse cuantitativamente, sino que hay que recurrir al criterio del investigador para su evaluación, este método no pretende ser rigurosamente científico”. En otras palabras, se interpreta la información de acuerdo a la experiencia y criterio del investigador.
- × “En su forma presente, la auditoria de la productividad posee algunos rasgos de un trabajo de exploración; en este sentido, el procedimiento que se lleva a cabo debe considerarse como un estudio preliminar”. La aseveración anterior justifica la realización de una auditoria de la productividad para que con base en sus resultados, se pueda diseñar una propuesta de trabajo enfocada a lograr los objetivos pretendidos por la dirección.
- × Otra limitación particular que nosotros detectamos para NIR fue que el cuestionario no puede aplicarse en todos los niveles de la empresa por el nivel educativo y la restricción al acceso de la información. Esto provocaba que no se tuviera la información necesaria del área operativa pues sólo teníamos el punto de vista del jefe de planta.

---

\* Montaña, *Ibidem*

### II.3.2 Encuesta de opción múltiple

Para complementar la información del área operativa, optamos por aplicar otro tipo de encuesta que permitiera obtener información de los diferentes aspectos cualitativos y cuantitativos del área operativa. Esta encuesta debería contener preguntas relacionadas exclusivamente con aspectos específicos de los trabajadores de la planta, además debería permitir la obtención de información acerca del ambiente laboral, la autoestima del trabajador, la imagen de la administración ante los operadores y la comunicación interna de la organización.

Para el diseño de esta encuesta se recurrió a la orientación de profesores de la Facultad de Psicología de la UNAM a los que se les explicó el objetivo del estudio y la problemática para obtener información del área operativa de NIR, (bajo nivel educativo, baja inducción a la participación, problemas de comunicación verbal y escrita y desconfianza a personas extrañas). Como conclusión de esta investigación la encuesta debería cumplir con las siguientes características:

- Debería contener preguntas de fácil comprensión utilizando lenguaje coloquial.
- La libertad de respuesta debe ser restringida (opción múltiple).
- Duplicar preguntas con diferente redacción para verificar la validez de las respuestas (preguntas cruzadas), y en caso de que las respuestas no coincidan, anular la encuesta.
- La encuesta debería abarcar un tiempo corto de llenado para evitar desconcentración del trabajador.

Del mismo modo, nos recomendaron que para la aplicación de la encuesta realizáramos lo siguiente:

- Previo al llenado de la encuesta, conversar con el trabajador acerca del objetivo, utilidad, alcance e importancia del cuestionario.
- Hacer énfasis en la confidencialidad de la encuesta, es decir, los resultados de sus respuestas se presentarían en forma global y no particular a la gerencia general.
- Alejarse de ellos al momento en que llenaran la encuesta.

Bajo estas recomendaciones diseñamos una encuesta especial para los trabajadores (anexo VIII.5) que contiene preguntas sencillas que tienen tres opciones de respuesta (sí, no y no se).

Esta encuesta fue aplicada al 50% del personal operativo, incluyendo a todos los supervisores y seleccionando aleatoriamente a personal de todas las áreas.

### II.3.3 Entrevistas

"La entrevista es una forma de interacción humana; es una técnica que consta fundamentalmente de preguntas y respuestas que brindan información sobre un tema o problema planteado, sobre el cual no se ha podido obtener respuestas satisfactorias a ciertas interrogantes con la documentación disponible. Asimismo, proporciona a quien la realiza una oportunidad valiosa para estimar la veracidad u otras cualidades del informante\*."

Los requerimientos\* para realizar una entrevista directa (persona a persona) son los siguientes:

- "Deberá ser cuidadosamente planeada, considerando que se llevará a cabo en circunstancias únicas".
- "Es importante que el entrevistador tenga una idea global del tema que va a tratar".
- "El entrevistador no debe externar en el momento de la entrevista sus puntos de vista, y menos aun, disentir del entrevistado, aunque parezca que está equivocado".
- "El entrevistador tiene la obligación de propiciar una atmósfera abierta y franca para que la entrevista se desarrolle en un clima de interés genuino".
- "Para empezar una entrevista hay que tener confianza y mostrarse como si fuese a comenzar una conversación normal".
- "Un aspecto muy importante consiste en informar al entrevistado del uso que se le va a dar a la información que proporcione". Para nuestro caso, siempre indicamos que la información se manejaría confidencialmente.

Como ya se mencionó, una de las limitaciones de la técnica de auditoría de la productividad, era que la información obtenida abarcaba aspectos generales. Para complementar la información que ofrecían las técnicas anteriores, es decir, para obtener información específica sobre ciertas actividades y/o

\* Hernández García Silvina, Apuntes de la materia de Planeación, 1995, F.I., UNAM.



factores, entrevistamos a diferentes personas del área administrativa y operativa de la empresa.

### **II.3.4 Observaciones**

Además de las técnicas descritas, utilizamos como herramienta complementaria la observación directa de algunas actividades en el área operativa.

El propósito de estas observaciones fue el de conocer y/o confirmar la información obtenida con la aplicación de las técnicas mencionadas, asimismo permitieron conocer con mayor detalle algunos aspectos observados en la visita anterior, es decir, detectamos diversos factores limitantes del sistema productivo y administrativo, sin embargo, la mayoría de estos eran subjetivos, por lo tanto decidimos confirmarlos personalmente.

Para realizar estas observaciones consideramos los siguientes puntos:

- Conocer de manera general el proceso, maquinaria y herramientas de trabajo.
- No intervenir en el desarrollo de las actividades.
- Hacer comparaciones de diversos aspectos como manejo de materiales, métodos de trabajo, tiempos muertos, tiempos de trabajo, ambiente laboral, normas de seguridad, control de calidad, lotes de producción, etc. con base en conceptos académicos y en la experiencia de haber realizado otros diagnósticos industriales.

Recordemos que la observación inicial era que con un dispositivo automático para la actividad de engrasado y embalado no se lograría un aumento en la producción, por lo que gran parte de las observaciones se enfocaron a esta actividad, así como a las actividades anteriores y posteriores a ésta.

## II.4 Análisis y resultados de la información.

La información recabada por la aplicación de las técnicas y herramientas mencionadas fue analizada y discutida por nosotros y los profesores del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería.

Las conclusiones las clasificamos de la siguiente forma:

### II.4.1 Aspectos administrativos

- ⇨ El personal administrativo tenía una visión clara de los objetivos del departamento al que pertenecían, pero no así del objetivo general de la empresa.
- ⇨ Se contaba con el liderazgo por parte de la Dirección General.
- ⇨ La empresa era sana financieramente.
- ⇨ Presentaba algunos problemas (criterios y políticas tales como atención al cliente, prioridad de servicio, selección de proveedores, etc.) debido a que el perfil de algunas empleados de confianza no era el adecuado para el puesto que ocupaban.

Sin embargo, en ese momento los problemas descritos no eran determinantes para la productividad y desarrollo de la empresa.

### II.4.2 Aspectos operativos

- Se confirmó la hipótesis de que la automatización de la actividad de engrasado y embalado no era la solución para el aumento de la producción e incluso se determinó que no era un cuello de botella.

“Un cuello de botella se presenta cuando la producción de una estación de trabajo es igual o menor a la demanda que se le requiere”<sup>o</sup>. Este problema se presenta cuando en un sistema de producción las cargas de trabajo se encuentran desbalanceadas, es decir, cuando los tiempos de fabricación son desiguales, lo que origina que la producción en proceso se detenga en uno o más puntos debido a la falta de capacidad de las estaciones de trabajo para darle continuidad a la producción, ocasionando que el material se acumule durante el trayecto de fabricación.

---

<sup>o</sup> Narasimhan S., McLeavy Denis, Planeación de la Producción y Control de Inventarios. 2<sup>a</sup> Edición Editorial Prentice Hall pp 564

Las consecuencias inmediatas de un “cuello de botella” es la disminución de la producción potencial del sistema y la subutilización del mismo debido al paro de flujo de materiales que dependen de las estaciones de trabajo con menor producción.

Existen dos formas de identificar un cuello de botella:

- a. Acumulación de material en una estación de trabajo.
- b. Subutilización de una estación de trabajo.

En este caso no se presentaba ninguna de éstas características en la estación de engrasado y embalado de balineras sino en la actividad inmediata posterior (remachado de horquillas).

- No existe comunicación entre el personal operativo y el Gerente de Producción.
- Existen diversas áreas de oportunidad, tales como:
  - ☞ Distribución de planta
  - ☞ Manejo de materiales
  - ☞ Planes de mantenimiento
  - ☞ Aseguramiento de calidad
  - ☞ Condiciones de trabajo
  - ☞ Políticas de producción

Las cuales no habían sido detectadas y afectarían favorablemente la productividad.

#### **II.4.3 Aspectos generales**

- Los canales de comunicación en todos los niveles de la empresa no eran los adecuados.
- No existía disponibilidad de la información necesaria para la toma de decisiones.
- El nivel de capacitación no era homogéneo en algunos departamentos.
- No existía definición de puestos y de procedimientos.
- Se presentaba un divorcio total entre los departamentos de producción y de ventas.

Asimismo, concluimos que los objetivos que pretendía la Dirección de la empresa se podían alcanzar con un estudio de Ingeniería Industrial que abarcara de manera integral el sistema productivo, es decir, no enfocándose a actividades aisladas como se planteaba inicialmente; ya que como mencionamos, existían deficiencias en algunos métodos de trabajo y en las políticas de producción que obstaculizaban el nivel de servicio requerido.

Estas conclusiones dieron pauta para elaborar una propuesta de trabajo enfocada exclusivamente al área operativa, pues los problemas de la parte administrativa como mencionamos en párrafos anteriores, no eran relevantes en ese momento. Esta propuesta se divide en cuatro etapas que rebasarían las expectativas de la empresa (aumento de la producción). A la propuesta se le dio un enfoque comercial presentando exclusivamente las bondades productivas (e implícitamente económicas) que se lograrían al aceptar el proyecto. Es importante señalar que al presentar una propuesta de este tipo no se dan las soluciones a los problemas, sino sus causas, su impacto y los beneficios de corregirlos.

## **RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL Y PROPUESTA DE TRABAJO**

### **RESUMEN EJECUTIVO**

*Esta propuesta tiene como fin hacer ver a los directivos de la empresa Nuevas Industrias Rodamex, ciertas deficiencias en la producción, sobresaliendo la falta de mantenimiento preventivo, la enorme cantidad de reproceso debido a materia prima defectuosa, y la gran cantidad de inventario en proceso distribuido alrededor de la planta. La implantación de un sistema más eficiente es imperativo para poder seguir compitiendo en el mercado; por esto, la necesidad de un análisis de Ingeniería Industrial.*

*Para la realización de este proyecto, se llevará a cabo lo siguiente:*

♦ *Diseño del sistema productivo.*

*Con la previa recolección de datos y el análisis de los mismos, se diseñará una distribución física de la planta con la cual se tendrá un flujo lógico de materiales y, en dado caso, se ahorrarán pasos en la producción.*

♦ *Nuevas políticas de producción.*

*Se elaborará un plan de producción, con el cual se determinará un tamaño óptimo de lote y niveles de inventario que permitan el ahorro de dinero y espacio.*

♦ *Instructivos del proceso.*

*Se documentará cada una de las actividades de manera detallada, con lo que se sabrán los puntos críticos del proceso de manera que se sepa en dónde se pueden cometer errores en el producto.*

*Se hará un comparativo de costos y productividad después de la primera etapa, que será un punto de referencia de la Dirección para medir los beneficios de este proyecto.*

*Con base en experiencias anteriores, con la implantación de un sistema como éste, se ha podido incrementar la productividad en un 25%. Siendo éste un ahorro considerable en costos, y un aumento en la productividad, se recomienda*

*ampliamente la realización de este proyecto, para poder satisfacer de manera íntegra a los clientes, así como poder alcanzar una certificación, y seguir fortaleciendo su posición en el mercado nacional e internacional.*

## **INTRODUCCIÓN**

*La elaboración de este diagnóstico surge a partir del análisis que se llevó a cabo la semana del 22 al 25 de julio, tomando en cuenta los problemas que se detectaron al conversar con el personal administrativo y los operarios.*

*Esta propuesta contiene las actividades que ayudarán a la empresa Nuevas Industrias Rodamex, S.A. de C.V., a tener procesos eficientes que agreguen valor para el cliente, facilitando las actividades para los empleados y los directivos, esto es, que logre un nivel de excelencia tanto en los productos como en el servicio a los clientes.*

## **DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL**

*Mediante la realización del diagnóstico industrial, se detectaron problemas en las siguientes áreas:*

- ♦ *Información. La falta de información entre departamentos de la planta propicia que los datos entre ellos difieran de manera considerable, lo que lleva a pensar que cada uno tiene una percepción distinta de la situación de la compañía.*
- ♦ *Comunicación interna. Los canales de comunicación entre el personal operativo y el administrativo (inclusive entre los mismos departamentos del área productiva) no son los adecuados y propicia que el trabajo se realice para cumplir en su departamento, y no se considere que cada actividad afecta directamente a otras.*

- ◆ *Exceso de inventario en proceso. Al existir una gran cantidad de inventario en proceso (material fuera del almacén y entre las estaciones de trabajo) se aumentan de manera considerable los costos de producción*
- ◆ *Transporte de materiales. Esta actividad, además de no agregar valor, es deficiente y causa una gran pérdida de horas/hombre y esfuerzo físico innecesario de los operarios.*
- ◆ *Distribución física de la planta. La distribución actual de la planta (máquinas y almacenes) no es óptima y causa que el flujo de materiales no sea el adecuado para un proceso de calidad.*
- ◆ *Falta de control sobre el proceso. Esto provoca reprocesos en productos defectuosos que no son detectados a tiempo y a los que se les sigue agregando valor.*
- ◆ *Calidad. No existe una cultura de calidad que permita detectar los problemas en el producto al pasar de operación a operación.*
- ◆ *Mantenimiento. La falta de una política de mantenimiento preventivo es causa de largas interrupciones en la línea de producción, de molestias para los operarios y de la producción de bienes defectuosos.*
- ◆ *Capacitación. El nivel de capacitación entre los operarios no es homogéneo, lo cual impide tener una manufactura flexible.*
- ◆ *Proveedores. Es necesario fortalecer la cartera de proveedores para evitar el reproceso de materia prima ya que esto aumenta enormemente los costos.*
- ◆ *Falta de definición de puestos y procedimientos. Al no existir un estándar para la realización de las operaciones en la producción y el área administrativa, resulta el desconocimiento de la importancia de cada actividad dentro del proceso.*
- ◆ *Recepción de materiales. La materia prima colocada fuera del almacén para enviarse a acabados fuera de la planta no tiene el control necesario por parte de la empresa; esto, además de aumentar los costos de almacenaje, reduce el espacio para las operaciones.*

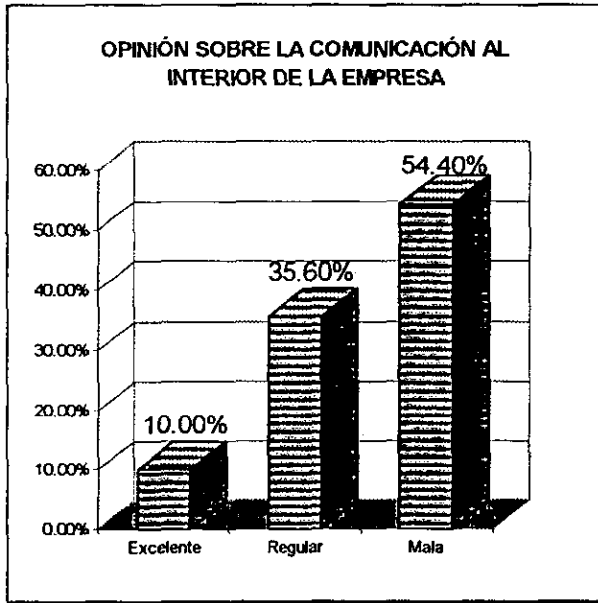
- ◆ *Seguridad. La falta de áreas de seguridad bien definidas y respetadas (pasillos, señalamientos, etc.) propicia un ambiente de riesgo.*
- ◆ *Capacidad y tiempo de producción. La ausencia de tiempos reales de cada operación ocasiona el desconocimiento de la capacidad de la planta en general y anula la posibilidad de medir la productividad y hacer una correcta planeación de la producción.*
- ◆ *A pesar de la gran disposición de los operarios para aportar información, existe a la vez desconfianza en la realización de nuevos proyectos por la inconsistencia en el seguimiento de ellos.*
- ◆ *Objetivos de la empresa. La falta de definición de los objetivos causa que los esfuerzos entre departamentos tengan rumbos diferentes.*
- ◆ *El ambiente laboral, hasta donde fue posible medirlo, es contrario al trabajo en equipo entre los departamentos.*

*Estas conclusiones son el resultado de las entrevistas y las encuestas realizadas al personal, de las cuales se desprende además, que la comunicación entre los miembros de la empresa debe mejorarse ya que el 54% opina que es mala (figura 1). Asimismo, el ambiente laboral es considerado por el 45% del personal como regular (figura 2), por lo que de llevarse a cabo el proyecto se iniciaría con una etapa de motivación en el que la dirección debe mostrarse convencida de la necesidad del proyecto en todos sus niveles.*

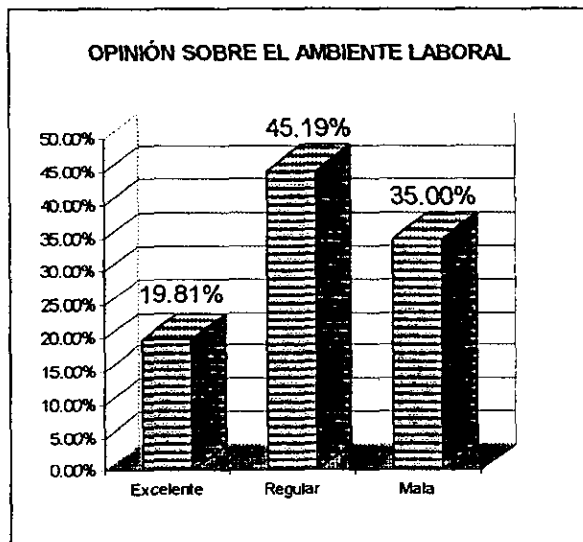
En cuanto a las condiciones de trabajo, el 44% opina que éstas son regulares (figura 5), por lo que se estimarían en el proyecto las condiciones ergonómicas y ambientales del área de trabajo.

No obstante, en la figura 3 se ve que la mayoría muestra gran estima por su trabajo y reconocimiento a los esfuerzos de la Dirección General (figura 4), que, aunado al liderazgo y la aceptación con la que ésta cuenta entre el personal operativo, facilitará la sensibilización para una participación activa y entusiasta en la realización del proyecto.





**FIGURA 1**



**FIGURA 2**

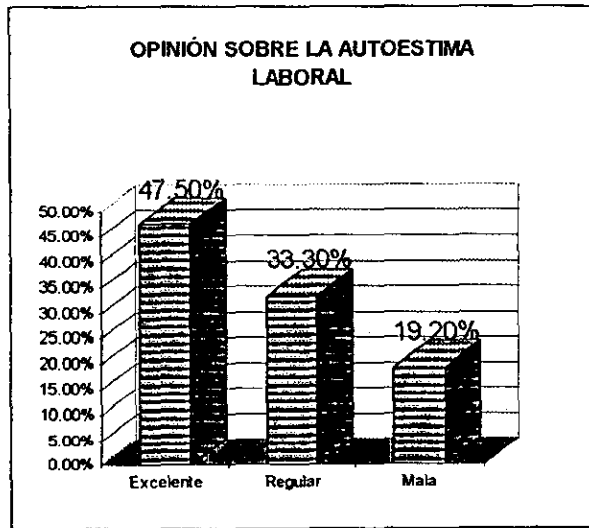


FIGURA 3

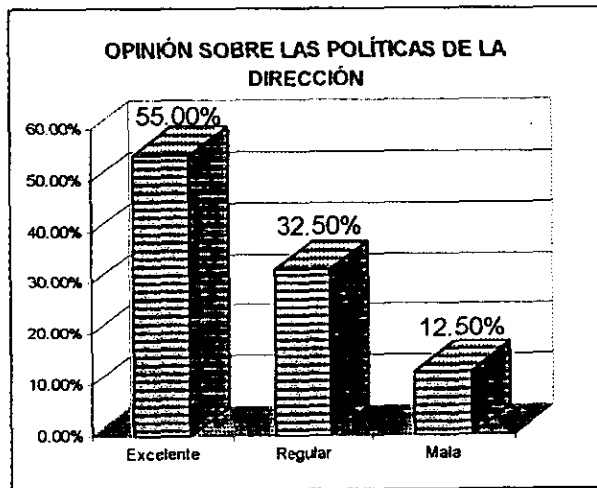


FIGURA 4

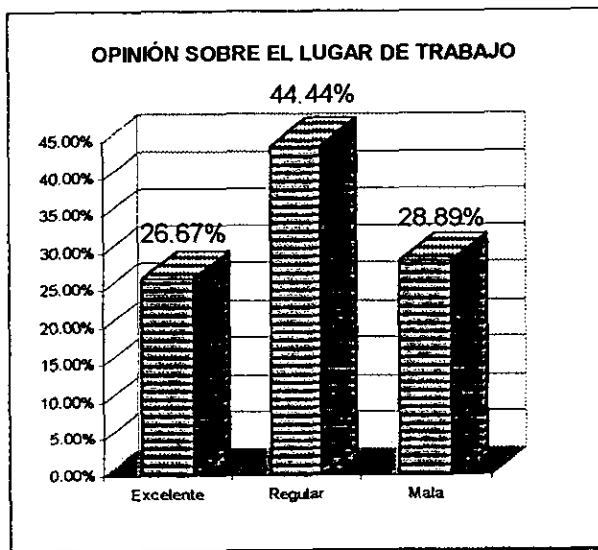


FIGURA 5

## **ETAPAS DEL PROYECTO**

Para la realización de este proyecto, se recolectará información sobre la demanda, las ventas y la producción para apoyar la realización de las siguientes etapas:

### **1. Diseño del sistema productivo.**

Metas:

- ◆ Diseñar la distribución ideal de la planta que determinará la mejor ubicación de la máquinas y las estaciones de trabajo para que los empleados realicen sus actividades.
- ◆ Determinar el orden en el que se deben realizar las actividades que constituyen el proceso.

Para lograr estas metas es necesario:

- ◆ Obtener el tiempo estándar de cada actividad del proceso.
- ◆ Determinar los nuevos métodos que vuelvan más eficientes cada una de las actividades del proceso.
- ◆ Determinar el flujo lógico de los materiales.
- ◆ Obtener la capacidad real de la planta.

Antes de hacer alguna modificación, nosotros confirmaremos a la dirección general los beneficios económicos que obtendrá respecto a la situación actual.

**DURACIÓN: 8 SEMANAS**

**COSTO: \$16,500**

### **2. Instructivos del proceso**

Metas:

Con base en el nuevo proceso y la distribución de la planta se elaborarán los instructivos del proceso que indicarán de manera detallada cada una de las actividades, dónde y quién las realiza, así como su interrelación con otras áreas. De esta manera se tendrá conocimiento de los puntos críticos del proceso y de las actividades en las que se pueden cometer errores en el producto. Como complemento a este instructivo se definirán los perfiles para cada uno de los

puestos de la planta, además de tener la documentación para la capacitación de personal y la estandarización de las actividades.

**DURACIÓN: 6 SEMANAS**

**COSTO: \$12,000**

### **3. Políticas de producción.**

*Meta:*

- ◆ Después de analizar todos los datos de la primera etapa, se proporcionarán las bases para elaborar el plan de producción, sea un MRP o un justo a tiempo (basado en celdas de trabajo o en la técnica Kanban).
- ◆ Conocer el tamaño óptimo de lote y el nivel de inventario de materia prima y producto terminado tomando en cuenta que tipo de producción es el adecuado.

Esta información indicará la capacidad de respuesta de la planta para satisfacer la demanda; servirá también para elaborar los planes de producción que dictarán la frecuencia con que se requerirá materia prima, la planeación de las jornadas laborales y la programación del uso de la maquinaria.

**DURACIÓN: 8 SEMANAS**

**COSTO: \$16,500**

### **4. Implantación**

*Meta:*

Aplicando las estrategias adecuadas, se hará la transición del sistema productivo actual al que se ha diseñado. Este cambio será gradual y permitirá establecer los modelos desarrollados y así obtener beneficios y satisfacciones para la empresa, su personal y sus clientes.

**DURACIÓN: 12 SEMANAS**

Nota: La etapa 3 sólo requiere la realización de la etapa 1, por lo que la etapa 2 se puede desarrollar paralelamente a ella. De igual modo la implantación se iniciará simultáneamente a la realización de los instructivos de procedimientos.

## **METODOLOGÍA**

---

*El proyecto seguirá en las tres primera etapas una metodología común para poder alcanzar los objetivos planteados y lograr un nuevo proceso de fabricación que irá más allá de las fronteras tradicionales de un sistema productivo: desde la compra de la materia prima hasta la entrega satisfactoria del producto al cliente.*

*La metodología es la siguiente:*

<b>FASE</b>	<b>OBJETIVO</b>
<i>Preparación</i>	<i>Motivar al personal de la empresa para la realización de cada etapa.</i>
<i>Comprensión</i>	<i>Determinar el modelo que define el proceso desde el punto de vista del cliente y de la empresa.</i>
<i>Desarrollo</i>	<i>Diseñar un proceso superior al actual que produzca una mejora significativa en las operaciones.</i>
<i>Solución</i>	<i>Especificar las necesidades técnicas, tecnológicas, laborales y administrativas para el nuevo proceso.</i>

## **DURACIÓN GLOBAL DEL PROYECTO**

---

*Se ha calculado la duración del proyecto en aproximadamente 20 semanas para desarrollar las tres primeras etapas.*

*Fecha de inicio: previo acuerdo con los directivos de la empresa.*

## **COSTO GLOBAL DEL PROYECTO**

---

*El costo total del proyecto es de \$45,000 (cuarenta y cinco mil pesos m.n.). El pago se realizará por etapa, dividido en un 40% al iniciar cada una y 60% a la entrega del documento correspondiente a ella.*

El diagnóstico industrial y propuesta de trabajo anterior tuvieron un fin totalmente comercial, presentaba las debilidades y áreas de oportunidad de la empresa, se mencionaron las deficiencias encontradas pero no la solución y se ligaban las tres etapas del trabajo para lograr un verdadero impacto en la organización; además el resumen ejecutivo hacía hincapié en un punto: el aumento de 25% en la productividad de la empresa. Al estimar los beneficios, los directivos de la empresa aceptaron la propuesta para llevar a cabo el estudio de ingeniería industrial al analizar los resultados económicos que se obtendrían con relación al costo global del proyecto, además de la seguridad con que fueron expuestos los objetivos que se lograrían.

# CAPITULO III

## Desarrollo del proyecto



### III.1 Metodología

De acuerdo a la propuesta de trabajo presentada a la dirección general (ver capítulo II), al culminar la primera parte del proyecto nos comprometimos a obtener los siguientes resultados en un tiempo de ocho semanas:

- Diseño de la nueva distribución de planta.
- Tiempos estándar
- Nuevos métodos de trabajo.

Metas para las cuales se diseñó la siguiente metodología:

1. Sensibilización del personal.
2. Estudio del producto.
3. Estudio del proceso.
4. Estudio de tiempos.
5. Estudio de métodos y movimientos.
6. Análisis de la distribución de planta.
7. Análisis de políticas y características de producción.

Para cada punto se analizaron las herramientas disponibles para elegir las adecuadas para esta empresa.

#### III.1.1 Sensibilización del personal

La sensibilización del personal juega un papel preponderante en el desarrollo de cualquier organización. Consiste en "concientizar a los colaboradores de la empresa acerca de la trascendencia del trabajo en equipo basada en una actitud positiva y participativa buscando el beneficio común"<sup>306</sup>. La justificación de llevar a cabo esta sensibilización consiste en proporcionarles la seguridad y la confianza de que ellos son parte de la empresa y que cualquier esfuerzo dirigido hacia la misma es para mejorar su desarrollo personal. Dado el tamaño de la empresa (55 trabajadores de planta), se eligió la técnica de sensibilización por *interacción directa* con varias modalidades que se explicaran más adelante.

Para dar inicio a esta sensibilización acordamos realizar una presentación formal con los operadores de la planta en donde se les explicaría claramente el objetivo de nuestra presencia y del proyecto. Después de plantear esta idea al director general acordamos que él realizaría esta presentación interrumpiendo las labores durante unos minutos.

Los puntos que resaltó el director general en esa presentación fueron los siguientes:

---

<sup>306</sup> Bruce M Martín, Relaciones humanas, Edit. Diana. 1ª Edición

Los puntos que resaltó el director general en esa presentación fueron los siguientes:

- *Necesidad de ser competitivos.*

Explicó la necesidad de permanecer vigente en un mercado cada vez más competido y ya estudiado por inversionistas extranjeros.

- *El objetivo del estudio de Ingeniería Industrial.*

Comentó la posibilidad de aumento en la productividad de la empresa y por lo tanto en el aumento de las ventas, factor que repercutiría de acuerdo a los resultados en el ingreso de cada trabajador; además mencionó que las condiciones de trabajo no eran las óptimas y esto propiciaba que los trabajadores se fatigaran por llevar a cabo actividades improductivas.

- *Cooperación incondicional.*

Pidió que consideraran al equipo de trabajo como parte de la empresa y no como personas extrañas que evaluarían su desempeño.

Asimismo les explicamos que nuestro principal objetivo era el de facilitarles las cosas para que llevaran a cabo sus actividades y les ofrecimos confidencialidad total en los comentarios verbales y escritos que podían hacer a través de un "buzón confidencial" que colocamos cerca del reloj checador.

Consideramos que el punto de partida para el buen desarrollo del proyecto era el de familiarizarse con el personal de la planta, conocer sus ideas y tomar con la mayor seriedad sus sugerencias y comentarios para después enfocarse a los aspectos técnicos que se pretendían en cada etapa del proyecto.

Nos tomó la primera semana de trabajo conocer y conversar con cada uno de los trabajadores, al principio mostraron cierta resistencia; pero la confianza y seriedad que brindamos a sus comentarios fueron la base para ganarnos poco a poco su respeto y relajar de igual manera el ambiente que se vivía en la empresa. El buzón confidencial se convirtió en una herramienta excelente durante las primeras semanas, en él recibimos todo tipo de comentarios: sugerencias para mejorar algunas estaciones y condiciones generales de trabajo, quejas acerca de la actitud del jefe de producción, temores sobre despidos de personal, etc.

En poco tiempo teníamos una visión mucho más completa de la empresa, conocimos perfectamente las inquietudes y necesidades de los trabajadores. Al final de la primera semana, ponderamos todas las sugerencias verbales y escritas y el primer aspecto que resaltó fue el de las sillas de trabajo, las cuales

resultaban muy incómodas debido al mal estado en que se encontraban. Se hicieron estudios y cotizaciones para las sillas adecuadas en el área de troqueles y bancos para el área de tornos y presentamos a la dirección general las diferentes características y precios que ofrecían los proveedores, recalcando la importancia y el impacto favorable que representaría la compra de las sillas en los trabajadores. La dirección general aceptó la compra y pronto se adquirió con uno de los proveedores una silla que serviría de muestra, con el fin de que cada operador del área de troqueles la probara durante todo un día de trabajo e hiciera sus comentarios para evaluar y requerir las modificaciones al proveedor en caso de ser necesario.

Después de aproximadamente un mes, llegaron las sillas y bancos para los trabajadores y sin duda, fue la mayor motivación para que ellos sintieran que nosotros seríamos el canal de comunicación con la Dirección de la empresa; a partir de ese momento la relación y confianza con los operarios se hizo más estrecha y se abrieron totalmente con nosotros.

Otro aspecto que resaltaba en nuestra lista de comentarios y sugerencias, fue el de la actitud negativa e imperativa que tomaba el jefe de planta con los operarios; durante el primer mes fue nuestro principal opositor para el acceso a la información y su influencia en los trabajadores no les permitía opinar con libertad y confianza acerca de cuestiones laborales, pero la dirección general fue un factor decisivo para cambiar esa actitud y tiempo después se convirtió en nuestro aliado y sus acciones cambiaron radicalmente para beneficio de la empresa, y en este caso, a favor de los trabajadores.

Con el personal administrativo no se logró una relación tan estrecha como con los operarios, desde que se realizó el diagnóstico industrial, algunos de ellos tomaron una actitud poco participativa. El departamento de ventas fue al más conflictivo e incluso negaba o retardaba la información que se le pedía; constantemente se presentaron diferencias en los conceptos e ideas que presentábamos conforme avanzaba el proyecto, el perfil del personal de oficinas se oponía (sin fundamento) a la mayoría de nuestras propuestas. Sin embargo, la dirección general nos facilitó la información e intervino para repeler esa actitud negativa.

Con el transcurso de los días comenzamos a tomar mayor confianza y autonomía para realizar cualquier actividad con los operarios o con el personal administrativo, el apoyo de la dirección general fue decisivo para nuestro desempeño, pues cualquier empleado de la empresa y nosotros mismos, sabíamos que contábamos con apoyo incondicional, factor que de cierta manera nos presionaba y responsabilizaba de cualquier sugerencia verbal o escrita que se hiciera dentro de la empresa.

### III.1.2 Estudio del producto

Una vez que nos familiarizamos con el personal de la empresa, comenzamos con los aspectos técnicos que conformarían el desarrollo de la primera etapa del proyecto.

Lo primero que determinamos conocer fue los productos que se fabricaban y la nomenclatura que se utilizaba en la empresa para después identificarlos fácilmente en cualquier etapa del proceso. Los principales componentes de una rodaja se enlistan y describen a continuación:

Componente	Descripción
Horquilla	cuerpo metálico que cubre a la rueda.
Espiga	barra de metal que sirve como elemento de fijación de la rodaja.
Placa	cuadro metálico que sirve como elemento de fijación de la rodaja.
Ojillo	placa circular que sirve como elemento de fijación de la rodaja.
Balinera	plato metálico (superior e inferior) que sostiene a las balas en las rodajas de tipo giratorio.
Polvera	plato metálico que cubre a la rueda (sólo para algunos modelos industriales).
Remache (horquilla)	barra metálica que une la horquilla y la (s) balinera(s).
Remache (rueda)	barra metálica que une la horquilla y la rueda de la rodaja.
Balas	Balines que se utilizan en las rodajas de tipo giratorio.
Freno	Estructura metálica que se coloca en el extremo inferior de la horquilla y con un movimiento provoca la suficiente fricción para impedir el movimiento de la rueda (sólo para algunos modelos industriales).
Rueda	Elemento esférico o circular de diferentes materiales para el rodamiento.

Cada producto tiene su propia clave y en ella podemos identificar las siguientes características:

- Tipo de rodaja: representada por las dos primeras letras:

Modelo	Clave
Estándar	HT
Super económica	HS
Esférica	HE
Institucional	HU
Industrial	HI

- Diámetro de la rueda, indicado por los números consecutivos al tipo de rodaja:

Milímetros	Pulgadas
41	1 5/8
51	2.0
64	2.5
76	3.0
101	4.0
127	5.0
152	6.0

- Elemento de fijación, representado por el último número de la clave:

Número	Elemento	Dimensiones (mm)
0	Espiga	8*45
1	Espiga	8*40
2	Espiga	11*33
3	Espiga	11*48
4	Espiga	11*42
5	Placa	Varias
6	Espiga	Especial (cuerda)
7	Ojillo	Sólo para las HE

- Tipo de movimiento: sólo indicado en las rodajas para uso industrial.

Clave	Descripción
F	Fija
G	Giratoria

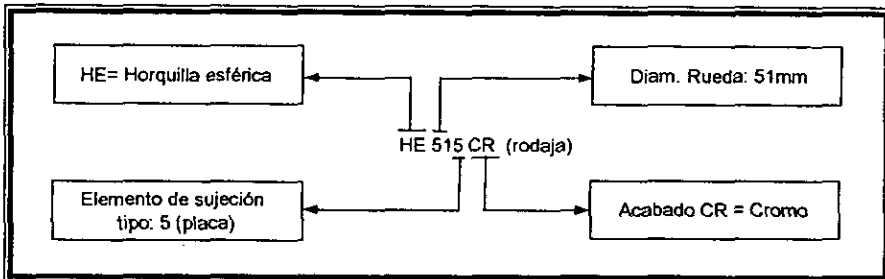
- Accesorios extras:

Clave	Descripción
B	Balero
F	Freno
PL	Rueda de plástico

- Tipo de acabado: representado por las dos últimas letras en la clave del producto

Clave	Descripción
CR	Cromo
GA	Galvanizado
LA	Latonado

A continuación se muestra un ejemplo de la nomenclatura general que se utiliza para la descripción de los productos:



Es importante mencionar que la empresa contaba con más de 300 productos, de los cuales sólo alrededor de 50 representaban el 80% de sus ventas.

### III.1.3 Estudio del proceso

Después de identificar todos los componentes de las rodajas, nos involucramos en el proceso de fabricación para los diferentes productos. Utilizamos diagramas de proceso<sup>1</sup> que permitieron identificar las diferentes actividades que conformaban la manufactura de una rodaja, ya sea de tipo comercial (estándar, super económica y esférica) o industrial (institucional e industrial). Asimismo, se realizaron diagramas de recorrido<sup>2</sup> que facilitaron la visualización del tiempo que los empleados utilizaban para obtener el material de trabajo y/o deshacerse del desperdicio; las variaciones entre los diferentes modelos de las rodajas comerciales e industriales consisten en el número de pasos para la actividad de punzonado y embutido de la horquilla, así como el armado final que puede incluir diferentes accesorios.

Se utilizó el diagrama de proceso general porque después del diagnóstico se observó que el proceso de fabricación era satisfactorio, susceptible de mejora sólo con nueva tecnología; no así el sistema productivo que presentaba recorridos innecesarios, desperdicio, etcétera. Esto llevó a la necesidad de diagramas de recorrido, establecimiento de tiempos estándar y, en general, una mejor estructura general del sistema productivo.

A continuación se describen las actividades que conforman el proceso de una rodaja cualquiera (ver diagrama en la página 44):

No.	Actividad	Componentes del producto	Descripción
1	Corte de lámina	Horquilla Balineras Accesorios diversos	La materia prima que conforma estos componentes es acero de diferentes calibres y medidas de hoja, por lo que cada hoja de acero se tiene que cortar en tiras para poder habilitar los troqueles. Es importante mencionar que se utilizan rollos de lámina en alimentadores automáticos* para la manufactura de algunas balineras y horquillas de tipo comercial. * La empresa cuenta con dos alimentadores.
2	Engrasado de tira	Horquilla Balineras Accesorios diversos	Se engrasa cada tira de acero por ambos lados con el objetivo de proteger el filo del punzón del macho de la matriz. Cuando se trata de un rollo (para alimentadores automáticos), el operador lo engrasa al desenrollarse paulatinamente.

<sup>1</sup> Niebel, Ingeniería Industrial (Estudio de tiempos y movimientos), Última Edición, pp 754-760

<sup>2</sup> Niebel, Ingeniería Industrial (Estudio de tiempos y movimientos), Última Edición, PP 765-771

No.	Actividad	Herramientas	Descripción
3	Corte de silueta (punzonado)	Horquilla Balineras Accesorios diversos	El operador coloca la tira de acero para el punzonado de la silueta, después de cada golpe el operador recorre el resto de la tira para activar de nuevo la máquina. Las piezas se depositan en contenedores (botes) en espera del siguiente paso. Si se utiliza alimentador automático, el operador sólo tiene que activar la máquina para el punzonado y embutido de las piezas, es decir, con este dispositivo se realizan dos actividades al mismo tiempo.
4	Engrasado de silueta	Horquilla	Se engrasan la siluetas por ambos lados y se apilan en una mesa colocada al lado de la prensa.
5	Doblado (embutido)	Horquilla Balineras	El operador coloca las piezas en la matriz y activa la prensa para lograr el embutido final, es decir, el número de pasos para lograr el embutido está en función del modelo. Comúnmente las horquillas y balineras de tipo comercial llevan de 1 a 2 pasos y las horquillas y balineras de tipo industrial llevan de 2 a 4 pasos para su acabado final.
6	Estampado	Horquilla	Consiste en ajustar la abertura de la horquilla en la medida correcta y estamparla con el logotipo de la empresa.
7	Acabados	Horquilla Balineras Accesorios diversos	Todas las piezas son colocadas en contenedores (botes) al finalizar el último paso de embutido para que el proveedor de acabados los recoja.
8	Engrasado*	Horquilla Balineras	El operador coloca grasa sólida (con el dedo) en la pista de las balineras o de la horquilla en el caso de algunas rodajas de tipo industrial. Se auxilian de una torre formada de una varilla metálica con una base giratoria en donde se apilan las balineras.

\* Actividad que la empresa pretendía automatizar.

Las actividades 8-9-10 y 11 son exclusivas de los modelos de tipo giratorio. Los de tipo fijo son armados inmediatamente después del acabado.



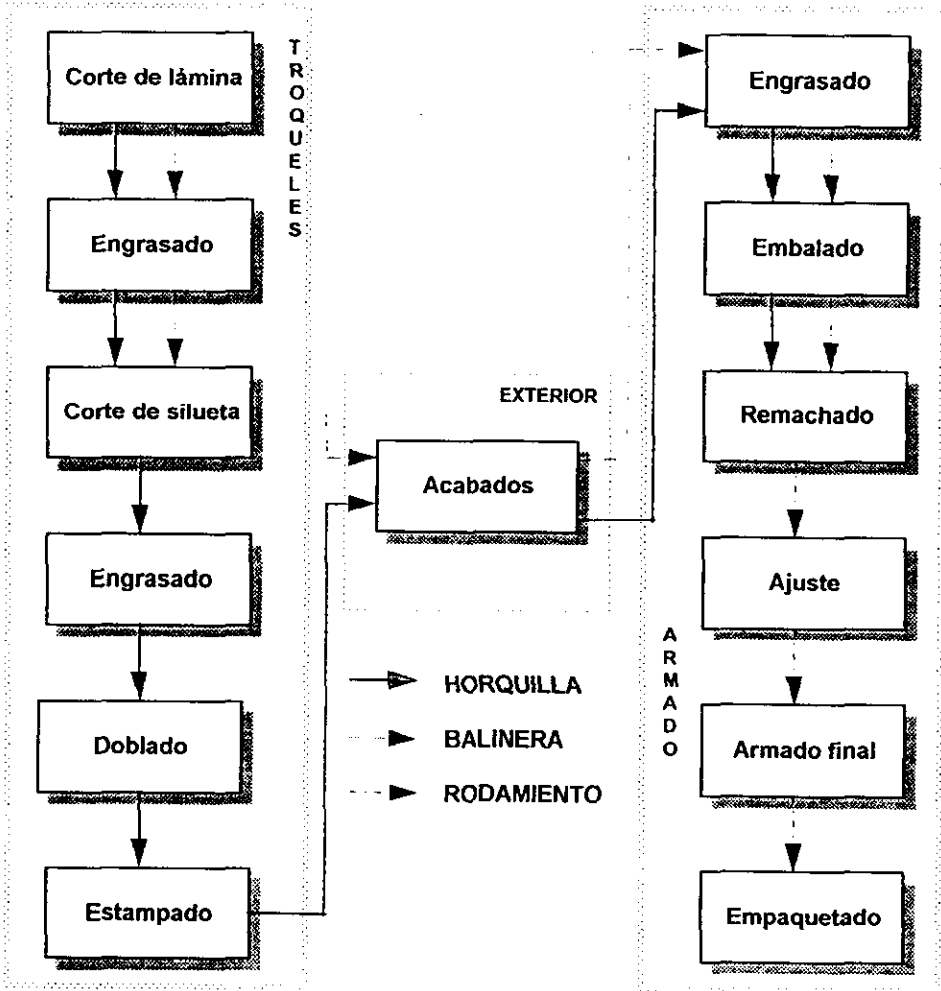
N°	Actividad	Componente de la actividad	Descripción
9	Embalado*	Horquilla Balineras	Consiste en colocar las balas (balines) en la pista engrasada con la ayuda de una cuchara metálica que se introduce a un recipiente de balas y que recoge la cantidad exacta de piezas.
10	Remachado	Horquilla Balineras Espiga o remache (horquilla)	El operador coloca la (s) balinera (s) la espiga o el remache y la horquilla en el troquel y activa la prensa para sellar el rodamiento.
11	Ajuste	Herraje	Los rodamientos son colocados en una base y los que no tienen suficiente movimiento circular se golpean con un martillo hasta aflojar el remache y comprobar que el rodamiento gire libremente.
12	Armado final	Rodamiento Rueda Accesorios diversos Remache (rueda)	Consiste en fijar la rueda al rodamiento a través del remache, posteriormente se sella neumáticamente en el caso de las rodajas de tipo comercial. En las de tipo industrial se le colocan los accesorios correspondientes al modelo y se le coloca una tuerca que se enrosca neumáticamente.
13	Empaquetado	Producto terminado	Después del armado final se colocan las piezas en contenedores (botes) para que un encargado los transporte al almacén de producto terminado y se empaqueten en cajas.

\* Actividad que la empresa pretendía automatizar.

Otro aspecto importante fue identificar y realizar el levantamiento de las áreas de trabajo de la empresa; básicamente se identificaron los siguientes departamentos:

DEPARTAMENTO	ACTIVIDADES
Troqueles	Corte de lámina: de hoja a tiras. Punzonado de todas las piezas. Embutido de piezas.
Tornos	Maquinado de espigas tornillos, remaches y bujes.
Tipo ligero	Embalado en general, remachado de todo tipo de horquillas con balineras, ajuste de herrajes y ensamble de herraje tipo ligero con su respectiva rueda.
Tipo pesado	Ensamble de herraje pesado con la rueda y sus diversos componentes (polvera, freno y balero).
Taller mecánico	Mantenimiento preventivo y correctivo de toda la maquinaria e instalaciones de la empresa. Diseño y mantenimiento de matrices.
Almacén de materia prima	Control de entradas y salidas de materia prima y material para acabados y apoyo al jefe de planta para la programación de producción para el Departamento de Troqueles.
Almacén de producto terminado	Control de entradas y salidas de producto terminado. Preparación de pedidos.

### III.1.4 Proceso General Para La Fabricación De Una Rodaja



### III.1.5 Estudio de tiempos

El siguiente paso después de conocer el proceso y las áreas de trabajo fue obtener los *tiempos estándar*\* de cada actividad, que era uno de los principales objetivos para la gerencia de la empresa; asimismo, esta información nos serviría para determinar si el proceso estaba balanceado y conocer la capacidad instalada de la planta que aunado al flujo de materiales determinado en el estudio del proceso, sentaría las bases para el diseño de una nueva distribución de planta en caso de ser necesaria.

Para dicho estudio se utilizó la metodología del método continuo\* apoyándonos en los formatos que se presentan en el anexo VIII.1

Cabe mencionar que para la toma de tiempos, el total de productos se agruparon por familias con características similares de componentes:

Por ejemplo, una rodaja esférica de 2 pulgadas puede tener 7 elementos diferentes de fijación y 3 diferentes acabados, de este modo, para la estandarización de la actividad de remachado se consideró como un proceso igual ya que la variación de tiempo en colocar un elemento de fijación u otro es insignificante.

Es importante resaltar que para el desarrollo de este estudio los trabajadores se encontraban plenamente familiarizados con nuestra presencia por lo que en ningún momento detectamos variación en su ritmo de trabajo que sesgara la medición de tiempos. Asimismo, diseñamos formatos de control (ver anexo VIII.2) para las principales actividades del proceso tales como:

1. corte de lámina
2. troquelado
3. embalado
4. remachado
5. ajuste\*
6. torneado y,
7. armado final

Los formatos anteriores proporcionaron la siguiente información:

- > nombre del trabajador
- > actividad desarrollada
- > producto o pieza

---

\* Niebel, Ingeniería Industrial (Métodos, Tiempos y Movimientos), 3ª Ed. Cap. 14, pp 345-369

\* Este formato se diseñó especialmente para no relegar a la única persona que realizaba esta actividad. (Cabe mencionar que antes de requerir el llenado de un formato por parte de un operador de línea es necesario verificar su habilidad para expresar sus ideas por escrito, y de ser necesario ayudarle con el llenado).

- producción del día
- lapso de producción
- cambio de matriz(en caso de troquelado y remachado)
- problemas presentados durante el periodo de trabajo
- comentarios diversos del trabajador

Además, permitieron conocer datos de actividades esporádicas (productos con baja demanda), verificar los tiempos estándar obtenidos por nosotros y conocer las causas de tiempos muertos tales como: paros por falta de material, deficiencias en la planeación de la producción, paros de maquinaria, problemas de calidad en los materiales y determinación de las habilidades de cada operador.

### **III.1.6 Estudio de métodos y movimientos**

Paralelo a la obtención de tiempos estándar se realizó el estudio de movimientos en las actividades que representaban la mayor área de oportunidad respecto a su impacto en la facturación o en los cuellos de botella, para la mejora de los métodos de trabajo.

Dicho estudio se desarrolló bajo la siguiente metodología

- a) Elección de actividades**
- b) Registro de actividades**

El cual consistió en descomponer una actividad general en actividades particulares con sus tiempos estimados de realización y en analizar las que agregaban o no valor al producto.

- c) Estudio de información**

El análisis de los registros permitió cuantificar el tiempo y costo de actividades que no agregaban valor lo que sentó las bases para el diseño y evaluación de nuevos métodos.

- d) Diseño de nuevos métodos**

En esta etapa se utilizó como principal herramienta la de lluvia de ideas en la que participaban los trabajadores (a través del buzón confidencial y comentarios directos) y los integrantes del equipo.

### e) Prueba piloto (Aplicación)

Consistió en la aplicación de los nuevos métodos en las estaciones de trabajo simulando la utilización de algunos dispositivos<sup>9</sup>. En esta etapa estimamos los tiempos promedio para evaluar las mejoras.

### f) Mejora continua

Después de realizar la prueba piloto se realizaron modificaciones (en acuerdo con los operarios implicados) al método de trabajo antes diseñado para lograr un beneficio extra.

Ejemplo:

Para representar la metodología anterior se presenta el ejemplo de la actividad de armado final (tipo ligero) y empaquetado:

**Elección.** La mejora de la actividad de armado final y empaquetado representaba gran impacto pues es la actividad final del proceso, lo que significa que es producción lista para facturar.

**Registro.** El registro de la actividad de armado final y su actividad inmediata posterior (empaquetado) presentaba los siguientes problemas:

× Duplicidad de funciones:

El operario de la estación de armado final (tipo ligero) remachaba y contaba las piezas ensambladas y las arrojaba en un contenedor (bote) de capacidad aproximada de **3000 pzas.(500 Kg.)**, posteriormente el encargado del almacén de producto terminado transportaba el contenedor con un diablo para colocarlo en el almacén y llenar cajas con 120 pzas. cada una, es decir el producto se contaba dos veces.

× Manejo de materiales:

Como se menciona en el punto anterior, el almacenista tenía gran dificultad en el manejo y vaciado del contenedor.

× Tiempos muertos:

Se presentaban cuando el operador de armado final perdía la cuenta de las piezas arrojadas al contenedor y cuando esperaba el cambio de éste. El vaciado y llenado de las cajas implicaba aprox. 30 min. Además el operario

---

<sup>9</sup> Con la participación de los operadores implicados y el equipo de trabajo.

× Disponibilidad de espacio:

Estos contenedores utilizaban demasiado volumen en el área de armado y en el almacén

**Evaluación.** Estimamos que eliminar la duplicidad de funciones y el manejo de estos contenedores representaría una mejora del 15% en el material listo para facturar.

**Diseño del nuevo método.**

- ❖ Para eliminar el doble conteo de las piezas y el difícil manejo del material se sustituyeron los contenedores por las cajas de empaque final, auxiliado por un contador mecánico que se accionaba cada vez que se ensamblaba una rodaja (al activar la pistola neumática que sellaba el remache), es decir, en lugar de arrojar las piezas ya remachadas al contenedor de 3000 piezas, éstas se depositaban directamente en su empaque (con capacidad de 100 a 150 piezas según el modelo). De esta forma el almacenista se encargaba de proveer cajas vacías a las mesas de armado final y recoger las cajas llenas (cuando se acumulaban cinco) y transportarlas al almacén de producto terminado donde se flejaban quedando listas para su embarque.

Este método eliminaba también el gran espacio ocupado por los contenedores.

- ❖ El uso del contador mecánico eliminó el recuento de las piezas, además se propuso un cambio en la manera en que se acomodaban las piezas preensambladas (sin sellado neumático) en la mesa de trabajo, anteriormente estas piezas se colocaban en la mesa sin contarlas, el nuevo método proponía un acomodo de piezas de acuerdo a la capacidad del empaque separadas por un palo de madera, confirmándose esta cantidad con el número indicado en el contador mecánico.
- ❖ Para eliminar el acarreo del material hacia la pistola neumática se diseñó una rampa metálica, donde el ayudante preensamblaba las piezas y las colocaba en ésta para que por gravedad se deslizaran hacia el operador de la pistola neumática.

**Aplicación.** Para verificar la viabilidad de estas propuestas se simularon directamente en las áreas de trabajo las características de los nuevos métodos interactuando directamente con los trabajadores y desarrollando personalmente las actividades propuestas. De esta manera detectamos deficiencias en los métodos.

**Mejora continua.** Conociendo las deficiencias de los métodos se realizaron las modificaciones correspondientes hasta obtener el más adecuado, incluyendo modificaciones a los dispositivos, Por ejemplo: forma y ángulo de la rampa, ubicación y accionamiento del contador mecánico, ciclo para el llenado y abastecimiento de cajas, etc.

### III.2 Análisis de la distribución de planta (ver plano de distribución actual, pag. 91)

"La distribución de planta comprende la distribución física de las posibilidades industriales. Esta disposición ya sea instalada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para movimiento de material, almacenaje, mano de obra indirecta y otras actividades auxiliares o servicios como el que utiliza el personal y equipo de trabajo."<sup>II</sup>

Para facilitar la comprensión que presentaba NIR describimos a continuación la estructura de los departamentos mencionados en la página 43 de éste capítulo:

Departamentos productivos	Número de personas	Maquinaria y equipo
Troqueles	1 supervisor 8 troqueladores	1 cizalla 8 prensas (60-90 ton.) 1 prensa (10 ton) 2 alimentadores automáticos
Tornos	1 supervisor 6 operadores	6 tornos simples 3 tornos automáticos
Tipo ligero	1 supervisor 6 embaladores 1 ajustador 4 armadores 5 remachadores	5 prensas remachadoras 2 pistolas neumáticas 2 taladros verticales 1 mesa de embalado
Tipo pesado	1 supervisor 3 operarios	1 taladro vertical 1 torno 1 prensa (1 ton) 2 roscadoras neumáticas

<sup>II</sup> Richard Muther, Distribución en planta, ordenación racional de los elementos de producción industrial, Edit. Hispano-Europea, 1981.



Departamentos de apoyo	Número de personas	Maquinaria y equipo
Taller mecánico	1 supervisor 3 ayudantes	1 fresadora 4 tornos 1 cepillo 1 sierra cinta 1 taladro vertical
Almacén de materia prima	1 supervisor 1 ayudante	1 patín (montacargas de 800 Kg) 1 báscula
Almacén de producto terminado	1 supervisor 3 ayudantes	1 engrapadora neumática 1 báscula 1 flejadora manual

La distribución de planta de Nuevas Industrias Rodamex tenía las siguientes características generales:

- ❖ Los estudios de proceso, tiempos y movimientos reflejaban largos y repetitivos recorridos de materia prima, producto en proceso y producto terminado que generaban tiempos muertos y por lo tanto mermaba la productividad de la empresa (ver plano de distribución actual con diagrama de recorrido, pág. 90).
- ❖ Algunas áreas de apoyo (taller mecánico, área de compresores, almacén de matrices) obstaculizaban un flujo lógico de materiales.

A continuación se describe la distribución de planta por departamento y sus características representativas.

### III.2.1 Departamento de troqueles

En este departamento no existía un ordenamiento lógico de las prensas, es decir, estaban mal colocadas de acuerdo a su capacidad y operación de cada prensa, lo que provocaba gran amontonamiento de contenedores (botes) de producto en proceso.

Las hojas de lámina y la cizalla se encontraban en este departamento restringiendo el área de trabajo, del mismo modo, se localizaban los rollos de lámina para las prensas con alimentador automático, impactando directamente en el espacio y orden de ésta área ocasionando alto riesgo de accidentes a los operadores que los transportaban a los desenrolladores. Asimismo el manejo de las tiras de lámina era difícil y representaba un tiempo muerto considerable.

### **III.2.2 Departamento de tipo ligero**

El área de engrasado y embalado se encontraba aislada de las prensas remachadoras, el operador de estas prensas interrumpía su actividad para abastecerse de material (balineras ya embaladas) lo que al final del día representaba 30 minutos en promedio de tiempo muerto (por remachador) que era equivalente a 800 piezas menos de tipo ligero aproximadamente.

Como ya se mencionó, en éste departamento se embalaban y remachaban herrajes de tipo ligero y tipo pesado, éstos últimos eran transportados 40 metros por dos operadores del Departamento de Tipo Pesado para su armado final, esta actividad se realizaba por lo menos 8 veces al día lo que representaba 40 minutos de tiempo muerto que era equivalente a 200 piezas menos de tipo pesado aproximadamente.

### **III.2.3 Departamento de tipo pesado**

Este departamento se encontraba al final del almacén de materia prima, es decir se situaba totalmente aislado de sus actividades inmediatas anteriores. Esta separación representaba baja productividad y poca supervisión para ésta área.

### **III.2.4 Taller mecánico**

Su actividad más frecuente es la de dar mantenimiento a las matrices del Departamento de Troqueles, el taller se localizaba junto al Departamento de Tipo Ligero; esta ubicación dificultaba el transporte de las matrices, asimismo el almacén de troqueles se encontraba junto al taller para facilitar el mantenimiento preventivo, pero esta cercanía dificultaba el transporte de las matrices cuando se cambiaba el plan de producción. De acuerdo con las observaciones y datos obtenidos de los reportes mostraron que un operador utilizaba alrededor de 20 minutos para esta actividad.

### **III.2.5 Aspectos generales**

La zona de desperdicio se encontraba al fondo de la nave ocupando aproximadamente 30 mts<sup>2</sup>, espacio que podía utilizarse para desarrollar un mejor sistema productivo.

Los compresores estaban ubicados a la entrada de la planta provocando dificultad en la maniobra de carga y descarga de materiales.

El producto terminado estaba disperso por diversas áreas de la planta (Almacén de Producto terminado, Departamento de Tipo Ligero y a un costado del Taller Mecánico) este desorden provocaba problemas tales como: material rezagado,

deterioro de empaque, poco control de inventario y maniobras de embarque complicadas.

### III.3 Análisis de las políticas y características de producción

El aspecto más importante del sistema de producción de ésta empresa es quizá que la planta presenta dos áreas con características diferentes: área de troqueles y área de armado (tipo ligero y pesado), además de que el proceso se trunca (como ya se explicó en la descripción del proceso) cuando el material se embarca para sus diferentes acabados; es decir, podría decirse que Nuevas Industrias Rodamex cuenta con dos "subplantas"<sup>∇</sup> con diferente planeación de la producción dentro de la misma nave industrial.

Otro factor importante es la variedad de productos que ofrece la empresa a sus clientes (más de 300) y que sólo alrededor de 50 representan el 80% de su facturación.

El gerente de producción estaba a cargo de la planeación de la producción de los departamentos de armado (tipo ligero y tipo pesado) y del departamento de troqueles, la cual se basaba en satisfacer los niveles de inventario (empíricos) del almacén de producto terminado y de materia prima. Es importante mencionar que el encargado del almacén de materia prima reportaba los niveles de todos los materiales sin ensamblar (con o sin acabados) al gerente de producción.

La planeación de la producción del departamento de tornos la realizaba el supervisor del departamento con base en dos criterios generales, el primero satisfacer niveles de inventario (empíricos) del almacén de materia prima y el segundo surtir pedidos especiales.

Esta planeación no consideraba las necesidades del departamento de ventas lo cual generaba un bajo nivel de servicio (pedidos sin surtir con un atraso de hasta 2 meses) y un sistema poco flexible, es decir, se podía realizar un cambio hasta que se terminara de fabricar el lote en proceso.

En las páginas siguientes se presenta un cuadro con las características de las dos áreas antes mencionadas con el objeto de facilitar la comprensión del sistema productivo que presentaba esta empresa.

---

<sup>∇</sup> Hopeman J. Richard, Administración de producción y operaciones, 1ª Edición, Edit. CECSA

Troqueles	Armado (Tipo Ligero / Tipo Pesado)
<b>Políticas de producción</b>	
<p>Para la fabricación de una pieza se utilizaba una misma máquina, para obtener esta pieza se requerían de 2 a 4 pasos (2 a 4 cambios de matriz según el producto) en la misma prensa. Cada cambio representaba una hora de preparación (tiempo improductivo).</p> <p>Esta política generaba periodos irregulares de material para sus diferentes acabados. Por ejemplo, este departamento podría trabajar cinco modelos diferentes y terminar el lote después de dos o tres días, es decir durante este tiempo no se tenía producto para salir a acabados y al culminar el lote se tenía un gran volumen de material que dificultaba la operación y tiempo de entrega de los proveedores de acabados.</p> <p>En este departamento se generaban lotes de producción que abarcaban todo el turno de trabajo y por lo tanto una gran cantidad de material en proceso.</p>	<p>Para la fabricación de un modelo se utilizaban cuatro de las cinco prensas disponibles para abastecer a las mesas de armado tipo ligero, la prensa restante remachaba exclusivamente modelos de tipo pesado. El remachado de cualquier modelo requería de un solo paso en máquina. El cambio de matriz implicaba un tiempo de preparación de 15 minutos. Es importante mencionar que una misma matriz sirve para el remachado de varios modelos.</p> <p>Esta política se enfocaba a satisfacer el nivel máximo de inventario de dos productos en el lapso de producción establecido, lo que propiciaba que la mayoría de los pedidos se retrasaran por no existir la variedad de los modelos en el almacén.</p>
<b>Manejo de materiales</b>	
<p>La política de producción que regía a este departamento generaba que alrededor de las prensas se acumularan contenedores (botes) con gran cantidad de material que posteriormente sería utilizado para su siguiente paso; el traslado de este material ocasionaba fatiga y riesgos de accidentes para los operarios debido al peso y volumen de los contenedores y a la limitación del espacio disponible, ocasionando dificultad en el abastecimiento de rollos y tiras de lámina para las prensas de este departamento.</p>	<p>La producción de un solo modelo generaba grandes cantidades al finalizar el turno de trabajo lo cual implicaba tener alto inventario de producto en proceso (material antes del armado final) y producto terminado. Este último podría estancarse en contenedores (botes) y cajas de producto terminado por tiempo no definido invadiendo el área delimitada para pasillos y almacén de producto terminado, debido al volumen de producción y necesidades del mercado.</p> <p>Otro aspecto negativo era el tiempo y dificultad que implicaba el traslado del material remachado de tipo pesado al área de armado final.</p>

### III.4 Análisis y conclusiones de la etapa 1

Después de recopilar toda la información referente al proceso productivo de la empresa, distribución de planta, flujo y manejo de materiales, métodos de trabajo, tiempos y movimientos de las principales actividades concluimos lo siguiente:

#### III.4.1 Características del proceso

Se determinó que el proceso general para la fabricación de una rodaja cumplía con las expectativas de la empresa y del mercado, por esta razón no se propondrá ninguna modificación en su estructura, sin embargo, existían varias actividades susceptibles de mejora que representarían gran impacto en la productividad de la empresa.

#### III.4.2 Distribución de planta

La distribución de planta de la empresa no permitía un flujo lógico de materiales y originaba los siguientes problemas:

- Subutilizaba el espacio y la capacidad de la planta, es decir, las áreas productivas y de apoyo se ubicaron tomando en cuenta exclusivamente la *estética*, abarcando toda el área productiva disponible sin optimizar el espacio, lo que aparentemente reflejaba que no existía la posibilidad de aumentar el área de producción.
- Obligaba a los operadores a realizar largos y lentos recorridos (por la separación entre Departamentos y/o actividades además de no estar definidas y/o obstaculizadas las rutas de circulación de materiales) para abastecerse de material, generando costoso tiempo muerto de maquinaria y mano de obra.
- Generaba gran cantidad de inventario en proceso al no ubicar la maquinaria de acuerdo a la secuencia del proceso restringiendo el flujo del material y causando implícitamente un movimiento caótico de materiales, asimismo dificultaba las maniobras de carga y descarga de materia prima y producto terminado.

#### III.4.3 Manejo de materiales

- Los contenedores (botes) utilizados en todas las actividades del proceso requerían de gran esfuerzo físico por parte de los operarios para su manejo, además no permitían un control adecuado del producto en proceso, es decir, no se tenía certeza de su ubicación y de las cantidades de material dentro

de ellos, asimismo dificultaban la rotación de material ocasionando en algunos casos problemas de oxidación y por lo tanto problemas en la calidad de los diferentes acabados.

- > El transporte de las tiras de lámina hacia las distintas prensas del departamento de troqueles era una actividad constante en todos los días laborables y representaba tiempo muerto de máquina y mano de obra considerable, ya que no se contaba con un dispositivo adecuado para esta actividad, pues el que utilizaban no permitía el acomodo de las tiras y el operador tenía que acomodarlas para habilitar su prensa.

#### III.4.4 Métodos y condiciones de trabajo

Los formatos de control y nuestras observaciones reflejaban que el 80% de los trabajadores tomaban de 1 a 2.5 horas diarias para realizar actividades que no agregaban valor al producto, como son:

- > Transporte de producto terminado.
- > Viajes continuos al almacén de materia prima para abastecimiento de material.
- > Vaciado y llenado de contenedores.
- > Engrasado de tiras y piezas en el área de troqueles.
- > Ajuste de herrajes ya remachados.
- > Cambios de matriz.

Los tiempos estándar que obtuvimos mostraban que en el departamento de armado tipo ligero existía un desbalanceo de la línea en las actividades de engrasado-embalado y remachado. Los trabajadores del área de engrasado y embalado cumplían con su meta de producción 3.5 horas antes de finalizar el turno, es decir, las cargas de trabajo no eran equitativas.

En lo que respecta a las condiciones de trabajo, se concluye lo siguiente:

- > No se tiene disponible el herramental necesario para el Departamento de Troqueles.
- > Las sillas y bancos de trabajo no eran adecuados para las actividades desarrolladas.\*
- > No existía una cultura de seguridad en la empresa, los trabajadores no utilizaban el equipo necesario (tapones para los oídos, lentes, guantes, botas, etc.).
- > La poca limpieza de la planta (piso y máquinas) influía negativamente en los trabajadores.

---

\* Este punto fue el primero que recomendamos modificar.

### III.4.5 Políticas de producción

La problemática principal de la empresa ante los clientes era el tiempo de entrega de los pedidos, el cual se veía afectado por emplear lotes de producción equivocados (para cumplir los niveles de inventario empíricos del almacén) que hacían poco flexible el sistema, que aunado a la variedad de productos (más de 300), la ausencia de estándares de producción y el poco o nulo involucramiento del departamento de producción con los requerimientos de ventas reflejaba pedidos sin surtir con retrasos de hasta dos meses. Es decir, **existía la política de satisfacer al almacén y no al cliente**; por lo tanto, tenían un bajo nivel de servicio.

Con estas conclusiones concluyó la etapa de recolección y análisis de la información, brindando los elementos para el diseño del nuevo sistema productivo para NIR.

# CAPITULO IV

## Diseño del nuevo sistema productivo

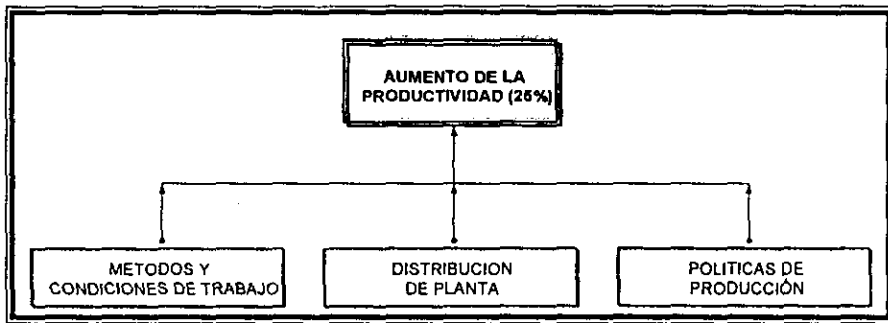


### IV.1 Objetivo

El análisis de la información recopilada durante la primera etapa del proyecto permitió detectar con facilidad las áreas de oportunidad de la empresa, con las que se lograría obtener el aumento de la productividad pronosticado del 25%.

Este aumento se lograría si se reducía al mínimo los tiempos muertos provocados por la mala distribución de planta, por los inadecuados métodos de trabajo y por las incorrectas políticas de producción.

El siguiente esquema representa las áreas de oportunidad para lograr este objetivo.



### IV.2 Nuevos métodos y condiciones de trabajo

Los principales objetivos<sup>1</sup> en el diseño de los nuevos métodos y condiciones de trabajo fueron:

- ☞ Optimización del trabajo físico.
- ☞ Minimización del tiempo requerido para efectuar las tareas o labores.
- ☞ Maximización de la calidad del producto por unidad monetaria del costo.
- ☞ Maximización del bienestar del trabajador desde el punto de vista de la retribución, la seguridad en el trabajo, la salud y la comodidad.
- ☞ Maximización de las utilidades del negocio o empresa.

Para el diseño de nuevos métodos de trabajo se utilizó la metodología descrita en el tema referente al estudio de métodos y movimientos (pág. 46)

<sup>1</sup> Niebel, Ingeniería Industrial, Estudio de tiempos y movimientos, edit. Alfaomega, 3<sup>ra</sup> edición

y como principal herramienta la creatividad y experiencia de los trabajadores y nosotros.

Las actividades a las que nos enfocamos fueron las siguientes:

1. Transporte y abastecimiento de lámina hacia el departamento de troqueles\*.

"Los beneficios tangibles e intangibles de un buen manejo de materiales pueden reducirse a cuatro objetivos principales, según la *American Material Handling Society* que son"<sup>†</sup>:

- i. Reducción de los costos de manejo:
  - a) Reducción de costos de mano de obra
  - b) Reducción de costos de materiales
  - c) Reducción de gastos generales
- ii. Aumento de capacidad
  - a) Incremento de producción
  - b) Incremento en capacidad de almacenamiento
  - c) Mejoramiento de la distribución del equipo
- iii. Mejoras en las condiciones de trabajo
  - a) Aumento en la seguridad
  - b) Disminución de la fatiga
  - c) Mayor comodidad al personal
- iv. Mejor distribución
  - a) Mejora en el sistema de manejo
  - b) Mejora en las instalaciones de recorrido
  - c) Localización estratégica de almacenes
  - d) Mejoramiento en el servicio a usuarios
  - e) Incremento en la disponibilidad del producto

Los formatos de control implantados durante la primera etapa permitieron cuantificar monetariamente el tiempo muerto de un operador al realizar un mal manejo de material para esta actividad<sup>‡</sup>. El costo de este tiempo era de aproximadamente \$9,288.00 anual por operador. Sin considerar el costo de dejar de producir, es decir, el tiempo muerto de máquina.

Para solucionar este problema se diseñó un carro para el transporte de las tiras de lámina que eliminaba el acomodo del material (ver anexo 8.3)

\* Ver descripción de actividad en la pág. 40

† Niebel, *ibidem*

‡ De acuerdo al salario diario promedio de los operadores de este departamento.

para abastecer a las prensas del Departamento de Troqueles. Asimismo este carro serviría para facilitar el manejo de las tiras de desperdicio.

Las principales ventajas de este dispositivo eran que las tiras de lámina después de ser cortadas caían en un canal del carro acomodándose automáticamente al carro (por gravedad y geometría del carro), además que el diseño del carro permitía una alta maniobrabilidad dentro de la planta.

Con este dispositivo se lograría una reducción aproximada del 80% del tiempo muerto (de mano de obra y de máquina). Para disminuir al mínimo el tiempo restante (movimiento del carro de un punto a otro) se pensó en la contratación de un ayudante general cuya función principal sería la de abastecer de material a los operadores de las prensas.

Otro punto por modificar era el transporte de los rollos de lámina a los alimentadores automáticos. La solución a este problema quedaría implícita con la nueva distribución de planta.

## 2. Engrasado de tiras, rollos y material en proceso.

Esta actividad la realizaban manualmente los operadores de las prensas, por lo que tenían que interrumpir su producción alrededor de 1.5 hrs al día (17% de su jornada diaria de 9 hrs). La solución propuesta a esta actividad fue la de diseñar un dispositivo que facilitara el engrasado de las láminas (ver anexo VIII.3). Este dispositivo consistía en dos rodillos de esponja a través de los cuales pasaba el material. El aceite se encontraba en un depósito colocado sobre el rodillo superior el cual lo bañaba constantemente a través de goteo por gravedad.

Además, se propuso que el mismo ayudante que se contrataría para abastecer de material a las prensas auxiliara a los operadores en el engrasado del material.

Este dispositivo permitiría eliminar el tiempo muerto para el engrasado de tiras y rollos de lámina. Del mismo modo, con la utilización del ayudante para el engrasado de material en proceso lograríamos una disminución del tiempo muerto para esta actividad (aproximadamente 45%).

Otra alternativa para engrasar las tiras de lámina era la de engrasar las hojas de lámina antes de cortarlas en la cizalla mediante rodillos (ver anexo 8.3).

### 3. Abastecimiento de balineras y elementos de sujeción a las prensas remachadoras

Los operadores de las prensas de remachado tenían que trasladarse al almacén de materia prima para abastecerse de horquillas y elementos de sujeción y a la mesa de embalado para surtirse de balineras, placas y horquillas ya embaladas, implicando con esta responsabilidad tiempo muerto de mano de obra y de máquina.

De acuerdo a los formatos de control se logró cuantificar el costo de este tiempo muerto como se presenta a continuación:

#### IV.2.1 Costos del tiempo muerto

##### Costos del tiempo muerto por transporte de material

Área	Costo/trabajador <sup>®</sup>	Costo diario	Costo semanal	Costo anual
Remachado	\$10,107	\$46.65	\$256.57	\$13,062.00

##### Costo del tiempo muerto de máquina

Considerando la producción del modelo de mayor venta: HE 515 CR

Actividad	Producción estándar	Horas perdidas al día	Piezas no producidas	Ventas perdidas por día
Remachado	327 Pzas/hr	2.2	719	\$2,847.24*

Para eliminar este transporte y el paro de la maquinaria se pensó en colocar una mesa de embalado al lado de cada prensa y ubicar un dispositivo en forma de carrusel (ver anexo VIII.3) que se componía de una base metálica, un mecanismo giratorio y varillas metálicas en las que los operadores del área de embalado colocarían las balineras ya embaladas hasta llenar una varilla, posteriormente lo girarían y continuarían con la siguiente.

Como se puede observar, el diseño de este nuevo método implicaba una redistribución del área de embalado, sustituyendo la única mesa donde

<sup>®</sup> De acuerdo al salario diario promedio de los trabajadores del área.

\* Considerando el precio en pesos de \$3.96 en 1996 y en el supuesto de venderse todas.

se desarrollaba esta actividad con cinco mesas (una para cada prensa remachadora).

Para equilibrar la carga de trabajo de las actividades de engrasado-embalado y remachado propusimos que los trabajadores de engrasado-embalado fueran los responsables de surtir de horquillas y elementos de sujeción al operador de la prensa remachadora. Asimismo se diseñó otro dispositivo que eliminaría movimientos en la actividad de remachado al realizar un preensamble de elementos de sujeción con balineras, esta actividad también sería desarrollada por los trabajadores de engrasado-embalado.

Este dispositivo consistió en una tabla de madera con perforaciones (ver anexo VIII.3) donde eran colocadas las diferentes espigas y/o remaches de acuerdo al modelo y posteriormente se colocaban las balineras, de esta forma el operador de la prensa remachadora realizaba únicamente 2 o 3 movimientos en lugar de 4 para realizar su trabajo.

#### 4. Mesas de armado final

Las modificaciones para el método de armado o ensamble final de la rodaja de tipo ligero son descritas en el ejemplo de la metodología utilizada en el tema de estudio de métodos y movimientos (pág. 46).

Otra actividad que no agregaba valor al producto y que pretendíamos eliminar era la del **ajuste** de los herrajes (ver descripción de actividad en la pág. 42). De acuerdo a investigaciones realizadas, existían 4 variables que podían influir en el libre movimiento de las piezas:

1. Presión de la prensa.
2. Área del remache o espiga.
3. Calibre de la lámina de las balineras.
4. Altura de las balineras.

Estos factores sólo se comentaron verbalmente a la dirección general de la empresa pues la solución técnica para las variables anteriores requería de mayor estudio y análisis para su adecuado control.

En lo que respecta a las condiciones de trabajo<sup>o</sup> se propuso realizar una limpieza exhaustiva de las máquinas y del piso de la planta, así como dar una explicación a los operadores de cada departamento acerca de la

---

<sup>o</sup> Vale la pena recordar que las sillas y bancos de los diferentes departamentos ya se habían cambiado durante el transcurso de la primera etapa.

importancia de utilizar el equipo de seguridad completo para desarrollar cualquier actividad en una empresa metalmecánica con el objetivo de iniciar una cultura de higiene y seguridad en todos los trabajadores.

### IV.3 Nueva distribución de planta

"El principal objetivo de la distribución de planta es optimizar el arreglo de máquinas, hombres, materiales y servicios auxiliares, para maximizar el valor creado".\*

Una buena distribución de planta considera los siguientes objetivos generales<sup>o</sup>.

- ❖ "Minimizar distancias en el movimiento de los materiales. Una buena distribución debe minimizar tanto los costos como el tiempo, así como las distancias para mover los materiales a través de los procesos de producción".
- ❖ "Circulación de trabajo a través de la planta. Distribuyendo el número de máquinas adecuadas en la posición correcta en una planta se puede lograr el equilibrio en el proceso de producción y se pueden evitar cuellos de botella".
- ❖ "Satisfacción y seguridad para los obreros. Una buena distribución de planta debe proporcionar una efectiva utilización de la mano de obra; en términos de salud debe comprender el adecuado suministro de aire, ductos adecuados para la eliminación de polvo y rocío de pintura. Debe dejarse espacio entre los trabajadores y las máquinas en movimiento, protección para las herramientas de corte, etc."
- ❖ "Disposición flexible. Si se diseña el arreglo de una planta teniendo en mente la flexibilidad, cualquier cambio en el futuro no representará un gran problema".

El análisis y cuantificación del tiempo muerto por transporte y abastecimiento de material, el flujo de materiales y el excesivo inventario en proceso indicaba que la distribución de planta de NIR se realizó con el objeto de ocupar el mayor espacio posible sin considerar el flujo lógico de los materiales.

Para el diseño de la nueva distribución de planta consideramos también las nuevas políticas de producción para integrar todos los aspectos del sistema productivo, es decir, aunque el proyecto contemplaba la planeación y control

---

\* Richard Muther, *Distribución en planta, ordenación racional de los elementos de producción industrial*, edit. Hispano-Europea, 1981. pp 85

<sup>o</sup> Richard Muther, *ibidem*

de la producción en la etapa 3, era necesario considerar este factor para que aunado a la distribución, cumpliera con las expectativas de la empresa y del proyecto.

Por las características del proceso productivo de NIR, determinamos metas específicas para el diseño de la nueva distribución que fueron las siguientes:

- > Facilitar el manejo de materiales dentro de la planta (desde la recepción de materia prima hasta el embarque de producto terminado) facilitando su movimiento y almacenamiento (auxiliado con los nuevos métodos) en todas las actividades involucradas.
- > Optimizar las áreas de trabajo y las destinadas para material en proceso, almacenes de materia prima y producto terminado, con el objeto de crear espacios libres que permitan el desarrollo de nuevos procesos o la integración de tecnología y/o maquinaria a la empresa y un laboratorio de calidad.<sup>9</sup>
- > Reducir las distancias recorridas por los operarios para el transporte de material, para minimizar al máximo el tiempo muerto que implica esta actividad, delimitando los pasillos para el tránsito de personal, equipo y producto.
- > Permitir un flujo idóneo de los materiales para sentar las bases de las políticas de producción.
- > Facilitar el control del proceso y de la producción.

Por las características del sistema productivo de esta empresa y persiguiendo las metas antes mencionadas, dividimos la distribución de la planta de la siguiente forma:

#### **IV.3.1 Distribución del departamento de troqueles (Ver plano de distribución propuesto, pág. 91)**

Consideramos que la mejor distribución para este departamento debería basarse en un arreglo tipo células de manufactura<sup>9</sup>. Para lograr un arreglo de este tipo se deben contar con los siguientes requisitos<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Este espacio fue requerido por el Gerente de Calidad de otra empresa del grupo para desarrollar un proyecto en NIR.

<sup>8</sup> Gutiérrez Garza G., Justo a tiempo y calidad total, 2da edición 1994, pp 70 - 74

- **“Agrupación por familias de producto”**

Como se describió en el tema de **Estudio de Tiempos y movimientos** el total de productos (más de 300) podía agruparse en cinco familias (económicas, estándar, esférica, institucionales e industriales).

- **“ Volumen suficiente”**

Como se menciona en el subtema de **políticas y características de producción** los lotes de producción de este departamento abarcan toda la jornada laboral generando altos volúmenes de material.

- **“Entrenamiento multifuncional a operadores”**

Dentro de los atributos laborales de este departamento de acuerdo a la información obtenida en los formatos de control estaba la multifuncionalidad de los operadores, es decir todos los operadores estaban capacitados para realizar cualquier actividad del proceso.

- **“Habilidad de solución rápida de problemas en línea”**

Paralelo a este proyecto el ingeniero de planta (con el que se realizó el primer contacto con la UNAM) había desarrollado e implantado un programa de mantenimiento productivo (en prensas y equipo auxiliar) que aunado al tiempo de respuesta del mantenimiento correctivo de matrices y a la habilidad de los operadores para realizar mantenimiento básico permitía dar solución rápida a los problemas de la línea.

Además de los requisitos teóricos nosotros añadimos el siguiente:

- **Secuencia de operaciones**

El acomodo de máquinas en este departamento no tenía secuencia de producción, por lo que desarrollamos una matriz que relacionaba las características de cada prensa con ayuda de los formatos de control, esta matriz sentaría las bases para el acomodo de las prensas de acuerdo a la secuencia de fabricación.

Es importante mencionar que la célula de producción permitiría fabricar una pieza no sólo al inicio de ella, es decir, algunos productos podrían comenzar su proceso a la mitad de la célula, lo que permitiría manejar



hasta 2 diferentes piezas en la misma celda, lo que permitiría **mayor flexibilidad de producción**.

La matriz con las características de la prensa se presenta en la siguiente página.

Estas células de fabricación (celdas en "U") tendrían las siguientes ventajas<sup>8</sup>.

➤ ***“ Eliminar almacenes de inventario en proceso ”***

La nueva distribución de las prensas obligaría a trabajar en secuencia de fabricación, es decir, eliminaría el acumulamiento de contenedores con material alrededor de la prensa, pues su inmediata posterior estaría trabajando el paso siguiente (y así consecutivamente) para la pieza designada, con lo que los almacenes temporales de inventario en proceso quedarían eliminados.

Para facilitar el manejo de materiales dentro de este departamento, propusimos que se colocaran rodajas con freno a los contenedores (botes) para el fácil, rápido y corto traslado de una prensa a otra.

➤ ***“ Acortar distancias ”***

Como resultado de la matriz de troqueles de la página siguiente, concluimos formar dos celdas en forma de "U", una con 4 y otra con 3 prensas, este reacomodo permitirá la reubicación de la cizalla (ver plano de propuesta), por lo que los trabajadores o el ayudante general<sup>9</sup> (alimentador de línea) recorrería una distancia muy corta para alimentar de material a ambas celdas. Asimismo se reduciría considerablemente la distancia entre una prensa y otra facilitando el flujo y manejo de materiales.

---

<sup>8</sup> Gutiérrez Garza G., *ibidem*

<sup>9</sup> Puesto y función propuesto en el subtema de nuevos métodos y condiciones de trabajo de este capítulo.

# DEPARTAMENTO DE TROQUELES

## MATRIZ DE PRENSAS VS. PIEZA Y PASO

Prensa	HORQUILLA			BALINERAS										PLACA					Pólvora									
	Económica	Estándar	Esférica	Institucional	Industrial	sup 1 1/4"	inf 2"	sup 2"	inf 4"	sup 4"	inf 4"	sup 5"	inf 5"	sup 5"	inf 4"	up 1 1/4"	5/8"	2 std	4 std	5 std	2 1/2 TP	3 TP	4 TP	4 std	3 TP	5 std	4 TP	
6	1-2-3	1-2-3		1-2-3	1-2-3	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1-2					
4	1-2-3	1-2-3		1-2-3	1-2-3	1	1	1	1	1	1-2	1-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1-2					
8	1-2-3	1-2-3		3-4	3-4	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1-2						
10	1-2	1				1	1	1	1	1																		
9	1-2	2-3																										
7				1-2	3-4	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1-2-3	1-2-3	1-2			1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1-2-3	1-2-3				1	1	1	1	1																		

La primera columna nos muestra el número de prensa (de acuerdo con la numeración de la empresa).  
 La primera fila se indica las principales piezas que se producen en este Departamento.  
 La segunda fila muestra la familia o pieza específica.  
 Las filas posteriores indican el número de paso que puede realizar la prensa para la fabricación de la pieza.  
 Los espacios sombreados indican que la prensa o matriz no está adecuada para fabricar la pieza correspondiente.

➤ **“Establecer un recorrido racional de material, con sus puntos de flujo y abastecimiento”**

El flujo de producto diseñado para estas dos celdas es señalado claramente en el plano de propuesta, uno es interior y otro exterior, se diseñó así con el objeto de eliminar la mezcla y amontonamiento de piezas. El producto terminado siempre quedaría del lado del almacén de materia prima y no distribuido por todo el perímetro del departamento de troqueles como se realizaba antes.

➤ **“ Rotación de tareas para los trabajadores”**

La distribución y políticas de producción anteriores responsabilizaban a una sola máquina y a un solo trabajador para cumplir con un lote de producción de una sola pieza (que a veces implicaba hasta 1 semana de trabajo), lo que ocasionaba grandes atrasos (por los cambios de matriz) y fastidio (algunos trabajadores realizaban constantemente el mismo producto). La nueva distribución permitiría una rotación de actividades y de máquinas a los trabajadores, lo que les permitiría fabricar toda la gama de productos en sus diferentes pasos.

### **IV.3.2 Distribución del departamento de armado (Ver plano de distribución propuesto, pág. 91)**

Para este departamento se pretendía lo siguiente:

- Integrar los Departamentos de Armado Tipo ligero y Armado Tipo pesado en uno sólo (Departamento de Armado)
- Integrar toda la maquinaria y equipo necesario para el remachado y armado, tanto de tipo ligero como de tipo pesado en una sola área.
- Acortar distancias en el manejo de materiales.
- Utilizar al máximo la capacidad de las prensas remachadoras.
- Sustituir la mesa única que existía de engrasado y embalado de manera que estas actividades y la de remachado quedaran balanceadas.

Para lograr estos objetivos y de acuerdo a las características de producción, de maquinaria y de área disponible diseñamos un arreglo en línea<sup>#</sup> para este departamento.

Para poder aplicar un arreglo de este tipo era necesario cumplir con las siguientes características:

---

<sup>#</sup> Richard Muther, Distribución en Planta, 1<sup>ra</sup> edición 1981

- **"Proceso continuo"**

Una de las características del proceso de esta área es la continuidad de operaciones. Existen dos casos en que el proceso se ve interrumpido por lapsos de 1.5 hrs. a 2 turnos completos de trabajo) por la secuencia de operaciones:

1. El primero se presentaba cuando se acumulaba el material remachado (herraje) de tipo pesado para después transportarlo (aproximadamente 30m) al departamento del mismo nombre, para eliminar este transporte y el almacenado de piezas (temporal), se propuso reubicar el departamento de tipo pesado (cuya actividad es exclusivamente armar rodajas institucionales e industriales) junto con las mesas de armado para tipo ligero (dedicadas a armar rodajas super-económicas, estándar y esféricas) ya que sus actividades comunes eran exactamente las mismas y el material que necesitaban provenía de las prensas de remachado del departamento de tipo ligero. Es decir, funcionalmente se eliminaría el departamento de tipo pesado para integrarse a un área común de armado final.

Con este movimiento se lograría la total supervisión y control del personal y de la producción en un solo departamento.

2. El segundo caso corresponde a la rodaja HE512 la cual lleva un arillo de sujeción que se coloca en la última operación, esta actividad se lleva a cabo en una prensa de 10 ton. (que realizaba exclusivamente esta actividad) ubicada en el Departamento de Troqueles a 25m de distancia de las mesas de armado, para eliminar este transporte se propuso trasladar la prensa de 10 ton al área de armado final

- **"Líneas balanceadas"**

De acuerdo con los tiempos estándar obtenidos se determinó que las actividades de engrasado-embalado y remachado estaban desbalanceadas. La mesa única de embalado satisfacía la demanda de todas las prensas de remachado casi con la mitad de un turno, mientras que las prensas remachadoras eran subutilizadas por las actividades ajenas a su operación que realizaban los operadores.

Para solucionar este problema se deberían ajustar los tiempos de las actividades dentro de un ciclo de fabricación óptimo (basado en la capacidad de las máquinas remachadoras), es decir, las actividades auxiliares para el remachado deberían ajustarse a ésta. Después del análisis de los tiempos estándar se determinó que lo más conveniente para balancear la línea era realizar las siguientes modificaciones:

1. Colocar una mesa de engrasado-embalado por cada prensa de remachado.
2. Que las personas encargadas de engrasado y embalado fueran los responsables de abastecer de material a las prensas remachadoras.
3. Definir líneas de producción especializadas para cada familia de producto, sin que esto implicará que el sistema fuera rígido.
4. Definir líneas de flujo de material que evitarán que el material quedara en proceso (lo que entra en la línea sólo podía salir como producto terminado).
5. Eliminar al mínimo el tiempo de transporte de materia prima hacia las mesas de engrasado-embalado y las prensas remachadoras colocándolas lo más cerca posible del almacén de materia prima.

### **IV.3.3 Distribución de departamentos de apoyo<sup>o</sup>** **(Ver plano de distribución propuesto. pág.92)**

Una vez que diseñamos la distribución central de la planta, nos enfocamos a reubicar los departamentos y las áreas que se encontraban en el perímetro. Los factores considerados para esta reubicación fueron los siguientes:

- Delimitar claramente los pasillos para facilitar el traslado de personal y las maniobras de carga, descarga y traslado de material.
- Reducir al máximo los transportes de material y/o equipo.
- Establecer la distancia ideal entre máquinas para optimizar el área ocupada por el taller mecánico y el departamento de tomos
- Determinar las áreas destinadas para el laboratorio de calidad y el espacio libre (donde se podrían integrar al sistema productivo maquinaria y/o equipo).
- Establecer el área para depósito de lámina (almacén).
- Reubicar el área de desperdicio.

Bajo tales objetivos propusimos los siguientes movimientos para los departamentos de apoyo:

- ❖ Mover los compresores de la entrada para facilitar las maniobras de carga y descarga de materiales.
- ❖ Utilizar el espacio que ocupaba el departamento de armado tipo pesado como almacén de lámina con el propósito de facilitar el flujo de materiales en las celdas de producción del departamento de troqueles.
- ❖ Desplazar el taller mecánico y el almacén de troqueles al fondo de la planta con el propósito de minimizar y facilitar el manejo de matrices.

---

<sup>o</sup> Los departamentos que consideramos de apoyo son aquellos que no tienen una participación directa en el proceso productivo, como por ejemplo los almacenes.

Este movimiento causó que el área de desperdicio se reubicara cerca del almacén de lámina arriba mencionado.

- ❖ Mover el Departamento de Tornos cerca del Departamento de Armado, asimismo crear un minialmacén de remaches y espigas ya galvanizadas que reduciría la distancia recorrida para abastecer de este material a las prensas remachadoras.
- ❖ Estos movimientos originarían un área libre destinada para el laboratorio de calidad mencionado.
- ❖ En lo que respecta a los almacenes de producto terminado y materia prima se propuso que no sufrieran ninguna modificación en cuanto a su ubicación, sin embargo, se reorganizaría internamente en cuanto a acomodo de anaqueles, señalización de materiales, optimización del espacio disponible y reubicación de materiales.

#### **IV.4 Políticas de producción**

Como mencionamos en el capítulo tres, el sistema de producción de Rodamex se dividía en dos subplantas (Departamento de Troqueles y Departamentos de Tipo Ligero y Tipo Pesado) cuyas políticas de producción se enfocaban a satisfacer los niveles máximos de inventario de los dos almacenes (materia prima y producto terminado) respectivamente, sin considerar el nivel de servicio del Departamento de Ventas.

Para complementar el diseño del nuevo sistema productivo se diseñaron nuevas políticas de producción cuyo principal objetivo sería el de mejorar el tiempo de entrega, es decir, pretendíamos que la visión de la empresa se enfocara a la satisfacción del cliente y no a los niveles de inventario de los almacenes.

Después de la redistribución de planta, Rodamex conservó como estructura funcional las dos subplantas mencionadas con las modificaciones descritas en el subtema anterior. Sin embargo sus políticas de producción cambiarían radicalmente como se muestra a continuación:

##### **IV.4.1 Departamento de troqueles**

La nueva distribución basada en células de producción en forma de "U" permitirá trabajar un producto en secuencia (debido a que las máquinas están acomodadas de acuerdo a los procesos de fabricación de los productos), es decir, si un producto requiere de tres pasos de troquelado, estos se realizarán de forma continua dentro de la "U". Este cambio reducirá el tiempo ciclo de fabricación de un producto, en comparación con la forma de producir anterior. (ver cuadro en la pág. 53).

La nueva política de producción de este departamento tendrá como característica principal la de producir lotes para mantener niveles de inventarios basados en pedidos confirmados e históricos. De esta manera sólo se producirá lo que tiene expectativa real de venta y los productos especiales sólo se programarán si existe pedido confirmado de éstos.

Algunos beneficios de esta nueva forma de producir serán:

- \* Se podrá programar más de un producto en la célula (dependiendo del número de pasos).
- \* "Flexibilidad del sistema de producción"\*, es decir, en el momento en que una máquina termine de producir su lote, de inmediato podrá prepararse para fabricar otra orden de producción, no importando que todo el lote sobre el que trabajó aun no sea procesado totalmente.
- \* "Minimiza el inventario en proceso"\*. Al hacer continuo el proceso de fabricación, el material cumplirá rápidamente su ciclo, debido a que el producto en proceso pasará de una máquina a otra hasta que llegue a su operación final (listo para acabados), de esta forma se reducirá el material entre cada una de las máquinas que integran la "U".
- \* El control sobre el material en proceso se simplificará, pues éste se encontrará exclusivamente en el recorrido de fabricación.
- \* "Maximiza la velocidad de retroalimentación"\* La nueva distribución facilitará y propiciará la calidad del producto en todos sus pasos, pues los operadores podrán detectar piezas con defectos en cualquier etapa del proceso, es decir, los trabajadores de este departamento serán parte integral del sistema de calidad.
- \* Facilitará las actividades de supervisión y control de la producción.
- \* Reducirá el área destinada del material listo para acabados.

### Manejo de materiales

- ◆ El colocar las máquinas con una distribución en "U" eliminará los largos recorridos de material, pues el contenedor (bote) con material procesado que sale de cada máquina es el que se utilizará en la siguiente.
- ◆ Se eliminará el esfuerzo del trabajador para transportar los contenedores pues la distancia para moverlos es mínima o nula.
- ◆ En caso de que se manejen más de dos productos en la célula, el producto terminado de este departamento (listo para acabados) podrá transportarse con mayor facilidad en caso de que su última operación quede en una prensa intermedia, pues los contenedores se encontrarán colocados alrededor de cada prensa dejando espacio para cualquier movimiento. Asimismo se facilitarán las maniobras para montaje y desmontaje de troqueles, transporte de desperdicio y actividades de mantenimiento.

---

\* Gutiérrez Garza G., Justo a tiempo y Calidad Total, 2a edición, pp 91

- ◆ El manejo de los rollos de lámina para los desenrolladores automáticos se reducirá a montar un rollo a la garrucha y/o patín para colocarlo en su posición, pues los rollos se localizarán (almacenarán) junto al desenrollador sin obstaculizar el flujo de materiales.

#### **IV.4.2 Departamento de armado**

La nueva política para esta área se basará en programar una orden de producción diaria para surtir exclusivamente pedidos confirmados. Esta política tendrá como principio minimizar el tiempo de entrega de los pedidos e implícitamente incrementar la facturación al no generar inventario de producto terminado.

La nueva política para este departamento consistirá en programar una orden de producción diaria para surtir exclusivamente el 20% de los productos confirmados que representaban el 80% de la facturación.

Es importante mencionar que la sección de engrasado y embalado producirá piezas en forma independiente para adelantarse a la orden de producción que ejecutará el departamento, pues los tiempos para la producción de las piezas (balineras) que se trabajan en esta sección son muy cortos en comparación con los de sus actividades posteriores. Otra justificación, consiste en que se presentan balineras de 2 pulg. en diferentes familias de productos, lo que facilitará la producción de la línea al no tener que realizar cambios continuos de piezas en engrasado y embalado, estas piezas representarán un inventario (aproximadamente de medio día) de bajo costo de material preparado para la siguiente orden de producción.

Algunos de los beneficios de esta forma de producir serán los siguientes:

- ◆ Se tendrán metas económicas bien definidas, pues el material que se fabricará bajo este sistema estará listo para facturarse.
- ◆ El flujo de materiales estará definido por el arreglo de máquinas de este departamento, lo que facilitará la planeación de la producción, el control del proceso y la supervisión de las actividades.
- ◆ Se establecerá un ritmo de trabajo que obligará a los operarios a cumplir con sus funciones y responsabilidades, pues podrá detectarse con facilidad un atraso en cualquier estación de la línea.
- ◆ El inventario en proceso se reducirá al mínimo, ya que el material necesario para cumplir una orden de producción tendrá un ciclo máximo de un día.



## Manejo de materiales

- \* La distancia que recorrerán los materiales será mínima debido a la distribución diseñada para este departamento.
- \* El manejo se facilitará con el uso de contenedores pequeños (botes pequeños para material de tipo pesado y cajas de plástico para el de tipo ligero).
- \* Como se observa en la nueva distribución se tendrá el final de la línea al lado contrario del almacén de producto terminado, sin embargo el transporte de producto terminado se realizará ya empacado por medio de diablos y/o tortugas. La decisión de realizar este arreglo de máquinas se tomó al evaluar la facilidad de transportar cajas con producto terminado contra la de transportar el material que maneja el almacén.

La programación y control de la producción para estos departamentos tendrá las siguientes características:

- 1 La programación de la producción la realizará el Gerente de Producción con base en los criterios anteriores. Además tendrá la responsabilidad de administrar los recursos humanos y materiales (materia prima y maquinaria).
- 1 Las actividades se ejecutarán con base en ordenes de producción\* (expedidas por el Gerente de Producción).
- 1 La programación se realizará cronológicamente determinando los requisitos de tiempo, recursos humanos y materiales\*.
- 1 El control de la producción lo realizará el Gerente de Producción diariamente (con base en reportes de producción por máquina) para cerciorarse que se esté ejecutando el trabajo de acuerdo con los planes originales y tiempos estándar, éstos reportes permitirán al Gerente de Producción evaluar la eficiencia y tomar las acciones correctivas necesarias para el cumplimiento de las metas de producción.

---

\* Hopeman, R Administración de Producción y Operaciones, Edit. CECSA. pp 324

\* *Ibidem*, pp 327

## IV.5 Resumen de la primera etapa

Al finalizar la primera etapa del estudio de Ingeniería Industrial teníamos una visión detallada de los siguientes aspectos:

- ★ Tiempos y Movimientos
- ★ Manejo de materiales
- ★ Políticas de producción
- ★ Tiempos improductivos
- ★ Condiciones de trabajo
- ★ Sugerencias de los trabajadores
- ★ Distribución de planta
- ★ Visión del cliente hacia la empresa
- ★ Parámetros para la medición de la productividad

El análisis de estos aspectos sentó las bases para el diseño de un nuevo sistema productivo que abarcaba nuevos métodos de trabajo, mejores condiciones laborales, distribución de planta, utilización de dispositivos auxiliares y nuevas políticas de producción.

Los resultados y diseños obtenidos se presentan a continuación en el documento denominado "Primera Etapa del Estudio de Ingeniería Industrial para Nuevas Industrias Rodamex S.A. de C.V".<sup>†</sup>

---

<sup>†</sup> Las políticas de producción no se presentaron en este documento a la Dirección general de NIR.

**IV.6 PRIMERA ETAPA DEL ESTUDIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL PARA NUEVAS  
INDUSTRIAS RODAMEX S.A. DE C.V.**

**INDICE**

**1. ANTECEDENTES**

- 1.1 Resumen ejecutivo.**
- 1.2 Logros de la primera etapa.**

**2. METODOLOGIA DEL TRABAJO**

- 2.1 Motivación del personal.**
- 2.2 Recolección de datos.**
- 2.3 Formatos de control.**

**3. RESULTADOS OBTENIDOS**

- 3.1 Distribución de planta.**
- 3.2 Transporte de materiales.**
- 3.3 Condiciones laborales.**
- 3.4 Tiempos estándar.**

**4. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS**

- 4.1 Conclusiones.**
- 4.2 Distribución de planta.**
- 4.3 Manejo de materiales.**
- 4.4 Dispositivos.**

**5. PLANOS DE PLANTA**

- 5.1 Plano de distribución actual con diagrama de recorrido.**
- 5.2 Plano de distribución propuesto con diagrama de recorrido.**

## *1. ANTECEDENTES.*

*Este documento es el resultado de la primera etapa según el convenio acordado entre Nuevas Industrias Rodamex S.A. y la Facultad de Ingeniería de la UNAM.*

*El estudio de Ingeniería Industrial realizado en esta etapa se enfocó a determinar las áreas de oportunidad que ayudarán a la empresa Rodamex S.A., a tener procesos eficientes que agreguen valor para el cliente, facilitando las actividades operativas y administrativas; y de esa manera, lograr un nivel de excelencia competitiva.*

### *1.1 RESUMEN EJECUTIVO*

*En la primera etapa del estudio de Ingeniería Industrial se realizó un análisis detallado de tiempos, movimientos, manejo de materiales, distribución de planta, tiempos muertos, producción, parámetros de medición de productividad, condiciones de trabajo, visión del cliente hacia la empresa e información general captada por el huzón y comunicación directa con los operarios.*

*El resultado de este análisis origina una propuesta de distribución de planta, de manejo de materiales, de creación de dispositivos auxiliares, de políticas de producción, de condiciones laborales, de motivación y de actitud del personal de la empresa.*

*La simulación física de algunos dispositivos nos han permitido calcular una mejora aproximada de 25% de aumento en la productividad, sin considerar los beneficios de la nueva distribución (implícitamente en el manejo de materiales), y las condiciones de trabajo. Además se logró determinar el costo por el tiempo ajeno a las actividades del proceso (tiempo muerto) que permitirá a la dirección evaluar el nivel de subutilización de la empresa.*

*La implantación exitosa de este nuevo sistema estará en función de la total colaboración e involucramiento de todo el personal de la empresa y de nosotros: por lo que la sensibilización del personal administrativo y a nivel supervisión será primordial para esta etapa.*

## 1.2 LOGROS DE LA PRIMERA ETAPA

*Diseño de la distribución ideal de la planta que determina la mejor ubicación de las máquinas, el mejor flujo de materiales y las condiciones de trabajo que faciliten las actividades de los operarios.*

*Cálculo del tiempo estándar (por actividad) de los productos de las cinco familias representativas del 80% de las ventas.*

*Diseño de nuevos métodos que vuelvan más eficientes cada una de las actividades del proceso; esto con la ayuda de dispositivos auxiliares en algunas estaciones de trabajo.*

*Obtención de la capacidad actual de la planta (dividida en área de troqueles y área de armado).*

*Principios para las nuevas políticas de producción por medio de una base de datos que permite conocer los elementos que componen a los modelos que representan el 80% de las ventas totales (según registros de ventas correspondientes al año de 1995).*

## 2. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

*Para lograr los objetivos de la primera etapa,, realizamos el estudio bajo la siguiente metodología:*

FASE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO
<i>Sensibilización del personal operativo</i>	<i>Conversando directamente con los operarios en su zona de trabajo y por medio del buzón confidencial.</i>	<i>Involucrar a los trabajadores en el estudio y darles a conocer los beneficios de éste.</i>
<i>Comprensión del proceso</i>	<i>Observando e interviniendo directamente en todas las etapas del proceso.</i>	<i>Conocer las áreas de oportunidad y las características generales del proceso.</i>
<i>Levantamiento del área de trabajo</i>	<i>Midiendo y detectando zonas dentro de la planta.</i>	<i>Obtener las áreas de trabajo y de circulación dentro de la planta.</i>
<i>Toma de tiempos y de métodos</i>	<i>Utilizando los diversos formatos de Estudio del Trabajo, se registraron los tiempos y métodos de cada actividad.</i>	<i>Determinar el tiempo estándar y los métodos utilizados en cada actividad.</i>

<i>FASE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>OBJETIVO</i>
<i>Simulación de las mejoras</i>	<i>Utilizando herramientas o dispositivos actuales semejantes a los propuestos con intervención directa de los operarios.</i>	<i>Medir las ventajas que establecerán los nuevos dispositivos en cuanto a reducción de tiempo y facilidad en el método de trabajo.</i>
<i>Implantación de controles</i>	<i>Elaborando formatos de producción en cada actividad del proceso.</i>	<i>Recabar información de cada zona para compararlos con los registros del encargado de producción y obtener datos necesarios para la base de datos.</i>
<i>Análisis de información</i>	<i>Clasificando y procesando los datos obtenidos en los controles implantados, en entrevista directa, en el buzón confidencial y los proporcionados por la dirección.</i>	<i>Utilizar la información para establecer las diferentes oportunidades de mejora en todos los sectores de la empresa.</i>
<i>Propuestas de mejora</i>	<i>Utilizando las diferentes técnicas de la Ingeniería Industrial que se adecuen a las características particulares de la empresa.</i>	<i>Determinar los modelos que permitan cumplir con las perspectivas de la Dirección y de nosotros hacia la empresa.</i>

## 2.1 MOTIVACIÓN DEL PERSONAL.

*Durante toda esta etapa se ha tratado de crear un ambiente de colaboración y participación con área operativa, remarcando siempre que las mejoras propuestas tiene como fin facilitar los métodos y condiciones de trabajo.*

*La comunicación directa con los operarios ha permitido, además de la recolección de datos, obtener diversa información sobre el ambiente laboral, políticas de mantenimiento, condiciones de maquinaria y equipo, problemas con materia prima y diversas situaciones laborales que afectan directamente a la productividad de la empresa.*

*La aceptación por parte de los operarios hacia el staff ha sido plena y ha propiciado un ambiente de confianza mutua, que ha generado la aportación de diversas ideas y comentarios que han sido de gran utilidad para el desarrollo del proyecto.*

## 2.2 RECOLECCIÓN DE DATOS

*Los datos utilizados para esta etapa fueron proporcionados por la Dirección, por el Departamento de Ventas, por el Departamento de Producción y obtenidos de manera directa por nosotros.*

*En lo que respecta a la información de ventas y producción se presentaron algunos obstáculos que interrumpieron la continuidad del desarrollo de la etapa. Se puede mencionar cierta resistencia por parte del Departamento de Ventas para proporcionar la información, la inexistencia de algunos datos de producción, y la falta de disponibilidad de terminal para tomar información de la red.*

## 2.3 FORMATOS DE CONTROL

*Al detectar que no se contaba con la información necesaria para el desarrollo de la primera etapa, elaboramos formatos de control para cada área del proceso que permitieran obtener datos directos de los operarios sobre las actividades que realizan (ver anexo 8.2).*

*Con la información obtenida fue posible estimar un promedio de producción diaria, los tiempos muertos, fallas de materia prima y maquinaria, duración de la falla y cantidad de material transportado.*

*Además, el llenado de los formatos creó un ambiente de integración de los operarios con el proyecto. Asimismo, se sugiere que estos formatos queden implantados definitivamente, ya que permitirán un correcto control de la producción y el flujo de la información de mandos intermedios y superiores; esto dará las bases para la adecuada toma de decisiones.*

*Del mismo modo, se utilizaron formatos (ver anexo 8.1) de toma de tiempos y métodos para la obtención del tiempo estándar y el diagrama de recorrido de cada actividad. Estos tiempos estándar se presentan más adelante.*

### 3 RESULTADOS OBTENIDOS

#### 3.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

*Como resultado del análisis de la información obtenida y el levantamiento del área se llegó a una nueva distribución de planta ya que la actual:*

- a) Subutiliza el espacio y la capacidad de la planta.*
- b) Obliga a lentos y largos desplazamientos del personal con las consecuentes pérdidas de tiempo tanto de hombres como de máquinas lo cual es evaluado posteriormente.*
- c) Mantiene gran cantidad de inventario en proceso.*
- d) No existe un control de los desperdicios durante el proceso.*
- e) Ocasiona un movimiento caótico de los materiales que se ve reflejado en los cruces de desplazamiento (ver plano de distribución actual).*
- f) Dificulta las maniobras de carga y descarga de materia prima y producto terminado.*

*En los planos de distribución, se hace una comparación del recorrido actual de materiales y operarios con la distribución propuesta, la cual se encuentra con sus dimensiones y especificaciones.*

#### 3.2 TRANSPORTE DE MATERIALES.

*Actualmente, el manejo de los materiales dentro de la planta no es el adecuado ya que los contenedores no son fáciles de manejar ni se tiene el control sobre ellos respecto al sitio donde se almacenan y la cantidad de material dentro de ellos. Estos tambos requieren de un gran esfuerzo físico por parte de los operarios para su traslado. Esta situación es evidente en el corte de lamina, el transporte de placa y horquilla para el área de armado y en el área de embalado.*

#### 3.3 METODOS Y CONDICIONES DE TRABAJO

*Durante la realización de sus labores, los operarios pierden entre 1 y 2.5 horas en desarrollar actividades ajenas al proceso que no agregan valor al producto, como son:*



- a) Transporte de material terminado.
- b) Continuos viajes hacia el almacén de materia prima.
- c) Vaciado y llenado de tambos con material.
- d) Método inadecuado de engrasado y de corte de lámina en el área de troqueles.
- e) El ajuste de las horquillas ya remachadas.

Asimismo, se observa que las cargas de trabajo no son equitativas como se muestra en la comparación de los siguientes tiempos estándar (ver relación remachado-embalado de cualquier modelo sección 3.4). Esto no implica que estos tiempos deban ser iguales sino que se debe de balancear la línea, es decir, la carga de trabajo.

Por otro lado, se detectaron graves deficiencias en las condiciones de trabajo:

- a) Falta de herramental en el área de troqueles.
- b) Sillas inadecuadas para la realización de las diversas labores operativas dentro de la planta.
- c) Accesorios de seguridad como: guantes, tapones para los oídos, piso grasoso, cucharas de embalado desgastadas, etc.

### 3.4 TIEMPOS ESTANDAR

De acuerdo con la metodología del estudio del trabajo se obtuvieron los siguientes tiempos estándar, que para el caso del remachado se obtuvo por familias:

AREA	FAMILIA O PIEZA	PIEZAS/HORA
Armado final	HI 64	215
Armado final	HI 76	195
Armado final	HI 101	161
Armado final	HI 152	106
Armado final	HE 51	534
Armado final	HE 41	458
Armado final	HE 31	406
Armado final	HT 41	389

AREA	FAMILIA O PIEZA	PIEZAS/HORA
Armado final	HT 51	328
Armado final	HT 64	303
Armado final	HT 71	289
Armado final	HS 41	571
Armado final	HU 101	205
Armado final	HU 121	195
Armado final	HU 127	171
Armado final	HU 152	143
AREA	FAMILIA	PIEZAS/HORA
Remachado	HE	327
Remachado	HI	204
Remachado	HT	278
Remachado	HS	511
Remachado	HU	159
AREA	PIEZA	PIEZAS/HORA
Embalado	Balinera superior de 2	850
Embalado	Balinera inferior de 2	880
Embalado	Balinera superior de 4	616
Embalado	Balinera inferior de 4	667
Embalado	Balinera superior de 5	574
Embalado	Balinera inferior de 5	594
Embalado	Balinera superior de 5 std	500
Embalado	Balinera inferior de 5 std	520
Embalado	Horquilla de 1 1/4	769
Embalado	Placa 2 1/2 tipo pesado	333
Embalado	Placa de 3 tipo pesado	316
Embalado	Placa de 4 tipo pesado	297
Embalado	Placa de 6 tipo pesado	246
AREA	PIEZA	PIEZAS/HORA
Troqueles	Balinera superior de 1 1/4	1623

AREA	PIEZA	PIEZAS/HORA
Troqueles	Balinera inferior de 2	1623
Troqueles	Balinera superior de 2	1420
Troqueles	Balinera inferior de 4	1020
Troqueles	Balinera superior de 4	730
Troqueles	Balinera inferior de 5	716
Troqueles	Balinera superior de 5	569
Troqueles	Placa 1 1/4	750
Troqueles	Placa de 1 5/8	600
Troqueles	Placa de 2 std	567
Troqueles	Placa de 4 std	379
Troqueles	Placa de 5 std	338
Troqueles	Placa de 2 1/2 tipo pesado	400
Troqueles	Placa de 3 tipo pesado	329
Troqueles	Placa de 4 tipo pesado paso 1	313
Troqueles	Placa de 4 tipo pesado paso 2	360
Troqueles	Polvera de 4 std	700
Troqueles	Polvera de 3 tipo pesado	734
Troqueles	Polvera de 5 std	574
Troqueles	Polvera de 4 tipo pesado	563
Troqueles	Refuerzo para horquilla 1 1/4	794
Troqueles	Horquilla esférica 1 1/4 paso 1	976
Troqueles	Horquilla esférica 1 1/4 paso 2	846
Troqueles	Horquilla esférica de 1 5/8 paso 1	927
Troqueles	Horquilla esférica de 1 5/8 paso 2	821
Troqueles	Horquilla esférica de 2 paso 1	675
Troqueles	Horquilla esférica de 2 paso 2	506
Troqueles	Horquilla estándar de 1 5/8 paso 1	780
Troqueles	Horquilla estándar de 1 5/8 paso 2	610
Troqueles	Horquilla estándar de 2 paso 1	750
Troqueles	Horquilla estándar de 2 paso 2	630

AREA	PIEZA	PIEZASHORA
Troqueles	Horquilla estándar de 2 1/2 paso 1	621
Troqueles	Horquilla estándar de 2 1/2 paso 2	509
Troqueles	Horquilla estándar de 3 paso 1	505
Troqueles	Horquilla estándar de 3 paso 2	420
Troqueles	Horquilla estándar de 4 paso 1	471
Troqueles	Horquilla estándar de 4 paso 2	410
Troqueles	Horquilla estándar de 4 paso 3	407
Troqueles	Horquilla estándar de 5 paso 1	380
Troqueles	Horquilla estándar de 5 paso 2	343
Troqueles	Horquilla estándar de 5 paso 3	340
Troqueles	Horquilla estándar de 5 paso 4	345
Troqueles	Horquilla giratoria de 2 1/2 paso 1	402
Troqueles	Horquilla giratoria de 2 1/2 paso 2	374
Troqueles	Horquilla giratoria de 2 1/2 paso 3	323
Troqueles	Horquilla giratoria de 2 1/2 paso 4	397
Troqueles	Horquilla giratoria de 3 paso 1	368
Troqueles	Horquilla giratoria de 3 paso 2	325
Troqueles	Horquilla giratoria de 3 paso 3	315
Troqueles	Horquilla giratoria de 3 paso 4	360
Troqueles	Horquilla giratoria de 4 paso 1	312
Troqueles	Horquilla giratoria de 4 paso 2	290
Troqueles	Horquilla giratoria de 4 paso 3	286
Troqueles	Horquilla giratoria de 4 paso 4	302
Troqueles	Horquilla fija de 2 1/2 paso 1	453
Troqueles	Horquilla fija de 2 1/2 paso 2	395
Troqueles	Horquilla fija de 2 1/2 paso 3	397
Troqueles	Horquilla fija de 2 1/2 paso 4	439
Troqueles	Horquilla fija de 3 paso 1	427
Troqueles	Horquilla fija de 3 paso 2	362
Troqueles	Horquilla fija de 3 paso 3	359

AREA	PIEZA	PIEZAS/HORA
Troqueles	Horquilla fija de 3 paso 4	406
Troqueles	Horquilla fija de 4 paso 1	360
Troqueles	Horquilla fija de 4 paso 2	302
Troqueles	Horquilla fija de 4 paso 3	312
Troqueles	Horquilla fija de 4 paso 4	346

#### 4. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

##### 4.1 CONCLUSIONES

*La simulación física de algunos dispositivos nos han permitido calcular una mejora aproximada de 25% de aumento en la productividad, sin considerar los beneficios de la nueva distribución (implícitamente en el manejo de materiales), y las condiciones de trabajo. Además se logró determinar el costo por el tiempo ajeno a las actividades del proceso (tiempo muerto) que permitirá a la dirección evaluar el nivel de subutilización de la empresa.*

*La integración de los proveedores de bienes y servicios será fundamental para lograr los alcances propuestos en el proyecto. Es necesario establecer una estandarización (que actualmente no existe) para todos y cada uno de los elementos que intervienen en el proceso.*

*A continuación se presenta una evaluación de los costos que provocan las actividades ajenas al proceso. Esta servirá a la dirección para decidir sobre la conveniencia de la contratación de ayudantes generales o "preparadores de línea", cuyas funciones primordiales serán las de engrasado y corte de lámina, transporte de desperdicios y alimentación de materia prima para las líneas.*

*COSTOS DEL TIEMPO PERDIDO POR LOS TRANSPORTES DEL MATERIAL*

ÁREA	COSTO/ TRABAJADOR	COSTO DIARIO	COSTO SEMANAL	COSTO ANUAL
<i>Embalado</i>	<i>No aplica</i>	\$19.284	\$106.06	\$5,399.52
<i>Remachado</i>	\$10.107	\$46.65	\$256.57	\$13,062.00
<i>Troqueles</i>	\$4.148	\$341744	\$182.459	\$9,288.83
<i>Armado final</i>	\$6.4272	\$32.136	\$176.748	\$8,998.08
			<i>TOTAL</i>	\$36,748.43

*COSTO DEL TIEMPO MUERTO DE LAS MÁQUINAS*

*Se consideran los "cuellos de botella" de cada área: el remachado en troquel y el segundo paso en los troqueles con la horquilla de 2 pulgadas para el modelo HES15*

*Troquelado*

Troquel	Actividad	Producción estándar	Horas perdidas al día	Número de piezas no producidas por día
8	<i>Horquilla esférica de 2" (paso 2)</i>	506 pzs/hr	2	1012

*Remachado*

Troquel	Actividad	Producción estándar	Horas perdidas al día	Número de piezas no producidas	Ventas perdidas por día <sup>1</sup>
1	<i>Remachado</i>	327 pz/hr	2.2	719	\$2,847.24

*En esta última actividad se debe considerar que se trabaja 4 troqueles, por lo que las ventas perdidas aumentarían.*

#### 4.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

*La nueva distribución de planta tendrá los siguientes beneficios:*

- a) Optimizará y minimizará el espacio abarcado por las áreas de trabajo y el material en proceso.*

<sup>1</sup> Considerando un precio de \$3.96, en pesos de 1995 y en el supuesto de venderse todas.

- b) Se obtendrá un flujo idóneo de los materiales que permita sentar las bases de las políticas de producción.*
- c) Reducirá la longitud de los desplazamientos de los operarios cuando van por materia prima.*
- d) Delimitará de manera clara los pasillos dedicados al tránsito seguro del personal, el equipo y el material.*
- e) Aumentará de manera sustancial la productividad y la producción.*
- f) Eliminará el manejo de tambos en los puntos intermedios del proceso.*
- g) Se obtendrán espacios libres para la creación de nuevos procesos y productos; asimismo, un área determinada para el laboratorio de calidad.*
- h) Facilitará el control del proceso y de la planta.*

#### 4.3 MANEJO DE MATERIALES

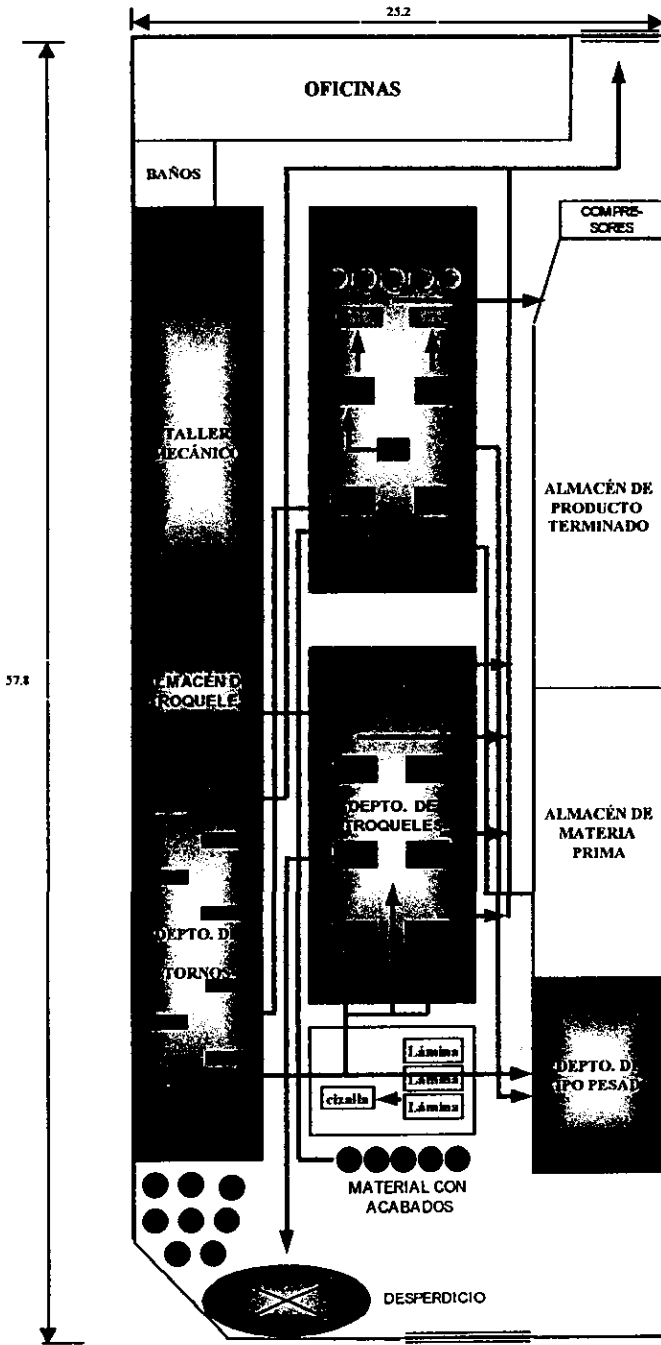
- a) Se propone reducir o eliminar el tamaño y número de los tambos para las actividades intermedias del proceso. Para obtener la dimensión y la cantidad de los contenedores (lote KANBAN) hará falta concluir la etapa correspondiente a la planeación y control de la producción. Los tambos que queden en el sistema deberán ser adaptados con rodamientos con freno para facilitar su manejo.*
- b) Se mantendrá exclusivamente fuera del almacén la cantidad necesaria de materia prima para la producción diaria.*
- c) En el área de ensamblado final se evitará un transporte al almacén al ser llenada directamente la caja con las piezas correspondientes (en los casos en que la producción no sea para stock de seguridad).*
- d) El operario estará rodeado del material destinado sólo para su actividad, es decir, se eliminará el excesivo inventario en proceso.*
- e) El sistema productivo propuesto es de tipo "jalar", es decir, el operario tendrá la responsabilidad de producir si y sólo si el operario inmediato posterior lo requiere; esto es, un contenedor vacío es una orden de producción.*

*4.4 DISPOSITIVOS AUXILIARES (ver anexo VIII.3)*






<b>DISPOSITIVO</b>	<b>OBJETIVO</b>
<i>Carrito transportador de lámina.</i>	<i>Facilitar el transporte de lamina cortada de la cizalla a los troqueles e implícitamente reducir el tiempo ocupado en esta actividad.</i>
<i>Rodillos engrasadores (Para hoja de lamina y para tira y/o rollo)</i>	<i>Reducir al mínimo el tiempo empleado en la actividad de engrasado.</i>
<i>Carrusel</i>	<i>Equilibrar la capacidad de producción entre el área de embalado y troqueles.</i>
<i>Tabla de ensamble balinera-remache</i>	<i>Equilibrar la capacidad de producción entre el área de embalado y troqueles.</i>
<i>Mesa de ensamble final</i>	<i>Eliminar el tiempo que se pierde para acercar material.</i>



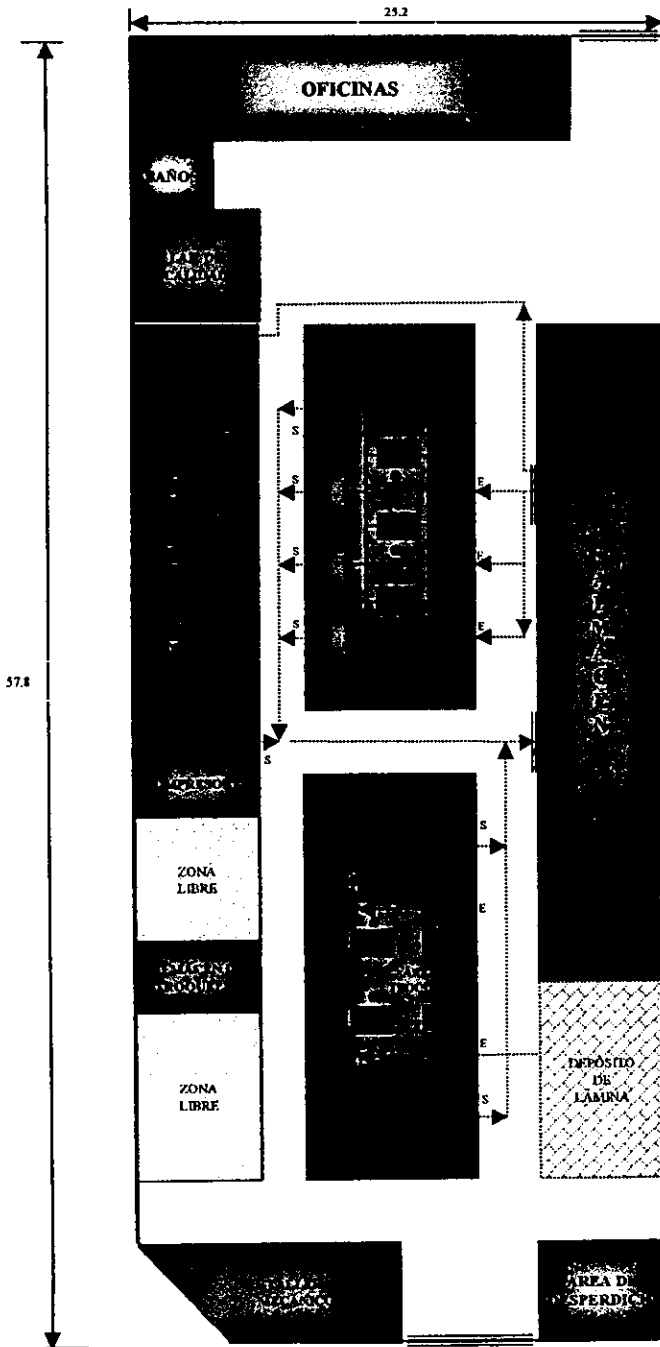
PLANO DE DISTRIBUCION ACTUAL CON DIAGRAMA DE RECORRIDO



**CÓDIGO DE COLORES**

-  Torno
-  Mesa de ensablado
-  Mesa de embalado
-  Prensa
-  Material listo para armado final

ESCALA 1:245  
COTAS EN m.



**CÓDIGO DE COLORES**

- Torno
- Mesa de ensamblado
- Mesa de embalado
- Troquel
- Operario

**CÓDIGO DE ABBREVIATURAS**

- E Entrada de material
- S Salida de material
- A Alimentador automático

ESCALA 1:245  
COTAS EN m.

Los resultados de la Primera Etapa del Estudio de Ingeniería Industrial y propuestas para el nuevo sistema productivo fueron expuestos a los directivos de la empresa. En esta presentación se explicó detalladamente la metodología utilizada en cada etapa del proyecto y el impacto que tendría la aplicación de las modificaciones sobre la productividad y, por lo tanto, en lo económico de la empresa.

Los directivos cuestionaron el funcionamiento de algunos de los dispositivos y ciertos aspectos de la distribución de planta, sin embargo el punto que generó mayor interés fue el de la cuantificación monetaria del tiempo muerto, tanto de mano de obra como de maquina (pérdida por dejar de producir).

Al finalizar la exposición y después de aclarar sus dudas, el director general propuso continuar el proyecto con algunas modificaciones con respecto a la propuesta original. Estas modificaciones consistieron en posponer la etapa 2 (elaboración de instructivos del proceso) y desarrollar los dispositivos propuestos, es decir, implantar los nuevos métodos de trabajo. Asimismo desarrollaríamos la logística para la redistribución de la planta.

# CAPITULO V

## Implantación

## V.1 Implantación del sistema productivo

La implantación del sistema productivo propuesto se desarrolló como se muestra en el siguiente esquema.



### V.2 Desarrollo e implantación de nuevos métodos (Fase I)

Al tener probados y establecidos los nuevos métodos de trabajo, procedimos con la elaboración de los dispositivos propuestos, para lo cual consideramos los siguientes aspectos:

1. Actividad y frecuencia de uso. Se analizaron estos factores para determinar el número necesario de dispositivos.
2. Material. El uso que se iba a dar a cada dispositivo determinó el material con el que se fabricarían los dispositivos.
3. Ergonomía. En los prototipos realizados inicialmente, se hicieron las correcciones necesarias que mejoraron el uso y manejo de los dispositivos por parte de los operarios.

Por ejemplo, para la fabricación del carro transportador de lámina determinamos que se fabricaría uno para cada máquina, éstos a su vez se utilizarían para el transporte del desperdicio de la misma.

El material con el que se fabricó la estructura del carro fue lámina cal. 3/16 (0.1875" de espesor), para que tuviera resistencia a los impactos a los que iba estar expuesta, además estaba provisto de rodajas de tipo industrial con ruedas de hule vulcanizado que facilitarían su movimiento para el tipo de piso que tiene la planta de NIR. Asimismo, consideramos la altura adecuada de los manubrios de los carros para que la operación de transporte de lámina y desperdicio implicara el mínimo esfuerzo por parte de los trabajadores.

### V.3 Redistribución de planta (Fase II)

Para la redistribución de planta consideramos los siguientes factores:

- Análisis de restricciones
- Logística de servicios
- Preparativos generales
- Movimiento especializado
- Limpieza y detallado de la planta

Para englobar estos factores y coordinarlos adecuadamente se elaboró un diagrama de GANTT<sup>1</sup> que indicaba las actividades, su secuencia y los tiempos de ejecución. En la siguiente página se presenta el diagrama diseñado para esta implantación.

#### V.3.1 Análisis de restricciones

Realizar un movimiento de maquinaria para redistribuir una planta tiene características muy diferentes a la de hacer un movimiento para una planta nueva. En una redistribución de planta las actividades se deben planear para un lapso en el que se afecte lo mínimo la producción, para superar estas restricciones se tomó la decisión de realizar el movimiento en el periodo vacacional que comprendía las dos últimas semanas del año, de esta manera aprovechamos un periodo en que el personal de la planta descansaba y en que podíamos realizar los movimientos con toda libertad.

Los movimientos se programaron de tal manera que siempre existiera una "zona pivote" para que permitiera el desalojo de las diferentes áreas de la planta sin problemas para bloquear pasillos o dificultar las maniobras (movimiento) de la maquinaria.

Otro factor de decisivo para el funcionamiento de la planta al término del movimiento, fue el análisis de los sistemas inherentes al productivo, para NIR, fueron los sistemas eléctrico y neumático. De acuerdo a la distribución propuesta, se requería modificar las longitudes y bajadas de la instalación neumática, esto provocaría que la presión disminuyera y que posiblemente los sistemas neumáticos no tuvieran la presión requerida para trabajar adecuadamente. Cabe mencionar que la instalación en sus condiciones actuales presentaba problemas de caída de presión en algunas partes de la red neumática. Para resolver este problema recolectamos toda la información de los componentes que integraban el sistema neumático como son los alimentadores automáticos, las pistolas remachadoras, mangueras de limpieza y compresores. Esta información comprendía tanto la presión de trabajo como

---

<sup>1</sup> Hoperman Richard, Administración de la producción y operaciones, 1ª edición, Edit. CECSA



el gasto volumétrico que requería cada elemento para trabajar adecuadamente, así como la capacidad y potencia de los compresores. Una vez recolectada toda la información se elaboró el plano de la instalación para la nueva distribución de la planta. Dicha información fue proporcionada al Departamento de **Termoenergía** de la Facultad de Ingeniería para que realizara los cálculos necesarios que determinarían si los compresores eran los adecuados para el nuevo sistema, los diámetros y el material de la tubería para cada sección del mismo, así como las válvulas y reductores necesarios.

Para el sistema eléctrico se elaboró un plano de bajadas en donde se indicaba el amperaje requerido para cada equipo, las distancias que habría entre las conexiones y los movimientos de algunos tableros de control. Esta información serviría para calcular el calibre de los cables, el diámetro de la tubería y las características de los interruptores.

### **V.3.2 Logística para la contratación de proveedores**

Teniendo la información sobre los requerimientos para desarrollar el movimiento de maquinaria, nos dedicamos a buscar y a cotizar proveedores especializados para los servicios requeridos, indicándoles las características del proyecto recalcando el tiempo máximo de ejecución.

En el análisis de los proveedores evaluamos junto con la administración de la empresa los siguientes puntos:

1. Experiencia del proveedor en proyectos similares.
2. Costo del servicio.
3. Compromiso con el tiempo de ejecución.

Una vez conformado el equipo de proveedores, la dirección general propuso nombrar a un responsable del movimiento (uno de nosotros) como la persona a quien se dirigirían los proveedores para coordinar sus actividades.

### **V.3.3 Preparativos generales**

Estas actividades son las que consideramos antecesoras al movimiento especializado de máquinas (prensas) en las cuales participó el personal de la planta. Estas actividades consistieron en identificar la nueva ubicación de los departamentos y de la maquinaria y despejar las áreas de trabajo para facilitar las maniobras del movimiento. Para desarrollar estas actividades, se suspendieron las actividades 3 horas antes de la salida en el último día laborable del año para que los operarios retiraran materia prima, producto en proceso, producto terminado, mesas auxiliares, etc. y que clasificaran su



herramienta y la guardaran en sus anaqueles y/o mesas para evitar posibles pérdidas.

Los rollos de lámina estaban clasificados por calibre y dimensiones, (su peso es de aproximadamente 450 kilos) esto implicaba que si se acomodaban de manera anárquica se generarían problemas para que los operarios detectaran su material y un gran número de maniobras del montacargas<sup>8</sup> para poder liberarlo; por esto se tomó la decisión de hacer una clasificación y asignar áreas específicas para cada tipo de material.

Para realizar algunas actividades que se presentaban en el diagrama de GANTT que no estaban incluidas en las actividades respectivas de cada proveedor de servicios, requerimos que dos trabajadores de la planta apoyaran el proyecto en el desmonte de las rejas del taller mecánico y de los compresores, asimismo verificarían que las máquinas quedaran alineadas y ancladas, punto de gran importancia para el adecuado funcionamiento de la maquinaria.

### **V.3.4 Movimiento especializado**

Esta fase de la implantación consistió en verificar y confirmar el movimiento y colocación de la maquinaria y comprendía desde la actividad No.5: movimiento del almacén de troqueles hasta la No.11: movimiento de los compresores. Como se puede observar en el diagrama de GANTT, contábamos exclusivamente con dos semanas (incluyendo sábados y domingos) para reubicar toda la planta. Durante estos días se realizaron todos los movimientos de la maquinaria y las modificaciones a los sistemas eléctrico y neumático. La planeación para la ejecución de estas actividades fue desarrollada en conjunto con el proveedor encargado del movimiento, con base en su experiencia y las necesidades del proyecto, tales como el tiempo de ejecución, espacio restringido para las maniobras y el equipo que utilizaría. Este último es un factor que hay que resaltar, pues la planta tenía poca altura y no podía utilizarse equipo especializado (grúas) para este movimiento, por lo que se utilizarían exclusivamente unas bases metálicas con ruedas (conocidas como tortugas) para el transporte de las prensas y de la maquinaria en general.

---

<sup>8</sup> Es importante mencionar que NIR no contaba con montacargas para el transporte de los rollos de lámina. Para facilitar la ejecución del movimiento se solicitó uno con capacidad de 1 Ton. a una empresa vecina.

### **V.3.5 Limpieza y detallado de la planta**

Para concluir la segunda fase de la implantación, determinamos realizar una limpieza del piso de la planta<sup>o</sup> después de realizar el movimiento de la maquinaria. El piso de la planta jamás se había limpiado y la grasa de las prensas y de la maquinaria había formado una capa que daba mal aspecto y aumentaba las posibilidades de accidentes por lo resbaloso del piso y las rebabas metálicas incrustadas.

La limpieza se iba a complementar con el pintado de las líneas que delimitarían las nuevas áreas. Estas acciones además de tener fines de seguridad también pretendían dar una imagen de cambio y fomentar una cultura de orden y limpieza en todos los trabajadores de la planta.

### **V.4 Complicaciones y modificaciones presentadas durante la redistribución de la planta**

#### **V.4.1 Complicaciones con los proveedores**

##### **Problema 1**

Durante el movimiento especializado del departamento de tornos se produjo la caída de un torno que causó la ruptura del maneral. Antes de iniciar el movimiento, el proveedor de este servicio exhorto a la dirección general sobre la conveniencia de asegurar la maquinaria que se iba a mover. Después de un análisis los directivos decidieron no asegurarla debido al bajo de riesgo que presentaba el movimiento. La caída del torno fue originada por falta de supervisión del proveedor sobre sus ayudantes, ya que el movimiento no se realizó adecuadamente.

##### **Acción correctiva**

El costo por reparar el torno se valuó en dos mil pesos. El acuerdo entre la empresa y el proveedor fue el de descontar este monto del total del pago. Además se exhortó al proveedor que reforzará la supervisión sobre cualquier movimiento que se realizara su personal.

---

<sup>o</sup> Para esta actividad se contrató un proveedor que utilizó químicos y equipo especial.

### Problema 2

Al reinstalar las rejas del almacén de troqueles en su nueva posición se presentaron problemas de pandeo por el mal anclaje y alineación de sus puntos de apoyo.

### Problema 3

El anclaje de las prensas se auxilió con taquetes expansivos, hule amortiguador y calzas metálicas para nivelar la máquina. En varias prensas se presentaron problemas de anclaje en algunos de los soportes de la prensa, por ejemplo, estaban mal niveladas (mal calzadas) y en algunas de ellas, el taquete expansivo no asentó bien el barreno del piso.

#### Acciones correctivas

Después de hacer notar al proveedor la deficiencia en la calidad de los trabajos, se acordó reinstalar la reja de manera correcta y nivelar las prensas (al finalizar todo el movimiento) sin costo alguno.

## V.4.2 Errores de diseño

### Problema 1

Al marcar la ubicación de las máquinas que integraban la primer célula del departamento de troqueles, detectamos que el área donde se colocaría la cizalla no era la adecuada para el trabajo que se realiza en ésta, debido a que el espacio de maniobra de los materiales era restringido, además que la distancia entre la máquina y lugar donde se colocarían las hojas de lámina provocaría un esfuerzo extraordinario por parte de los operarios. Es decir, sería más complicado transportar una hoja de lámina completa que en tiras. Estas observaciones fueron hechas por el supervisor del área de troquelado después de analizar el plano de la nueva distribución.

#### Acción correctiva

Considerando las observaciones del supervisor, decidimos ampliar el área destinada para el almacén de hojas de lámina para colocar dentro de ésta la cizalla. Esta modificación implicó la clausura del pasillo y reubicar el área de desperdicio fuera de la planta.

## Problema 2

Al colocar la prensa que iniciaba la célula dos del departamento de troqueles notamos que para el corte de la placa de 6 pulg. para la rodaja HI 152 PGGA se utilizaban tiras con una longitud de 120 pulg., esto implicaba que al momento que se realizara esta actividad la lamina invadiría el pasillo por aproximadamente 50 cm.

### Acción correctiva

Para evitar la invasión del pasillo se decidió girar la prensa (en batería) aproximadamente 45° con respecto a la línea del pasillo, del mismo modo la última prensa de la célula se alineó paralelamente a la primera para conservar la simetría de la "U" (ver plano con distribución final en la siguiente página).

## **Taller Mecánico**

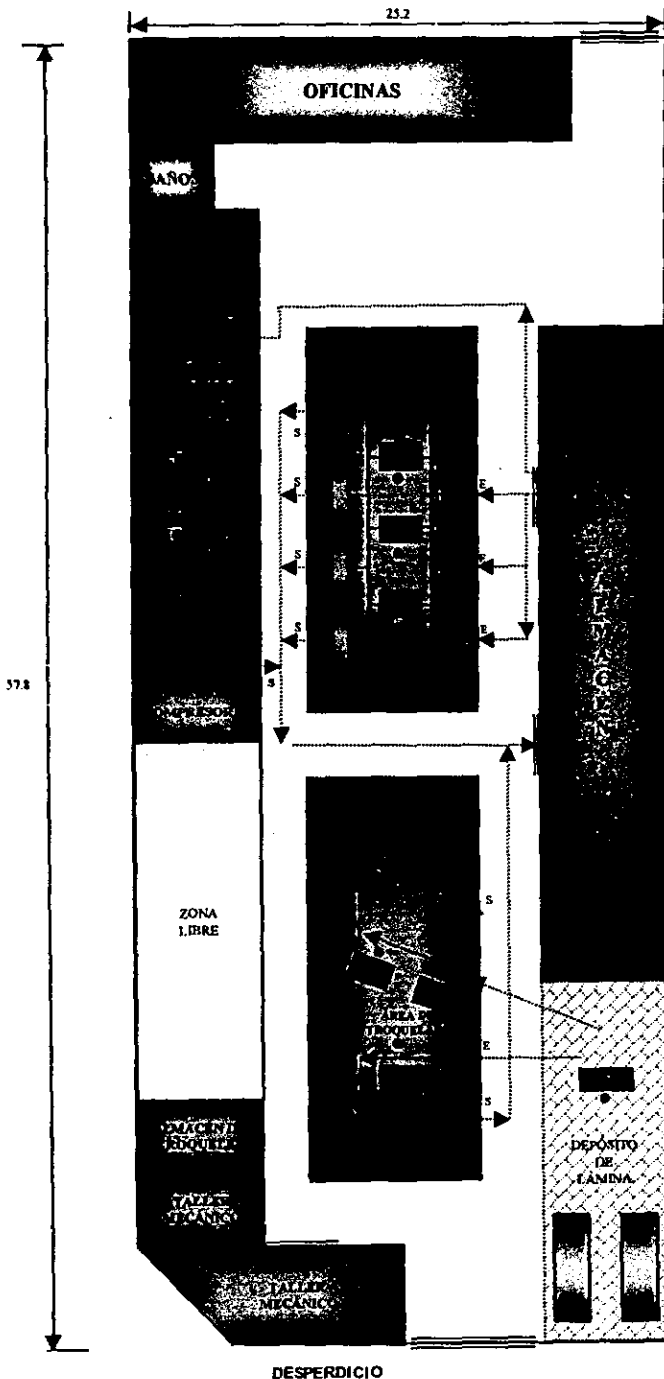
### Problema

El área destinada para el taller mecánico resulto insuficiente ya que una columna obstaculizaba la colocación de la oficina del taller en el espacio designado originalmente. Además, los mecánicos hicieron algunas observaciones en referencia al acomodo de las máquinas y de las mesas de trabajo. Estos comentarios consistían principalmente en agrupar las máquinas destinadas al mantenimiento de la maquinaria y las utilizadas en la reparación y fabricación de matrices en áreas específicas. Asimismo nos hicieron notar que la separación del almacén de matrices del taller dificultaría las actividades de mantenimiento por el traslado de éstos.






### Acción correctiva

Se amplió el área del taller clausurando el pasillo y ocupando parte de la zona libre. Para facilitar el manejo de los troqueles que necesitaban reparación se recorrió el almacén de troqueles para que quedara junto al taller además de abrir un acceso que comunicara ambas áreas. Esta modificación permitió ubicar las máquinas destinadas para dar mantenimiento a los troqueles junto a su almacén y las demás máquinas se agruparon al fondo del taller, de esta manera ambas secciones quedaron plenamente identificadas y los mecánicos quedaron conformes con esta distribución.

PLANO CON DISTRIBUCION FINAL



**CÓDIGO DE COLORES**

-  Torno
-  Mesa de ensablado
-  Mesa de embalado
-  Troquel
-  Operario

**CÓDIGO DE ABREVIATURAS**

- E** Entrada de material
- S** Salida de material
- A** Alimentador automático

ESCALA 1:245  
COTAS EN m.

### **Modificación neumática**

#### **Problema**

Al realizar el tendido de la instalación neumática se presentaron diferencias de la instalación planeada con respecto a la real (es importante mencionar que la instalación neumática fue de las últimas actividades que se realizaron, ver ruta crítica de la implantación). Estas diferencias consistieron en variaciones de ubicación de bajadas en el sistema neumático, es decir, la bajada no coincidía con la ubicación de la máquina o equipo ya que el proveedor de este servicio cortó los tramos de tubería como se indicaba en el plano para esta instalación. Otro aspecto a resaltar fue la falla por defecto de fabricación<sup>□</sup> que se presentó en la válvula principal (unidad de servicio principal) que es la que regula la presión de salida de los compresores de todo el sistema

#### **Acción correctiva**

Para corregir las variaciones entre la ubicación de la máquina y las bajadas neumáticas se modificó la instalación para que coincidieran los puntos antes mencionados. Estas modificaciones consistieron en añadir o cortar tubería de acuerdo a los requerimientos del tendido. Respecto a la válvula principal al detectar la falla se le informó al proveedor para hacer valer la garantía de este producto- Confirmado el defecto de fabricación se sustituyó al segundo día después del reinicio de labores.

### **V.5 Implantación de políticas de producción (Fase III)**

Después de culminar las dos primeras etapas procedimos con la implantación de las políticas de producción. Para dar inicio, se impartió una plática a todo el personal operativo y administrativo de la planta en la que se mencionaron algunos detalles de la redistribución de planta, las modificaciones respecto al diseño original y la nueva forma de producir. Además les pedimos que verificaran el funcionamiento de sus equipos y máquinas y recalamos la importancia de sus comentarios y participación para culminar con éxito esta última etapa del proyecto.

Mientras los operarios acomodaron sus herramientas y estantes elaboramos la primera orden de producción para los dos departamentos (Troquelado y Armado) con base en las políticas descritas en el capítulo anterior.

Durante la ejecución de esta orden de producción, nos dividimos por áreas productivas para supervisar el desarrollo de la producción, asimismo, se indicó

<sup>□</sup> Este problema se presentó el último día del tiempo programado para el movimiento especializado de la maquinaria cuando se verificó la instalación neumática (ver ruta crítica).

a los supervisores y a los operarios el flujo y manejo de los materiales, el concepto y ventajas de la secuencia de operaciones. Esta supervisión continuó durante las siguientes cuatro semanas interactuando directamente en el sistema productivo.

Para analizar el comportamiento del sistema productivo analizábamos diariamente los reportes de producción, los pedidos confirmados de ventas (para la planeación de nuevas órdenes de producción) y la facturación junto con la dirección general.

Se consideró que en las dos primeras semanas se reflejaría una baja en la producción y por lo tanto en la facturación, por causa de la transición en la forma de producir.

Los reportes de producción comenzaron a manifestar aumento en la producción sin llegar nuestro pronóstico, sin embargo la facturación permanecía estancada y las quejas de los clientes por el bajo nivel de servicio continuaban.

### **V.5.1 Modificaciones a las políticas de producción**

Al observar estos problemas, nos reunimos para determinar las causas y proponer soluciones. Era evidente que la producción y productividad iba conforme a las expectativas lo que nos daba tranquilidad y confianza para enfrentar el problema. Después de un análisis concluimos que la política de producción en el departamento de armado era incorrecta (producir los productos que representaran el 80% de la facturación) por las siguiente razón:

- Analizábamos el acumulado de los productos vendidos sin analizar la mezcla que satisficiera la mayor cantidad de pedidos, es decir, el 80% de los productos que no se programaban continuamente impedía completar los pedidos provocando bajo nivel de servicio y facturación (Hubo 2 días en los que rompimos récord negativo de facturación de los últimos cinco años).

Al detectar esta deficiencia, determinamos que debería modificarse la programación de la producción del departamento de armado. Esta modificación consistió en programar la producción de acuerdo a la siguiente política:

El departamento de ventas es el que pondera la programación de la producción con base en un análisis que involucra dos factores:

- ◆ Pedidos con mayor atraso
- ◆ Objetivo de facturación diaria

Con base en esta política el jefe de planta desarrollaría su plan diario de producción asignando las cargas de trabajo a cada mesa de ensamble final.

En caso de que la capacidad de planta supere la demanda, la producción se programará con base en el histórico de ventas, con el objetivo de preparar material con que con mucha certeza será vendido.



# CAPITULO VI

## Resultados finales

## **VI.1 Factores de análisis**

Antes de mostrar los datos que permitirán evaluar el resultado de la innovación del sistema productivo para NIR es importante señalar que para realizar el análisis consideramos sólo datos de producto terminado.

Los factores que se tomaron en cuenta para cuantificar los resultados son:

### **❖ Tiempo**

Se recopilaron datos del acumulado de piezas producidas por mes de enero de 1996 a julio de 1998, es decir, se muestran los resultados de producción doce meses antes de la implantación de este sistema y dieciocho meses posteriores a la misma.

### **❖ Mercado**

La comparación de resultados se realiza mes a mes pues la demanda de rodajas presenta un comportamiento cíclico.<sup>‡</sup>

### **❖ Recursos humanos y tecnológicos**

Durante el periodo de observación, el número de trabajadores operativos se puede considerar constante. Con respecto a la maquinaria y equipo, se presentaron modificaciones (adiciones)<sup>\*</sup> a partir de julio de 1997; su impacto se señala en las tablas de resultados.

### **❖ Aumentos de precio**

En el periodo de análisis se presentaron dos aumentos de precio de las rodajas en aprox. 10% anual.

### **❖ Jornada de trabajo**

Las jornadas de trabajo no sufrieron modificaciones, es decir, durante todo el periodo la jornada laboral se mantuvo constante con 51 horas semanales.

---

<sup>‡</sup> Esta aseveración se realizó con base en la experiencia del director general de NIR

<sup>\*</sup> La maquinaria y equipo que se añadió al sistema consistió en dos prensas con capacidad de 90 ton., un desenrollador automático, un alimentador neumático y una mesa de armado final con su respectivo equipo.

A continuación se presenta la información de la producción en NIR en 1996. Los datos anteriores toman como base el número de piezas totales producidas por mes, haciendo mención que la fabricación de los diferentes modelos de rodajas es homogénea durante todos los meses del año:

## VI.2 Producción acumulada de NIR

Año 96	Producción total de piezas	Observaciones
ENERO	156,456	
FEBRERO	175,696	
MARZO	196,567	
ABRIL	173,669	Periodo vacacional
MAYO	199,530	
JUNIO	194,838	
JULIO	198,616	
AGOSTO	200,104	Contacto con la UNAM
SEPTIEMBRE	187,275	Iniciación del proyecto
OCTUBRE	218,058	
NOVIEMBRE	199,150	
DICIEMBRE	127,784	Redistribución de la planta
<b>TOTAL</b>	<b>2,227,743</b>	

En noviembre DE 1996 se iniciaron los trabajos de contratación de proveedores para la redistribución de la planta, los operarios habían sido concientizados sobre la nueva forma de trabajo e incluso se empezaban a utilizar algunos métodos de trabajo propuestos por nosotros. Al final del año se inician los trabajos de movimiento de la maquinaria coordinado por nosotros.

El objetivo del proyecto de aumentar la productividad en un 25% se logró desde el primer mes después de la implantación; sin embargo, como se mencionó en el capítulo anterior, este aumento no se reflejó en la facturación debido a que las políticas de producción propuestas eran erróneas.

Para dar una idea más clara del comportamiento del nuevo sistema mostramos un resumen de los principales aspectos que se presentaron durante los primeros ocho meses después de la implantación, mes en el que se estabilizó el sistema.

### ❖ ENERO

Finalizaron los trabajos de movimiento de maquinaria. Se utilizaron los nuevos métodos de trabajo, iniciamos la implantación, control y análisis del nuevo

sistema productivo. El movimiento de maquinaria se consideró un éxito a excepción de la caída de un torno que actualmente ya ha sido reparado.

El aumento de la producción fue de 31.9% respecto a enero de 1996. En contraste tuvimos tres días con la venta neta más baja de los últimos cinco años.

#### ❖ FEBRERO

El aumento en este mes respecto a febrero del año anterior fue 19.7% contra el 25% propuesto. En este punto la adaptación de los trabajadores al sistema productivo se logra en un 90%. Solo algunos trabajadores externaban opiniones y sugerencias sobre la innovación del sistema productivo que son recogidas y canalizadas para su análisis.

En este mes se realizaron las modificaciones a las políticas de producción. La facturación mostró un repunte sin llegar al aumento deseado comparado con el aumento de producción.

#### ❖ MARZO

Este mes presentó un aumento de solo el 6% respecto a marzo del año anterior. La causa de esta baja se debió al período vacacional del año en curso.

#### ❖ ABRIL

Trabajando la planta con el total de sus trabajadores se observa un aumento en la producción del 52.3% respecto al aumento propuesto. Este aumento tan espectacular se debe a que el período vacacional del año pasado coincide en este mes. Los trabajadores se encuentran familiarizados en su totalidad con el sistema productivo.

En este mes se rompió récord de facturación en la historia de NIR.

#### ❖ MAYO

El aumento de la producción respecto a mayo de 1996 es del 21.07%. No existen paros de máquinas y se formaliza el programa de mantenimiento preventivo de maquinaria.

#### ❖ JUNIO

En este mes se logra un aumento de la producción del 29.85% respecto al año anterior. El sistema productivo se encuentra funcionando de acuerdo a las proyecciones. Se presenta una rotación de personal del 4%. De la misma forma, se crea un programa de capacitación multifuncional para que todos los trabajadores de la planta están capacitados para desarrollar cualquier actividad

para evitar paros de maquinaria por faltas de personal. La facturación siguió aumentando.

#### ❖ JULIO

Este mes representa el período de mayor aumento de producción real con un 34.61%. El sistema productivo definitivamente comienza a estabilizarse y se inicia un proyecto para fomentar la cultura de calidad. Durante este mes se agregan dos prensas que son colocadas en el espacio libre y una mesa de armado con todo su equipo.

#### ❖ AGOSTO

Durante este mes se estabiliza totalmente el sistema productivo alcanzando un aumento del 33.67% respecto al mismo mes del año anterior. Durante los tres últimos meses se ha presentado una rotación de personal del 2% manteniéndose el sistema de operarios multifuncionales en el sistema productivo.

La siguiente tabla resume el comportamiento del nuevo sistema productivo durante 1997:

Año 97	Producción total de piezas	Observaciones
ENERO	206,479	Implantación de políticas de producción
FEBRERO	210,709	Modificación a las políticas de producción
MARZO	207,954	Período vacacional
ABRIL	264,144	
MAYO	241,828	
JUNIO	240,000	
JULIO	272,000	Adición de maquinaria y equipo
AGOSTO	256,603	
SEPTIEMBRE	259,561	
OCTUBRE	284,665	
NOVIEMBRE	278,550	
DICIEMBRE	294,486	En este mes sólo se descansa los días de ley
<b>TOTAL</b>	<b>3,016,979</b>	

Como podemos observar después del mes de agosto el sistema siguió presentando un incremento de productividad de acuerdo al objetivo del proyecto.

Para complementar el análisis de los resultados presentamos los primeros siete meses del año 1998.

Año 98	Producción total de piezas	Observaciones
ENERO	268,371	
FEBRERO	295,609	Se quitó una prensa <sup>o</sup> .
MARZO	347,137	
ABRIL	236,589	
MAYO	238,678	
JUNIO	211,980	
JULIO	257,384	

La siguiente tabla resume el comportamiento de la productividad abarcando todo el período (enero de 1996 – julio de 1998).

### VI.3 Resumen comparativo de la producción en NIR

MES	1996	1997	Aumento respecto a 1996	1998	Aumento respecto a 1996
ENERO	156,456	206,479	32%	268,371	72%
FEBRERO	175,696	210,709	20%	295,609	68%
MARZO	196,567	207,954	6%	347,137	77%
ABRIL	173,669	264,144	52%	236,589	36%
MAYO	199,530	241,828	21%	238,678	20%
JUNIO	194,838	240,000	23%	211,980	9%
JULIO	198,616	272,000	37%	257,384	30%
AGOSTO	200,104	256,603	28%		
SEPTIEMBRE	187,275	259,561	39%		
OCTUBRE	218,058	284,665	31%		
NOVIEMBRE	199,150	278,550	40%		
DICIEMBRE	127,784	294,486	130%		
<b>TOTAL</b>	<b>2,227,743</b>	<b>3,016,979</b>	<b>35%</b>		

<sup>o</sup> Esta prensa fue una de las que se habían adicionado y se quitó para ser trasladada a otra empresa del grupo.

Los datos anteriores son un reflejo del aumento en la productividad. Sin embargo el principal objetivo de la dirección general era que este aumento se reflejara en la facturación, este objetivo se logro con el cambio en las políticas de producción en el departamento de armado.

A continuación se presenta una tabla que resume el comportamiento de la facturación (ventas netas) durante el mismo periodo de análisis que el de la producción. Sabemos que año con año se presenta aumento de precios por causas de inflación, condiciones del mercado, situaciones macroeconómicas, etc. que implican variaciones en los precios de las rodajas. Estas variaciones (aumento de precios) se establecen de acuerdo al margen de utilidad que desea la dirección general, con base en los descuentos que la empresa puede obtener por pronto pago y negociaciones que se fundamentan en la liquidez y buen historial de esta organización ante sus proveedores. Para este periodo NIR estableció un aumento promedio de precios del 10% anual.

Las cifras de esta tabla se expresan en valor presente  $Vp = \frac{F}{(1+i)^n}$  al año de

1996 donde:

$F$  = Valor futuro de los años 97 y 98 respectivamente

$i$  = 10%.

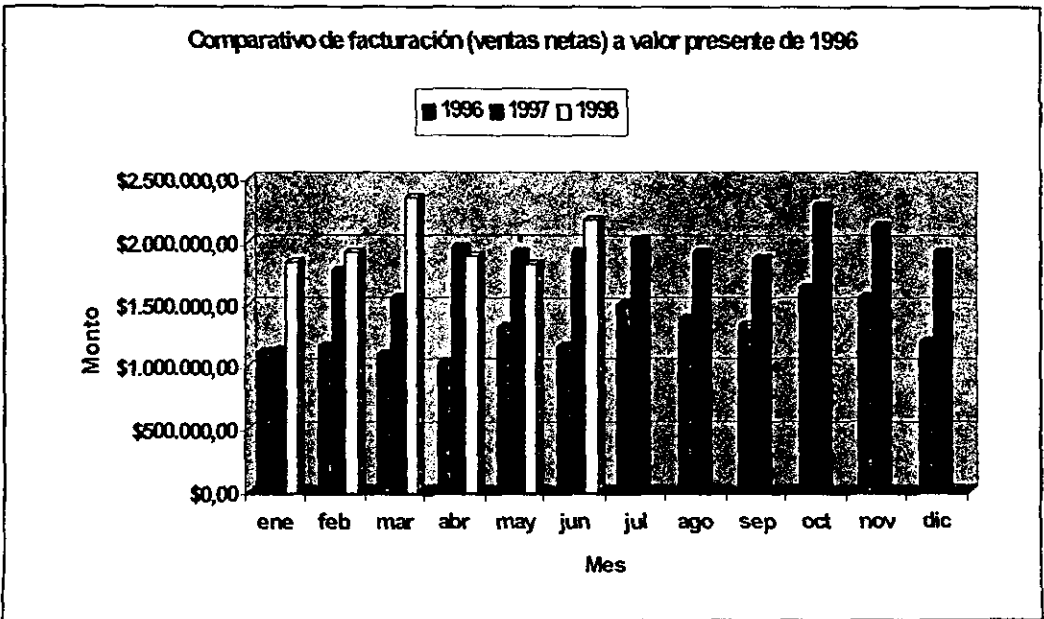
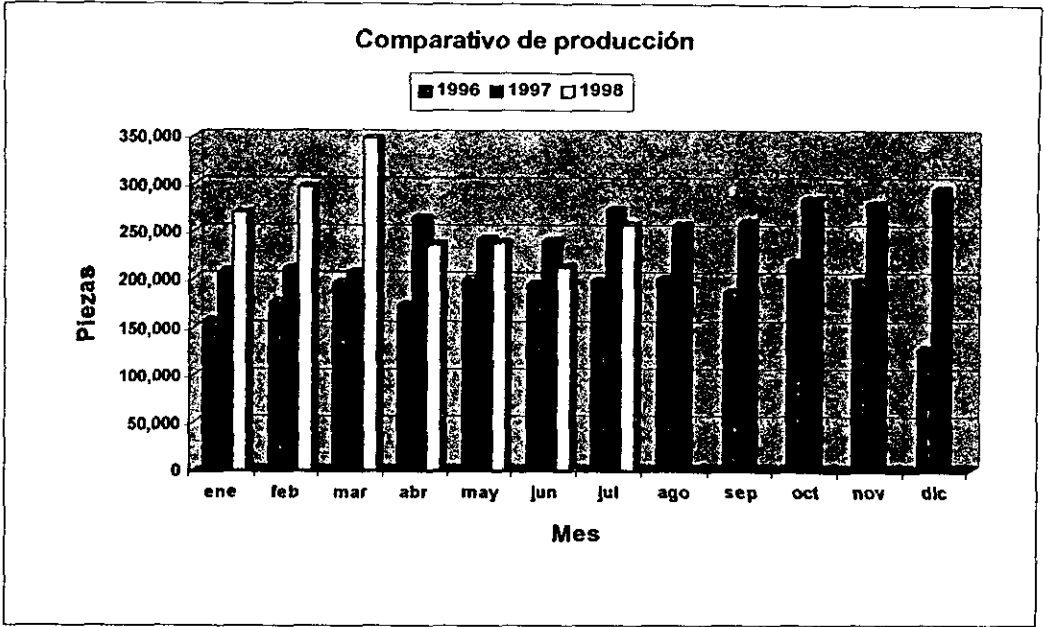
$n$  = número de periodos

#### VI.4 Resumen comparativo de la facturación en NIR

MES	1996	1997	Aumento respecto a 1996	1998	Aumento respecto a 1996
ENE	\$1,122,935.02	\$1,138,578.03	1%	\$1,844,809.26	64%
FEB	\$1,161,177.44	\$1,766,845.91	52%	\$1,928,156.28	66%
MAR	\$1,091,201.00	\$1,556,616.35	43%	\$2,351,409.60	115%
ABR	\$1,038,196.50	\$1,961,066.63	89%	\$1,881,210.62	81%
MAY	\$1,309,520.69	\$1,921,553.00	47%	\$1,816,403.31	39%
JUN	\$1,164,835.65	\$1,920,170.65	65%	\$2,176,170.42	87%
JUL	\$1,501,672.60	\$2,015,443.62	34%		
AGO	\$1,388,074.86	\$1,913,391.57	38%		
SEP	\$1,338,007.63	\$1,871,797.27	40%		
OCT	\$1,627,547.80	\$2,285,203.44	40%		
NOV	\$1,553,555.56	\$2,115,489.62	36%		
DIC	\$1,207,712.83	\$1,920,274.55	59%		
TOTAL	\$15,504,437.58	\$22,386,430.62	44%		

Para visualizar los resultados, se presentan los gráficos de estos en las siguientes páginas:

VI.5 Gráficas





Como se puede observar, el aumento en la facturación con respecto al aumento registrado en la productividad fue superior, esto a causa de las políticas de producción implantadas que se pueden resumir en:

- \* Fabricar sólo lo que se vende.
- \* Mejorar el nivel de servicio
- \* Satisfacer al cliente, no al almacén.

# CAPITULO VII

## Conclusiones

Los resultados del proyecto para NIR demuestran que las hipótesis planteadas fueron las correctas, asimismo confirman el potencial de la Ingeniería Industrial aplicada en cualquier tipo y tamaño de industria. Consideramos que el éxito de este proyecto se fundamentó en los siguientes aspectos:

### **VII.1 Aspectos específicos**

#### ➤ Detectar necesidades reales

El primer acercamiento de NIR con la UNAM se enfocó a solicitar asesoría técnica para elevar su productividad mediante la automatización de una estación de trabajo, sin embargo, se concluyó (después de realizar un diagnóstico industrial), que la automatización de esta estación no era la solución para aumentar la producción, e incluso se determinó que no era un cuello de botella. Aquí radica la importancia de la aplicación del diagnóstico industrial, pues el ingeniero industrial no se debe limitar al paradigma del empresario, sino que debe ampliar su visión e ir más allá de soluciones particulares para desarrollar soluciones integrales (involucrando al sistema administrativo con el productivo) que beneficien al sistema productivo en general.

El costo del estudio de Ingeniería Industrial fue muy bajo en comparación de lo que hubiera costado un dispositivo automático, además, la relación costo/beneficio del estudio es una muestra del potencial del alcance de la aplicación de la Ingeniería Industrial.

#### ➤ Sensibilización del personal

Durante todo el desarrollo del proyecto, tuvimos como premisa tener contacto, comunicación y participación directa con los operarios en las actividades del proceso, con el objeto de obtener su confianza y hacerlos partícipes del éxito de los resultados de cada etapa. Fue muy importante escuchar y dar seguimiento a las recomendaciones (viables) de los obreros para mejorar y/o facilitar sus actividades, de esta forma, se sienten tomados en cuenta y siempre se mostraron participativos para realizar modificaciones en sus actividades de trabajo facilitando la implantación y mejora continua de los métodos de trabajo.

➤ Políticas de producción

El cambio en las políticas de producción enfocadas a satisfacer al cliente y no a los almacenes fueron determinantes para elevar el nivel de servicio e implícitamente la facturación. Estas políticas se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Satisfacer los pedidos más atrasados.
2. Producir sólo lo que está vendido. Utilizando un sistema de tipo *jalar* en el Departamento de Armado con base en pedidos confirmados por el Departamento de Ventas y un sistema tipo *empujar* en el Departamento de Troqueles basado en el histórico de ventas.
3. Disminuir lotes de producción. Al determinar que para mejorar el nivel de servicio se debían satisfacer un gran número de combinaciones de productos y que el cambio de programación de la producción en la línea de armado no representaba un tiempo excesivo de preparación de máquina, decidimos reducir los lotes de producción en este departamento de manera que se pudiera satisfacer la mayor cantidad de pedidos.

Estas políticas aunadas con la distribución de la planta y los nuevos métodos de trabajo redujeron considerablemente factores que mermaban la productividad y eficacia de la empresa, tales como:

- ❖ Cancelación de pedidos.
- ❖ Excesivo inventario en proceso y de producto terminado.
- ❖ Mal manejo de materiales.
- ❖ Poca circulación del material y, por lo tanto, lenta recuperación de la inversión.
- ❖ Mal control de la producción.
- ❖ Tiempo muertos por métodos de trabajo y por transporte de materiales.

➤ Situación económica de la empresa

La visión de los directivos de NIR de mejorar su productividad para mantenerse en un mercado cada vez más competido cuando la situación de la empresa era económicamente favorable, facilitó la realización del proyecto en todas sus etapas, y permitió un margen mayor de tiempo para la consecución y exigencia de los resultados.

➤ **Actitud de la dirección general**

La actitud y compromiso (más allá de lo financiero) que mostraron los directivos de NIR fue determinante para involucrar a todas las áreas de la empresa facilitando la implantación y seguimiento de las propuestas planteadas.

➤ **Mejora continua**

Durante todas las etapas del proyecto se recibieron sugerencias y detectamos factores que podían mejorar la actividad, métodos de trabajo y distribución de la planta. El involucramiento y constancia de nosotros permitió analizar las propuestas y canalizar rápidamente los cambios necesarios para mejorar el sistema.

Hacemos referencia a lo anterior, debido a que tuvimos errores de diseño y de planeación que hubieran repercutido negativamente en los objetivos establecidos de no haber tenido la rapidez y visión para identificarlos, reconocerlos y corregirlos.

## **VII.2 Aspectos generales**

Con base en los aspectos específicos que fueron factores importantes para el éxito de este proyecto, podemos determinar los aspectos generales que siempre serán fundamentales en el desarrollo de cualquier estudio que implique un cambio favorable para una empresa, asimismo, hacemos mención de los principales beneficios que obtiene el alumno de Ingeniería junto con la UNAM en la realización de estos proyectos:

➤ **Convencimiento de la alta dirección**

Para llevar a cabo cualquier estudio de Ingeniería Industrial dentro de una empresa, es fundamental que los directivos tengan pleno convencimiento de lo que se va a realizar, asimismo deben comprometerse y formar parte del proyecto más allá de su financiamiento, pues su actitud compromete al resto de los empleados administrativos y operativos para cooperar con el proyecto.

➤ **Creatividad antes de la tecnología**

Realizar un estudio de Ingeniería Industrial no implica necesariamente grandes inversiones para solucionar problemas que en conjunto representarán beneficios cualitativos y cuantitativos para el sistema productivo de la empresa.

➤ Integración del personal

Los recursos humanos constituyen el activo más importante de una empresa, por lo tanto, es fundamental dirigirlos hacia el objetivo que persigue cualquier estudio de Ingeniería Industrial: hacer la empresa más productiva facilitando sus operaciones y/o actividades.

➤ Continuidad del estudio

El desarrollo del proyecto debe llevarse a cabo lo más próximo a sus etapas y tiempos planeados, asimismo, el personal que lleva a cabo el estudio debe ser el mismo de principio a fin, pues de lo contrario se puede perder el ritmo y compromiso de trabajo creando confusión en el personal de la empresa.

➤ Formación profesional

No existe mejor forma de preparar a cualquier profesional que conjuntar los conocimientos teóricos con los prácticos enfrentándolo a casos reales a los que deberá dar soluciones con base en su formación y sentido común. Esta preparación incluye la visualización de las condiciones en las que se encuentra la industria nacional y los factores que la afectan en su desarrollo.

La realización de este tipo de estudios fortalece la relación e imagen de la UNAM ante la sociedad por lo que se debe establecer un sistema bien estructurado con profesores, alumnos y profesionales con experiencia para ofrecer este servicio a la industria mexicana e inclusive a la industria internacional.

Además de los beneficios que obtendría la empresa, la UNAM lograría una vinculación real de los aspectos teóricos con la práctica profesional que impacta directamente en los siguientes puntos:

- ❖ Innovación de modelos productivos y administrativos acordes a la industria nacional.
- ❖ Participación directa e indirecta de alumnos y profesores en casos prácticos.
- ❖ Conocimiento de las necesidades de formación profesional requeridas por la industria nacional.
- ❖ Formación del perfil profesional y académico necesario para alumnos y profesores respectivamente.
- ❖ Valor agregado en el desenvolvimiento de alumnos ante empresarios y obreros.

- ❖ Fortalecimiento de la imagen de la UNAM y sus egresados en el ambiente empresarial.
- ❖ Retroalimentación para la actualización de planes de estudio.

### **VII.3 Conclusiones de la dirección general de NIR**

Para mostrar un enfoque diferente de los resultados y conclusiones de este trabajo, pedimos al Director General sus comentarios generales acerca del mismo.

Sus comentarios se presentan a continuación de manera textual:

" A lo largo de varios años de estudiar una mejor forma de producción para la fábrica, decidimos contratar la asesoría del Departamento de Ingeniería Industrial de la UNAM, específicamente para la automatización de una actividad de nuestro proceso. Después de realizar algunas visitas, se concluyó que la empresa necesitaba un diagnóstico general y un estudio de Ingeniería Industrial para determinar los factores que impedían un mejor desarrollo de la planta con el equipo y mano de obra existentes. Los resultados del estudio mostraban que existían diversas áreas de oportunidad para incrementar nuestra producción, (distribución de planta, manejo de materiales, métodos de trabajo, políticas de producción, etc.), fundamentando esta problemática con técnicas de Ingeniería Industrial. No obstante lo anterior, no pensé que el cambio físico de las máquinas fuera un elemento que mejorara sustancialmente la productividad de Rodamex, además tenía otras dudas con respecto al poco tiempo que teníamos para realizar la redistribución de la planta propuesta, ya que de no lograrse en el tiempo establecido, podría implicar peores problemas de los que ya teníamos para dar el servicio adecuado por el gran número de pedidos con los que contábamos en ese entonces, y por otro lado, (aunado a mis pocos conocimientos técnicos), el poco apoyo con el que contaba por parte del jefe de producción por su poca integración y credibilidad hacia los ingenieros participantes para el desarrollo exitoso de este proyecto. En ese momento tuve que tomar una decisión importante, una opción era continuar trabajando de la misma manera con la implantación de algunos cambios propuestos, (finalmente éramos una empresa sana con utilidades razonables; para que arreglar lo que teníamos en ese momento), otra posibilidad era la de arriesgarse (con todas las dudas descritas) a realizar todos los cambios propuestos en el estudio para lograr el 25% de aumento en la producción, pero con grandes probabilidades de no hacer el cambio físico de la maquinaria a tiempo, lo que implicaría empezar el año con una planta a medio acomodar y quedar peor de cómo estábamos en un principio y con el gran riesgo latente de que los opositores a este plan pudieran regresar al viejo sistema con mayor fuerza de la que tenían en un principio.

Finalmente, llegó la fecha límite para tomar la decisión; la noche anterior al posible inicio del cambio junté a todos los involucrados y les expuse mis dudas haciendo hincapié en lo que perderíamos sino se realizaba el cambio en el tiempo adecuado. Después de algunas discusiones, todos los involucrados llegamos a la conclusión de llevar a cabo el proyecto, asignándole a uno de los ingenieros (de la UNAM) la responsabilidad del mismo.

Después de mucho trabajo y dedicación por parte de los ingenieros, el cambio físico de la maquinaria llegó felizmente a su término en los tiempos establecidos, lo que provocó una confianza generalizada en toda la empresa (incluyendo al jefe de producción), finalizando de esta forma una parte importante del proyecto; posteriormente, los ingenieros tomaron el control de la planta con el propósito de capacitar a los trabajadores y supervisores en los nuevos métodos de trabajo y políticas de producción. Como era de esperarse, las primeras dos o tres semanas hubo desconcierto en los trabajadores lo que generó baja producción comparada con la que estimaba el estudio (situación prevista), en ese momento se modificaron las políticas de producción ocasionando una mejora continua en la productividad, lo que dio como resultado (después de tres meses de haber iniciado la implantación) el aumento del 25% aprox. de la producción, mejorando nuestro nivel de servicio, la disciplina y productividad en los trabajadores y un importante aumento de las ventas. Con estos resultados, me encontraba satisfecho hasta ese momento, no por esto descuidando la revisión constante de los resultados mes a mes.

Al conocer los resultados financieros de la empresa del año de 1997, el nivel de utilidades había sido extraordinario, ya que superó en un **200%** a las utilidades obtenidas en el mejor año de trabajo de Rodamex, lo que me ocasionó una agradable sorpresa, pues suponía que los resultados se mejorarían sustancialmente, pero nunca los imaginé de esta dimensión.

En la actualidad (1998), la implantación del proyecto nos sigue brindando buenos resultados, quizá un poco mejores que los que teníamos en los mismos meses del año anterior, con el antecedente de que el sistema establecido es susceptible de mejora y que los constantes cambios que existen tanto en tecnología como en métodos de administración y producción, nos obliga a tener un desarrollo constante en nuestros sistemas para seguir vigentes y permanecer como una organización de excelencia a pesar de los cambios que día a día acontecen en nuestro mundo."

  
C.P. Marco Antonio Martínez



# CAPITULO VIII

## Anexos

**ANEXO VIII.1 FORMATOS PARA TOMA DE TIEMPOS**



**ANEXO VIII.2 FORMATOS DE CONTROL**





## TROQUELES

MODELO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE	LAMINA	PIEZA A PRODUCIR	Nº. DE PIEZAS A PRODUCIR	Nº. DE PIEZAS DEFECTUOSAS	HORARIO DE: A:
FALLAS DE MAQUINARIA(CAUSA):					
DURACION APROX. DE LA FALLA:					
CAMBIO DE MATRIZ: SI NO					
DURACION APROX. DEL CAMBIO:					
TROQUEL No.:					
TIEMPO APROX. DE ENGRASADO:					
COMENTARIOS:					

MODELO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE	LAMINA	PIEZA A PRODUCIR	Nº. DE PIEZAS A PRODUCIR	Nº. DE PIEZAS DEFECTUOSAS	HORARIO DE: A:
FALLAS DE MAQUINARIA(CAUSA):					
DURACION APROX. DE LA FALLA:					
CAMBIO DE MATRIZ: SI NO					
DURACION APROX. DEL CAMBIO:					
TROQUEL No.:					
TIEMPO APROX. DE ENGRASADO:					
COMENTARIOS:					



**TORNOS**

TORNO No. : \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE	PIEZA	ACTIVIDAD	No. DE PIEZAS PRODUCIDAS	No. DE PIEZAS DEFECTUOSAS	HORARIO
	ESPIGA:				
	REMACHE:				
	ARILLO:				
	TORNILLO:				
	BUJE:				
FALLAS DE LA MAQUINARIA (CAUSAS):					
TIEMPO APROX. DE LA FALLA:					
COMENTARIOS:					

TORNO No. : \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE	PIEZA	ACTIVIDAD	No. DE PIEZAS PRODUCIDAS	No. DE PIEZAS DEFECTUOSAS	HORARIO
	ESPIGA:				
	REMACHE:				
	ARILLO:				
	TORNILLO:				
	BUJE:				
FALLAS DE LA MAQUINARIA (CAUSAS):					
TIEMPO APROX. DE LA FALLA:					
COMENTARIOS:					



## ARMADO TIPO LIGERO

MODELO : \_\_\_\_\_ MAQUINA No. : \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_

NOMBRE	PIEZAS	No. DE PIEZAS A PRODUCIR	No. DE PIEZAS DEFECTUOSAS	HORARIO DE: A:
HORQUILLA:				
BALINERA:				
PLACA:				
TORNILLO:				
ESPIGA Y/O REMACHE:				
FALLAS DE MAQUINARIA (CAUSAS): _____ DURACION APROX. DE LA FALLA: _____				

 CAMBIO DE MATRIZ: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ DURACION APROX. DEL CAMBIO: \_\_\_\_\_  
 COMENTARIOS: \_\_\_\_\_

MODELO : \_\_\_\_\_ MAQUINA No. : \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_

NOMBRE	PIEZAS	No. DE PIEZAS A PRODUCIR	No. DE PIEZAS DEFECTUOSAS	HORARIO DE: A:
HORQUILLA:				
BALINERA:				
PLACA:				
TORNILLO:				
ESPIGA Y/O REMACHE:				
FALLAS DE MAQUINARIA (CAUSAS): _____ DURACION APROX. DE LA FALLA: _____				

 CAMBIO DE MATRIZ: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ DURACION APROX. DEL CAMBIO: \_\_\_\_\_  
 COMENTARIOS: \_\_\_\_\_





**ENSAMBLADO**

MODELO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

MATERIAL	CANTIDAD TOTAL BUENAS	No. DE PIEZAS DEFECTUOSAS	OBSERVACIONES
LLANTA:			
HORQUILLA:			
REMACHE:			
FALLAS DE MAQUINARIA:			
DURACION APROX. DE LA FALLA:			
COMENTARIOS:			

**ENSAMBLADO**

MODELO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

MATERIAL	CANTIDAD TOTAL BUENAS	No. DE PIEZAS DEFECTUOSAS	OBSERVACIONES
LLANTA:			
HORQUILLA:			
REMACHE:			
FALLAS DE MAQUINARIA:			
DURACION APROX. DE LA FALLA:			
COMENTARIOS:			



**EMBALADO**

FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRES	MATERIAL	No. DE PIEZAS PRODUCIDAS	No. DE PIEZAS DEFECTUOSAS	MODELO	HORARIO
	BALA:				
	BALINERA:				
	PLACA:				
	BALA:				
	BALINERA:				
	PLACA:				
	BALA:				
	BALINERA:				
	PLACA:				
	BALA:				
	BALINERA:				
	PLACA:				
OBSERVACIONES:					



## TIPO PESADO

FECHA: \_\_\_\_\_

No.	MODELO	NUMERO DE PIEZAS PRODUCIDAS	NUMERO DE PIEZAS DEFECTUOSAS	HORARIO
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				

Por favor, anote los calibres o medidas de los elementos utilizados en cada uno de los modelos registrados arriba de acuerdo con la numeración

No.	HERRAJE	RUEDA	TORNILLO	FRENO	POLVERA
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					

Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_





## AJUSTE

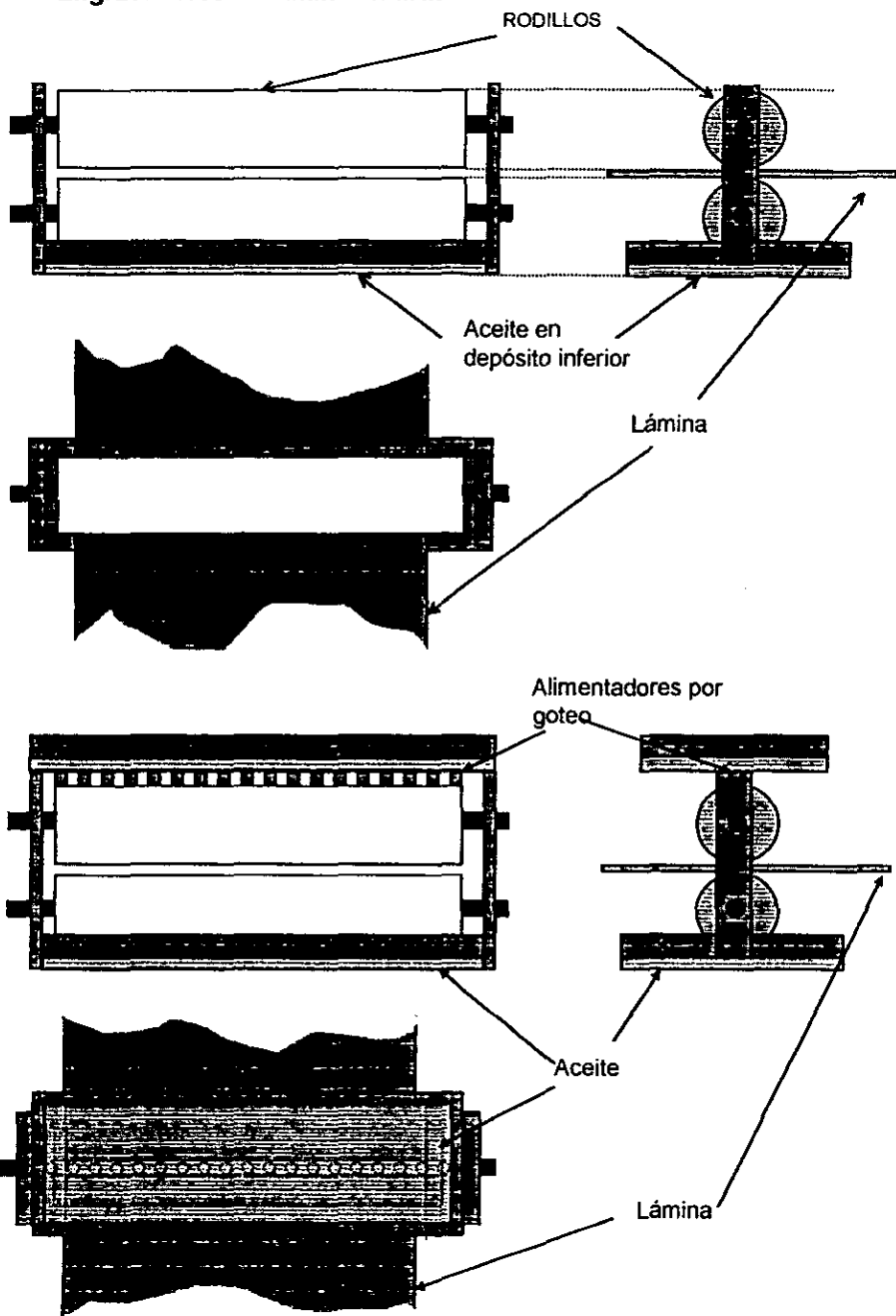
No.	MODELO	NUMERO DE PIEZAS AJUSTADAS	FECHA	HORARIO DE: A:
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				

Comentarios: \_\_\_\_\_

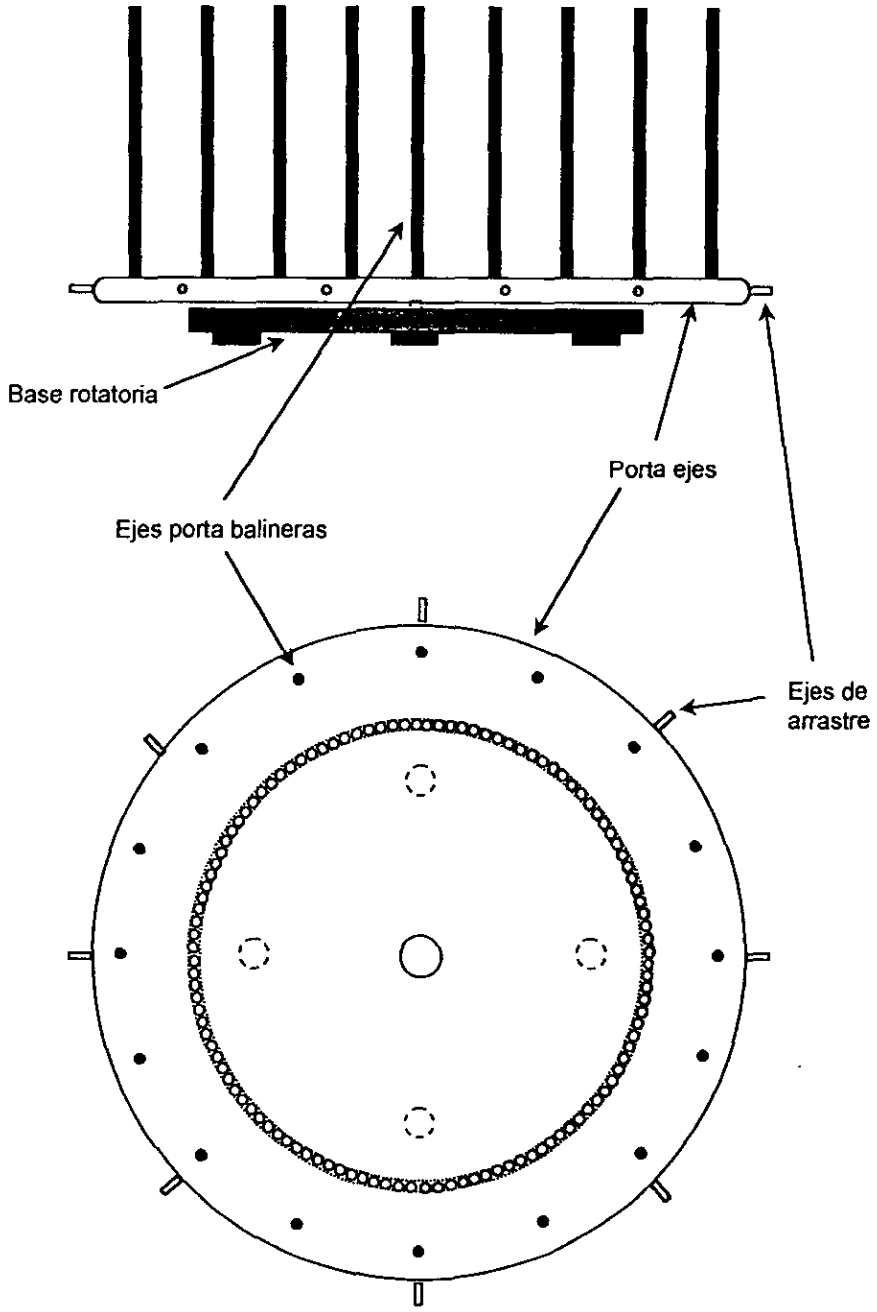
---

**ANEXO VIII.3 DISPOSITIVOS DISEÑADOS**

### Engrasadores de lámina en tiras



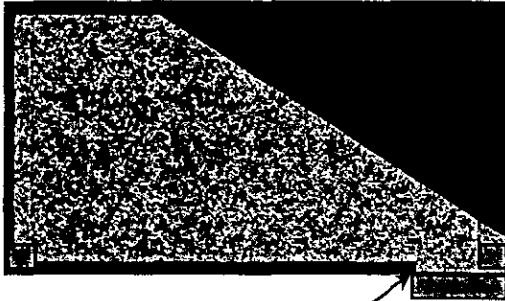
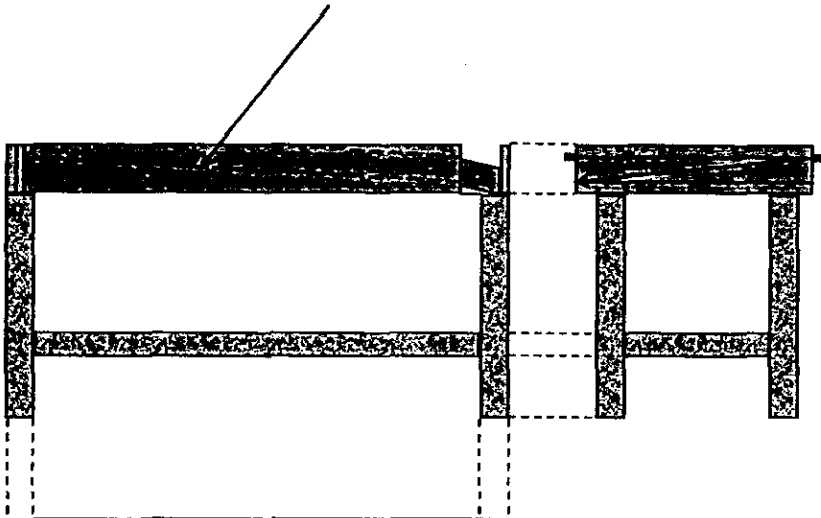
### Carrusel porta balineras





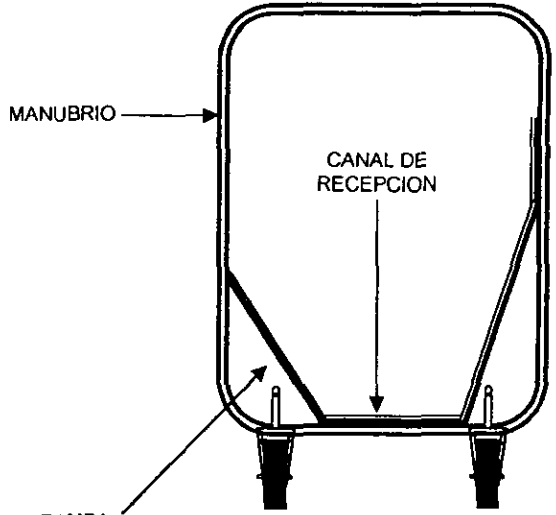
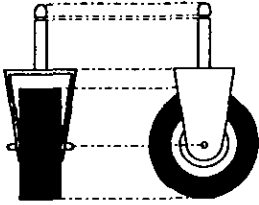
Mesa de armado final

Plano inclinado

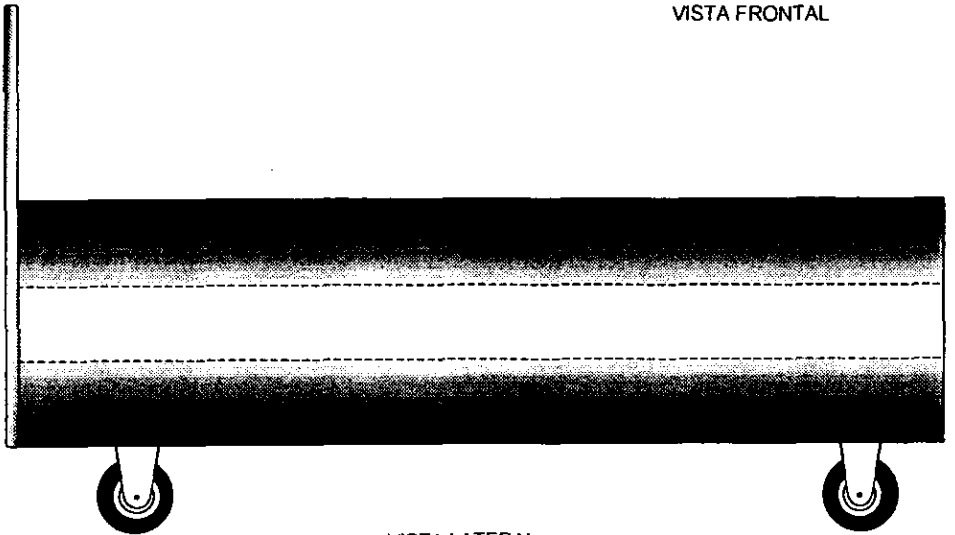


Concentrador

Carro para transporte de lámina



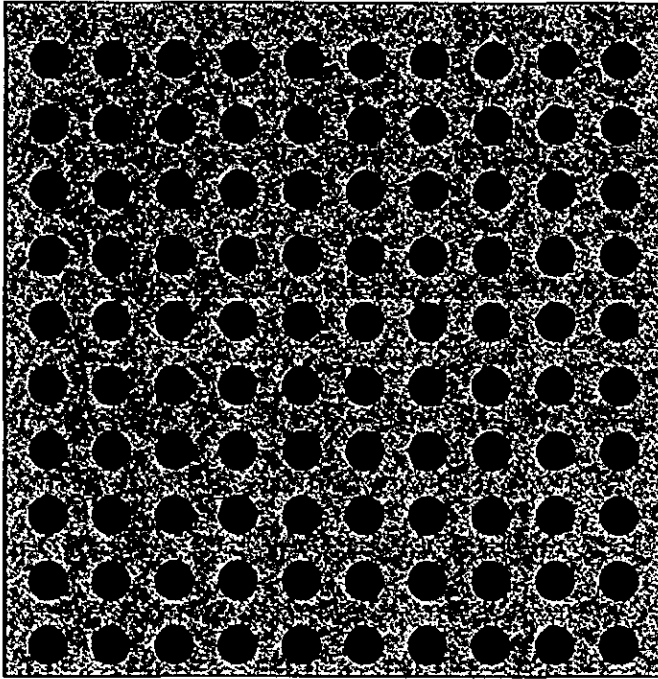
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

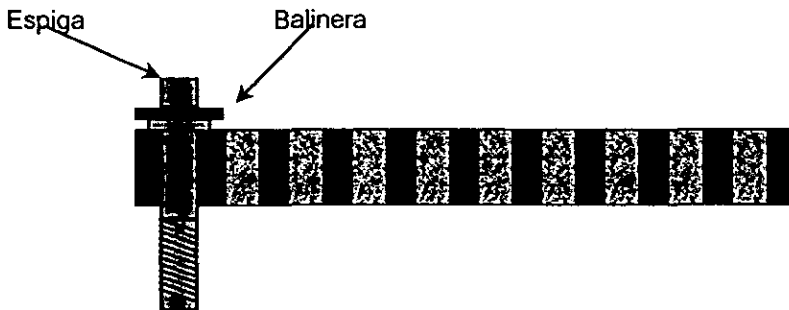
### Mesa para ensamble balinera-espiga

Planta



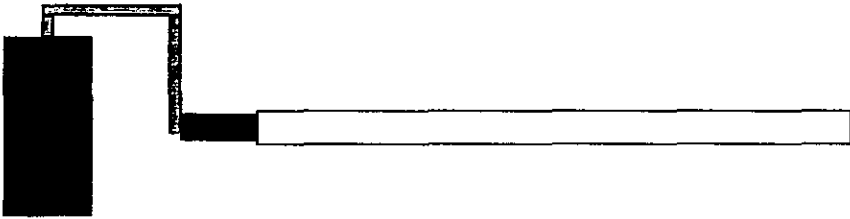
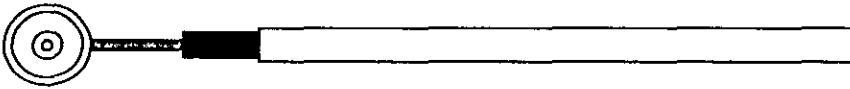
Base para balineras con espiga

Corte longitudinal

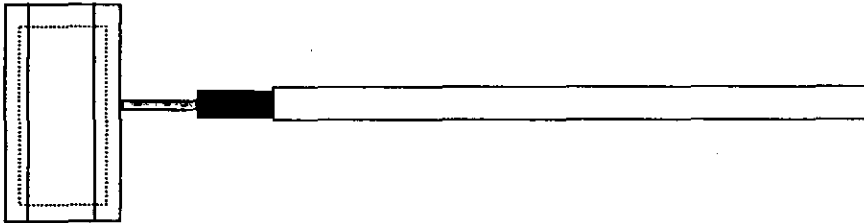
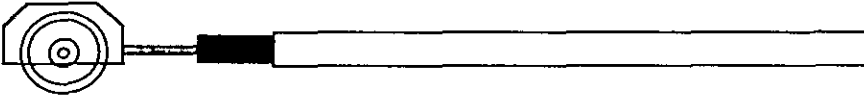


### Engrasadores de lámina en hoja

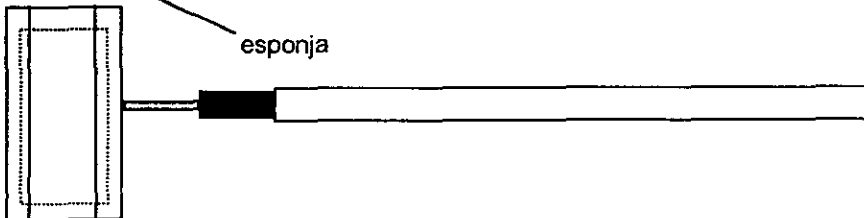
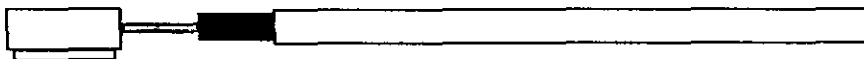
#### De rodillo



#### De rodillo cubierto



#### De esponja



**ANEXO VIII.4 ENCUESTA PARA PERSONAL ADMINISTRATIVO**

## ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL

Por favor lea cuidadosamente cada una de las preguntas. Las respuestas que nos proporcione serán confidenciales y ayudarán en la elaboración del Diagnóstico Industrial de su empresa. No use abreviaturas y no deje sin contestar alguna. Gracias

**Tema: Medio ambiente**


---

## A) Desarrollo Tecnológico.

1.- ¿Cuenta con algún medio de información que lo tenga al tanto de cualquier avance técnico en su área?

Sí \_\_\_\_\_ Revista \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
                   Periódico \_\_\_\_\_  
                   Informes o estudios \_\_\_\_\_  
                   Internet \_\_\_\_\_  
                   Otro \_\_\_\_\_  
                   ¿Cuál? \_\_\_\_\_

## B) Desarrollo Económico.

2.- ¿Obtiene información de tipo económico para mantener al tanto a su empresa del alza de precios, la especulación, el acaparamiento de productos, etc.?

Sí \_\_\_\_\_ Organismos gubernamentales \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
                   El propio mercado \_\_\_\_\_  
                   Informes externos \_\_\_\_\_  
                   Alguna cámara o Asociación \_\_\_\_\_  
                   Otro \_\_\_\_\_  
                   ¿Cuál? \_\_\_\_\_

## C) Interrelación con el medio.

3.- ¿Tiene información de empresas que tienen el mismo giro o realizan la misma actividad productiva?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Qué información? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
                   Localización \_\_\_\_\_  
                   Mercado que abarcan \_\_\_\_\_  
                   Influencia sobre su misma  
                   clientela \_\_\_\_\_  
                   Avances tecnológicos o  
                   vanguardistas \_\_\_\_\_  
                   Número de empleados \_\_\_\_\_  
                   Capacidad instalada \_\_\_\_\_  
                   Número de empresas \_\_\_\_\_  
                   Participación en el mercado \_\_\_\_\_  
                   Otra \_\_\_\_\_  
                   ¿Cuál? \_\_\_\_\_

---

4.- ¿Ha tenido problemas con el suministro de los servicios públicos con que dispone?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Con cuál? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Agua \_\_\_\_\_  
 Drenaje \_\_\_\_\_  
 Alumbrado Público \_\_\_\_\_  
 Vigilancia \_\_\_\_\_  
 Limpia \_\_\_\_\_

5.- ¿Cuenta con los medios de comunicación suficientes para el funcionamiento de su empresa?

	Suficientes	A veces	Insuficientes
Teléfono	_____	_____	_____
Transporte	_____	_____	_____
Carreteras	_____	_____	_____
Avenidas	_____	_____	_____
Correo	_____	_____	_____
Correo electrónico	_____	_____	_____

6.- ¿Influye de alguna manera la cercanía o lejanía de su empresa en sus clientes?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 ¿En qué porcentaje?  
 La lejanía \_\_\_\_\_  
 La cercanía \_\_\_\_\_

7.- ¿Tiene una cartera de proveedores para comprar sus materias primas?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Qué uso le da? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Tema: Productos y procesos**

1.- ¿Realiza inspecciones a sus materias primas?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Qué tipo? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2.- ¿Es aplicable el concepto de "Calidad Total" en sus procesos?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3.- ¿Realiza inspección a su producto terminado?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Qué tipo? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

4.- ¿Se capacita o se ha capacitado al personal sobre control de calidad?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5.- La situación actual de sus productos en el mercado es:

Buena \_\_\_\_\_ Mala \_\_\_\_\_

Debido a:

	Sí	No
Precio	_____	_____
Calidad	_____	_____
Distribución	_____	_____
Disponibilidad	_____	_____
Diseño	_____	_____
Otra cualidad	_____	_____
¿Cuál?	_____	

6.- En porcentaje, ¿qué cantidad de productos es rechazada por el cliente?

Menos del 2% \_\_\_\_\_ Del 2-5% \_\_\_\_\_ Del 5-10% \_\_\_\_\_ No hay rechazos \_\_\_\_\_

7.- En porcentaje, ¿qué capacidad instalada de su planta es aprovechada?

	Entre semana	Fin de semana
Menos del 30 %	_____	_____
Del 30 al 50%	_____	_____
Del 51 al 70%	_____	_____
Del 71 al 90%	_____	_____
Más del 90%	_____	_____

8.- ¿Qué cantidad de materia prima es rechazada?

Menos del 4% \_\_\_\_\_ Del 4-10% \_\_\_\_\_ Del 11-15% \_\_\_\_\_ Más del 15% \_\_\_\_\_

9.- ¿Qué uso se dispone a la materia prima rechazada?

	Sí	No
Devolución	_____	_____
Reciclaje	_____	_____
Separación de material	_____	_____
Venta	_____	_____
Ninguno	_____	_____
Otro(s)	_____	_____
¿Cuál(es)?	_____	



10.- ¿Qué uso se dispone a los productos rechazados por el cliente o en la inspección?

	Sí	No
Devolución	_____	_____
Reciclaje	_____	_____
Separación de material	_____	_____
Venta	_____	_____
Ninguno	_____	_____
Otro(s)	_____	_____
¿Cuál(es)?	_____	

### Tema: Dirección

1.- ¿Cuáles son los objetivos de la empresa?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2.- ¿En qué porcentaje se cumplen dichos objetivos?

Menos del 30% \_\_\_\_\_ Del 30-60% \_\_\_\_\_ Del 60-90% \_\_\_\_\_ Más del 90% \_\_\_\_\_

3.- ¿Con que frecuencia se realiza la evaluación de los objetivos y se establecen medidas correctivas o nuevos objetivos?

Diariamente	_____
Semanalmente	_____
Quincenalmente	_____
Mensualmente	_____
Bimestralmente	_____
Otro	_____
¿Cuál?	_____

4.- ¿En que porcentaje su actual control de la empresa lo ayuda a tomar buenas acciones o decisiones?

Menos del 30% \_\_\_\_\_ Del 30-60% \_\_\_\_\_ Del 60-90% \_\_\_\_\_ Más del 90% \_\_\_\_\_

5.- ¿El director o gerente general dispone de pronósticos de ventas e inventarios que le permitan prever su situación a futuro?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6.- ¿Se elaboran presupuestos de ventas y gastos?

Sí    No    \_\_\_\_\_  
 Diariamente    \_\_\_\_\_  
 Semanalmente    \_\_\_\_\_  
 Quincenalmente    \_\_\_\_\_  
 Mensualmente    \_\_\_\_\_  
 Bimestralmente    \_\_\_\_\_  
 Otro    \_\_\_\_\_  
 ¿Cuál?    \_\_\_\_\_

7.- ¿Se ha hecho alguna planeación estratégica en su empresa?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

8.- ¿Se han establecido políticas en su empresa para estimular al personal?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

9.- ¿Se delega autoridad en los operarios y en los encargados?

Si \_\_\_\_\_ ¿Qué autoridad? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

10.- ¿Como selecciona a la persona en quien delega algún tipo de autoridad?

Con base en: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

11.- ¿De qué manera se comunica con la persona en quien delega autoridad?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

12.- ¿De que medios de comunicación disponen el Director General y los mandos intermedios para dar y recibir información de sus subordinados?

Escrita    \_\_\_\_\_  
 Verbal    \_\_\_\_\_  
 Ambas    \_\_\_\_\_  
 Ninguna    \_\_\_\_\_

**Tema: Suministros**

1.- ¿Tiene cartera y registros de los proveedores de materias primas?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2.- ¿Tiene problemas con la calidad de sus materias primas?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.- ¿Qué tipo de control de inventarios lleva?

UEPS \_\_\_\_\_  
PEPS \_\_\_\_\_  
Promedios ponderados \_\_\_\_\_  
Otro \_\_\_\_\_  
¿Cuál? \_\_\_\_\_

4.- ¿Cuenta con un sistema de colocación y distribución de materiales en el almacén que facilita los procesos de su empresa?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5.- ¿Tiene algún control de entradas y salidas de material del almacén?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6.- ¿Se presentan agotamientos de materia prima?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Con qué frecuencia? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
¿Por qué? \_\_\_\_\_

**Tema: Medios de producción**

---

1.- ¿Se han realizado estudios para determinar el flujo de materiales en el proceso?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.- ¿El edificio ocupado es el adecuado para la actividad que realiza?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3.- ¿Su equipo es técnicamente adecuado para su actividad?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

---

4.- Existen registros actualizados de:

	Sí	No
Equipo	_____	_____
Antigüedad del personal	_____	_____
Depreciación	_____	_____
Costos de mantenimiento	_____	_____

5.- ¿Tiene algún control de entradas y salidas de material del almacén?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### Tema: Fuerza de trabajo

1.- ¿Se han efectuado pláticas o cursos de motivación para el personal de su empresa?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2.- ¿Sabe como son los sueldos de sus empleados en relación con los de la competencia?

Mayores \_\_\_\_\_ No sé \_\_\_\_\_  
 Iguales \_\_\_\_\_  
 Menores \_\_\_\_\_

3.- ¿Cuenta con datos para evaluar a sus empleados en su desempeño?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

4.- La evaluación del desempeño, influye en:

	Sí	No
Salario	_____	_____
Incentivo (Productividad)	_____	_____
Ninguno	_____	_____
Otro(s)	_____	_____
¿Cuál(es)?	_____	

5.- ¿Cuenta con normas de seguridad para protección de sus empleados?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

6.- ¿Cómo selecciona y contrata personal?

\_\_\_\_\_

7.- ¿Se lleva un registro del ausentismo del personal y sus causas?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8.- ¿Existen descripciones de las actividades para cada puesto de la empresa?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

9.- ¿ En que forma se describe el trabajo que debe realizar cada uno de los trabajadores?

	Sí	No
Verbal	_____	_____
Escrita	_____	_____
¿Por quién?	_____	_____

**Tema: Actividad productora**

---

1.- ¿Actualmente que capacidad instalada utiliza?

\_\_\_\_\_ % ¿Por qué? \_\_\_\_\_

2.- ¿Conoce la capacidad total de producción de su empresa?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál es? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

3.- ¿Dispone de registros que indiquen el tiempo que toma un trabajador en realizar una operación?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4.- ¿Cuenta con tiempos estándar de producción?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5.- ¿Existe algún responsable de planear y organizar la producción?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6.- ¿Cómo hace la planeación de su producción?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7.- ¿Qué se toma como base para asignar la carga de trabajo al personal?

---

---

---

8.- ¿Lleva un control de su proceso y sus productos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**ANEXO VIII.5 ENCUESTA PARA PERSONAL OPERATIVO**

ENCUESTA DE OPINIÓN ACERCA DE LA SITUACIÓN EN LA EMPRESA RODAMEX, S.A. DE C.V.

Este cuestionario es confidencial. Por favor, conteste este cuestionario de manera sincera. Sus respuestas serán de utilidad para evaluar el ambiente de trabajo existente. Gracias por su cooperación.

	Sí	No se	No
Cuando nos asignan algún trabajo especial, mis compañeros y yo colaboramos en su realización			
Mi jefe me felicita cuando hago bien mi trabajo			
Los empleados desde su ingreso conocen las políticas de la empresa			
Mis superiores promueven el desarrollo del trabajador			
Las instalaciones son las adecuadas para las actividades que se desarrollan			
Yo trabajo para quedar bien con mi jefe			
Los programas de capacitación son acordes a las necesidades de la empresa			
La capacitación que recibo es por parte de mi jefe			
En la empresa se trata cordialmente a todos			
Cuento con el reconocimiento justo con base a mi trabajo			
Cuando hablo con mis compañeros ellos contestan de manera descortés			
Las actitudes de mi jefe me brindan confianza			
La empresa dispone de manuales de procedimientos para los empleados			
Los directivos son los responsables de los despidos del personal			
El mobiliario de mi lugar de trabajo está descuidado			
Recibo información sobre el desempeño de mi trabajo			
La empresa está interesada por el desarrollo continuo de su personal			
Me entero de los cambios a través de rumores			
Trabajo en el mejor lugar			
Mi desarrollo dentro de la empresa es el adecuado conforme a mis conocimientos y experiencia			
Mis compañeros y yo nos reunimos fuera del horario de trabajo para divertirnos			
La comunicación con mi jefe es la mejor			
El comportamiento de mis superiores está de acuerdo con las normas que difunden			
La dirección de la empresa genera un clima laboral positivo			
Pocas veces se toman en cuenta mis ideas para eficientar el trabajo de mi área			
La empresa capacita al personal en todos sus niveles			
En la empresa existen lugares adecuados para platicar de trabajo en grupos			



	Sí	No se	No
Conozco la importancia que tiene mi actividad dentro de la empresa			
La eficiencia con la que trabajamos en la empresa hace que esta sea líder en su área			
Me siento orgulloso de trabajar en la empresa			
Las relaciones entre los departamentos de la fábrica son desfavorables			
Mi jefe escucha mis puntos de vista al tomar una decisión			
Mis superiores promueven el cambio			
Hay medidas preventivas de riesgos de accidentes			
Mi jefe me felicita cuando realizo bien mi trabajo			
Los cursos en los que he participado me han sido útiles			
Se toma en cuenta la información que yo le proporciono a la empresa			
El objetivo principal del servicio que da la empresa está enfocado al cliente			
Realizo mi trabajo con entusiasmo			

Agradecemos enormemente su apoyo.